



STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR OG FREKARI NÝTING JARÐHITAVÖKVA

MATSSKÝRSLA

Júní 2009

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR OG FREKARI NÝTING JARÐHITAVÖKVA

MATSSKÝRSLA

07280

S:\2007\07280\Matsskýrsla\07280-sk090629 matsskýrsla.docx

Júní 2009

2	30. júní 2009	BHB	BHB
1	5. júní 2009	BHB	BHB
Nr. Útg.	Dagsetning	Unnið	Yfirfarið

VSÓ RÁÐGJÖF

Borgartúni 20, 105 Reykjavík sími: 585 9000 / fax: 585 9010 vso@vso.is www.vso.is

SAMANTEKT

1 Framkvæmdin

HS Orka hf (HS) áformar að stækka núverandi jarðvarmavirkjun á Reykjanesi í Reykjanesbæ og Grindavíkurbæ. Annars vegar er fyrirhuguð stækkun með 50 MW_e afleiningu, samskonar og fyrir er í virkjuninni. Hins vegar er stækkun með 30 – 50 MW_e afleiningu sem á að vinna orku með bættri nýtingu jarðhitavökvans sem er til staðar, s.k. pækilvirkjun. Ráðgert er að bora allt að átta vinnslu- og varaholur til öflunar orku og auka þarf sjónám til kælingar og til þess þarf að bora fleiri sjótökuholur.

VSÓ Ráðgjöf annast verkstjórn matsvinnunnar í samráði við framkvæmdaraðila.

Tilgangur fyrirhugaðra framkvæmda er að auka framleiðslugetu Reykjanesvirkjunar til að mæta eftirspurn eftir raforku, stækka varmatökusvæði virkjunarinnar og bæta nýtingu þeirrar orku sem aflað er.

1.1 Borholur og borteigar

Ráðgert er að bora fjórar nýjar vinnsluholur fyrir 50 MW_e stækkun virkjunar. Auk þess er æskilegt að bora fjórar viðhalds- og varaholur. Allar holur verða boraðar frá núverandi borteigum en þá þarf að stækka um allt að 25 þús. m² til að rúma allar holurnar. Við frágang og hönnun borteiga verður viðhöfð vinnutilhögun sem miðar að því að minnka rask og sjónræn áhrif. Ráðgert er að holur verði boraðar á árinu 2009. Borun hverrar holu tekur um 35 daga. Að upphitun lokinni verða holurnar afkastamældar og forðafræðigögnum safnað. Afkastamæling hverrar holu tekur um tvær til þrjár vikur. Borholuhús verða sett yfir vinnsluholur áður en þær eru teknar í notkun.

1.2 Niðurdæling

Jarðhitaaffalli frá virkjuninni hefur fram til þessa verið veitt til sjávar. Unnið er að tilraunum með niðurdælingu þéttivatnsblandaðs jarðhitavökva niður í jarðhitageyminn og er stefnt að því að niðurrennslið verði allt að 300 l/s sem gæti orðið um 30-50% af upptekt.

1.3 Stöðvarhús

Núverandi stöðvarhús Reykjanesvirkjunar verður stækkað til vesturs, til að hýsa eina 50 MW_e hverfilsamstæðu. Vélasalur verður lengdur um 48 m í vestur og verður útlit og form viðbyggingar eins og núverandi bygging. Heildargrunnflötur stækkunar verður alls um 2.000 m².

1.4 Skiljustöð

Gert er ráð fyrir að reisa nýja skiljustöð um 700 m² að stærð. Efnisval og form nýrrar skiljustöðvar verður áþekkt þeirri skiljustöð sem fyrir er. Við skiljustöðina verður einn gufuháfur og lokahús fyrir hvora vél til að stýra þrýstingi á gufuveitunni

1.5 Lagnir

Leggja þarf safnæðar frá nýjum borholum að nýrri skiljustöð. Safnæðar verða ofanjarðar. Nýjar safnæðar frá borholum RN-15A, RN-19A og B og RN-22A verða lagðar meðfram núverandi safnæðum. Ný safnæð verður lögð frá borteig við holu RN-17, meðfram vegi að Reykjanesvita, meðfram Gráalóninu og það síðan þverað til móts við nýju skiljustöðina. Leggja þarf stofnlagnir frá nýrri skiljustöð að stöðvarhúsi og verður lega þeirra að mestu meðfram núverandi stofnlögnum að stöðvarhúsi. Leggja þarf tvær kælisjávarylagnir frá sjónámssvæði en þær eru niðurgrafnar. Lagnirnar verða samsíða núverandi kælisjávarylögnum.



1.6 Önnur mannvirki

Hljóðdeyfir og lokahús verða þar sem skilju- og jarðhitavökva er beint út í bunustokk. Nýr hljóðdeyfir fyrir nýja vél í stöðvarhúsi verður staðsettur austan við núverandi hljóðdeyfa. Frárennsli jarðhitavökva frá nýrri skiljustöð fer um skiljuhljóðdeyfa sem staðsettir verða sunnan við nýja skiljustöð. Efnisval og form hljóðdeyfa og lokahúsa verður eins og núverandi mannvirkja.

Aðveitustöð verður reist norðan núverandi stöðvarhúss. Hún verður um 1.700 m² að grunnfleti og með svipuðu sniði og núverandi aðveitustöð.

1.7 Affallsvökvi

Starfsemi þækilvirkjunar eykur ekki heildarupptekt úr jarðhitageyminum. Jarðhitavökvinn verður hins vegar við lægra hitastig og ríkari af uppleystum steinefnum eftir að lágþrýstigufan hefur verið skilin frá vökvanum. Aukning affallsvökva er háð því hversu mikið af þurrufu og hversu mikið af gufu úr djúpvökva verður nýtt og getur orðið á bilinu 118 til 280 kg/s. Gangi tilraunir við niðurdælingu eftir mun það minnka magn affallsvatns sem fer til sjávar sem því nemur.

1.8 Aukið sjónám

Við stækkun virkjunarinnar verður að auka sjónám um 1.600 l/s og bora til þess fjórar nýjar holur. Gert er ráð fyrir að stækka norðurhluta núverandi sjónámsteigs um u.þ.b. 1.000 m².

1.9 Vegir og slóðar

Ekki þarf nýja vegi vegna borunar þar sem borun fer eingöngu fram á núverandi borteigum. Ekki er heldur um að ræða nýjar lagnaleiðir nema að borteig við holu RN-17. Þar verður núverandi vegi að Reykjanesvita fylgt eins og kostur er en síðan gert ráð fyrir að lagnaleiðin nýtist sem nýr ferðamannavegur að hverasvæðinu við Gunnuhver. Gera þarf aðkomu að nýju stöðvarhúsi þækilvirkjunar. Sá vegur er um 150 m að lengd og um 6 m breiður. Notað er aðflutt fyllingarefni í slóða og landi ekki raskað samsíða þeim.

1.10 Þækilvirkjun

Þækilvirkjun nýtir fyrst og fremst varmaorku úr þækli (jarðhitavökva) frá háþrýstiskiljum. Einnig er gert ráð fyrir að hún noti gufu frá borholum og þá hugsanlega frá lágþrýstari borholum. Eimsvali hverfilsins verður sjókældur og verður þéttivatn jarðhitaeimsins nýtt til íblöndunar jarðhitavökva fyrir niðurdælingu. Gert er ráð fyrir að grunnaflsframleiðsla hverfilsins verði 35-40 MW_e.

Helstu mannvirki þækilvirkjunar eru stöðvarhús, stofnlagnir, tengilagnir og kælisjávarylögn. Stöðvarhús þækilvirkjunar verður staðsett sunnan við núverandi stöðvarhús Reykjanesvirkjunar. Heildarstærð þess verður um 2.700 m² og verður hæð þess og form áþekkt núverandi stöðvarhúsi Reykjanesvirkjunar. Þækilvirkjunin mun bæta nýtingu jarðhitavökvans sem í dag er veitt til sjávar.

1.11 Efnistaka

Þar sem mannvirki hafa ekki enn verið hönnuð er magn fyllingarefna úr námum ekki að fullu þekkt. Uppgrafið efni úr húsgrunnum verður nýtt sem fyllingarefni. Efni er sótt í Stapafellsnámu en reynt er eftir föngum að endurnýta það efni sem til fellur.

2 Valkostir

Til skoðunar eru þrjú valkostir við stækkun Reykjanesvirkjunar auk núllkosta.

1. Valkostur: Reykjanesvirkjun, 400 MW aukin upptaka hrávarma
2. Valkostur: Reykjanesvirkjun, 250 – 300 MW aukin upptaka hrávarma

3. Valkostur Reykjanesvirkjun, allt að 1.000 MW heildarupptaka hrávarma

Skoðaðir voru mismunandi valkostir fyrir staðsetningu þækilvirkjunar, nýrrar skiljustöðvar og borteiga. Einnig voru skoðaðar mismunandi staðsetningar fyrir safnæðar frá borteig við borholu RN-17.

3 Framkvæmdatími og áfangaskipting

Áætlað er að hefja framkvæmdir síðari hluta vetrar 2009 og að gangsetja virkjun á fyrsta fjórðungi ársins 2011. Undirbúningsrannsóknir hafa að miklu leyti farið fram sumar og haust 2008.

4 MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

4.1 Jarðhitageymir

Jarðhitakerfið á Reykjanesi bregst við vinnslu á líkan hátt og jarðhitakerfið í Svartsengi sem hefur verið í rekstri í yfir 30 ár. Vegna vinnslu úr kerfinu fyrir núverandi 100 MW_e virkjun hefur þrýstingur í því lækkað sem nemur að meðaltali um 19 bar_a. Þessi þrýstingslækkun veldur því að á 800-1.200 m dýpi er að þróast gufusvæði líkt og gerst hefur í Svartsengi. Í dýpra æðabeltinu eru æðar áfram í vökvasfasa, en geta orðið tvífasa (vökvi og gufa) næst holunum. Mælingar sýna að dregið hefur úr hraða niðurdráttar á Reykjanesi frá því sem var í byrjun vinnslu og samhliða því sem tvífasa- og gufuástand í jarðhitakerfinu örvast hefur dregið úr massatökunni og þar með niðurdrættinum. Niðurdæling skiljuvatns niður í jarðhitageyminn hjálpar til við að viðhalda þrýstingi í jarðhitakerfinu.

Framkvæmdin mun hafa í för með sér breytingu á auðlindinni sem kemur meðal annars fram í þrýstingslækkun. Þessar breytingar eru afturkræfar eftir að vinnsla jarðhita úr kerfinu hefur verið stöðvuð. Nokkur óvissa ríkir um áhrif virkjunarinnar á auðlindina, bæði sökum skamms bor- og vinnslutíma á svæðinu en einn tilgangur framkvæmdanna er að bæta við þekkingu á auðlindinni. Það er mat framkvæmdaraðila að áhrif valkosta á jarðhitageyminn séu eftirfarandi:

- Valkostur 1: 400 MW aukin upptaka hrávarma leiðir af sér meiri þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu en aðrir valkostir og hefur óveruleg – talsverð neikvæð áhrif auk nokkurrar óvissu um áhrif.
- Valkostur 2: 250-300 MW aukin upptaka hrávarma jarðhitageyminn hefur óveruleg – talsverð neikvæð áhrif auk nokkurrar óvissu um áhrif.
- Valkostur 3: Allt að 1.000 MW upptaka sem felur í sér framleiðslu 50 MW_e raforku kallar á breytta vinnslustýringu, hefur óveruleg – talsverð neikvæð áhrif og hefur í för með sér talsverða óvissu um það hvort hann skilar bestri nýtingu jarðhitakerfisins til lengri tíma lítið.

Valkostur sem felur í sér 250-300 MW aukna upptöku til framleiðslu á 50 MW_e er besti valkosturinn að mati framkvæmdaraðila.

4.2 Jarðmyndanir og virkni hvera

Framkvæmdir vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar geta haft áhrif á jarðmyndanir með beinni skerðingu eða röskun þeirra t.d. þar sem byggja þarf stöðvarhús, leggja lagnir eða nýja slóða. Einnig geta framkvæmdir raskað sjónrænum heildum eða samhengi jarðmyndana og vinnsla jarðhita getur haft áhrif á yfirborðsvirkni hverasvæða. Framkvæmdirnar valda beinu raski á nútímahrauni á Reykjanesi vegna stækkunar borteiga, lagna, slóða, byggingar þækilvirkjunar og aðveitustöðvar, alls allt að 2,5 ha. Við undirbúning framkvæmda hefur verið miðað að því að brjóta sem minnst af óröskuðu landi undir mannvirki, t.d. með því að staðsetja þau á þegar röskuðum svæðum. Með þessu hefur verið dregið sem kostur er úr raski. Leiða má að því líkum að einhverjar breytingar verði á yfirborðsvirkni á hverasvæðinu við Gunnuhver en þó smærri í sniðum en þær sem þegar hafa orðið. Vinnsla úr gufuholum og blautholum getur haft gagnstæð áhrif á gufustreymi



til yfirborðs á hverasvæðinu. Líklegt er talið að valkostur 3 hafi mest áhrif á yfirborðsvirkni. Mat framkvæmdaraðila er að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á jarðmyndanir séu óveruleg. Áhrif á yfirborðsvirkni eru háð nokkurri óvissu.

4.3 Landslag

Beint rask framkvæmda á brunalandslag er óverulegt en ný mannvirki geta aukið á andstæður í landslaginu. Engar framkvæmdir eru áætlaðar á því svæði sem fellur undir háhitalandslag en óbein áhrif jarðhitavinnslu geta þó haft breytingar í för með sér. Nálægð iðnaðarsvæðisins getur haft truflandi áhrif á þá upplifun að hverasvæðið sé náttúrulegt og með fyrirhuguðum framkvæmdum munu þau áhrif aukast. Framkvæmdirnar raska ekki landslagsgerðinni grónir hryggir né spilla útsýni til þeirra. Þó geta gufustrókar stolið athyglinni frá þessari landslagsgerð. Fyrirhugaðar framkvæmdir eru að mestu fjarri strandsvæðum Reykjaness og hafa þar lítil áhrif. Framkvæmdin mun bæta við landslagsgerðina mannvirki jarðhitavinnslu þó umfang stækkunar sé ekki mikil. Fleiri gufustrókar, lagnir og mannvirki munu líklega gera þessa landslagsgerð meira áberandi. Samlegðaráhrif fyrri framkvæmda á svæðinu og fyrirhugaðraframkvæmda á landslag eru talin talsverð. Það er mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á jarðmyndanir séu óveruleg.

4.4 Fornleifar

Minjar í nágrenni framkvæmdasvæðisins eru vörður sem geta verið hluti leiðar milli Reykjaness og Hafna og minjar sunnan Gráalónsins en verndargildi þeirra er ekki staðfest. Mest hætta stafar að vörðum nr. 380 og 381 og garðlagi nr. 418. En með því að merkja viðkomandi minjar á meðan á framkvæmdum stendur í samráði við Fornleifavernd ríkisins á að vera hægt að tryggja að þeim verði ekki raskað. Það er mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á fornminjar séu óveruleg.

4.5 Gróður

Talsverðar breytingar hafa orðið á gróðri á hverasvæðinu við Gunnuhver vegna aukinnar virkni þess, sem má að einhverju leyti rekja til vinnslu jarðhita. Þekja gróðurs í rannsóknareitum við Gunnuhver hefur breyst milli árána 2001 og 2008. Mesta breytingin er þar sem hverir hafa stækkað en einnig má sjá breytingu þar sem jarðvegshiti hefur hækkað. Mosar, sem þola hita í jarðvegi betur en aðrir plöntuhópur, hafa hopað næst hveramiðjunni þar sem miklar breytingar hafa orðið á hveravirkni. Á hverasvæðinu sunnan Gráalónsins vex naðurtunga (*Ophioglossum azoricum*) en hún er á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands og vex einungis í volgum jarðvegi. Beint rask á gróðri vegna framkvæmdanna felst í stækkun borteiga, lagningu gufu- og safnlagna og byggingu skiljustöðvar. Aðrar framkvæmdir eru á lítt grónu eða ógrónu landi eða landi sem þegar hefur verið raskað. Alls verður bein skerðing á gróðri allt að 2,4 ha. Víðast hvar er gróðurþekja skert á framkvæmdasvæðinu og ekki er um að ræða sjaldgæf gróðurhverfi eða plöntutegundir á válista. Fyrirhugaðar framkvæmdir koma ekki til með að hafa beint rask í för með sér á vaxtarsvæði naðurtungu.

