

North Tech Energy ehf.
Hátúni 45
105 REYKJAVÍK

Reykjavík, 19.4.2017
Tilvísun: OS2016100011/50.4.3
Verknúmer: 1070000

Efni: Fylgibréf með leyfi til leitar og rannsókna á jarðhita á tveimur rannsóknarsvæðum utan netlaga við Reykjaneshrygg og fyrir Norðurlandi

Orkustofnun vísar til umsóknar North Tech Energy ehf. kt. 620612-0810, dags. 13. janúar 2017, sem barst Orkustofnun sama dag í tölvubréfi, um rannsóknarleyfi með vísan til 1. mgr. 2. gr. laga nr. 73/1990 um eignarrétt íslenska ríkisins að auðlindum hafsbotnsins, hafsbotnslaga, þ.e. leyfi til leitar og rannsókna á jarðhita á tveimur rannsóknarsvæðum utan netlaga, við Reykjaneshrygg og fyrir Norðurlandi. Svæðin eru hnitsett á kortum sem fylgdu umsókninni.

Tilgangur rannsókna er að afla gagna til að meta hversu tiltekin háhitasvæði á hafsbotni geti verið vænleg til raforkuframleiðslu. Rannsóknarsvæðin sem sótt var um voru afmörkuð í samráði við Íslenskar orkurannsóknir (ÍSOR) að teknu tilliti til fyrirliggjandi þekkingar ÍSOR á jarðhitasvæðum í sjó. Hnitsetning svæðis var leiðrétt, miðað við umsókn af Orkustofnun, í samráði við umsækjanda og ÍSOR.

Sótt var um rannsóknarleyfi til þriggja ára og er gert ráð fyrir að rannsóknir á vettvangi geti hafist í júní 2018 og verði lokið í maí 2020. Innan þeirra tímamarka er áætlað að niðurstaða fáiast um hagkvæmni virkjunarkostsins. Óskað var eftir fyrirheiti um forgang að nýtingarleyfi, skv. 3. gr. hafsbotnslaga í allt að tvö ár eftir að gildistíma leyfis til leitar og rannsókna lýkur og um að öðrum aðila verði ekki veitt leyfi til leitar og rannsókna á leyfissvæðunum á þeim tíma, með vísan til 2. mgr. 2. gr. hafsbotnslaganna.

Rannsóknaráætlun

Samkvæmt rannsóknaráætlun, sem fylgdi umsókninni, er gert ráð fyrir jarðhitaleit, leit að fýsilegum virkjunarsvæðum háhita, með rannsóknum sem fela í sér eftirfarandi rannsóknarþætti; a) fjölgeisla dýptarmælingum, b) hátíðni hljóðendurvarpsmælingum, c) töku botnsýna, d) hitastigsmælingum með kafbát, e) efnagreiningum, f) viðnámsmælingum, g) hljóðendurvarpsmælingum og h) skjálftamælingum.

Þegar niðurstöður rannsókna liggja fyrir, hyggst leyfishafi tilgreina þrengra svæði, í samráði við Orkustofnun, til frekari rannsókna og leitarborana í samráði við þær opinberu stofnanir og umsagnaraðila, sem láta sig málið varða. Þegar kæmi að síðari stigum rannsókna, afmörkun fýsilegri svæða til mögulegar virkjunar og tilraunaborana í því sambandi, er kveðið á um það í leyfinu að framkvæmdir samkvæmt því kynnu, eftir atvikum, að vera matsskyldar samkvæmt ákvæðum laga um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000.

Sk. A.

Viðræður Orkustofnunar við umsækjanda, North Tech Energy ehf., hafa staðið yfir frá fyrra ári, þ.m.t. um leyfisveitingar til leitar og rannsókna á jarðhita á grundvelli hafsbotslaga. Umsóknin var unnin með ráðgjöf m.a. frá ÍSOR og samkvæmt leiðbeiningum Orkustofnunar áður en hún var metin fullnægjandi af Orkustofnun.

Málsmeðferð

Orkustofnun bendir á að hafsbotslögin eru takmörkuð að því er varðar orkurannsóknir til raforkuframleiðslu, sbr. 40. gr. raforkulaga nr. 65/2003 sem kveður á um að lög rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu nr. 57/1998, auðlindalög, gildi um leyfi til þess að kanna og rannsaka orkulindir til undirbúnings raforkuvinnslu. Auk þeirra skilyrða sem þar eru talin í, 18. gr. auðlindalaganna, skal umsækjandi um rannsóknarleyfi leggja fram mat á því hvernig tengja megi fyrirhugaða virkjun raforkukerfi landsins.

Orkustofnun bendir á að vísindalegar rannsóknir í landhelgi, efnahagslögsögu og landgrunni Íslands skulu háðar samþykki íslenskra stjórnvalda, sbr. 9. gr. laga um landhelgi, efnahagslögsögu og landgrunn nr. 41/1979. Samkvæmt 2. gr. hafsbotslaganna, m.a. á grundvelli síðari breytinga, má enginn leita að efnunum til hagnýtingar á, í eða undir hafsbotninum, utan netlaga, nema að fengnu skriflegu leyfi Orkustofnunar sbr. 2. gr. laga um breytingu á auðlinda- og hafsbotslögum nr. 10/2012.

Samkvæmt 5. gr. hafsbotslaga, með síðari breytingum, skal kveða á um þau atriði í reglugerð, sem umsækjandi skal tiltaka í umsókn um leitar- og rannsóknarleyfi. Þar sem slík reglugerð er ekki til staðar hefur Orkustofnun tekið mið af þeim kröfum sem gerðar eru til umsækjanda um rannsóknarleyfi samkvæmt ákvæðum auðlindalaga, *per analogium*, en í 18. gr. þeirra laga er tilgreint hvaða atriði ber að tilgreina í leyfisveitingum, auk þess sem Orkustofnun metur tæknilega færni, faglega þekkingu og fjárhagslega getu umsækjanda, m.a. á grundvelli eðlis máls og meginreglna laga um auðlindanýtingu, þ.e. auðlindalaga, raforkulaga og kolvetnislaga, til að takast á við rannsóknir sem lýst er í umsókninni.

Íslenska ríkið er eigandi allra auðlinda á, í eða undir hafsbotninum utan netlaga og svo langt til hafs sem fullveldisréttur Íslands nær samkvæmt lögum, alþjóðasamningum eða samningum við einstök ríki sbr. 1. gr. hafsbotslaganna. Hugtakið auðlind, samkvæmt hafsbotslögum, tekur til allra ólífrænna og lífrænna auðlinda hafsbotsins annarra en lifandi vera. Að mati Orkustofnunar taka lögin þannig til ólífrænna efna eins jarðhita, þ.e. varmaorku með vatn/gufu sem orkubera, sem til er orðinn vegna jarðhitavirkni undir hafsbotni. Þó lögin nefni ekki jarðhita sérstaklega sem slíkan þá leiðir það af eðli máls að jarðhiti fellur undir lögin, að mati Orkustofnunar og íslenska ríkið, sem slíkt, er eigandi hans.

 2

Orkustofnun bendir á að það er m.a. hlutverk stofnunarinnar að standa fyrir rannsóknum á orkulindum landsins og hafsbotnsins og á öðrum jarðrænum auðlindum þannig að unnt sé að meta þær og veita stjórnvöldum ráðgjöf um skynsamlega og hagkvæma nýtingu þeirra, sbr. 2. tl. 1. mgr. 2. gr. laga um Orkustofnun nr. 87/2003. Orkustofnun bendir einnig á að takmarkaðar rannsóknir hafa verið gerðar á þeim rannsóknarsvæðum sem leyfið tekur til og varða jarðhita. Á það við um landgrunnið allt. Við leyfisveitingu þessa eru m.a. sett skilyrði í rannsóknarleyfið um gagnaskil. Niðurstöður rannsókna munu þannig gagnast því hlutverki stofnunarinnar eins og að ofan er rakið. Þær rannsóknir, sem stefnt er að, verða, að mati Orkustofnunar, mjög gagnlegar fyrir íslenska ríkið, burt séð frá því hvort rannsóknirnar leiði til þeirrar niðurstöðu að orkunýting á hafsbotni reynist arðbær eða ekki. Jarðhiti er þekktur víða á hafsbotni og því gætu umræddar rannsóknir einnig gagnast íslenska vísindasamfélaginu sem og því alþjóðlega á vettvangi jarðhitarannsókna.

Orkustofnun leitaði umsagna um umsókn North Tech Energy ehf. til Náttúrufræðistofnunar Íslands og Umhverfisstofnunar með vísan til ákvæða hafsbotnslaga og til Hafrannsóknarstofnunar og Minjaverndar, eðli málsins samkvæmt. Þess var óskað að umsagnir bærust Orkustofnun fyrir 24. febrúar sl. nema í tilfelli Umhverfisstofnunar þar sem óskað var eftir að umsögn bærisk eigi síðar en 30. mars sl.

Hvorki Umhverfisstofnun né Náttúrufræðistofnun Íslands leggjast gegn umræddum rannsóknum, *sem hafa munu hverfandi áhrif á hafsbotninn, nema þegar að rannsóknarborunum kemur en talið er að áhrif borana á hafsbotninn verði lítil*, segir í umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 15. mars sl., en í umsögn Náttúrufræðistofnunar Íslands, dags. 27. febrúar sl. er lögð áhersla á að *plógar verði ekki dregnir yfir viðkvæm svæði eða náttúruperlur*. Að mati stofnunarinnar gæti þetta átt við svæði *þar sem eru hverastrýtur, sem einmitt myndast við hitauppstreymi, eða kóralar eða annað sérstætt og viðkvæmt lífríki*. Náttúrufræðistofnun Íslands telur að skilyrða eigi leyfið við að framkvæmdar verði forkannanir/rannsóknir, sem hafa það að markmiði að koma í veg fyrir röskun vegna rannsóknaraðferða á svæðum sem gætu verið verðmæt í ljósi framangreindra atriða.

Minjastofnun bendir á í umsögn sinni, dags. 22. febrúar sl., að neðansjávarfornleifafræði hafi ekki verið mikið sinnt hér á landi, en þó hafa fornleifafræðingar sem sérhæft hafa sig á því sviði nokkra reynslu í að skoða gögn, sem rannsóknaráætlun gerir ráð fyrir, í leit að minjum neðansjávar. Því telur Minjastofnun að fá þurfi fornleifafræðing, með slíka reynslu, til að skoða mæligögn, einkum þau sem verða til við fjölgeisla dýptarmælingar, til að leita að vísbendingum um fornleifar á rannsóknarsvæðunum. Komi slíkar vísbendingar í ljós á stöðum sem framkvæmdir kunna að hafa áhrif á gæti þurft að rannsaka þá staði nánar. Minjastofnun gerir ekki frekari athugasemdir við rannsóknirnar en vekur athygli á ákvæðum laga um menningarmínjar nr. 80/2012, einkum 21. og 24. gr. laganna.

Í umsögn Hafrannsóknarstofnunar, dags. 23. febrúar sl., kemur fram að þó að þær rannsóknir sem lýst er í umsókn leyfishafa virðist við fyrstu sýn ekki hafa í för með sér mikið rask, þá sé ástæða til að vekja athygli á nokkrum atriðum sem gæta verður að. Umsækjandi hefur kynnt sér ábendingar Hafrannsóknastofnunar og

ekki gert athugasemdir við þær. Þá áskilur Hafrannsóknastofnun sér rétt til frekari umsagna komi til framkvæmda í ljósi niðurstaðna rannsóknanna.

