



Júlí 2025

Carbfix

Coda stöðin Ölfusi

Matsáætlun

Coda stöðin Ölfusi

Verknúmer

A295517

Útgáfa	Dagsetning	Lýsing	Unnið af	Rýnir	Samþykkt
D1	30.06.2025	Drög að matsáætlun	ÁSLÁ, BAS	HE, GHÁ	HE
D2	15.07.2025	Drög að matsáætlun	ÁSLÁ	HE, GHÁ	HE
01	18.07.2025	Matsáætlun	ÁSLÁ	HE, GHÁ	HE

Efnisyfirlit

1	Inngangur.....	1
1.1	Þátttakendur í umhverfismati	3
1.2	Matsskylda framkvæmdar og leyfi	3
1.3	Tímaáætlun matsvinnu og aðkoma almennings	4
2	Staðhættir	5
3	Skipulag og aðrar áætlanir	7
3.1	Landsskipulagsstefna 2024-2038	7
3.2	Aðalskipulag Sveitarfélagsins Ölfuss 2020-2036	7
3.3	Deiliskipulag	8
3.4	Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum	8
3.5	Verndarsvæði	8
3.6	Takmarkanir á landnotkun	9
4	Framkvæmd	10
4.1	Tilgangur og markmið	10
4.2	Framkvæmdaraðili	10
4.3	Carbfix tæknin	10
4.4	Framkvæmdalýsing – Coda stöðin	13
4.5	Náttúruvá	18
4.6	Tengdar framkvæmdir	18
5	Valkostir	22
5.1	Staðsetning	22
5.2	Tæknilegir kostir	23
5.3	Núllkostur	24
6	Aðferðafræði við mat á umhverfisáhrifum	25
6.1	Matsferlið og viðmið	25
6.2	Umhverfispættir	26
6.3	Athugunar- og áhrifasvæði framkvæmdar	26
6.4	Samlegðaráhrif	27
7	Mat á umhverfisáhrifum	28
7.1	Geymslugeymir	28
7.2	Loftslag	29
7.3	Vatnafar	30
7.4	Jarðmyndanir	32
7.5	Vistgerðir og gróður	33
7.6	Jarðskjálftavirkni	34
7.7	Landslag og ásynd	35
7.8	Menningarminjar	36
7.9	Samfélag	37
7.10	Heilbrigði og öryggi	37
7.11	Umhverfispættir sem ekki verða metnir	39

8	Kynning og samráð.....	40
8.1	Matsáætlun	40
8.2	Umhverfismatsskýrsla.....	40
9	Heimildir	41

Myndaskrá

Mynd 1.1	Staðsetning og afmörkun framkvæmdasvæðis.	2
Mynd 2.1	Yfirlit yfir mitt framkvæmdasvæðið, horft inn að landi frá sjó.	5
Mynd 2.2	Yfirlit yfir framkvæmdasvæðið, horft yfir svæðið til austurs.	6
Mynd 3.1	Landnotkunarflokkun samkvæmt aðalskipulagi Ölfuss 2020-2036.	8
Mynd 4.1	Mynd sem lýsir Carbfix tækninni.....	11
Mynd 4.2	Steinrunnið CO ₂ , í formi karbónatsteinda í basaltkjarna.....	12
Mynd 4.3	Dæmi um basaltberg án og með útfellinga steinda	12
Mynd 4.4	Einföld skýringarmynd af niðurdælingarferli Coda stöðvarinnar.	13
Mynd 4.5	Fyrirhugaðar staðsetningar borteiga fyrir 1. og 2. áfanga verkefnisins.	14
Mynd 4.6	Möguleg útfærsla af frágangi borteigs í óbyggðu landi.	14
Mynd 4.7	Carbfix niðurdælingartækni.....	16
Mynd 4.8	Dæmi um endurheimt hrauns og mosapembu á borplani.	17
Mynd 4.9	Möguleg útfærsla nýrrar hafnar í Keflavík.	20
Mynd 4.10	Mögulega útfærsla á stækkun Þorlákshafnarhafnar.....	21
Mynd 5.1	Mögulegar útfærslur lagnaleiðar frá Þorlákshafnarhöfn að niðurdælingarsvæði.	23
Mynd 5.2	Möguleg útfærsla lagnaleiðar frá Keflavíkurhöfn að niðurdælingarsvæði	24
Mynd 6.1	Ferli umhverfismats framkvæmdar.	25
Mynd 7.1	Skráðar fornminjar á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði.	36

Töfluskrá

Tafla 1.1	Aðilar sem koma að matsáætlun umhverfismats Coda stöðvarinnar.	3
Tafla 1.2	Tímaáætlun matsvinnu.	4
Tafla 3.1	Áfangaskipting Coda stöðvarinnar.....	16
Tafla 5.1	Staðsetningar sem hafa verið skoðaðar fyrir verkefnið.	22
Tafla 5.2	Tæknilegir valkostir sem verða til skoðunar í umhverfismati.....	23

Orðskýringar

Aðalvalkostur	Valkostur sem lagður er fram í umhverfismatsskýrslu og er sá valkostur sem framkvæmdaraðili hyggst sækja um framkvæmdaleyfi fyrir. Rökstutt á grundvelli samanburðar við aðra metna valkosti, hvers vegna hann er lagður fram sem aðalvalkostur.
Athugunarsvæði	Heildarsvæðið sem skoðað er í mati á áhrifum. Nær yfir stærra svæði en framkvæmdar- og áhrifasvæði. Stærð athugunarsvæðis er mismunandi eftir umhverfispáttum
Áhrifasvæði	Svæði sem verður fyrir beinum eða óbeinum áhrifum vegna framkvæmdar. Stærð áhrifasvæðis er mismunandi eftir umhverfispáttum.
Framkvæmdasvæði	Svæði sem verður fyrir beinu raski, það sem fer undir byggingar, vegslóða, vinnuáðstæður eða önnur mannvirki í tengslum við framkvæmd.
Föngun koldíoxíðs	Ferli þar sem koldíoxíð er fjarlægð úr gasstraumi þar sem það er til staðar, annað hvort úr útblæstri eða úr andrúmslofti, til nýtingar eða geymslu.
Geymsla koldíoxíðs	Ferli þar sem koldíoxíð er varanlega bundið í jarðlögum og getur ekki lekið aftur út í andrúmsloftið. Dæmi um þetta er geymsla á koldíoxíði í setdældum og geymsla á koldíoxíð með steinrenningu í basalti, líkt og Carbfix aðferðin byggir á.
Geymslugeymir	Jarðlög neðanjarðar þar sem geymsla koldíoxíðs á sér stað auk alls sem getur haft áhrif á öryggi og áreiðanleika niðurdælingar á svæðinu.
Geymslusvæði	Svæði sem afmarkast á yfirborði af geymslugeymi auk tilheyrandi búnaðar fyrir niðurdælingu og geymslu koldíoxíðs, hvort sem hann er ofan jarðar eða neðan jarðar.
Gróðurhúsalofttegundir	Lofthjúpi sem gleypa í sig og gefa frá sér innrauða geislun svo hiti sleppur ekki út úr lofthjúpnunum. Þetta ferli er meginástæða gróðurhúsaáhrifa.
Grunnvatn	Vatn sem fyllir sprungur og holrými í berggrunni.
Jarðsjór	Grunnvatn sem hefur seltu yfir 30‰ vegna sjávaráhrifa.
Koldíoxíð	Gróðurhúsalofttegund sem finnst í náttúrunni og uppspretta hennar er bæði með náttúrulegum hætti og af manna völdum.
Lífsferilsgreining	Aðferðafræði sem notuð er til að meta staðbundin og hnattræn umhverfisáhrif vöru, byggingar eða þjónustu yfir líftíma hennar; „frá vögggu til grafar“.
Matsáætlun	Áætlun framkvæmdaraðila um á hvaða þætti framkvæmdar og umhverfis leggja skuli áherslu í umhverfismatsskýrslu og um kynningu og samráð.
Mótvægisáðgerðir	Áðgerðir til að koma í veg fyrir, draga úr eða bæta fyrir neikvæð umhverfisáhrif.
Niðurdæling	Dæling vökva og/eða koldíoxíðs djúpt í jarðlög um niðurdælingarholur.
Steindabinding	Leysing koldíoxíðs í vatni lækkar sýrustig þess og það fer því að leysa málma á borð við kalsíum, magnesíum og járn úr berginu sem það leikur um. Þessir málmar bindast koldíoxíði og mynda steindir og þannig steinrennur koldíoxíð. Þetta er öruggasta geymsluform koldíoxíðs, enda steindir stöðugar í berggrunninum í milljónir ára.
Steinrenning	Náttúrulegt ferli þar sem koldíoxíð gengur í efnasambönd við málma sem leysast úr berggrunninum og mynda steindir. Þannig steinrennur koldíoxíð og steindabindingu, sem er öruggasta geymsluform koldíoxíðs, er náð.
Umhverfismatsskýrsla	Skýrsla framkvæmdaraðila um mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar framkvæmdar og starfsemi sem henni fylgir, ásamt tillögum að mótvægisáðgerðum eftir því sem við á. Framkvæmdaraðili ber ábyrgð á gerð umhverfismatsskýrslu.

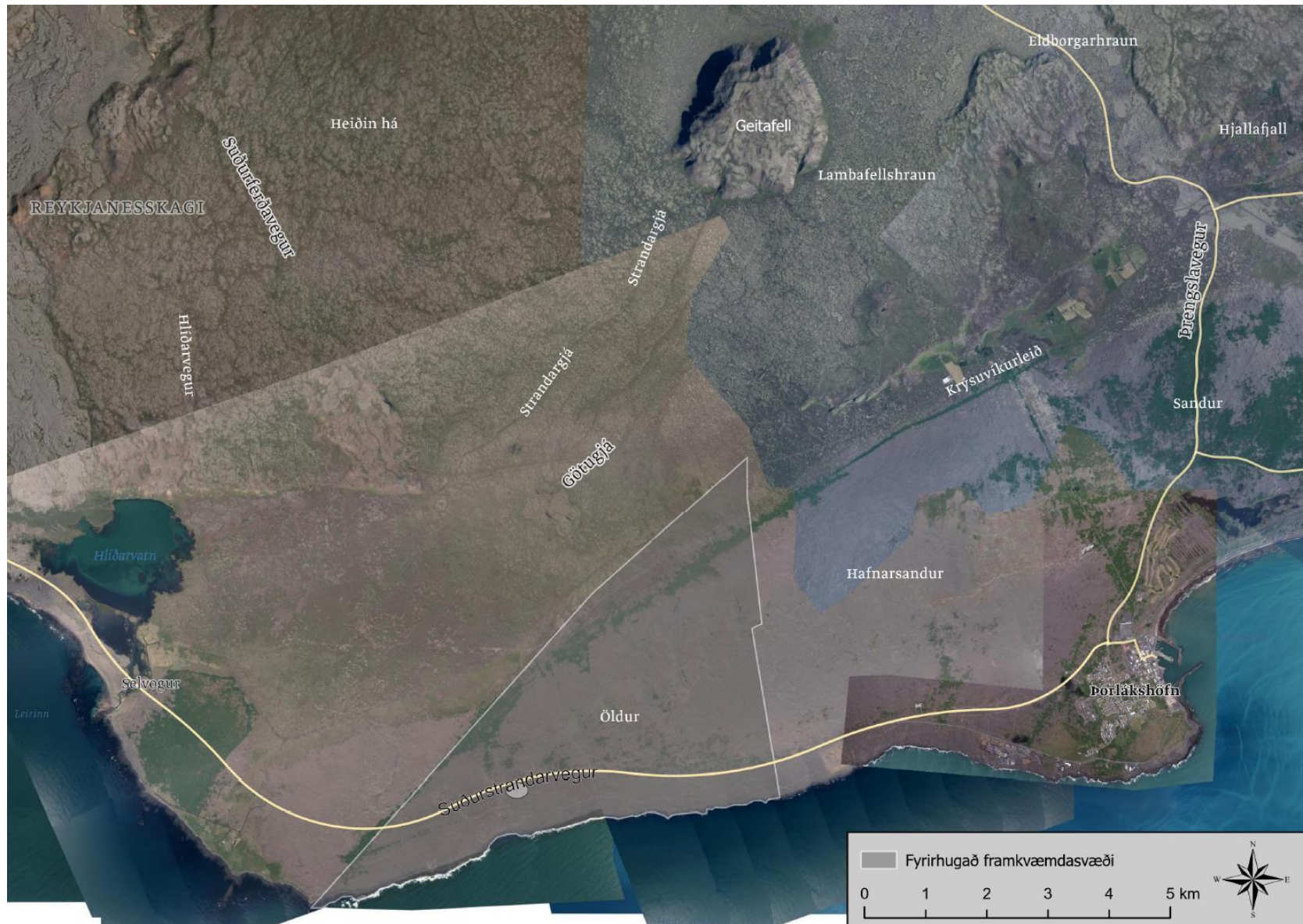
1 Inngangur

Coda Terminal hf. undirbýr nú framkvæmdir við móttöku- og geymslustöð fyrir koldíoxíð (CO_2) í Ölfusi sem nefnist Coda stöðin. Í Coda stöðinni er tekið á móti CO_2 straumi sem fangaður er úr iðnaðarútblastri í Norður-Evrópu og dælt niður til varanlegrar geymslu í landi Nessands í Ölfusi með Carbfix tækninni, sjá mynd 1.1. Iðnaðarútblastur myndast óhjákvæmilega við efnaferla sem notaðir eru, jafnvel þótt græn orka sé notuð í framleiðslunni, en dæmi um slíkan útblastur er til dæmis frá ál-, stál- og sementsframleiðslu. Því má segja að Coda stöðin sé endastöð fyrir CO_2 .

Áætlað er að binda allt að 3.000.000 tonn af CO_2 á ári í Coda stöðinni í fjórum áföngum með því að nýta Carbfix tæknina. CO_2 verður flutt hingað til lands á fljótandi formi með sérhönnuðum skipum og verða innviðir til staðar á höfninni fyrir landtengingu skipanna. Jafnframt verður mögulegt að dæla niður CO_2 sem fangað er beint úr andrúmslofti og frá innlendum iðnaði.

Carbfix tæknin hermir eftir og flýtir náttúrulegum ferlum með því að leysa CO_2 í vatni og dæla djúpt niður í berglög. Með því að leysa CO_2 í vatni er komið í veg fyrir uppdrifskraft þess og er það því bundið í jarðlögum neðanjarðar á öruggan hátt. Auk þess hvarfast CO_2 við basaltberggrunninn og myndar steindir, en rannsóknir hafa sýnt fram á að yfir 95% þess sem dælt hefur verið niður steinrennur á innan við tveimur árum (Matter, 2016), (Pogge von Strandmann, 2019), (Clark, 2020), (Aradóttir, 2011). Tilraunir og þróun á Carbfix tækninni hafa staðið yfir frá árinu 2007, en frá árinu 2014 hefur Carbfix tæknin verið hluti af hefðbundnum rekstri Hellisheiðarvirkjunar. Með nýrri lofthreinsistöð við Hellisheiðarvirkjun sem tekin var í notkun sumarið 2025 er nær allt CO_2 og brennisteinsvetni (H_2S) frá Hellisheiðarvirkjun fangað og bundið varanlega í bergi með Carbfix tækninni. Hellisheiðarvirkjun er nú ein af fyrstu jarðvarmavirkjunum heims til að verða nær kolefnishlutlaus (Carbfix, 2025).

Undirbúningur framkvæmdarinnar hófst í byrjun árs 2025 með forhönnun, samtali við hagsmunaaðila og vinnu við leyfisferla, en gert er ráð fyrir að rannsóknarboranir fari fram haustið 2025. Áætlað er Coda stöðin verði byggð upp í áföngum en gert er ráð fyrir að rekstur geti hafist árið 2029 og að stöðin verði fullbyggð árið 2034. Gert er ráð fyrir að stöðin muni taka við og binda varanlega allt að þrjár milljónir tonna af CO_2 árlega á þrjátíu ára líftíma stöðvarinnar. Rannsóknir og eftirlit Carbfix munu halda áfram á svæðinu á framkvæmda- og rekstrartíma.



Mynd 1.1 Staðsetning og afmörkun framkvæmdasvæðis.

1.1 Þátttakendur í umhverfismati

Framkvæmdaraðili er Coda Terminal hf. sem er í eigu Carbfix hf. Matsáætlun þessi er unnin af COWI, sem hefur sérfræðipækkingu á íslenskum lögum og reglugerðum um umhverfismál og mun upplýsa framkvæmdaraðila um megináherslur og ferla á því sviði. COWI er einnig með áratuga reynslu í vinnu við mat á umhverfisáhrifum og hefur tekið þátt í sambærilegum verkefnum í tengslum við niðurdælingu á CO₂ í jörðu. Í töflu 1.1. má sjá yfirlit yfir þá aðila sem koma að gerð matsáætlunar og munu vinna að umhverfismatsskýrslu framkvæmdarinnar.

Tafla 1.1 Aðilar sem koma að matsáætlun umhverfismats Coda stöðvarinnar.

Aðili	Hlutverk	Fyrirtæki
Victoria Nyrawira Nyaga	Verkefnisstjóri Carbfix	Carbfix
Gunnlaug Helga Ásgeirsdóttir	Rýnir	Carbfix
Haukur Einarsson	Verkefnisstjóri við mat á umhverfisáhrifum	COWI
Rúnar D. Bjarnason	Rýnir	COWI
Álfheiður Stella L. Ákadóttir	Skýrslugerð	COWI
Bergrós Arna Sævarsdóttir	Skýrslugerð	COWI
Steinþór Traustason	Kortagerð og myndvinnsla	COWI
Kári Gautason	Kortagerð	COWI

Að matsvinnu koma einnig sjálfstæðir sérfræðingar með rannsóknum á einstökum umhverfispáttum. Sérfræðingar frá Carbfix munu vinna líkön fyrir geymslugeyminn, Vatnaskil munu vinna grunnvatnslíkan og ÍSOR og Carbfix munu vinna saman að túlkun jarðfræðiganga fyrir jarðfræðilíkön ásamt sérfræðiskýrslum um grunnástand jarðfræði og skjálftavirkni. Leitað verður til sérfræðinga með viðeigandi þekkingu og reynslu á rannsóknum sem tengjast mati á umhverfisáhrifum framkvæmda. Í umhverfismatsskýrslu verður gerð ferkari grein fyrir þeim aðilum sem munu koma að verkinu.

1.2 Matsskylda framkvæmdar og leyfi

Fyrirhuguð framkvæmd er háð mati á umhverfisáhrifum, sbr. 19. gr. laga nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana og tölulíði 3.18 og 10.19 í 1. viðauka laganna. Tölulíður 3.18 snýr að geymslusvæði fyrir koltvísýring (CO₂) í jörðu og tölulíður 10.19 að vinnslu grunnvatns eða íveitu vatns í grunnvatn með 300 L/s meðalrennsli eða meira á ári. Þess konar framkvæmdir eru í flokki A sem þýðir að þær eru ávallt háðar mati á umhverfisáhrifum.

Matið er unnið samkvæmt lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 111/2021 og reglugerð um mat á umhverfisáhrifum nr. 1381/2021.