Brennisteinsvetni (H_2S) gæti haft áhrif á gróður í grennd við holur og á því svæði þar sem meginþorri þess losnar út í andrúmsloftið, einkum á mosa og fléttur. Ekki er hægt að útiloka að starfsemi virkjunarinnar muni hafa áhrif á mosa í nágrenni virkjunarinnar. Reiknað er með stækkun Reykjanesvirkjunar muni valda minni breytingum á yfirborðsvirkni á hverasvæðinu við Gunnuhver en varð eftir gangsetningu núverandi virkjunar. Jafnvel geti svo farið að gufustreymi til yfirborðs minnki við stækkunina. Það er mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á gróður séu óveruleg og gildi það fyrir alla valkosti. Óvissa um áhrif er hvað mest varðandi valkost 3.

4.6 Fuglar

Almennt er fuglalíf á svæðinu fáskrúðugt og algengir mófuglar í litlum þéttleika. Sunnan iðnaðarsvæðisins hefur verið stórt kríuvarp og krían langalgengasti fuglinn á svæðinu. Kríuvarpið hefur verið í lægð og er það einkum rakið til fæðuskorts. Kríuvarpið er óvenjulegt að því leyti að nokkur hluti þess er á gróðurlitlum, leirbornum jarðvegi á hverasvæði. Einnig er talsvert máfavarp á svæðinu. Almennt gildir um áhrif framkvæmda við jarðvarmavirkjanir á fuglalíf að varpfuglar verða fyrir truflun af framkvæmdum fari þær fram á varptíma. Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda felast einkum í hávaða og umsvifum vegna borunar og síðan hávaða sem fylgir blæstri hola. Einnig fylgir framkvæmdunum rask vegna framkvæmda, einkum með stækkun borteiga og lögnum. Samkvæmt fyrirbyggjandi upplýsingum telur framkvæmdaraðili að áhrif framkvæmdarinnar hafi óveruleg neikvæð áhrif á fuglalíf á svæðinu.

4.7 Lífríki sjávar og fjöru

Affallsvatn frá núverandi virkjun á Reykjanesi er leitt til sjávar í bunustokk frá stöðvarhúsi. Breytingar í magni affallsvatns við stækkun eru háðar því hversu miklu verður dælt niður í væntanlegar niðurdælingarholur en verða hlutfallslega litlar. Mest hitaáhrif eru beint út frá bunustokknum en eftir það lækkar hitinn hratt. Hvergi með ströndinni, utan við útfallið hefur mælst hiti yfir 10°C í sjó. Blöndun affallsvatns og sjávar er talin tiltölulega hröð. Reiknað er með að tilkoma þækilvirkjunar muni hafa í för með sér lækku hitastigs affallsvökva um 30 °C. Útfellingar frá jarðhitavökvanum eru við enda stokksins þar sem hann fellur til sjávar en einnig verður vart við breytingu á fjörugróðri á um 200 m kafla til norðurs. Miðað við þær breytingar á magni, hitastigi og samsetningu affallsvatnsins sem stækkunin hefur í för með sér má reikna með að breytingar frá núverandi ástandi verði óverulegar. Að mati framkvæmdaraðila eru neikvæð áhrif á sjó og fjöru talin óveruleg.

4.8 Smádýralíf og hveraörverur

Hveraörverur og smádýr finnast á hverasvæðinu við Gunnuhver. Fyrirhugaðar framkvæmdir munu ekki valda beinu raski á hverasvæðinu en áhrif á smádýralíf og hveraörverur getur falist í breytingum á yfirborðsvirkni á hverasvæðinu við Gunnuhver. Það er mat framkvæmdaraðila að fyrirhugaðar framkvæmdir geti haft einhver áhrif á yfirborðsvirkni en að þau áhrif verði í fyrsta lagi mun minni en þau áhrif sem orðið hafa vegna núverandi vinnslu og jafnframt að erfitt verði að greina þær frá náttúrulegum sveiflum sem munu verða í virkni hvera á svæðinu. Þessi áhrif eru háð nokkurri óvissu.

4.9 Loftgæði

Stækkun Reykjanesvirkjunar mun hafa í för með sér aukningu útblásturs jarðhitaloftegunda. Helstu lofttegundirnar í jarðhitagufum á Reykjanesi eru: koldíoxíð (CO₂), brennisteinsvetni (H₂S), vetni (H₂), metan (CH₄) og nitur (N₂). Styrkur koldíoxíðs er langmestur en styrkur brennisteinsvetnis næstmestur. Koldíoxíð og metan valda gróðurhúsaáhrifum í lofthjúpi jarðar og brennisteinsvetni veldur eitruáhrifum við háan styrk. Rekstur þækilversins ásamt þriðja 50 MW_e hverflinum mun að hámarki auka útstreymi jarðhitagass um 70%. Er þá gert ráð fyrir að þækilverkið sé rekið á fullu affli. Miðað við þær forsendur mun losun jarðhitaloftegunda frá Reykjanesvirkjun eftir stækkun nema um 43.500 tonnum af CO₂ og 1.580 tonnum af H₂S á ári.

Loftdreifingarspá gefur til kynna að meðalstyrkur brennisteinsvetnis í Höfnum, sem er næsta byggð, verði svipaður eftir stækkun og hann er í dag og þegar skoðað er viðmið um 42 µg/m³ styrk sést að um 99,9% líkur eru á að styrkur H₂S sé innan þessara marka þar. Svipað er að segja um Reykjanesbæ, lítil breyting er á áætluðum styrk þar fyrir og eftir stækkun. Vænta má aukinnar hveralyktar í nánasta umhverfi borteiga þegar borholur standa í blæstri á framkvæmdatíma.



Útblástur gróðurhúsalofttegunda frá jarðvarmavirkjunum er talin með í útstreymisbókhaldi, Kyoto-bókunin, Íslands. Alþjóða heilbrigðisstofnunin WHO hefur birt skýrslu um viðmiðunareglur fyrir loftgæði í Evrópu. Í skýrslunni eru sett viðmiðunarmörk um sólarhringsmeðaltal $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Áhrif á loftgæði eru bundin við líftíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu. Áhrif framkvæmdanna eru að mati framkvæmdaraðila óveruleg.

4.10 Hljóðvist

Framkvæmdasvæðið er vinsælt útivistarsvæði og ferðamannastaður en er ekki skilgreint í skipulagi sem kyrrlátt svæði. Næst ströndinni er iðulega mikið brimhljóð og frá hverum við Gunnhver er einnig hávaði. Fyrirhugaðar framkvæmdir munu hafa í för með sér aukinn hávaða, einkum á framkvæmdatíma. Hávaði frá borholum í blæstri er allt að 92 dB(A) í 10 m fjarlægð. Áhrifin eru að mestu bundin við framkvæmdasvæði virkjunarinnar og því staðbundin. Hljóðstig við boranir og blásturprófanir mælist yfir viðmiðunargildum á afmörkuðum svæðum innan iðnaðarsvæðis. Hljóðstig við gufuháfa við skiljustöð mælist jafnframt yfir viðmiðunarmörkum. Áhrif framkvæmdarinnar á hljóðvist eru tímabundin á líftíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu. Það er mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif af stækkun Reykjanesvirkjunar á hljóðvist séu óveruleg til talsverð.

4.11 Útivist og ferðamennska

Reykjanes er sótt heim af ferðapjónustuaðilum, útivistarfólki og íslenskum og erlendum ferðamönnum. Svæðið er nálægt alþjóðaflugvelli og helsta þéttbýlissvæði landsins. Fyrirhugaðar framkvæmdir munu hafa áhrif á ferðapjónustu og útivist á svæðinu vegna nýrra mannvirkja og aukins hávaða, einkum á framkvæmdatíma. Talið er að 90 þúsund manns hafi heimsótt Reykjanes árið 2007 og má reikna með 110-130 þúsund heimsóknum þar. Umfang áhrifa telst staðbundið. Framkvæmdin er á svæði sem er á Náttúruminjaskrá og náttúruverndaráætlun 2004-2008 m.a. vegna mikils útivistar- og fræðslugildis. Fyrirhuguð framkvæmd kemur til með að hafa bein og að nokkru afturkræf áhrif á ferðapjónustu og útivist á svæðinu ef horft er til næstu áratuga. Að teknu tilliti til mótvægisáðgerða sem miða að því að draga úr sýnileika mannvirkja og tímasetja framkvæmdir utan helsta ferðamannatíma, er það mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á ferðapjónustu og útivist verði óveruleg.

4.12 Samfélag, þekking og reynsla

Fjölbreyttir nýtingarmöguleikar felast í grunnvatni, sjó úr borholum og háhitalindum og er rafmangsframleiðsla aðeins einn af þeim. Eðliseiginleikar háhita- og grunnvökvalindanna bjóða upp á fjölbætta nýtingu. Raforka er þó forsenda í flestri starfsemi og því nauðsynleg grunneining. Með sama hætti og í Svartsengi er það orkuver á Reykjanesi, sem leggur grunninn að auðlindagarði sem nefndur hefur verið Kvikan. Nú þegar er kominn vísir að Kvikunni þar sem stundaðar eru rannsóknir og fræðsluferðamennska. Þekking sem aflað hefur verið á vinnslu jarðhita úr sjávarfæddu jarðhitakerfi eins og á Reykjanesi er mikilvægt framlag Íslands til alþjóða vísindasamfélagsins sem eykur skilning manna á eðli jarðhitakerfa á hafsbotni. Erfitt er að leggja hlutlægt mat á þau áhrif sem stækkun virkjunarinnar muni hafa á samfélag, þekkingu og reynslu. Þó er ljóst að mikil þekking hefur orðið til í tengslum við núverandi starfsemi og að hún leggur grunninn að margbættri starfsemi á sviði jarðvarmanýtingar og rannsókna. Fyrir samfélagið á Suðurnesjum myndar jarðvarmavirkjun á Reykjanesi grunn undir rannsókni, þróun og fjölbreytt atvinnulíf á svæðinu. Það er mat framkvæmdaraðila að jákvæð samfélagsleg áhrif sem verða með beinum og óbeinum hætti vegna þeirrar starfsemi sem fram fer á Reykjanesi verði talsverð.

5 Niðurstaða

Á heildina litið eru áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á umhverfið óveruleg til talsverð. Áhrif á einstaka umhverfisþætti eru frá því að vera óveruleg upp í talsverð. Þeir umhverfisþættir sem verða



HS ORKA HF

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

SAMANTEKT

fyrir mestum áhrifum á framkvæmdasvæðinu eru hljóðvist, ferðamennska og jarðhitageymirinn. Óvissa er um áhrif á jarðhitageyminn og áhrif vinnslunnar á yfirborðsvirkni á hverasvæðinu við Gunnuhver.

Í matsvinnunni og við undirbúning framkvæmda hefur verið unnið að því að draga úr neikvæðum áhrifum á umhverfið. Helst ber að nefna að þækilvirkjun nýtir jarðhitavökvann betur og dregur úr þörf á upptöku úr jarðhitageyminum. Með því að nýta núverandi mannvirki og leitast við að staðsetja ný á röskuðum svæðum er dregið úr umfangi áhrifa. Þá er gert ráð fyrir að dæla affallsvökva aftur niður í jarðhitageyminn til að draga úr þrýstingslækkun.

Orðskýringar	8
Mælieiningar	9
I. ALMENNAR UPPLÝSINGAR	11
1 Inngangur	11
2 Matsskylda framkvæmda	11
3 Leyfi sem framkvæmdin er háð	11
4 Tilgangur framkvæmda	12
5 Matsvinna	12
5.1 <i>Frávik frá matsáætlun</i>	12
5.2 <i>Sérfræðingar og sérfræðiskýrslur</i>	12
6 Staðhættir á framkvæmdasvæði	13
6.1 <i>Núverandi virkjun</i>	13
6.2 <i>Mat á umhverfisáhrifum núverandi virkjunar</i>	14
6.3 <i>Staðhættir</i>	15
7 Skipulag og landnotkun á framkvæmdasvæði	16
7.1 <i>Aðalskipulag Reykjanesbæjar 1995-2015 og Grindavíkurbæjar 2000-2020</i>	16
7.1.1 <i>Umsögn Grindavíkurbæjar og svör framkvæmdaraðila</i>	17
7.2 <i>Deiliskipulag</i>	17
7.3 <i>Verndarsvæði og kvaðir um landnotkun</i>	18
7.4 <i>Samræmi við aðrar áætlanir</i>	19
7.4.1 <i>Stefna íslenskra stjórnvalda</i>	19
7.4.2 <i>Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma</i>	19
7.5 <i>Eignarhald</i>	19
II. LÝSING FRAMKVÆMDAR	21
8 Stækkun Reykjanesvirkjunar	21
8.1 <i>Borteigar og borholur</i>	21
8.1.1 <i>Stækkun vinnslusvæðis</i>	21
8.1.2 <i>Nýjar borholur</i>	23
8.1.3 <i>Viðhalds- og varaholur</i>	24
8.1.4 <i>Borteigar</i>	25
8.1.5 <i>Sértækar aðgerðir og mótvægisaðgerðir</i>	26
8.1.6 <i>Tímasetning borunar og afkastamælinga holna</i>	27
8.1.7 <i>Skolvatn og borsvarf</i>	27



HS ORKA HF

EFNISYFIRLIT

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

8.1.8	<i>Borholuhús</i>	28
8.2	<i>Niðurdæling</i>	28
8.2.1	<i>Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja og svör framkvæmdaraðila</i>	30
8.2.2	<i>Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila</i>	31
8.3	<i>Stöðvarhús</i>	32
8.4	<i>Skiljustöð</i>	33
8.5	<i>Lagnir</i>	33
8.5.1	<i>Safnæðar</i>	33
8.5.2	<i>Jarðhitavökva- og gufulagnir</i>	34
8.5.3	<i>Kælisjávarlagnir</i>	34
8.6	<i>Önnur mannvirki</i>	35
8.7	<i>Jarðhitaaffall</i>	35
8.8	<i>Aukið sjónám</i>	36
8.8.1	<i>Sértækar aðgerðir</i>	37
8.9	<i>Vegir og slóðar</i>	37
8.9.1	<i>Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir</i>	37
9	Pækilvirkjun	39
9.1	<i>Helstu mannvirki</i>	39
9.2	<i>Vinnslurás pækilvirkjunar</i>	39
9.2.1	<i>Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila</i>	41
9.3	<i>Losun lofttegunda frá pækilvirkjun</i>	42
9.4	<i>Affall frá pækilvirkjun</i>	42
10	Efnistaka	43
11	Aukin jarðvarmavinnsla – valkostir	43
11.1	<i>Valkostir</i>	43
11.1.1	<i>Valkostur 1 - Reykjanesvirkjun, 400 MW aukin upptaka hrávarma</i>	43
11.1.2	<i>Valkostur 2 - Reykjanesvirkjun, 250 – 300 MW aukin upptaka hrávarma</i>	43
11.1.3	<i>Valkostur 3 - Reykjanesvirkjun, allt að 1.000 MW heildarupptaka hrávarma</i>	44
11.1.4	<i>Núll-kostur</i>	44
11.2	<i>Staðarvalkostir</i>	45
11.2.1	<i>Staðarvalkostir fyrir pækilvirkjun</i>	45

11.2.2	<i>Staðsetning skiljustöðvar</i>	46
11.2.3	<i>Safnæð frá borteig við borholu RN-17</i>	46
12	Aðrir framkvæmdaþættir	47
13	Aðrar framkvæmdir	47
14	Framkvæmdatími og áfangaskipting	47
III.	MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM	49
15	Inngangur	49
16	Forsendur mats á umhverfisáhrifum	49
17	Gögn og rannsóknir	51
18	Kynningar og samráð	52
18.1	<i>Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja</i>	52
18.2	<i>Ferðamálasamtök Suðurnesja</i>	52
18.3	<i>Orkustofnun</i>	52
18.4	<i>Umhverfisstofnun</i>	53
18.5	<i>Grindavíkurbær</i>	53
18.6	<i>Fornleifavernd ríkisins</i>	53
18.7	<i>Hafrannsóknastofnun</i>	53
18.8	<i>Reykjanesbær</i>	53
18.9	<i>Landvernd</i>	53
19	Matsferli og tímaáætlun	53
20	Jarðhitageymir	55
20.1	<i>Viðnámsmælingar og jarðhitakerfið</i>	55
20.1.1	<i>Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila</i>	56
20.2	<i>Vinnsla úr jarðhitageyminum á Reykjanesi</i>	59
20.2.1	<i>Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila</i>	60
20.3	<i>Niðurstöður reiknilíkans fyrir jarðhitakerfið</i>	62
20.3.1	<i>Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila</i>	64
20.4	<i>Endurnýjanleiki jarðhitaauðlindarinnar</i>	65
20.5	<i>Áhrif af stækkun virkjunarinnar</i>	66
20.5.1	<i>Valkostur 1 - Reykjanesvirkjun, 400 MW_t aukin upptaka hrávarma</i>	67
20.5.2	<i>Valkostur 2 - Reykjanesvirkjun, 250-300 MW_t aukin upptaka hrávarma</i>	68
20.5.3	<i>Valkostur 3 - Reykjanesvirkjun, heildarupptaka miðast við 1000 MW_t hrávarma</i>	69



