

Skipulagsstofnun  
Jakob Gunnarsson  
Borgartúni 7b  
105 Reykjavík

30.03.2023

### Varðandi: Niðurdæling CO<sub>2</sub> á Hellisheiði. Viðbrögð Carbfix við umsögnum.

Carbfix hefur móttengið umsagnir um umhverfismatsskýrslu vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellisheiði. Í töflunni hér að neðan eru birtar allar umsagnir sem bárust vegna umhverfismatsskýrslu, ásamt viðbrögðum Carbfix. Skipulagsstofnun nýtir þessar upplýsingar ásamt upplýsingum sem fram koma í umhverfismatsskýrslu Carbfix og leggur fram álit verkefnisins sem Carbfix ber að fylgja við verkhönnun, framkvæmdir og rekstur fyrirhugaðs CO<sub>2</sub> geymslusvæðis og sveitarstjórnnum við útgáfu framkvæmdaleyfa. Umsagnafrestur var gefinn til 17. mars 2023.

Umsagnir bárust frá eftirfarandi aðilum:

Nr.	Aðili	Nánar	Dags.
1	Heilbrigðiseftirlit Suðurlands	Stella Hrönn Jóhannsdóttir heilbrigðisfulltrúi f.h. HSL	17. mars 2023
2	Hveragerðisbær	Ragnheiður Brynjólfsdóttir, þjónustufulltrúi f.h. Hveragerðisbæjar	21. mars 2023
3	Íþróttafélag Reykjavíkur	Umsagnaraðili er landeigandi. Ólafur Gylfason f.h. ÍR	15. mars 2023
4	Orkustofnun	María Guðmundsdóttir og Marta Rós Karlsdóttir, f.h. Orkumálastjóra	17. mars 2023
5	Sveitarfélagið Ölfus	Gunnlaugur Jónasson, skipulagsfulltrúi f.h. skipulags- og umhverfisnefndar	16. febrúar 2023
6	Umhverfisstofnun	Agnes Þorkelsdóttir og Ríkey Kjartansdóttir, sérfæðingar.	24. mars 2023
7	Veðurstofa Íslands	Árni Snorrason, forstjóri Veðurstofu Íslands	22. mars 2023

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
1	<b>Heilbrigðiseftirlit Suðurlands</b>	
1.1	<p><b>Mótvægisáðgerðir og vöktun</b></p> <p><i>Heilbrigðiseftirlit Suðurlands hefur farið yfir ofangreinda umhverfismatsskýrslu og telur að hún geri fullnægjandi grein fyrir eðli, umfangi og umhverfi framkvæmdarinnar sem og þeim umhverfisþáttum og valkostum sem matið tók til. Embættið gerir ekki athugasemdir hvernig unnið var úr þeim gögnum sem aflað var til að meta áhrif framkvæmdarinnar á þá umhverfisþætti sem matið náði til, framsetningu þeirra í skýrslunni eða niðurstöður umhverfismatsins. Embættið vill þó undirstrika mikilvægi þess að framkvæmdaraðili fari í einu og öllu eftir framlögðum áætlunum um mótvægisáðgerðir og vöktun til að halda mögulegum neikvæðum áhrifum örvaðrar jarðskjálftavirkni í lágmarki, sérstaklega við niðurdælingu í djúpkerfið, sem og til að minnka líkur á neikvæðum áhrifum niðurdælingar og geymslu CO<sub>2</sub> í bæði milli- og djúpkerfum á grunnvatn á geymslusvæðinu.</i></p>	<p>Carbfix tekur undir ábendingar Heilbrigðiseftirlits Suðurlands um mikilvægi mótvægisáðgerða og vöktunar til að lágmarka og minnka líkur á mögulegum neikvæðum áhrifum örvaðrar jarðskjálftavirkni vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu.</p> <p>Í köflum 10.4.2 og 13.1 er fjallað um helstu þætti sem verða vaktaðir og mótvægisáðgerðir til að draga úr eða bæta fyrir neikvæð áhrif örvaðrar jarðskjálftavirkni vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> í millikerfi og djúpkerfi á geymslusvæði Carbfix á Hellisheiði. Einnig er fjallað nánar um það hvernig hætta á örvaðri skjálftavirkni er lágörkuð í kafla 13.2 um stýringar og vöktunaráætlun. Carbfix gerir ráð fyrir þeim mótvægisáðgerðum og vöktun sem listaðar eru í framangreindum köflum.</p> <p>Í framkvæmdaleyfis- og starfsleyfisumsókn verður gerð grein fyrir þeim mótvægisáðgerðum sem eru ráðgerðar í tengslum við framkvæmd og rekstur niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellisheiði.</p>
1.2	<p><b>Starfsleyfi – tímabundin starfsemi</b></p> <p><i>Heilbrigðiseftirlit Suðurlands veitir starfsleyfi fyrir jarðborun skv. tölul. 55. í viðauka IV. með lögum nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir. Einnig veitir embættið starfsleyfi vegna ýmissa verkþátta á meðan á framkvæmdum stendur, s.s. efnisnámi, landmótun og verktakaaðstöðu skv. reglugerð nr. 550/2018 um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit auk starfsmannabúða skv. reglugerð nr. 941/2002 um hollustuhætti.</i></p>	<p>Carbfix þakkar ábendingar Heilbrigðiseftirlits Suðurlands um starfsleyfi sem embættið veitir.</p> <p>Í kafla 15 kemur fram að Heilbrigðiseftirlit Suðurlands veitir starfsleyfi fyrir tímabundinn atvinnurekstur vegna aðstöðu fyrir verktaka og starfsmenn á framkvæmdatíma samkvæmt 6. gr. laga nr. 7/1998, um hollustuhætti og mengunarvarnir og 5. gr. reglugerðar nr. 550/2018, um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit, samanber X. viðauka, lið 10.7. Við það má bæta að embættið veitir einnig starfsleyfi fyrir jarðborun samkvæmt lið 10.4 í X. viðauka.</p> <p>Gert er ráð fyrir að verktakar sækji um tímabundið starfsleyfi eftir því sem við á í tengslum við framkvæmd á vegum Carbfix.</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
<b>2</b>	<b>Hveragerðisbær</b>	
<b>2.1</b>	<p><i>Bæjarráð tekur undir bókun skipulags- og umhverfisnefndar sem fagnar metnaðarfullum markmiðum og áætlunum um kolefnishlutleysi, en áréttar á sama tíma mikilvægi vöktunar og að gripið verði til mótvægisáðgerða ef neikvæðra áhrifa niðurdælingar CO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S gætir á grunnvatn og jarðskjálftavirkni í og við Hveragerðisbæ. Bæjarráð áskilur sér rétt á að koma með athugasemdir á seinni stigum, standist áætlanir ekki eins og lagt er upp með.</i></p>	<p>Carbfix tekur undir ábendingar Hveragerðisbæjar varðandi mikilvægi vöktunar og mótvægisáðgerða hvað varðar möguleg áhrif á grunnvatn og jarðskjálftavirkni.</p> <p>Í köflum 9.4.3 og 13.1 er fjallað um helstu þætti sem verða vaktaðir og mótvægisáðgerðir til að draga úr eða bæta fyrir neikvæð áhrif á grunnvatn vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> í millikerfi og djúpkerfi á geymslusvæði Carbfix á Hellisheiði. Einnig er fjallað nánar um stýringar og vöktunaráætlun í kafla 13.2 um. Carbfix gerir ráð fyrir mótvægisáðgerðum og vöktun sem eru listaðar í framangreindum köflum.</p> <p>Hvað varðar jarðskjálftavirkni er vísað til viðbragða í lið 1.1 hér að framan.</p> <p>Í framkvæmdaleyfis- og starfsleyfisumsókn verður gerð grein fyrir þeim mótvægisáðgerðum sem eru ráðgerðar í tengslum við framkvæmd og rekstur niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellisheiði.</p>
<b>3</b>	<b>Íþróttafélag Reykjavíkur</b>	
<b>3.1</b>	<p><i>Ég vil fyrir hönd Íþróttafélags Reykjavíkur áréttar að þær fyrirhuguðu framkvæmdir sem koma fram í umhverfismatskýrslu Carbfix í landi Í.R., Hamragili (Landeignarnúmer L172317), eru ekki samþykktar af landeiganda.</i></p> <p><i>Þessar framkvæmdir falla ekki undir samning Í.R. við Orkuveituna frá árinu 2005.</i></p> <p><i>Sveitarfélagið Ölfus hefur nú þegar heimilað Orkuveitunni (ON Power) án samráðs eða leyfi landeiganda eftirfarandi framkvæmdir og/eða eignarnám:</i></p> <p><i>18/3/2008 Ölfus heimilar stofnun lóðar út úr landi ÍR undir heitinu Kolviðarhóll lóð 8</i></p> <p><i>18/3/2008 Ölfus heimilar stofnun lóðar út úr landi ÍR undir heitinu Kolviðarhóll lóð 2</i></p> <p><i>20/11/2013 ON Power óskar eftir lokun Sleggjubeinsnámunnar í Hamragili landi ÍR</i></p>	<p>Carbfix er dótturfélag Orkuveitu Reykjavíkur (OR), stofnað í lok árs 2019, og er í fullri eigu OR líkt og Orka náttúrunnar, Veitur og Ljósleiðarinn. Orkuveita Reykjavíkur lítur svo á að Carbfix sé hluti af samningum OR og ÍR á sama hátt og Orka náttúrunnar, enda bæði dótturfélög OR. Áður en sérstakt dótturfélag var stofnað utan um starfsemi Carbfix var starfsemin undir OR og hafði þá verið starfrækt í meira en áratug á Hellisheiði. Framkvæmdaáform Carbfix á landi ÍR í Sleggjubeinsdal eru fyrirhuguð á þegar skilgreindum borteig og þær lagnir sem kunna að verða lagðar er mögulegt að leggja meðfram núverandi lagnastæðum. Ef til þess kæmi að ákveðið yrði að bora niðurdælingarholu í Sleggjubeinsdal og leggja að henni lagnir verður sótt um framkvæmdaleyfi til Sveitarfélagsins Ölfuss og samráð haft við landeiganda.</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
	<p>13/07/2015 Framkvæmaleyfi fyrir snjóflóðagarði umsækjandi ON Power</p> <p>Orkuveitan og dótturfélög hennar hafa því miður komist upp með fyrir tilstilli sveitarfélagsins Ölfus að fara full frjállega með Hamragils landið sem er lögbundin eign Í.R.</p> <p>Lögfræðingar Orkuveitunnar lofuðu fyrir hönd OR á fundi í júlí 2022 að hafa meira og betra samráð við ÍR um allt sem sneri að landi ÍR í Hamragili. Það hefur því miður ekki gengið eftir eins og þetta dæmi sýnir.</p>	
4	<b>Orkustofnun</b>	
4.1	<p><b>Rafmagns- og vatnsöflun</b></p> <p>Orka náttúrunnar hefur nýtingarleyfi á jarðhita á Hellisheiði útgefið af Orkustofnun, leyfisnúmer OS- 2015-L026-02, og fjallar það um upptekt á jarðhitavökva, niðurdælingu á affallsvatni og niðurdrátt í jarðhitageymi. Þá er Orkuveita Reykjavíkur handhafi virkjunarleyfis, leyfisnúmer OS-2011-L006-01, sem heimilar rekstur á allt að 303 MW raforkuveri á Hellisheiði. Nýtingarleyfi á grunnvatni í Engidal er hluti af virkjunarleyfi Hellisheiðarvirkjunar, sbr. OS-2018-L005-01.</p> <p>Í umhverfismatsskýrslunni kemur fram að Carbfix áætli að afla bæði rafmagns og vatns frá Hellisheiðarvirkjun fyrir niðurdælinguna. Líkt og kemur fram hér að ofan eru til staðar öll tilskilin leyfi frá Orkustofnun fyrir virkjunina, og ef framkvæmdin rúmast innan þeirra heimilda sem þar eru fyrir gerir stofnunin ekki athugasemdir við það fyrirkomulag sem lýst er í matsskýrslu..</p>	<p>Gert er ráð fyrir að rafmagns- og vatnsnotkun fyrir framkvæmdina muni rúmast innan heimilda Orkuveitu Reykjavíkur og Orku náttúrunnar til nýtingar jarðhita á Hellisheiði og grunnvatns í Engidal.</p>