Framkvæmdin er jafnframt háð eftirfarandi leyfum:

- Framkvæmdaleyfi Sveitarfélagsins Ölfus, samkvæmt 14. gr. skipulagslaga nr. 123/2010 og reglugerð um framkvæmdaleyfi nr. 772/2012.
- Byggingarleyfi byggingarfulltrúa Ölfuss, samkvæmt 9. gr. laga um mannvirki nr. 160/2010 og byggingarreglugerð nr. 112/2012.
- Starfsleyfi Umhverfis- og orkustofnunar samkvæmt 33. c. gr. laga nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir á grundvelli reglugerðar nr. 1430/2022 um geymslu koldíoxíðs í jörðu.
- Losunarleyfi Umhverfis- og orkustofnunar fyrir geymslu koldíoxíðs í jörðu samkvæmt lögum nr. 96/2023 um viðskiptakerfi ESB með losunarheimildir.
- Starfsleyfi sem Heilbrigðiseftirlit Suðurlands veitir 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, um tímabundinn atvinnurekstur vegna aðstöðu fyrir verktaka og starfsmenn á framkvæmdatíma.

- Leyfi Minjastofnunar Íslands, ef við á, vegna fornleifa samkvæmt 21. gr. laga nr. 80/2012 um menningarminjar.
- Nýtingarleyfi Orkustofnunar, vegna nýtingar á grunnvatni samkvæmt lögum nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum úr jörðu.

1.3 Tímaáætlun matsvinnu og aðkoma almennings

Í matsáætluninni er fyrirhuguð framkvæmd kynnt og er hún nokkurs konar verklýsing fyrir framkvæmdaraðila til að vinna eftir og gerir Skipulagsstofnun, umsagnaraðilum og almenningi kleift að meta hvort fullnægjandi upplýsingar verði settar fram í umhverfismatsskýrslu um framkvæmdina, starfsemi sem fylgir henni og áhrif á umhverfið. Matsáætlun byggir á fyrirbyggjandi gögnum og er ekki gert ráð fyrir beinum rannsóknum vegna undirbúnings hennar.

Framkvæmdaraðili leggur matsáætlun fram til Skipulagsstofnunar sem kynnir hana opinberlega og hefur aðgengilega í skipulagsgáttinni (www.skipulagsgatt.is). Stofnunin kallar jafnframt eftir umsögnum frá almenningi og umsagnaraðilum, svo sem leyfisveitendum og fagstofnunum. Athugasemdafrestur er fjórar vikur og skulu allar ábendingar og athugasemdir settar inn á skipulagsgáttina. Að loknum athugasemdafresti er framkvæmdaraðila gefinn kostur á að bregðast við umsögnum. Þannig er matsáætlun og kynning hennar mikilvægur liður í almennu samráði sem hefur það markmið að undirbyggja betur umfjöllun um möguleg áhrif framkvæmda á umhverfi og samfélag í umhverfismatsskýrslu. Að lokum gefur Skipulagsstofnun út álit um matsáætlunina, að teknu tilliti til umsagna og viðbragða framkvæmdaraðila.

Við kynningu á matsáætlun kallar Skipulagsstofnun sérstaklega eftir athugasemdum og ábendingum umsagnaraðila út frá starfssviði þeirra, í samræmi við 12. gr. reglugerðar nr. 1381/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana. Það snýr meðal annars að skilgreiningu valkosta, gagnaöflun, úrvinnslu gagna, umhverfismati og framsetningu umhverfismatsskýrslu. Einnig, ef á skortir, hvaða atriðum umsagnaraðili telur að gera þurfi frekari skil eða hafa sérstaklega í huga við umhverfismat framkvæmdarinnar. Þá skulu leyfisveitendur í umsögn sinni gera grein fyrir þeim leyfum sem eru á starfssviði þeirra og framkvæmdin er háð.

Gert er ráð fyrir að álit Skipulagsstofnunar um matsáætlun liggi fyrir í september 2025. Í framhaldinu verður unnið að umhverfismatsskýrslu og gera áætlanir ráð fyrir að umhverfismatsskýrslu verði skilað til Skipulagsstofnunar í febrúar 2026. Fjallað er um matsferlið í kafla 6.1. og mynd 6.1 veitir nánari skýringar á matsferlinu og aðkomu almennings að því. Í töflu 1.2 má sjá yfirlit yfir tímaáætlun matsvinnu.

Tafla 1.2 Tímaáætlun matsvinnu.

Matsáætlun lögð fram til kynningar	Júlí 2025
Frestur almennings og umsagnaraðila til athugasemda	Ágúst 2025
Álit Skipulagsstofnunar á matsáætlun	September 2025
Umhverfismatsskýrsla lögð fram	Febrúar 2026
Álit Skipulagsstofnunar á umhverfismatsskýrslu	Mái 2026

2 Staðhættir

Fyrirhugað framkvæmdasvæði er í sveitarfélaginu Ölfusi, á milli Selvogs og Þorlákshafnar. Þorlákshöfn er næsta íbúabyggð við framkvæmdasvæðið og er í um 5 km fjarlægð. Mynd 1.1 sýnir staðsetningu fyrirhugaðra framkvæmda innan sveitarfélagsins. Fyrirhugað framkvæmdasvæði er flatt, nútímahraun eru einkennandi fyrir svæðið og eru þau lítt gróin en sandorpin (myndir 2.1 og 2.2). Gróðurfar er nokkuð einsleitt miðað við fyrirliggjandi upplýsingar á vef Náttúrufræðistofnunar, en vistgerðir hafa lágt til miðlungs verndargildi. Suðurstrandarvegur liggur í gegnum svæðið.

Fjöldi íbúa í Sveitarfélaginu Ölfusi var 2.757 talsins þann 1. janúar 2025 og í Þorlákshöfn bjuggu um 2.037 manns 1. janúar 2024 (Hagstofa Íslands, 2025). Atvinna á svæðinu tengist oft og tíðum hafnarstarfsemi en einnig er mikið um ferðapjónustu og iðnaðarstarfsemi.

Í Ölfusi er að finna hentugar aðstæður fyrir móttöku og geymslu CO₂. Þar eru jarðlög sem hafa þann eiginleika að stuðla að öruggri og áreiðanlegri geymslu CO₂; ungt og hvarfgjarnt basaltberg líkt og er að finna innan virka gosbeltisins. Gott aðgengi er að vatni og innviðum og nokkur fjarlægð er frá næstu íbúabyggð. Framkvæmdaraðili er kunnugur staðháttum í Ölfusi en vert er að benda á að framkvæmdaraðili hóf starfsemi sína í Ölfusi árið 2012 og hefur stundað ítarlegar rannsóknir í Ölfusi, sér í lagi á Hellisheiði og í Þrengslum, í rúman áratug.



Mynd 2.1 Yfirlit yfir mitt framkvæmdasvæðið, horft inn að landi frá sjó.



Mynd 2.2 Yfirlit yfir framkvæmdasvæðið, horft yfir svæðið til austurs.

3 Skipulag og aðrar áætlanir

3.1 Landsskipulagsstefna 2024-2038

Landsskipulagsstefna 2024-2038 byggist á eftirfarandi framtíðarsýn í skipulagsmálum:

“Skipulag stuðli að sjálfbærri þróun og lífsgæðum fólks, styðji samkeppnishæfni og sé sveigjanlegt og stuðli að viðnámsþrótti gagnvart umhverfisbreytingum.”

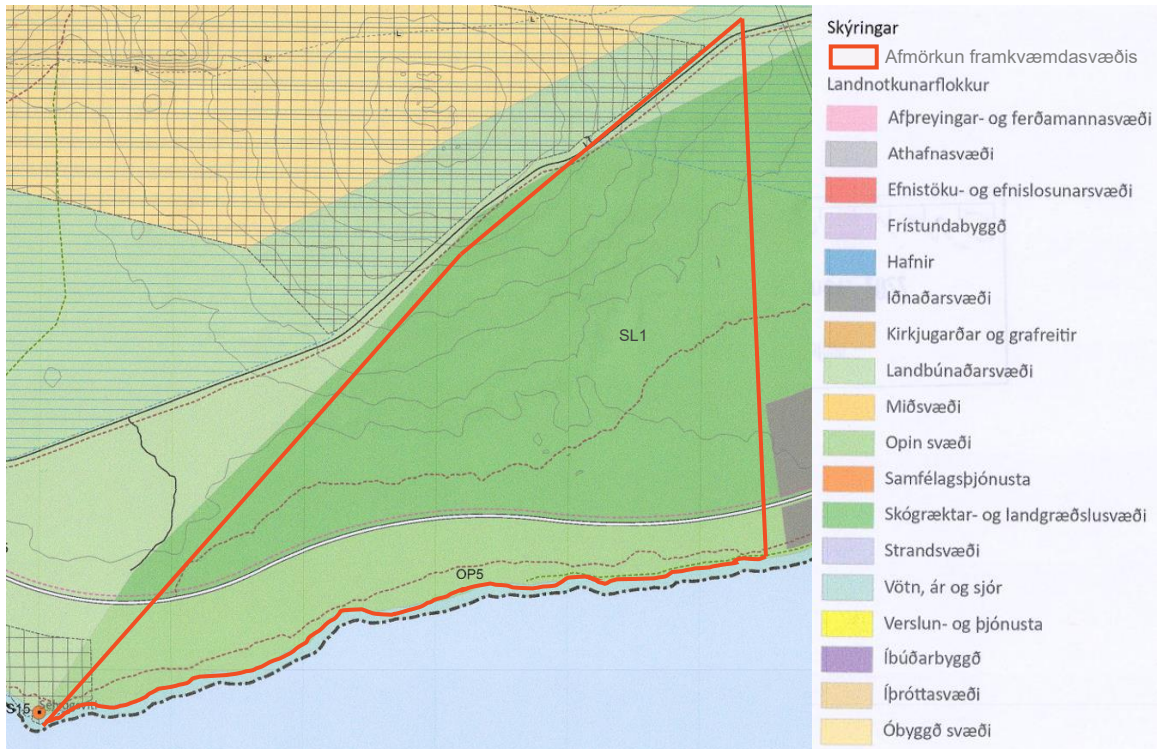
Eitt af markmiðum stjórnvalda í skipulagsmálum snýr að samkeppnishæfu atvinnulífi. Markmiðið stuðlar að því að skipulag auki samkeppnishæfni samfélags og efli atvinnulíf með hagkvæmri uppbyggingu innviða og sjálfbærri nýtingu auðlinda þar sem vexti er beint á tiltekin svæði í skipulagi. Kolefnishlutleysi á að vera leiðarljósið í skipulagi sem miðar að því að auka til muna bindingu gróðurhúsalofttegunda.

Í stefnunni er lögð áhersla á að skipulag í dreifbýli og þéttbýli feli í sér stefnu um bindingu kolefnis með kolefnishlutleysi að leiðarljósi (C.1). Hluti af því er að í skipulagi verði hugað að nýjum leiðum til að binda kolefni, svo sem í berggrunni.

Verkefni Carbfix er frumkvöðlastarfsemi og ný atvinnugrein á heimsvísu sem stuðlar að samkeppnishæfi Íslands. Landsskipulagsstefna tekur að öðru leyti ekki til þátta sem snerta fyrirhugaða framkvæmd með beinum hætti.

3.2 Aðalskipulag Sveitarfélagsins Ölfuss 2020-2036

Í Aðalskipulagi Sveitarfélagsins Ölfuss 2020-2036 er fyrirhugað framkvæmdasvæði skilgreint sem skógræktar- og landgræðslusvæði (SL1), opið svæði (OP5) og lítill hluti þess sem landbúnaðarsvæði (L1). Borteigar Coda stöðvarinnar og mannvirki á yfirborði þurfa að vera innan skilgreinds iðnaðarsvæðis og krefst framkvæmdin því breytinga á aðalskipulagi þar sem gera þarf grein fyrir nýjum iðnaðarsvæðum. Mynd 3.1 sýnir núverandi landnotkunarflokkun samkvæmt aðalskipulagi á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði og í kringum það.



Mynd 3.1 Landnotkunarflokkun samkvæmt aðalskipulagi Ölfuss 2020-2036.

Greint verður frá öðrum landnotkunarflokkum er við koma framkvæmdinni í umhverfismatsskýrslu, svo sem varðandi hafnaraðstöðu og lagnaleið að framkvæmdasvæði.

3.3 Deiliskipulag

Vinna þarf deiliskipulag af fyrirhuguðu framkvæmdasvæði þegar nær dregur framkvæmdum út frá stefnum og áherslum aðalskipulags. Í deiliskipulaginu verður gerð grein fyrir svæðum sem munu koma til með að fara undir mannvirki, eins og borteigar, vegir og lagnir.

3.4 Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum

Áform um niðurdælingu CO₂ í Coda stöðinni og varanleg binding þess í bergi styður við aðgerð V.1.B.2. í aðgerðaráætlun íslenska ríkisins í loftslagsmálum og markmið Íslands um að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og að ná kolefnishlutleysi fyrir 2040. Aðgerðin felur í sér að kannað verði hvort staðbundinn iðnaður á Íslandi geti markvisst fangað CO₂ frá starfsemi sinni. Í framhaldi er hægt að nýta Carbfix tæknina til þess að dæla CO₂ neðanjarðar á skilgreindum geymslusvæðum fyrir CO₂. Með Coda stöðinni verða einnig til innviðir til niðurdælingar CO₂ sem verður flutt til landsins frá Evrópu. Innviðir Coda stöðvar geta einnig nýst innlendum stóriðjufyrirtækjum þegar þeir hefja föngun á CO₂.

3.5 Verndarsvæði

Í jaðri framkvæmdasvæðisins er hverfisverndarsvæðið Selvogur. Samkvæmt aðalskipulagi Ölfuss eru á svæðinu miklar minjar um byggð sem unnin hefur verið minjaskráning fyrir. Sveitarfélagið stefnir að því að vinna deiliskipulag, rammahluta aðalskipulags eða gera svæðið að verndarsvæði í byggð, sem meðal annars tekur á verndun umhverfis, byggðar og hugsanlegri framtíðar uppbyggingu.

Framkvæmdasvæðið er á nútímahrauni sem nýtur sérstakrar verndar skv. 61. gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd en á svæðinu er hraunið þó hulið jarðvegi og gróðri. Fjallað er nánar um jarðmyndanir í kafla 7.4. Í Sveitarfélaginu Ölfusi eru tvö náttúruverndarsvæði og 10 svæði á náttúruminjasrá. Þessi svæði eru öll auðkennd á skipulagsupprætti. Hafnarnes við Þorlákshöfn er

á C-hluta náttúruminjaskrár, sem er skrá yfir náttúruminjar sem ástæða þykir til að friðlýsa eða friða. Framkvæmdasvæðið skarast ekki við ofangreind náttúruverndarsvæði og því hefur uppbygging á svæðinu ekki áhrif á þau.

Nyrsti hluti framkvæmdasvæðisins er innan grannsvæðis vatnsverndar, samkvæmt aðalskipulagi Ölfuss. Um er að ræða grannsvæði vatnsbóla ofan byggðar í vestanverðu Ölfusi, sem nær frá Herdísarvík að Hveragerði (VG1).

Stakkavík og Hlíðarvatn í Selvogi eru á C-hluta náttúruminjaskrár, Hlíðarvatn er vinsælt og gjöfult veiðivatn þar sem bleikja hrygnir. Svæðið er í um 5 km fjarlægð frá fyrirhuguðu framkvæmdasvæði en vegna samlegðaráhrifa grunnvatnstöku við vinnslu annarra aðila í nágrenninu er áhrifasvæði mögulegs niðurdráttar stórt. Af þeirri ástæðum er lögð til vöktun til að hægt sé að fylgjast sérstaklega með Hlíðarvatni. Grunnvatn verður vaktað í samstarfi við aðra aðila sem nýta grunnvatn við Þorlákshöfn, í kafla 7.3 er þeirri vöktun lýst.

3.6 Takmarkanir á landnotkun

Líkt og fram hefur komið er ýmis landnotkun skilgreind í grennd við framkvæmdasvæðið, s.s. landbúnaðarsvæði, iðnaðarsvæði, óbyggð svæði, hverfisverndað svæði og svæði á náttúruminjaskrá. Í umhverfismatsskýrslu verður fjallað um hvort framkvæmdin komi til með að takmarka landnotkun á svæðinu á framkvæmda- og rekstrartíma.

4 Framkvæmd

4.1 Tilgangur og markmið

Tilgangur og markmið Coda stöðvar í Ölfusi er að hafa raunveruleg jákvæð áhrif á umhverfi og sporna gegn hamfarahlýnun á heimsvísu. Til þess verður Carbfix tæknin nýtt sem örugg tæknilausn til varanlegrar geymslu CO₂ í bergi.

Kolefni er eitt algengasta frumefni jarðar og á sér náttúrulega hringrás þar sem það ferðast milli mismunandi geyma, t.d. milli loftþjúpsins og berggrunnsins og umbreytist úr til dæmis gasfasa í fast efni. Langmest kolefni heimsins er þegar bundið í berggrunni jarðar. Eins og kom fram í kafla 1 líkir aðferð Carbfix eftir þessum náttúrulegu ferlum en á mun styttri tíma.

Á Íslandi eru kjöraðstæður til varanlegrar og öruggar kolefnisbindingar í bergi. Yfir 90% af berggrunni Íslands er úr basalti. Ungt og gropið basaltberg er hentugast til geymslu á CO₂ og er það að finna innan virka rekbeltisins sem þekur um þriðjung af flatarmáli Íslands (Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir o.fl., 2014). Geymslugeta CO₂ í fersku basaltbergi er gríðarlega mikil en hægt er að geyma yfir 100 kg af CO₂ í einum rúmmetra af basalti (Ratouis o.fl., 2022), (Wiese o.fl., 2008). Sem dæmi er áætlað að niðurdæling á um 80.000 tonnum af CO₂ sem hefur átt sér stað á Hellisheiði síðan 2014, hafi nýtt minna en 0,01% af rúmmáli berggrunnsins á Húsmúlasvæðinu á Hellisheiði (Vala Hjörleifsdóttir o.fl., 2021), (Ratouis o.fl., 2022). Þá eru víða góð skilyrði á Íslandi til niðurdælingar á CO₂ fyrir hendi, svo sem mikil lekt jarðlaga og flaumur vatns.

Í Ölfusi er ferskt basaltberg og öflugir grunnvatnsstraumar sem henta vel fyrir Carbfix tæknina sem nýtir vatn sem flutningsmiðil fyrir CO₂ (sjá nánari umfjöllun um niðurdælingu á CO₂ með Carbfix tækninni í kafla 4.3). Verkefnið, þar sem CO₂ er dælt niður til steindabindingar á stórum skala, verður fyrsta sinnar tegundar á heimsvísu og mun skapa mikilvægan þekkingargrunn sem hægt verður að nýta í sambærilegum verkefnum erlendis en Carbfix áformar að koma á fót sams konar starfsemi í öðrum löndum í framtíðinni. Verkefnið Coda stöðin styður enn fremur við landskipulagsstefnu Íslands með bindingu kolefnis og aðgerðaráætlun stjórnvalda í loftslagsmálum, þar sem áhersla er lögð á föngun og bindingu kolefnis frá stóriðju og er jafnframt mikilvægt framlag til innlendrar og alþjóðlegrar kolefnisbindingar (Stjórnarráð Íslands, 2024).