HS ORKA HF

EFNISYFIRLIT

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

20.5.4	Áhrif á jarðhitageyminn án stækkunar Reykjanesvirkjunar	69
20.5.5	Umsögn Orkustofnunar	70
20.6	Áhrif mismunandi valkosta	71
20.6.1	Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila	73
20.7	Vöktun	74
20.8	Mótvægisáðgerðir	74
20.9	Niðurstaða	74
21	Jarðmyndanir og virkni hvera	77
21.1	Jarðmyndanir á Reykjanesi	77
21.1.1	Hverir	78
21.1.2	Breytingar á yfirborðsvirkni	79
21.1.3	Breytingar á virkni hvera samhliða vinnslu	81
21.2	Áhrif framkvæmda á jarðmyndanir	84
21.2.1	Bein áhrif framkvæmda á jarðmyndanir	84
21.2.2	Áhrif framkvæmda á yfirborðsvirkni	86
21.2.3	Áhrif mismunandi valkosta á yfirborðsvirkni	86
21.2.4	Vöktun yfirborðsvirkni	86
21.3	Mótvægisáðgerðir	86
21.4	Niðurstaða	87
22	Landslag	89
22.1	Gögn og aðferðir	89
22.1.1	Greining landslags	89
22.1.2	Aðferðir við að meta sjónræn áhrif	89
22.2	Landslagsgerðir	89
22.2.1	Brunalandslag	89
22.2.2	Háhitallandslag	90
22.2.3	Grónir hryggir	92
22.2.4	Gróið hraun og flatlendi	92
22.2.5	Ströndin/fjaran	94
22.2.6	Mannvirki jarðhitavinnslu	95
22.3	Áhrif framkvæmda á landslag og ásýnd	97
22.3.1	Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila	98
22.4	Samlegðaráhrif	99
22.5	Niðurstöður	99

23	Fornleifar	101
23.1	<i>Fornleifar á Reykjanesi</i>	101
23.2	<i>Áhrif framkvæmda á fornleifar</i>	102
23.2.1	<i>Umsögn Fornleifaverndar ríkisins og svör framkvæmdaraðila</i>	102
23.3	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	103
23.4	<i>Niðurstaða</i>	103
24	Gróður	105
24.1	<i>Gróður á Reykjanesi</i>	105
24.1.1	<i>Gróður á hverasvæði við Gunnuhver</i>	105
24.2	<i>Plöntutegundir á válista</i>	109
24.3	<i>Áhrif framkvæmda á gróður</i>	110
24.3.1	<i>Áhrif á gróður vegna rasks</i>	110
24.3.2	<i>Áhrif gufu á gróður</i>	111
24.3.3	<i>Áhrif yfirborðsvirkni á gróður</i>	113
24.4	<i>Vöktun</i>	113
24.5	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	113
24.6	<i>Niðurstaða</i>	113
25	Fuglar	115
25.1	<i>Fuglalíf á Reykjanesi</i>	115
25.1.1	<i>Rannsóknir vorið 2008</i>	115
25.1.2	<i>Fuglategundir á válista</i>	117
25.1.3	<i>Ábyrgðartegundir</i>	117
25.2	<i>Áhrif framkvæmda á fuglalíf</i>	117
25.2.1	<i>Áhrif vegna hávaða</i>	117
25.2.2	<i>Áhrif vegna rasks</i>	118
25.2.3	<i>Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila</i>	118
25.3	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	118
25.4	<i>Niðurstöður</i>	119
26	Lífriki sjávar og fjöru	121
26.1	<i>Afallsvatn frá Reykjanesvirkjun</i>	121
26.1.1	<i>Umsögn Hafrannsóknastofnunarinnar og svör framkvæmdaraðila</i>	123
26.2	<i>Áhrif framkvæmda á lífríki sjávar og fjöru</i>	123



HS ORKA HF

EFNISYFIRLIT

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

26.2.1	<i>Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja og svör framkvæmdaraðila</i>	127
26.3	<i>Vöktun</i>	127
26.4	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	127
26.5	<i>Niðurstaða</i>	127
27	Smádýralíf og hveraörverur	129
27.1	<i>Smádýralíf</i>	129
27.2	<i>Hitakærar örverur</i>	130
27.3	<i>Áhrif framkvæmda á smádýralíf og hveraörverur</i>	130
27.4	<i>Vöktun</i>	131
27.5	<i>Niðurstaða</i>	131
28	Loftgæði	133
28.1	<i>Jarðhitalofteggundir</i>	133
28.2	<i>Grunnástand</i>	133
28.2.1	<i>Koldíoxíð og metan (gróðurhúsaloftteggundir)</i>	133
28.2.2	<i>Brennisteinsvetni (H₂S)</i>	133
28.3	<i>Áhrif framkvæmda á loftgæði</i>	134
28.3.1	<i>Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja og svör framkvæmdaraðila</i>	137
28.3.2	<i>Umsögn Ferðamálastofu og svör framkvæmdaraðila</i>	138
28.4	<i>Vöktun</i>	138
28.5	<i>Niðurstaða</i>	138
29	Hljóðvist	141
29.1	<i>Viðmiðanir um hljóðvist umhverfis Reykjanesvirkjun</i>	141
29.2	<i>Hávaði frá núverandi rekstri Reykjanesvirkjunar</i>	142
29.3	<i>Hávaði vegna borunar</i>	142
29.4	<i>Hávaði vegna blásturs hola</i>	142
29.5	<i>Áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á hljóðvist</i>	142
29.5.1	<i>Hljóðstig á framkvæmdatíma</i>	143
29.5.2	<i>Hljóðstig á rekstrartíma</i>	143
29.6	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	143
29.7	<i>Niðurstaða</i>	144
30	Útivist og ferðamennska	145
30.1	<i>Ferðamennska á Reykjanesi</i>	145

30.1.1	<i>Vinsælustu staðirnir á Reykjanesi</i>	145
30.1.2	<i>Afstaða til þátta sem tengjast gufuafsvirkjunum</i>	147
30.2	<i>Viðhorf til stækkunar Reykjanesvirkjunar</i>	149
30.3	<i>Áhrif framkvæmda á ferðamennsku</i>	150
30.3.1	<i>Áhrif á framkvæmdatíma</i>	150
30.3.2	<i>Áhrif á rekstrartíma</i>	151
30.3.3	<i>Áhrif á ásýnd</i>	153
30.4	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	155
30.5	<i>Niðurstaða</i>	155
31	Samfélag, þekking og reynsla	157
31.1	<i>Fjölbætt og sjálfbær nýting</i>	157
31.1.1	<i>Reynsla af Auðlindagarðinum í Svartsengi</i>	157
31.1.2	<i>Tillaga að auðlindagarðinum Kvikunni á Reykjanesi</i>	158
31.2	<i>Áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar</i>	159
31.3	<i>Niðurstaða</i>	159
32	Niðurstaða	161
32.1	<i>Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila</i>	162
32.2	<i>Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila</i>	163
IV.	HEIMILDIR	165
V.	Viðaukar	169
33	Viðauki I. Umsagnir um frummatsskýrslu	169
33.1	<i>Umsögn Hafrannsóknastofnunarinnar dags. 25. maí 2009</i>	169
33.2	<i>Umsögn Orkustofnunar dags. 2. maí 2009</i>	171
33.3	<i>Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja dags. 24. apríl 2009</i>	177
33.4	<i>Umsögn Fornleifaverndar ríkisins dags. 24. apríl 2009</i>	178
33.5	<i>Umsögn Ferðamálastofu dags. 30. apríl 2009</i>	180
33.6	<i>Umsögn Umhverfisstofnunar dags. 30. apríl 2009</i>	183
33.7	<i>Umsögn Grindavíkurbæjar dags. 18. maí 2009</i>	188
33.8	<i>Umsögn Reykjanesbæjar dags. 31. mars 2009</i>	189



HS ORKA HF

ORÐSKÝRINGAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

ORÐSKÝRINGAR

Afallsvatn	Samheiti yfir blandvökva (skilju- og þéttivatn, kælisjó) sem veitt er frá virkjuninni eftir lög frá stöðvarhúsi um bunustokk til sjávar.
Afkastamæling	Aflmælingu holu, gerð meðan á blástursprófun stendur.
Blástursprófun	Eftir borun eru borholur látnar blása í 1-2 mánuði. Á þessum tíma eru nauðsynlegar mælingar og rannsóknir gerðar á holunni, svokallaðar blástursprófanir.
Borplan	Svæði sem jarðbor og annar tækjabúnaður stendur á meðan á borun stendur.
Borteigur	Afmarkaður reitur þar sem hægt er að bora fleiri en eina nýtanlega jarðhitaholu til nýtingar jarðhita til rafmagnsframleiðslu. Á borteig geta því verið fleiri en eitt borplan.
Bunustokkur	Steyptur stokkur sem leiðir affallsvatn til sjávar.
Eimsvali	Varmaskiptir þar sem gufa frá gufuhverfli er þétt með kælisjó.
Endurnýjanlegar orkulindir	Orkulindir sem endurnýjast frá náttúrunnar hendi, hraðar eða til jafns við ágang manna.
Framkvæmdasvæði	Framkvæmdasvæði virkjunar og tilheyrandi mannvirkja.
Fóðring	Stálpípa steipt í borholu frá toppi og niður í tiltekna dýpt m.a. til að varna innstreymi kaldari vökva.
Gróðurhúsalofttegundir	Gróðurhúsalofttegundir eru þær lofttegundir sem finnast í lofthjúpnunum og sleppa lítilli hitageislun í gegnum sig. Dæmi um gróðurhúsalofttegundir eru koldíoxíð (CO ₂) og metan (CH ₄).
Grunnvatn	Grunnvatn er vatn sem fyllir glufur og sprungur í jarðlögum neðan tiltekins dýpis. Yfirborð grunnvatns nefnist grunnvatnsborð og fylgir að mestu landslagi en jafnan er grynna á það í lægðum.
Gufuháfur	Háfur þar sem umframgufu er hleypt út.
Gufuskilja	Tæki sem skilur vatn frá gufu.
Háhitasvæði	Svæði þar sem hiti nær 200°C á 1 km dýpi.
Háþrýstiskiljur	Háþrýstiskiljur taka við blöndu af þækli og gufu frá borholum og aðskilja vökva- og gufufasana.
Hljóðdeyfir	Búnaður við holutopp sem jarðhitavökva er veitt um í blástursprófunum og dempar hávaða.
Hrávarmi	Varmaorka í jarðhitavökva sem unnin er úr jörðu til frekari vinnslu í jarðvarmavirkjun
Jarðhitaaffall	Blanda þéttivatns og skiljuvatns
Jarðhitageymir	Afmarkað rúmmál af heitu bergi sem inniheldur nýtanlegan jarðhitavökva.
Jarðhitakerfi	Rúmmál í jörðu þar sem heitt vatn stígur upp og hitar berg í mikinn hita. Innifelur alla þætti kerfisins, þ.e. uppstreymisrás, afrennsli, hverasvæði og djúpt aðrennsli.
Jarðhitalofttegundir	Gastegundir sem fylgja jarðhitavökvanum upp á yfirborðið. Helstu jarðhitalofttegundirnar eru koldíoxíð (CO ₂), brennisteinsvetni (H ₂ S),

	vetni (H ₂), metan (CH ₄) og nitur (N ₂).
Jarðhitasvæði	Landsvæði afmarkað með jarðhitaummerkjum á yfirborði eða með yfirborðsmælingum.
Jarðhitavökvi	Gufa og vatn sem kemur upp um borholur.
Jarðsjór	Saltur vatnsfasi (pækill) jarðhitavökva sem kemur upp um borholu.
Jarðstrengur	Rafstrengur sem lagður er í jörð.
Jarðvarmavirkjun	Virkjun sem nýtir varma úr jarðhitavökva til orkuframleiðslu
Massataka	Það magn vatns, pækils, gufu og gastegunda sem tekið er úr jarðhitakerfinu.
Niðurdælingarholur	Borholur þar sem jarðhitaaffall er losað djúpt niður í jarðhitageyminn.
Pækill	Saltur og efnaríkur jarðhitavökvi.
Pækilvirkjun	Virkjun sem vinnur orku úr pækli. Pækill frá háþrýstiskiljum er látinn sjóða við lægri þrýsting og gufan notuð til að knýja gufuhverfil.
Sjónám	Dæling sjávar úr borholum. Sjórinn er notaður til kælingar til að þétta gufu frá vélum.
Skiljuhljóðeyfir	Búnaður til að minnka hávaða frá skiljustöð
Skiljustöð	Mannvirki fyrir gufuskiljur þar sem vatnshluti jarðhitavökvans er skilinn frá gufunni.
Skiljuvatn	Vatnshluti jarðhitavökvans sem skilinn er frá gufunni í gufuskiljum.
Skolvatn	Kælivatn notað við borun til að kæla borkrónu og fleyta borsvarfi til yfirborðs.
Stefnuborun	Borhola er sveigð í fyrirfram ákveðna stefnu út frá lóðlínu.
Stöðvarhús	Mannvirki fyrir vélasamstæðu, rafbúnað og stjórnbúnað virkjunar.
Tvístreymishverfill	Tvístreymishverfill (e: double flow turbine) er gufuhverfill þar sem gufan kemur inn á hverfilinn miðjan og streymir til beggja handa í ásstefnu að úttökum við hvorn enda.
Varmatökusvæði	Svæði í jörðu þaðan sem varmi er unninn
Vermi	Varmaorkuinnihald vökva (kJ/kg). Orkuinnihaldið er háð hita og þrýstingi.
Viðhalds- og varaholur	Borholur sem notaðar eru í stað vinnsluholna sem annað hvort eru teknar úr rekstri vegna nauðsynlegs viðhalds eða þær bila
Vinnsluholur	Borholur sem verða tengdar við gufuveitu virkjunarinnar.
Vinnslusvæði	Svæði þar sem fram fer vökva- og eða varmavinnsla
Þéttivatn	Gufuhluti jarðhitavökvans eftir að gufan hefur verið þétt í eimsvölum.

MÆLIEININGAR

Bar	Mælieining fyrir þrýsting (a=miðuð við lofttæmi, þrýstinginn 0 bar, annars við eina loftþyngd). Venjulegur loftþrýstingur er 1,013 bar eða 1.013 millibar.
------------	--



HS ORKA HF

ORÐSKÝRINGAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

dB(A)	Mælieining fyrir hljóðstyrk.
kW_e	Kílóvatt, mælieining (raf)afis.
MW_e	Megavatt. Mælieining fyrir rafafi, samsvarar 1.000 kW _e (e = electricity). Notað til aðgreiningar frá varmaafli (MW _{th})

I. ALMENNAR UPPLÝSINGAR

1 Inngangur

HS Orka hf (HS) áformar að stækka núverandi jarðvarmavirkjun á Reykjanesi í Reykjanesbæ og Grindavíkurbæ. Annars vegar er fyrirhuguð stækkun með 50 MW_e afleiningu, samskonar og fyrir er í virkjuninni og hins vegar er stækkun með 30 – 50 MW_e afleiningu sem á að vinna orku með bættri nýtingu jarðhitavökvans sem er til staðar. Síðarnefnda afleiningin hefur hlotið vinnuheitð „þækilvirkjun“ og er það heiti notað í skýrslunni. Ráðgert er að bora allt að átta vinnslu- og varaholur til öflunar orku og auka þarf sjónám til kælingar og til þess þarf að bora fleiri sjónámsholur.

VSÓ Ráðgjöf hefur annast verkstjórn matsvinnunnar í samráði við framkvæmdaraðila.