North Tech Energy ehf. hefur kynnt sér umræddar umsagnir og fallist á þær sem slíkar með erindum dags. 9. og 16. mars sl.

Afstaða Orkustofnunar

Það er mat Orkustofnunar, að virtum ákvæðum annarra gildandi réttarheimilda um auðlindanýtingu, almennum lögskýringarreglum, svo og meginreglum auðlindalaga og eðli máls, að byggja megi á hafsbotnslögum sem fullnægjandi löggjöf fyrir leit, rannsóknir og nýtingu á jarðhita á hafsbotni, utan netlaga. Sú túlkun er í samræmi við fyrri leyfisveitingar Orkustofnunar og iðnaðarráðuneytisins varðandi aðrar auðlindir hafsbotnsins, svo sem rannsóknir og/eða nýtingu á málmum, möl og sandi eða kalkþörungum svo dæmi séu nefnd. Orkustofnun samþykkti því umsókn North Tech Energy ehf. sem fullnægjandi til málsmeðferðar í ljósi lögmætis- og réttmætisreglu stjórnisýsluréttarins, einnig m.a. að virtum ákvæðum laga um Orkustofnun og markmiðum raforkulaga.

Umsækjandi hefur óskað eftir fyrirheiti um forgang að nýtingarleyfi skv. 2. gr. hafsbotnslaganna. Andstætt auðlindalögum, er Orkustofnun heimilt, samkvæmt hafsbotnslögum, að veita leyfishafa fyrirheit um forgang að nýtingarleyfi í allt að tvö ár eftir að gildistíma leyfis til leitar er lokið og um að öðrum aðila verði ekki veitt leyfi til leitar á þeim tíma á rannsóknarsvæðunum.

Þar sem um dýrar rannsóknir er að ræða og vegna mikilvægis þeirra varðandi jarðhitarannsóknir á landgrunni Íslands, er það mat Orkustofnunar að tryggja beri North Tech Energy ehf. umræddan forgang í tvö ár eftir að rannsóknartíma er lokið, þó með fyrirvara um, eftir atvikum breytta löggjöf vegna auðlindanýtingar, raforkuframleiðslu og virkjunarleyfa utan netlaga. Orkustofnun bendir einnig á að það er krafa Orkustofnunar sem leyfisveitanda, m.a. við útgáfu virkjunarleyfa, að fyrir liggi samkomulag við eiganda auðlindar og að nýtingarleyfi á jarðhita liggi fyrir við útgáfu virkjunarleyfa jarðvarmavirkjana. Þá bendir Orkustofnun á að komi til nýtingar og virkunar jarðhita á hafsbotni, eða annarra hafsbotnstengdrar orkustarfsemi, kynni ný löggjöf um slíka starfsemi að verða sett, m.a. að teknu tilliti til öryggis orkuvinnslu utan netlaga, tengingar slíkrar orkuvinnslu við ákvæði raforkulaga og annarra þátta.

Varðandi fyrirliggjandi umsókn North Tech Energy ehf., er það mat Orkustofnunar, að virtri lögmætisreglu stjórnisýsluréttarins þ.m.t. heimild Orkustofnunar til leyfisveitinga samkvæmt hafsbotnslögum, túlkun þeirra laga með hliðsjón af meginreglum auðlinda- og umhverfisréttarins um leyfisveitingar til auðlindaleitar og rannsókna, eðli máls og fordæma fyrri leyfisveitinga með vísan til jafnræðisreglu stjórnisýsluréttarins, að óréttmætt sé að hafna fram kominni umsókn North Tech Energy ehf. á grunni ófullnægjandi löggjafar.

Það er mat Orkustofnunar að umrædd umsókn North Tech Energy ehf. sé tæk til málsmeðferðar Orkustofnunar með vísan til 1. mgr. 2. gr. laga nr. 73/1990 um eignarrétt íslenska ríkisins að auðlindum hafsbotsins, að virtri 40. gr. raforkulaga nr. 65/2003, og til ákvæða 18. gr. auðlindalaga, *per analogium*, um skilyrði leyfisins.

Að mati Orkustofnunar samrýmist umrædd leyfisveiting, til að rannsaka hagkvæmni tiltekinna virkjunarkosta, markmiði raforkulaga nr. 65/2003, m.a. að fyrirhuguð virkjun sé þjóðhagslega hagkvæm og að raforkukerfi sé eftt í þágu atvinnulífs og byggðar í landinu og til að skapa forsendur fyrir samkeppni í vinnslu og viðskiptum með raforku, tryggja öryggi raforkukerfisins og hagsmuni neytenda, stuðla að nýtingu endurnýjanlegra orkugjafa, allt að teknu tilliti til umhverfissjónarmiða, sbr. 1. gr. raforkulaganna.

Orkustofnun tekur fram að rannsóknarleyfið felur ekki í sér heimild til nýtingar á auðlind. Fyrirheit um forgang að nýtingarleyfi eða virkjunarleyfi gildir í tvö ár eftir lok rannsóknarleyfisins og er þó háð gildandi lögum á þeim tíma.

Orkustofnun tekur undir umsagnir Hafrannsóknarstofnunar, Minjaverndar, Náttúrufræðistofnunar Íslands og Umhverfisstofnunar sem fylgja leyfi þessu og North Tech Energy ehf. hefur kynnt sér og fallist á.

Þá ítrekar Orkustofnun einnig það lögformlega skilyrði að önnur leyfi skuli liggja fyrir sem lög kveða á um áður en framkvæmdir hefjast. Í þessu samhengi bendir Orkustofnun á að hafsbotslögum er ekki ætlað að taka með heildstæðum hætti á umhverfismálum eða náttúruvernd, sem tengjast rannsóknum eða nýtingu þessara auðlinda utan netlaga. Um þau atriði gilda ýmis lög á sviði umhverfismála og eiga þau einnig við um rannsóknir og nýtingu samkvæmt lögnum.

Rannsóknarleyfi er leyfi til leitar og rannsókna. Rannsóknarleyfi felur í sér heimild til þess að leita að jarðhita á tilteknu svæði á leyfistímanum, rannsaka umfang, magn og afkastagetu hans og fylgja að öðru leyti þeim skilmálum sem Orkustofnun telur nauðsynlega. Niðurstöður rannsókna eru eign leyfshafa en gagnaskil til Orkustofnunar eru bundin trúnaði í 5 ár eftir að rannsóknum er lokið.

Tekið er fram í leyfinu að leyfshafa ber, á síðari hluta rannsókna, sem lýst er í rannsóknaráætluninni, þ.m.t. viðnámsmælingar, leitar- og tilraunaboranir að afmarka rannsóknarsvæði að nýju, í samráði við Orkustofnun, og gefa eftir önnur rannsóknarsvæði utan hinna nýju og minni svæða sem þá koma til nánari rannsókna. Á því stigi, komi til þess, skal North Tech Energy ehf. leggja fram mat á því hvernig tengja megi fyrirhugaða virkjun raforkukerfi landsins. Þar sem leitar- og tilraunaboranir vegna jarðhitarannsókna eru tilkynningaskyldar til Skipulagsstofnunar, sbr. 6. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum, nr. 106/2000, 1. viðauki 2.06, i., skal afstaða Skipulagsstofnunar liggja fyrir um eftir atvikum matsskyldu borananna sbr. 3. mgr. 6.gr. þeirra laga.

Í rannsóknarleyfi til handa North Tech Energy ehf. er tekið fram í 5. og 8. gr. að leyfið sé háð almennum gildandi réttarreglum á hverjum tíma. Það undanþiggi ekki leyfishafa frá því að sækja um leyfi vegna starfsemi sinnar sem að öðru leyti er mælt fyrir um í lögum. Þá er skýrt kveðið á um að leyfishafa beri í hvívetna að fara að lögum í umgengni um rannsóknarsvæði, taka tillit til umhverfissjónarmiða og eftir atvikum fornleifa. Er sérstaklega bent á að um vernd rannsóknarsvæðis gildi lög um náttúruvernd og minjavernd.

Umsækjandi hefur kynnt sér og fallist á drög að fylgibréfi þessu ásamt drögum að meðfylgjandi leyfi, sbr. staðfesting hans þess efnis með tölvubréfi, dags. þann 10. apríl sl.

Niðurstaða

Með vísan til framanritaðs og í samræmi við 1. mgr. 2. gr. laga nr. 73/1990 um eignarrétt íslenska ríkisins að auðlindum hafsbotnsins, að virtri 40. gr. raforkulaga nr. 65/2003 og með tilvísun til ákvæða 18. gr. auðlindalaga, *per analogium*, veitir Orkustofnun hér með North Tech Energy ehf. kt. 620612-0810 leyfi til leitar og rannsókna á jarðhita á tveimur rannsóknarsvæðum utan netlaga við Reykjanes hrygg og fyrir Norðurlandi sem hnitsett eru á kortum sem fylgja leyfinu og eru hluti þess.

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

Ákvarðanir Orkustofnunar er lúta að veitingu, endurskoðun og afturköllun leyfa samkvæmt hafsbotnslögum, sæta kæru til úrskurðarnefndar umhverfis- og auðlindamála skv. 6. gr. laganna. Um aðild, kærufrest, málsmeðferð og annað er varðar kærana fer samkvæmt lögum um úrskurðarnefndina nr. 130/2011. Stjórnvaldsákvæðanir Orkustofnunar sem ekki má kæra til úrskurðarnefndar umhverfis- og auðlindamála sæta kæru til ráðherra. Kæra til ráðherra skal vera skrifleg. Um meðferð máls fer að öðru leyti skv. ákvæðum stjórnisýslulaga nr. 37/1993.

Virðingarfyllst,
f.h. orkumálastjóra



Skúli Thoroddsen



Þórarinn Sveinn Arnarson

Fylgiskjöl: Leyfi



Orkustofnun gerir kunnugt

Í samræmi við 1. mgr. 2. gr. laga um eignarrétt íslenska ríkisins að auðlindum hafsbotnsins nr. 73/1990 veitir Orkustofnun með bréfi þessu North Tech Energy ehf. kt. 620612-0810, hér eftir nefndum leyfishafa,

leyfi til leitar og rannsókna á jarðhita á tveimur rannsóknarsvæðum utan netlaga við Reykjaneshrygg og fyrir Norðurlandi

Við undirbúning að útgáfu leyfis þessa var leitað umsagnar Umhverfisstofnunar og Náttúrufræðistofnunar Íslands í samræmi 3. mgr. 4. gr. laga nr. 73/1990 og Hafrannsóknarstofnunar og Minjaverndar, eðli málsins samkvæmt, auk þess sem atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytinu var kynnt umsóknin.

1. gr. Almenn

Leyfið felur í sér heimild til handa leyfishafa til að framkvæma leit, mælingar og rannsóknir á jarðhita viðkomandi svæðum á leyfistímanum í samræmi við rannsóknaráætlun, sbr. 3. gr. leyfis þessa.

