

# Nýsköpunarverkefni á sviði loftslags- og umhverfismála

OR samstæðan hefur verið í fararbroddi í rannsóknum og nýsköpun á sviði loftslags- og umhverfismála undanfarinn áratug.

Dæmi um nýsköpunarverkefni unnin í samstarfi við háskólasamfélagið, atvinnulífið og sveitarfélög árið 2022:

- **Sporlétt vinnsla jarðhita.** Árið 2018 hlaut OR ásamt samstarfsaðilum ríflega tveggja milljarða króna styrk úr Horizon 2020 Rannsókn- og nýsköpunaráætlun ESB. Styrkurinn er til verkefnisins GECO (Geothermal Energy and Climate Outlook) sem byggist að stórum hluta á Carbfix-niðurdælingaraðferðinni. Með GECO verkefninu verður Carbfix aðferðin þróuð enn frekar og dælt niður í fjórar gerðir berggrunns til að prófa hvort hún reynist eins vel þar og sýnt hefur verið fram á í íslensku basalti. Innan verkefnisins er unnið að undirbúningi tilraunaföngunar og -förgunar koltvíoxíðs og brennisteinsvetnis við Nesjavallavirkjun sem áætluð er vorið 2023. Auk þessa er unnið að undirbúningi tilraunareksturs 2. skrefs hreinsunar á koltvíoxíði við Hellisheiðarvirkjun til að undirbyggja hagnýtingu þess í Jarðhitagarði ON. Sjá nánar hér að neðan.
- **Sporlétt Hellisheiðarvirkjun.** OR samstæðan stefnir að kolefnishlutleysi árið 2030. Eigi það að verða að veruleika þarf að fjarlægja nánast allt koltvíoxíð í vinnslurás virkjana Orku náttúrunnar. Megintilgangur með fyrstu áföngum lofthreinsistöðvarinnar við Hellisheiðarvirkjun var að draga úr losun brennisteinsvetnis en um leið var unnt að draga úr losun koltvíoxíðs frá virkjuninni. Niðurstöður greininga, sem eru byggðar á rekstri lofthreinsistöðvarinnar frá árinu 2014, sýna að unnt er að nýta sömu tækni til að draga enn frekar úr losun koltvíoxíðs frá virkjuninni eða allt að 95%, binda það í berg og/eða nýta í verðmætasköpun. Ennfremur verður unnt að fjarlægja nánast allt brennisteinsvetni og binda í berg. Árið 2021 fékkst 600 milljóna króna styrkur í verkefnið Silfurberg, frá Innovation Fund, nýsköpunarsjóði Evrópusambandsins, til að byggja upp þessa lofthreinsistöð. Hönnun er hafin á lofthreinsistöð á tilraunaskala við Nesjavallavirkjun en þar er einnig gert ráð fyrir 95% niðurdælingu á koltvíoxíði 2030.
- **Kolefnisföngun úr andrúmslofti á Hellisheiði.** Carbfix og Orka náttúrunnar halda áfram samstarfi við svissneska fyrirtækið Climeworks sem sérhæfir sig í að fanga koltvíoxíð úr andrúmsloftinu. Um er að ræða verkefni af stórum skala sem byggir á reynslu af tilraunaverkefni um samþættingu föngunar koltvíoxíðs úr andrúmslofti og bindingu þess í bergi sem staðið hefur yfir við Hellisheiðarvirkjun frá árinu 2017. Það verkefni var hluti af Carbfix2 verkefninu sem er styrkt af H2020 rannsóknar- og nýsköpunaráætlun Evrópusambandsins. Árið 2021 var fyrsta loftsuguver sinnar tegundar (Orca) gangsett í Jarðhitagarði ON. Árið 2022 hófust framkvæmdir við loftsuguverið Mammoth í Jarðhitagarði ON, í samstarfi við Carbfix og Orku náttúrunnar, sem mun tífalda núverandi afköst föngunar og förgunar á koldíoxíði úr andrúmslofti á svæðinu. Gert er ráð fyrir að nýja stöðin verði gangsett árið 2023. Áframhaldandi þróun og stækkun verkefnisins mun leggja lóð á vogarskálar þess að halda hlýnun jarðar innan marka Parísarsamkomulagsins.
- **Tilraunir til að binda CO<sub>2</sub> í jarðlögum með sjó í Helguvík.** Carbfix hóf boranir í Helguvík á árið 2022 og verður borholan nýtt í tilraunir með að nota sjó til að binda CO<sub>2</sub> í jarðlögum. Verkefnið nefnist Sæberg (e. CO<sub>2</sub>SeaStone) og er samstarfsverkefni Carbfix og ETH Zurich, Háskóla Íslands, ÍSOR, háskólanna í Genf og Lausanne og University College í London. Verkefnið er hluti af stærra þróunarverkefni, DemoUpCARMA, sem leitt er af ETH Zurich og gengur út á að prófa og þróa nokkrar mismunandi tæknilausnir til að fanga, nýta, flytja og farga CO<sub>2</sub> frá Sviss, ýmist til að ná fram neikvæðri losun eða minnka hana með því að fanga frá iðnaði sem ekki á gott með að