Matsskýrsla þessi er lögð fram samkvæmt 10. gr. laga nr. 106/2000 m.s.br. um mat á umhverfisáhrifum. Skýrslan er byggð á matsáætlun um stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýtingu jarðhitavökva sem samþykkt var af Skipulagsstofnun með athugasemdum 3. október 2008, frummatsskýrslu um stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýtingu jarðhitavökva sem lögð var fram 26. mars 2009, umsögnum sem bárust á kynningartíma frummatsskýrslu og svörum og viðbótargögnum HS Orku. Alls bárust umsagnir frá 8 aðilum. Gerð er grein fyrir umsögnum í þeim kafla sem þær snúa að og svörum HS Orku og viðbótargögnum sem lögð hafa verið fram vegna þeirra. Umsagnir eru skáletraðar. Umsagnir um frummatsskýrslu eru birtar í heild sinni í Viðauka I.

2 Matsskylda framkvæmda

Stækkun virkjunar á Reykjanesi um 50 MW_e er matsskyld framkvæmd skv. lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 m.s.br. og er vísað í lið 2 í 1. viðauka: *Jarðvarmavirkjanir og önnur varmaorkuver með 50 MW uppsett varmafl eða meira og önnur orkuver með 10 MW uppsett rafafi eða meira.*

Bygging 30-50 MW_e þækilvirkjunar og borun vinnsluholna kunna að vera háð mati á umhverfisáhrifum sbr. liði 3.a. og 2.c.i. í 2. viðauka laga um mat á umhverfisáhrifum, sem er listi yfir framkvæmdir sem kunna að vera háðar mati á umhverfisáhrifum og ber að tilkynna til Skipulagsstofnunar: *Orkuiðnaður, varmavinnsla úr jarðhitasvæði sem nemur 2.500 kW hráafli eða meira og djúpbörur, einkum: borun á vinnsluholum og rannsóknarholum á háhitasvæðum.*

3 Leyfi sem framkvæmdin er háð

- Virkjunarleyfi til að reisa og reka raforkuver veitt af iðnaðarráðherra skv. 4., 5. og 6. gr. laga nr. 65/2003 um raforku.
- Nýtingarleyfi frá Orkustofnun fari upptaka hrávarma umfram 1.000 MW .
- Framkvæmdaleyfi frá Reykjanesbæ og Grindavíkurbæ skv. 27. gr. laga nr. 73/1997 um skipulag og byggingar.
- Byggingarleyfi frá Reykjanesbæ skv. 36. og 43. gr. laga nr. 73/1997 um skipulag og byggingar.
- Starfsleyfi frá Heilbrigðiseftirliti Suðurnesja skv. 6. gr. laga nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og 9. gr. reglugerðar nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun, samanber fylgiskjal 2 liði 9.1, 10.4 og 10.7 og 14. gr. reglugerðar nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns.



HS ORKA HF

ALMENNAR UPPLÝSINGAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

4 Tilgangur framkvæmda

Tilgangur fyrirhugaðra framkvæmda er að auka framleiðslugetu Reykjanesvirkjunar til að mæta eftirspurn eftir raforku, m.a. vegna áforma um byggingu álvers í Helguvík, stækka varmatökusvæði virkjunarinnar og bæta nýtingu þeirrar orku sem aflað er. Þannig telur HS sig styðja við atvinnuuppbyggingu á landinu og eflingu byggðar á Suðurnesjum.

5 Matsvinna

Frummatsskýrslan byggir á ákvörðun Skipulagsstofnunar, dags. 3.10.2008, varðandi matsáætlun. Áhersla matsvinnu beinist að áhrifum jarðvarmavinnslunnar á gróður og fugla, jarðmyndanir, fornminjar, landslag, loftgæði, hljóðvist, ferðamennsku, jarðhitageyminn og hagræna og félagslega þætti.

5.1 Frávik frá matsáætlun

Nokkrar breytingar hafa orðið frá því sem gert var ráð fyrir í matsáætlun.

- Gert er ráð fyrir borun alls átta borholna, fjögurra vinnsluholna og fjögurra viðhalds- og varaholna. Í matsáætlun var gert ráð fyrir borun fimm til sjö vinnslu- og varaholna.
- Bygð verður ný skiljustöð í stað þess að stækka núverandi skiljustöð.
- Gert er ráð fyrir að bæta við lögn vegna kælisjárvar.

5.2 Sérfræðingar og sérfræðiskýrslur

VSÓ Ráðgjöf hefur annast verkstjórn við mat á umhverfisáhrifum stækkunar Reykjanesvirkjunar og ritstýrt frummatsskýrslu. Fjöldmargir aðilar með sérþekkingu á mismunandi verkþáttum hafa komið að verkefninu.

Tafla 5.1 Verkpættir frummatsskýrslu.

Verkpáttur	Sérfræðingar
Verkefnisstjórn	Stefán Gunnar Thors, VSÓ Ráðgjöf Ásbjörn Blöndal, HS Orka hf Albert Albertsson, HS Orka hf
Frummatsskýrsla	Auður Magnúsdóttir, VSÓ Ráðgjöf Björn H. Barkarson, VSÓ Ráðgjöf Gréta Hlín Sveinsdóttir, VSÓ Ráðgjöf Hjördís Arnardóttir, VSÓ Ráðgjöf Starfsmenn Hitaveitu Suðurnesja
Framkvæmdir og hönnun	Fjarhitun hf: Páll Guðmundsson, Jónas Matthíasson, Þorleikur Jóhannesson HS Orka hf.: Geir Þórólfsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Ómar Sigurðsson
Jarðhitageymir	Þráinn Friðriksson, ÍSOR Sigurður Lárus Hólm, Verkfræðistofan Vatnaskil Guðmundur Ómar Friðleifsson, HS Orka hf Ómar Sigurðsson, HS Orka hf
Jarðmyndanir og virkni hvera	Guðmundur Ómar Friðleifsson, HS Orka hf Þráinn Friðriksson, ÍSOR
Loftgæði	Verkfræðistofan Vatnaskil

Hljóðvist	Ingigerður Erlingsdóttir, VSÓ Ráðgjöf Gréta Hlín Sveinsdóttir, VSÓ Ráðgjöf
Landslag	Auður Magnúsdóttir, VSÓ Ráðgjöf
Ferðamennska	Rögnvaldur Guðmundsson, Rannsóknir og ráðgjöf í ferðamennsku
Gróðurfar	Ásrún Elmarsdóttir, Náttúrufræðistofnun Íslands Guðmundur Guðjónsson, Náttúrufræðistofnun Íslands Kristbjörn Egilsson, Náttúrufræðistofnun Íslands Rannveig Thoroddsen, Náttúrufræðistofnun Íslands
Fuglalíf	Guðmundur A. Guðmundsson, Náttúrufræðistofnun Íslands Svenja Auhage, Náttúrufræðistofnun Íslands
Sjór og fjara	Sigurður G. Kristinsson, ÍSOR Gunnlaugur M. Einarsson, ÍSOR

Eftirfarandi sérfræðiskýrslur voru unnar sérstaklega fyrir matsvinnu vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar:

- Auður Magnúsdóttir, 2008. Landslag á Reykjanesi. Kafli í frummatsskýrslu.
- Ester Inga Eyjólfsdóttir, 2008. Reykjanes: Efnagreining affallsvatns úr bunustokki. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Greinargerð ÍSOR-08119.
- Héðinn Björnsson, Gunnar Þorgilsson og Sæunn Halldórsdóttir, 2008. Reiknilíkan af jarðhitakerfinu á Reykjanesi. Spá fyrir 50 MWe vinnsluaukningu frá árinu 2011. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Greinargerð ÍSOR-8053.
- Kristbjörn Egilsson, Guðmundur Guðjónsson, Ásrún Elmarsdóttir, Svenja N. V. Auhage og Rannveig Thoroddsen, 2008. Virkjunarsvæði á Reykjanesi. Gróðurfar og kríuvarp. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. NÍ-08012.
- Kristín Kröyer, 2008. Gufu og vatnsgæðaeftirlit á Reykjanesi 2006 og 2007. Íslenskar orkurannsóknir. ÍSOR-027/2008.
- Kristín Kröyer, Þráinn Friðriksson og Magnús Ólafsson, 2008. Efnasamsetning affallsvatns úr bunustokki frá Reykjanesvirkjun. Greinargerð unnin fyrir Hitaveitu Suðurnesja hf. Íslenskar orkurannsóknir. ÍSOR-08033.
- Rögnvaldur Guðmundsson, 2008. Ferðamenn og útivistarfólk á Reykjanesi 2007. Samantekt unnin fyrir VSÓ Ráðgjöf. Rannsóknir og ráðgjöf ferðaþjónustunnar – RRF. 20 bls.
- Steinunn Hilma Ólafsdóttir, 2008. Um möguleika á vöktun á uppsöfnun mengunarefna í fjörulífverum við afrennslið frá Reykjanesvirkjun, ásamt tillögu að fjörukönnun. Hafrannsóknastofnunin.
- Þráinn Friðriksson og Niels Giroud, 2008. Jarðefnafræðilegt vinnslueftirlit á Reykjanesi 2006 og 2007. Íslenskar Orkurannsóknir.

6 Staðhættir á framkvæmdasvæði

6.1 Núverandi virkjun

Fyrsta holan á Reykjanesi var boruð árið 1956 niður í 159 m dýpi skammt suður af núverandi Gunnhver. Settur var steyputappi í hana 1962, en þrátt fyrir það kom upp smá hver við hana nokkru seinna vegna skemmda á fóðurröri hennar. Sá hver er nú horfinn.



HS ORKA HF

ALMENNAR UPPLÝSINGAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Segja má að eiginlegar rannsóknarboranir hefjist á Reykjanesi árið 1968 og á tæpum tveim árum voru boraðar þar 7 holur. Flestar voru þessar holur tiltölulega grunnar, en þó náðu þrjár þeirra yfir 1.000 m dýpi og varð hola 8 dýpst þeirra, 1.754 m. Var sú hola síðar nýtt fyrir sjóefnavinnsluna, en 1983 var hola 9 boruð fyrir hana. Þessar holur dreifðust um Rauðhóla, við suðurjaðar virkasta hverasvæðisins og að Vatnsfelli (kort 1). Allar þessar holur hafa verið aflagðar. Boranir fyrir könnun á raforkuframléiðslu á svæðinu hófust árið 1998 með holu RN-10 (kort 1). Hönnun Reykjanesvirkjunar grundvallaðist á útfellingarrannsóknnum og rekstri þeirrar holu ásamt rekstrarreynslu frá fyrri holum. Á árunum 2002-2006 voru boraðar holur RN-11 til 24 til að afla virkjuninni háþrýstigufu. Þessar holur voru boraðar á rúmlega 1,5 km langri vestur-austur línu um Rauðhóla og takmarkaðist dreifing þeirra við iðnaðarsvæði sem hafði í upphafi verið afmarkað fyrir sjóefnavinnsluna um 20 árum áður.

Reykjanesvirkjun hóf að framleiða 100 MW_e í maí 2006 frá tveimur 50 MW_e tvístreymishverflum með sjókjældum eimsvölum. Á árunum 2007-2008 voru holur RN-25 til 28 boraðar til viðbótar innan sama svæðis og mun hluti þeirra nýtast til stækkunar virkjunarinnar. Í dag samanstendur Reykjanesvirkjun af 2 x 50 MW_e tvístreymishverflum með sjókjældum eimsvölum, knúnum af orku úr 12 borholum. Massataka úr jarðhitakerfinu á Reykjanesi árið 2007 var um 730 kg/s og vermið að meðaltali um 1.335 kJ/kg sem samsvarar að hrávarmavinnslan hafi verið um 975 MW_t. Fyrir árið 2008 verður vinnsla jarðhitavökva eitthvað minni og gæti stefnt í að vera um 670 kg/s með meðal vermi um 1.400 kJ/kg, en það myndi samsvara um 935 MW_t í hrávarma. Nýtingarleyfi fyrir jarðhitasvæðið á Reykjanesi gerir ráð fyrir allt að 1.000 MW_t upptöku hrávarma.

6.2 Mat á umhverfisáhrifum núverandi virkjunar

Fallist var á jarðhitanytingu á Reykjanesi með úrskurðum skipulagsstjóra ríkisins frá 17. maí 2000, úrskurði umhverfisráðherra frá 30. ágúst 2000 og úrskurði Skipulagsstofnunar frá 27. september 2002. Eftirfarandi skilyrði voru sett í úrskurði Skipulagsstofnunar:

- Tryggt verði að stærð og vatnsborð Gráalónsins verði óbreytt.
- Affallsvatn sem til fellur á meðan borun og prófunum hola í 3. áfanga stendur verði leitt í Gráalónið.
- Tryggt verði að ekki myndist útfellingar eða tjarnir vegna affallsvatns við borun og prófun hola í 2. áfanga.

Bygging Reykjanesvirkjunar til framleiðslu allt að 100 MW_e hlaut umfjöllun skv. lögum um mat á umhverfisáhrifum og taldi Skipulagsstofnun framkvæmdina ekki matsskylda sbr. ákvörðun dags. 20. febrúar 2004. Hitaveita Suðurnesja hf. leitaði eftir ákvörðun Skipulagsstofnunar um matsskyldu á færslu stöðvarhúss og affallslagnar og framkvæmdum við sjótöku. Skipulagsstofnun taldi færsluna og sjótökuna ekki matsskylda sbr. ákvörðun dags. 21. maí 2004.

Skv. ákvörðun Skipulagsstofnunar 17. maí 2005 og úrskurði umhverfisráðherra 7. september 2005 var áformuð borun 3 nýrra háhitaholna utan iðnaðarsvæðis háð mati á umhverfisáhrifum.

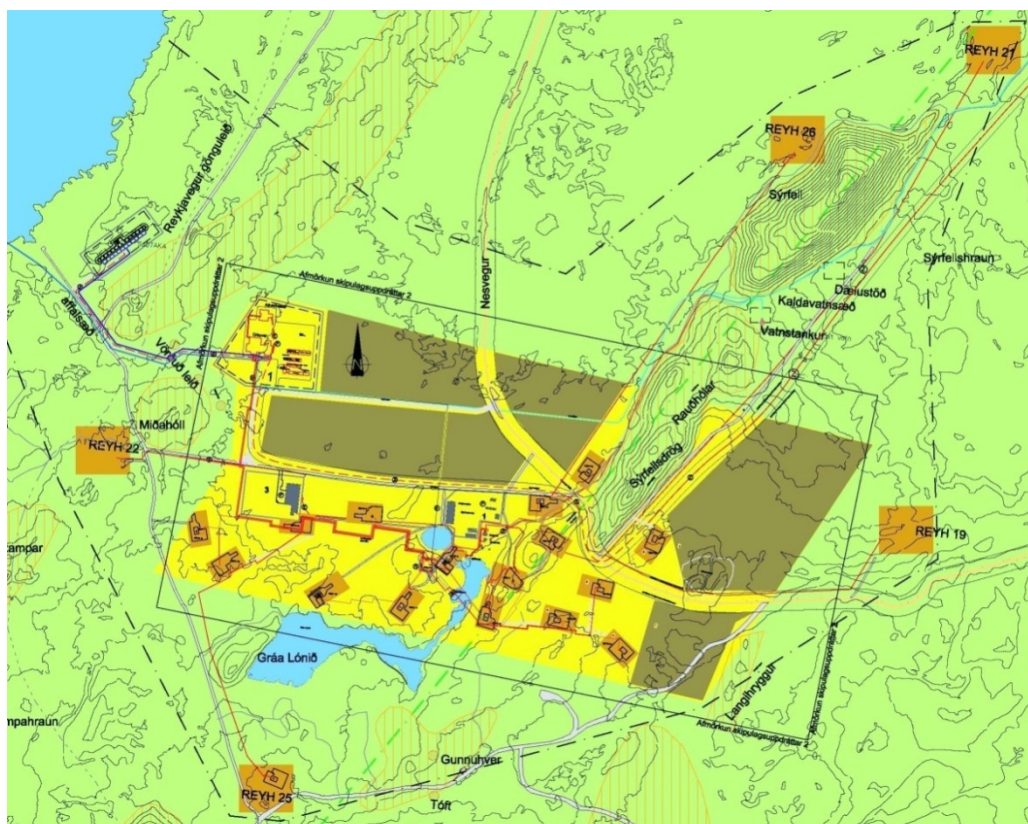
Þá féllst Skipulagsstofnun, skv. úrskurði dags. 4. ágúst 2005, á breytingu á legu 220 kV háspennulínu frá Reykjanesi að Rauðamel í Reykjanesbæ og Grindavíkurbæ. Háspennulínan liggur frá suðvesturenda Sýrfells (kort 1), milli Sýrfells og Sýrfellsdraga að aðveitustöð Reykjanesvirkjunar.