Kolefnisföngun og -geymsla eru viðurkenndar tæknilausnir sem beita þarf í baráttunni gegn loftslagsbreytingum. Dæmi um verkefni sem fela í sér kolefnisföngun, flutning og geymslu erlendis eru Sleipner í Noregi (Equinor, 2019), Norðurljósaverkefnið (The Northern Lights Project) í Noregi (Equinor, e.d.), Porthos í Hollandi og Greensand í Danmörku (Greensand, e.d.). Kolefnisgeymsla í setlögum hefur verið stunduð í Sleipner í Norðursjó síðan 1996 en framkvæmdin var sú fyrsta sinnar tegundar (Equinor, 2019).

4.2 Framkvæmdaraðili

Framkvæmdaraðili er Coda Terminal hf. sem er félag í eigu Carbfix hf. Carbfix varð til sem samstarfsverkefni milli Orkuveitu Reykjavíkur, Háskóla Íslands, CNRS í Toulouse og Earth Institute við Columbia háskóla árið 2006. Á fyrstu árum starfseminnar var megináhersla lögð á að besta Carbfix tæknina með tilraunum, rannsóknum og líkanagerð. Fyrsta tilraunaniðurdælingin fór fram árið 2012 á Hellisheiði. Yfir 100 ritrýndar greinar hafa verið ritaðar og birtar um Carbfix tæknina í viðurkenndum fræðitímaritum, þ.m.t. *Science*, *Nature Reviews Earth & Environment*, *Nature Energy*, *Nature Communications* og *International Journal of Greenhouse Gas Control* (Carbfix, e.d.).

4.3 Carbfix tæknin

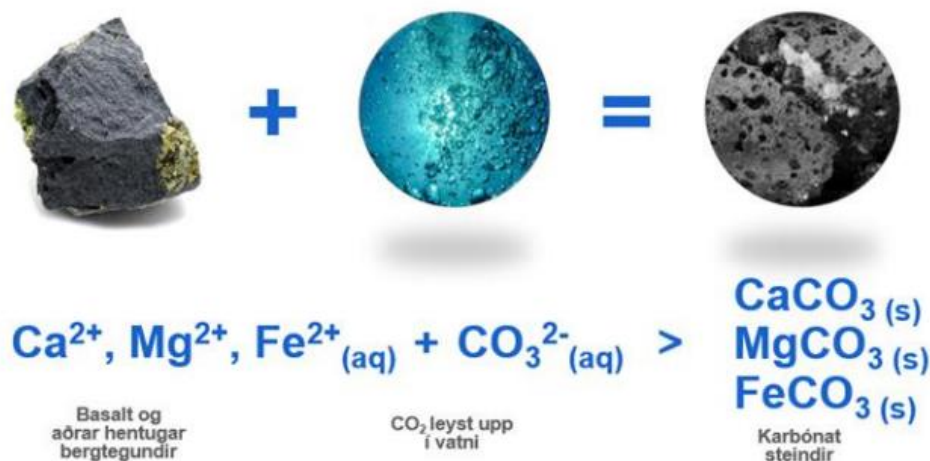
Mikið magn CO₂ er bundið náttúrulega í bergi og gengur Carbfix tæknin út á að herma og hraða þessu náttúrulega ferli kolefnisbindingar. Aðferðin hefur verið sannreynð sem hagkvæm og

umhverfisvæn leið til að binda CO₂ varanlega og koma þannig í veg fyrir áhrif þess á loftslagið (Clark o.fl., 2020), (Matter o.fl., 2016), (Pogge von Strandmann o.fl., 2018).

Carbfix tæknin felst í svokallaðri steindabindingu (e. mineral trapping). CO₂ sem er leyst í vatni er dælt niður í basaltbergglög um niðurdælingarholur á ákveðnu dýpi við nægilega háan þrýsting. Ungt basískt gosberg líkt og basalt er mjög sprungið og holótt svo vatn seytlar auðveldlega gegnum sprungur og holur neðanjarðar. Þegar CO₂ sem er leyst í vatni er dælt niður í basaltberg leysir það upp málma á borð við kalsíum, magnesíum og járn. Þegar styrkur málma er orðinn nægjanlegur í vatninu ganga þeir í efnasamband við CO₂ og falla út sem steindir sem fylla upp í holótt basaltið og þetta berggrunninn. Carbfix tæknin nýtir þannig holrými basaltbergsins til varanlegrar geymslu á steinrunnu CO₂, einkum í formi kalsíts, sem er algeng steind í íslensku bergi.

Steinrunnið CO₂ er öruggasta og varanlegasta geymsluform CO₂ en steindir eru stöðugar í berggrunninum í milljónir ára. Carbfix hefur sýnt fram á að yfir 95% af CO₂ sem dælt er niður steinrenni á innan við tveimur árum (Matter o.fl., 2016) og eftir það er geymslan varanleg og því er engin hættu á að gasið leki upp á yfirborðið. Vatn sem inniheldur uppleyst CO₂ er eðlisþyngra en það vatn sem fyrir er í berglögum. Það hefur því tilhneigingu til þess að sökkva og því er ekki hættu á að það leiti aftur upp á yfirborðið.

Skýringarmynd ásamt efnisfræðilegum ferlum Carbfix tækninnar má sjá á mynd 4.1. Á mynd 4.2 má sjá steinrunnið CO₂ í formi karbónat steinda. Á mynd 4.3 má sjá basaltberg þar sem engar útfellingar steinda hafa átt sér stað og basaltberg þar sem steindir á borð við kalsít (kalsíumkarbónat) hafa fallið út í sprungum og holrýmum líkt og gerist við niðurdælingu CO₂ með Carbfix aðferðinni.



Mynd 4.1 Með Carbfix tækninni er CO₂ leyst í vatni og því dælt niður í berglög þar sem það þarf að hvarfast við bergsteindir, eins og basalt, og breytist í karbónat steindir. Mynd: Carbfix.



Mynd 4.2 Steinrunnið CO_2 , í formi karbónatsteinda (hvítar útfellingar) í basaltkjarna frá um 500 m dýpi á tilraunasvæði Carbfix í Þrengslum). Mynd: Carbfix.

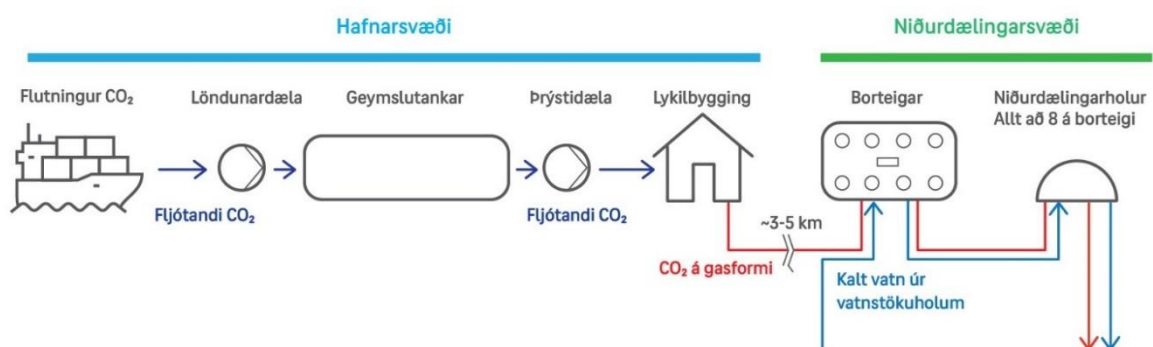


Mynd 4.3 Dæmi um basaltberg þar sem engar útfellingar steinda hafa átt sér stað (vinstra megin) og basaltberg þar sem steindir á borð við kalsít (kalsíumkarbónat) hafa fallið út í sprungum og holrýmum líkt og gerist við niðurdælingu CO_2 með Carbfix aðferðinni. Mynd: Carbfix.

4.4 Framkvæmdalýsing – Coda stöðin

4.4.1 Flutningur og geymsla CO₂

CO₂ verður fangað úr útblæstri frá iðnaði í Evrópu og flutt á fljótandi formi til hafnar í nágrenni við framkvæmdasvæði. Sérútbúin skip verða notuð við flutning á CO₂ frá höfn í Evrópu til hafnar á Íslandi og verða hönnuð og smíðuð með hliðsjón af nýjustu tækniþróun til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda. Hönnun þeirra stendur yfir en fyrst um sinn má gera ráð fyrir að skipin verði knúin jarðefnaeldsneyti. Við komu í höfn á Íslandi verður CO₂ dælt í gegnum leiðslu að geymslutönkum sem staðsettir verða við hafnarbakkann. Mynd 4.4 er einföld skýringarmynd af niðurdælingarferli stöðvarinnar. Í umhverfismatsskýrslu verður gerð nánari grein fyrir flutningi og geymslu CO₂, geymsluþrýstingi í geymslutönkum við flutning og í geymslutönkum við hafnarbakkann.



Mynd 4.4 Einföld skýringarmynd af niðurdælingarferli Coda stöðvarinnar.

4.4.2 Rannsóknarboranir

Áður en framkvæmdir hefjast verða rannsóknarboranir gerðar á svæðinu. Boraðar verða allt að þrjár rannsóknarholur ásamt tveimur vöktunarholum. Gert er ráð fyrir að borun hefjist sumarið 2025. Tilgangur borunar er að auka þekkingu á jarðlögum á svæðinu og kanna fýsileika svæðisins sem niðurdælingarsvæði. Staðsetningar verða valdar með það að markmiði að fá sem fyllstar upplýsingar um geymslugeyminn og grunnvatn á svæðinu.

4.4.3 Vöktun

Vöktun mun fara fram á framkvæmdatíma, rekstrartíma og að rekstri loknum. Boraðar verða vöktunarholur sem verða nýttar til vöktunar á breytingum hita, þrýstings, seltu og efnasamsetningar vökvu vegna vatnstöku og niðurdælingar í grunnvatni og vatni í geymslugeyminum. Ásamt þessu munu vöktunarholur verða notaðar til að fylgjast með þeim efnaferlum sem eiga sér stað í geymslugeyminum vegna steindabindingar. Vöktunarholur verða staðsettar bæði nálægt niðurdælingarsvæðum sem og lengra frá, í áætlaðri flæðistefnu frá niðurdælingarholum.

4.4.4 Borteigar

Áætlað er að athafnasvæði á framkvæmdatíma verði um 1-1,2 ha á hverjum borteig, þ.e. það svæði sem þarf undir jarðbor og svarfpró fyrir fráfrennsli frá boruninni, gáma fyrir spennu, starfsmannaaðstöðu, fleti undir borstangir, dælur og loftpressur og annan búnað sem nauðsynlegur er til borverkefna. Stefnt er á að knýja jarðbor með rafmagni þar sem þess er kostur.

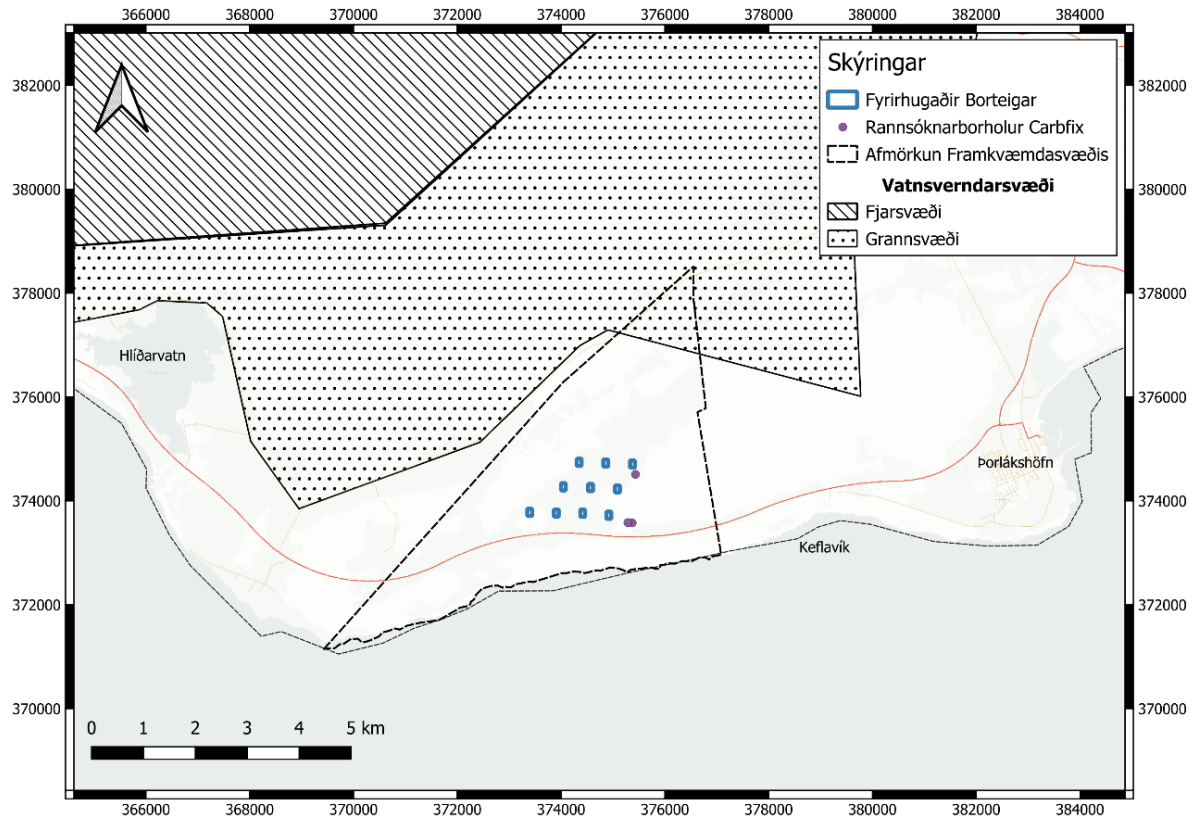
Innan hvers borteigs verða:

- Allt að átta niðurdælingarholur
- Vatnstökuholur

- Stjórnbygging sem mun hýsa dælubúnað, stýringar og annan vélbúnað til dreifingar og mælinga á CO₂ og nauðsynlegu magni vatns innan borteigs að niðurdælingarholum.

Fjöldi niðurdælingar- og vatnstökuhola verður ákveðinn á grundvelli rannsókna og aðstæðna á svæðinu.

Gert er ráð fyrir að borteigar geti verið staðsettir með tilliti til þess að halda skilgreindri fjarlægð á milli þeirra til þess að holuferlar niðurdælingarhola skarist ekki. Mynd 4.5 sýnir fyrirhugaðar staðsetningar borteiga og rannsóknarhola innan framkvæmdasvæðisins fyrir 1. og 2. áfanga verkefnisins.



Mynd 4.5 Yfirlitsmynd af fyrirhuguðum staðsetningum borteiga fyrir 1. og 2. áfanga verkefnisins.

Að borun lokinni verður gengið frá svæðinu. Gert er ráð fyrir að athafnasvæði hvers borteigs verði um 0,7 ha að framkvæmdum loknum. Þá er stefnt að því að reisa varanlegt skýli yfir hverja borholu sem hlífir holutoppi, mæli- og stjórnubúnaði. Á mynd 4.6 má sjá dæmi frágang borteiga.



Mynd 4.6 Möguleg útfærsla af frágangi borteigs í óbyggðu landi.

4.4.5 Vatnsnotkun

Carbfix tæknin krefst vatns sem nýtt er til að leysa upp CO₂ og tryggja örugga niðurdælingu. Fyrirhuguð vatnsnotkun framkvæmdarinnar við full afköst er áætluð eftirfarandi:

- Áætluð vatnsnotkun: allt að 3.000 L/s. Notkun samanstendur af bæði ferskvatni og jarðsjó.
- Áætluð heitavatnsnotkun: allt að 123 L/s til fasabreytingar á CO₂ af 80°C heitu vatni sem samsvarar 32 MW_{th} við full afköst ef gert er ráð fyrir að 80°C heitt vatn sé eini varmagjafi framkvæmdarinnar.

Til skoðunar er staðsetning vatnstöku. Mögulegt verður að afla vatns úr grunnum, allt að 100 m djúpum, vatnstökuholum við hvern borteig og mun það byggja á niðurstöðum rannsókna á grunnvatni svæðisins.

Í umhverfismatsskýrslu verður nánar fjallað um vatnstöku, vatnspörf og staðsetningu vatnsöflunar.

4.4.6 Aflþörf

Fyrirhuguð aflþörf Coda stöðvarinnar verður um 50 kWst/tonn CO₂ sem gerir heildaraflþörf (MW_e) framkvæmdarinnar við full afköst um 20-30 MW. Aflþörf eftir áfangaskiptinu er áætluð eftirfarandi:

4.4.7 Lagnir

Frá geymslutönkum mun fljótandi CO₂ fara í gegnum sjóðara sem umbreytir því í gas. Gasið verður leitt í gaslögnum frá hafnarsvæði að borteigum. Gert er ráð fyrir að vatns verði aflað á hverjum borteig fyrir sig með sérstökum vatnstökuholum. Lagnir munu liggja frá vatnstökuholum að stjórnbyggingu og þaðan út að niðurdælingarholum.

Flutningslagnir ásamt dreifilögnum inn að borteigum verða einangraðar og grafnar í jörðu og því ekki sýnilegar. Lagnir innan borteiga geta verið að hluta til ofanjarðar þótt leitast verði við eins og kostur er að hafa þær í jörðu. Í umhverfismatsskýrslu verður fjallað um efnispörf vegna lagna og hvaðan efnið verður sótt.

4.4.8 Vegagerð

Leggja þarf þjónustuvegi á milli borteiga og er gert ráð fyrir að þeir verði malarvegir. Ekki er hægt að áætla vegalengd þjónustuvega vegna framkvæmdarinnar á þessu stigi umhverfismatsins. Mögulega þarf að styrkja ákveðna vegi sem eru nú þegar innan framkvæmdasvæðisins. Í umhverfismatsskýrslu verður nánar fjallað um vegagerð vegna framkvæmdarinnar, áætlaða lengd, breidd og legu vega. Einnig verður fjallað um efnispörf vegna vegagerðar og hvaðan efnið verður sótt.

4.4.9 Mannvirki

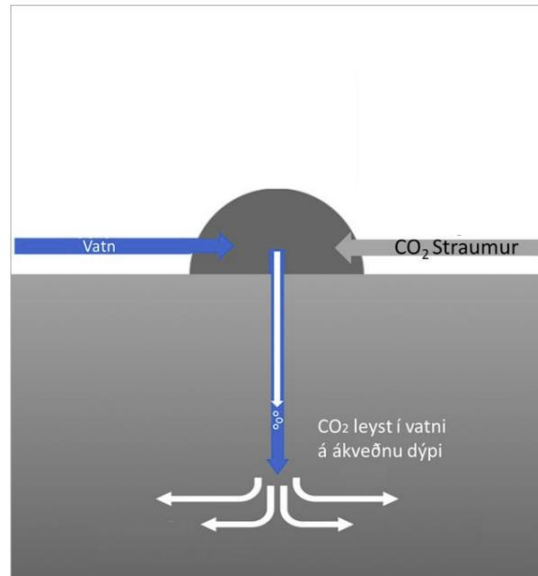
Byggingar sem tengjast framkvæmdinni eru skýli yfir borholur og stjórnbyggingar á borteigum á niðurdælingarsvæði. Byggingar sem tengjast framkvæmdinni á hafnarsvæði eru uppgösumarbygging (e. conditioning building), skrifstofubygging, verkstæði, stjórnrymi, spennarymi, ásamt afgirtu svæði undir geymslutanka CO₂, gaspressurými og dælubygging. Í umhverfismatsskýrslu verður gerð nánari grein fyrir mannvirkjum í tengslum við framkvæmdina, útliti þeirra og staðsetningu.