draga úr sinni losun. Meðal lausna sem DemoUpCARMA er að skoða er að fanga CO<sub>2</sub> frá iðnaði, flytja það til Rotterdam og þaðan með skipi til Íslands, þar sem það verður leyst í sjó fyrir niðurdælingu og steindabindingu með Carbfix aðferðinni. Fyrstu gámarnir frá Sviss eru komnir til landsins til niðurdælingar á Hellisheiði, en alls er gert ráð fyrir að Carbfix fargi 1.000 tonnum í þessum tilraunafasa sem varir í eitt ár. Verkefnið er styrkt af Eurostars, Rannís, og orku- og umhverfismálaskrifstofum svissneskra stjórnvalda. Reykjanesbær er þátttakandi í verkefninu með því að veita Carbfix aðstöðu í Helguvík. Þá styðja Samskip verkefnið með flutningi á CO<sub>2</sub> í gámum frá Rotterdam til Íslands.

- **Coda-Terminal í Straumsvík.** Árið 2022 hlaut Carbfix 16 milljarða styrk frá nýsköpunarsjóði Evrópusambandsins til uppbyggingar á móttöku- og förgunarmiðstöðinni Coda Terminal (Sódastöðinni) í Straumsvík. Miðstöðin verður sú fyrsta sinnar tegundar í heiminum. Boranir hófust á svæðinu árið 2022 og er áætlað að starfsemi hefjist þar um mitt ár 2026 og nái fullum afköstum árið 2031. Mat á umhverfisáhrifum vegna framkvæmdarinnar hófst árið 2022. Þessu tengt var í desember 2022 undirrituð viljayfirlýsing um uppbyggingu Coda Terminal á milli Carbfix, Coda Terminal, Hafnarfjarðarbæjar og Rio Tinto á Íslandi.
- **Vetnisframleiðsla í Jarðhitagarðinum.** Orka náttúrunnar framleiðir vetni við Hellisheiðarvirkjun í tilraunaskyni sem hófst sem hluti af þróunarverkefni á vegum Evrópusambandsins, Hydrogen Mobility Europe. Orkuframleiðsla í virkjuninni er nýtt til vetnisframleiðslu á þeim tímum sem minni eftirspurn er eftir rafmagni og nýtist vetnið fyrir almenning og atvinnulíf vegna orkuskipta í samgöngum. Vetni hefur verið framleitt í Jarðhitagarði ON við Hellisheiðarvirkjun frá árinu 2020 og er ennþá eini vetnisframleiðandinn í landinu. Vetni getur nýst eitt og sér til að knýja farartæki eða blandað við koltvísýring í metanól eða skylda framleiðslu. Skeljungur hefur séð um að dreifa vetninu. Það eru miklir möguleikar fólgnir í vetni sem orkugjafa t.d. fyrir þung ökutæki, vinnuvélar, skip og flugvélar og orkumál á Íslandi.
- **Orkuskipti í samgöngum á Íslandi.** Verkefnið „Hlöðum betur“ er hluti af stærra evrópsku rannsóknarverkefni, SPARCS, sem OR ásamt ON, Veitum og Reykjavíkurborg eru þátttakendur í. Það er styrkt af nýsköpunarsjóði Evrópusambandsins, Horizon 2020 og er verkefnið „Hlöðum betur“ fjármagnað að hluta til með styrknum. Rannsóknin hér á landi mun gefa góða innsýn í hvernig rafbílaeigendur hlaða og nota bílana sína og gefa mikilvægar upplýsingar fyrir álagsstýringu á stórum skala.