Leyfið felur hvorki í sér heimild til nýtingar eða virkjunar á rannsóknarsvæðinu. Þó hefur leyfishafi forgang til nýtingar jarðhita á leyfissvæðinu vegna jarðvarmavirkjunar í tvö ár eftir að gildistíma leyfisins lýkur, þ.e. til 31. maí 2022. Komi til nýtingar þarf leyfishafi að sækja um sérstakt nýtingar- og virkjunarleyfi samkvæmt þágildandi lögum um slíka starfsemi, utan netlaga, og ná samkomulagi við íslenska ríkið um endurgjald fyrir auðlindina.

2. gr. Gildistími

Leyfið gildir frá 19. apríl 2017 til 31. maí 2020, enda hafi leyfishafi lagt fram tryggingu, sbr. 11. gr. leyfis þessa.

Rannsóknir leyfishafa eða undirbúningur þeirra skal hefjast innan fjögurra mánaða frá útgáfu leyfisins og ljúka fyrir 31. maí 2020.

3. gr. Rannsóknaráætlanir

Leyfishafa ber að haga rannsóknum á leyfissvæðinu í samræmi við umsókn sína sem er fylgiskjal (fskj. 1) með leyfi þessu. Hann skal árlega gera Orkustofnun grein fyrir niðurstöðum rannsókna og gera jafnframt grein fyrir endurskoðun á áætlun um rannsóknir sínar á leyfissvæðinu ef um veruleg frávik er að ræða frá upphaflegri áætlun eða rannsóknir auknar frá því sem gert var ráð fyrir í rannsóknaráætlun.

Leyfishafa ber að þrengja og afmarka ný rannsóknarsvæði með hnitum innan leitarsvæðisins, vegna seinni hluta rannsókna (rannsóknarliðir 6-9) þ.m.t. jarðhitarannsóknir með jarðborunum, í samráði við Orkustofnun. Þá falla úr leyfinu önnur svæði til leitar og rannsókna.

Leita skal samþykkis Orkustofnunar ef verulegar breytingar verða á gildandi rannsóknaráætlun.

4. gr. Staðarmörk svæðis

Leyfið tekur til leitar á jarðhita á svæði sem er afmarkað með hnitum [ISNET 93]. Listi yfir viðkomandi X og Y hnit ásamt korti er sýnir mörk leitarvæðis koma fram á meðfylgjandi uppdrætti, sjá fylgiskjal 2, sem telst hluti leyfisins.

Þegar rannsóknarsvæðið verður þrengt, eða því breytt ber leyfishafa að leita samþykkis Orkustofnunar um slík áform, sbr. 3. gr. Leyfishafi skal senda til Orkustofnunar áður en farið er í rannsóknarliði 6-9 tillögu að þrengingu rannsóknarsvæða.

5. gr. Mat á umhverfisáhrifum

Framkvæmdir á rannsóknarsvæðinu kunna, eftir atvikum, að vera háðar mati á umhverfisáhrifum, sbr. lög nr. 106/2000. Rannsóknarleyfi þetta er háð því að farið hafi verið að framangreindum lögum áður en fyrirhugaðar framkvæmdir, einkum jarðboranir hefjast á rannsóknarsvæðinu. Aðrar framkvæmdir rannsóknarleyfishafa kunna, eftir atvikum, að vera háðar lögum um mat á umhverfisáhrifum.

6. gr. Réttindi leyfishafa

Leyfishafi hefur óhindraðan aðgang að rannsóknarsvæðinu og er heimil sýnataka af hafsbotni á því svæði sem og að stunda aðrar þær rannsóknir sem rannsóknaráætlun sbr. 3.gr. gerir ráð fyrir.

7. gr. Skyldur leyfishafa

Við rannsóknir samkvæmt leyfi þessu skal leyfishafi gæta þess að framkvæmdir valdi hvorki sjófarendum né sjávarspendýrum tjóni. Jafnframt skal leyfishafi gæta þess að valda ekki mengun og spjöllum á lífríki að óþörfu. Þá skal leyfishafi forðast eins og kostur er að skerða heildarsýn náttúruminja og náttúrufars á svæðinu, sbr. ákvæði 8. gr. leyfisins.

Leyfishafi skal við framkvæmdir á sínum vegum, sem ætla má að hafi áhrif á nýtingu annarra aðila, taka tillit til og hafa samráð við aðila sem stunda nýtingu í nágrenni rannsóknarsvæðisins svo sem fiskveiðar og skipulagða hvalaskoðun. Þá ber að taka tillit til þeirrar nýtingar jarðhita sem hafin er á landi nálægt staðarmörkum rannsóknarsvæðisins og meta eftir atvikum hvort vensl séu milli rannsóknarsvæðanna og nýtingar sem þegar er hafin þegar rannsóknarsvæðin eru nánar tilgreind í seinni hluta rannsókna.

8. gr. Vernd og frágangur starfsstöðva og svæðis

Leyfishafi skal taka tillit til umhverfissjónarmiða við rannsóknir og framkvæmdir og þess skal gætt að ekki sé raskað svæðum þar sem eru hverastrýtur við hitauppstreymi, kóralar eða annað sérstætt og viðkvæmt lífríki og að plógar verði ekki dregnir yfir viðkvæm svæði eða náttúruperlur.

Komi fram vísbendingar um fornminjar á stöðum sem framkvæmdir kunna að hafa áhrif á gæti þurft að rannsaka þá staði nánar og vekja á þeim athygli með vísan til ákvæða laga um menningarminjar nr. 80/2012, einkum 21. og 24. gr. laganna.

Leyfishafi skal fjarlægja á sinn kostnað öll mannvirki og skilja við svæðið, svo sem kostur er, í sama ásigkomulagi og fyrir framkvæmdir. Þá skal leyfishafi standa þannig að framkvæmdum að þær hafi sem minnst rask í för með sér, en á rannsóknarsvæðinu eru umtalsverð rækjumið og veiðar sem taka þarf tillit til sem og aðrar fiskveiðar.

9. gr. Eftirlit

Orkustofnun skal hafa samráð við aðra opinbera aðila eftir því sem þörf krefur. Leyfishafi greiðir allan kostnað af eftirliti Orkustofnunar. Miðað er við virkt innra eftirlit leyfishafa og skil á gögnum til Orkustofnunar á stafrænu formi sem talið er að muni rúmast innan 30 vinnustunda á ári hverju. Innifelur það úrvinnslu gagna, eftirlitsfundi á vegum leyfishafa og annað eftirlit. Eftirlitskostnaður verður þó aðeins innheimtur á grundvelli skráðra vinnustunda og bókfærðs útlagðs kostnaðar. Komi til atvik, sem kalli á aukalegar eftirlitsaðgerðir Orkustofnunar, þá fari þær fram að höfðu samráði stofnunarinnar við leyfishafa, sem beri kostnað af þeim aðgerðum. Umfang og framkvæmd eftirlitsins skal miðast við verklagsreglur sem fylgja leyfi þessu í viðauka I.

10. gr. Upplýsinga- og tilkynningarskylda

Leyfishafi skal 1. maí ár hvert og við lok leyfistíma senda Orkustofnun skýrslu þar sem fram koma upplýsingar um niðurstöður rannsókna ásamt upplýsingum um eðli og umfang auðlindarinnar. Leyfishafi skal fara að leiðbeiningum Orkustofnunar um gagnaskil varðandi upplýsingagjöf og tilkynningarskyldu.

Leyfishafi skal tryggja að sú þekking á jarðhitauðlindinni og reynsla sem aflast við rannsókn hennar sé aðgengileg og gagnsæ jafnt almenningi sem fræðasamfélögum.

Skilaskyldum gögnum, þar á meðal upplýsingar um eðli og umfang auðlindar og viðbrögð jarðhitakerfisins skulu gerð opinber og aðgengileg að hámarki 5 árum frá gerð þeirra í samræmi við leiðbeiningar Orkustofnunar. Telji leyfishafi vegna viðskiptahagsmuna eða samkeppnissjónarmiða mikilvægt að framlengja trúnað yfir ákveðnum upplýsingum getur leyfishafi óskað þess við Orkustofnun til 5 ára í senn, gegn rökstuðningi. Nánar er kveðið á um þessi atriði í viðauka I við rannsóknarleyfi þetta sem telst hluti leyfisins.

11. gr. Skaðabótaskylda

Leyfishafi er skaðabótaskyldur vegna tjóns sem hlýst af starfsemi á grundvelli leyfis þessa í samræmi við almennar reglur skaðabótaréttarins. Áður en leyfið er veitt skal leyfishafi sýna fram á að hann hafi tryggingu hjá viðurkenndu tryggingafélagi vegna tjóns sem kann að hljóta af starfsemi hans almennt.

12. gr. Framsal

Leyfi þetta verður ekki framselt né má setja það til tryggingar fjárskuldbindingum nema með leyfi Orkustofnunar, sbr. 32. gr. laga nr. 57/1998, *per analogium*.

13. gr. Afturköllun

Orkustofnun getur afturkallað leyfið ef leyfishafi fylgir ekki þeim skilmálum sem settir eru í leyfi þessu eða lögum og reglugerðum sem það byggir á, sbr. 20. gr. laga nr. 57/1998, *per analogium* eða samningum sem tengjast leyfinu.

Verði eftirlitsaðili var við brot leyfishafa á lögum, reglugerðum eða ákvæðum leyfis þessa skal hann þá veita leyfishafa skriflega aðvörun og frest til úrbóta. Sinni leyfishafi ekki slíkri aðvörun skal afturkalla leyfið. Sama á við ef vikið er frá kröfum skv. 9. gr. leyfisins.

14. gr. Önnur leyfi

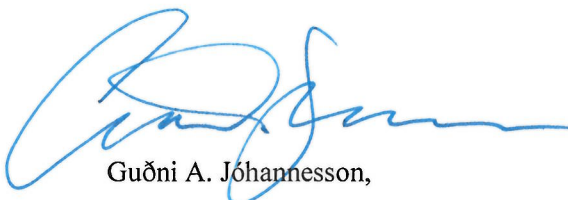
Leyfi þetta er háð almennum gildandi réttarreglum á hverjum tíma. Um rannsóknir samkvæmt leyfinu gilda auk laga nr. 73/1990, náttúruverndarlög, nr. 60/2013, lög um menningarminjar nr. 80/2012, þjóðminjalög, nr. 107/2001 auk annarra laga er varða sjófarendur og siglingar

Leyfi þetta undanþiggur ekki leyfishafa frá því að sækja um leyfi vegna starfsemi sinnar sem að öðru leyti er mælt fyrir um í lögum sem starfsemin fellur undir.