4.4.10 Niðurdæling

Fjöldi niðurdælingarhola og borteiga fyrir Coda stöðina hefur ekki verið endanlega ákveðinn og mun fara eftir niðurstöðu valkostagreiningar en gert er ráð fyrir að innan hvers borteigs geti verið allt að átta borholur. Hver niðurdælingarhola fódruð niður fyrir efri grunnvatnslög. Fóðring niðurdælingarholanna verður úr tæringarþolnu efni vegna lágs pH gildis niðurdælingarvökvans.

Gaslagn með CO₂ er leidd niður í fóðraða niðurdælingarholu auk þess sem vatni er jafnframt dælt niður í holuna (mynd 4.7). Blöndun gassins við vatnið á sér stað á mismunandi dýpi og er þrýstingur

vatnssúlunnar notaður til að leysa CO₂ upp í vatninu. CO₂ er að fullu leyst í vatni þegar það fer úr fódraðri niðurdælingarholunni og kemst í snertingu við jarðlög.



Mynd 4.7 Carbfix niðurdælingartækni þar sem CO₂ er leyst í vatni í borholum og dælt í geymslugeyminn. Mynd: Carbfix.

Dýpi fódringar er haft nægilegt til að koma í veg fyrir að gasbólur myndist við vegna þrýstiléttis þegar gashlaðið vatnið leitar út í jarðlög og leiti þannig upp í efri lög. Þannig er leysnibindingu náð sem er næst öruggasta geymsluleið koldíoxíðs á eftir steindabindingu. Fódringardýpi og heildardýpt hvernar niðurdælingarholu holu verður ákvarðað við borun og mun ráðast jarðlögum og viðtöku bergsins hverju sinni.

Í umhverfismatsskýrslu verður gerð nánari grein fyrir tilhögun niðurdælingar, fjölda niðurdælingahola og borteiga, staðsetningu þeirra og stærð, legu og útliti.

4.4.11 Áfangaskipting

Gert er ráð fyrir að Coda stöðin verði byggð upp í fjórum áföngum þar sem heildarniðurdælingargetan verður aukin með 18 mánaða millibili og tekur matsáætlunin til allra fjögurra áfanganna. Áætlað er að hefja rekstur 1. áfanga árið 2029 og að árleg niðurdælingargeta verði þá allt að 0,7 milljónir tonna af CO₂. Í 2. áfanga verði niðurdælingargetan aukin í allt að 1,4 milljónir tonna, í 3. áfanga verði hún aukin í allt að 2,1 milljón tonn og í 4. áfanga, sem áætlað er að gangsetja árið 2034, verði hún aukin í allt að 3 milljónir tonna.

Tafla 4.1 Áfangaskipting Coda stöðvarinnar

	Ár	Aukning CO ₂ /ári	Niðurdæling alls (CO ₂ /ári)
1. áfangi	2029	-	0,7 milljónir tonna
2. áfangi	2031	0,7 milljónir tonna	1,4 milljónir tonna
3. áfangi	2032	0,7 milljónir tonna	2,1 milljón tonn
4. áfangi	2034	0,9 milljónir tonna	3 milljónir tonna

Í fyrsta áfanga er gert ráð fyrir u.þ.b. 1 kg/s af CO₂ og allt að 30 kg/s af vatni í hverja holu. Niðurdælingargeta hola getur verið mjög breytileg en hún verður ákvörðuð með áðælingarprófi í borlok hvernar holu. Fjöldi borhola er því ekki ákveðinn að svo stöddu. Fjöldi niðurdælingarhola verður þó að hámarki 40 í 1. áfanga. Áður en starfsemi hefst í fyrsta áfanga verða holur boraðar og prófaðar til að meta afköst þeirra sem og geymslugeymisins. Holum verður bætt við þangað til heildarniðurdælingargeta fyrsta áfanga næst. Við borun hvernar holu eykst skilningur á eðli geymslugeymisins sem nýtist til að staðfesta holustaðsetningar fyrir næstu áfanga verkefnisins.

Unnið er að því að staðsetja holur fyrir fyrsta og annan áfanga verkefnisins. Þegar fyrsti áfangi verður gangsettur verður fjöldi og staðsetning hola í öðrum áfanga endurskoðuð eftir þörfum í samræmi við viðbrögð geymslugeymisins við niðurdælingu. Sama á við um niðurdælingarmagn á hverjum borteig og hverja holu en hægt verður að stilla magnið þegar starfsemi hefst. Rekstrarreynsla sem fæst í hverjum áfanga verður þannig nýtt til að skipuleggja fyrirkomulag niðurdælingar í þeim áföngum sem á eftir koma.

Megináhersla þess að byggja Coda stöð upp í fyrir fram skilgreindum og ákveðnum skrefum er að safna gögnum og greina, fá rekstrarreynslu og draga lærdóm af hverjum áfanga áður en sá næsti er gangsettur. Þessi áfangaskipting ásamt yfirgripsmikilli vöktun eru saman ein helsta og mikilvægasta mótvægisáðgerð hugsanlegra áhrifa framkvæmdarinnar á umhverfi sitt.

4.4.12 Frágangur og niðurrif

Við frágang á borteigum og lagnaleiðum verður megináhersla lögð á landgræðslu og endurheimt raskaðra svæða með staðbundnu efni. Framkvæmdaraðili býr yfir þekkingu og reynslu á frágangi vegna fyrri verkefna á Hellisheiði og Nesjavöllum með góðum árangri (Mannvit, 2023). Stuðst verður við sömu aðferðir við frágang á borteigum Coda stöðvarinnar. Þá verður staðbundið efni varðveitt við framkvæmdir, s.s. gróðurtorfur, hraun og grjót. Að framkvæmdum loknum verður efnið flutt aftur að framkvæmdasvæðinu og nýtt til frágangs. Gengið verður frá vatnstöku- og vöktunarholum í rekstri með skýli sem hlífir holutoppi, mæli- og stjórnbúnaði.



Mynd 4.8 Dæmi um endurheimt hrauns og mosapembu á borplan við Hellisheiðarvirkjun. Hraungjalli og hraunsteinum er komið fyrir og mótað í samræmi við umlykjandi landslag. Mosatorfum og lausum mosa, sem haldið var til haga í upphafi framkvæmda, er komið fyrir í hraungjallinu til endurheimtar á mosapembunum. Mynd: Orka Náttúrunnar, 2022.

Eftir líftíma verkefnisins verður tekin ákvörðun um áframhald niðurdælingar eða niðurrif. Niðurrif felst í að eftirfarandi mannvirki verði fjarlægð og endurunnin eins og kostur er:

- Allt lagnakerfi, ofan- og neðanjarðar
- Skýli yfir niðurdælingarholum og holutoppbúnaður, þ.e. allur yfirborðsbúnaður niðurdælingarhola
- Stjórnbyggingar á borteigum
- Geymslutankar, affermingarbúnaður og dælustöð á hafnarsvæði
- Uppgösunarbygging á hafnarsvæði og annar búnaður, t.d. affermingarbúnaður

Umhverfinu verður komið til fyrra horfs með þeim aðferðum sem fjallað er um hér að ofan. Í umhverfismatsskýrslu verður gerð frekari grein fyrir aðferðum við frágang, niðurrif og endurvinnslu efnis.

4.4.13 Lokunaráætlun

Þegar niðurdælingarholur verða teknar úr notkun verður vatni án uppleysts CO₂ dælt á holuna í eina viku eftir að niðurdælingu CO₂ er hætt. Að niðurdælingu lokinni verður þétt lok með hitastigs- og þrýstimæli sett á flangs holufóðringar og allur niðurdælingarbúnaður fjarlægður. Hægt verður að taka lokið af flangsinum fyrir jarðlagamælingar í holu eða til að safna vatnssýnum ef ástæða þykir til í rannsóknaskyni. Í samræmi við reglugerð 1430/2022 um geymslu koldíoxíðs í jörðu er gert ráð fyrir

vöktun eftir lokun að lágmarki í 20 ár nema öll tiltæk gögn bendi til þess að CO₂ í geymslugeyminum sé fullkomlega og varanlega aflokað. Í umhverfisskýrslu verður fjallað um hvað felst í vöktun eftir lokun.

4.5 Náttúruvá

Í umhverfismatsskýrslu Aðalskipulags Ölfuss 2020-2036 er fjallað um náttúruvá í sveitarfélaginu þar sem fram kemur að náttúruvá sé helst vegna flóða og jarðskjálfta. Þar kemur m.a. fram að hvergi sé meiri hættu á stórum jarðskjálftum á Íslandi en á Suðurlandi og stórir skjálftar hafa valdið miklu tjóni.

Samkvæmt umfjöllun í aðalskipulagi er byggð ekki talin stafa hættu af eldgosum á svæðinu. Hins vegar hafa verið eldgos á heiðalöndum á sögulegum tíma þannig að búast má við eldvirkni ofan byggðar þegar til lengri tíma er lítið. Eldgos gæti því haft mikil tímabundin áhrif á samgöngur, t.d. um Hellisheiði eða Þrengslin.

Í umhverfismatsskýrslu verður sérstakur kafli um þar sem fjallað verður nánar um hvort hættur vegna náttúruvár gætu sett verkefninu skorður.

4.6 Tengdar framkvæmdir

Föngun á CO₂

Fröð þróun á sér stað í tækni til föngunar á CO₂, bæði úr andrúmslofti og útblæstri frá iðnaði. Carbfix á í viðræðum við losendur sem falla undir iðnað þar sem losun CO₂ er illviðráðanleg (e. hard-to-abate), s.s. framleiðsla á sementi, stáli og ýmsum efnaiðnaði þar sem losun stafar frá iðnaðarferlunum sjálfum og er því ekki hægt að útrýma með orkuskiptum. Vegna samkeppnissjónarmiða verður ekki greint frá um hvaða losendur er að ræða á þessu stigi, en nefna má að Nýsköpunarsjóður Evrópusambandsins leggur ríka áherslu á að verkefni sem hlotið hafa styrk úr sjóðnum, eins og þann sem Coda stöðin hlaut, vinni saman þvert á virðiskeðjum að föngun og geymslu og bindingu CO₂. Carbfix á meðal annarra í viðræðum við aðila sem einnig hafa hlotið styrk Nýsköpunarsjóðs Evrópusambandsins til föngunar á útblæstri CO₂ úr sínum iðnaðarferlum. Sjóðurinn hefur birt lista yfir öll verkefni sem hlotið hafa styrk og má finna á vefsíðu hans (Directorate-General for Climate Action, e.d. -a). Föngun þessara aðila á CO₂ verður hluti af lífsferilsgreiningu sem unnin verður fyrir verkefnið en hún er ekki hluti af þessu umhverfismati, þ.e. ekki er lagt mat á möguleg áhrif föngunar á þá umhverfispætti sem eru til skoðunar í umhverfismatinu, t.d. loftslagsáhrif eða samfélag. Þannig er eingöngu lagt mat á það sem snýr að áhrifum niðurdælingar á geymslugeyminn enda er það hluti af framkvæmd Carbfix.

Mikill áhugi er einnig hjá innlendum aðilum á samstarfi við Carbfix um niðurdælingu á CO₂ til geymslu í jarðlögum. Carbfix, ríkisstjórn Íslands og stóriðjan á Íslandi undirrituðu viljayfirlýsingu þann 18. júní 2019 þess efnis að kannað yrði hvort tæknilega og efnahagslega hagkvæmt sé að nýta Carbfix tæknina til að draga úr losun CO₂ frá iðnaði á Íslandi (Stjórnarráð Íslands, 2019). Yfirstandandi er þróun á tækni til föngunar á CO₂ frá álverinu í Straumsvík auk þess sem Elkem Ísland vinnur að þróun á föngun CO₂ frá sinni starfsemi og hefur verið undirrituð viljayfirlýsing við Carbfix þess efnis. Meðal annars kemur til greina að fangað CO₂ verði flutt til niðurdælingar í Coda stöðinni. Þá er jafnframt gert ráð fyrir að Coda stöðin geti tekið við og dælt niður CO₂ frá þriðja aðila sem hyggur á föngun á svæðinu, hvort sem um er að ræða lofthreinsiver eða iðnaðarferla svo fátt eitt sé nefnt. Forsenda niðurdælingar CO₂ frá þriðja aðila er að Coda stöðin geti tekið við efnastraumnum eins og hann verður skilgreindur í starfsleyfi til geymslu koldíoxíðs. Gert er ráð fyrir að móttaka CO₂ frá þriðja aðila verði möguleg í fjórða áfanga.

Hér skal tekið fram að þriðji aðili sem hyggur á föngun CO₂ til afhendingar og niðurdælingar í Coda stöðinni er sjálfur ábyrgur fyrir viðeigandi málsmeðferð fyrir sína framkvæmd í samræmi við lög nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana, sem og önnur leyfismál eftir því sem við á. Sem dæmi falla mannvirki, sem hafa þann tilgang að fanga CO₂ til geymslu í jörðu úr andrúmslofti eða frá iðjuverum, ávallt í flokk B, þ.e. eru háð fyrirspurn um matsskyldu, og í sumum tilfellum í flokk A, þ.e. ávallt háð umhverfismati, samkvæmt 1. viðauka laga nr. 111/2021 um umhverfismat

framkvæmda og áætlana. Sama gildir um leiðslur til flutnings CO₂ til geymslu í jörðu nái þær tilsettum skilyrðum sem sett eru fram í 1. viðauka sömu laga.

Sjóflutningar

Sjóflutningar vegna flutnings á CO₂ til hafnar geta haft áhrif á ásjón á hafnaraðstöðu, hljóðvist og loftgæði á svæðinu. CO₂ er fangað frá iðnaði í Evrópu þar sem það er hreinsað og meðhöndlað og flutt á fljótandi formi til landsins. Samið er um ábyrgð á flutningum CO₂ milli iðnaðar/rekstraraðila og flutningsaðila og mun framkvæmdaraðili taka ábyrgð frá móttöku með affermingararmi á hafnarbakka. Sérútbúin tankskip verða notuð til flutninganna og leitast verður við að þau verði rekin á eins umhverfisvænan hátt og kostur er. Þar hefur grænt metanól verið nefnt sem álitlegur kostur en aftur á móti er framleiðslugeta á grænu metanóli mjög takmörkuð á heimsvísu og ekki er gert ráð fyrir að það verði í boði á Íslandi á næstu árum. Álitlegur kostur væri að nota tví-eldsneytis vélar (e. dual fuel) sem geta gengið hvoru tveggja á skipaolíu og metanóli eða skipaolíu og fljótandi jarðgasi (e. liquified natural gas-LNG). Þá væri mögulegt að keyra að stærstum hluta á umhverfisvænum orkugjafa (95%) og einungis að litlum hluta á skipaolíu (Low Sulphur Marine Gas Oil, LSMGO) (5%) ef framboð eykst í framtíðinni.

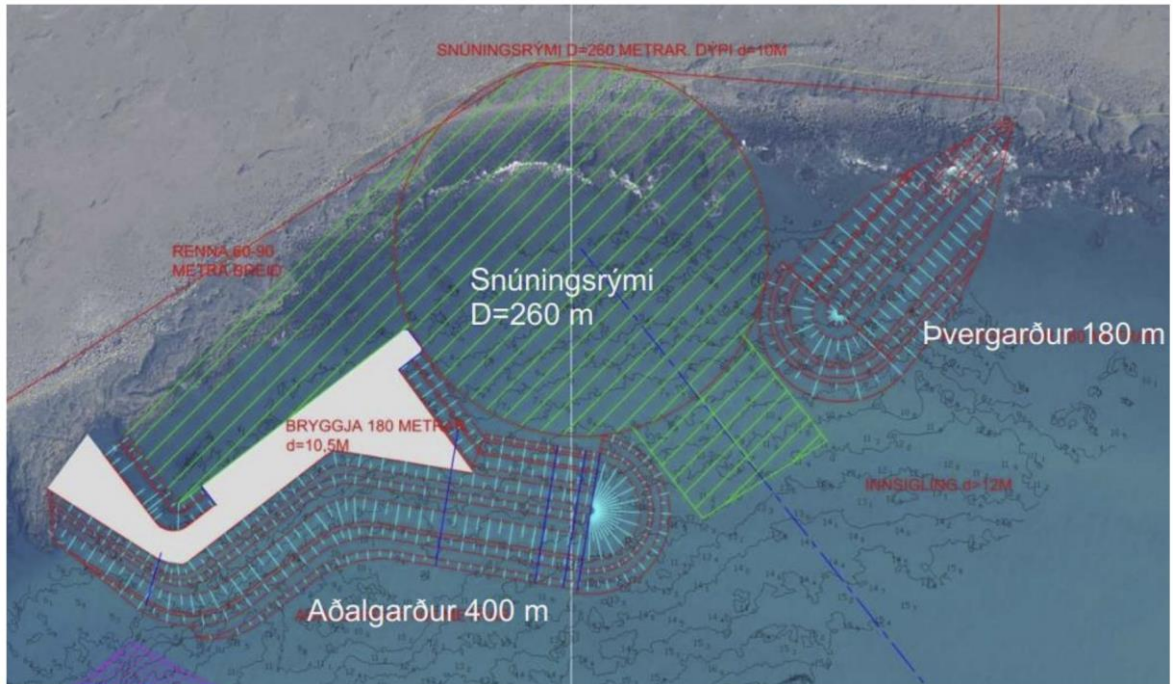
Frá og með janúar 2024 hefur losun gróðurhúsalofttegunda frá skiparekstri verið hluti af viðskiptakerfi Evrópusambandsins með losunarheimildir (e. European Union Emission Trading System eða EU ETS) (Directorate-General for Climate Action, e.d. -c). Þetta hefur í för með sér auknar kröfur sem munu hafa veruleg áhrif á skipaeigendur og rekstraraðila skipa um allan heim. ETS mun í byrjun ná til losunar CO₂ en verður víkkað út til að ná yfir metan og nituroxíð frá og með 2026 (Directorate-General for Climate Action, e.d. -b). Fyrstu skipin til sjóflutninga á CO₂ til Coda stöðvarinnar verða hönnuð og smíðuð með hliðsjón af nýjustu tækniþróun til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda.

Við flutninga er CO₂ í vökvaformi geymt í tönkum undir fremur lágum þrýstingi og hitastigi þannig að eðlismassi CO₂ sé hár. Áætlaður geymsluprýstingur í geymslutönkum í skipum verður á bilinu 7 – 18 bör og hitastig á bilinu -50 °C til -35 °C. CO₂ verður dælt úr skipunum með sérstökum affermingarbúnaði sem mun samanstanda af krana, rörum og tengibúnaði. Í 1. áfanga er áætlað að tvö skip sjái um flutning á CO₂ og mun hvert um sig koma til hafnar allt að 26-27 sinnum á ári. Í 2. áfanga er áætlað að þriðja skipið bætist við og mun hvert um sig koma til hafnar allt að 26-27 sinnum á ári. Við full afköst Coda stöðvarinnar er áætlað að fimm skip sjái um flutning á CO₂ og er gert ráð fyrir að skipin komi til hafnar samanlagt 92-135 sinnum á ári en fjöldi skipa og skipakoma er eins og áður segir háð staðsetningu lestunarhafnar og endanlegri stærð skipa. Áætlað hefur verið að stærð skipa geti orðið allt að 24.000 m³. Hvert skip mun liggja við bryggju í einn til tvo daga í senn. Strax í 1. áfanga er gert ráð fyrir að skipin verði komin með landtengingu.

