

Orkustofnun
Grensásvegi 9
108 Reykjavík

Reykjavík, 30. maí 2024
V-2022-101/08.04

Efni: Uppfærð umsókn um rýmkuð nýtingarleyfi fyrir stækkun jarðvarmavirkjunar við Þeistareykjvík í Þingeyjarsveit

Landsvirkjun sótti um nýtingarleyfi þann 29. júní 2023. Að teknu tilliti til niðurstöðu Skipulagsstofnunar um matsskyldu aukinnar vatnstöku hefur umsókn um rýmkað nýtingarleyfi verið uppfærð. Að auki hefur umfjöllun um endurniðurdælingu jarðhitavökva verið dýpkuð.

Með vísan til 6. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu nr. 57/1998 (auðlindalög) sækir Landsvirkjun, kt. 420269-1299, hér með um rýmkað nýtingarleyfi til töku jarðhita á nýtingarsvæði sínu á Þeistareykjum í Þingeyjarsveit. Landsvirkjun hefur nú þegar nýtingarleyfi á svæðinu, dags. 28. mars 2014. Umsókn þessi innifelur þær heimildir sem núverandi nýtingarleyfi tekur til. Gildandi nýtingarleyfi tók til orkuþarfar fyrir vinnslurás tveggja háþrýstihverfla af fjórum sem upphaflegt umhverfismat gerði ráð fyrir og mögulegri fjölnýtingu. Viðbótin samræmist gildandi skipulagsáætlunum og umhverfismati, hvað nýtingu jarðhita varðar, eins og nánar er farið yfir í umsókninni. Þess er óskað að forsendur gildandi nýtingarleyfis haldist óbreyttar nema hvað varðar aukningu í töku massa og orku og samsvarandi uppfærslu á líklegum viðbrögðum við aukningunni. Umsóknin er fyrir aukningu í töku massa og orku fyrir stækkun Þeistareykjastöðvar úr 100 MW í 150 MW í raforku. Um er að ræða þriðja áfanga af fjórum eins og nánar er lýst í hjálagðri matsskýrslu framkvæmdarinnar þar sem hver vinnslurás er sögð vera 50 MW í raforku að stærð fyrir allt að 200 MW virkjun.

Í matsskýrslu, sjá fylgiskjal 4, er gert ráð fyrir samráði við Orkustofnun um hugsanlega áfangaskiptingu byggingar virkjunar á Þeistareykjum. Þar kom fram að gert væri ráð fyrir hæfilegum tíma til lærdóms (t.d. 3 til 5 ár). Nú eru liðin rúm sex ár frá gangsetningu fyrstu tveggja vélasamstæða og næg reynsla komin á rekstur virkjunarinnar svo að með hæfilegri forsjáryggju er hægt að taka afstöðu til stækkunar í samræmi við áform fyrirtækisins eins og þeim var lýst í matsskýrslu.

Vísbendingar eru um að auðlindin standi undir fjórðu vélasamstæðunni og til upplýsinga standa nú yfir rannsóknaboranir því til staðfestingar auk annarra rannsókna og líkanreikninga. Afkastageta fyrri holunnar sem boruð var utan við staðfesta stærð jarðhitageymis, ÞG-19, er nú metin tæp 15 MW í rafafli. Holan stækkar forðamat á stærð jarðhitageymisins eins og vonir voru bundnar við. Afkastageta ÞG-20 liggur ekki fyrir þó hátt vermi og hitastig staðfesti stærð auðlindar. Að svo komnu máli er Landsvirkjun enn með til skoðunar hvort og þá hvenær farið verði í fjórðu vélasamstæðu en ákvörðun liggur ekki fyrir þess efnis enn sem komið er.