4.2	<p><b>Borun nýrra niðurdælingarhola</b></p> <p>Þá kemur fram að Carbfix ætli að bora nýjar niðurdælingarholur, og bendir Orkustofnun í því samhengi á reglur um skráningu, hönnun og frágang borhola og skil á upplýsingum um borholur til Orkustofnunar, OS-2019-R01-01, sem finna má á vefsvæði stofnunarinnar.</p>	<p>Carbfix þakkar ábendingar Orkustofnunar. Gert er ráð að fara að reglum OS-2019-R01-01 vegna borana á nýjum niðurdælingar- og vöktunarholum á geymslusvæði Carbfix á Hellisheiði.</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
<b>5</b>	<b>Sveitarfélagið Ölfus</b>	
5.1	<p><i>Nefndin hefur áður gefið umsögn um matsáætlun vegna umhverfismats og benti þá á mikilvægi öflugs eftirlits með framkvæmdinni.</i></p> <p><i>Skipulags og umhverfisnefnd telur að skýrslan geri vel grein fyrir umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar og ekki er gerð athugasemd við hana. Sveitarfélagið Ölfus fer með skipulagsvaldið á svæðinu og gefur út byggingar og framkvæmdaleyfi þar eftir því sem við á.</i></p>	<p>Carbfix þakkar ábendingar Ölfuss um mikilvægi eftirlits með framkvæmdinni. Í kafla 13.2 er fjallað um stýringu niðurdælingar CO<sub>2</sub> og helstu þætti sem verða vaktaðir vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> í millikerfi og djúpkerfi á geymslusvæði Carbfix á Hellsheiði. Carbfix gerir ráð fyrir vöktun þátta sem eru listaðir í framangreindum kafla.</p> <p>Í framkvæmdaleyfis- og starfsleyfisumsóknum verður gerð grein fyrir þeirri vöktun sem ráðgerð er í tengslum við framkvæmd og rekstur niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellsheiði.</p>
<b>6</b>	<b>Umhverfisstofnun</b>	
6.1	<p><b>Starfsleyfi og losunarleyfi</b></p> <p><i>Starfsemin er háð starfsleyfi Umhverfisstofnunar skv. lögum nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og reglugerð nr. 1430/2022 um geymslu koldíoxíðs í jörðu. Stofnunin bendir á að hún skal tilkynna og senda Eftirlitsstofnun EFTA (ESA) drög að starfsleyfi og er ESA heimilt að gefa út óbindandi álit á drögunum innan fjögurra mánaða frá móttöku þess. Málshraðaviðmið Umhverfisstofnunar fyrir útgáfu starfsleyfa er almennt allt að 240 dagar en fyrir starfsleyfi sem fellur undir reglugerð 1430/2022 verður málshraðaviðmiðið því allt að 360 dagar.</i></p> <p><i>Einnig þarf starfsemin losunarleyfi skv. lögum nr. 70/2012 um loftslagsmál.</i></p>	<p>Carbfix þakkar ábendingar Umhverfisstofnunar. Gert er ráð fyrir að sækja um losunarleyfi til stofnunarinnar í samræmi við lög nr. 70/2012 um loftslagsmál og reglugerð nr. 606/2021 um viðskiptakerfi Evrópusambandsins um losunarheimildir þegar tillaga að starfsleyfi til geymslu CO<sub>2</sub> í jörðu á Hellsheiði liggur fyrir.</p>
6.2	<p><b>Vinsun umhverfisþátta</b></p> <p><i>Umhverfisstofnun telur mikilvægt að færð sé skýr rök fyrir vinsun umhverfisþátta. Stofnunin nefndi í umsögn sinni um matsáætlun að hún teldi þörf á að meta áhrif framkvæmdarinnar á bæði jarðmyndanir og vistgerðir. Þrátt fyrir að svæðið sé skipulagt sem iðnaðarsvæði þá er fyrirhugað að raska óröskuðu landi, allt að 24.000 m<sup>2</sup>. Þar má m.a. finna vistgerðir með hátt verndargildi og sem eru á lista Bernarsamningsins yfir vistgerðir sem þarfnast verndar.</i></p>	<p>Carbfix telur sig hafa fært skýr rök fyrir því hvers vegna tilteknir umhverfisþættir eru ekki hafðir með í umhverfismati, í matsáætlun og viðbrögðum við umsögnum um matsáætlun.</p> <p>Carbfix brást við umsögn Umhverfisstofnunar varðandi að stofnunin teldi þörf á að meta áhrif framkvæmdarinnar á jarðmyndanir og sendi svör þar um til Skipulagsstofnunar 7. apríl 2023. Skipulagsstofnun gerði ekki athugasemdir við viðbrögð Carbfix og teljast þau hluti af matsáætlun framkvæmdaraðila. Í álitum Skipulagsstofnunar kom ekki fram að fjalla þyrfti um jarðmyndanir og gróður.</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
	<p><i>Stofnunin telur því mjög mikilvægt að færð séu rök fyrir vinsun umhverfisþátta en í ábendingum frá ráðgjöfum ESA, sem stofnunin fundaði með árið 2022 í tengslum við föngun og niðurdælingu á koldíoxíði, kom m.a. fram mikilvægi þess að færð séu skýr rök fyrir því hvers vegna tilteknir umhverfisþættir eru ekki hafðir með í umhverfismati.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Skýr rök vantar fyrir vinsun umhverfisþátta. Í umsögn sinni um matsáætlun benti Umhverfisstofnun á að hún teldi að meta ætti áhrif á jarðmyndanir og vistgerðir.</i></li> </ul>	<p>Vísað er til framangreindra viðbragða Carbfix við umsögn Umhverfisstofnunar um matsáætlun og bent á að niðurstaða vinsunar umhverfisþátta er í samræmi við álit Skipulagsstofnunar og samþykktá matsáætlun.</p>
6.3	<p><b>Valkostir</b></p> <p><i>Umhverfisstofnun benti á í umsögn sinni um matsáætlun að um takmarkaða valkostagreiningu væri að ræða þar sem aðeins væri fjallað um einn valkost auk núllkosts.</i></p> <p><i>Stofnunin telur að í umhverfismatsskýrslu sé valkostaumræða enn fremur rýr. Að mati stofnunarinnar er hér frekar um tæknilegar útfærslur á sama framkvæmdarkosti að ræða, einkum með tilliti til borsvæða og dýpis niðurdælingarhola. Ekki eru tekin saman í lokin heildarumhverfisáhrif ólíkra valkosta á alla umhverfisþætti.</i></p> <p><i>Í skýrslunni eru færð rök fyrir því hvers vegna sé ekki um aðra raunhæfa valkosti að ræða en þá er vísað í framkvæmanleika og hagkvæmni framkvæmdarinnar. Umhverfisstofnun telur hæpið að engir aðrir raunhæfir valkostir séu til staðar en stofnunin hefur margoft bent á mikilvægi ítarlegrar valkostagreiningar með tilliti til umhverfisáhrifa í umsögnum sínum.</i></p> <p><i>Að mati ráðgjafa ESA, sem vísað er í hér að ofan, er einnig afar mikilvægt að fjallað sé um raunhæfa valkosti á ítarlegan hátt í mati á umhverfisáhrifum.</i></p> <p><i>Fram kemur í umhverfismatsskýrslu að bora eigi 22 nýjar niðurdælingarholur. Staðsetningar borholanna eru enn ekki ákveðnar en því er haldið opið hvort þær verði allar boraðar í Jarðhitagarði eða hvort þeim verði dreift á mismunandi borsvæði. Umhverfisstofnun bendir á að vænta megi að fjöldi borhola á hverju svæði hafi áhrif á</i></p>	<p>Carbifx telur umfjöllun um valkostagreiningu í umhverfismatsskýrslu og rök sem færð eru fyrir vali á raunhæfum valkosti sem metinn er í þessu umhverfismati samræmast gildandi lög nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana. Þar sem ekki er um raunhæfa valkosti að ræða að mati Carbfix er ekki grundvöllur fyrir því að taka saman heildarumhverfisáhrif ólíkra valkosta.</p> <p>Carbifx brást við umsögn Umhverfisstofnunar varðandi valkostaumfjöllun í matsáætlun og sendi svör þar um til Skipulagsstofnunar 7. apríl 2022. Viðbrögð Carbfix teljast hluti af matsáætlun framkvæmdaraðila. Í álit Skipulagsstofnunar um matsáætlun kom fram að fjalla þyrfti ítarlegar um valkostagreiningu.</p> <p>Í samræmi við álit Skipulagsstofnunar um matsáætlun fjallar Carbfix í kafla 4.1 nánar um valkostagreiningu í umhverfismatsskýrslu en gert var í matsáætlun og rökstyður hvaða valkostur er talinn raunhæfur og er metinn í þessu umhverfismati. Jafnframt er nánar fjallað um núllkost í kafla 4.2 heldur en gert var í matsáætlun. Skipulagsstofnun fékk drög að umhverfismatsskýrslu til skoðunar 18. nóvember 2022 og uppfærða skýrslu með hliðsjón af yfirlestri stofnunarinnar 19. janúar 2023. Skipulagsstofnun gerði ekki athugasemd við umfjöllun um valkosti og valkostagreiningu Carbfix sem þar er sett fram hvað varðar fyrirhugaða niðurdælingu CO<sub>2</sub> í millikerfi.</p> <p>Vísað er til framangreindra viðbragða Carbfix við umsögn UST um matsáætlun og umfjöllunar um valkosti í kafla 4. Einnig er bent á að í umhverfismatsskýrslu er umfjöllun um áhrif mismunandi útfærsla</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
	<p><i>magn niðurdælingar þar og þá möguleg þrýstingsáhrif á jarðmyndanir í nálægð við niðurdælingarsvæðin. Því ætti að gera grein fyrir ólíkum áhrifum þess að allar borholur verði í Jarðhitagarði eða að þeim verði dreift á nokkur borsvæði. Umhverfisstofnun bendir á að ólík staðsetning borhola er dæmi um valkost sem hefði mátt skoða með samanburði á umhverfisáhrifum mismunandi staðsetninga.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Umhverfisstofnun telur rök um að aðeins sé um einn raunhæfan valkost að ræða ekki standast. Staðsetning borhola er dæmi um valkost sem skoða má í ítarlegri valkostagreiningu en ekki aðeins sem tæknilega útfærslu framkvæmdarinnar.</i></li> </ul>	<p>framkvæmdarinnar, þar með talið út frá mögulegum staðsetningum niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í millikerfi eftir því hvar borholur verða staðsettar.</p>