Sjóflutningum fylgir einnig hættu á slysum sem valdið geta mengun, t.d. olíumengun. Í gildi eru lög nr. 33/2004 um varnir gegn mengun hafs og stranda og reglugerð nr. 586/2017 um innleiðingu viðauka við alþjóðasamning um varnir gegn mengun frá skipum, 1973, með breytingum samkvæmt bókun 1978 (MARPOL-samningur). Sjóflutningar munu fara fram í samræmi við ofangreind lög og reglugerðir settar samkvæmt þeim.

Hafnarframkvæmdir

Á þessu stigi liggur ekki fyrir hvort og þá með hvaða hætti hafnarmannvirki í Þorlákshöfn verði nýtt til affermingar á CO₂ vegna Coda stöðvarinnar. Til skoðunar er annars vegar stækkun núverandi hafnar í Þorlákshöfn og hins vegar hvort nýta skuli mögulegan hafnarkost í Keflavík, en hafnarframkvæmdir í Keflavík hafa þegar farið í gegnum umhverfismat sem hluti af framkvæmdum Heidelberg Materials vegna mólunarverksmiðju sem vikið var frá. Ákvörðun um framtíðarskipan hafnarstarfsemi og uppbyggingu hafnarmannvirkja í Ölfusi er á forræði sveitarfélagsins Ölfuss sem mun senda matsskyldufyrirspurn til Skipulagsstofnunnar þegar útfærsla stækkunar núverandi hafnar í Þorlákshöfn liggur fyrir. Carbfix kemur ekki til með að vera framkvæmdaraðili hafnarmannvirkja og er því lítið á þær sem tengda framkvæmd. Gert er ráð fyrir að sú höfn sem verður fyrir valinu verður bæði nýtt af Carbfix og öðrum ótengdum aðilum. Mynd 4.9 sýnir mögulega útfærslu nýrrar hafnar í Keflavík og mynd 4.10 langtímaáætlun sveitarfélagsins Ölfuss samkvæmt aðalskipulagi, en fyrirhuguð stækkun Þorlákshafnarhafnar er sýnd innan rauðleits hrings á myndinni. Í umhverfismatsskýrslu mun liggja fyrir hvor höfnin verður nýtt fyrir Coda stöðina og greint verður frá útfærslu og umfangi nauðsynlegra framkvæmda fyrir þá höfn.



Mynd 4.9 Möguleg útfærsla nýrrar hafnar í Keflavík. Mynd: Portum verkfræðistofa ehf.



Mynd 4.10 Möguleg útfærsla á stækkun Þorlákshafnarhafnar (innan rauðleits hrings).

Hafnarframkvæmdir, þar á meðal viðvera tankskipa sem flytja CO₂, geta haft áhrif á ásýnd, landslagsupplifun og hljóðvist á svæðinu. Þessi atriði verða metin sem hluti af mati á sjónrænum áhrifum Coda stöðvarinnar. Í því samhengi verða fyrirhuguð mannvirki, þar á meðal löndunarkranar, geymslutankar og mögulegar hafnarbyggingar, færð inn á ljósmyndir og sjónrænar líkanagreiningar.

5 Valkostir

5.1 Staðsetning

Við val á staðsetningu er horft til þátta á borð við jarðfræðilegar aðstæður, nálægð við höfn og vegalengd sem flytja þarf CO₂ með lögnum, fjarlægð frá þéttbýli og fjarlægð frá verndarsvæðum, s.s. vatnsverndarsvæðum, þjóðgörðum o.fl.

Tafla 5.1 Staðsetningar sem hafa verið skoðaðar fyrir verkefnið.

Staðsetning	Lýsing
Straumsvík	Í valkostagreiningu sem gerð var fyrir staðsetningar Coda stöðva fékk Straumsvík flest stig, þ.e. talin vænlegasti kosturinn. Hafnarmannvirki og dreifikerfi raforku og varma eru til staðar innan 30 km fjarlægðar frá svæðinu og öflugir grunnvatnsstraumar og ferskt og gropið basaltberg er fyrir hendi. Í Straumsvík er einnig aðgengi að aðila sem losar mikið af CO₂ sem býður upp föngun frá þeirri starfsemi þegar fram líða stundir. Unnin var umhverfismatsskýrsla fyrir Coda stöð í Straumsvík og fyrir liggur álit Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum en ekki náðist samhljómur milli fulltrúa Hafnarfjarðarbæjar og Carbfix um framgang uppbyggingar. Carbfix ákvað því að færa áherslur sínar og þróa áfram möguleg verkefni í Ölfusi og Norðurþingi.
Ölfus	Í valkostagreiningu sem gerð var fyrir staðsetningu Coda stöðvar kom í ljós að í Ölfusi væru hentugar fyrir móttöku- og geymslu CO₂. Þar eru öflugir grunnvatnsstraumar og víða hægt að finna ferskt og gropið basalt. Þá er einnig aðgengi að nauðsynlegum innviðum svo sem hafnarmannvirki og dreifikerfi raforku og varma. Framkvæmdaraðili er kunnugur staðhættum í Ölfusi en vert er að benda á að Carbfix hóf starfsemi sína í Ölfusi árið 2012 og hefur stundað ítarlegar rannsóknir þar, sér í lagi á Hellisheiði og í Þrengslum, í rúman áratug við góða raun.
Norðurþing	Í fyrstu valkostagreiningu fyrir Coda stöð sem fór fram árið 2014 kom í ljós að Húsavík væri vænlegur kostur fyrir móttöku- og geymslu CO₂. Nýlegri athuganir, svo sem sérfræðigreiningar á vegum Carbfix og ÍSOR frá 2025 benda til tiltekinna svæða í Norðurþingi sem uppfylla skilyrði til staðarvals. Sérstakt tillit var tekið til jarðskjálftavirkni á svæðinu.

Í þessari matsáætlun er horft til staðsetningar Coda stöðvar í Ölfusi en önnur, sjálfstæð matsáætlun verður unnin fyrir mögulega Coda stöð á Norðausturlandi. Í framhaldinu er ráðgert að halda áfram með gerð umhverfismatsskýrslu fyrir annað hvort svæðið þar sem greint verður frá ástæðum fyrir vali á því svæði.

Markmið Carbfix er að finna staðsetningu Coda stöðvar þar sem áhrif á íbúa, náttúru og annan iðnað verða sem minnst. Af þessum sökum er fyrirhugað framkvæmdasvæði í Ölfusi víðfeðmt, það er um 2.145 ha að stærð.

Framkvæmdasvæðið er í eigu Ríkissjóðs Íslands (Landnúmer: L171780). Landeigandi er upplýstur og samþykkur því að land hans sé tekið fyrir í þessari matsáætlun.

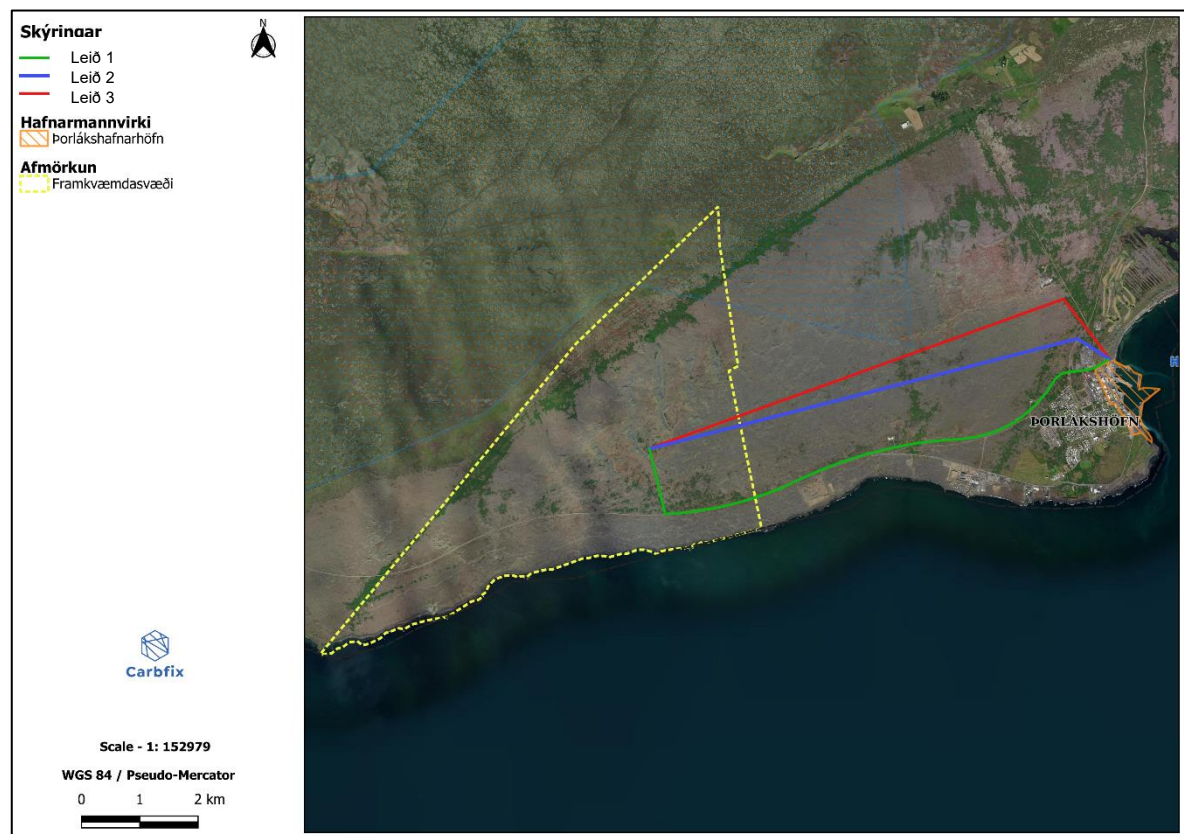
Í febrúar 2025 undirrituðu Carbfix og Sveitarfélagið Ölfus viljayfirlýsingu um uppbyggingu Coda stöðvar. Endanleg staðsetning Coda stöðvarinnar mun byggjast á greiningu staðarvalkosta innan framkvæmdasvæðis.

5.2 Tæknilegir kostir

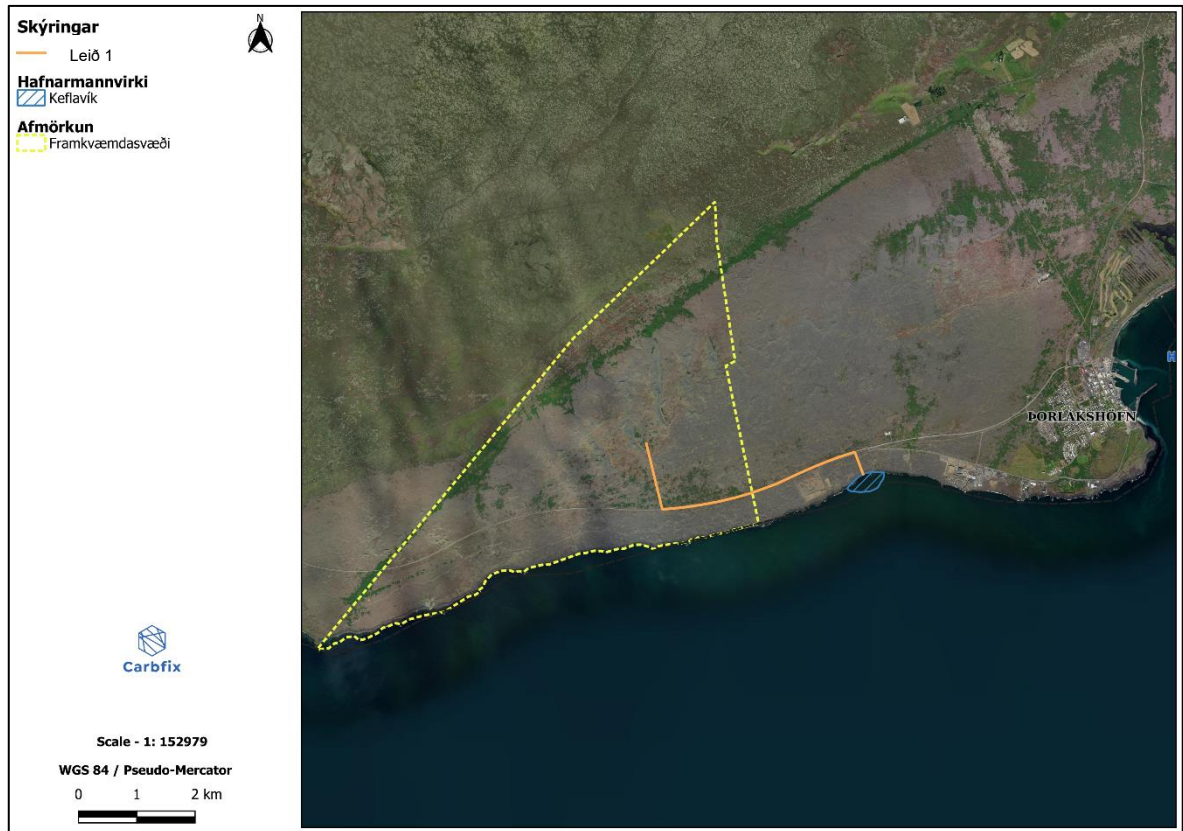
Í töflu 5.2 er gerð grein fyrir þeim valkostum sem verða til skoðunar í umhverfismati. Val á aðalvalkosti verður byggt á samspili tæknilegra atriða og niðurstöðum umhverfismats.

Tafla 5.2 Tæknilegir valkostir sem verða til skoðunar í umhverfismati.

Valkostir	Lýsing
Staðsetning og fjöldi borteiga og niðurdælingarhola	Fjöldi borteiga og niðurdælingarhola mun ráðast af tæknilegum- og jarðfræðilegum forsendum. Endanlegt val á aðalvalkosti varðandi staðsetningu og fjölda borhola verður byggt á niðurstöðum úr rannsóknum á geymslugeymi sem og niðurstöðum úr rannsóknum sem framkvæmdar verða í tengslum við umhverfismatið, svo sem rannsóknarborunum, líkanreikningum og fornleifaskráningu.
Geymslutankar fyrir CO₂	Þeir valkostir sem eru til skoðunar varða stærð, lögun og lárétta eða lóðrétta stöðu geymslutankanna.
Lagnir	Til skoðunar eru mismunandi leiðir frá hafnarsvæði að framkvæmdasvæði (myndir 5.1 og 5.2) og innan borteiga er til skoðunar að hafa lagnir ofan- eða neðanjarðar.
Holutoppsbúnaður	Til skoðunar eru mismunandi útgáfur af hlífðarbúnaði yfir niðurdælingarholur svo sem skýli (holutoppshús) yfir niðurdælingarholur eða svokallaða holukjallara sem lágmarka sjáanleg ummerki á yfirborði.



Mynd 5.1 Mögulegar útfærslur lagnaleiðar frá Þorlákshafnarhöfn að niðurdælingarsvæði.



Mynd 5.2 Möguleg útfærsla lagnaleiðar frá Keflavíkurhöfn að niðurdælingarsvæði

Í umhverfismatsskýrslu verður nánar greint frá fjölda og staðsetningu niðurdælingarhola og borteiga eftir valkostum og þeir sýndir á korti.

Í umhverfismatsskýrslu verður fjallað um val á aðalvalkosti og ástæður fyrir því, að teknu tilliti til umhverfisáhrifa.

5.3 Núllkostur

Núllkostur felur í sér óbreytt ástand og að ekki verður af framkvæmd. Með núllkosti myndu markmið framkvæmdar ekki nást. Í umhverfismatsskýrslu verður aðalvalkostur borinn saman við núllkost.

6 Aðferðafræði við mat á umhverfisáhrifum

6.1 Matsferlið og viðmið

Umhverfismatið er unnið samkvæmt lögum nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana. Málsmeðferðin er stigskipt, sjá mynd 6.1, þar sem lagaleg skylda er að tryggja aðkomu opinberra aðila, hagsmunaaðila og almennings.

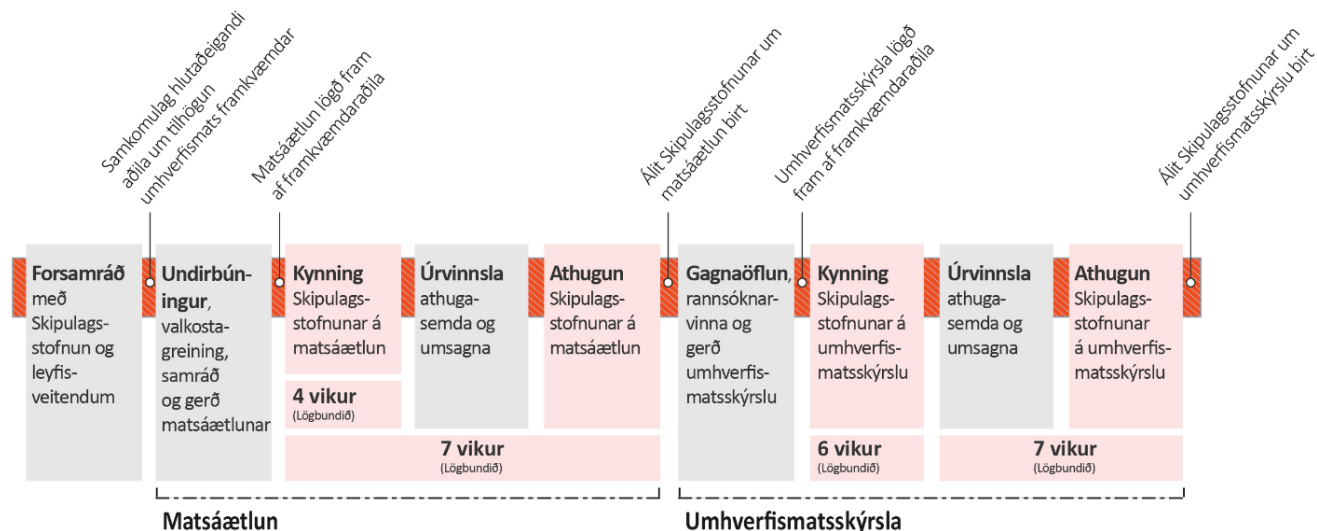
Vinna við mat á umhverfisáhrifum hefst með gerð þessarar matsáætlunar. Mikilvægt er að greina eins fljótt og unnt er hvaða umhverfisþættir gætu orðið fyrir áhrifum vegna framkvæmdarinnar. Einnig fer fram mat á því hvaða hlutar framkvæmdarinnar eru taldir líklegastir til að valda mestum umhverfisáhrifum og hvers eðlis þau áhrif eru. Við greiningu áhrifa er m.a. stuðst við:

- upplýsingar um staðhætti og umhverfi.
- ábendingar staðkunnugra, umsagnaraðila, leyfisveitenda, sérfræðinga og annarra er málið varðar.