15. gr. Leyfisgjald

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

Reykjavík, 19. apríl 2017



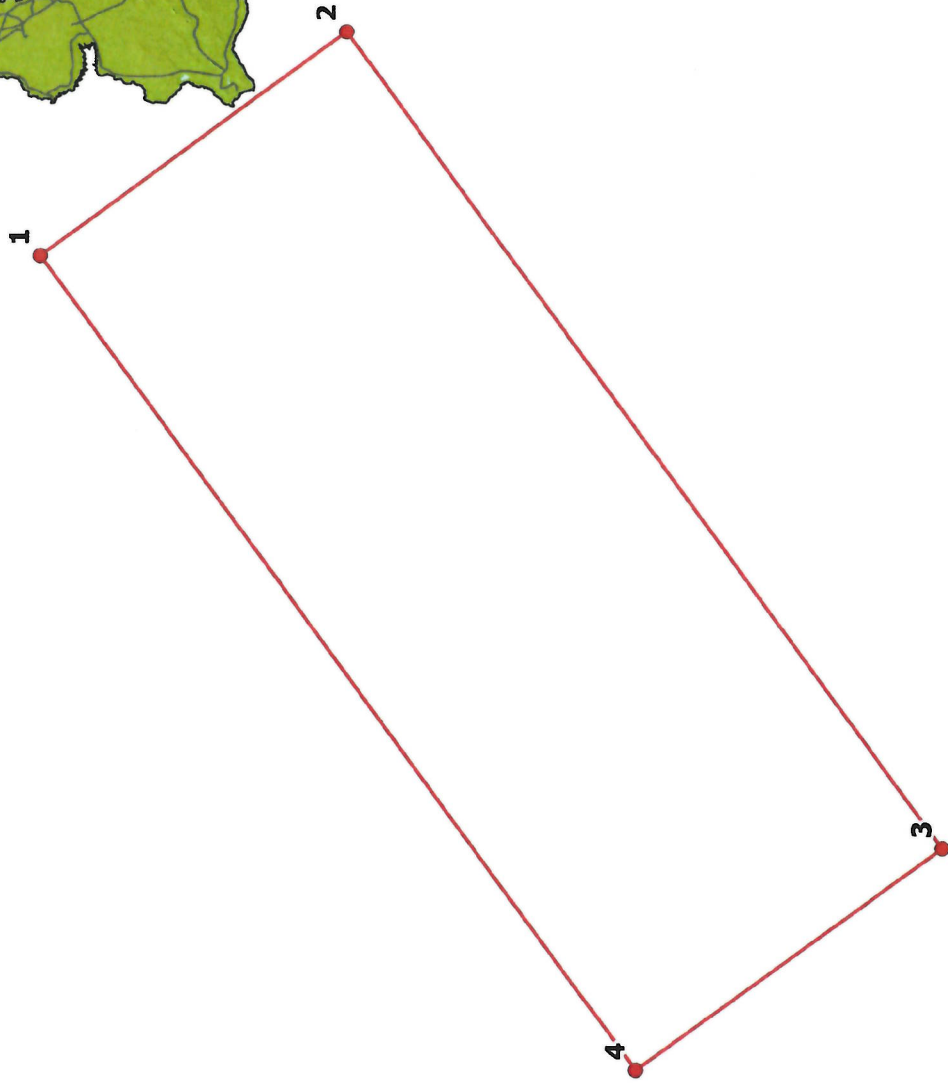
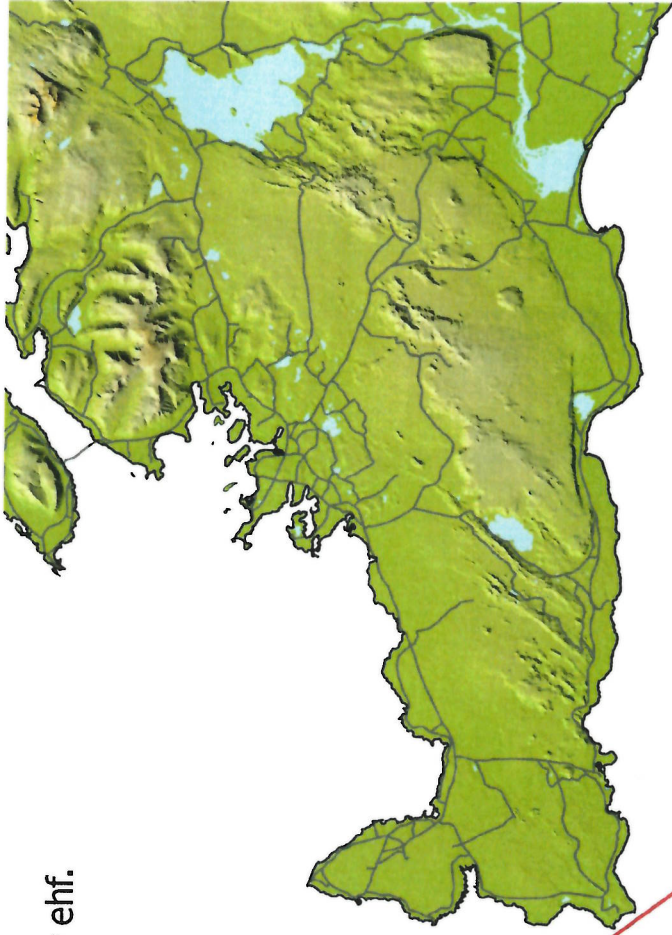
Guðni A. Jóhannesson,
orkumálastjóri

Fylgiskjöl:

1. Umsókn leyfishafa
2. Kort Orkustofnunar a. og b. af rannsóknarsvæðunum
3. Viðauki I um gagnakröfur vegna eftirlits Orkustofnunar

Fylgiskjal 2.-b. með rannsóknarleyfi á jarðhita til handa North Tech Energy ehf.

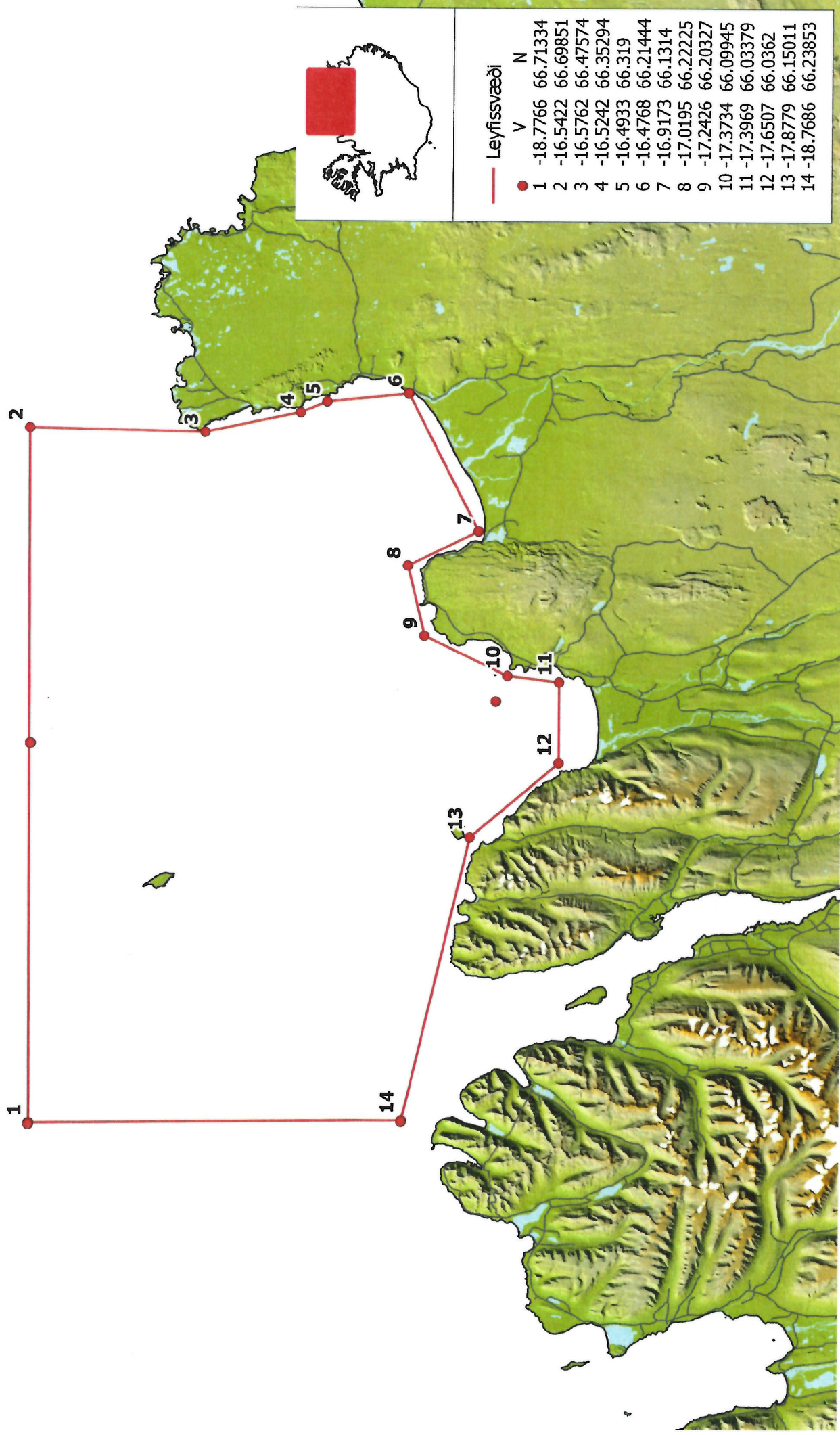
Orkustofnun 19.04.2017



	<p>Leyfissvæði</p> <p>V N</p> <p>1 -23.05205 63.97375</p> <p>2 -22.57901 63.72356</p> <p>3 -24.06042 63.15943</p> <p>4 -24.53695 63.40460</p>
--	---

Fylgiskjal 2.a. með rannsóknarleyfi á jarðhita til handa North Tech Energy ehf.

Orkustofnun 19.04.2017



Viðauki I með leyfi til rannsókna á jarðhita útgefnu 19. apríl 2017 til handa Norht Tech Energy ehf.

Skilgreiningar

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

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

Skiljuvökvi: Hverflar virkjunar ganga fyrir gufu og því þarf að aðgreina gufuna frá vökvanum sem kemur upp við ákveðinn þrýsting. Vökvinn sem skilst frá og tekin er upp úr jörðu nefnist skiljuvökvi. Hluti gufunnar sem hefur farið í gegnum virkjunina þéttist og nefnist þéttivökvi. Hluta þéttivökvans kann að vera blandað við skiljuvökva til grunn- og/eða djúplosunar og nefnist þá affallsvökvi.

Yfirborðslosun: Losun vökva á yfirborði.

Neyðarlosun: Yfirborðslosun vegna stórfelldra bilana.

Grunnlosun: Losun á vökva niður á 200 metra dýpi hið minnsta.

Djúplosun: Losun á vökva niður á 1200 metra dýpi hið minnsta.

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

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

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

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

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



Skil á gögnum til Orkustofnunar vegna rannsóknar-, nýtingar- og virkjunarleyfa jarðhita

INNGANGUR

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

Orkustofnun lítur svo á að vegna samkeppnissjónarmiða skulu gerðar sambærilegar kröfur til gagnaskila á grundvelli rannsóknar og nýtingar á jarðhita á hafsbotni samkvæmt lögum um eignarrétt íslenska ríkisins að auðlindum afsbotnsins nr. 73/1990 hafsbotnslaga og varðar rannsóknir og nýtingu jarðhita á landi samkvæmt lögum um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu, nr. 57/1998 (auðlindalaga).

Samkvæmt 18. gr. auðlindalaga, skal í rannsóknar- og/eða nýtingarleyfi tilgreina upplýsinga- og tilkynningaskyldu leyfishafa, þar með talda skyldu til afhendingar á sýnum og gögnum og hvernig hún skuli innt af hendi, sbr. einnig 2. mgr. 5. gr. hafsbotnslaga.

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

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

Upplýsingar um skilaskyld gögn skal vera hluti af viðkomandi leyfi. Orkustofnun, sem leyfisveitandi, getur afturkallað leyfi ef skilaskyldu gagna er ekki sinnt, sbr. 20. gr. auðlindalaga sbr. einnig 5. gr. hafsbotnslaga.