Hlöðum betur mun prófa mismunandi aðferðir til álagsstýringar með rafbílaeigendum yfir tveggja ára tímabil en aðferðunum er hægt að skipta í tvo meginflokkka. Annars vegar eru það aðferðir sem byggja á breytingum á verðskrá og hins vegar aðferðir sem byggja á beinni stýringu á hleðsluafli. Sjá nánar: <https://www.or.is/um-or/nyskopunfraedsla/hlodum-betur>

- **Djúpborun** er verkefni sem gengur útá að bora dýpra ofan í jarðhitakerfi á háhitasvæðum – þ.e. ofan í rætur þeirra. Markmiðið er að þróa aðferðir til að vinna varmaorkuna úr þessum djúpu heitu jarðlögum og stækka þannig hið vinnanlega jarðhitakerfi niður á við. Enn þarf að leysa tæknilegar áskoranir svo þetta sé gerlegt. OR og Orka náttúrunnar eru þátttakendur í nokkrum styrkverkefnum á vegum Evrópusambandsins (GeoPRO, HotCase, GeConnect, COMPASS) og sjóðsins Geothermica (HEATSTORE, DEEPEN) sem miða að því mæta þessum áskorunum. Í tengslum við verkefnið DEEPEN voru 500 jarðskjálftamælar ásamt þrem ljósleiðarastrengjum við mælingar sumarið 2021 – en aldrei hafa jafnmargir jarðskjálftamælar verið við mælingar á Íslandi áður. Fyrirhugað er að þrjú djúpborunarholan á Íslandi, IDDP-3, verði boruð á Hengilssvæðinu á næstu fimm árum í samstarfi við önnur orkufyrirtæki og er undirbúningur á því verkefni hafinn.