Staðarmörk umsóknar nær til sama svæðis og gildandi nýtingarleyfi tekur til sem fram kemur í 2. gr. gildandi leyfis. Landsvirkjun hefur áður sýnt fram á að fyrirtækið hefur samið við landeigendur um hagnýtingu jarðhitans á svæðinu, með samningum, dags. 28. apríl 1999, til borana, rannsókna og hagnýtingar á orku og rammasamningi, dags. 27. desember 2011, þar sem gerður var samningur um nýtingu á jarðhitaréttindum, rétt til framleiðslu og sölu á rafmagni, heitu og köldu vatni, umráð yfir landi, fyrirkomulagi skipulagsmála, nýtingar vatnsréttinda, samráðs, samstarfs, efnisnáms, landgræðslu og fleira auk lóðaleigusamnings. Fyrirhuguð nýting rúmast öll innan gildandi samninga sem náði til stærri áforma en nú eru fyrirhugaðir eins og áður hefur komið fram.

Sótt er um leyfi til 60 ára með möguleika á framlengingu í samræmi við núgildandi gildistíma nýtingarleyfis þar sem samningar við landeigendur liggja fyrir fram yfir þann tíma.

Vinnsluaukning og frumorkunýtni

Sótt er um helmingisaukningu á massa og frumorku úr 19 í allt að 28,5 PJ/a af orku (vergri frumorku) og úr 10 í allt að 15 Tg/a af vökva (verg massavinnsla) úr jarðhitageymi. Frumorkunýtni til raforkuvinnslu verður um 15% miðað við forsendur sem er til samræmis við frumorkunýtni eins og hún best gerist í rekstri annarra jarðvarmavirkjana á Íslandi og gert ráð fyrir að vermi verði á bilinu 1800-2200 kJ/kg eins og matsskýrsla gerði ráð fyrir. Fyrirtækið mun þó ekki taka meiri jarðvarma eða vatn en þörf er á til samræmis við 25. gr. auðlindalaga. Jarðhitavinnsla og massataka hefur verið undir leyfismörkum undanfarin ár. Til að sporna gegn kísilútfellingum er mikilvægt að auka vatnsmagn í vinnslurás frá því sem nú er og því er gert ráð fyrir að meðalvermi verði lægra í framtíðinni sem eykur hlutfallslega bæði massa- og orkutöku upp úr auðlindinni miðað við núverandi vinnslu. Núverandi leyfismörk gera nú þegar ráð fyrir þessu og er sótt um að halda settum markmiðum um frumorkunýtni óbreyttum til að gera ráð fyrir breytileika í þróun meðalvermis á rekstrartíma sem er nauðsynlegt að gera vegna þeirra óvissu sem borun nýrra holna felur í sér á ökonnuðum hluta jarðhitakerfisins og að teknu tilliti til takmarkana á jarðefnafræðilegum forsendum útfellinga í vinnslurás. Í hjálögðu minnisblaði Vatnaskila er gert nánar grein fyrir spám um áhrif vinnslunnar, breytingar á vermi og massa næstu áratugi.

Rannsóknir á djúplosun og skilyrði förgunar

Með vísan til 14. gr. reglugerðar nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns sem sett var með hliðsjón af 3. tölul. 4. gr. tilskipunar 80/68/EBE hyggst Landsvirkjun skila jarðhitavökva til baka í jarðhitakerfið með hluta þeirra efna sem upp með vökvanum komu. Framangreind tilskipun hefur verið felld úr gildi sem vatnatilskipun nr. 2000/60 tók við af en ákvæðið er nú að finna í 11. gr. (j) vatnatilskipunar sem kveður á um heimild til endurniðurdælingar jarðhitavökva (e. *geothermal reinjection*).