MARKMIÐ EFTIRLITS

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

MEÐFERÐ UPPLÝSINGA

Upplýsingar sem veittar eru Orkustofnun vegna rannsóknarleyfis skulu bundnar trúnaði á gildistíma leyfis og framlengingar þess og forgangsréttartíma, svo og á gildistíma nýtingarleyfis sem veitt er rannsóknarleyfishafa í kjölfar rannsóknarleyfis nema annað sé sérstaklega ákveðið í leyfinu, sbr. 10 gr. þess.

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

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

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

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

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

RANNSÓKNARLEYFI

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

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

VIRKJUNAR- EÐA NÝTINGARLEYFI

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

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

BORHOLUR

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

Mannvirkjaleg atriði borhola eru t.d.:

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

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

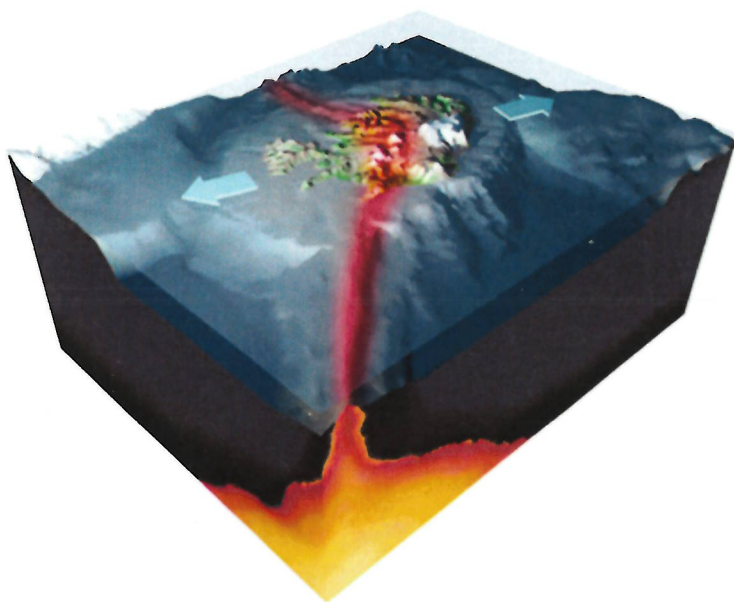
- Rennsli úr holu
- Hitastig eða vermi borholuvökva
- Staðsetning vatnsæða í holu
- Jarðlagasnið
- Efnasamsetning borholuvökva
- Hitastig og þrýstingur í jarðhitakerfi

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



North Tech Energy ehf.

Umsókn til Orkustofnunar um rannsóknar- og leitarleyfi vegna fyrirhugaðrar
„Offshore Geothermal Energy Development“



Reykjavík, 13. Janúar 2017
North Tech Energy ehf.
Geir Brynjar Hagalínsson
Netfang: geir@nte.is
Sími: 899-9780

Efnisyfirlit	2
1. Inngangur	3
2. Tilgangur jarðhitarannsóknna	3
3. Afmörkun rannsóknarsvæða	4
4. Tímasetning rannsókna	6
5. Rannsóknarvinna á umsóknarsvæði	8
6. Möguleg áhrif nýtingar á nærliggjandi svæði	13
7. Fyrri rannsóknir á svæðinu, skýrslur og gögn	13
8. Undirbúningsvinna	13
9. Fyrirhugaðar framkvæmdir, borverk og frágangur	14
10. Afmörkun rannsóknarsvæðis	15
11. Íslenska ríkið sem landeigandi	15
12. Vátryggingar	15
13. Lög og reglugerðir	15
14. Önnur atriði	16
Viðauki:	
Draft plan for offshore geothermal exploration	17-19
Tímaplan	20

1. Inngangur

North Tech Energy ehf. (NTE) var stofnað árið 2009 til að vinna að framangreindri viðskiptahugmynd um úthafsvirkjanir. Stofnandi fyrirtækisins, stærsti hluthafi og framkvæmdarstjóri er Geir B. Hagalínsson.

Meginstarfsemi NTE frá upphafi hefur verið ráðgjöf og eftirlit með háhitaborunum allan heim, auk þess að vera með starfsmannaleigu til fyrirtækja í borverkefnum á landi og á sjó. Til fróðleiks hefur NTE verið í samstarfi við fjölmörg íslensk fyrirtæki og má þar nefna ÍSOR, Mannvit, Reykjavík Geothermal og Orku Náttúrunnar. Varðandi erlend fyrirtæki má nefna Emerging Power Inc og QED drilling á Filippseyjum, EWSA í Rúanda og Prakla East Africa Ltd.

NTE hefur, ásamt samstarfsaðilum og líklegum undirverktökum, getu og burði til þess að vinna að framangreindri viðskiptahugmynd og framkvæma nauðsynlega rannsóknarvinnu þegar rannsóknarleyfi hafa fengist.

2. Tilgangur jarðhitarannsóknanna

Tilgangur jarðhitarannsóknanna er að afla nægjanlegra upplýsinga til þess að geta metið hversu vænleg tiltekin ætluð háhitasvæði á hafsbotni eru. Annars vegar er um að ræða svæði utan Reykjanesskaga (á Reykjaneshrygg, sunnan Reykjanestáar) og hins vegar úti fyrir norðausturlandi (sem tengist N-A rekbeltinu), aðallega þó norðuraustur af Grímsey. Kannað verður hversu heppileg þessi svæði eru til virkjunar jarðhita og hvort setja megí þar upp jarðhitavirkjanir til raforkuframleiðslu á úthafspöllum (offshore platform).

Þessi aðferð til nýtingar jarðhita hefur m.a. í för með sér að:

- Sjónmengun frá landi verður engin eða óveruleg og í öllu falli umtalsvert minni en frá virkjun á landi.
- Gera má ráð fyrir að tiltölulega lítið rask verði á sjávarbotni miðað við það rask sem verður þegar vegir, borplön, gufuveita og önnur mannvirki vegna virkjunar jarðhita eru reist á landi.
- Áhrif á fiskistofna og annað sjávarlíf eru væntanlega óveruleg, enda þynnist og kólnar jarðhitavökvinn hratt út í sjó, ef jarðhitavökvinn sleppur frá holu eða orkuveri. Víða eru þess dæmi að jarðhiti neðansjávar leiti upp á sjávaryfirborðið.
- Jarðhitavirkjun á sjó hefur allt aðra undirliggjandi áhættuþætti en t.d. olúvinnsla og ekki má líkja því saman.

Áform um nýtingu jarðhitasvæða og virkjanir

Verði niðurstaða jarðhitarannsóknanna jákvæð er markmiðið að byrja á því að reisa 25-100 MWe virkjun. Til samanburðar er uppsett afl Nesjavallavirkjunar 120 MWe, Reykjanesvirkjunar 100 MWe, Svartsengisvirkjunar 76 MWe, Hellisheiðarvirkjunar 303 MWe og Kröfluvirkjunar 60 MWe. Að viðbættum smærri virkjunum er uppsett afl jarðhitavirkjana á landinu alls 665 MWe og árleg orkuvinnsla rúmlega 5.000 GWh.



Mynd 3. Rannsóknarsvæði 2 úti fyrir norðurlandi. Sjá hnit í Töflu 2.

Tafla 1. GPS hnit fyrir rannsóknarsvæði 1 (WGS84).

Punktur nr:	1	2	3	4
N	63°97,376	63°72,357	63°15,943	63°40,461
V	23°0521	22°57,900	24°06,04	24°53,700

Tafla 2. GPS hnit fyrir rannsóknarsvæði 2 (WGS84).

Punktur nr:	1	2	3	4	5	6	7
N	66°71,334	66°69,851	66°47,574	66°35,294	66°31,900	66°21,444	66°13,14
V	18°77,66	16°54,22	16°57,62	16°52,42	16°49,33	16°47,68	16°91,73
Punktur nr:	8	9	10	11	12	13	14
N	66°22,225	66°20,327	66°09,945	66°03,379	66°03,62	66°15,011	66°23,853
V	17°01,95	17°24,26	17°37,34	17°39,69	17°65,07	17°87,79	18°76,86

4. Tímasetning rannsókna.

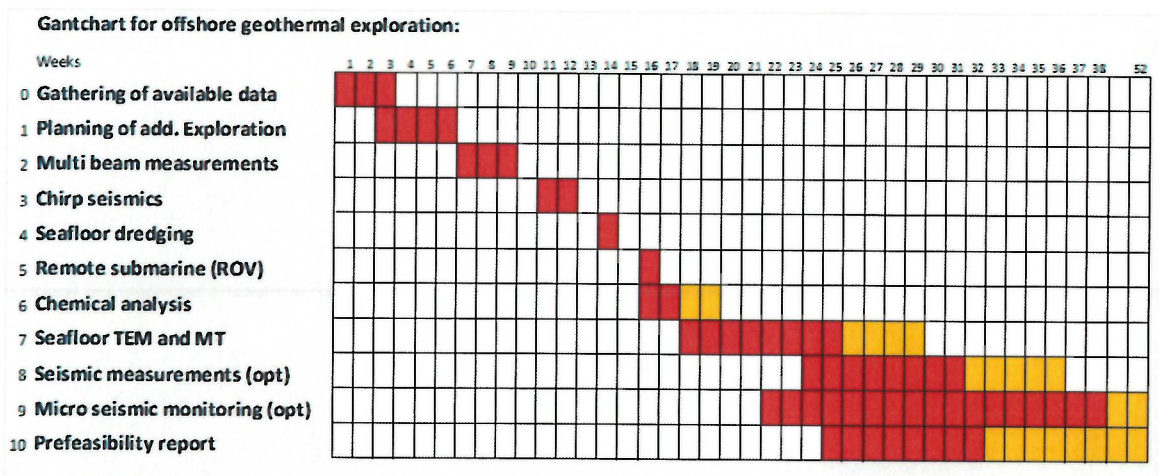
Sótt er um rannsóknarleyfi til 3ja ára, um forgang að leyfi í allt að tvö ár eftir að gildistíma leyfis til leitar er lokið og ennfremur leyfi til nýtingar jarðhitaauðlindar til 30 ára.

Undirbúningur hefur verið í gangi í nokkurn tíma. Áætlað er að rannsóknir geti hafist í 01/06 2018 og þeim verði lokið 01/05 2020. Helstu niðurstöður munu væntanlega liggja fyrir fljótlega eftir að rannsóknum lýkur.

Vinna við fjármögnun rannsóknarverkefnisins er í undirbúningi. Öflun styrkja og fjármagns frá fjölmörgum stofnunum, sjóðum, styrktaraðilum og fjárfestum er forsenda þess að rannsóknir geti hafist og þeim verði lokið.

Tafla 4 sýnir nánar tímaramma fyrirhugaðar rannsókna á rannsóknarsvæðunum tveimur. Í töflunni má sjá helstu þættina í rannsóknarvinnunni. Taflan er einnig sýnd í stærri útgáfu aftar í samantektinni.

Nefna má að í rannsóknarvinnunni fer fram leit að virkjunarstað. Þá verður tekin ákvörðun um hafsbotnsrannsóknir, rannsóknarboranir og forhönnun væntanlegs borverks. Að tilrauna borverki loknu verða holur afkastamældar og fylgst með viðbrögðum viðkomandi jarðhitasvæðis. Í framhaldinu verður unnin skýrsla um mögulega nýtingu og hagkvæmni sem jafnframt verður mikilvægt gagn við endanlega ákvörðunatöku um virkjun svæðisins.