Samkvæmt ákvörðun Skipulagsstofnunar 20. desember 2007 var borun tveggja gufuholna innan iðnaðarsvæðisins ekki matsskyld en tilgangur þeirrar framkvæmdar var m.a. að nýta gufupúða, sem myndast hafði og styrkst, og auka þar með nýtni jarðvarmavinnslunnar. Vegna þrýstlækkunar í jarðhitageyminum, sem vinnslan hefur valdið hefur myndast öflugur gufupúði, sem nær niður á allt að 1.200 m dýpi. Borholunum var einnig ætlað að létta á þrýstingi undir hverasvæðinu sunnan iðnaðarsvæðisins og draga þar með úr yfirborðsvirkni, sem aukist hefur við jarðhitavinnsluna.

6.3 Staðhættir

Framkvæmdasvæðið er á skilgreindum iðnaðar- og orkuvinnslusvæðum skv. aðalskipulagi Reykjanesbæjar 1995-2015 (kort 1). Þar fer fram orkuvinnsla á vegum Hitaveitu Suðurnesja hf. Innan iðnaðarsvæðisins er land mikið raskað frá fyrri tíð og vegna virkjunarinnar. Á svæðinu eru vegir og slóðar, borteigar, lagnir og mannvirki (kort 1). Athafnasvæðin eru einkum við sjónámssvæði, ferskvatnssvæði austan Sýrfells, vinnslusvæði jarðhitans í grennd Rauðhóls og við affall frá virkjuninni (sjá kort 1). Á milli sjónámssvæðis og iðnaðarsvæðis liggja lagnir í jörðu og steypur bunustokkur frá stöðvarhúsi til sjávar.

Iðnaðarsvæðið á Reykjanesi er í um 11 km fjarlægð í hásuður frá byggð í Höfnum og í u.þ.b. sömu fjarlægð í vestur frá byggð í Grindavík. Þéttbýli í Reykjanesbæ er í tæplega 16 km fjarlægð norð-norðaustur frá iðnaðarsvæðinu.



Mynd 6.1 Deiliskipulag fyrir iðnaðarsvæði á Reykjanesi. Dökkbrúnn litur sýnir hvar skipulagi var frestað, þ.e. byggingamagn og stærð lóða ákveðin síðar. Ljósbrúnn litur táknar borsvæði, gulur er orkuvinnsla eða iðnaður, rauðar og svartar línur sýna lagnir.

Landslag á Reykjanesi einkennist öðru fremur af mjög fjölbreyttum og merkim jarðmyndunum og um leið afmörkun þess af sjávarströnd. Gróðurfar á svæðinu ber þess merki að þar er jarðhiti, gosaska, sandur eða hraun, grasflákar, melar og/eða ógróið land, lítils háttar mólendi og mosavaxin svæði. Við hverasvæði sunnan iðnaðarsvæðisins, sem gjarnan er kennt við Gunnuhver, er að finna sjaldgæfar plöntutegundir sem aðeins geta lifað í nánd hvera.

Í nágrenni framkvæmdasvæðisins er stórt kríuvarp og er krían að öllu jöfnu algengasti fuglinn á svæðinu (Ólafur Einarsson og María Harðardóttir, 1998). Kríuvarpið er óvenjulegt að því leyti að nokkur hluti þess er á gróurlitlum, leirbornum jarðvegi á hverasvæði. Undanfarið ár hefur varpið

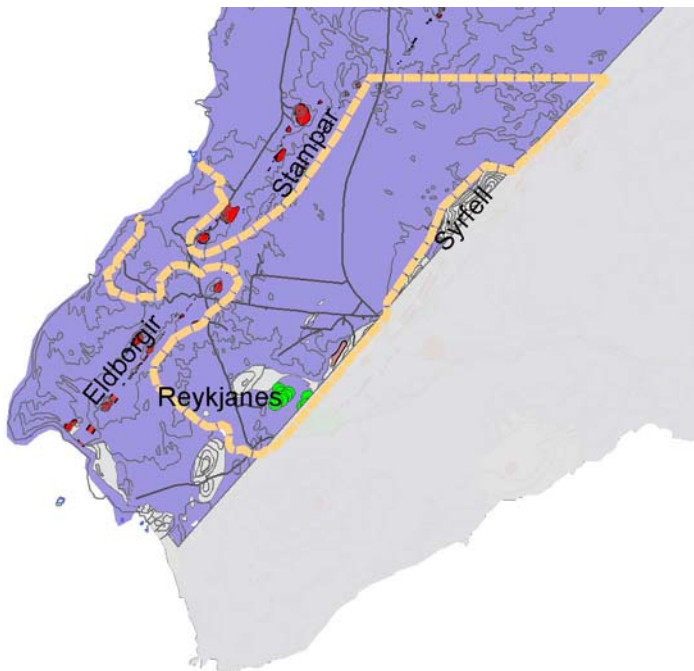
dregist verulega saman og er það rakið til fæðuskorts. Einnig er talsvert máfavarp á svæðinu (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002).

Reykjanes er vinsælt svæði til náttúruskoðunar og fjölsóttur ferðamannastaður. Það má m.a. rekja til hinna fjölbreyttu jarðmyndana en einnig nálægðar við Keflavíkflugvöll og höfuðborgarsvæðið. Ef frá er talin fræðslusýningin Orkuverið Jörð í stöðvarhúsi Reykjanesvirkjunar hefur ekki verið lagt í mikla uppbyggingu á aðstöðu fyrir ferðafólk en stígar og slóðar liggja víða um svæðið. HS hefur unnið að uppbyggingu auðlindagarðs í tengslum við orkuvinnslu á svæðinu (sjá kafla 31).

7 Skipulag og landnotkun á framkvæmdasvæði

7.1 Aðalskipulag Reykjanesbæjar 1995-2015 og Grindavíkurbæjar 2000-2020

Eins og kemur fram í kafla 6.3 eru fyrirhugaðar virkjanir og borholur innan skilgreinds iðnaðarsvæðis og orkuvinnslusvæða á Reykjanesi skv. gildandi aðalskipulagi Reykjanesbæjar 1995-2015 og aðalskipulagi Grindavíkurbæjar 2000-2020. Reykjanesbær samþykkti 27. maí 2004 að gera breytingu á aðalskipulagsupprætti, sem snýr að breytingu á lögun iðnaðar- og orkuvinnslusvæðis á Reykjanesi, breytingu á affallsleið og nýju svæði fyrir sjónám. Umhverfisráðherra staðfesti breytinguna 19. ágúst 2004 og staðfestingin birtist í B-deild Stjórnartíðinda 20. ágúst 2004.



Mynd 7.1 Tillaga að stækkun iðnaðarsvæðis á Reykjanesi skv. drögum að aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2008-2024. Punktalína sýnir tillögu að nýrri legu.

Í aðalskipulagi Reykjanesbæjar segir m.a.: „Reykjanesið er jarðfræðilega það einstakt að vel mætti huga þar að þjóðgarði. Gætt verði að því að sá iðnaður, sem er innan svæðis á Náttúruminjaskrá spilli ekki frábærum möguleikum svæðisins sem aðráttarafi fyrir ferðamenn.“

Fyrirhuguð stækkun Reykjanesvirkjunar er í samræmi við Aðalskipulag Reykjanesbæjar og Grindavíkurbæjar.

Í drögum að aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2008-2024 er mörkuð stefna um stækkun iðnaðarsvæðis á Reykjanesi fyrir orkuvinnslu (mynd 7.1). Markmið með stækkun iðnaðar-/orkuvinnslusvæðis er m.a. að dreifa vinnslu úr jarðhitageyminum yfir stærra svæði og auka möguleika á niðurdælingu jarðhitavökva. Einnig er líklegt að gerðar verði tilraunir með borun djúphola til vinnslu djúpvökva með yfirmarkshitastig á Reykjanesi og leita þarf heppilegrar staðsetningar fyrir slíka borun.

7.1.1 Umsögn Grindavíkurbæjar og svör framkvæmdaraðila

Eftirfarandi var bókað hjá skipulags- og byggingarnefnd á fundi nr. 500 dags. 28.4.2009: „Að mati nefndarinnar eru sveitarfélagsmörk milli Grindavíkurbæjar og Reykjanesbæjar frá Valahnjúk að Sýrfelli röng sbr. krotamöppu úr frummatsskýrslu unnin af VSÓ Ráðgjöf. Því má telja að það þurfi að vinna breytingu á aðalskipulagi Grindavíkur vegna borteigs við borholu RN-17.“

Svar: Fyrir liggur staðfest aðalskipulag bæði Reykjanesbæjar og Grindavíkurbæjar þar sem borteigur við holu 17 er staðsettur í Reykjanesbæ, nokkru vestan sveitarfélagsmarka. HS vinnur sínar áætlanir um uppbyggingu í samræmi við þær skipulagsáætlanir sem liggja fyrir.

Þau sveitarfélagamörk sem notuð eru í kortamöppu með frummatsskýrslu koma frá Landmælingum Íslands. Við skoðun á þeim sveitarfélagsmörkum sem notuð eru í gildandi skipulagsuppdráttum Grindavíkurbæjar og Reykjanesbæjar kom í ljós að þau liggja nokkru austar. Öll kort og teikningar sem fylgja með matsskýrslu hafa verið leiðrétt til samræmis við þau mörk sem sýnd eru á staðfestum skipulagsuppdráttum sveitarfélaganna. Þegar það hefur verið gert liggur fyrir að stækkun borsvæðis við holu RN-17 lendir alfarið innan sveitarfélagsmarka Reykjanesbæjar (mynd 7.2).

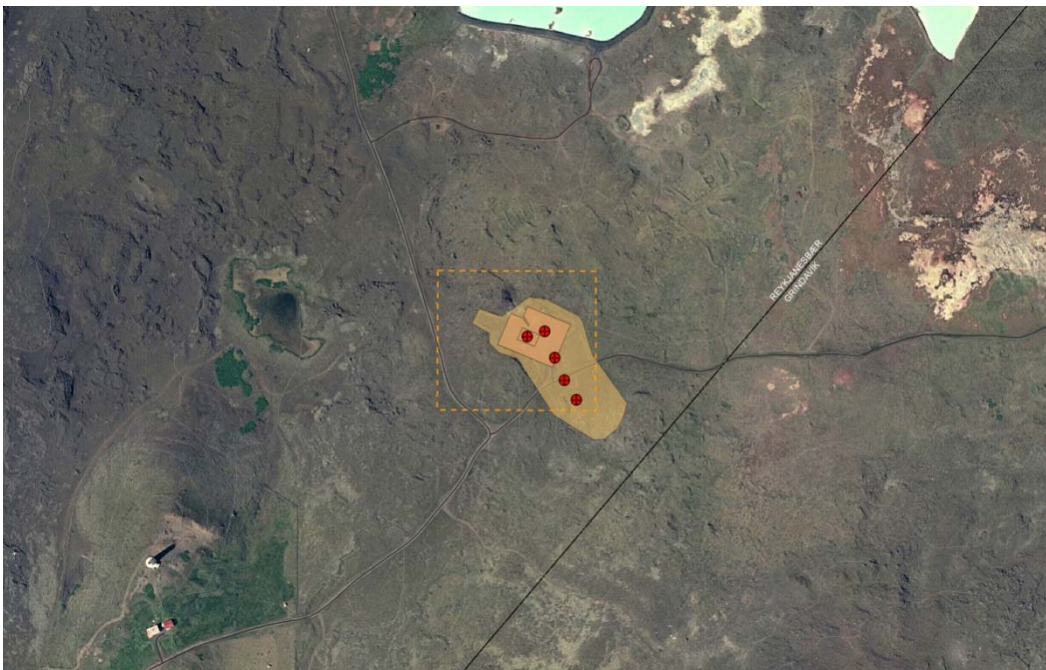
7.2 Deiliskipulag

Deiliskipulag á Reykjanesi sem tók gildi 5. febrúar 2005 gerir m.a. ráð fyrir afrennsli til sjávar og lögn frá borteig við borholu RN-17, meðfram vegi (mynd 6.1). Gera þarf breytingar á deiliskipulagi þar sem tilgreind verða mannvirki og borholur sem fylgja stækkun virkjunarinnar:

- Breyta þarf lagnaleið stofnlagna.
- Hliðra þarf skilgreindu borsvæði við borholu RN-17 til suðausturs og stækka borteig innan þess (mynd 7.2) en ekki þarf að stækka borsvæðið. Breyta þarf legu safnlagnar frá borteignum.
- Stækka byggingarreit við stöðvarhús og skilgreina byggingarreit fyrir nýja skiljustöð.
- Breyta númerum á borholum.

Í gildandi deiliskipulagi eru skilgreind hverfisverndarsvæði. Fyrirhuguð stækkun Reykjanesvirkjunar fer ekki inn á þessi svæði.

Núverandi vegur að Gunnuhver er lokaður fyrir umferð og er ekki útlit fyrir að hann verði opnaður á nýjan leik í sinni fyrri mynd. Í tillögu HS, fulltrúa sveitarfélaganna sem hlut eiga að máli og Ferðamálasamtaka Suðurnesja er lögð til breytt lega á vegi út að Reykjanesvita fram hjá hverasvæðinu. Nánar er fjallað um tillögu að nýrri vegtengingu í kafla 30. Ný tillaga um aðkomu ferðamanna að hverasvæðinu kallar á breytingu á gildandi deiliskipulagi fyrir iðnaðarsvæðið, bæði innan Grindavíkurbæjar og Reykjanesbæjar. Tillaga verður lögð fram sameiginlega af fyrrgreindum aðilum og verður hluti af breyttu deiliskipulagi. Vegaframkvæmd með gufulögn frá borteig 17 er háð því að þar verði borað og að árangur gefi tilefni til nýtingar holna á borteig 17.



Mynd 7.2 Borteigur við holu RN-17. Brúnn litur sýnir fyrirhugaða afmörkun borteigsins eftir stækkun og rauðir punktar sýna staðsetningu borhola. Brún punktalína sýnir afmörkun borsvæðis skv. gildandi deiliskipulagi og svört lína sýnir sveitarfélagsmörk miðað við staðfesta aðalskipulagsupprætti.

7.3 Verndarsvæði og kvaðir um landnotkun

Framkvæmdasvæðið er innan svæðis á Náttúruvinjaskrá, Reykjanes, Eldvörp og Hafnaberg (Náttúruverndarráð, 1996). Því er lýst þannig:

(1) Mörk liggja úr Mölvík, um 2 km austan við Háleyjabungu, í Þorbjarnarfell og um Lágur og Vörðugjá í Stapafell. Þaðan bein lína í vestur að eyðibýlinu Eyrarbæ við norðurenda Hafnabergs.
(2) Reykjanesið er framhald Reykjaneshryggjarins á landi. Stórbrotin jarðfræði, m.a. gígaraðirnar Eldvörp og Stampar, dyngjurnar Skálafell, Háleyjabunga og Sandfellshæð, ásamt fjölda gjáa, sprungna og hrauntjarna. Allmikið hverasvæði, fjölskrúðugur jarðhitagróður, sérstæð volg sjávartjörn. Hafnaberg er lágt fuglabjarg með fjölmörgum tegundum bjargfugla. Aðgengilegur staður til fuglaskoðunar.

Í Náttúruverndaráætlun 2004-2008, sem er þingsályktun sem samþykkt var 28.5.2004 á Alþingi er tillaga um að ofangreint svæði verði friðlýst og felur sú tillaga í sér að iðnaðarsvæðið á Reykjanesi teljist ekki til fyrirhugaðs verndarsvæðis (Umhverfisstofnun, 2003).

Tillaga umhverfisráðherra að þingsályktun um Náttúruverndaráætlun 2009-2013 liggur fyrir. Þar kemur fram að áfram verði unnið að friðlýsingum svæða sem getið var um í fyrri áætlun. Í greinargerð með tillögunni kemur jafnframt fram að Reykjanes, Eldvörp og Hafnaberg sé svæði þar sem ekki er talið að friðlýsing nái fram að ganga að svo stöddu (Tillaga til þingsályktunar um náttúruverndaráætlun 2009-2013).

Eldvörp, gervíggar og eldhraun sem og hverir, hrúður og hrúðurbreiður njóta sérstakrar verndar skv. 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 og skal forðast röskun þeirra eins og kostur er. Nánar er fjallað um jarðmyndanir í kafla 21.