6.4	<p><b>Samsetning efnisstraums, hraði og þrýstingur</b></p> <p><i>Í umsögn sinni um matsáætlun benti Umhverfisstofnun á að í tilskipun 2009/31/EB segir að liggja þurfi ljóst fyrir hver sé samsetning efnisstraums, hraði og þrýstingur niðurdælingarinnar. Ákvæði tilskipunarinnar hafa nú verið innleidd með reglugerð nr. 1430/2022. Að mati stofnunarinnar er ekki nægilega skýrt í skýrslunni hver verður niðurdælingarhraði og þrýstingur en þar sem um er að ræða að gera grein fyrir framkvæmdinni ætti að vera umfjöllun um þessa þætti í umhverfismati framkvæmdarinnar. Umhverfisstofnun bendir á að þessar upplýsingar þurfa að liggja fyrir þegar vinnsla starfsleyfis hefst.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Gera þarf grein fyrir þrýstingi og hraða niðurdælingarinnar.</i></li> </ul>	<p>Í kafla 5.1 er gerð grein fyrir áætluðu magni CO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S sem dælt verður niður í hverju niðurdælingarverkefni á geymslusvæði Carbfix á Hellisheiði.</p> <p>Upplýsingar um hraða, þrýsting og fleiri þætti niðurdælingarinnar þóttu of tæknilegar til að leggja fram í umhverfismatsskýrslu og ekki talin hafa áhrif á niðurstöðu umhverfismats framkvæmdarinnar.</p> <p>Carbfix sendi þann 20. janúar 2023 starfsleyfisumsókn til Umhverfisstofnunar til geymslu koldíoxíðs á geymslusvæði fyrirtækisins á Hellisheiði í samræmi við ákvæði laga nr. 7/1998, um hollustuhætti og mengunarvarnir. Umsóknin sem nær til fyrsta og annars framkvæmdaáfangar Carbfix á Hellisheiði (kafla 5.6 í umhverfismatsskýrslu), var unnin í samræmi við ákvæði reglugerðar nr. 1430/2022 um geymslu koldíoxíðs í jörðu. Lýsing og mat á geymslugeymi og nærliggjandi svæði er unnið í samræmi við ákvæði I. viðauka reglugerðarinnar og fylgir sem I. viðauki með umsókninni.</p> <p>Í kafla 2.4 í starfsleyfisumsókn er gerð grein fyrir heildarmagn CO<sub>2</sub> sem verður dælt niður og geymt, sem og væntanlegum uppsprettum og flutningsaðferðum, samsetningu CO<sub>2</sub>-straums, hraða og þrýstingi á niðurdælingu og staðsetningu niðurdælingarbúnaðar fyrir fyrsta og annan áfanga.</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð																																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1196 248 1375 336">Borsvæði</th> <th data-bbox="1375 248 1503 336">Árlegt heildarmagn CO<sub>2</sub> tonn/ári</th> <th data-bbox="1503 248 1615 336">Önnur gös tonn/ári</th> <th data-bbox="1615 248 1720 336">Hámarks niðurdælingarhraði kg CO<sub>2</sub>/s</th> <th data-bbox="1720 248 1832 336">Hámarks niðurdælingarhraði kg H<sub>2</sub>O/s</th> <th data-bbox="1832 248 1973 336">Niðurdælingarþrýstingur bar-g</th> <th data-bbox="1973 248 2080 336">Flutningsaðferð</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1196 336 1375 485">Húsmúli 1. Aðalholan HN-16. Varahola: HN-14, HN-12 and HN-09</td> <td data-bbox="1375 336 1503 485">47.000</td> <td data-bbox="1503 336 1615 485">11.000 H<sub>2</sub>S 18 H<sub>2</sub> 38 N<sub>2</sub> 15 O<sub>2</sub> 2,6 CH<sub>4</sub></td> <td data-bbox="1615 336 1720 485">1,5</td> <td data-bbox="1720 336 1832 485">132</td> <td data-bbox="1832 336 1973 485">Gashlaðið þéttivatn: 14</td> <td data-bbox="1973 336 2080 485">Bein vatnslögn</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1196 485 1375 564">Þrengsli 2. Aðalholan HN-02. Varahola: HN-04</td> <td data-bbox="1375 485 1503 564">4.000</td> <td data-bbox="1503 485 1615 564">-</td> <td data-bbox="1615 485 1720 564">0,1</td> <td data-bbox="1720 485 1832 564">3,5</td> <td data-bbox="1832 485 1973 564">Gas: 19-22 Vatn: 0-10</td> <td data-bbox="1973 485 2080 564">Bein gaslögn</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1196 564 1375 671">Jarðhitagarður 3. Aðalholur: CHI-001, CHI-002 Varahola: CHI-003</td> <td data-bbox="1375 564 1503 671">40.000</td> <td data-bbox="1503 564 1615 671">293 N<sub>2</sub> 211 O<sub>2</sub></td> <td data-bbox="1615 564 1720 671">1,3</td> <td data-bbox="1720 564 1832 671">92</td> <td data-bbox="1832 564 1973 671">Gashlaðið þéttivatn: 21</td> <td data-bbox="1973 564 2080 671">Bein vatnslögn</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1196 671 1375 730">Jarðhitagarður 4. Aðalholan: CHI-004</td> <td data-bbox="1375 671 1503 730">15.000</td> <td data-bbox="1503 671 1615 730">-</td> <td data-bbox="1615 671 1720 730">0,5</td> <td data-bbox="1720 671 1832 730">12,8</td> <td data-bbox="1832 671 1973 730">Gas: 19-22 Vatn: 0-10</td> <td data-bbox="1973 671 2080 730">Bein gaslögn</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1196 730 1375 790">Árlegt heildarmagn</td> <td data-bbox="1375 730 1503 790">106.000</td> <td data-bbox="1503 730 1615 790">11.000 H<sub>2</sub>S</td> <td data-bbox="1615 730 1720 790"></td> <td data-bbox="1720 730 1832 790"></td> <td data-bbox="1832 730 1973 790"></td> <td data-bbox="1973 730 2080 790"></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1196 826 2080 922">Carbfix mun á síðari stigum gera grein fyrir framangreindum þáttum í umsókn um starfsleyfi fyrir niðurdælingarverkefni 3. áfanga til geymslu CO<sub>2</sub> á geymslusvæði fyrirtækisins á Hellisheiði.</p>	Borsvæði	Árlegt heildarmagn CO <sub>2</sub> tonn/ári	Önnur gös tonn/ári	Hámarks niðurdælingarhraði kg CO <sub>2</sub> /s	Hámarks niðurdælingarhraði kg H <sub>2</sub> O/s	Niðurdælingarþrýstingur bar-g	Flutningsaðferð	Húsmúli 1. Aðalholan HN-16. Varahola: HN-14, HN-12 and HN-09	47.000	11.000 H <sub>2</sub> S 18 H <sub>2</sub> 38 N <sub>2</sub> 15 O <sub>2</sub> 2,6 CH <sub>4</sub>	1,5	132	Gashlaðið þéttivatn: 14	Bein vatnslögn	Þrengsli 2. Aðalholan HN-02. Varahola: HN-04	4.000	-	0,1	3,5	Gas: 19-22 Vatn: 0-10	Bein gaslögn	Jarðhitagarður 3. Aðalholur: CHI-001, CHI-002 Varahola: CHI-003	40.000	293 N <sub>2</sub> 211 O <sub>2</sub>	1,3	92	Gashlaðið þéttivatn: 21	Bein vatnslögn	Jarðhitagarður 4. Aðalholan: CHI-004	15.000	-	0,5	12,8	Gas: 19-22 Vatn: 0-10	Bein gaslögn	Árlegt heildarmagn	106.000	11.000 H <sub>2</sub> S				
Borsvæði	Árlegt heildarmagn CO <sub>2</sub> tonn/ári	Önnur gös tonn/ári	Hámarks niðurdælingarhraði kg CO <sub>2</sub> /s	Hámarks niðurdælingarhraði kg H <sub>2</sub> O/s	Niðurdælingarþrýstingur bar-g	Flutningsaðferð																																						
Húsmúli 1. Aðalholan HN-16. Varahola: HN-14, HN-12 and HN-09	47.000	11.000 H <sub>2</sub> S 18 H <sub>2</sub> 38 N <sub>2</sub> 15 O <sub>2</sub> 2,6 CH <sub>4</sub>	1,5	132	Gashlaðið þéttivatn: 14	Bein vatnslögn																																						
Þrengsli 2. Aðalholan HN-02. Varahola: HN-04	4.000	-	0,1	3,5	Gas: 19-22 Vatn: 0-10	Bein gaslögn																																						
Jarðhitagarður 3. Aðalholur: CHI-001, CHI-002 Varahola: CHI-003	40.000	293 N <sub>2</sub> 211 O <sub>2</sub>	1,3	92	Gashlaðið þéttivatn: 21	Bein vatnslögn																																						
Jarðhitagarður 4. Aðalholan: CHI-004	15.000	-	0,5	12,8	Gas: 19-22 Vatn: 0-10	Bein gaslögn																																						
Árlegt heildarmagn	106.000	11.000 H <sub>2</sub> S																																										
6.5	<p data-bbox="293 943 510 975"><b>Geymslugeymir</b></p> <p data-bbox="293 991 1173 1378"><i>Að mati Umhverfisstofnunar er umfjöllun um áhrif á jarðlög millikerfisins nokkuð rýr. Ekki eru metin áhrifin á jarðlögin (basaltið sjálft) en aðeins fjallað um möguleg þrýstingsáhrif á allt kerfið ef ekkert steinrennist. Ekki er fjallað um hversu mikið af berginu ummyndast, möguleg áhrif steinrenningarinnar á lekt svæðisins eða poruhlutfall bergsins þegar fram líða stundir. Stofnunin telur að það þurfi að vera skýrt hvort bora þurfi nýjar holur umfram þær sem umhverfismatið tiltekur til að viðhalda steinrenningunni. Samkvæmt sérfræðiskýrslu ÍSOR, sem fylgdi sem viðauki við umhverfismatsskýrsluna, þá er lekt helst bundin við lagmót og innskot. Jarðlögin í millikerfinu eru samkvæmt upplýsingum skýrslunnar að miklu leyti óummyndað móberg (samlímt basaltgler). Auk þess kemur fram að aðskilnaður</i></p>	<p data-bbox="1196 943 2069 1391">Varðandi ábendingu Umhverfisstofnunar um að umfjöllun um millikerfið og áhrif á það þurfi að vera ítarlegri og að upplýsingar um magn bergs sem ummyndast, möguleg áhrif steinrenningar á lekt svæðis og poruhlutfall bergsins vanti bendir Carbix á umfjöllun í kafla 8.2 í umhverfismatsskýrslu. Þar kemur fram að mat á áhrifum niðurdælingar á geymslugeyminn byggist að miklu leyti á fyrirliggjandi heimildum. Auk gagna sem þar eru listuð er yfirlit yfir birtar ritýndar vísindagreinar á vef Carbfix, en af þeim eru yfir tuttugu greinar sem birtar voru frá 2008 og fjalla beint um niðurdælingu og steinrenningu í millikerfi á Hellisheiði, og um tuttugu greinar frá 2014 sem fjalla beint um niðurdælingu og steinrenningu í djúpkerfinu. Auk þess hafa verið gefnar út skýrslur og lokaritgerðir um efnið. Þá hafa því verið jarðfræði- og ummyndunarlíkön og forðfræðilíkön fyrir geymslugeyminn í millikerfi og djúpkerfi og rannsóknir tengdar þeim verið nýtt til að</p>																																										



Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