Tafla 3. Líkleg tímáætlun fyrir áætlaðar rannsóknir í vikum á hverjum þætti fyrir sig.

R & D Timetable																																																													
	2016												2017												2018												2019												2020												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Final study, permitting, financing, etc.																																																													
USOR Iceland Geosurvey Contract																																																													
National Energy Authority Permitting																																																													
Contracting & Exploration Operators																																																													
Project area 1: Reifjanes Ridge (South)																																																													
Desktop Study																																																													
Preparations for R&D																																																													
Multi beam measurement																																																													
Chirp seismic																																																													
Seafloor dredging																																																													
Remote submarine																																																													
Chemical analysis																																																													
Seafloor TEM and TH																																																													
Seismic measurements (optional)																																																													
Microseismic monitoring (optional)																																																													
Feasibility report																																																													
Project area 2: Galmsay (North)																																																													
Desktop Study																																																													
Preparations for R&D																																																													
Multi beam measurement																																																													
Chirp seismic																																																													
Seafloor dredging																																																													
Remote submarine																																																													
Chemical analysis																																																													
Seafloor TEM and TH																																																													
Seismic measurements (optional)																																																													
Microseismic monitoring (optional)																																																													
Feasibility report																																																													

Tafla 4. Verk- og tímaáætlun fyrir áætlaðar rannsóknir í mánuðum á báðum svæðum. Sjá stærri útgáfu í viðauka

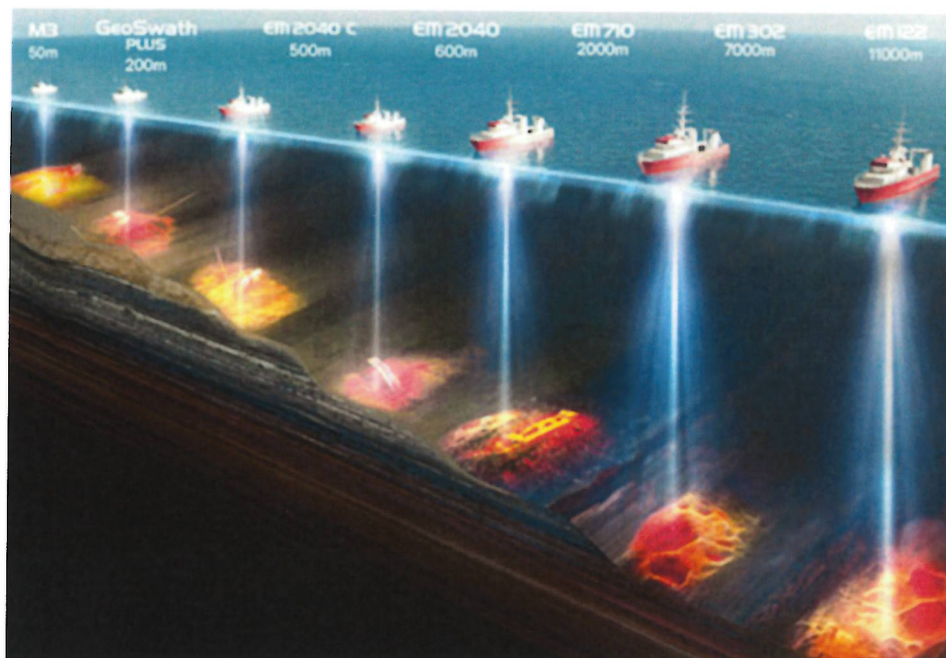
5. Fyrirhuguð rannsóknarvinna á rannsóknarsvæðunum.

Frá febrúar til maí 2017 verður unnið að samantekt á þeim gögnum sem til eru um svæði 1 og 2. Þessi undirbúningur er mikilvægur til að gera sér fyllilega grein fyrir þeim gögnum sem til eru nú þegar og á hvaða sviði og hafsvæðum safna þurfi nýjum upplýsingum. Einnig er þetta mikilvægt til að koma í veg fyrir að verið sé að safna gögnum sem þegar eru til.

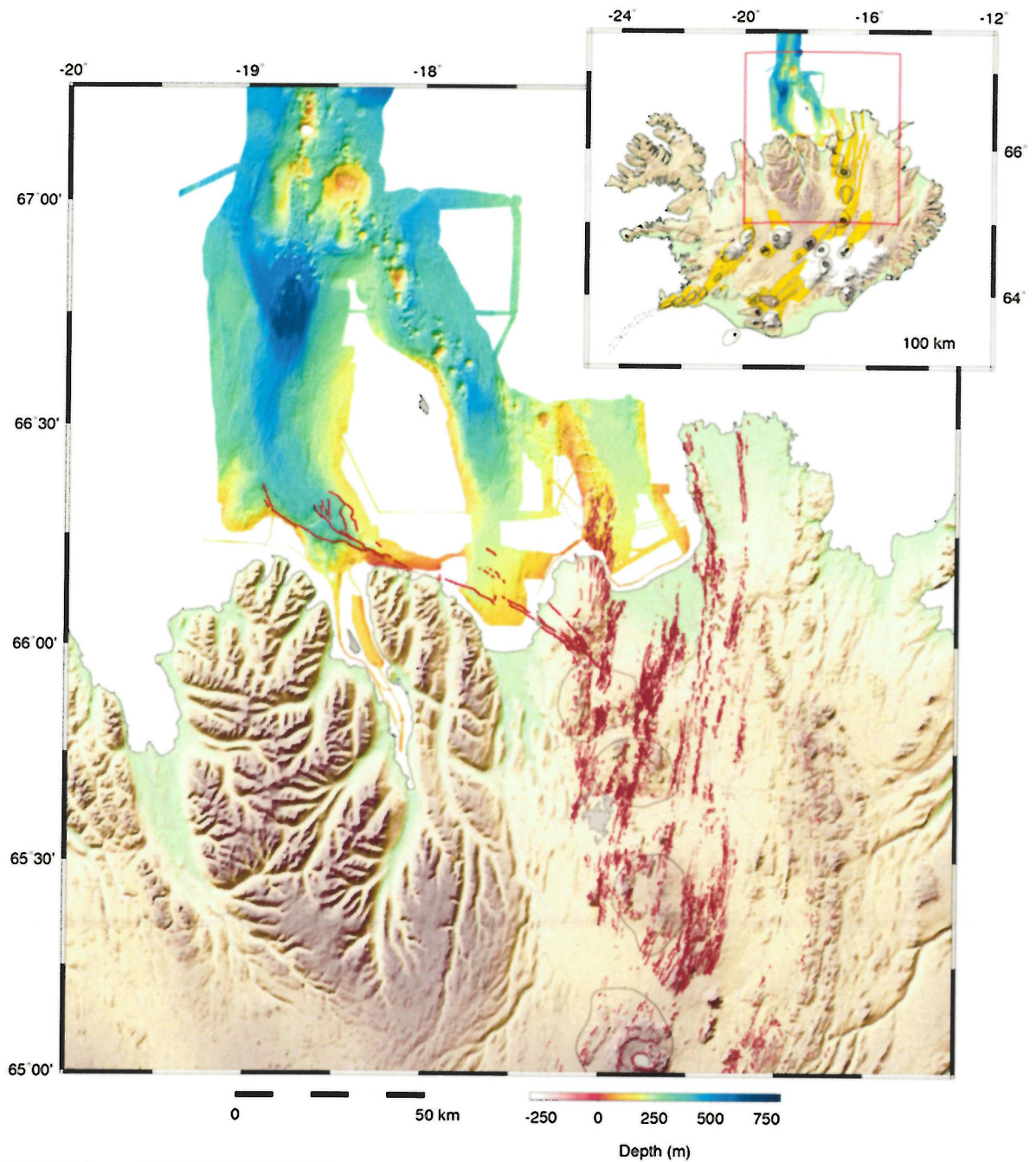
Frá mars og fram í maí verður hafist handa við að skipuleggja og undirbúa þær rannsóknir sem þarf að framkvæma skv. áætlun. Í lok febrúar verða drög að fyrstu rannsóknaráætlun tilbúin og hægt að byrja undirbúning. Eftirfarandi upptalning er dæmi um þær rannsóknaraðferðir sem að öllum líkindum verða framkvæmdar, en endanlegar tillögur munu ekki liggja fyrir fyrr en eftir að samantektin, sem nefnd er hér að ofan, hefur verið framkvæmd.

- Fjölgeisla dýptarmælingar** (Multi beam echo sounder). Þetta er hágæða kortlagning á sjávarbotni með hljóðendurvarpi (sjá Mynd 4) og fást upplýsingar um lögun og gerð hafsbotsins með nákvæmum dýptarlínu-, sólskugga- og þrívíddarkortum auk botngerðarkorta. Þetta er gert til að geta skoðað nákvæmlega yfirborð hafsbots þar sem líklegt er að finna megi svæði þar sem heitt vatn og mögulega gas kunna að flæða upp um hafsbotninn. Með þessum hætti er m.a. hugsanlega hægt að kortleggja athyglisverð svæði er innihalda ummerki jarðhita, s.s. „black- and white smokers“. Með þessari aðferð er einnig hægt að kortleggja svæði þar sem annars konar ummerki um jarðhita kunna að liggja, sem og hvernig ummerkin tengjast öðrum strúktúrum, líkt og misgengjum og sprungum. Ekki er settur neinn búnaður á hafsbotninn né látinn fljóta við framkvæmd rannsókna. Þetta er þekkt aðferð og býr Hafrannsóknarstofun og Sjósmælingar Íslands yfir þessari tækni og hafa mælt hafsbotninn í kringum Ísland undanfarna áratugi eða svo. Háskóli Íslands og aðrir rannsóknaraðilar hafa komið að þeirri vinnu og hefur NTE þegar óskað eftir því við þessa aðila að fá að nota þau gögn sem til eru og hafa viðtökur verið

afar jákvæðar. Á móti munu þessir aðilar fá að nota niðurstöður og gögn rannsókna sem nú eru fyrirhugaðar.