7.4 Samræmi við aðrar áætlanir

7.4.1 Stefna íslenskra stjórnvalda

Í stefnumörkun íslenskra stjórnvalda um sjálfbæra þróun í íslensku samfélagi 2006-2009 er m.a. stefnt að hagkvæmri nýtingu endurnýjanlegra orkulinda landsins með umhverfissjónarmið að leiðarljósi (Umhverfisráðuneytið, 2002). Auk þess á að leita leiða til að skapa hvata til betri orkunýtni meðal annars með bættri tækni. Þá verður aukin áhersla lögð á að nýta enn frekar þá miklu orku sem vannýtt er á þeim háhitasvæðum landsins sem virkjuð hafa verið til raforkuframléiðslu. Bygging virkjunar á Reykjanesi sem vinnur orku úr þækli er í samræmi við þessa stefnu íslenskra stjórnvalda.

Stefnumörkun íslenskra stjórnvalda miðar einnig að eftirfarandi:

- Varðveislu fjölbreytileika jarðmyndana með því að vernda þær sem sérstakar eru eða einstakar á svæðis-, lands- eða heimsvísu.
- Viðhaldi fjölbreytileika tegunda og vistgerða með verndun lífvera og þeirra erfðaauðlinda sem þær búa yfir.
- Losun efna sem eru hættuleg heilbrigði og umhverfi í sjó verði takmörkuð eins og mögulegt er og verði hætt innan aldarfjórðungs.
- Losun skaðlegra efna í hafið m.a. þungmálma hverfi með öllu.

Stækkun Reykjanesvirkjunar tekur sérstaklega tillit til jarðmyndana á Reykjanesi sem og þess lífríkis sem þar er. Stefnt er að því að auka niðurdælingu á jarðhitavökva og minnka þannig affall frá virkjuninni til sjávar.

7.4.2 Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma

Í niðurstöðuskýrslu vegna 1. áfanga rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma er virkjunarkostur raðað eftir umhverfisáhrifum, heildarhagnaði og arðsemi (Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, 2003). Einnig er í skýrslunni lagt mat á gæði þeirra gagna sem stuðst er við í mati. Þar raðast virkjun á Reykjanesi, með orkugetu 840 GWh/ári, í flokk með þeim virkjunum sem hafa minnst umhverfisáhrif (flokkur a) og þar sem gæði gagna eru hvað mest. Í skýrslunni koma einnig fram fyrirvarar um umhverfisáhrif af völdum jarðvarmavirkjana vegna þess hversu fágæt jarðhitasvæði eru á heimsvísu. Á heimasíðu Orkustofnunar (www.os.is) kemur fram að unnið er að 2. áfanga rammaáætlunar þar sem leggja á áherslu á að undirbúa fleiri virkjunarkosti til mats og bæta gögn um ýmsa kosti sem teknir voru fyrir í fyrsta áfanga. Áætlað er að niðurstöður þeirrar vinnu liggi fyrir í lok árs 2009.

Fyrirhuguð stækkun Reykjanesvirkjunar er í samræmi við niðurstöður skýrslu vegna 1. áfanga rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma.

7.5 Eignarhald

Framkvæmdasvæðið er í eigu HS hf og liggur að mestu innan marka Reykjanesbæjar í landi Kalmanstjarnar. Borholur RN-19 og RN-20 eru innan marka Grindavíkurbæjar í landi Staðar.



HS ORKA HF

LÝSING FRAMKVÆMDAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

II. LÝSING FRAMKVÆMDAR

Í þessum kafla er lýst í meginatriðum þeim framkvæmdum sem fyrirhugað er að ráðast í við stækkun Reykjanesvirkjunar.

8 Stækkun Reykjanesvirkjunar

8.1 Borteigar og borholur

Til þess að auka framleiðslu raforku í Reykjanesvirkjun þarf að bora fleiri vinnsluholur og er ráðgert að bora þær frá borteigum sem þegar eru til staðar til þess að raska svæðinu eins lítið og kostur er.

Núverandi borholur má sjá á korti 1 og tafla 8.1 sýnir yfirlit yfir allar borholur á Reykjanesi. Meðalafköst þeirra 12 holna sem knýja 100 MW_e virkjun á Reykjanesi er 8,3 MW_e. Miðað við þau afköst ætti því að þurfa 6 til 7 holur til að knýja 50 MW_e stækkun virkjunar miðað við að allar holurnar heppnist vel. Á árunum 2007 og 2008 voru 4 holur, RN-25 til 28, boraðar á Reykjanesi og eru nokkrar þeirra enn ótengdar virkjun (kort 1). Holur RN-27 og RN-28 voru boraðar í gufuvæði sem er að myndast í jarðhitakerfinu og eru meðalafköst þeirra tvöfalt meiri en fyrri holna. Þannig samsvaraði afl þessara 4 nýjustu holna um 45 MW_e.

Í desember 2008 var lokið við að endurvinna holu RN-17, en holan hafði hrunið saman þegar hún var sett í blástur í nóvember 2005. Hún ber nú heitið RN-17 B (kort 3 og mynd 8.1).

Til viðbótar er reiknað með að bora þurfi fjórar nýjar vinnsluholur fyrir 50 MW_e stækkun virkjunar. Auk þess er æskilegt að bora fjórar viðhalds- og varaholur. Alls er því gert ráð fyrir átta vinnslu- og varaholum sem má sjá á korti 2.

8.1.1 Stækkun vinnslusvæðis

Yfirborðsflatarmál núverandi vinnslusvæðis Reykjanesvirkjunar er um 1,6 km² og þar er unnið meira rafafli á flatareiningu en úr öðrum háhitasvæðum hérlandis. Borholur hafa verið gjöfular og því er þetta mögulegt. Hins vegar er mjög brýnt til lengri tíma lítið að dreifa vinnslunni á stærra svæði því nú er svo komið að holurnar liggja þétt hver að annarri og þverast neðanjarðar svo tæpast er unnt að bora fleiri holur frá borteigum þar sem borholurnar eru þéttast. Skorður sem settar hafa verið á landnotkun fyrir jarðhitavinnslu, m.a. með afmörkun iðnaðarsvæðis, hefur leitt til þess að stutt er á milli holutoppa og óumflýjanleg stefnuborun hefur leitt til mismæls holukraðaks neðanjarðar bæði í plani og dýpt. Aðgengilegt varmanámssvæði er því mjög lítið. Aðalvinnslan á sér stað í miðhluta jarðhitakerfisins og útbreiðsla þess til vesturs og austurs hefur þegar verið könnuð þar sem borhola RN-16 liggur vestarlega á svæðinu og borhola RN-20 austarlega (kort 1). Hóla RN-16 sem reyndist heit en með litla lekt er nú notuð sem djúp mælingahola. Skáborað var út úr holu RN-20 og henni beint í austur til niðurdælingartilraunar.

Innan núverandi iðnaðarsvæðis er illmögulegt að fjölga borholum, nema í námunda við holu RN-19 og við Gráalónið milli holu RN-11 og RN-12 (kort 1). Þær holur þyrfti að stefnubora til suðurs inn í gufupúðann og mættu þær ekki vera dýpri en sem svarar 1.200 m frá yfirborði (1.400-1.500 m að lengd). Erfitt er að koma fleiri holum á þekkt mið innan þessa 1,6 km² svæðis og því þyrfti að skábora í aðrar áttir, sem getur leitt til minni árangurs, þó nokkur jarðhitavon geti leynst undir Stamparóðinni, sem síðar er getið.

Borteigur holu RN-17 er í útjaðri núverandi vinnslusvæðis og er einn af fáum kostum, sem HS á til að stækka vinnslusvæðið að teknu tilliti til skilgreinds iðnaðarsvæðis á aðalskipulagi sem nú er í gildi (mynd 6.1). Eitt af markmiðum með stefnuborun holna frá borteig holu RN-17 er að kanna umfang og eðli háhitasvæðisins SV af núverandi vinnslusvæði. Unnt er að koma fimm stefnuboruðum vinnsluholum fyrir á borteig holu RN-17 í geira frá austnorðaustri, austur um og til



HS ORKA HF

LÝSING FRAMKVÆMDAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

suðvesturs (kort 3). Heppnist holurnar vel stækkar vinnslusvæðið um 0,6 – 0,8 km² eða allt að 50%. Holurnar myndu ná til mun stærra rúmmáls jarðhitakerfisins og vinnslan því dreifast betur um það.

Tafla 8.1 Yfirlit yfir borholur á Reykjanesi, aldurþeirra, afköst og stöðu í dag.

Holunúmer	Borlok	Lengd (m)	Afköst við	Afköst nú	Athugasemdir
			borun (kg/s)	(kg/s)	
RN-1	júl.1956	159			Aflögð, horfin
RN-2	ágú.1968	301			Aflögð
RN-3	nóv.1968	1166			Aflögð, steyputappi 129m
RN-4	des.1968	1036			Aflögð, borstrengur á 620m
RN-5	feb.1969	119			Aflögð
RN-6	júl.1969	572			Aflögð, hægt að mæla
RN-7	sep.1969	73			Aflögð
RN-8	nóv.1969	1754			Aflögð, steyp
RN-9	maí.1983	1445			Aflögð, stífluð og grafin
RN-10	feb.1999	2054	101	0	Varahola, þarf að hreinsa
RN-11	maí.2002	2248	47	50	Vinnsluhola, leiðaralaus
RN-12	des.2002	2506	110	75	Vinnsluhola, leiðaralaus
RN-13	maí.2003	2457	35	0	Hrunin á 658m, endurunnin
RN-13b	feb.2007	2530		40	Vinnsluhola stefnuboruð um gat á 702m
RN-14	jan.2004	2306	98	0	Hrunin á 954m, endurunnin
RN-14b	jan.2007	2426		50	Vinnsluhola stefnuboruð
RN-15	mar.2004	2507	60	30	Vinnsluhola leiðaralaus
RN-16	maí.2004	2627	0	0	Eftirlitshola
RN-17	feb.2005	3082		0	Borstrengur á 1202m, endurunnin
RN-17b	des.2008	3077	?	?	Varahola stefnuboruð
RN-18	jan.2005	1815	52	30	Vinnsluhola
RN-19	apr.2005	2248	54	30	Vinnsluhola
RN-20	maí.2005	2126		0	Slitin fóðring 230m, endurunnin
RN-20b	apr.2008	3009		0	Niðurdælingarhola stefnuboruð
RN-21	nóv.2005	1713	77	40	Vinnsluhola
RN-22	jan.2006	1680	88	80	Vinnsluhola stefnuboruð
RN-23	mar.2006	1924	89	80	Vinnsluhola stefnuboruð
RN-24	feb.2006	2114	78	40	Vinnsluhola
RN-25	apr.2007	2180	35	35	Varahola stefnuboruð
RN-26	maí.2007	2200	42	42	Varahola stefnuboruð
RN-27	mar.2008	1503	34	34	Vinnsluhola stefnuboruð gufuhola
RN-28	apr.2008	1119	26	26	Varahola stefnuboruð gufuhola

Takmarkaðir möguleikar eru til að stækka vinnslusvæðið út frá öðrum borteigum sem eru til staðar. Hóla boruð frá borteig við holu RN-15 myndi stækka vinnslusvæðið lítillega, en gæti lent í kaldari hluta jarðhitakerfisins og því orðið afllít. Sú hætta er einnig fyrir hendi að vegna legu sinnar verði

holan fyrir kælingu frá jarðhitavökva úr niðurdælingaholu. Það er því afar brýnt að kanna jarðhitakerfið til suðurs og suðausturs.

Sé gengið út frá óbreyttu skipulagi eru möguleikar til að stækka jarðvarmavirkjunina á Reykjanesi mjög takmarkaðir og er borun frá borteig við holu RN-17 nánast eini kosturinn og er sú tillaga til skoðunar í þessari skýrslu.

Hins vegar ef gengið er út frá forðræðilegum forsendum við val á nýtingu háhitasvæðisins á Reykjanesi þá væri að mati HS kostur að stækka vinnslusvæðið út fyrir núverandi mörk og dreifa álagi af vinnslunni á stærra rúmmál jarðhitakerfisins. Með það markmið væri rétt að kanna hita og gæfni í jarðhitakerfinu við Stampagosreinina, norðaustan holu RN-20, við Sýrfell og suðaustan Gunnuhvers. Staðsetning holna sem boraðar voru á árunum 1968-1969 var ákjósanleg fyrir rannsókn á jarðhitakerfi Reykjanes. Þáverandi bortækni og búnaður voru hins vegar oft takmarkandi fyrir borunina og þar með fyrir rannsóknupplýsingar. Frá forðræðilegu sjónarmiði er dreifing borholna frá þessum árum hentugri fyrir vinnslu úr kerfinu, en sú samþjöppun sem er á núverandi vinnsluholum.

8.1.2 Nýjar borholur

Á mynd 8.1 má sjá staðsetningu 5 borholna á borteig við holu RN-17, merktar A, B, C, D og E. Tafla 8.2 sýnir yfirlit yfir nýjar borholur sem gert er ráð fyrir vegna stækkunarinnar.

Borhola RN-17 B var boruð út úr gömlu holunni rétt neðan vinnslufóðringar á um 930 m dýpi. Stefuborað var í 3.077 m til SSV með allt að 35° halla svo endi holunnar er rúma 1.000 m út frá holutoppnum (sjá kort 3). Eftir 2-3 mánaða upphitunarbið ætti holan að verða tilbúin sem vinnsluhola. Erfitt er að meta afköst holunnar áður en hún verður prófuð, en reiknað er með þau geti samsvarað 4-5 MW_e. Vitað er að jarðhitakerfi Reykjanes nær lengra til suðurs en þessi hola. Tilkoma hennar stækkar vinnslusvæði Reykjanesvirkjunar töluvert. Ef reiknað er með að holan vinni jarðhitavökva af nokkur hundruð metra breiðu belti umhverfis holuna, þá getur vinnslusvæðið stækkað um meira en 0,5 km² eða sem samsvarar meira en 35%. Tilkoma holunnar stækkar þannig verulega það rúmmál sem vinnslan mun dreifast á í jarðhitakerfinu.

Tafla 8.2 Yfirlit yfir nýjar borholur vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar.

Nýjar borholur	Áætlað dýpi (m)	Stefna	Vinnslu-/varahola
RN-15 A	3.000	NA	Varahola
RN-17 A	3.000	SA	Vinnsluhola
RN-17 C	1.200	S	Vinnsluhola
RN-17 D	1.200	A	Vinnsluhola
RN-17 E	1.200	ANA	Vinnsluhola
RN-19 A	1.200	SSV	Varahola
RN-19 B	1.200	SSV	Varahola
RN-22 A	1.200	S	Varahola

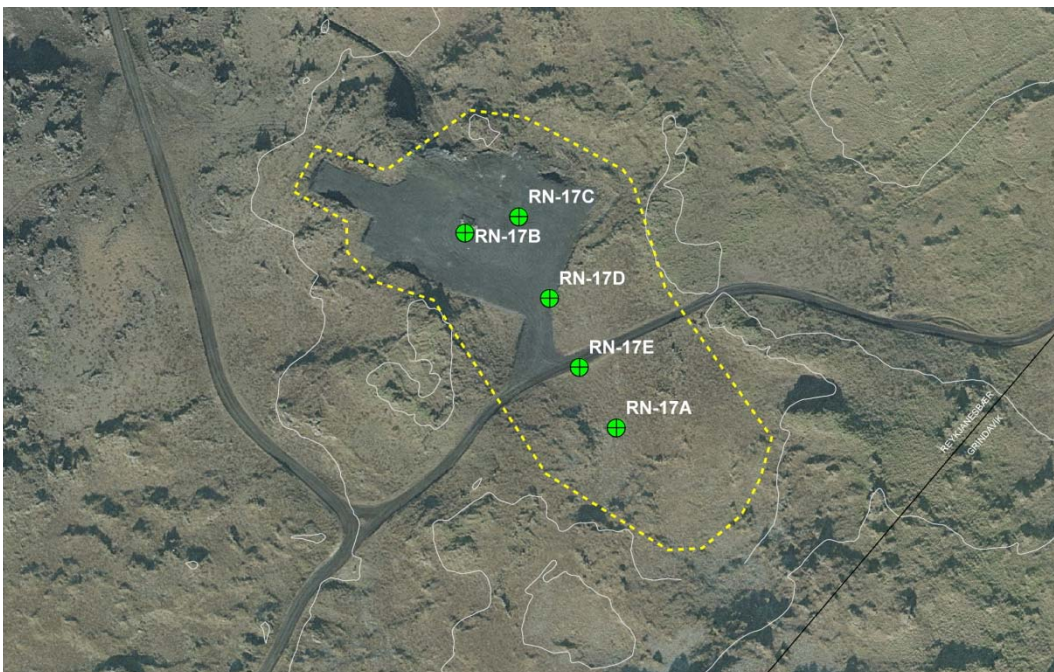
Hola RN-17 A verður boruð á ská til SA inn undir toppgíginn á Skálafelli (kort 3). Markmið með borun er að kanna stærð háhitasvæðisins til SSA, með tilliti til djúphita og lektar. Holan gæti orðið allt að 3 km löng með láréttri færslu allt að 1 km. Reikna má með að holan verði sveigð neðan 300 m fóðringar og að vinnslufóðring gæti orðið allt að 1.000 m djúp.