- **Stjórnun örvaðrar skjálftavirkni.** COSEISMIQ verkefnið miðar að því að skilja hvað hefur áhrif á örvaða skjálftavirkni og hvernig má stjórna henni. Verkefnið er styrkt af Geothermica sjóðnum. Rekið er umfangsmikið mælanet í kringum Hengilinn og eru mælar Orku náttúrunnar á svæðinu góð viðbót. Svokölluð forðalíkön eru notuð til að herma hvernig hiti, þrýstingur og spenna breytast með vinnslu og niðurdælingu og spá fyrir um hvernig það hefur áhrif á skjálftavirknina. Markmiðið er að þróa tól sem getur hjálpað til við að spá fyrir um skjálftavirkni vegna fyrirhugaðrar vinnslu og niðurdælingar, þannig að hægt verði að bregðast við áður en til hennar kemur.
- **Bætt auðlindanýting á lághitasvæðum til framtíðar.** Í RESULT verkefninu, sem styrkt er af Geothermica sjóðnum, er betri auðlindanýting á jarðhitasvæðum í þéttbýli skoðuð. Hér á landi er sjóninni beint að Elliðaáarsvæðinu sem hefur lengi verið nýtt til vinnslu á heitu vatni og verður hugað að því hvernig nýtingin hefur haft áhrif á svæðið. Ennfremur verða lagðar fram tillögur um hvernig best er að nýta svæðið til framtíðar á sjálfbæran hátt.
- **Bætt auðlindanýting á háhitasvæðum til framtíðar með blöndun vatns í hitaveitu á höfuðborgarsvæðinu.** Árið 2018 hófst vinna við rannsóknarverkefni sem snýr að sameiningu hitaveitukerfis höfuðborgarsvæðisins. Kerfið er tvískipt; annars vegar með upphitað grunnvatn frá jarðvarmavirkjunum Orku náttúrunnar og hins vegar með lághitavatn frá Veitum. Þessum tveimur gerðum vatns má ekki blanda saman vegna myndunar útfellinga. Markmiðið er að breyta vinnslu á heitu vatni hjá virkjunum Orku náttúrunnar þannig að þar verði framleitt vatn sem unnt er að blanda við lághitavatn í dreifikerfi hitaveitu höfuðborgarsvæðisins án þess að mynda útfellingar. Auk þessa mun verkefnið auka hámarksafl úr núverandi virkjuðum auðlindum, auka nýtingarhlutfalli varmaframleiðslu virkjana sem skilar sér í minni auðlindasóun ásamt því að draga úr umhverfisáhrifum. Rannsóknir lofa góðu og hafa þegar nýst vegna vatnaskipta og sumarhvíldar lághitasvæða á höfuðborgarsvæðinu. Takist verkefnið hefst uppsetning ferlisins á smáum skala á Hellisheiði til að sanna virkni í sambærilegu kerfi og verður byggt upp að lokum í fullum skala. Áætlað er að rannsóknahluta verkefnisins ljúki 2024.
- **Gæði neysluvatns.** Innleiðing á rauntíma örverumælingum stendur yfir. Markmiðið er að skapa rauntímasýn til i) aukins skilnings á samspili örverumengunar og veður- og umhverfispáttá, ii) til að stýra vatnstöku ávallt eftir bestu gæðum og hámarka þannig neyslumeðhöndlun, sér í lagi þegar veðuratburðir ógna vatnsgæðum á vatnstökusvæðum og iii) tryggja bestu neyslugæði alla leið til neytandans. Frumufaðisjár Veitna eru nú orðnar fimm.
- **Framtíðarsýn neysluvatnsforða.** Unnin hefur verið framtíðarsýn forðamála fyrir Reykjavík og Akranes, sem byggir á spá um neysluvatnspörf til ársins 2060. Í framtíðarspám er jafnframt lagt mat á mögulega hámarks eftirspurn sem getur skapast á þurrum og sólríkum sumardögum. Loftslagslíkön benda til að tíðni öfgaatburða í veðurfari muni aukast á næstu árum þannig að búast má við að aðstæður sem leiði til hámarksálags verði tíðari á næstu áratugum. Meiri tíma þarf hins vegar til að meta hvernig árið raungerast.
- **Forðaöflun hitaveitu:** Unnið er að stefnuverkefni með OR um að búa til Vegvísi fyrir allar hitaveitur þar sem forði er kortlagður og unnin eftirspurnarspá til framtíðar. Vinnu fyrir hitaveitu höfuðborgarsvæðisins og HAB lauk á þessu ári. Á næstu árum heldur vinnan áfram fyrir næstu veitur en næst verður farið í veituna á Stykkishólmi.
- **Betri yfirsýn á safn- og dreifikerfi.** Unnið er að nokkrum verkefnum sem miða að betri yfirsýn yfir ástand, notkun og bilanir í kerfum Veitna með stafrænum mælum, sjálfvirkum gagnagreiningaraðferðum og kerfislíkönnum.

Rafveitan ásamt OR og ON hófu haustið 2022 tveggja ára verkefnið „Hlöðum betur“ sem miðar að

Því skoða möguleika til stýringar/mótunar á rafbílaálagi með það að markmiði að draga úr aflaukningu og nýta þannig betur þá innviði sem þegar eru til staðar. Fyrstu niðurstöður benda til að álag vegna rafbíla sé umtalsvert meira en fyrri vísbendingar bentu til. Sjá einnig umfjöllun um Orkuskipti í samgöngum á Íslandi að ofan.

Átaksverkefni er í stýringu og yfirsýn í flæði orku um dreifikerfi rafmagns. Með betri upplýsingum má reka kerfið nær þolmörkum og seinka eða sleppa ákveðnum fjárfestingum, en jafnframt byggja upp kerfið þar sem gögn sýna að þörf er á.