Carbfix leggur áherslu á náíð samráð við sveitarstjórn, landeigendur og nærsamfélag og að hefja samtal við lykilhagaðila á frumstigum verkefnapróunarinnar. Verkefnið hefur verið kynnt og rætt við fulltrúa sveitarfélagsins Ölfuss og kynnt á opnum kynningarfundi fyrir almenningi.

Matsáætlun er send til Skipulagsstofnunar til opinberrar umfjöllunar þar sem stofnunin kynnir matsáætlunina fyrir almenningi og kallar eftir umsögnum frá umsagnaraðilum. Innan sjö vikna frá því að fullnægjandi gögn berast, kynnir Skipulagsstofnun álit sitt um matsáætlun. Álit Skipulagsstofnunar um matsáætlun felur í sér leiðbeiningar til framkvæmdaraðila um vinnslu, efni og framsetningu umhverfismatsskýrslu, m.a. með hliðsjón af framkomnum umsögnum.

Þegar álit Skipulagsstofnunar á matsáætlun liggur fyrir er unnt að hefja vinnu við umhverfismatsskýrslu með hliðsjón af matsáætlun og álitinu. Þegar umhverfismatsskýrsla er tilbúin er hún lögð fyrir Skipulagsstofnun, sem auglýsir framkvæmdina og umhverfismatsskýrsluna, að því gefnu að hún sé í samræmi við matsáætlun og álit Skipulagsstofnunar um hana. Þar með hefst opinbert kynningarferli. Að því loknu lýkur matsferlinu með álit Skipulagsstofnunar um umhverfismat framkvæmdarinnar, sjá nánar á mynd 6.1.



Mynd 6.1 Ferli umhverfismats framkvæmdar.

Til að greina og meta áhrif fyrirhugaðrar framkvæmdar á umhverfið er gerð grein fyrir framkvæmdinni og grunnástandi umhverfisins á framkvæmdasvæði. Við mat á áhrifum framkvæmdar á umhverfispætti er stuðst við eftirfarandi viðmið:

- Lög og reglugerðir.
- Gildandi skipulagsáætlanir.
- Aðra stefnumörkun stjórnvalda.
- Sérfræðiskýrslur.
- Umsagnir sem koma fram við samráð og kynningu.

Í umhverfismatsskýrslu verður farið nánar í flokkun áhrifa fyrir hvern umhverfispátt fyrir sig og metið hvort áhrifin komi til með að verða t.d. jákvæð, neikvæð, bein, óbein, sammögnuð eða afturkræf í samræmi við lög um umhverfismat framkvæmda og áætlana nr. 111/2021 og leiðbeiningar um flokkun, einkenni og vægi.

6.2 Umhverfispættir

Við ákvörðun um hvaða umhverfispættir skulu skoðaðir í mati á umhverfisáhrifum framkvæmda við móttöku- og geymslustöð fyrir CO₂ er horft til eiginleika framkvæmdar, verndarákvæða, viðmiða í lögum og reglugerðum og stefnu sveitarfélagsins um umhverfis- og náttúruverndarþætti.

Gerð verður grein fyrir mati á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar á eftirfarandi umhverfispætti sem talið er að geti orðið fyrir áhrifum:

- Geymslugeymir
- Loftslag
- Vatnafar
- Jarðmyndanir
- Vistgerðir og gróður
- Jarðskjálftavirkni
- Landslag og ásjúnd
- Menningarminjar
- Samfélag
- Heilbrigði og öryggi

Fjallað er um hvern og einn þessara umhverfispátta í kafla 7, þar sem gerð er stuttlega grein fyrir núverandi stöðu, fyrirbyggjandi gögnum og þeim aðferðum sem notaðar verða til að meta hvern þátt fyrir sig.

6.3 Athugunar- og áhrifasvæði framkvæmdar

Framkvæmdasvæði er það svæði sem verður fyrir beinu raski vegna bygginga, borteiga, vegagarðar, lagna og annarra framkvæmdaþátta sem skilgreindir eru í kafla 4.4 hér á undan.

Áhrifasvæði er það svæði sem verður fyrir beinum eða óbeinum áhrifum vegna framkvæmda og/eða reksturs Coda stöðvarinnar. Stærð áhrifasvæðis getur verið mismunandi eftir umhverfispáttum.

Athugunarsvæði er heildarsvæðið sem skoðað er í mati á áhrifum. Stærð athugunarsvæðis getur verið mismunandi eftir umhverfispáttum. Til að mynda er athugunarsvæði sjónrænna áhrifa mun stærra en athugunarsvæði menningarminjar, sem takmarkast við sjálft framkvæmdasvæðið, og athugunarsvæði vegna geymslugeymisins er undir yfirborðinu og nær út fyrir framkvæmdasvæðið.

6.4 Samlegðaráhrif

Í umhverfismatsskýrslu verður fjallað um möguleg samlegðaráhrif sem geta orðið vegna annarrar uppbyggingar (sjá einnig kafla 4.6 um tengdar framkvæmdir) og starfsemi í nágrenni fyrirhugaðrar framkvæmdar. Á það bæði við um rekstrar- og framkvæmdatíma.

7 Mat á umhverfisáhrifum

7.1 Geymslugeymir

7.1.1 Núverandi staða og fyrirbyggjandi gögn

Yfirborðsjarðfræði á framkvæmdasvæðinu einkennist af hraunlögum frá nútíma (um 5.200 ára gömul), þar sem efstu 100 metrnir samanstanda af bergi með háa lekt sem runnið hefur eftir ísaldarlok. Undir þessu liggur eldra berg (>1,8 milljón ára) sem samanstendur af röð basalt-hraunlaga og móbergs með millilögum af setlögum. Þessi basalhraunlög og móberg leiða öflugan grunnvatnsstraum, Selvogsstraum.

Rannsóknarholur hafa verið boraðar í nágrenni athugunarsvæðisins sem gefa hugmynd um jarðfræðilegar aðstæður undir yfirborðinu. Djúpar holur hafa ekki verið boraðar á sjálfu athugunarsvæðinu, en gert er ráð fyrir að í jarðlagastaflanum sé setlagabrep innan eldfjallaraðarinnar. Slík brep eru dæmigerð fyrir jarðfræði svæðisins og líklegt að jarðlagaskipan sé svipuð þeirri sem kom í ljós við borun djúprar rannsóknarholu í Þorlákshöfn, sú hola er um 1.100 m djúp og nær í gegnum basalt og túff og sker sjávarset við 114-146 m dýpi. Hún sýnir merki um lághita ummyndunar og smávægilegar æðar við 270-300 m dýpi. Engar djúpar borholur hafa hingað til verið boraðar vestan við Þorlákshöfn og því er þekking á berggrunninum þar takmörkuð.

7.1.1.1 Fyrirbyggjandi gögn og viðmið

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á geymslugeyminn verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- Rekstrarstarfsemi Carbfix á Hellisheiði. Þar með talið niðurdæling og geymsla CO₂ í sambærilegum jarðlög svo sem í Þrengslum, hermanir, ferilefnaprófanir, aðrar rannsóknir og vöktun.
- Gögn úr núverandi rannsóknarholum á nálægum svæðum.
- Yfirborðsmælingar á svæðinu, s.s. viðnámsmælingar

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á geymslugeyminn eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Tilskipun Evrópuþingsins og ráðsins 2009/31/EB um geymslu koltvísýrings í jörðu.
- Lög um hollustuhætti og mengunarvarnir nr. 7/1998.
- Reglugerð um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit nr. 550/2018.

7.1.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Framkvæmdin felst í niðurdælingu á CO₂ niður í jarðlög, þ.e. geymslugeyminn. Niðurdæling getur haft áhrif á geymslugeyminn á svæðinu, s.s. á poruhluta jarðlaga, seltumagn í geymslugeyminum, hitastig og þrýsting.

Boraðar verða rannsóknarholur innan athugunarsvæðisins til að fá upplýsingar um stærð og afmörkun geymslugeymisins, auka þekkingu á jarðlögum á svæðinu og til að meta möguleg áhrif á svæðið og mótvægisáðgerðir. Carbfix mun sækja um könnunarleyfi á grundvelli reglugerðar nr. 1430/2022 um geymslu koldíoxíðs í jörðu í því skyni að afla nauðsynlegra upplýsinga um geymslusvæðið.

Áætlaðar rannsóknir munu samanstanda af ýmsum þáttum sem framkvæmdar verða bæði fyrir og eftir boranir, eftir því sem við á. Í upphafi verður unnið að söfnun og greiningu fyrirbyggjandi gagna, þar á meðal jarðfræðilegrar og jarðeðlisfræðilegrar kortlagningar, fyrri rannsókna og skýrsla sem lýsa einkennum svæðisins. Rannsóknarholur verða boraðar innan skilgreinds athugunarsvæðis og verða gerðar mælingar í þeim til að kanna eiginleika fyrirhugaðs geymslugeymis. Á grundvelli

Þessara gagna verða unnin jarðfræðilíkön sem lýsa byggingu og lagskiptingu svæðisins. Í framhaldinu verður unnið að líkangerð og hermun á niðurdælingu CO₂ í jarðlög til að meta hegðun geymslugeymisins við áætlaðar rekstraraðstæður. Efnagreiningar verða gerðar á vökva í geymslugeymi til að ákvarða efna- og eðlisfræðilegt grunnástand. Einnig verður framkvæmd hermun á samspili CO₂, vökva og bergs til að meta efnahvörf og efnisflutning í jarðlögum. Þá verða unnar sérfræðiskýrslur af ÍSOR um grunnástand jarðfræði og skjálftavirkni á svæðinu.

Markmið þessara rannsókna og hermana er að veita heildstæða mynd af grunnástandi geymslugeymisins og nærliggjandi umhverfis. Sérstök áhersla verður lögð á greiningu á jarðfræðilegum, jarðefnafræðilegum og vatnafræðilegum aðstæðum; mat á viðbrögðum geymslugeymisins við niðurdælingu CO₂, þar á meðal mögulegum flutningsleiðum og þrýstingsbreytingum; greiningu á þáttum sem kunna að hafa áhrif á virkni og geymslugetu geymisins; spá um langtímahegðun niðurdælds CO₂; mat á geymslugetu svæðisins og heppileika þess sem niðurdælingarsvæði; og mótun viðeigandi vöktunar- og mótvægisáðgerða. Rannsóknirnar munu einnig áætla hvort niðurdæling í geymslugeyminn geti haft áhrif á aðra notendur á svæðinu, s.s. á nærliggjandi grunnvatnsborholur.

Út frá niðurstöðum rannsókna á geymslugeyminum og hæfni svæðisins til niðurdælingar CO₂ verður unnt að meta

- hvert grunnástand geymslugeymisins er, þar með talið jarðfræðileg, vatnafræðileg og jarðefnafræðileg einkenni hans.
- hvernig niðurdæling CO₂ mun hafa áhrif á eiginleika geymslugeymisins, þar á meðal hugsanlegar breytingar á hita, seltu og þrýstingi, auk færslu á fyrirliggjandi vökva í jarðlögum.
- hvaða lykilferlar eru líklegir til að eiga sér stað í geyminum meðan á niðurdælingu stendur og eftir hana, og hvernig mun geymirinn bregðast við.
- hvaða þættir kunna að hafa áhrif á geymslu og langtímaþöðugleika niðurdælds CO₂, þar á meðal mögulegar flutningsleiðir.
- hver áætluð geymslugeta geymslugeymisins er.

7.2 Loftslag

7.2.1 Núverandi staða og fyrirliggjandi gög

Losun gróðurhúsalofttegunda heldur áfram að aukast á heimsvísu. Samkvæmt nýjustu samantektarskýrslu Milliríkjanefndar Sameinuðu þjóðanna um loftslagsmál (IPCC) hefur þegar orðið 1,1°C hnattræn hlýnun umfram hitastig fyrir iðnbyltingu (1850-1900) (IPCC, 2023). Samkvæmt skýrslunni er búist við 2,1–3,4°C hnattrænni hlýnun árið 2100 umfram hitastig fyrir iðnbyltingu miðað við framkvæmdar lögfestar stefnur aðildarríkja Sameinuðu þjóðanna (e. implemented policies), sé ekki gripið til frekari aðgerða. Umfang hlýnunar er í beinu hlutfalli við uppsafnaða losun CO₂ og annarra gróðurhúsalofttegunda. Samfara hlýnun verða aftakaatburðir í veðri algengari, til að mynda meiri öfgar í hitabylgjum, þurrkum og ofsarigningum (IPCC, 2023). Þörf er á ríkri samvinnu þjóða sem birtist meðal annars í því að Ísland, sem er aðili að Parísarsamningi S.þ. tekur þátt í sameiginlegu markmiði aðildarríkja ESB, auk Íslands og Noregs, sem er 55% samdráttur í losun árið 2030 miðað við 1990. Til að ná þessu markmiði þurfa ríkin í sameiningu að draga úr samfélagslosun¹ um 40%. Ekki liggur fyrir hlutdeild Íslands í samdrætti í samfélagslosun en samkvæmt bráðabirgðaútreikningum verður hún um 41% (Loftslagsráð, e.d.). Parísarsamningurinn felur einnig í sér skuldbindingu um að halda hnattrænni hlýnun undir 2°C og leitast við að takmarka hækkun

¹ Samfélagslosun er losun utan gildissviðs viðskiptakerfis ESB og án losunar frá alþjóðaflugi, alþjóðasiglingum, innanlandsflugi, landnotkun, breyttri landnotkun og skógrækt. Hún inniheldur aðallega losun frá vegasamgöngum, landbúnaði, sjávarútvegi, jarðvarmavirkjunum, efnanotkun og úrgangi.

hitastigs við 1,5°C. Til að sú sviðsmynd nái fram að ganga þarf heimurinn að hafa náð kolefnishlutleysi árið 2050.

Föngun og geymsla CO₂ (e. carbon capture and storage (CCS)) er hluti af lausnamenginu sem dregið er fram í skýrslu IPCC (IPCC, 2023). Föngun og geymsla CO₂ er skilgreind sem ómissandi lausn (e. critical mitigation 78 option) í orkugeiranum, sementsframleiðslu, og efnaiðnaði samkvæmt skýrslu IPCC. Einnig kemur fram að núverandi hagnýting föngunar og geymslu CO₂ á heimsvísu sé langt undir því sem þyrfti samkvæmt þeim sviðsmyndum sem takmarka hnattræna hlýnun við 1,5°C eða 2,0°C árið 2100. Þær sviðsmyndir IPCC þar sem næst að stöðva hnattræna hlýnun við 1,5°C eða 2,0°C er reiknað með að föngun og binding/geymsla CO₂ árið 2050 sé á bilinu 0 – 13 Gt CO₂ á ári með miðgildi í kringum 3 Gt CO₂ á ári (IPCC, 2023). Þá hefur Alþjóðaorkumálastofnunin (IEA) sett fram vegvísi um hvernig megi ná alþjóðlegu kolefnishlutleysi árið 2050 en í þeirri sviðsmynd er þörf á föngun og bindingu á 1,7 Gt af CO₂ á ári, árið 2030 og 7,6 Gt af CO₂ á ári, árið 2050 (IPCC, 2022).

Fyrirliggjandi gögn

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á loftslag verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- Nýjustu skýrslur Milliríkjanefndar Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (IPCC), AR6.
- Ritryndar vísindagreinar Carbfix.
- Lífsferilsgreiningar fyrir sambærileg verkefni

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á loftslag eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Lög um loftslagsmál nr. 70/2012
- Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um aðgerðir í loftslagsmálum.
- Græni sáttmálinn (e. *Green Deal*), loftslagsmarkmið Evrópusambandsins.
- Loftslagsráðstefna Sameinuðu þjóðanna (e. *Conference of Parties*).
- Aðgerðaáætlun íslenskra stjórnvalda í loftslagsmálum.
- Loftslagsstefna höfuðborgarsvæðisins

7.2.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Þeir framkvæmdaþættir sem geta haft áhrif á loftslag eru kjarnastarfsemi Coda stöðvar niðurdæling CO₂, geymsla þess og binding í berggrunni, auk byggingar og orkuþarfar stöðvarinnar.

COWI mun vinna lífsferilsgreiningu fyrir verkefnið. Greining verður unnin fyrir ferlið frá föngun CO₂ til niðurdælingar þess og verður sérstaklega horft til gróðurhúsaáhrifa.

Út frá niðurstöðum lífsferilsgreiningar og greiningu á fyrirliggjandi gögnum verður unnt að meta

- hvaða þættir uppbyggingar og reksturs geymslusvæðis Carbfix eru líklegir til að hafa áhrif á loftslag.
- með hvaða hætti framkvæmdin muni mögulega auka eða draga úr losun gróðurhúsalofttegunda.
- hvort framkvæmdin hafi möguleg áhrif á markmið stjórnvalda, Orkuveitusamstæðunnar og Carbfix um losun gróðurhúsalofttegunda.
- hvernig niðurdæling CO₂ samræmist markmiðum og aðgerðaáætlun stjórnvalda í loftslagsmálum.

7.3 Vatnafar

7.3.1 Núverandi staða og fyrirliggjandi gögn

Við niðurdælingu er CO₂ leyst í vatni og kallar framkvæmdin því á vatnsöflun. Fyrirhugað er að nota bæði ferskvatn og jarðsjó til niðurdælingar.

Á framkvæmdasvæðinu er eftirfarandi grunnvatnshlot:

- 104-290-G Selvogsstraumur 3

Ekki er búið að ástandsmeta grunnvatnshlotið og er magnstaða og efnafræðilegt ástand þess óþekkt. Vatnshlotið hefur ekkert skráð álag.

Nyrsti hluti framkvæmdasvæðisins er innan grannsvæðis vatnsverndar, samkvæmt aðalskipulagi Ölfuss. Um er að ræða grannsvæði vatnsbóla ofan byggðar í vestanverðu Ölfusi, sem nær frá Herdísarvík að Hveragerði (VG1).

7.3.1.1 Fyrirliggjandi gögn og viðmið

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á grunnvatn verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- [Vatnavefsjá](#) Umhverfisstofnunar.
- Gögn úr núverandi rannsóknarholum á nálægum svæðum.
- Yfirborðsmælingar á svæðinu, s.s. viðnámsmælingar.

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á grunnvatn eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Lög nr. 36/2011 um stjórn vatnamála.
- Vatnaáætlun 2022-2027.
- Reglugerðir nr. 796/1999 og 797/1999 um varnir gegn mengun vatns og grunnvatns.
- Reglugerð nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun.
- Stefnum í Aðalskipulagi Ölfuss 2020-2036.

7.3.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Fyrirliggjandi gögn um grunnvatn og yfirborðsvatn verða yfirfarin og greind, þar með talið fyrri rannsóknir og umhverfismatsskýrslur sem unnar hafa verið vegna fiskeldisframkvæmda í nágrenninu. Byggt á þeirri þekkingu verður ráðist í nýja gagnaöflun og vöktun til að dýpka skilning á grunnástandi og meta hugsanleg áhrif framkvæmdarinnar. Þessar aðgerðir fela meðal annars í sér sýnatöku á grunnvatni úr bæði fyrirliggjandi og nýjum borholum innan og í nágrenni við framkvæmdasvæðið, auk sýnatöku úr yfirborðsvatni til að meta gæði vatns í nálægum vatnsföllum og öðrum vatnsbólum. Til að fylgjast með sveiflum í grunnvatnsstöðu verða grunnvatnsmælur settir upp og reknir í völdum holum. Þá verður þróað sértækt grunnvatnslíkan sem tekur mið af samspili grunnvatns og yfirborðsvatns og mun nýtast til að meta hvernig vatnstaka og niðurdæling kunna að hafa áhrif á magn og gæði grunnvatns. Gerð verður greining og líkangerð á grunnvatnsauðlindinni til að meta möguleg áhrif af fyrirhugaðri vatnstöku og niðurdælingu. Vatnafræðilegar rannsóknir og líkanagerð verða framkvæmdar til að áætla stað- og svæðisbundnar vatnsborðsbreytingar vegna framkvæmdar. Mat á áhrifum á grunnvatn mun því byggja á niðurstöðum rannsókna á grunnvatni, gögnum um grunnvatnsstrauma og niðurstöðum úr líkangerð geymslugeymisins.