Tilgangurinn er fyrst og fremst að draga úr umhverfisáhrifum virkjunarinnar með hliðsjón af vatnatilskipun, reglugerð 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti, sem og nýlegum breytingum á reglugerð nr. 787/1999 um loftgæði. Með vísan til framangreinds hefur Landsvirkjun viljað draga úr losun brennisteinsvetnis út í andrúmsloftið með því að veita gasinu þess í stað aftur í jarðhitakerfið og draga þannig einnig úr áhrifum á breytingu á efnasamsetningu niðurdælingarvökvans til að viðhalda betur góðu efnafræðilegu ástandi. Leysni koldíoxíðs er svipuð og brennisteinsvetnis og því fylgir koldíoxíð með brennisteinsvetninu. Dómstólar hafa litið svo á að jarðhitavökvinn vísi til allra efnasambanda í vökvanum. Jarðhiti getur „eðli máls samkvæmt ekki verið háður því í hvaða eðlisfræðilega formi jarðhitinn er“ eins og kemur fram í dómsmáli E-979-2019 við Héraðsdóm Reykjavíkur. Landsvirkjun mun í eftirlits- og vöktunaráætlun kveða á um í samráði við stjórnvöld með hvaða hætti eftirliti, innri endurskoðun og gagnaskilum skuli háttað hvað þetta varðar sem getur tekið breytingum í tíma eftir þörfum hverju sinni.

Landsvirkjun óskar þess að skilyrðum yfirborðslosunar og neyðarlosunar verði haldið óbreytt. Þ.e.a.s að áfram sé unnt að losa vökva á yfirborði til prófana á holum í skemmri tíma og vegna stórfelldra bilana (neyðarlosun). Landsvirkjun gerir sér grein fyrir að neyðarlosun er tilkynningarskyld til Orkustofnunar. Landsvirkjun mun tryggja að neyðarlosun vari ekki lengur en í þrjá mánuði að hámarki eins og gildandi leyfi kveður á um. Um myndun lóna á yfirborði verður farið eftir gildandi deiliskipulagi hverju sinni sem í dag gerir ekki ráð fyrir slíku.

Landsvirkjun hefur gert Orkustofnun grein fyrir árangri af djúplosun og ferilefnaprófunum þeim tengdum til samræmis við ákvæði 7. gr. núgildandi leyfis sem hluti af opinberu eftirliti með hagnýtingu auðlindarinnar á forsendum leyfisákvæða. Prófanir hófust í byrjun árs 2019 með niðurdælingu í holu ÞG-14 sem er 2500 m löng skáhola. Helstu æðar í holunni eru á yfir 1600 metra dýpi. Sumarið 2020

voru áhrif grunn- og djúplosunar rannsókuð með ferilefnaprófi í tvær holur. Niðurstöður benda til að niðurdælingavökvi flæðir að megninu til norðurs meðfram misgenginu kennt við Tjarnarás. Lekt í jarðhitakerfinu á Þeistareykjum einskorðast af misgengjum en niðurstöður ferilefnaprófs benda til að misgengi myndi skil í jarðhitakerfinu sem seinka verulega kælingaráhrifum niðurdælingar á megin vinnsluvæðinu undir Bæjarfjalli. Miðað við niðurstöðurnar og spár reiknilíkansins eru þó engin merki þess að auka þurfi djúplosun að svo stöddu. Viðbrögð jarðhitakerfisins við vinnslu hefur auk þess orðið minni frá gangsetningu en spár gerðu ráð fyrir. Landsvirkjun gerir því ekki ráð fyrir að auka djúplosun að svo stöddu. Þá má geta þess að grunnlosun er að hluta til niður í háhitakerfi þar sem hitastig er yfir 200°C og leiðir til þrýstistuðnings við jarðhitakerfið. Hjálagðar skýrslur um niðurstöður prófana veita nánari upplýsingar um málið.

Forsendur grunnlosunar eru þær sömu og í núgildandi leyfi og í matsskýrslu. Áfram hyggst Landsvirkjun losa jarðhitavökva niður á 200 metra dýpi hið minnsta (grunnlosun) inn í efri hluta jarðhitakerfisins og undir grunnvatnskerfið en mun áfram gera prófanir til að losa niður á að minnsta kosti 1200 metra dýpi (djúplosun) eins og gert hefur verið undanfarin ár. Reynist viðbrögð jarðhitakerfisins við vinnslu vera meiri en líkanreikningar gera ráð fyrir og ekki reynist unnt að bregðast við með öðrum hætti mun Landsvirkjun auka djúplosun til að stuðla að jafnvægi í vatnsbúskap auðlindarinnar til lengri tíma litið.