	<p><i>virðist vera á milli grunnvatnskerfisins og millikerfisins, allavega í Þrengslum, og sést það á breytilegri efnasamsetningu og hita grunnvatnsins. Umhverfismatið gerir ráð fyrir niðurdælingu yfir 30 ára tímabil, og þó að samkvæmt öllum útreikningum eigi að vera nóg af katjónum til þess að fella út karbónöt og aðrar lághita ummyndunarsteindir (þó helst ekki zeolíta) þá getur lekt minnkað með tímanum og eftir því sem ummyndun eykst og uppleysing yfirborðs bergsins eykst verður yfirborðið sléttara, sem getur leitt til minni uppleysingar og þá minni steinrenningar samhliða.</i></p> <p><i>Við mat á steinrenningu í djúpgeyminum verður að tryggja að dælt sé niður á æskilegt dýpi, til þess að myndun kalsíts viðhaldist en hún er einna helst skilvirkust við hitastig undir 260°C. Annars verður það til þess að pCO<sub>2</sub> getur hækkað í jarðhitageyminum og hlutfall CO<sub>2</sub> í jarðhitavökvanum hækkar. Það ferli mun síðan leiða til aukinnar þarfar fyrir niðurdælingu á CO<sub>2</sub>. Því er mikilvægt að komið sé í veg fyrir hækkun á pCO<sub>2</sub> í jarðhitageyminum eins og kostur er.</i></p> <p><i>Einnig telur stofnunin að koma þurfi fram hvenær ferilefnaprófanir eru áætlaðar fyrir millikerfið, þá sérstaklega m.t.t. niðurdælingar í Jarðhitagarði.</i></p> <p><i>Að mati rekstraraðila verða áhrif framkvæmdarinnar á geymslugeyminn óveruleg. Umhverfisstofnun telur að skýra þurfi betur frá ofangreindum atriðum áður en hægt er að leggja mat á áhrif niðurdælingar á jarðlög og geymslugeyminn.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>• Umfjöllun um millikerfið og áhrif á það þarf að vera ítarlegri. Upplýsingar um magn bergs sem ummyndast, möguleg áhrif steinrenningar á lekt svæðis og poruhlutfall bergsins vantar.</i></li> <li><i>• Upplýsingar um hvort bora þurfi nýjar holur til að viðhalda steinrenningunni.</i></li> <li><i>• Skýra þarf frá því hvernig komið verði í veg fyrir hækkun á pCO<sub>2</sub> í jarðhitageyminum.</i></li> </ul>	<p>skilgreina geymslugetu svæðisins og spá fyrir um svörun geymslugeymisins.</p> <p>Uppfært þrívítt forðufræðilíkan fyrir millikerfi og djúpkerfi geymslusvæðisins var gert árið 2022 í tengslum við umhverfismat fyrir niðurdælingu CO<sub>2</sub> á Hellisheiði, byggt á eldri líkönum af svæðinu. Aðferðafræði við gerð forðufræðilíkansins er nánar lýst í viðauka 1.</p> <p>Í kafla 8.2 kemur jafnframt fram að við gerð forðufræðilíkans þarf að taka þrjá lykilkætti með í reikninginn sem hafa áhrif á samspil vökva og bergs og þar með mögulega steinrenningu CO<sub>2</sub>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berg- og steindafræði – hagstæð jarðefnafræðileg samsetning (basískt gosberg &gt; súrt gosberg), mikið af mafískum steindum (ólívín &gt; pýroxen &gt; feldspat).</li> <li>2. Eðli lektar – Sprungur og lekastrúktúrar auka rennsli niðurdælingarvökvens og þar með aðgang hans að yfirborði basaltsins sem CO<sub>2</sub> hvarfast við, og nægu poru- og sprungurými fyrir myndun karbónatsteinda á borð við kalsít.</li> <li>3. Ummyndun – síðsteindir sem geta haft áhrif á steinrenningu og lekt (t.d. eru síðsteindir mis-fýsilegar fyrir steinrenningu auk þess sem mikil ummyndun getur minnkað lekt bergs þar sem holrými og sprungur fyllast).</li> </ol> <p>Til þess að það væri mögulegt var jarðfræði- og ummyndunarlíkanið sem forðufræðilíkanið byggir á einnig uppfært. Uppfært jarðfræði- og ummyndunarlíkan, sem var gert árið 2022 í tengslum við umhverfismat fyrir niðurdælingu CO<sub>2</sub> á Hellisheiði, byggir á eldri líkönum frá Hellisheiði og út frá þeim gögnum sem safnað hefur verið frá því að rannsóknir hófust á svæðinu. Líkanið byggir á ítarlegri jarðfræði- og ummyndunargögnum en áður ásamt því að horfa til stærra svæðis. Gagnatúlkun var gerð af sérfræðingum OR, ÍSOR og Carbfix.</p> <p>Carbfix telur að ítarlegar upplýsingar um grunnástand millikerfis geymslugeymisins, rannsóknaraðferðir sem beitt var og gögn sem byggt er á við mat á áhrifum niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í millikerfi á geymslugeyminn séu fyllilega í samræmi við kröfur sem gerðar eru til</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Taka þar fram hvenær ferilefnaprófanir fyrir millikerfið eru fyrirhugaðar, þá sérstaklega m.t.t. niðurdælingar í Jarðhitagarði</i></li> </ul>	<p>umhverfismats framkvæmdar af þessu tagi. Þá má benda á við gerð umhverfismatsskýrslu er eitt megin markmiðið að framsetning upplýsinga sé með þeim hætti að sem flestir eigi auðvelt með að kynna sér verkefnið og umhverfismatið. Frekari upplýsingar má svo nálgast í sérfræðiskýrslum sem fylgja sem viðaukar með umhverfismatsskýrslu. Jafnframt er bent á að við umsókn um starfsleyfi til Umhverfisstofnunar fyrir niðurdælingu CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu eru viðbótargögn lögð fram í samræmi við ákvæði tilskipunar 2009/31/EB sem hafa nú verið innleidd með reglugerð nr. 1430/2022 um geymslu koldíoxíðs í jörðu. Dæmi um það er viðauki með umsókn um starfsleyfi til geymslu CO<sub>2</sub> á Hellisheiði fyrir þrjú niðurdælingarverkefni sem falla undir 1. og 2. framkvæmdaáfangi. Hann inniheldur lýsingu og mat á hugsanlegum geymslugeymi í samræmi við reglugerð nr. 1430/2022 og byggir hann að miklu leyti á umhverfismatsskýrslu Carbfix og viðauka 1 með henni.</p> <p>Í kafla 8.4 kemur fram að forðafræðilíkan var notað til að herma flæði á CO<sub>2</sub> hlöðnu í vatni um geymslugeyminn og spá fyrir um áhrif niðurdælingar CO<sub>2</sub> miðað við að engin steinrenning CO<sub>2</sub> eigi sér stað. Með því móti fæst fræðilegt mat á mestu mögulegu dreifingu CO<sub>2</sub> um jarðlögin og þar með hámarksáhrif niðurdælingar CO<sub>2</sub> á geymslugeyminn. Carbfix gerir ráð fyrir að forðafræðilíkanið verði útfært enn frekar fyrir gangsetningu verkefnisins og taka þá með í reikninginn efnaferla sem geta haft áhrif á samspil vökva og bergs og þar með mögulega steinrenningu CO<sub>2</sub>.</p> <p>Varðandi ábendingu um hvort bora þurfi nýjar holur til að viðhalda steinrenningu er bent á að í kafla 9.4.2 kemur fram að vegna óvissu sem er fyrir hendi um rennslisleiðir og aðskilnað millikerfis og efri grunnvatnslaga, einkum í Jarðhitagarði, er gert ráð fyrir að vöktunarholur verði staðsettar þannig að þær veiti upplýsingar um dreifingu ferilefna og efnastyrks, sérstaklega í átt til vatnsbólís Hellisheiðarvirkjunar í Engidal. Þá kemur fram að leiði vöktun og uppfærsla á forðafræðilíkani fyrir geymslugeymi í millikerfi í ljós að mengun geti borist frá niðurdælingarholum til vatnsbólísins í Engidal getur þurft að endurskoða áform Carbfix um staðsetningu</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
		<p>niðurdælingar til að koma í veg fyrir að það spillist. Mismunandi möguleikar á staðsetningu niðurdælingar, sem kynntir eru í umhverfismatinu, gefa svigrúm til slíkra breytinga, auk þess sem öll uppbygging mun fara fram í skrefum og mun því jafnframt gefast svigrúm til að vinna úr gögnum og auka skilning á viðbrögðum svæðisins við niðurdælingu CO<sub>2</sub> til geymslu í jarðlögum áður en til umfangsmikillar niðurdælingar kemur.</p> <p>Í kafla 8.3 er fjallað um geymslugetu jarðlaga á Hellisheiði. Þar kemur fram að miðað við gefnar forsendur er fræðileg geymslugeta svæðisins sem forðafræðilíkanið nær til metin 840 til 15.800 milljónir tonna af CO<sub>2</sub> (MtCO<sub>2</sub>). Ef gert er ráð fyrir lágmarks geymslugetu 840 MtCO<sub>2</sub> og fyrirhugaðri niðurdælingu upp að 406.000 tonn/ári af CO<sub>2</sub> (359.000 tonn/ári af CO<sub>2</sub> í millikerfi og 47.000 tonn/ári af CO<sub>2</sub> í djúpkerfi) tæki það yfir 2000 ár að nýta alla geymslugetuna (sjá nánar í viðauka 1). Nýtingarhlutfall þess porurýmis sem er til staðar verður þannig mjög lágt því telur Carbfix að lítil hættu sé á að það fyllist vegna ummyndunar bergs við steinrenningu CO<sub>2</sub>.</p> <p>Í kafla 8.4.2 kemur fram að niðurstöður líkanreikninga fyrir allar þrjár sviðsmyndirnar sýna að geymsla CO<sub>2</sub> takmarkast við djúpkerfið og leysnibindingu er alltaf viðhaldið. Þessar niðurstöður sýna jafnframt að H<sub>2</sub>S nýtur góðs af leysnibindingu og helst í djúpkerfinu ásamt CO<sub>2</sub> þaðan sem það er náttúrulega upprunið. Líkanreikningar fyrir hámarksdreifingu þar sem ekki er gert ráð fyrir steinrenningu CO<sub>2</sub> sýnir dreifingu CO<sub>2</sub> frá niðurdælingarholum í Húsmúla eftir megin sprungustefnu í átt að NA-hluta djúpkerfisins. Í 8.4.2 kemur einnig fram að hámarksdreifing CO<sub>2</sub> fyrir niðurdælingu í djúpkerfi kemur fram í sviðsmynd 1. Þrátt fyrir að um hámarksdreifingu sé að ræða er styrkur CO<sub>2</sub> í vökva á áhrifsvæðinu minni en ~1% eftir 30 ár. Því er ljóst að við niðurdælingu í djúpkerfi hefur niðurdælingarvökvinn lítil áhrif á heildarsamsetningu þess vökva sem fyrir er í kerfinu.</p> <p>Hvað varðar ábendingum um að skýra þurfi frá því hvernig komið verði í veg fyrir hækkun á pCO<sub>2</sub> í jarðhitageyminum er bent á umfjöllun í kafla 8.3 í umhverfismatsskýrslu. Þar kemur fram að jarðfræði Hellisheiðar er einstaklega hagstæð fyrir steinrenningu CO<sub>2</sub> þar sem</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