Gert er ráð fyrir að holur RN-17 C, D og E verði grunnar gufupúðaholur (kort 3). Þær yrðu því ekki lengri en um 1.600 m, næðu niður á um 1.200 m dýpi og teygðu sig í um 600 m lárétt frá holutoppi. Neðanjarðarlega holnanna verður endurskoðuð í ljósi reynslunnar af gerð holna RN-17 A og B.

Áformað er að stefnubora frá borteigum við holur RN-15, RN-19 og RN-22 (kort 3). Holur RN-19 A og B yrðu boraðar til suðurs, inn undir gufupúðann. Holurnar yrðu um 1.600 m langar og næðu niður á um 1.200 m dýpi. Hönnun þeirra yrði svipuð og holna RN-27 og RN-28.

Hola RN-15 A mun stækka vinnslusvæðið lítillega, en gæti lent í kaldari hluta jarðhitakerfisins og því orðið afllítill. Gæfni eða afköst holna RN-15 og RN-19 eru undir meðalafköstum Reykjanesholna. Meiri óvissa er því um gæfni holna frá þeim borteigum en fyrir holur frá borteig holu RN-17.

Borholu RN-22 A verður beint í suður inn undir hverasvæðið við Gunnuhver. Hún verður með svipuðu sniði og holur RN-19 A og B, um 1.600 m löng og nær niður á um 1.200 m dýpi.



Mynd 8.1 Borteigur við borholu RN-17 og áætluð staðsetning nýrra borhola, A, B, C, D og E. Gul punktalína sýnir áætlaða legu borteigsins eftir stækkun.

Vegna hás hita á 800-1200 m dýpi í jarðhitakerfinu á Reykjanesi verður þrýstingur í gufupúðanum um 20 bar hærrí en almennt þekkist á gufusvæðum. Þó gufan sé á töluverðu dýpi þá er hreyfanleiki gufu um berg mun meiri en vökva svo minniháttar jarðhræringar gætu hleypt töluverðu magni gufu til grynri jarðlaga. Það gæti valdið tímabundinni hættu á yfirborði. Almennt myndi gufustreymi til yfirborðs aukast um veikleika í jarðlögum og hveravirkni aukast þar sem streymið er mest. Virk hveravirkni á yfirborði dregur úr hættu því þar á hiti og þrýstingur greiða leið til að sleppa út sbr. Gunnuhver. Hættulegra er ef gufa gæti valdið suðu grunnt í jarðlögum sem ekki slyppi auðveldlega út. Því er æskilegt að nýta orkuna úr gufunni um leið og dregið er úr þeim hættum sem hún gæti orsakað.

8.1.3 Viðhalds- og varaholur

Liðlega tveggja ára reynsla af borholurekstri hefur óbyggjandi leitt í ljós að reglulega verður að hreinsa borholur af útfellingum, sem setjast í vinnslufóðringuna. Af þessum sökum verða vara- og viðhaldsholur að vera aðgengilegar og tengdar skiljustöð. Magn tiltækrrar gufu úr vara- og

viðhaldsholum verður að vera nægt svo aflskerðing eins hverfils verði ekki meiri en 25 MW_e. Einnig verður að gera ráð fyrir að það þurfi að stöðva eða létta á vinnslu hluta svæðisins reyndust tengsl niðurdælingarholu við svæðið vera afgerandi. Reiknað er með að borholur RN-15 A, RN-19 A og B og borhola RN-22 A verði nýttar sem viðhalds- og varaholur (kort 3 og tafla 8.2).

Í upphafi reksturs Reykjanesvirkjunar voru 10 borholur tengdar virkjun, en eru nú 12. Dölun í afköstum borholna vegna þrýstingslækkunar og útfellinga í holunum á rúmum tveim árum samsvarar því afköstum þeirra tveggja holna (holur 13b og 14b) sem tengdar hafa verið til viðbótar við virkjunina á því tímabili. Samkvæmt því mætti spá að það þyrfti að bora um 10 viðhaldsholur fyrir 100 MW_e framleiðslu næstu 30 árin og samsvarandi um 15 holur fyrir 150 MW_e framleiðslu. Í þannig spá er mikil óvissa því rekstrartími er stuttur og mestu breytingarnar í jarðhitakerfinu gerast á fyrstu 6-8 árunum eftir að miklar breytingar verða í vinnslunni.

Hluti af dölun holnanna stafar af útfellingum í þeim. Hjá Jarðborunum hf. er verið að þróa aðferð og tæki til að hreinsibora holur í blæstri og verður þeirri aðferð beitt við lagfæringar á vinnsluholum Reykjanesvirkjunar. Vonast er til að holur endurheimti mikið af fyrri afköstum eftir þannig hreinsun. Það mun þá fækka þörf fyrir nýboranir og lengja tímann á milli þeirra.

8.1.4 Borteigar

Almennt er miðað við að borplan fyrir eina borholu í fullri stærð sé um 3.500 m². Með því að bora margar borholur frá sama borteig fækkar borplönun, minna land fer undir þau, slóðum að borplönun fækkar og landsvæði fyrir safnæðar minnkar. Reikna þarf með a.m.k. 15 m fjarlægð á milli holutoppa þegar borholum er fjölgað á borteig.

Borteigur við borholu RN-15 er um 2.500 m² (tafla 8.3). Hann er á röskuðu landi og þarf ekki að stækka svo neinu nemi til að bora holu RN-15 A. Borteigur við borholu RN-19 var minnkaður í um 3.000 m² þegar borun þar var lokið en þarf að stækka um u.þ.b. 3.800 m² vegna borunar holna RN-19 A og B.

Borteigur við borholu RN-17 er um 4.600 m² og þarf að stækka hann tímabundið um u.þ.b. 10.000 m². Hann má minnka eitthvað að framkvæmdum loknum. Staðsetning borholna á borteigi við holu RN-17 miðast við að núverandi hraunkanti umhverfis borteiginn verði ekki raskað heldur myndi hann vörn umhverfis teiginn þannig að holutoppar sjást nánast ekki nema úr lofti eða frá Skálafelli og Vatnsfelli (mynd 8.1). Að loknum framkvæmdum við holur RN-17 A, B, C, D og E verður teigurinn minnkaður svo sem nokkur kostur er og jaðrar teigsins formaðir á þann hátt að þeir og teigurinn falli sem best að nærliggjandi jarðaryfirborði.

Tafla 8.3 Áætluð stækkun borteiga.

Borteigur	Núverandi stærð (m ²)	Stækkun (m ²)	Alls (m ²)
RN-15	2.500	0	2.500
RN-17	4.600	10.000	14.600
RN-19	3.000	3.800	6.800
RN-22	0	900	900
Alls		14.700	24.800

Erfitt er að leggja mat á stærð borteigs við holu RN-22 þar sem hann er á röskuðu svæði í talsverðu holukraðaki (kort 2). Viðbótar rask vegna borunar holu RN-22 A gæti numið um 900 m². Heildarstækkun borteiga gæti því numið tæplega 15.000 m² (tafla 8.3).

8.1.5 Sérækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir

Við frágang og hönnun borteiga verður viðhöfð vinnutilhögun sem miðar að því að minnka rask og sjónræn áhrif (sjá myndir 8.2 og 8.3):

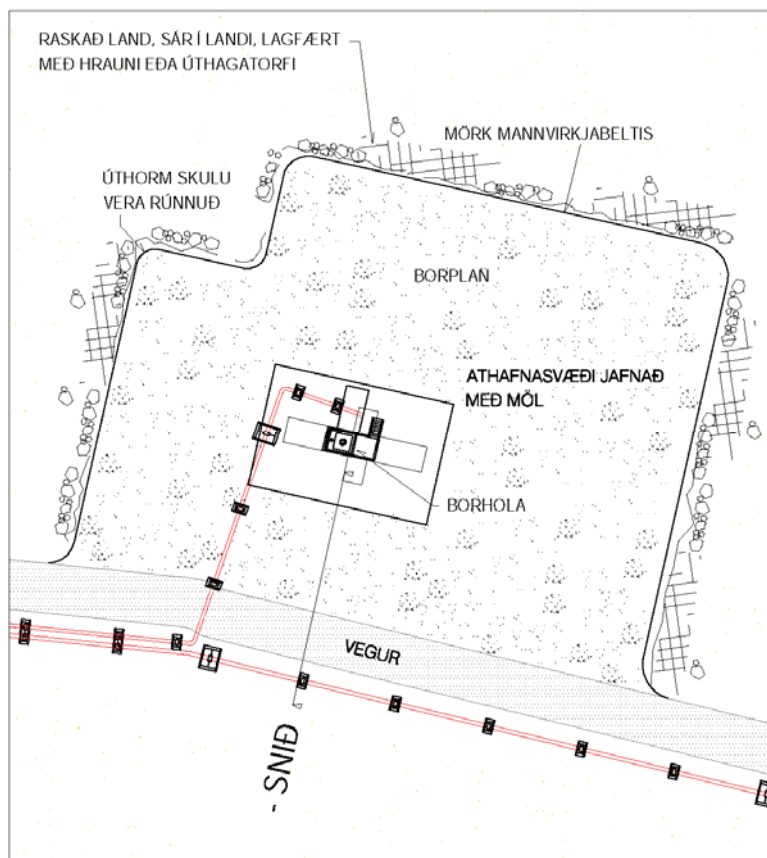
- Borplan verður jafnað út með dökkum hraunmulningi þannig að það samsvari aðliggjandi umhverfi
- Útbrúnir og horn skulu vera afrúnnuð og mýkt eins og aðliggjandi landslag.
- Forðast skal að lyfta borplani yfir aðliggjandi landhæð þannig að það sé minna áberandi í landinum.
- Þar sem fylling er í yfirhæð eða þar sem taka þarf úr landi skal loka sári með grófu hrauni, hraunsteinum eða loka sári með úthagatorfi þar sem það á við.



Mynd 8.2 Tillaga að frágangi við borteig (Teikning: Landark).

Í borteig er heilsóðinn þykkur vinyl dúkur tengdur olíuþrómi til að koma í veg fyrir olíumengun og unnið verður eftir skýrum verklagsreglum um umgengni á svæðinu, meðferð mengunarefna og hvernig skuli bregðast við hugsanlegri mengun.

Gert er ráð fyrir að afkastamælingarnar verði gerðar á þeim tíma ársins sem veldur sem minnstri truflun fyrir varp fugla og umferð ferðamanna.



Mynd 8.3 Dæmigerður frágangur við borplan (Teikning: Landark).

8.1.6 Tímasetning borunar og afkastamælinga holna

Ráðgert er að holur verði boraðar á árinu 2009. Gert er ráð fyrir að borun hvernar holu taki um 35 daga. Eftir borun er holum lokað og ekki við þeim hreyft í um tvo mánuði eða þar til eðlilegu hitajafnvægi hefur verið náð. Að upphitun lokinni verða holurnar afkastamældar og forðafræðigögnum safnað. Afkastamæling hvernar holu tekur um tvær til þrjár vikur. Í afkastamælingunni er holan sett í rennsli í ákveðnum magnþrepum og gufu- og vökvastreyminu beint í hljóðdeyfi, sem gerir kleift að mæla samtímis gufu- og vökvastreymi sem fall við heildarmagn sem upp úr holunni er tekið. Að afkastamælingu lokinni er hljóðdeyfirinn ásamt tilheyrandi búnaði fjarlægður.

8.1.7 Skolvatn og borsvarf

Borun háhitaholna krefst umtalsverðs magns skolvatns, (um 80 l/s), til að kæla borkrónuna og til að fleyta borsvarfinu til yfirborðs. Gjölfular grunnvatnsholur austan við rætur Sýrfells sjá virkjuninni og jarðborunum fyrir vatni (kort 1). Stofnlögn vatnsveitunnar og dreifikerfið að borholunum eru plastlagnir grafnar í jörð. Gert er ráð fyrir að borun holu taki um 35 daga. Skolvatnsnotkunin á hverjum tíma getur sveiflast frá því að vera nánast engin í allt að 80 l/s. Gert er ráð fyrir að skolvatnspörfin allan verk tímann verði að jafnaði 35 l/s. Skolvatnsnotkun er því áætluð um 106.000 tonn. Einungis hluti skolvatnsins nær til yfirborðs vegna lekra jarðlaga, sem borað er í gegnum. Gera má ráð fyrir að 30–50% magnsins gleypi lek jarðlög í borholunni.

Á borplaninu er safnþró við hlið skolkars borsins fyrir borsvarf og leðju. Þar fellur til svarf og megnið af þeirri borleðju og sementi sem berst frá holunni. Vatni er síðan yfirleitt veitt ofan í sprungu en leggja má bráðabirgða plastlögn frá borplaninu yfir að Gráalóninu og dæla vatninu þangað. Úr þrónni er vatni fleytt um yfirfall og það látið renna í Gráalónið. Við Gráalónið er dælustöð, sem sér til þess að yfirborð lónsins og umfang breytist ekki. Dælt er úr Gráalóninu í blandþró nærri stöðvarhúsinu og þaðan fer vökvinn ásamt blöndu af jarðhitavökva, þéttivatni og kælisjó um bunustokk til sjávar (kort 1).

Svarfinu verður fargað eins og vant er sem jarðvegsfylling í borplön eða vegarslóða. Ef til vill má hugsa sér endurnýtingu með því að nota svarfið með lagnasandi í kringum jarðstrengi og aðrar neðanjarðarlagnir.

8.1.8 Borholuhús

Borholuhús verða sett yfir vinnsluholur áður en þær eru teknar í notkun. Reiknað er með hefðbundnum borholuhúsum yfir kjöllum á öllum nýjum vinnsluholum þ.e. RN-17 A, B, C, D og E, RN-15 A, RN-19 A og B og RN-22 A (kort 2). Þau verða með sama sniði og borholuhús sem þegar eru á svæðinu (mynd 8.4). Einnig er mögulegt að ganga frá búnaði að einhverju leyti neðan yfirborðs. Slík útfærsla er mun dýrari.



Mynd 8.4 Borholuhús við Reykjanesvirkjun.

8.2 Niðurdæling

Í undirbúningi að núverandi virkjun var áformað að hluti jarðhitavökvans frá gufuskiljum yrði dælt niður í jarðhitakerfið. Það hefur hins vegar ekki orðið raunin og hefur jarðhitavökvannum verið veitt til sjávar um bunustokk (kort 1).

Niðurdæling jarðhitavökva við lágt hitastig gerir kleift að stýra þrýstilækkun í jarðhitakerfinu, sem vinnslan veldur. Reynsla af niðurdælingu erlendis og í Svartsengi staðfestir að niðurdælingarvökvi þarf að fá nægan tíma til að hríslast um heit berglög og hitna upp í það hitastig sem ríkir í jarðhitageyminum. Ná niðurdælingavökvinn ekki ríkjandi hitastigi í jarðhitageyminum og eigi hann nokkuð greiða leiða inn á vinnslusvæðið er hætt á að hann geti dregið verulega úr afköstum vinnsluholnanna.

Sumarið 2008 var gert við holu RN-20 svo nýta mætti hana til niðurdælingar. Kannað var hversu opin holan var með því að dæla í hana um 70 l/s af köldu ferskvatni í um mánaðar tíma eða um 190

þús. tonnum. Nú er verið að ljúka við tengingu holunnar við skiljustöð virkjunarinnar og uppsetningu mælibúnaðar. Niðurdæling þéttivatnsblandaðs jarðhitavökva frá skiljum hefst í febrúar 2009.