Rannsóknir og möguleg áhrif aukinnar vinnslu á auðlindina

Með umsókn Landsvirkjunar fylgir minnisblað Vatnaskila þar sem fram koma niðurstöður líkanreikninga af áhrifum vinnsluaukningarinnar. Spáin byggir á áralangri þróunarvinnu á reiknilíkani af auðlindinni sem er uppfært reglulega og til samræmis við ný gögn hverju sinni. Samkvæmt niðurstöðum Vatnaskila er niðurdráttur vel innan ásættanlegra óvissumarka að mati Landsvirkjunar. Niðurdráttur hefur reynst minni en upphaflegar spár gerðu ráð fyrir sem fram koma í útgefnu nýtingarleyfi frá árinu 2014 og ekkert sem bendir til annars en að auðlindin muni svara vel við vinnsluaukningunni.

Samkvæmt líkanreikningum Vatnaskila verður fjöldi borholna innan þeirra marka sem matsskýrsla gerir ráð fyrir. Fjöldi holna helst innan ásættanlegra marka eða um 30 háhitaholur á meðan matsskýrsla gerir ráð fyrir 40 háhitaholum í heildina fyrir fullbyggða virkjun. Afköst meðalholu er talin vera í dag um 7 MW í rafafli. Massarárnun innan jarðhitakerfisins viðheldur gufuflæði að háhitaholunum samkvæmt líkanreikningum. Skil jarðhitavökva til baka í eða við þakberg styður hvort tveggja við endurnýjun jarðhitakerfisins en jafnframt veitir þrýstistuðning til að sporna gegn niðurdrætti í grunnvatnskerfinu. Við útgáfu gildandi leyfis var miðað við þrýstingsbreytingar í holu ÞG-02 til að spá fyrir um líkleg viðbrögð jarðhitakerfisins við fyrirhugaðri nýtingu. Þegar vinnsla hófst kom í ljós sterkt þrýstisamband milli grunnlosunar og mælingarholu sem orsakaði vatnsborðshækkun í holunni í stað vatnsborðslækkunar sökum vinnslunnar. Sökum þessa lagði Landsvirkjun til að færa eftirlit með niðurdrætti yfir á ÞG-18 sem kynnt var sérstaklega fyrir Orkustofnun sem hluti af virku eftirliti með nýtingarleyfi. Gerð var sérstök niðurdráttarspá fyrir holu ÞG-18 með Monte Carlo hermun á árinu 2018 fyrir Orkustofnun. Þessi umsókn og fylgiskjöl miða við holu ÞG-18 sökum þessa.

Upplýsingar um jarðskjálftamælingar og jarðskorpuhreyfingar hafa verið gerðar opinberar árlega í samræmi við upplýsingaskyldu í gildandi leyfi. Jarðskjálftanetið á Þeistareykjum samanstendur af samtals níu skjálftastöðvum. Á Þeistareykjum greinast um 55 jarðskjálftar á mánuði en stærð jarðskjálfta á svæðinu er ML -0,8 til 2,3 að stærð. Jarðskjálftavirkni kemur fyrir í þremur aðskildum þyrpingum, grynast á 2-3,5 km dýpi undir Bæjarfjalli, við Randir/Hitur á 3,5-5 km dýpi og meðfram Tjarnarás misgenginu á 5-6,5 km dýpi. Jarðskjálftavirkni á Þeistareykjum er talin vera náttúruleg að uppruna og ótengd niðurdælingu. Jarðskorpuhreyfingar eru kortlagðar með árlegum INSAR mælingum en á Þeistareykjum greinist lítillsháttar landsig á jarðhitasvæðinu sem samsvarar 3-4 mm/ári, en staðbundið landsig samsvarar um 13 mm á ári við niðurdælingasvæðið vegna þess að niðurdælingarvökvinn er eðlisþyngri.