Hitaveitan vinnur að verkefnum sem miða að betri yfirsýn yfir ástand, notkun og bilanir í kerfunum með stafrænum mælum, sjálfvirkum gagnagreiningaraðferðum og kerfislíkönum.

- **Framtíðarsýn dreifikerfis rafmagns.** Vinnu er lokið við heildar framtíðarsýn fyrir dreifikerfi rafmagns sem skoðar heildstætt og ber saman ólíkar leiðir til að byggja upp kerfið með það að markmiði að mæta auknu álagi vegna orkuskipta tímanlega og á þann hátt sem lágmarkar þær framkvæmdir sem þarf til að reka öruggt dreifikerfi.
- **Nýting á fráveituúrgangi.** Mikið magn úrgangs fellur til hjá Veitum úr því skólpi sem fráveitan tekur á móti frá viðskiptavinum. Hluti úrgangsins er orkuríkur og getur verið ríkur af næringarefnum og öðrum verðmætum. Hann hefur verið urðaður með tilheyrandi losun gróðurhúsalofttegunda og sóun verðmæta. Veitum er í mun að draga úr þessari urðun, einkum þess hluta sem er lífbrjótanlegur. Fráveitan undirbýr endurnýtingu á fráveituúrgangi eins og sandi, seyru, fitu og ristarúrgangi enda er urðun og þar með sóun þessara verðmæta tímaskökkja og ekki í anda innleiðingar hringrásarhagkerfis. Vinna við mat á fýsileika endurnýtingar á sandi úr skólphreinsistöðvum hófst í ársbyrjun 2022, en það verkefni fékk styrk frá umhverfs- orku og loftslagsráðuneyti. Rannsóknin lofar góðu en búist er við að henni ljúki sumarið 2023.
- **Nýsköpunar og þróunarverkefni tengd hagkvæmari og bættri nýtingu jarðvarma.** Orka náttúrnar tekur þátt í þremur H2020 Evrópustyrkverkefnum sem snúa að bætum rekstri, hagkvæmni og nýtingu; GeoHex, GeoSmart og OptiDrill:
  - **GeoHex:** Verkefnið hófst árið 2019 og áætlað að því ljúki í lok árs 2023. Markmið verkefnisins er að þróa nýja málhúðun fyrir varmaskipta til að auka nýtni þeirra í gegnum aukna varmaleiðni og minni viðloðun útfellinga. Notaðar verða t.d. myndlausar húðanir til þess að minnka tæringu og viðloðun útfellinga á varmaskiptum. Prófanir hafa verið gerðar á tæringar- og úfellingapolnum (anti-scaling) húðunum, ásamt varmapensluprófunum á húðunum í tvívökvakerfi (ORC) í raunumhverfi í Hellisheiðavirkjun.
  - **GeoSmart:** Verkefnið hófst árið 2019 og áætlað að því ljúki 2024. Markmið verkefnisins er að hanna aðferðir til að auka arðsemi af jarðvarmanýtingu þar sem horft er til orkugeymslu, orkusveiflu og orkunýtni. Þróun verður tækni til að geyma umfram varmaorku sem er framleidd á lágálagstímum (á nóttinni) og nýta hana á háálagstímum (að degi til). Með þessar tækni verður hægt að dreifa og jafna álagið á jarðvarmaverinu yfir sólahringinn og auka þannig sveigjanleika í framleiðslu. Nýtni í slíku kerfi verður aukin með „hybrid“ kælikerfi og kerfi hannað til að minnka útfellingar.
  - **OptiDrill:** Verkefnið hófst árið 2021 og stefnt að því ljúki 2024. Markmið verkefnisins er að besta bortækni til að minnka borkostnað, allt að 30% af heildarkostnaði. Hluti borverksins verður sjálfvirknivætt með gervigreind, þar sem viðeigandi göng frá mismunandi jarðsvæðum/-lögum verða sett inn hermunarhugbúnaðinn.