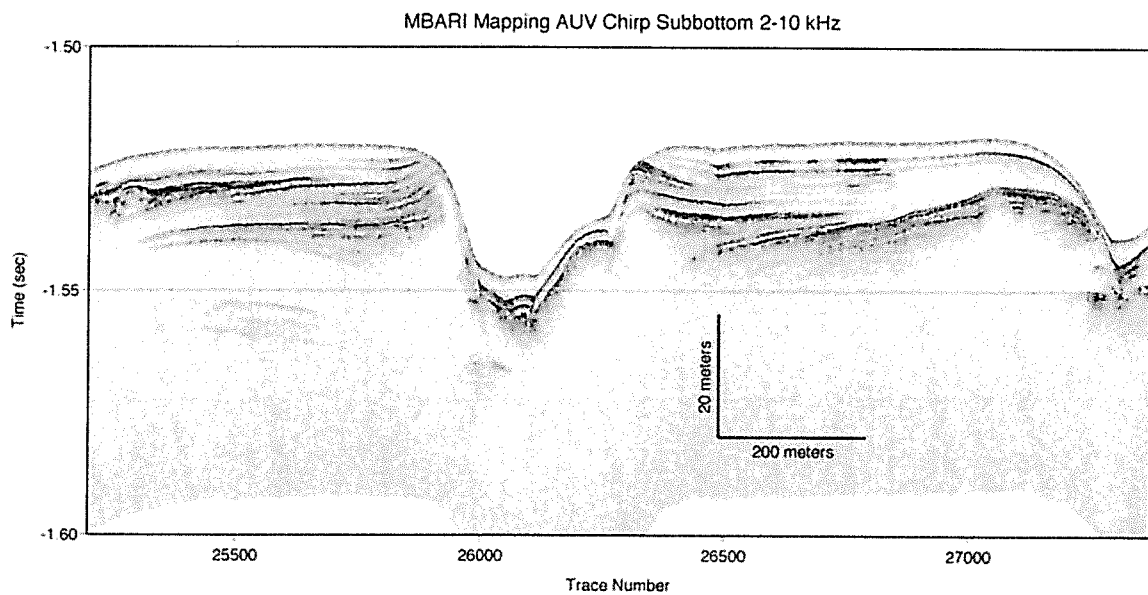
Mynd 4. Dæmi um fjölgeisla dýptarmælingar á mismunandi dýpi.



Mynd 5. Dæmi um kort sem unnið er úr fjölgeisla dýptarmælingum, úti fyrir norðurlandi.

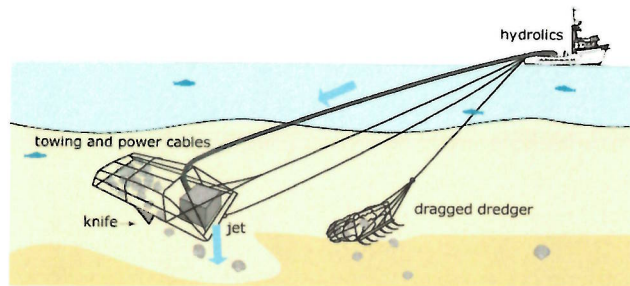
- b. **Hátíðni hljóðendurvarpsmælingar** (Chirp sounding). Hágæða hljóðendurvarpsmælingar sem „skanna“ strúktúra frá hafsbotni og nokkra tugi metra niður fyrir hann. Þessi skönnun getur gefið til kynna hvort misgengi eru til staðar (sjá Mynd 6) sem og hvort jarðhitavatn

og/eða gas flæði upp. Þessar mælingar eru m.a. gerðar til að staðfesta að einhverju leyti niðurstöður fjölgeisla dýptarmælinganna. Slíkar mælingar hafa verið framkvæmdar af Háskóla Íslands (Bryndís Brandsdóttir) í samvinnu við Woods Hole Oceanographic institution og hefur NTE þegar óskað eftir að fá að nota það sem til er að þeim mælingum bæði austan og sunnan við Grímsey, en þær mælingar sýna hugsanlega jarðhitastaði. Einnig eru til mælingar frá Reykjanes hrygg, sem óskað hefur verið eftir að fá að nota. Búist er við að viðbótarmælinga verði þörf á minni svæðum.



Mynd 6. Dæmi um hátíðni hljóðendurvarpssnið.

- c. „**Seafloor dredging**“ (Mynd 7). Þetta er aðferð sem notuð er til að taka yfirborðs botnsýni á þeim svæðum þar sem aðrar mælingar hafa bent til að jarðhitasvæði kunni að liggja. Sýnin eru notuð til að skoða og efnagreina ummyndun og útfellingar á hafsbotni í tengslum við jarðhitann. Þessi sýnataka virkar svipað og plógur eða botnvarpa, safnar grjóti af botninum þar sem dregið er. Áður verður búið að kortleggja hafsbotninn með fyrrnefndum fjölgeisla dýptarmælingum þannig að óverulegar líkur eru á að dregið verði yfir viðkvæma staði eða náttúruperlur sem myndast hafa og kunna að draga til sín viðkvæmt lífríki.



Mynd 7. „Seafloor dredging“; sýnataka af sjávarbotni.

- d. **Fjarstýrður kafbátur (ROV- Remotely Operated Vehicle).** Fjarstýrður kafbátur er notaður til að fara yfir fyrirfram ákveðin svæði og mæla hitastig í sjónum, rétt yfir hafsbotni. Ef jarðhitauppreymi er til staðar, sést aukinn hiti í sjónum og gæti það staðfest enn frekar vísbendingar úr fyrri mælingum. Einnig gæti kafbáturinn hugsanlega nýst til að taka sýni af útfellingum og jarðhitavökva. Kafbáturinn kemur ekki til með að skaða náttúruvyrirbrigði né dýralíf. Báturinn er rafknúinn og mengar ekki.
- e. **Efnafræði greiningar.** Sýnataka og greining eftir því sem hægt er, á þeim vökva sem flæðir upp af þeim svæðum sem hafa verið afmörkuð með mælingum. Greiningin er notað til þess að meta efnainnihald og hitastig vökvans í jarðhitageyminum áður en farið verður að skoða dýpra ofan í sjávarbotnin. Sýnatakan raskar hvorki lífríki né skilur eftir sig veruleg ummerki á sjávarbotninum.
- f. **Viðnámsmælingar (Seafloor TEM and MT).** Þegar búið er að finna hugsanlegt háhitasvæði og afmarka það með þeim rannsóknnum sem lýst hefur verið hér á undan, verða gerðar viðnámsmælingar á hafsbotni. Það er gert til þess að kortleggja viðnámið undir hafsbotni og áætla stærð jarðhitageymis og hugsanlegt svigrúm til orkuvinnslu. Einnig hjálpar þessi kortlagning til við að ákveða mögulega staðsetningu á borholum, hversu djúpt þarf að bora og hvernig hanna þurfi borholurnar. Mælitækjum er komið fyrir á hafsbotni meðan á mælingum stendur og mælir dreginn fram og til baka sem sendir merki til mælitækja á botninum. Að loknum mælingum eru send boð til mælitækja og þau losna þá frá steypum sökklum er héldu þeim föstum á botninum. Mælitækin fljóta upp til yfirborðs þar sem þau eru sótt. Steyptu sökklarnis verða eftir á botninum.
- g. **Hljóðendurvarpsmælingar (Seismic reflection measurements).** Þetta er vel þekkt mæliaðferð í olíuleit við kortlagningu jarðlaga og misgengja, allt niður á nokkurra kílómetra dýpi undir hafsbotni. Þetta er sambærileg aðferð og hátíðni hljóðendurvarpsmælingarnar sem getið er um í lið b hér að ofan. Þessi aðferð nýtist vel í setlagatrogum, en nýtist verr á eldvirkum svæðum þar sem mikið er um hraunlög. Mælingarnar gætu nýst úti fyrir norðurlandi, en síður á Reykjaneshrygg, þar sem eldvirkni er meiri. Aðferðin er almennt ekki mikið notuð við jarðhitaleit, en gæti komið að notum við að staðsetja misgengi sem líklega yrði borað í. Siglt er með langan kapal með nemum

(allt að 10 km að lengd) og skotið reglulega með loftbyssu í efsta hluta sjávar. Þetta er mjög dýr útgerð en sett inn sem valmöguleiki á seinni stigum rannsókna, ef talið er að niðurstöður gæti styrkt holustaðsetningar og skilning á jarðhitakerfinu í heild.

- h. **Smáskjálfta mælingar** (Micro Seismic monitoring). Með þessu móti er hægt að kortleggja náttúrulega smáskjálfta á afmörkuðu svæði þar sem talið er að jarðhitasvæði gæti leynst. Þessar mælingar taka nokkra mánuði og mælir minnstu skjálftahreyfingar á sprungum, en þær sprungur sem eru þannig virkar eru líklegar til að hafa góða lekt. Þessi mæling er valmöguleiki og verður tekin ákvörðun á síðari stigum hvort hún verði framkvæmd ef þörf er talin á frekari upplýsingum. Nemar eru settir á sjávarbotninn og mæla þeir stöðugt í nokkra mánuði. Þeir eru síðan teknir upp í lok tímabilsins.

6. Möguleg áhrif jarðhitanýtingu á nærliggjandi jarðhitasvæði.

Tekið skal fram að litlar sem engar rannsóknir hafa verið gerðar á viðkomandi rannsóknarsvæðum í tengslum við jarðhita. Fyrirfram er ætlað að áhrif jarðhitanýtingar komi ekki til með að hafa áhrif á önnur jarðhitasvæði sem nú eru nýtt á landi. Það verður þó kannað sérstaklega ef þörf þykir. Þetta gæti hugsanlega átt við um rannsóknarsvæði 1 þar sem Reykjanesvirkjun er staðsett nærri strönd. Leitað verður samráðs við hlutaðeigandi aðila. Á rannsóknarsvæði 2 er afar ólíklegt að til hagsmunaárekstra komi.

7. Fyrrir rannsóknir á svæðinu, skýrslur og gögn.

Mjög takmarkaðar rannsóknir og gögn eru fyrir hendi er kemur að jarðhita á landgrunni Íslands og í íslenski lögsögu. Því munu þær athuganir sem nú er stefnt að, verða mjög gagnlegar fyrir innlend sem og erlend orkufyrirtæki, sem eins fyrir íslenska ríkið, burt séð frá því hvort orkuframleiðsla á hafsbotni reynist arðbær eða ekki.

Þess má geta að NTE hefur kynnt sér þá vinnu sem fram hefur farið erlendis í sambærilegum rannsóknarverkefnum og ber þar fyrst að nefna Ítalíu, svæði sem kallast „Tyrrhenian Sea“. Einnig er vitað um sambærilegan áhuga á jarðhitarannsóknum á hafsvæðinu við Azoreyjar.

8. Undirbúningsvinna.

Þess má geta að í forundirbúningi var unnið með verkfræðistofunni Mannvit og lauk þeirri vinnu í maí 2014. Um var að ræða áreiðanleikakönnun (Pre Feasibility Study) þar sem farið var yfir meginþætti verkefnisins, leyfismál, hvernig standa eigi að framkvæmdum, nýtingu á þekktri tækni við rannsóknir og boranir og hvernig hanna má slíkar jarðhitavirkjanir. Þá var gerður samanburður við hefðbundnar virkjanir á landi varðandi stofnkostnað og rekstrarkostnað.

Á vormánuðum 2016 voru sett fram fyrstu drögin að arðsemis- og fjárhagslíkani. Vissulega er nokkur óvissa enn um nokkrar helstu forsendur stofnkostnaðar, rekstrarkostnaðar og

fjármögnunar sem notaðar voru í þessum útreikningum. Fyrstu niðurstöður eru þó það jákvæðar að ákveðið hefur verið að sækja formlega um rannsóknarleyfi.

Gengið hefur verið frá rammasamningi við ÍSOR, Íslenskar Orkurannsóknir, um að taka þátt í þeirri rannsóknarvinnu sem til þarf. ÍSOR lagði til stutt minnisblað í september 2016 með tillögum um þær rannsóknir sem hugsanlega þarf að framkvæma. Einnig var lögð fram gróf tímaáætlun. Sjá nánar Töflu 3 og 4 um rannsóknar- og tímaáætlun.

Vinna er hafin við fjármögnun og snýr hún bæði að áhugasömum fjárfestum og vinnu við undirbúning að umsóknum um styrki. Fyrstu niðurstöður munu liggja fyrir áður en eiginleg rannsóknarvinna hefst.