Eftirlit með hitastigi og þrýstingi í jarðhitakerfinu á sér stað með árlegum mælingum úr holu ÞG-01 og ÞG-18. Fleiri holur hafa verið mældar við tækifæri. Hiti á 1300 m og 1800 m dýpi í holu ÞG-01 hefur haldist stöðugur frá árinu 2018. Þrýstingsniðurdráttur í holu ÞG-01 var 4 bar fyrsta árið eftir að vinnsla hófst en eftir það er þrýstingsniðurdráttur ekki merkjanlegur. Hiti á 1850 m dýpi í holu ÞG-18 hækkar um 2,0°C milli ára en engin breyting hefur orðið á þrýstingi. Vatnsborðsbreytingar á Þeistareykjum sýna enn sem komið er ekki áhrif vinnslu úr kerfinu en holur ÞR-07, ÞG-02 og ÞG-08 eru næmar fyrir niðurdælingu og breytingum á henni. Vatnsborð í holu ÞG-02 hefur hækkað um níu metra eftir að vinnsla hófst árið 2017 og sveiflast um nokkra metra milli ára.

Vatnaáætlun

Skipulagsstofnun hefur komist að niðurstöðu um að auki vatnstaka frá upphaflegri matsskýrslu 200 MW jarðvarmavirkjunar úr 100 l/s í allt að 300 l/s, dags. 15. janúar sl. er ekki matsskyld. Í gildi er nýtingarleyfi grunnvatns upp á 200 l/s, dags. 25. mars 2014. Fyrir stækkun Þeistareykja um eina vélasamstæðu telur fyrirtækið, að svo stöddu, ekki þörf á að rýmka núgildandi heimild og því er ekki talin þörf á að sækja um rýmkun á nýtingarleyfi grunnvatns.

Með vísan til 4. tölul. 3. gr. laga um stjórn vatnamála nr. 36/2011 er grunnvatn skilgreint óháð hitastigi ólíkt ákvæði 6. mgr. 2. gr. auðlindalaga. Lög um stjórn vatnamála mynda ramma utan um aðra löggjöf er varðar mengun og verndun vatns. Settar hafa verið tvær reglugerðir, reglugerð nr. 935/2011 um stjórn vatnamála og reglugerð nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun. Vatnaáætlun 2022–2027 hefur hlotið staðfestingu ráðherra en hún felur í sér stefnumörkun um vatnsvernd, aðgerðaáætlun og vöktunaráætlun. Samkvæmt vatnavefsjá er framkvæmdin í nærumhverfi þriggja vatnshlota, þ.e. vatnshloti nr. 102-278-2-G (Aðaldalshraun-Trölladyngja), nr. 102-184-G (Lambafjöll) og nr. 102-66-G (Gjástykki). Vatnaáætlunin tilgreinir að vatnshlotin séu ekki talin í hættu eða í óvissu miðað við núverandi stöðu. Í vatnavefsjá eru almennar upplýsingar um þessi vatnshlot en engin greining á magnstöðu, ástandi eða álagi. Dýptarmörk eru ekki skilgreind. Í tilkynningu til Skipulagsstofnunar um aukna vatnstöku gerir Landsvirkjun grein fyrir mati sínu á áhrifum á vatnshlotin og lagði mat á hvort framkvæmdin komi til með að valda hnignun á ástandi vatnshlotsins auk þess að leggja mat á helstu kennistærðir. Hvað þetta snertir visast í málsgögn tilkynningar, umsagnir og niðurstöðu Skipulagsstofnunar. Þá vill Landsvirkjun einnig benda á 4. mgr. 19. gr. laga um stjórn vatnamála sem ætluð er að tryggja samræmi vatnaáætlunar annars vegar og verndar- og nýtingaráætlunar vegna fallvatna og háhita hins vegar.