		<p>berggrunnurinn er úr basísku gosbergi (basalti) sem er mjög hvarfgjarnt og inniheldur þá málma sem þarf til að binda CO<sub>2</sub> með steinrenningu. Tilraunaniðurdælingar og niðurdælingarverkefni hafa farið fram á Hellisheiði með góðum árangri, annars vegar í millikerfi (Carbfix1) í Þrengslum, og hins vegar í djúpkerfi (Carbfix2) á niðurdælingarvæði ON við Húsmúla. Sýnt hefur verið fram á steinrenningu CO<sub>2</sub> í basalti á aðeins fáeinum árum í Þrengslum og á enn skemmri tíma í djúpkerfinu. Basaltið á Hellisheiði er jarðfræðilega ungt, brotkennt og lekt svo að vatn seytlar auðveldlega um sprungur og holrými neðanjarðar og eykur með því aðgang niðurdælingarvökvans að basaltinu. Niðurdælingarvökvinn hvarfast við basaltið sem leysir frá sér málma sem bindast CO<sub>2</sub> og mynda karbónatsteindir á borð við kalsít (CaCO<sub>3</sub>). Þannig er CO<sub>2</sub> varanlega bundið – eða steinrunnið. Þá má benda á að vegna þess hve CO<sub>2</sub> sem er dælt niður í djúpkerfi geymslugeymisins fellur hratt út er lítil hætta á að það flæði áfram um jarðlögin.</p> <p>Í kafla 8.3 kemur fram að steinrenning CO<sub>2</sub> stýrist af leysingu málma úr berginu en auk þess gegna lekt, hlutþrýstingur CO<sub>2</sub> og hitastig einnig stóru hlutverki. Í kafla 13.2 kemur fram varðandi stýringaáætlun niðurdælingar CO<sub>2</sub> í geymslugeymi á Hellisheiði að hún byggir á fyrirliggjandi áhættugreiningu og viðbragðsáætlun auk áætlana niðurdælingarverkefna sem þegar eru í rekstri á Hellisheiði. Einnig kemur fram að ein af megin aðgerðum til að fyrirbyggja mögulega atburði í rekstri niðurdælingar er að tryggja að hlutþrýstingur CO<sub>2</sub> í niðurdælingarvökva sé lægri en vatnsþrýstingur vatnssúlunnar á niðurdælingardýpi. Þannig verður réttur hlutþrýstingur CO<sub>2</sub> í niðurdælingarkerfinu tryggður til að hann hækki ekki í jarðhitageyminum.</p> <p>Í töflu 13.2 kemur fram að samkvæmt stýringar- og vöktunaráætlun er gert ráð fyrir að ferilefnaprófanir í millikerfinu verði gerðar eftir að niðurdæling hefst í jarhitagarði. Nánar tiltekið þegar stöðugleika hefur verið náð við fulla afkastagetu. Tíðni prófana verður há fyrstu árin, en lækkar þegar líður frá gangsetningu.</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
6.6	<p><b>Grunnvatn</b></p> <p><i>Umhverfisstofnun vekur athygli á að fyrsta vatnaáætlun Íslands var staðfest í apríl 2022 á grunni laga nr. 36/2011 um stjórn vatnamála. Markmið laganna er að vernda allt vatn (yfirborðsvatn og grunnvatn) og vistkerfi þess, hindra frekari rýrnun vatnsgæða og bæta ástand vatnavistkerfa til þess að vatn njóti heildstæðrar verndar. Jafnframt er lögunum ætlað að stuðla að sjálfbærri nýtingu vatns sem og langtímavernd vatnsauðlindarinnar.</i></p> <p><i>Samkvæmt lögunum eiga öll vatnshlot að ná umhverfismarkmiðum sínum og ástand þeirra má ekki rýrna. Í skýrslu Orkuveitu Reykjavíkur um Grunnvatn á Hellisheiði, sem fylgir sem viðauki með umhverfismatsskýrslunni, er fjallað um áhrif framkvæmdarinnar á þrjá grunnvatnsstrauma, þ.e. Þingvallastraum, Selvogsstraum og Elliðaársstraum. Í skýrslu framkvæmdaraðila vantar að tilgreina þau vatnshlot sem verða fyrir áhrifum af framkvæmdinni. Grunnvatnshlotið Selvogsstraumur 1 (104-290-G) liggur undir framkvæmdarsvæðinu, en afmarkaður hluti framkvæmdarsvæðisins nær hugsanlega inn á grunnvatnshlotið Selvogsstraum 3 (104-290-G). Þess ber að geta að hinir tveir grunnvatnsstraumarnir sem fjallað er um í skýrslu Orkuveitu Reykjavíkur, þ.e. Þingvallastraumur og Elliðárstraumur, eru innan grunnvatnshlotanna Lyngdalsheiði (104-305-G) og Elliðaárstraums 2 (104-257-G).</i></p> <p><i>Samkvæmt lögum um stjórn vatnamála eiga grunnvatnshlot að ná umhverfismarkmiðum sínum um góða magnstöðu og gott efnafræðilegt ástand. Í skýrslu sem Veðurstofa Íslands vann fyrir Umhverfisstofnun er aðferðafræði við mat á magnstöðu lýst. Ef að líkur eru til þess að áhrif framkvæmdarinnar á vatnshlot séu þau að vatnshlotið nái ekki umhverfismarkmiði sínu um góða magnstöðu þá getur Umhverfisstofnun heimilað breytingu á vatnshloti samkvæmt 18. grein laga um stjórn vatnamála. Til að geta veitt slíka heimild þá þurfa öll skilyrði sem talin eru upp í greininni að vera til staðar.</i></p> <p><i>Starfsleyfishöfum ber svo að vakta reglubundið þau áhrif sem þeir valda í vatnshlotum og sjá til þess að umhverfismarkmiðum</i></p>	<p>Carbfix þakkar ábendingu Umhverfisstofnunar er varðar lög nr. 36/2011 um stjórn vatnamála og upplýsingar um grunnvatnsstrauma og grunnvatnshlot undir fyrirhuguðu framkvæmdasvæði.</p> <p>Ekki er gert ráð fyrir aukinni upptekt úr vatnsbólum ON í Engidal vegna niðurdælingarverkefna Carbfix á Hellisheiði. Sjá viðbrögð við lið 7.3 hér að neðan. Í kafla 6.4 kemur fram að vatnsöflun er tengd framkvæmd á vegum ON sem er jafnframt ábyrgt fyrir að hún hafi hlotið viðeigandi málsmeðferð hvað varðar umhverfismats- og leyfisferli. Jafnframt er vísað í viðbrögð í liðum 7.1 og 7.4 hér að neðan hvað varðar áherslur Carbfix við umhverfimat framkvæmdarinnar, óvissu um möguleg áhrif og mikilvægi mótvægisáðgerða, stýringar og vöktunar niðurdælingar og geymslu CO<sub>2</sub> í jörðu.</p> <p>Niðurstaða mats á umhverfisáhrifum er að CO<sub>2</sub> helst aflokað í djúpkerfi og millikerfi og mun ekki berast í efri grunnvatnskerfi. Því er ekki talið að framkvæmdin muni hafa áhrif á magnstöðu grunnvatnshlotanna, Selvogsstraumur 1 (104-290-G), Lyngdalsheiði (104-305-G) og Elliðaárstraums 2 (104-257-G) umhverfismarkmið haldast og vatnsgæði ekki rýrna. Því eru ekki taldar líkur á því að áhrif framkvæmdarinnar á vatnshlot verði þau að vatnshlotið nái ekki umhverfismarkmiði sínu um góða magnstöðu og efnafræðilegt ástand.</p> <p>Í kafla 8.4.1 kemur fram að við gerð forðafræðilíkans (viðauki 1) sem vísað er til í umhverfismatsskýrslu er reiknað með 900 L/s vatnsvinnslu að jafnaði árlega frá Engidal sem er í samræmi við núverandi vinnslu á svæðinu. ON hefur hins vegar leyfi fyrir nýtingu 2000 L/s að meðaltali en vinnslan árið 2021 var um 900 L/s að meðaltali. Ef vatnsvinnsla ON breytist í Engidal og fer í hámarksvinnslu samkvæmt gildandi nýtingarleyfi, þarf að uppfæra líkanreikninga fyrir niðurdælingarsviðsmyndir CO<sub>2</sub> í millikerfi, sem Carbfix gerir ráð fyrir að verði gert.</p> <p>Carbfix tekur undir ábendingar Umhverfisstofnunar varðandi mikilvægi vöktunar og mótvægisáðgerða hvað varðar möguleg áhrif á grunnvatn.</p> <p>Í köflum 9.4.3 og 13.1 er fjallað um helstu þætti sem verða vaktaðir og mótvægisáðgerðir til að draga úr eða bæta fyrir neikvæð áhrif á</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
	<p><i>vatnshlotanna sé náð. Verði álag vegna starfsemi á svæðinu það mikið að grunnvatnshlotin nái ekki umhverfismarkmiðum sínum um góða magnstöðu og gott efnafræðilegt ástand ber þeim sem veldur álaginu að fara í aðgerðir til að draga úr því. Þess vegna er mikilvægt að öll forvinna og grunnrannsóknir séu vel af hendi gerðar áður en farið er af stað í framkvæmdir og áhrif framkvæmdarinnar á vatnshlotin metin. Umhverfismarkmið allra grunnvatnshlotanna á framkvæmdarsvæðinu og í tengslum við það svæði er að þau skulu öll vera með góða magnstöðu og í góðu efnafræðilegu ástandi. Samkvæmt skýrslu Veðurstofu Íslands er grunnvatnshlotið Elliðaárstraumur 2 (104-257-G) nú þegar undir talsverðu álagi vegna vatnstöku og tekið fram að mjög mikilvægt sé að vakta magnstöðu vatnshlotsins í rauntíma. Umhverfisstofnun bendir á að mikil uppbygging vegna landeldis við Þorlákshöfn hefur aukið álag vegna vatnstöku á grunnvatnshlotið Selvogstraum 3 (104-290-G). Umhverfisstofnun vill jafnframt benda á hugsanlegar breytingar á ástandi grunnvatnshlotanna vegna breytinga á lekt jarðlaganna yfir langan tíma.</i></p> <p><i>Mikilvægt er að skoða samlegðaráhrif álags á ofangreind vatnshlot. Umhverfisstofnun telur að tengja þurfi umfjöllun um áhrif framkvæmdarinnar á viðeigandi vatnshlot. Stofnunin bendir á skýrslur sem hafa verið unnar um grunnvatn og aðferðafræði til að meta magnstöðu og sjálfbæra nýtingu sem birta eru á vatn.is.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Fjalla þarf um grunnvatnshlotin á framkvæmdarsvæðinu sjálfu og nærliggjandi grunnvatnshlotum, ástandi þeirra, umhverfismarkmið og hvort framkvæmdin muni hafa áhrif á ástandið. Koma þarf fram hvort það sé mat rekstraraðila að framkvæmdin hafi ekki áhrif á umhverfismarkmiðið um góða magnstöðu og efnafræðilegt ástand grunnvatns-hlotanna. Skýra þarf frá því hvort aðrennslissvæðið breytist við aukna vatnstöku, hvort lekt bergsins breytist á þann hátt að það muni hafa áhrif á ástand grunnvatnshlotanna og hvort hætta sé á því að umhverfismarkmiðum um magnstöðu náist ekki. Jafnframt þurfa áhrif á vatnsbólíð í Engidal að liggja fyrir.</i></li> </ul>	<p>grunnvatn vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> í millikerfi og djúpkerfi á geymslusvæði Carbfix á Hellisheiði. Einnig er fjallað nánar um stýringar og vöktunaráætlun í kafla 13.2. Carbfix gerir ráð fyrir mótvægisáðgerðum og vöktun sem eru listaðar í framangreindum köflum.</p> <p>Í starfsleyfisumsókn er gerð grein fyrir þeirri vöktun sem ráðgerð er í tengslum við framkvæmd og rekstur niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellisheiði.</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