Gengið verður úr skugga um að áhrifamat liggi fyrir þau vatnshlot sem framkvæmdin getur haft áhrif á svo unnt sé að meta möguleg áhrif framkvæmdarinnar á umhverfismarkmið þeirra.

Út frá niðurstöðum rannsókna á vatnafari verður unnt að meta

- hvaða þættir framkvæmdar geta skapað hættu fyrir vatnsvernd og hversu mikil sú hættu er.
 - Munu framkvæmdir fara fram á fjarsvæði, grannsvæði eða brunnsvæði vatnsverndarsvæða.
 - Hvert verður umfang vatnstöku vegna framkvæmdar og getur hún haft áhrif á grunnvatnsrennsli á svæðinu þar á meðal notkun annarra aðila á grunnvatnsstrauminn.
- hvaða þættir framkvæmdar gætu valdið mengun vatns og hver áhrif slíkrar mengunar gætu orðið.
 - Er hættu á mengun vegna olíuleka frá borunartækjum eða uppsetningu niðurdælingarbúnaðar.
 - Er hættu á mengun vegna efna sem notuð eru við borun.

- Er hætt á mengun grunnvatns ef leki verður frá leiðslum eða fóðringum niðurdælingarhola á rekstrartíma.
- hver áhrif framkvæmdar geta verið á vatnsgæði.
 - Getur styrkur olíu í grunnvatni farið yfir viðmiðunarmörk ef leki verður frá búnaði.
 - Getur styrkur efna í grunnvatni farið yfir viðmiðunarmörk ef gashlaðið vatn berst í grunnvatn nærri niðurdælingarholum.
 - Verða breytingar á seltumagni í grunnvatni.

Grunnvatn verður vaktað í samstarfi við aðra aðila sem nýta grunnvatn við Þorlákshöfn og útbúin verður raunsæ og skilvirk viðbragðsáætlun sem mun byggja á upplýsingum frá öllum þeim aðilum sem nýta vatn á svæðinu. Með því móti verður hægt að fylgjast með því hvort grunnvatnsbreytingar eða seltuaukningar stefna í að fara yfir ásættanleg mörk og þá hægt að bregðast tímanlega við til að koma í veg fyrir umhverfisslys.

7.4 Jarðmyndanir

7.4.1 Núverandi staða og fyrirbyggjandi gögn

Berggrunnur framkvæmdasvæðisins samanstendur af hrauni sem runnið hefur á nútíma frá eldstöðvakerfum á Reykjanesskaga, einkum Brennisteinsfjallakerfi og Hengilskerfinu. Um er að ræða basísk og ísúr hraunlög.

Stærstur hluti athugunarsvæðisins er á Leitahrauni. Hraunið er um 5.200 ára gamalt og kemur úr gígnum Leiti, suðaustan undir Bláfjöllum. Margir hellar eru í hrauninu. Vesturhluti athugunarsvæðisins er á Selvogsheiði, hún er af óvissum aldri en er þó meira en 7.500 ára (Árni Hjartarson, 2007).

7.4.1.1 Fyrirliggjandi gögn og viðmið

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á jarðmyndanir verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- Jarðfræðikort ÍSOR.
- Loftmyndir

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á jarðmyndanir eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Lög nr. 60/2013 um náttúruvernd.
- Náttúruminjaskrá – friðlýst svæði, aðrar náttúruminjar og tillögur NÍ að svæðum á framkvæmdaáætlun.
- Stefnum í Aðalskipulagi Ölfuss 2020-2036.

7.4.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Við mat á áhrifum verður stuðst við jarðfræðikort og gögn úr borholum. Í umhverfismatsskýrslu verður gerð grein fyrir jarðfræði svæðisins, verndargildi jarðmyndana og lagt mat á flatarmál þess svæðis þar sem vænta má beins rasks á jarðmyndanir.

Út frá niðurstöðum rannsókna á jarðmyndunum verður unnt að meta

- hvort einhverjar jarðmyndanir á athugunarsvæðinu séu fágætar á lands og/eða heimsvísu.
- hvort einhverjar jarðmyndanir/jarðminjar á athugunarsvæðinu séu friðaðar eða njóti verndar skv. 61. gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd.
- hver sé líkleg áhrif framkvæmdarinnar á jarðmyndanir og hvert umfang þeirra áhrifa verður.
- hvort og þá hvaða mótvægisaðgerðir gætu dregið úr áhrifum framkvæmda á jarðmyndanir.

7.5 Vistgerðir og gróður

7.5.1 Núverandi staða og fyrirbyggjandi gögn

Svæðið einkennist af hraunlendisvistgerðum. Helstu upplýsingar um svæðið liggja í flokkun Náttúrufræðistofnunar á vistgerðum, en niðurstöðum þeirrar flokkunar er lýst í fjölríti stofnunarinnar, Vistgerðir á Íslandi².

Við skoðun á vistgerðakorti Náttúrufræðistofnunar er eyðihraunavist mest áberandi en þar er einnig að finna mosahraunavist, lynghraunavist og alaskalúpínu. Eyðihraunavist hefur lágt verndargildi en mosahraunavist og lynghraunavist hafa miðlungs verndargildi. Meðfram sjónum eru grýttar fjörur sem flokkast í undirgerðirnar þangfjörur, brimsamar hnallungafjörur og hrúðurkarlafjörur. Brimsamar hnallungafjörur og hrúðurkarlafjörur hafa lágt verndargildi en verndargildi þangfjara ræðst af þangfjörugerð sem er ekki skráð á svæðinu (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2018).

7.5.1.1 Fyrirbyggjandi gögn og viðmið

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á vistgerðir og gróður verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- [Vistgerðakort Náttúrufræðistofnunar](#).
- Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54, [Vistgerðir á Íslandi](#).

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á vistgerðir og gróður eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Lög nr. 60/2013 um náttúruvernd.
- Alþjóðlegur samningur um líffræðilega fjölbreytni og Bernarsamningurinn.
- Náttúruminjasrá – friðlýst svæði, aðrar náttúruminjar og tillögur NÍ að svæðum á framkvæmdaáætlun.
- Auglýsing nr. 1385/2021 um friðun æðplantna, mosa og fléttna.
- Stefnur í Aðalskipulagi Ölfuss 2020-2036.

7.5.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Við mat á áhrifum á vistgerðir verður stuðst við fyrirbyggjandi gögn, svo sem kortlagningu Náttúrufræðistofnunar Íslands á vistgerðum og fjölríti stofnunarinnar um vistgerðir á Íslandi. Í umhverfismatsskýrslu verður gerð grein fyrir vistgerðum, verndarstöðu vistgerða og umfangi þess svæðis sem raskast, sundurliðað eftir vistgerðum. Heildarflatarmál þess lands sem líklegt er að raskist við framkvæmdir verður birt á korti. Vistgerðir sem búa yfir háu verndargildi og/eða njóta sérstakrar verndar verða merktar sérstaklega á kortið.

Út frá niðurstöðum gagna um vistgerðir og gróður verður unnt að meta:

- Hvaða vistgerðir eru á áhrifasvæði framkvæmdar og hvert verndargildi þeirra sé.
- Hvort einhverjir þættir framkvæmdar gætu haft áhrif á gróðurfar.
- Hvert sér áætlað umfang á raski vegna framkvæmdar.
- Hversu varanleg áhrif framkvæmdar verða á gróður.
- Hvernig fyrirhugaðar framkvæmdir falla að alþjóðlegum samningum um verndun, þ.e. Bernarsamningi og Samningi um líffræðilega fjölbreytni.
- Hvort vistkerfi séu á áhrifasvæði framkvæmda sem njóta verndar skv. 61. gr. laga um náttúruvernd.

² Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir, ritstj. 2016. *Vistgerðir á Íslandi*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54.

7.6 Jarðskjálftavirkni

7.6.1 Núverandi staða og fyrirliggjandi gögn

Jarðskjálftavirkni hefur verið samfelld vöktuð í Ölfusi frá árinu 1995. Fyrst með SIL-landsneti jarðskjálftamæla Veðurstofu Íslands frá 1995 og svo frá 2016 með staðbundnu jarðskjálftamælaneti Orku náttúrunnar og ÍSOR á Hengilsvæðinu, til viðbótar við SIL-landsnetið. Gögnum úr því neti er streymt í miðlægan gagnagrunn þar sem jarðskjálftar eru greindir og staðsettir í nær rauntíma og birtir á vefsíðu ÍSOR (on.isor.is).

Einungis hafa mælst stöku smáskjálftar á framkvæmdasvæðinu frá upphafi vöktunar. Talsvert meiri virkni er hins vegar á virkum svæðum fyrir norðan og austan svæðið, t.d. á Hellisheiði og á Suðurlandi (Veðurstofa Íslands, e.d.).

Almennt séð er ekki talið að grunn niðurdæling líkt og áformuð er í Ölfusi valdi örvaðri jarðskjálftavirkni sökum þess að jarðskorpan í efstu 2 km á Íslandi er talin of veik til þess að brotna í jarðskjálftum. Þannig hefur t.d. ekki orðið vart við örvaða skjálftavirkni í tengslum við grunna vatnsniðurdælingu í Þrengslum, á Nesjavöllum, í Hveragerði, á Hofstöðum, Eskifirði, á Laugalandi, og við Þeistareyki (Egill Árni Guðnason og Þorbjörg Ágústsdóttir, 2023). Gert er ráð fyrir að dælt verði niður grunnar niðurdælingarholur, allt að 1000 m að dýpt, en til samanburðar eru niðurdælingarholur Orku náttúrunnar á Hellisheiði allt að 2.500 m djúpar og ná þær því niður í virkan hluta jarðskjálftasprungna á svæðinu. Þrýstingsbreytingar vegna niðurdælingar geta þannig helst valdið aukinni skjálftavirkni, eða örvaðri skjálftavirkni á dýpi meira en 2 km eða í virkjum misgengjum líkt og í háhitakerfinu á Hellisheiði.

Þorlákshöfn er næsta íbúabyggð við framkvæmdasvæðið en hún er í um 5 km fjarlægð.

7.6.1.1 Fyrirliggjandi gögn og viðmið

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á jarðskjálftavirkni verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- Staðsetningar á jarðskjálftum frá Veðurstofu Íslands.
- Jarðskjálftagögn frá ÍSOR.

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á jarðskjálftavirkni eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Reglur Orkustofnunar um viðbúnað og viðbrögð við jarðskjálftavá vegna losunar vökva í jörðu um borholur, nr. OS-2016-R01-01.
- Seismic Assessment in the Greater Straumsvík Area, ÍSOR-2023/042

7.6.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Við mat á áhrifum á jarðskjálftavirkni verður stuðst við forkönnun á jarðskjálftahættu á svæðinu vegna fyrirhugaðrar niðurdælingar í Ölfusi. Í umhverfismatsskýrslu verður fjallað um niðurstöðu forkönnunar á skjálftavirkni og lagt mat á áhrif niðurdælingar á jarðskjálftavirkni. Framkvæmdaraðili mun setja upp tvær jarðskjálftamælistöðvar nær framkvæmdasvæðinu en þær sem þegar eru til staðar og framkvæma mælingar í borholum, þ.m.t. þrýstingsmælingar, og fylgjast með vísbendingum sem benda til tilvistar jarðlaga með mjög litla lekt á svæðinu en slík lög geta þanist út og valdið langdrægum spennubreytingum á svæðinu.

Framkvæmdaraðili mun láta líkanreikninga ná til meira dýpis en borholur ná til þannig að hægt sé að haga framkvæmd þannig að líkur á örvaðri skjálftavirkni séu lágmarkaðar.

Út frá niðurstöðum rannsókna á jarðskjálftavirkni verður unnt að meta

- hver er jarðskjálftavirkni á svæðinu við grunnástand.
- hvaða þættir framkvæmdar séu líklegir til að hafa áhrif á jarðskjálftavirkni.
 - Horft til mismunandi útfærslu niðurdælingar, líkt og magns, hitastigs, staðsetningar.
- hver áhrif framkvæmda verða á jarðskjálftavirkni á svæðinu eða í grennd við svæðið.

- Horft til nálægðar við íbúabyggð og iðnaðarsvæði.

7.7 Landslag og ásjúnd

7.7.1 Núverandi staða og fyrirbyggjandi gögn

Fyrir liggur kortlagning á landslagsgerðum (e. *landscape character type*) og lýsing þeirra á landsvísu (EFLA og LCU, 2020). Í þeirri flokkun fellur svæðið undir yfirflokkinn *virð / ung eldfjallasvæði (4)* og þar í landslagsgerðina *ung hraun á láglendi (4.4)*. Landslagsgerðin einkennist af ungu hraunasvæði á láglendi við strendur, staðsettu á virka eldstöðvabeltinu. Hraun eru úfin en gróin og þar má finna sérstakar jarðmyndanir.

7.7.1.1 Fyrirbyggjandi gögn og viðmið

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á landslag og ásjúnd verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- Landslag á Íslandi: Flokkun og kortlagning landslagsgerða á landsvísu (Efla og LUC, 2020).
- Vefsíða Ferðamálastofu Íslands um áhugaverða viðkomustaði á Íslandi (sjá: <https://geo.alta.is/fms/stadir/>).
- [Vistgerðakort náttúrufræðistofnunar](#).
- Aðalskipulag Ölfuss 2020-2036.
- Náttúruminjasrá.

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á landslag og ásjúnd eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Lög nr. 60/2013 um náttúruvernd.
- Evrópski landslagssáttmálinn.
- Fjölbreytileiki landslags, náttúrulegt yfirbragð og sérstaða þess.
- Gildi landslags og hversu viðkvæmt landslagið er fyrir breytingum.
- Stefnum í Aðalskipulagi Ölfuss 2020-2036.

7.7.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Mannvirkjagerð er sá þáttur framkvæmdarinnar sem mun hafa hvað mest áhrif á landslag og ásjúnd. Helstu byggingar framkvæmdarinnar munu hýsa rafbúnað í tengslum við niðurdælingu á CO₂ á niðurdælingarsvæði auk mannvirkja og geymslutanka við höfnina þar sem CO₂ verður geymt á vökvaformi. Unnar verða ásjúndarmyndir, þ.e. tölvugerðar líkanmyndir sem sýna hugsanlegt útlit mannvirkja framkvæmdarinnar í landslaginu.

Til að meta áhrif framkvæmdanna á landslag og ásjúnd verður notast við framangreinda kortlagningu á landslagsgerðum ásamt ásjúndarmyndum.

Út frá niðurstöðum framangreindra gagna verður unnt að meta:

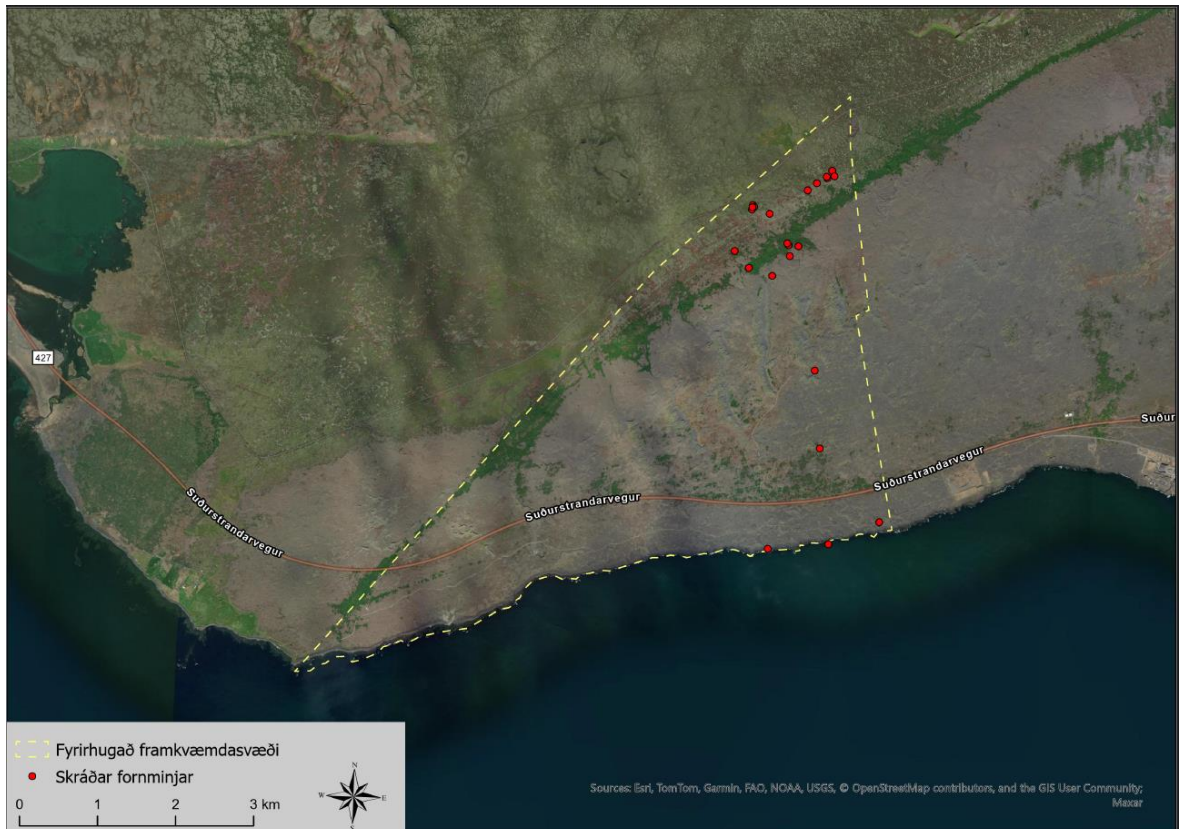
- hvaða áhrif framkvæmdin mun hafa á landslagið og gildi þess.
- hver áhrifin verða frá völdum sjónarhornum.
- hverjir séu helstu viðtakar sjónrænna áhrifa.
- hvort framkvæmdin muni hafa áhrif á landslag sem telst ósnortið, einstakt og/eða sjaldgæft.

7.8 Menningarminjar

7.8.1 Núverandi staða og fyrirbyggjandi gögn

Fornleifar á athugunarsvæðinu voru kortlagðar í aðalskráningu fornleifa í Ölfusi. Skráningin fór fram á vegum Fornleifastofnunar Íslands á árunum 2012-2018 og voru þar kannaðir áður óskráðir minjastaðir innan sveitarfélagsins. Á athugunarsvæði framkvæmdarinnar eru skráðar 23 minjar.

Á mynd 7.1 má sjá þær minjar sem hafa verið skráðar í sveitarfélaginu.



Mynd 7.1 Skráðar fornminjar á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði.