Landsvirkjun bendir á möguleika þess að heimila endurskoðun á forsendum nýtingarleyfa en slíkt endurskoðunarákvæði er ekki að finna í gildandi nýtingarleyfi. Í 1. mgr. 17. gr. auðlindalaga kemur fram að „Heimilt er að kveða á um að nýtingarleyfi skuli endurskoðað að tilteknum tíma liðnum.“ Með umhverfisvöktun og ábyrgri auðlindastjórnun telur Landsvirkjun sér fært að gæta að meginmarkmiðum laganna eins og fram kemur í ákvörðun Skipulagsstofnunar.

Í ákvörðun Skipulagsstofnunar¹ kemur fram að stofnunin telji „ólíklegt, í ljósi framlagðra gagna, að fyrirhugaðar breytingar verði til þess að ástand yfirborðs- og grunnvatnshlota á svæðinu versni. Stofnunin leggur áherslu á áframhaldandi vöktun grunnvatns og tekur undir með Umhverfisstofnun að sú vöktun sem Landsvirkjun fyrirhugar og gerð er grein fyrir í greinargerð sé nægileg ráðstöfun til að tryggja að markmið um góða magnstöðu vatnshlota verði náð til langs tíma lítið.“ eins og segir í ákvörðun um matsskyldu. Þar kemur jafnframt fram að „Umhverfisstofnun telji það jákvætt að áhrif starfseminnar á magnstöðu og efnafraðilegt ástand grunnvatns sé vandlega metið í samræmi við lög um stjórn vatnamála. Ef vöktun grunnvatns fer fram eins og gert er ráð fyrir í skýrslunni telur Umhverfisstofnun það nægilega ráðstöfun til að tryggja að markmið um góða magnstöðu umrædds vatnshlots (Aðaldalshraun-Trölladyngja nr. 102- 278-2-G) verði náð til langs tíma.“

¹ Ákvörðun Skipulagsstofnunar: <https://skipulagsgatt.is/issues/2023/675>

Líkanreikningar gera ráð fyrir takmörkuðum vatnsborðsbreytingum. Efsti hluti grunnvatnshlotsins er hvort tveggja heitur og kaldur eftir staðsetningu uppstreymisrása jarðhita með vísan til þess að grunnvatn er skilgreint óháð hitastigi í 4. tölul. 3. gr. laga um stjórn vatnamála nr. 36/2011.

Landsvirkjun bendir Orkustofnun sérstaklega á 2. tölul. 2. gr. vatnatilskipunar þar sem grunnvatn er skilgreint sem allt það vatn neðanjarðar í vatnsmettuðu ástandi sem er í beinu sambandi við yfirborðið eða jarðlög og þá hvort áhrifa gætir af hagnýtingunni á vatnborðsstöðu grunnvatnsins sérstaklega óháð hitastigi. Með vísan til ákvörðunar Skipulagsstofnunar og að teknu tilliti til umsagnar Umhverfisstofnunar telur Landsvirkjun sig geta tryggt markmið um góða magn- og efnastöðu vatnshlota til langs tíma fyrir umrædd grunnvatnshlot á svæðinu með þeim mótvægisáðgerðum sem í umsókn þessari er lýst.

Umhverfisvöktun

Landsvirkjun hefur sinnt almennum rannsóknum á svæðinu til samræmis við skilyrði um umhverfisvöktun eins og þeim er lýst í matsskýrslu og útgefnum leyfum og gert er grein fyrir í fylgiskjöllum umsóknar. Staðið hefur verið að talsverðum undirbúningsrannsóknum til að auka skilning á auðlindinni sem vísað er til í fylgiskjöllum umsóknar. Fyrirhuguð stækkun samræmist gildandi skipulagsáætlunum og er innan þeirra marka sem fram koma í matsskýrslu fyrir allt að 200 MW jarðvarmavirkjun á svæðinu. Landsvirkjun mun halda til haga samræmdri eftirlits- og vöktunaráætlun fyrir þá þætti sem málið varðar og í samráði við stjórnvöld.