6.7	<p><b>Engidalur</b></p> <p>Í skýrslu Orkuveitu Reykjavíkur um gæði grunnvatns á Hellisheiði, kemur fram að nýtingarleyfi ON til vatnstöku úr Engidal er 2.000 L/s en núverandi nýting er 900 L/s. Við aukna upptekt mun aðrennslissvæði Engidals óhjákvæmilega stækka og gæti náð, eftir því sem fram kemur, upp að Jarðhitagarði (hér er vísað í skýrslu OR um grunnvatn). Næst yrði áhrifasvæði niðurdælingarinnar um 0,5 km frá skilgreindu brunnsvæði Engidals eins og það er í dag. Við aukna vatnstöku er spurning hvort stækka þurfi verndarsvæði/brunnsvæði vatnsbólans í Engidal m.t.t. stærra aðrennslissvæðis. Allir forðafraeðilegir líkanreikningar tengdir steinrenningu CO<sub>2</sub> gera ráð fyrir að koldíoxíð eigi ekki að geta flætt upp úr millikerfinu og upp í grunnvatnskerfið sem liggur fyrir ofan. Þakbergið (þétt lag sem skilur á milli kerfanna) á millilaginu er þétt móbergslag en ekki eru til rannsóknir sem sýna ótvírætt fram á að móbergslagið nái alla leið inn að Engidal.</p> <p>Umhverfisstofnun telur því að herma þurfi ofangreind atriði betur til að fá betri mynd af áhrifum niðurdælingar í Jarðhitagarði á aðrennslissvæði grunnvatns í Engidal og áhrif niðurdráttar miðað við að ON nýti til fulls vatnstökurétt sinn úr Engidal, þ.e. 2.000 L/s.</p> <p>Mögulega gæti það leitt til þess að dreifa þurfi niðurdælingunni betur um svæðið og takmarka að einhverju leyti niðurdælingu í Jarðhitagarði og þá frekar nota svæðin í Þrengslum og við Gráuhnúka.</p> <p>Niðurstaða umhverfismatsins er að framkvæmdin hafi óveruleg áhrif á grunnvatn. Umhverfisstofnun getur ekki tekið undir það að svo stöddu en stofnunin telur vanta frekara mat á áhrifum aukinnar vatnstöku á grunnvatnshlotin og vatnsból Engidals. Með vísan í töflu 7.1 um skilgreiningar á vægishugtökum eru áhrif á grunnvatn að mati stofnunarinnar því óviss.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tryggja þarf að móbergslagið sem liggur ofan millikerfisins nái alla leið inn að Engidal.</li> </ul>	<p>Líkanreikningar eru gerðir bæði til að spá fyrir um dreifingu niðurdælingarvökva og möguleg áhrif á geymslugeymi vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S til geymslu í djúpkerfi annars vegar og niðurdælingu CO<sub>2</sub> til geymslu í millikerfi hins vegar. Í umhverfismatsskýrslu er gerð grein fyrir áhrifum framkvæmdarinnar vegna framagreindra áhrifapátta í fyrsta lagi á efri grunnvatnslög og vatnsból/vatnsveitu, í öðru lagi á millikerfi geymslugeymisins og þriðja lagi á djúpkerfi geymslugeymisins, sjá kafla 8.4.1, 8.4.2 og 9.4.2.</p> <p>Ítrekað er að ekki er gert ráð fyrir aukinni upptekt úr vatnsbólum ON í Engidal vegna niðurdælingarverkefna Carbfix á Hellisheiði í kafla 8.4.1 kemur fram að við gerð forðafraeðilíkans (viðauki 1) sem vísað er til í umhverfismatsskýrslu er reiknað með 900 L/s vatnsvinnslu að jafnaði árlega frá Engidal sem er í samræmi við núverandi vinnslu á svæðinu. ON hefur hins vegar leyfi fyrir nýtingu 2000 L/s að meðaltali en vinnslan árið 2021 var um 900 L/s að meðaltali. Ef vatnsvinnsla ON breytist í Engidal og fer í hámarksvinnslu samkvæmt gildandi nýtingarleyfi, þarf að uppfæra líkanreikninga fyrir niðurdælingarsviðsmyndir CO<sub>2</sub> í millikerfi, sem Carbfix gerir ráð fyrir að verði gert.</p> <p>Carbfix tekur undir ábendingar Umhverfisstofnunar varðandi mikilvægi vöktunar og mótvægisáðgerða hvað varðar möguleg áhrif á grunnvatn. Í kafla 9.4.2 kemur fram að fyrir liggur að niðurstöður líkanreikninga fyrir CO<sub>2</sub> geymslugeymi eru mjög háðar þeim gildum sem valin eru fyrir t.d. lekt, poruhluta og hlutfall sprungna í berginu. Þar sem þessi gildi eru metin en ekki að fullu þekkt geta líkanreikningar á þessu stigi aldrei gefið fullkomlega áreiðanlegt svar um áhrifasvæði niðurdælingarinnar. Vegna þessarar óvissu um rennslisleiðir og rennslishraða á svæðinu sem og óvissu um hversu mikill aðskilnaður er á milli millikerfis og efri grunnvatnslaga, sérstaklega í Jarðhitagarði, þarf að staðsetja vöktunarholur í efra grunnvatnskerfi og millikerfi þannig að þær gefi skýra sýn á dreifingu ferilefna og efnastyrks, sérstaklega í átt til Engidals.</p> <p>Í köflum 9.4.3 og 13.1 er fjallað um helstu þætti sem verða vaktaðir og mótvægisáðgerðir til að draga úr eða bæta fyrir neikvæð áhrif á grunnvatn vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> í millikerfi og djúpkerfi á</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
		<p>geymslusvæði Carbfix á Hellsheiði. Einnig er fjallað nánar um stýringar og vöktunaráætlun í kafla 13.2. Carbfix gerir ráð fyrir mótvægisáðgerðum og vöktun sem eru listaðar í framangreindum köflum.</p> <p>Varðandi ábendingu Umhverfisstofnunar um að mögulega gætu nýir líkanreikningar leitt til þess að dreifa þurfi niðurdælingunni betur um svæðið er bent á að í kafla 9.4.2 kemur fram að uppbygging á geymslusvæði Carbfix er áætluð í áföngum, sjá kafla 5.1 og 5.6. Því gefst tækifæri til að fylgjast með þróun svæðisins á uppbyggingartíma framkvæmdarinnar, m.a. með því að greina efnastyrk í grunnum og djúpum vöktunarholum, bæði núverandi og nýjum. Einnig kemur fram að vegna óvissu sem er fyrir hendi um rennislísiðir og aðskilnað millikerfis og efri grunnvatnslaga, einkum í Jarðhitagarði, er gert ráð fyrir að vöktunarholur verði staðsettar þannig að þær veiti upplýsingar um dreifingu ferilefna og efnastyrks, sérstaklega í átt til vatnsbóls Hellsheiðarvirkjunar í Engidal. Þá kemur fram að leiði vöktun og uppfærsla á forðafræðilíkani fyrir geymslugeymi í millikerfi í ljós að mengun geti borist frá niðurdælingarholum til vatnsbólsins í Engidal getur þurft að endurskoða áform Carbfix um staðsetningu niðurdælingar til að koma í veg fyrir að það spillist. Mismunandi möguleikar á staðsetningu niðurdælingar, sem kynntir eru í umhverfismatinu, gefa svigrúm til slíkra breytinga, auk þess sem öll uppbygging mun fara fram í skrefum og mun því jafnframt gefast svigrúm til að vinna úr gögnum og auka skilning á viðbrögðum svæðisins við niðurdæling CO<sub>2</sub> til geymslu í jarðlögum áður en til umfangsmikillar niðurdælingar kemur.</p> <p>Carbfix ítrekar þá niðurstöðu umhverfismatsins að þegar tekið er tillit til grunnástands, viðmiða, mögulegra umhverfisáhrifa og mótvægisáðgerða á rekstrartíma niðurdælingar Carbfix á CO<sub>2</sub> á Hellsheiði, eru áhrif á grunnvatn og vatnsból á rekstrartíma metin óveruleg.</p>



Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
		<p>Í starfsleyfisumsókn er gerð grein fyrir þeirri vöktun sem ráðgerð er í tengslum við framkvæmd og rekstur niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellisheiði.</p>
6.8	<p><b>Jarðskjálftavirkni</b></p> <p><i>Niðurstæða umhverfismatsins er að framkvæmdin hafi óveruleg áhrif á jarðskjálftavirkni. Umhverfisstofnun gerir ekki athugasemd við þá niðurstöðu. Ef aukinnar skjálftavirkni verður vart við aukinn gasþrýsting í niðurdælingarvökva í Húsmúla og vegna niðurdælingar í millikerfið, þar sem litlar líkur eru taldar á áhrifum af jarðskjálftavirkni, bendir Umhverfisstofnun á að endurskoða þurfi þær aðferðir sem beitt er við niðurdælingu á svæðinu.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Mikilvægt er að fylgst sé náið með jarðskjálftavirkni, fylgt umferðaljósakerfinu sem kynnt er í skýrslunni og farið eftir reglum Orkustofnunar um viðbúnað og viðbrögð við jarðskjálftavá.</i></li> </ul>	<p>Carbfix tekur undir ábendingar Umhverfisstofnunar um mikilvægi þess að fylgst sé náið með jarðskjálftavirkni, fylgt umferðaljósakerfinu sem kynnt er í skýrslunni og farið eftir reglum Orkustofnunar um viðbúnað og viðbrögð við jarðskjálftavá.</p> <p>Í kafla 10.3 kemur fram að árið 2014 var CO<sub>2</sub> í fyrsta skipti leyst upp í niðurdælingarvatni í Húsmúla, en sú breyting á efnasamsetningu vökvans olli ekki aukningu í jarðskjálftavirkni. Því eru ekki taldar líkur á því að aukið gasmagn í niðurdælingarvökva í djúpkerfi leiði til örvaðrar skjálftavirkni.</p> <p>Í köflum 10.4.2 og 13.1 er fjallað um helstu þætti sem verða vaktaðir og mótvægisaðgerðir til að draga úr eða bæta fyrir neikvæð áhrif örvaðrar jarðskjálftavirkni vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> í millikerfi og djúpkerfi á geymslusvæði Carbfix á Hellisheiði. Í kafla 10.4.2 og töflu 13.1 kemur fram að vöktun mótvægisaðgerðir tengdar jarðskjálftavirkni eru ekki þær sömu fyrir niðurdælingu í djúpkerfi og millikerfi. Einnig er fjallað nánar um það hvernig hætta á örvaðri skjálftavirkni er lágörkuð í kafla 13.2 um stýringar og vöktunaráætlun. Carbfix gerir ráð fyrir mótvægisaðgerðum og vöktun sem eru listaðar í framangreindum köflum. Eins og staðan er í dag telur Carbfix ekki vera forsendur fyrir endurskoðun fyrirhugaðra aðferða við niðurdælingu CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellisheiði. Fram kemur í kafla 13.2 að gert er ráð fyrir að vöktunaráætlunin verði uppfærð þegar ástæða þykir til, minnst fimmta hvert ár.</p> <p>Í framkvæmdaleyfis- og starfsleyfisumsókn verður gerð grein fyrir þeim mótvægisaðgerðum sem eru ráðgerðar í tengslum við framkvæmd og rekstur niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellisheiði.</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