7.8.1.1 Fyrirbyggjandi gögn og viðmið

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á menningarminjar verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- Aðalskráning fornleifa í Ölfusi.
- Vefsíða Minjastofnunar Íslands.
- Skrá um friðlýstar fornleifar.

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á menningarminjar eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Lög um menningarminjar nr. 80/2012.

7.8.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Fornleifar á svæðum þar sem jarðrask er fyrirhugað verða skráðar og mældar upp á framkvæmdasvæði vegna borplana, vegslóða, lagna og móttökubyggingar. Gerð verður grein fyrir áhrifum framkvæmda á fornleifar innan athugunarsvæðis.

Til þess að unnt sé að meta áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á fornleifar þarf fornleifaskráning að fara fram. Um er að ræða framkvæmdasvæði vegna borplana, vegslóða, lagna og móttökubyggingar. Við vettvangsskráningu verður svæðið rannsakað. Í því felst að allir minjastaðir innan marka svæðisins

verða skráðir, þeim lýst og allar sýnilegar minjar verða mældar upp og ljósmyndaðar. Að auki verður gengið kerfisbundið um svæðið í leit að áður óþekktum fornleifum. Að skráningu lokinni verða öll gögn færð inn í gagnagrunn, kort gert þar sem minjastaðir eru sýndir og afstaða þeirra til mannvirkja auk þess sem niðurstöður skráningarinnar verða teknar saman í skýrslu. Niðurstöður skráningarinnar verða birtar í umhverfismatsskýrslu og nýttar til að meta áhrif á fornleifar.

Út frá fornleifaskráningu og fyrirbyggjandi gögnum um menningarminjar verður unnt að meta

- hvort þekktar fornleifar séu á áhrifasvæði framkvæmda og þá hvar þær séu staðsettar.
- hvort fornleifar séu innan athugunarsvæðis, sem eru friðlýstar samkvæmt lögum nr. 80/2012 um menningarminjar.
- hvert minjagildi minja er á svæðinu.
- hvort fornleifar verði fyrir raski vegna framkvæmda og þá hvert umfang áhrifa verður.
- hvort og þá hvaða mótvægisáðgerðir gætu dregið úr áhrifum framkvæmda á minjar.

7.9 Samfélag

7.9.1 Núverandi staða og fyrirbyggjandi gögn

Coda stöðin er hluti af uppbyggingu á grænum þekkingariðnaði með tilheyrandi verðmæta- og atvinnusköpun. Framkvæmdasvæðið er vestan við Þorlákshöfn.

7.9.1.1 Fyrirbyggjandi gögn og viðmið

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á samfélag verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- Aðalskipulag Ölfuss 2020-2036.
- Töluleg gögn frá Hagstofu Íslands.

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á samfélag eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Aðalskipulag Ölfuss 2020-2036.
- Áðgerðaáætlun íslenskra stjórnvalda í loftslagsmálum.

7.9.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Í umhverfismatsskýrslu verður fjallað um fjölda beinna og afleiddra starfa vegna uppbyggingar, tegund starfa og menntunarstig. Lagt verður mat á fjárhagsleg áhrif framkvæmdarinnar og samfélagslegan ábata af föngun og niðurdælingu CO₂.

Stefnt er að rannsóknnum á samfélagslegum áhrifum framkvæmdarinnar sem hluta af vöktun með framkvæmdinni.

7.10 Heilbrigði og öryggi

7.10.1 Núverandi staða og fyrirbyggjandi gögn

Áhrif á heilbrigði og öryggi geta verið margþætt og í stórrí framkvæmd eru ýmsir framkvæmdaþættir sem taka þarf til athugunar.

Öryggi á hafnarsvæði og leki CO₂ í niðurdælingarferli

Geymslutankar fyrir CO₂ verða staðsettir á hafnarsvæði og CO₂ verður leitt úr geymslutönkum á hafnarsvæði að borteigum á framkvæmdasvæði í gaslögnum sem verða einangraðar og grafnar í jörðu. Myndir 5.1 og 5.2 sýna mögulegar lagnaleiðir frá hafnarsvæði að framkvæmdasvæði.

Hljóðvist

Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði eru hljóð frá náttúrunnar hendi ráðandi, s.s. ölduniður og hljóð frá veðri og vindum. Suðurstrandarvegur liggur um svæðið svo núverandi hljóðmengun er helst frá

umferð. Hafnaraðstaða verður nýtt til affermingar á CO₂ og má því ætla að þar séu helstu uppsprettur hávaða löndunarkrani og skip, sem flytja farm til og frá höfninni.

7.10.1.1 Fyrirliggjandi gögn og viðmið

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á heilbrigði og öryggi verður stuðst við eftirfarandi gögn og rannsóknir:

- Umferðartölur Vegagerðarinnar.
- Vindatlas Veðurstofu Íslands.
- Aðalskipulag Ölfuss 2020-2036.
- Hljóðstigsmælingar sem gerðar hafa verið við jarðborun.

Við mat á áhrifum framkvæmdarinnar á heilbrigði og öryggi eru eftirfarandi viðmið lögð til grundvallar:

- Lög um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum.
- Reglugerð um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit.
- Reglugerð um hávaða nr. 724/2008.
- Reglugerð nr. 1430/2022 um geymslu koldíoxíðs í jörðu.

7.10.2 Áætlun um mat á umhverfisáhrifum

Öryggi á hafnarsvæði og leki CO₂ í niðurdælingarferli

Í umhverfismatsskýrslu verður fjallað um möguleg áhrif á öryggi og heilbrigði fólks sem og vistkerfi sjávar ef kemur til leka úr CO₂ geymslutönkum, leiðslum eða geymslusvæði, með þeim afleiðingum að gas dreifist.

Til þess að unnt sé að meta áhrif leka CO₂ á heilbrigði og öryggi verður unnið áhættumat fyrir framkvæmdina, dreifingarlíkan vegna mögulegs leka úr geymslutönkum á hafnarsvæði og áhættumat vegna leka við bilanir eða slys í niðurdælingarferli, á og undir yfirborði.

Út frá niðurstöðum framangreindra gagna verður unnt að meta

- hvort hættu er á að leki hafi áhrif á heilbrigði og öryggi fólks.
- hver líkleg áhrif leka eru á nærliggjandi sjávarkerfi ef gas frá hafnarsvæði er leitt í átt að sjó.
- áhrif CO₂ leka frá niðurdælingarkerfi og holutoppi vegna skemmda á búnaði eða galla í uppsetningu.
- áhrif CO₂ leka í niðurdælingarferli.

Hljóðvist

Þeir framkvæmdaþættir sem geta helst haft áhrif á hljóðvist eru borun niðurdælingar- og rannsóknarhola og sjóflutningar vegna flutnings á CO₂ til hafnar. Sjóflutningar eru tengd framkvæmd en áhrif þeirra á hljóðvist verða metin í umhverfismatsskýrslu sem og áhrif jarðborana.

Lagt verður mat á áhrif Coda stöðvarinnar á hljóðvist á framkvæmda- og rekstrartíma stöðvarinnar. Hugað verður að því hvort landnýting á áhrifasvæði framkvæmdar sé viðkvæm fyrir því hljóði sem berast mun frá framkvæmdinni.

Út frá niðurstöðum framangreindra gagna verður unnt að meta

- hverjar helstu uppsprettur hávaða á framkvæmda- og rekstrartíma verða.
- hvernig framkvæmdir munu koma til með að breyta hljóðvist í nágrenni framkvæmdasvæðisins og hversu varanleg áhrifin verða.
- hvort viðkvæmir viðtakar séu á svæðinu, s.s. merktar göngu-, reið- eða hjólaleiðir þar sem hljóðstig verður meira en nú.
- hvort hljóðstig verði innan viðmiðunarmarka sem sett eru fram í viðauka við reglugerð nr. 724/2008 um hávaða.

7.11 Umhverfisþættir sem ekki verða metnir

Mikilvægur hluti af vinnu við matsáætlun er að skilgreina þá umhverfisþætti sem eru viðkvæmir og gætu orðið fyrir áhrifum með uppbyggingu framkvæmdar og skoða þarf nánar í umhverfismati verkefnisins. Að sama skapi er einnig mikilvægt að undanskilja þá þætti sem ekki er talin sérstök þörf á að skoða nánar í umhverfismati.

Við skoðun á fyrirbyggjandi gögnum í þessu verkefni telur framkvæmdaraðili ekki þörf á að fjalla frekar um fuglalíf þar sem framkvæmdir munu skerða tiltölulega lítinn hluta búsvæða fugla auk þess sem svæðið er fjarri innan mikilvægra fuglasvæða skv. kortlagningu Náttúrufræðistofnunar Íslands.

Út frá niðurstöðum umhverfismats sem var unnið fyrir Coda stöð í Straumsvík er ekki talin þörf á því að meta áhrif framkvæmdarinnar á staðbundin loftgæði. Í Straumsvík voru áhrif metin óveruleg þar sem Coda stöð er ekki talin hafa nein áhrif á staðbundin loftgæði og áhrif sjóflutninga, tengdra framkvæmda, voru metin minniháttar. Líkt og í Straumsvík eru veðuraðstæður á svæðinu heppilegar með tilliti til dreifingar á hugsanlegri loftmengun þar sem algengustu vindáttir blása mengunarefnum af landi og út á sjó. Samráð verður haft við Umhverfis- og orkustofnun og sveitarfélagið Ölfus um hvernig best sé að standa að vöktun vegna áhrifa skipaumferðar á loftgæði.

8 Kynning og samráð

8.1 Matsáætlun

Carbfix hefur haft það að markmiði að halda reglulegar kynningar og samráð á verkefninu fyrir íbúa og hagaðila. Þann 27. janúar 2025 var haldinn íbúafundur í Versölum í Þorlákshöfn þar sem kynnt voru áform um uppbyggingu og rekstur Coda stöðvar í Ölfusi. Markmið fundarins var að kynna verkefnið og hefja samtal um mótun þess við íbúa sveitarfélagsins. Síðan þá hafa verið haldnir þrír smærri fundir á veitingastaðnum Heima Bistro í Þorlákshöfn þar sem fulltrúar Carbfix hafa mætt á staðinn og átt opið samtal við íbúa.

Samkvæmt lögum nr. 111/2021, um umhverfismat framkvæmda og áætlana, hefur almenningur tækifæri til að gera athugasemdir við þessa matsáætlun á meðan kynningu Skipulagsstofnunar stendur. Kynning Skipulagsstofnunar fer fram í skipulagsgátt stofnunarinnar á vefslóðinni: <https://skipulagsgatt.is/>. Þar geta áhugasamir kynnt sér öll gögn málsins og einnig sent inn athugasemdir og ábendingar um umhverfismat framkvæmdarinnar.

Skipulagsstofnun leitar einnig umsagna umsagnaraðila í samræmi við framangreind lög þar sem fram skal koma hvort umsagnaraðili hafi athugasemdir við það hvernig framkvæmdaraðili hyggst vinna að umhverfismati framkvæmdarinnar, út frá sínu starfssviði.

Framkvæmdaraðili fær tækifæri til að bregðast við þeim umsögnum og athugasemdum sem berast og senda Skipulagsstofnun, sem kynnir álit sitt um matsáætlun eftir að fullnægjandi gögn hafa borist. Álit Skipulagsstofnunar felur í sér leiðbeiningar til framkvæmdaraðila um vinnslu, efni og framsetningu umhverfismatsskýrslu.

8.2 Umhverfismatsskýrsla

Við gerð umhverfismatsskýrslu verður öllum heimilt að koma á framfæri ábendingum og athugasemdum auk þess sem framkvæmdaraðili mun leita álits hjá umsagnaraðilum og Skipulagsstofnun ef þörf krefur.

Þegar umhverfismatsskýrsla framkvæmdaraðila liggur fyrir kynnir Skipulagsstofnun hana fyrir almenningi. Á kynningartímanum mun umhverfismatsskýrslan liggja frammi á aðgengilegum stað nærri framkvæmdasvæði og hjá Skipulagsstofnun í sex vikur, sem jafnframt er sá frestur sem almenningi er gefinn til að koma skriflegum umsögnum á framfæri við Skipulagsstofnun. Samhliða leitar stofnunin umsagna umsagnaraðila eftir eðli máls hverju sinni, þar á meðal leyfisveitenda, þar sem meðal annars er mikilvægt að fram komi hvort umsagnaraðili hafi athugasemdir við umfjöllun í umhverfismatsskýrslu út frá starfssviði umsagnaraðila. Ef tilefni er til getur Skipulagsstofnun, í samráði við framkvæmdaraðila, ákveðið að kynna framkvæmd og umhverfismatsskýrslu á opnu húsi, kynningarfundum eða á annan hátt. Framkvæmdaraðili fær tækifæri til að bregðast við þeim umsögnum sem berast og senda Skipulagsstofnun. Þegar fullnægjandi viðbrögð framkvæmdaraðila liggja fyrir skal Skipulagsstofnun, að sjö vikum liðnum, gefa út álit sitt um umhverfismat Coda stöðvar í Ölfusi í samræmi við 24. gr. laga nr. 111/2021.

9 Heimildir

- Aradottir, Edda & Sonnenthal, Eric & Bjornsson, Grimur & Jonsson, Hannes. (2011). *Reactive transport modeling of CO₂ mineral sequestration in basaltic rocks*. AGU Fall Meeting Abstracts. 1297-.
- Árni Hjartarson. (2007). *Ölfus - Selvogur. Jarðfræðikort 1:25.000, jarðlagalýsing, myndun og mótun lands*. ÍSOR-2007/063. Íslenskar orkurannsóknir, Reykjavík
- Carbfix. (23. júní 2025). *Orka náttúrunnar og Carbfix gera Hellisheiðarvirkjun ON nær kolefnishlutlausu*. <https://www.carbfix.com/newsmedia/orka-natturunnar-og-carbfix-gera-hellishei%C3%B0arvirkj>
- Carbfix. (e.d.). *Scientific Papers*. <https://www.carbfix.com/scientific-papers>
- Clark, D. E., Oelkers, E. H., Gunnarsson, I., Sigfússon, B., Snæbjörnsdóttir, S. Ó., Aradóttir, E. S., & Gíslason, S. R. (2020). CarbFix2: CO₂ and H₂S mineralization during 3.5 years of continuous injection into basaltic rocks at more than 250 °C. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 279, 45–66. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2020.03.039>
- Climate Analytics and NewClimate Institute. (e.d.). *CAT Thermometer*. Climate. Climate Action Tracker. <https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/>
- Directorate-General for Climate Action. (e.d. -a). *Innovation Fund projects*. European Commission. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/innovation-fund-projects_en
- Directorate-General for Climate Action. (e.d. -b). *Reducing emissions from the shipping sector*. European Commission. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-shipping-sector_en
- Directorate-General for Climate Action. (e.d. -c). *Scope of the EU ETS*. European Commission. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/scope-eu-ets_en
- Egill Árni Guðnason og Þorbjörg Ágústsdótti (2023). *Seismic Assessment in the Greater Strumsvík Area*. ÍSOR
- Equinor. (2019, 12. júní). *Sleipner partnership releases CO₂ storage data*. <https://www.equinor.com/news/archive/2019-06-12-sleipner-co2-storage-data>
- Equinor. (e.d.). *Northern Lights*. <https://www.equinor.com/energy/northern-lights>
- Greensand. (e.d.). *Project Greensand*. <https://greensandfuture.com/>
- Hagstofa Íslands. (2025). *Mannfjöldi: Sveitarfélög og byggðarkjarnar*. <https://hagstofa.is/talnaefni/ibuar/mannfjoldi/sveitarfelog-og-byggdakjarnar/>
- Loftslagsráð. (e.d.). *Skuldbindingar Íslands*. https://loftslagsrad.is/heim/loftslagsbreytingar/skuldbindingar_islands/
- Mannvit og Carbfix. (2023). *Niðurdæling CO₂ til geymslu í jörðu á Hellisheiði (Umhverfismatsskýrsla)*. <https://island.is/s/skipulagsstofnun/gagnagrunnur-umhverfismats/Nidurdaeling-CO2-til-geymslu-i-jordu-a-Hellisheidi-Sveitarfelaginu-Olfusi-9-6-2023>
- Matter, J. M., Stute, M., Snæbjörnsdóttir, S. Ó., Oelkers, E. H., Gíslason, S. R., Aradóttir, E. S., Sigfússon, B., Gunnarsson, I., Sigurdardóttir, H., Gunnlaugsson, E., Axelsson, G., Alfredsson, H. A., Wolff-Boenisch, D., Mesfin, K., De La Reguera Taya, D. F., Hall, J., Dideriksen, K., & Broecker, W. S. (2016). Rapid carbon mineralization for permanent disposal of anthropogenic carbon dioxide emissions. *Science*, 352(6291), 1312–1314. <https://doi.org/10.1126/science.aad8132>

- Orkuveitan. (e.d.). *Carbfix*. <https://orkuveitan.is/en/environment/climate-issues/carbfix/>
- Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir, F. Wiese, Thrainn Fridriksson, Halldór Ármannsson, Gunnlaugur M. Einarsson og Sigurdur R. Gislason. (2014). CO₂ storage potential of basaltic rocks in Iceland and the oceanic ridges. *Energy Procedia*, 63, 4585–4600. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.11.491>
- Stjórnarráð Íslands. (18. júní 2019). *Viljayfirlýsing stjórnvalda, stóriðjunnar og Orkuveitu Reykjavíkur um hreinsun og bindingu kolefnis*. <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir/stok-frett/2019/06/18/Viljayfirlýsing-stjornvalda-storidjunnar-og-Orkuveitu-Reykjavíkur-um-hreinsun-og-bindingu-kolefnis/>
- Stjórnarráð Íslands. (2024). *Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum*. <https://www.co2.is/>
- T. M. Ratouis, S. Ó. Snæbjörnsdóttir, M. J. Voigt, B. Sigfússon, G. Gunnarsson, E. S. Aradóttir og V. Hjörleifsdóttir. (2022). Carbfix 2: A transport model of long-term CO₂ and H₂S injection into basaltic rocks at Hellisheidi, SW-Iceland. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 114, 103586. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2022.103586>
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.* <https://doi.org/10.59327/ipcc/ar6-9789291691647>
- Vala Hjörleifsdóttir, Garðar Ingvason, Thomas Ratouis, Gunnar Gunnarsson, Sandra Ósk Snæbjörnsdóttir og Bergur Sigfússon. (2021). Ten years of induced earthquakes in the Húsmúli CO₂ injection site, Hellisheiði, Iceland. *SEG Global Meeting Abstracts*. 96-100.
- Veðurstofa Íslands. (e.d.). *Skjálfta-Lísa*. <https://skjalftalisa.vedur.is/index.html#/page/map>
- Von Strandmann, P. A. E., Burton, K. W., Snæbjörnsdóttir, S. O., Sigfússon, B., Aradóttir, E. S., Gunnarsson, I., Alfredsson, H. A., Mesfin, K. G., Oelkers, E. H., & Gislason, S. R. (2019). Rapid CO₂ mineralisation into calcite at the CarbFix storage site quantified using calcium isotopes. *Nature Communications*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10003-8>
- Wiese, F., Fridriksson, T., & Ármannsson, H. (2008). *CO₂ fixation by calcite in high - temperature geothermal systems in Iceland*. <https://orbit.dtu.dk/files/130764725/Wiese2008.pdf>