Hjálögð fylgiskjöl og skýrslur veita nánari upplýsingar um stöðu rannsókna á auðlindinni og umhverfisvöktun sem unnin er í samræmi við matsskýrslu. Landsvirkjun hefur það að markmiði að draga sem mest úr umhverfisáhrifum framkvæmda og rekstrar sem endurspeglast í hjálögðum fylgiskjöllum umhverfisvöktunar og áframhaldandi rannsókna á áhrifum hagnýtingarinnar og möguleikum til framþróunar í takt við markmið um sjálfbæra nýtingu auðlinda.

Óski Orkustofnun eftir frekari upplýsingum eða skýringum skal vinsamlega hafa samband við Jónas Ketilsson, verkefnisstjóra þróunar jarðvarma (jonas.ketilsson@landsvirkjun.is).

Virðingarfyllst,

Hörður Arnarson
Forstjóri

Hjálagt: Viðauki 1: Yfirlit yfir fylgiskjöl.

Viðauki 1: Yfirlit yfir fylgiskjöl

Umsóknarblað Orkustofnunar fyrir nýtingarleyfi jarðhitavinnslu.

Nr.	Skráarheiti	Lýsing efnis fylgiskjals:
1	Fylgiskjal 1 - Aðalskipulag Þeistareykjastöðvar	Aðalskipulag Þeistareykjastöðvar
2	Fylgiskjal 2 - Deiliskipulag Þeistareykjastöðvar	Deiliskipulag Þeistareykjastöðvar
3	Fylgiskjal 3 - Álit Skipulagsstofnunar	Álit Skipulagsstofnunar
4	Fylgiskjal 4 - Matsskýrsla	Matsskýrsla
5	Fylgiskjal 5 - Staðfesting tryggingar	Staðfesting ábyrgðartryggingar
6	Fylgiskjal 6 - Umhverfissvöktun	Fjórar umhverfissvöktunarskýrslur
7	Fylgiskjal 7 - Rannsóknir um djúpbörðun	Þrjár sérfræðiskýrslur
8	Fylgiskjal 8 - Leyfilegur niðurdráttur	Minnisblað Vatnaskila
9	Fylgiskjal 9 - Upplýsingaskýlda og grunnrannsóknir	Sjö sérfræðiskýrslur
10	Fylgiskjal 10 - Vinnslueftirlitsvísar	Átta sérfræðiskýrslur

Fylgiskjöl 06X - Umhverfissvöktun:

(61) Finnbogi Óskarsson, Deirdre Clark, Heimir Ingimarsson og Auður Agla Óladóttir (2021). Háhitavæðin á Þeistareykjum, í Kröflu og Námafjalli: Vöktun á yfirborðsvirkni og grunnvatni árið 2021. ÍSOR-2021/048, LV-2021-054.

(62) Vöktun á yfirborðsvirkni og grunnvatni árið 2020. ÍSOR-2020/053, LV-2020-055.

(63) Þorsteinn Egilsson (2019). Eftirlitsmælingar í Kröflu, Bjarnarflagi og á Þeistareykjum árið 2019. ÍSOR-2019/078, LV-2019-082.

(64) Egill Axelsson (2014). Grunnvatns- og hitamælingar Landsvirkjunar á Norðausturlandi árin 2006-2013. LV-2014/057.

Fylgiskjöl 07X - Rannsóknir um djúplosun:

(71) Landsvirkjun. Tracer injection at Þeistareykir in June 2020. Reykjavík : Landsvirkjun, 2020. 2020-062.

(72) Berthet, Jean-Claude and Arnaldsson, Andri. Modeling of tracers at Þeistareykir. Reykjavík : Vatnaskil, 2022. MB-22.15.

(73) Berthet, Jean-Claude and Arnaldsson, Andri. Þeistareykir, injection in ÞG-14. Reykjavík : Vatnaskil, 2022. MB-22.16.

Fylgiskjöl 08X - Leyfilegur niðurdráttur:

(81) Jean-Claude Berthet og Andri Arnaldsson . 135 MW scenario, Monte Carlo simulation, and drawdown in ÞG-18, Memo nr. 23.04, Vatnaskil.