6.9	<p><b>Loftslag</b></p> <p>Í umhverfismatsskýrslu kemur fram að framkvæmdin hafi verulega jákvæð áhrif á loftslag. Stofnunin bendir á að á bls. 122, þar sem fjallað er um leyfismál, kemur fram hvaða leyfi fyrirhugaðar framkvæmdir við uppbyggingu og rekstur CO<sub>2</sub> geymslusvæðis Carbfix eru háðar og þar vantar að nefna losunarleyfi. Rekstraraðilar sem stunda starfsemi sem getið er í I. viðauka laga nr. 70/2012 um loftslagsmál (þ. á m. geymsla gróðurhúsalofttegunda í jörðu á stað sem hefur hlotið leyfi samkvæmt tilskipun 2009/31/EB), ber að sækja um losunarleyfi, með vísan í 8. gr. laganna.</p> <p>Í II. kafla 5. gr. reglugerðar nr. 606/2021 um viðskiptakerfi Evrópusambandsins um losunarheimildir kemur einnig fram að rekstraraðilar sem heyra undir reglugerðina skulu hafa losunarleyfi og að óheimilt sé að stunda starfsemi sem getið er í I. viðauka laganna nema losunarleyfi sé í gildi á þeim tíma sem starfsemin fer fram.</p> <p>Stofnunin gerir ekki athugasemdir við niðurstöðu umhverfismats varðandi umhverfisþáttinn loftslag.</p>	<p>Carbfix þakkar ábendingu Umhverfisstofnunar. Vísað er til viðbragða við lið 6.1 hér að framan varðandi losunarleyfi.</p>
7	<b>Veðurstofa Íslands</b>	
7.1	<p><b>Óvissa um áhrif</b></p> <p>Í töflu 14.1 í umhverfismatsskýrslu er varða heildaráhrif og niðurstöðu umhverfismatsskýrslu eru áhrif framkvæmdarinnar metin sem óveruleg. Jafnframt kemur fram í skýrslunni að vatnsbólíð í Engidal er vara vatnsból höfuðborgarsvæðisins. Samkvæmt skýrslunni er þó nokkur óvissa um tengsl grunnvatns við svokölluð millikerfi en stór hluti þeirrar niðurdælingar sem áætluð er mun verða dælt niður í millikerfi (tafla 5.1).</p> <p>Veðurstofan telur að jafnvel minnsta óvissa um ástand grunnvatns sem gegnir svo veigamiklu hlutverki fyrir landsmenn sé ekki ásættanleg. Afar mikilvægt er að tryggja að vatnsbólíð raskist ekki með tilliti til magnstöðu og eðlisefnafræðilega eiginleika og að gott ástand vatnsbólsins sé tryggt til lengri tíma.</p>	<p>Carbfix tekur undir ábendingar Veðurstofunnar um mikilvægi þess að tryggja að vatnsbólíð í Engidal raskist ekki með tilliti til magnstöðu og eðlisefnafræðilega eiginleika og að gott ástand vatnsbólins sé tryggt til lengri tíma. Í þessu umhverfismati hefur verið lögð rík áhersla á að meta áhrif fyrirhugaðrar framkvæmdar á grunnvatn auk þess sem lögð er fram ítarlega stýringar- og vöktunaráætlun fyrir starfsemi Carbfix á geymslusvæðinu á Hellisheiði, m.t.t. mögulegra áhrif á grunnvatn og vatnsból, sjá kafla 9.4.3.</p> <p>Í kafla 8.4.1 kemur fram, varðandi mat á áhrifum niðurdælingar CO<sub>2</sub> í millikerfi á grunnvatnskerfi og vatnsveitu, að allar sviðsmyndir sýna að tryggt verður að geymsla CO<sub>2</sub> takmarkast við millikerfið og berst ekki í grunnvatnskerfið. Bent er á að um er að ræða möguleg hámarksáhrif miðað við niðurdælingar allt að 359.000 tonn/ári af CO<sub>2</sub> í millikerfi. Í köflum 8.4 og 9.4.2 kemur fram að forðaðfræðilíkan var notað til að</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
		<p>herma flæði á CO<sub>2</sub> hlöðnu í vatni um geymslugeyminn og spá fyrir um áhrif niðurdælingar CO<sub>2</sub> miðað við að engin steinrenning CO<sub>2</sub> eigi sér stað. Með því móti fæst fræðilegt mat á mestu mögulegu dreifingu CO<sub>2</sub> um jarðlögin og þar með hámarksáhrif niðurdælingar CO<sub>2</sub> á geymslugeyminn.</p> <p>Engin sviðsmyndanna sýnir að áhrif niðurdælingar í millikerfi nái til efra grunnvatnskerfis á brunnsvæði vatnsverndarsvæðis í Engidal eftir 30 ára niðurdælingu. Samkvæmt spá forðafræðilíkansins dreifist CO<sub>2</sub> í átt að Engidal. Vegna þess og vegna almennrar óvissu í líkangerð, þarf að skoða staðsetningu vöktunarhola sem ná til millikerfisins og grunnvatnskerfisins í nokkurri fjarlægð frá niðurdælingarholum í átt að Engidal. Það mun tryggja öryggi vatnsverndarsvæðisins og nýttast til að sannreyna niðurstöður líkanreikninga.</p>
7.2	<p><b>Uppruni niðurdælingarefna</b></p> <p><i>Framsetning skýrslunnar bendir til þess að öll binding kolefnis og brennisteins byggji á loftsláun sameinda á vinnslusvæðinu, það er þó ekki sérstaklega tekið fram. Mikilvægt er að fram komi hvort efni til niðurdælingar sé flutt inn á svæðið frá öðrum stöðum og umfang þess.</i></p> <p><i>Til þess að geta metið mögulegt umhverfisálag af fyrirhugaðri framkvæmd telur Veðurstofa Íslands mikilvægt að fram komi með skýrari hætti hver er uppruni, eiginleiki og efnasamsetning þess efnis sem stefnt er að bundið verði í jarðlögum. Ef um aðflutninga væri að ræða þá þyrfti að setja fram viðeigandi gæðamörk með hliðsjón af mögulegum styrk allra efna sem gætu skilað sér í umhverfi og grunnvatn. Eðlilegt væri jafnframt að meta áhrif flutninga á loftslag.</i></p>	<p>Í kafla 5.9 kemur fram að niðurdæling Carbfix á CO<sub>2</sub> til geymslu í jarðlögum er ávallt í samstarfi við tiltekinn rekstraraðila sem sér um föngun og, eftir því sem við á, hreinsun á CO<sub>2</sub> og flytur það um lagnir að niðurdælingarholum þar sem Carbfix tekur við því til niðurdælingar í geymslugeymi. Einnig kemur fram að Carbfix mun sækja um starfsleyfi til geymslu á CO<sub>2</sub> í jarðlögum til Umhverfisstofnunar í samræmi við 33. gr. c. laga nr. 7/1998 hollustuhætti og mengunarvarnir og 6. gr. reglugerðar nr. 1430/2022 um geymslu koldíoxíðs í jörðu, þar sem meðal annars verður sett skilyrði um samsetningu koldíoxíðstraumsins. Með öðrum orðum þá mun Carbfix ekki geta tekið við CO<sub>2</sub> frá þriðja aðila til niðurdælingar sem ekki uppfyllir kröfur um samsetningu koldíoxíðstraums eins og þær eru settar fram í starfsleyfi.</p> <p>Þá kemur fram að rekstraraðili sem hyggur á hvers kyns föngun CO<sub>2</sub> og samstarf við Carbfix um niðurdælingu þess til geymslu í jarðlögum er háður því að fyrirhuguð starfsemi hafi fylgt viðeigandi málsmeðferð áður en til samstarfs kemur. Sama gildir um leiðslur til flutnings CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu. Jafnframt er það á ábyrgð þriðja aðila sem hyggur á að flytja CO<sub>2</sub> á Hellsheiði og afhenda það Carbfix til niðurdælingar og geymslu í jörðu að gera grein fyrir flutningum, fylgja tilskilinni málsmeðferð og afla leyfa sem starfsemi þeirra er háð. Þar á meðal að</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
		meta áhrif á loftslag eftir því sem við á. Það liggur fyrir skýr verkaskipting milli Carbfix sem rekstraraðila geymslusvæðis annars vegar og þriðja aðila sem fangar, hreinsar og flytur CO <sub>2</sub> að niðurdælingarholum Carbfix hins vegar.
7.3	<p><b>Vatnsnotkun úr neysluvatnsholum ON</b></p> <p><i>Fram kemur í skýrslunni að kalt grunnvatn er unnið í miklu magni úr vatnsbólum ON í Engidal, í dag eru um 900 L/s nýttir en nýtingarleyfi fyrir 2.000 L/s upptekt er í gildi. Æskilegt er að fram komi hversu stór hluti af viðbótar vatnsupptöku vegna fyrirhugaðra framkvæmda er áætlað að komi úr vatnsbólum í Engidal.</i></p>	<p>Ekki er gert ráð fyrir aukinni upptekt úr vatnsbólum ON í Engidal vegna niðurdælingarverkefna Carbfix á Hellisheiði.</p> <p>Í kafla 6.4 kemur fram að vatnsöflun er tengd framkvæmd á vegum ON sem er jafnframt ábyrgt fyrir að hún hafi hlotið viðeigandi málsmeðferð hvað varðar umhverfismats- og leyfisferli. ON er með nýtingaleyfi fyrir vatnstöku í Engidal fyrir Hellisheiðarvirkjun og fram kemur að ON mun sækja um nýtingarleyfi fyrir stöðugri upptekt úr borvatnsveitu eða nýjum holum eftir því sem við á. Jafnframt er greint frá núverandi vatnsöflunarkostum sem gætu komið til greina í niðurdælingarverkefnum Carbfix og að ákvörðun verði tekin í hverju verkefni fyrir sig. Um er að ræða:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vatn frá kæliturnum Hellisheiðarvirkjunar</li> <li>2. Vatnsöflunarholur KH-03 og KH-17 í Sleggjubeinsdal</li> <li>3. Vatnsöflunarhola HK-24 í Þrengslum, ásamt mögulega nýrri vatnstökuholu á sama svæði</li> <li>4. Hringrásun úr vöktunarholum úr millikerfi</li> </ol>
7.4	<p><b>Vöktun</b></p> <p><i>Í skýrslunni kemur fram umtalsverð óvissa um áhrif aukinnar starfsemi á ástand grunnvatns á svæðinu. Samkvæmt umhverfismatsskýrslu er áhrifasvæði fyrirhugaðrar geymslu á koltvísýringi og brennistein áætlað um 42 km<sup>2</sup> (mynd 7.1).</i></p> <p><i>Áhrifasvæðið liggur undir vatnsverndarsvæði grunnvatns en ekki er gerð vel grein fyrir staðsetningu vatnsverndarsvæðisins á myndinni.</i></p> <p><i>Svonefndur Jarðhitagarður, framkvæmdasvæði ORCA og Mammoth liggur að hluta á fjarsvæði vatnsverndar og því um umtalsverða nálægð að ræða. Stefnt er að niðurdælingu í millikerfi grunnvatns á þessu svæði.</i></p>	<p>Í kafla 7.2.2 kemur fram að samkvæmt matsáætlun var áætlað að það gæti spannað um 42 km<sup>2</sup>. Jafnframt kemur fram að nánari grein er gerð fyrir áhrifasvæði niðurdælingar CO<sub>2</sub> á Hellisheiði í umfjöllun um umhverfisáhrif framkvæmdarinnar í köflum 8 til 11. Þar kemur fram að þó að athugunarsvæði vegna rannsókna fyrir umhverfismatið, m.a. vegna mat áhrifum á grunnvatn, hafi miðast við 42 km<sup>2</sup> eru niðurstöður umhverfismats þær að áhrifasvæði framkvæmdarinnar neðanjarðar er mun minna.</p> <p>Varðandi það að vatnsverndarsvæði eru ekki sýnd á mynd 7.1 þá er bent á að afstaða til brunnsvæðis vatnsbólsins er sýnt á myndum 8.8 og 8.9 er varða líkanreikninga fyrir niðurdælingu í millikerfi. Afstaðan er ekki sýnd á myndum sem varða líkanreikning fyrir niðurdælingu í</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