9. Fyrirhugaðar framkvæmdir, borverk og frágangur.

Tilraunaboranir eru fyrirhugaðar með þeim hætti að setja upp borvall sem líklega mun standa á sjávarbotni (Mynd 8). Pallurinn verður notaður við borun og afkastamælingar. Einnig verður komið fyrir skilju (hljóðdeyfi) og ýmsum mælitækjum.

Stefnt er að því að fá svokallaðan „Jackup bor“ sem fleytt verður að pallinum. Löppum eða fótum borsins er slakað til botns og honum lyft upp í tilheyrandi hæð, bornum rennt yfir pallinn og borað niður úr honum. Þegar borun er lokið verða sáralítill ummerki eftir hann á botninum. Ef rannsóknarsvæðið reynist heppilegt til orkuvinnslu verður annar pallur reistur og mun sá pallur hýsa jarðhitavirkjun ásamt tengibrú sem m.a. verður notuð fyrir gufuleiðslu. Þegar ákvörðun um borun hefur verið tekin, verður það tilkynnt til Skipulagsstofnunar og Orkustofnunar.



Mynd 8: Borvallur á sjó. Sér pallur (guli pallurinn á myndinni) er m.a. fyrir holutoppna. Borvallurinn við hliðina og borinn sjálfur verða fjarlægðir að borverki loknu.

10. Afmörkun rannsóknarsvæðis.

Þegar fyrri hluti rannsókna á fyrsta ári (2018) er lokið og fyrstu niðurstöður liggja fyrir, verður tilgreint það svæði sem óskað verður eftir að virkja. Svæðið verður umtalsvert minna en rannsóknarsvæðið sjálft. Verður þá vonandi komin heildarmynd á hvar talið er æskilegt að bora og staðsetja aðrar framkvæmdir. Þetta verður unnið í samráði við Orkustofnun og tilkynnt þeim aðilum sem koma að leyfisveitingum og umsögnum um málið.

11. Íslenska ríkið sem landeigandi.

Gengið er útfrá að viðkomandi rannsóknarsvæði, staðsett innan íslenskrar lögsögu, tilheyrir íslenska ríkinu. Ekki sé um aðra landeigendur að ræða, þar sem ætlað er að starfsemi verkefnisins sé fyrir utan netlaga (115 metra frá stórstraumsfjöruborði).

Lög um eignarrétt Íslenska ríkisins að auðlindum hafsbotsins.

Lög nr. 73/1990

1. gr. *Íslenska ríkið er eigandi allra auðlinda á, í eða undir hafsbotninum utan netlaga og svo langt til hafs sem fullveldisréttur Íslands nær samkvæmt lögum, alþjóðasamningum eða samningum við einstök ríki.*

Hugtakið auðlind samkvæmt lögum þessum tekur til allra ólífrænna og lífrænna auðlinda hafsbotsins annarra en lifandi vera.

Hugtakið netlög merkir í lögum þessum sjávarbotn 115 metra út frá stórstraumsfjöruborði landareignar.

12. Vátryggingar.

Að svo stöddu liggja ekki fyrir upplýsingar um vátryggingar. Frágangur tryggingamála mun liggja fyrir áður en eiginleg rannsóknavinna hefst.

13. Lög og reglur.

NTE hefur eftir megni reynt að kynna sér lög og reglugerðir varðandi umsóknir um rannsóknarleyfi. Er það einbeittur vilji NTE að félagið fari að lögum og reglum hvað varðar rannsóknarleyfi, framkvæmdir, frágang og önnur atriði sem hafa þarf í huga.

NTE telur að Orkustofnun sé sá aðili sem hefur lögsögu í málinu og getur úthlutað viðkomandi leyfi skv. þeim lögum og reglum sem um það gildir. Þá þarf samþykki Orkustofnunar á því að verkefnið uppfylli ákvæði raforkulaga nr. 65/2003. Þetta á við vinnslu, flutning, dreifingu og viðskipti með raforku á íslensku forráðasvæði. Þá þarf Orkustofnun að veita virkjunarleyfi, ásamt leyfi til að reisa og reka raforkuver.

Lítið er til af reglugerðum hvað varðar öryggis- og umhverfismál fyrir „offshore“ framkvæmdir og verður notast við norskar reglugerðir til að fylgja ýtrasta öryggis og verndun umhverfisins.

Margfallt minni hættu er á umhverfisslysi í tengslum við mengun frá borholum þar sem borað er eftir jarðhita en þar sem verið er að bora eftir olíu. Jarðhitavökvinn þynnist afar fljótt og kólnar í sjónum, en þekkt er að heitur jarðhitavökvi flæðir víða upp um sjávarbotninn og ef eitthvað þá eykur það staðbundið lífríki (sbr. black- and white smokers).

Lög um eignarrétt íslenska ríkisins að auðlindum hafsbotsins

Lög nr. 73/1990

2. gr. Enginn má leita að efnum til hagnýtingar á, í eða undir hafsbotninum utan netlaga, sbr. 1. gr., nema að fengnu skriflegu leyfi [Orkustofnunar].¹⁾

[[Orkustofnun]²⁾ er heimilt að veita leyfishafa fyrirheit um forgang að leyfi skv. 3. gr. í allt að tvö ár eftir að gildistíma leyfis til leitar er lokið og um að öðrum aðila verði ekki veitt leyfi til leitar á þeim tíma.]³⁾

1)L. 10/2012, 2. gr. 2)L. 131/2011, 10. gr. 3)L. 101/2000, 2. gr.

14. Önnur atriði.

NTE mun góðfúslega veita allar frekari upplýsingar í tengslum við umsókn þessa. Um áhugavert brautryðjendaverk er að ræða er kann að vekja athygli víða um heim. Ætla má að þessi nýja aðferðafræði við orkuöflun og orkuvinnslu úr jarðhita kunni að verða greininni mikilvæg viðbót, auk þess sem það mun auka almenna þekkingu á hafsbotni umhverfis Ísland, auk þekkingar á eðli jarðhita almennt.

Viðauki: Mismunandi aðferðir sem nýst geta við jarðhitarannsóknir á hafsbotni, tekið saman af ÍSOR:

Draft plan for offshore geothermal exploration

In accordance to the plans of NTE for potential geothermal offshore development, suggestions for an exploration approach is proposed as follows. It needs to be pointed out that the first task at hand is to collect all available data from the areas in question. These data are most likely found at University of Iceland, Marine Research Institute, National Energy Authority in Iceland and Iceland GeoSurvey. This may take a few weeks.

1. Multibeam measurements. High resolution mapping of the seafloor can give indications of areas of hot water and gas emerging from the seafloor (up-flow). This is also sometimes presented as black or white smokers, where precipitation accumulates and builds up tower like features from the seafloor, which multibeam measurements can sometimes detect. Backscatter data can also be used to detect hardgrounds around geothermal manifestations. This mapping can also reveal other features, such as pockmarks, that may indicate fluid/gas expulsion.

In the areas north and south west of Iceland, quite extensive bathymetric information from multibeam is available, but in some cases additional measurements may be needed.

If needed, some 10 days of additional measurements should be adequate, probably with the EM300 available at the Marine Research Institute (Árni Friðriksson). This should probably be prioritized to minimize the exploration area for other research.

Time: 2-3 weeks including processing

2. Chirp seismics. High resolution seismic soundings that penetrate the seafloor and map out a few tens of meters below the seafloor. They may pick up active outflows of water and gas from the seafloor, as well as structural and sedimentary elements. A small system towed behind a boat or ship. This may image active fluid/gas expulsion features at the seafloor and below the seafloor, as well as gas trapped in the sediments at shallow depths. Some data are available north of Iceland, showing possible active expulsion features. Additional measurements may be needed, possibly a few days for measurements may be needed at very localized places (based on multibeam) to map out structural- and geothermal features.

Time: 2 weeks

3. Seafloor Dredging. This type of sampling can be used to find and collect samples from geothermal manifestations at the seafloor. Dragged behind a boat or ship. This will be carried out at very specific locations where multibeam and chirp measurements indicate possible upflow features. This research will probably take up to two days at each preselected site. It may confirm if geothermal precipitation is present.

Coring (vibra- or gravity-) may also be an option instead of dredging. This type of sampling can be used, when the exact site of geothermal area is known and sub-seafloor samples of precipitations and/or gas are to be collected some 5-10 m below surface. Time:

1 week

- 4. Remote submarine (ROV).** This can be used for direct temperature measurements just above the seafloor, filming/photographing and possibly sampling of water and rocks at the manifestation. Used in connection with other collected data to visualize the nature of the geothermal up-flow and estimate the resource temperature from chemical analysis of fluids and solids.

Time: 1 weeks

- 5. Chemical analysis.** To estimate if selected area is of a geothermal nature and possible resource temperatures.

Time: Up to 4 weeks.

- 6. Seafloor TEM and MT.** When a possible geothermal area has been identified, resistivity measurements should be carried out. This is to map out the resistivity structure below the seafloor. It is a widely used method on land to detect a possible geothermal resource, based on relative changes in conductivity/resistivity. The on land subsurface as well as the subseafloor resistivity structure can be directly related to the parameters that characterize the geothermal reservoir and resource, like temperature, porosity, salinity of the fluid and hydrothermal alteration. There exist various methods that have been applied for a long time to measure resistivity like, CSEM (Control Source ElectroMagnetics) and MT (MagnetoTellurics). Resistivity indicates a possible size of the resource and helps in creating a conceptual geothermal model and select well targets. This is also widely used and well-known method in oil and gas prospecting.

Magnetotelluric (MT) surveying at sea.

Marine MT surveys map subsurface resistivity variations by measuring naturally occurring electric and magnetic fields on the seabed – it is a passive method. The naturally occurring electric and magnetic fields are generated by the interactions of solar wind with the Earth's magnetic field, which, when strong, are known as geomagnetic storms.

These resistivity measurements are aimed to map out local anomalies in resistivity which can be characteristic for geothermal reservoirs, in the same way as is for onshore geothermal systems.

Time: 8-12 weeks including processing

- 7. Seismic reflection measurements (2D or 3D) - Optional.** This is the most important method used in oil and gas exploration. It is used to map out in details to great depths the sub-surface structures and strata. It is of great value in geothermal exploration to assist in selecting drilling targets at great depths, where the most important targets are structural targets (faults and fractures). This is, however, not applicable in highly volcanically active areas. This is similar as the Chirp method, but can image structures several kilometers below the seafloor. This method cannot detect geothermal activity, but can pinpoint structures (faults and fractures) that may control the up-flow of geothermal fluids. May be carried out in profiles at a rather small area (for example 10x10 or 20x20 km).

Time: 8-12 weeks including processing

8. Microseismic monitoring - *Optional*. Used to map out small earthquake's hypocenters, created by active faults and fractures. This may outline active pathways of geothermal fluids towards the surface and thus assist in determining the controlling structures of the geothermal reservoir. Equipment set on the seafloor for several months.

Time: 24-32 weeks including processing

9. Pre-feasibility report: Including a conceptual modelling of the geothermal resource and selection of drilling targets.

Time: 8 weeks

There are several other exploration techniques that can be used for this purpose, but it is our estimation that the ones listed above are likely the most important ones.

In general, the exploration should be carried out in the same order as listed, but in some cases it could be carried out in parallel.