(82) Berthet, Jean-Claude and Arnaldsson, Andri. Monte Carlo simulation of Þeistareykir and drawdown in well ÞG-18. Reykjavík : Vatnaskil, 2022. MB-21.32.

Fylgiskjöl 09X - Upplýsingaskýlda og grunnrannsóknir:

(91) Ágústsdóttir, Þ., Blanck, H., Hersir, G. P. and Gunnarsson, K. (2021). Seismic monitoring in Krafla, Námafjall and Þeistareykir. November 2019 to November 2020. Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2021/007, LV-2021-013, 31 p.

- (92) Blanck, H., Ágústsson, K. and Gunnarsson, K. (2018). Seismic Monitoring in Krafla, Námafjall and Þeistareykir November 2017 to November 2018. Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2018/087, Landsvirkjun LV-2018-103, 18 p.
- (93) Guðnason, E. Á., Magnússon, R. L., Vilhjálmsson, A. M., Ágústsdóttir, Þ. and Gunnarsson, K. (2021). Seismic Monitoring in Krafla, Þeistareykir and Námafjall. November 2020 to October 2021. Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2021/049, Landsvirkjun LV-2021-053, 56 p.
- (94) Guðnason, E. Á., Ágústsdóttir, Þ., Magnússon, R. L. and Gunnarsson, K. (2022). Seismic Monitoring in Krafla, Þeistareykir and Námafjall. October 2021 to October 2022. Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2022/049, Landsvirkjun LV-2022-057, 42 p.
- (95) Drouin, V. (2020). InSAR Monitoring of Krafla, Bjarnarflag and Þeistareykir Geothermal Areas. ÍSOR ÍSOR-2020/43, Landsvirkjun LV-2020-038.
- (96) Drouin, V. (2021). InSAR Monitoring of Krafla, Bjarnarflag and Þeistareykir Geothermal Areas 2021 update. ÍSOR-2021/045, Landsvirkjun LV-2021-050, 19 p.
- (97) Drouin, V. (2022). InSAR Monitoring of Krafla, Bjarnarflag and Þeistareykir Geothermal Areas 2022 update. Landsvirkjun LV-2023-005, 18 p.

Fylgiskjöl 10X - Vinnslueftirlitsvísar:

- (101) Þorsteinn Egilson (2019a). Þeistareykir. Eftirlitmælingar árið 2018. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2019/029, Landsvirkjun, LV-2019-034, 40 bls.
- (102) Þorsteinn Egilson (2019b). Eftirlitmælingar í Kröflu, Bjarnarlagi og á Þeistareykjum árið 2019. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2019/078, Landsvirkjun, LV-2019-082, 77 bls.
- (103) Þorsteinn Egilson (2020). Eftirlitmælingar í Kröflu, Bjarnarlagi og á Þeistareykjum árið 2020. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2020/038, Landsvirkjun, LV-2020-037, 55 bls.
- (104) Þorsteinn Egilson (2021). Eftirlitmælingar í Kröflu, Bjarnarlagi og á Þeistareykjum árið 2021. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2021/040, Landsvirkjun, LV-2021-042, 68 bls.
- (105) Þorsteinn Egilson og Halldór Ingólfsson 2022. Eftirlitmælingar í Kröflu, Bjarnarlagi og á Þeistareykjum árið 2022. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2022/020, Landsvirkjun, LV-2022-033, 64 bls.
- (106) Jean-Claude Berthet, Lárus Þorvaldsson, Andri Arnaldsson 2020. Þeistareykir geothermal system. Simulation of 90 MW and 135 MW scenarios. Vatnaskil, Report 20.08, Landsvirkjun, LV-2020-047 66 pp.
- (107) Berthet, Jean-Claude and Arnaldsson, Andri. Þeistareykir, sensitivity analysis. Reykjavík : Vatnaskil, 2021. MB-21.40.
- (108) Berthet, Jean-Claude and Arnaldsson, Andri. Þeistareykir, gravity and model update. Reykjavík : Vatnaskil, 2021. MB-21.39.