	<p><i>Eins og bent er á í umhverfismatskýrslu er grunnvatnslíkan Verkfræðistofunnar Vatnaskila gert fyrir mjög stórt svæði og nær ekki að herma grunnvatnshæð í nágrenni við Hellsheiðarvirkjun af mikilli nákvæmni. Því er óvissa um stöðu vatnaskila og rennslisstefnu grunnvatns á svæðinu (bls. 85). Samkvæmt grunnvatnslíkaninu hefur verið sýnt fram á að lega vatnaskila á svæðinu í nágrenni Hellsheiðarvirkjunar geti verið töluvert breytileg eftir því hver vatnsstaðan er hverju sinni (bls. 84). Niðurstöður tilraunaniðurdælingarinnar og áður framkvæmdra ferilefnaprófa í tengslum við hana sýndu að lektin í berginu er blanda af svo kallaðri matrixulekt, þar sem vatn flæðir hægt um holrými í berginu sjálfu, og sprungulekt sem flytur vökva hraðar um kerfið. Á mynd 9.2 er sýndur breytileiki í stöðu grunnvatnsskila samkvæmt grunnvatnslíkani Vatnaskila. Örvar sýna rennslisstefnu grunnvatns miðað við vatnaskil í júlí 1994. Eins og myndin sýnir er rennslisferla grunnvatns frá niðurdælingarsvæðum og í átt að vatnsverndarsvæðinu í Engidal. Aukin vatnstaka getur haft áhrif á rennslisferla og þannig eðlisefnafræðilega eiginleika þess vatns sem þangað berst.</i></p> <p><i>Í ljósi þessa telur Veðurstofan að gera þurfi skýrari grein fyrir fjölda og staðsetningu vöktunar á efnafræðilegu og magnstöðulegu ástandi grunnvatns. Í töflu 13.2 kemur fram að vöktun um efnafræðilegt ástand fari fram í skilgreindum vatnstökuholum. Mynd 9.1 sýnir vöktunarholur en ekki kemur skýrt fram í hvaða holum verði fylgst með efnafræðilegu ástandi.</i></p> <p><i>Veðurstofan teldi styrk að því að vakta einnig efnafræðilegt ástand á svæðinu milli vatnstökusvæðis og framkvæmdasvæðis og þannig sé mögulegt að grípa það álag sem gæti farið aðrar leiðir t.d. vegna sprungulektar auk þess sem mögulega gæti borist milli jarðlaga þar sem millikerfi nær undir vatnsverndarsvæði.</i></p>	<p>djúpkerfi, en bent er á að hverfandi líkur eru á að niðurdælingarvökvi berist út fyrir djúpkerfi. Þá er jafnframt bent á að á myndum 9.1 og 9.2 er sýnd afstaða núverandi og fyrirhugaðra niðurdælingar- og vöktunarhola á geymslusvæði Carbfix til vatnsverndarsvæða.</p> <p>Í töflu 8.1 í kafla 8.4.1 kemur fram að hámarksflatarmál áhrifasvæðis neðanjarðar vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> og spá um dreifingu þess í millikerfi geymslugueymisins án steindabindingar er metið 9,6-11,6 km<sup>2</sup> skv. niðurstöðum líkanreikninga. Í kafla 8.5 kemur fram að líkanreikningar sýna að leysnibindingu verður alltaf viðhaldið og dreifing CO<sub>2</sub> frá niðurdælingu í millikerfi er talin algjörlega aðskilin frá efri grunnvatnslögum og því ekki talin hafa áhrif á vatnsverndarsvæðið í Engidal. Jafnframt að ekki er búist við að CO<sub>2</sub> uppleyst í vatni eða á gasformi geti streymt út fyrir millikerfið og upp til yfirborðs.</p> <p>Í töflu 8.2 í kafla 8.4.2 kemur fram að hámarksflatarmál áhrifasvæðis neðanjarðar vegna niðurdælingar CO<sub>2</sub> og spá um dreifingu þess í djúpkerfi geymslugueymisins án steindabindingar er metið 6,2-11,8 km<sup>2</sup> skv. niðurstöðum líkanreikninga. Í kafla 8.5 kemur fram að niðurstöður forðafraeðilíkansins um mögulega hámarksdreifingu á niðurdældu CO<sub>2</sub> hlöðnu vatni í jarðlögum, eftir niðurdælingu í 30 ár sýna að CO<sub>2</sub> er aflokað í djúpkerfinu og leysnibindingu er viðhaldið. Einnig kemur fram að H<sub>2</sub>S nýtur góðs af leysnibindingu og helst einnig í djúpkerfinu. Niðurdæling í djúpkerfi hefur lítil áhrif á heildarsamsetningu vökva sem fyrir er. Ekkert CO<sub>2</sub> mun berast í grunnvatn ofan 100 m.u.s. Áhrif á vatnsverndarsvæðið í Engidal eru því metin hverfandi.</p> <p>Carbfix tekur undir ábendingar Veðurstofnunnar um mikilvægi vöktunar í ljósi óvissu um rennslisstefnu grunnvatns og vegna nálægðar fyrirhugaðs geymslusvæðis Carbfix við vatnsverndarsvæði vatnsbóls Hellsheiðarvirkjunar í Engidal. Á mynd 5.1 má sjá að nýjar vöktunarholur eru fyrirhugaðar milli fyrirhugaðra niðurdælingarhola við lofthreinsiver í Jarðhitagarði og vatnsbólsins í Engidal.</p> <p>Bent er á að ekki er ráðgerð aukin vatnstaka í Engidal fyrir niðurdælingarverkefni Carbfix og því ekki reiknað með að</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
		<p>framkvæmdin hafi áhrif á rennslisferla og eðlisefnafræðilega eiginleika vatns sem þangað berst.</p> <p>Í kafla 13.2 er gerð grein fyrir stýringar- og vöktunaráætlun. Á mynd 13.2 og í töflu 13.2 kemur fram að reglulega verður gerð heildstæð greining á efnafræði, hitastigi og þrýstingi og mæling á vatnsborði í vöktunarholum í geymslugeyminum. Einnig kemur fram að vegna vöktunar grunnvatns verður gerð efnagreining í skilgreindum vatnstökuholum í nágrenni við geymslusvæðið.</p> <p>Í viðauka 4 með umhverfismatsskýrslu er nánari grein gerð fyrir vöktunaráætlun Carbfix fyrir CO<sub>2</sub> geymslusvæðið á Hellisheiði. Þar kemur fram hvaða greiningar verða gerðar á vöktunarsýnum sem tekin verða í geymslugeyminum (djúpkerfi og millikerfi) og grunnvatni. Jafnframt kemur fram að lögð er áhersla á öflugt eftirlit til að fylgjast með hugsanlegum áhrifum CO<sub>2</sub> niðurdælingarinnar á nærliggjandi umhverfi, þar með talið grunnvatn. Efnasamsetning vatnssýna úr skilgreindum vatnstökuholum í nágrenni við geymslusvæðið er greind árlega, en þetta er þegar hluti af rekstrarleyfi Hellisheiðarvirkjunar. Fyrir nýjar niðurdælingarholur Carbfix verður grunnvatnsvöktunin útvíkkuð eftir þörfum á grundvelli upplýsinga úr fyrstu ferilefnaprófunum. Vöktun og endurskoðun reiknilíkans geta orðið til þess að fleiri vöktunarholum verði bætt við og eða staðsetning niðurdælingar- og vöktunarhola verði endurskoðuð</p> <p>Í framkvæmdaleyfis- og starfsleyfisumsóknum verður gerð grein fyrir þeirri vöktun sem ráðgerð er í tengslum við framkvæmd og rekstur niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellisheiði.</p>
7.5	<p><b>Efnasamsetning og viðmiðunarmörk</b></p> <p><i>Í matskýrslu kemur fram að til þess að vakta eðlisefnafræðilegt ástand grunnvatns verði styrkur heildarefna og snefilefna ásamt því að hitastig, sýrustig og leiðni er mælt. Í töflu 13.2 er áætlað að mæla efnafræðilegan styrk efnanna árlega. Í skýrslunni kemur ekki fram hver er styrkur þungmálma í andrúmslofti og áhrif vegna niðurdælingar á efnasamsetningu andrúmslofts. Stefnt er að því að tvö af svæðunum,</i></p>	<p>Varðandi styrk þungmálma í andrúmslofti og möguleg áhrif niðurdælingar á efnasamsetningu andrúmsloft er ítrekað að Carbfix stundar ekki föngun CO<sub>2</sub> hvorki úr andrúmslofti né frá annarri starfsemi á Hellisheiði. Jafnframt er bent á viðbrögð í lið 7.2 hér að framan.</p> <p>Carbfix telur ekki grundvöll fyrir því að gera grein fyrir styrk þungmálma í andrúmslofti, áhrifum niðurdælingar á styrk þeirra sem og mögulegri aukningu í styrk þungmálma vegna niðurdælingar.</p>

Nr.	Umsagnir, athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
	<p><i>Þar á meðal Jarðhitagarður sem er á og við vatnsverndarsvæðið, eiga að vera komin í fulla virkni í lok árs 2024.</i></p> <p><i>Í ljósi þessa telur Veðurstofan mikilvægt að gerð verði grein fyrir þeim efnum sem á að mæla að jafnaði, núverand styrk þeirra, breytingum á styrk þeirra á rekstrartíma Hellisheiðarvirkjunar og áhrif niðurdælingar. Gerð verði grein fyrir styrk þungmálma í andrúmslofti, áhrifum niðurdælingar á styrk þeirra sem og mögulegri aukningu í styrk þungmálma vegna. Veðurstofan leggur til aukna vöktun á upphafsárum verkefnisins og tíðni mælinga sem og þau viðmiðunarmörk sem setja af stað viðbragðsferli s.s. nánari vöktun eða aðgerðir og viðmiðunarmörk sem valda viðbrögðum er varðar rekstrartöf.</i></p>	<p>Carbfix telur ekki heldur grundvöll fyrir aukinni vöktun og tíðni mælinga umfram það sem gert er ráð fyrir í þeirri vöktunaráætlun sem lögð hefur verið fram.</p> <p>Carbfix hefur sótt um starfsleyfi til Umhverfisstofnunar og starfsleyfisumsóknum er gerð grein fyrir þeirri vöktun sem ráðgerð er í tengslum við framkvæmd og rekstur niðurdælingar CO<sub>2</sub> til geymslu í jörðu á Hellisheiði. Vöktunaráætlun niðurdælingar í CO<sub>2</sub> geymslugeymi á Hellisheiði byggir á á rannsóknnum og rekstrarreynslu niðurdælingar Carbfix á svæðinu sl. áratug. Auk þess fylgir hún tilskipun 2009/31/EC um geymslu koldíoxíðs í jörðu og reglugerð nr. 1430/2022 um geymslu koldíoxíðs í jörðu.</p> <p>Í töflu 13.1 er greint frá mótvægisáðgerðum þar á meðal viðbrögðum ef vöktun sýnir meiri áhrif en var spáð og/eða ef var verður við leka til yfirborðs. Gert er ráð fyrir að vöktunaráætlun, viðmiðunarmörk og viðbragðsferli verði útfærð nánar ef við á í samráði við Umhverfisstofnun við starfsleyfisgerð.</p>