Ástæður þess að það hefur tekið rúm tvö ár að hefja tilraunir með niðurdælingu má einkum rekja til mikils magns uppleystra steinefna jarðhitavökvens, flókinna efnaferla en einnig takmarkaðs landrýmis fyrir borholur.

Jarðhitavökvinn er í reynd sjór sem hefur seytilað djúpt niður í berglöggin og sest að í öflugum og mjög heitum varmagjafa. Við snertingu við heitt bergið hitnar sjórinn, en við það eykst einnig geta hans til að leysa út efnasambönd úr berginu og bera með sér. Þrýstingur jarðhitavökvens í berginu ræðst að mestu af hitastigi þess. Eins ræðst magn uppleystra steinefna í jarðhitavökvanum að mestu af hitastigi hans. Við ríkjandi hitastig í jarðhitageyminum er vökvinn mettaður af uppleystum steinefnum þ.e.a.s. vökvinn hefur að geyma hámarks magn uppleystra steinefna við ríkjandi hitastig og þrýsting geymisins og falla þau því ekki út úr honum. Þegar vökvinn fer að streyma í bergglufum og upp vinnsluholur lækkar þrýstingurinn m.a. vegna rennslisviðnáms, sem verður til þess að vökvinn sýður og gufa myndast. Þar sem gufan er hrein vatnsgufa blönduð jarðhitavökvaþropum ber hún einungis með sér lítið magn steinefna. Þau verða nánast öll eftir í vökvahlutanum, sem minnkað hefur sem nemur gufumagninu. Jarðhitavökvinn sem streymir upp til yfirborðs er því yfirmettaður af uppleystum steinefnum þ.e.a.s. hann hefur að geyma meira magn uppleystra steinefna en ríkjandi hitastig og þrýstingur segja til um. Til að ná efnajafnvægi taka steinefnin að falla úr vökvanum og setjast inn á rör og annan búnað sem harðar útfellingar.

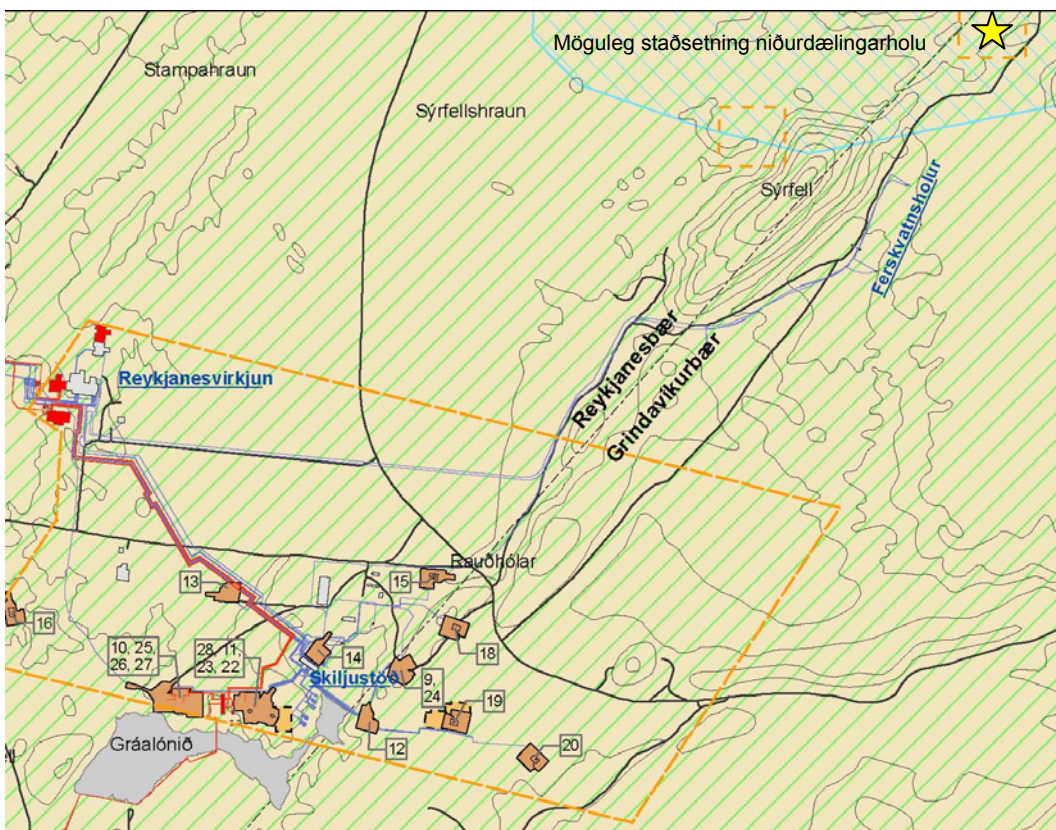
Áður en ráðist var í virkjunina voru gerðar umfangsmiklar tilraunir sem kortlögðu ríkjandi efnahvörf við suðu og kælingu jarðhitavökvens. Reynslan af rekstri gufuveitunnar til þessa hefur veitt mjög mikilvægar upplýsingar um eðli útfellinganna og efnahvarfa þeirra. Til að skapa styrkari grunn undir niðurdælingarverkefnið hefur HS styrkt íslenskan doktorsnema til að rannsaka útfellingar jarðhitakerfisins á Reykjanesi. Niðurstöður rannsókna hafa verið kynntar HS eftir því sem vinnunni hefur fram undið. Á þeim grunni og með hliðsjón af rekstrarreynslu er niðurdæling nú að hefjast. Verkefnið er sérstakt að því leyti að jarðhitakerfið á Reykjanesi er eina jarðhitakerfið hérlendis með jarðhitavökva með fulla seltu sjávar. Jarðhitavökvi í Svartsengi hefur tvo þriðju hluta af seltu sjávar en önnur jarðhitakerfi sem nýtt eru hér á landi hafa jarðhitavökva sem er að uppruna ferskt vatn.

Hola RN-20 er í tæplega 800 m fjarlægð frá miðbiki vinnslusvæðisins, auk þess sem hún er stefnuboruð um 200 m til austurs. Talið er að helstu rennslisleiðir séu um ríkjandi sprungustefnur. Þannig ætti niðurrennsli um holu RN-20 að dreifast fyrst til suðvesturs áður en það færi til vesturs og nálgast helstu vinnsluholurnar. Rennslisleiðin lengist þannig um 300-500 m og gæti því verið 1-1,5 km. Þetta verður hins vegar kannað með ferilefnaprófun fljótlega eftir að niðurdæling hefst. Hola RN-20 virðist því í heppilegri fjarlægð til að gera fyrstu prófanir með niðurdælingu. Holan er nógu nálægt til að þrýstingsviðbrögð í jarðhitakerfinu sjáist innan eðlilegra tímamarka og nógu langt frá svo kæling af niðurdælingunni nái ekki að vinnsluholunum á sama tíma. Niðurdæling svo nærri vinnslunni getur virkað fljótt gagnvart þrýstingslækkun og dregið úr henni. Hún getur hins vegar verið takmörkuð í tíma þar sem kæling berst að vinnsluholunum. Niðurdælingin þarf þá að færast fjær og að útjöðrum jarðhitakerfisins.

Sambærilegan stað til niðurdælingar má finna vestan við vinnslusvæðið rétt hjá virkjuninni sjálfri, nánar tiltekið á einu borstæði milli gíga í yngstu Stamparöðinni. Þar var í Áfanga 1 við byggingu Reykjanesvirkjunar samþykkt að heimila borstæði og deiliskipulagi breytt til samræmis við það. Þar stóð jafnvel til að bora djúpborunarholu niður í 5 km dýpi. Þetta borstæði hefur ekki verið nýtt, en borun þar gæti þjónað tvíþættum tilgangi, annars vegar að kanna útbreiðslu háhitasvæðisins til vesturs, og hins vegar að nýta holuna til niðurdælingar ef hún sýndi sig vera á jaðri eða utan áhrifasvæðis vinnslunnar. Ef holan hins vegar reyndist verulega heit kæmi líka til greina að bora ennþá dýpra í tengslum við íslenska djúpborunarverkefnisins.

Sem stendur er hins vegar gert ráð fyrir því að bora a.m.k. eina niurdælingaholu til viðbótar við holu RN-20 og verður hún staðsett norðan við Sýrfell (mynd 8.5) eða um 3 km frá miðju vinnsluvæðisins. Þó er talið líklegt að svæðið þar tengist jarðhitakerfinu nánar, því það liggur í sömu stefnu og gjöful sprungurein sem gengur í gegnum vinnsluvæðið frá suðvestri til norðaustur. Ekki hefur verið borað á svæðinu umhverfis Sýrfell og því er sem stendur ekki vitað hvort það liggur utan jarðhitakerfisins þó viðnámsælingar bendi til þess. Viðnámsælingarnar sjá þó einungis niður á um 800 m dýpi, svo nýtanlegur jarðhiti gæti leynst þar undir, sem kæmi þá í ljós við borun. Við Sýrfell eru fyrirbyggjandi tvö borstæði sem samþykkt voru í Áfanga 1, svipað og holustæðið við Stamparöðina, og þar þarf því einungis að sækja um framkvæmdaleyfi til borunar.

Reynist tilraunir með niurdælingu jákvæðar er stefnt að því, að niður í jarðhitageyminn verði þéttvatnsblandað skiljuvatn látið renna. Magn niurdælingar ræðst af tiltæku þéttivatni til þynningar jarðhitavökvans og sýringu. Stefnt er að því að niurdæling verði allt að 300 kg/s sem gæti orðið um 30-50% af upptekt, háð valkostum. Þetta markmið er háð nokkurri óvissu og ekki er hægt að meta hvenær slíkum áfanga verður náð.



Mynd 8.5 Möguleg staðsetning niurdælingarholu fyrir Reykjanesvirkjun (sýnd með gulri stjörnu).

8.2.1 Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja og svör framkvæmdaraðila

Öflun ferskvatns og blöndun við affall til niurdælingar, t.d. við niurdælingarholu RN-20, er hvergi nefnd. Með hliðsjón að sambærilegum niurdælingum þá er þörf á umtalsverðu ferskvatni til að draga úr útfellingum við niurdælingu.

Svar: Niurdælingin á Reykjanesi verður sambærileg við djúp-niurdælingu í Svartsengi en þá samanstendur niurdælingarvökvinn af skiljusjó blönduðum þéttivatni. Í blönduna þarf

ekki ferskvatn. Hlutföll þéttivatns og skiljusjárvar eru ekki endanlega ákveðin, en niðurdælingartilraunin sem nú er unnið að gengur meðal annars út á að ákvarða þau.

8.2.2 Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila

Að mati Orkustofnunar er gott að tilraunir með niðurdælingu eru hafnar en þær hefðu getað hafist mun fyrr ef niðurrennslishola hefði verið boruð fyrir gangsetningu virkjunar. Í matsskýrslu þarf því að liggja fyrir hvenær niðurrennslishola eða -holur verði boraðar og hvenær hægt verði að hefja niðurdælingu af fullum krafti eins og að var stefnt fyrir núverandi virkjun og sömuleiðis er stefnt að nú með stækkun hennar.

Þó að niðurdælingin geti valdið lægra vermi er þrýstingsstuðningurinn mikilvægari því hann heldur borholunum í vinnslu.

Sömuleiðis þarf rökstuðning fyrir því að nýting lágvermisvökva í lágþrýstiprepi sé skárri kostur en niðurrennsli heitari blöndu skiljuvökvans og þéttivatns aftur ofan í jarðhitakerfið sem myndi þá hugsanlega draga úr niðurdrætti í jarðhitakerfinu.

Svar: Í kafla 8.2 í frummatsskýrslu eru raktar ástæður þess að ekki varð af niðurdælingu strax við upphaf reksturs. Borholur eru mjög dýr mannvirki sem kosta hundruð milljóna og því er of dýrkeypt og óhagkvæmt að fórna þeim í upphafi við að fá fyrstu upplýsingar um efnahegðun jarðhitavökvans meðan annar förgunarkostur er til staðar. Nú er talin til staðar nægjanleg vitneskja um eðli útfellinga og efnahvarfa í vökvanum frá skiljunum til að gera tilraunir með niðurdælingu hans. Næstu niðurdælingarholur verða boraðar eftir að niðurstöður liggja fyrir úr þessari tilraun. Ekki er hægt nú að tímasetja þær boranir. Komist stækkunin hins vegar til framkvæmda verður að minnsta kosti ein niðurdælingarhola boruð á sama tíma og vinnsluholur verða boraðar fyrir þann áfanga. Markmið HS er að auka niðurdælinguna í áföngum samhliða því að þekking á henni eykst og eins og kemur fram í kafla 8.2 er stefnt að því að niðurdæling verði allt að 300 kg/s sem gæti orðið um 30-50% af upptekt, háð valkostum. Þar kemur einnig fram að þetta markmið er háð nokkurri óvissu og ekki er hægt að meta hvenær slíkum áfanga verður náð.

Ekki er rétt að þrýstingsstuðningur niðurdælingar haldi háhitaholum í vinnslu heldur er það varmaorkan og suðan af völdum þrýstingslækkunar sem halda þeim í vinnslu. Þrýstingsstuðningur af niðurdælingu og náttúrulegu aðstreymi dregur úr þrýstingslækkuninni og fæst þannig betri nýting á varmaorkunni í berginu. Auk þess getur það dregið úr dölun toppþrýstings holna meðan suða á sér stað við hærri þrýsting. Á Reykjanesi er gufupúði að þróast miðsvæðis í efra æðakerfinu líkt og hefur átt sér stað í Svartsengi. Hann hentar mjög vel til vinnslu fyrir raforkuframleiðslu. Miklu máli skiptir að ekki verði ótímabær kæling í honum af völdum niðurdælingar því það gæti dregið hratt úr afli hans, þrátt fyrir þrýstingsstuðning.

Miðað við niðurdælingu sem reiknað er með í matsskýrslu t.d. 130 kg/s (kafla 20.6) þá myndi niðurdæling hrávarma hækka úr um 65 MW_t í um 110 MW_t við það að niðurdæling væri við hitastig í skiljum. Þetta er ekki mikil aukning í niðurdældu varmafli. Hins vegar myndi veruleg hækking á hita niðurdælingar valda verulegum rekstrarvandæðum í niðurdælingarþúnaðinum t.d. vegna suðu í pípum. Nýting hluta þessa varmaafis í lágþrýstiprepi setur niðurdælingarvökvann niður á viðráðanlegu hitastig, auk þess sem hitastig í affalli frá bunustokki lækkar.

Auk þess þarf að gera grein fyrir hvernig framkvæmdaraðili hyggst koma í veg fyrir vaxandi seltumagn í vinnsluvökva þegar til lengri tíma er litið þar sem niðurrennslisvökvi mun hafa hærra seltumagn en jarðsjór í kerfinu.

Svar: Niðurdælingarvökvinn verður blanda af skiljuvökva og þéttivatni. Til að draga úr líkum á útfellingum verður hlutfall þéttivatns meira í niðurdælingarvökvanum en sem nemur suðu gufunnar frá jarðhitavökvanum. Niðurdælingarvökvinn verður því efnabynnri en jarðsjórin og ef eitthvað er þá mun heldur draga úr seltu þegar til lengri tíma er litið. Sé hins vegar tekið mið af niðurstöðum niðurdælingar í Svartsengi þá hefur enn ekki orðið marktæk breyting á efnasamsetningu jarðhitavökvans þar af völdum niðurdælingar.

8.3 Stöðvarhús

Núverandi stöðvarhús Reykjanesvirkjunar verður stækkað til vesturs, til að hýsa eina 50 MW_e hverfilsamstæðu, sem er eins og þær tvær sem fyrir eru (kort 2). Vélasalur verður lengdur um 48 m í átt að hljóðdeyfum og bunustokki og verður útlit og form viðbyggingar eins og núverandi bygging (mynd 8.6). Sunnan við og sambyggt við nýjan vélasal verður skýli fyrir dropaskiljur og norðan við hann verður sambyggt rofastöð, með sama fyrirkomulagi og er fyrir vélar 1 og 2. Vélasalur og dropaskiljuhús verða stálgrindarbyggingar klæddar með áklæðningu þar sem dropaskiljuhús er óeinangrað. Rofastöð verður steinsteypt hús á einni hæð, einangrað að utan og klætt með áli. Í núverandi stjórnstöð virkjunarinnar er hægt að koma fyrir stjórnbúnaði vegna stækkunar og í steiptum lagnagangi út í tengivirki er pláss fyrir viðbótar raf- og stýristrengi. Heildargrunnflötur stækkunar verður alls um 2.000 m².



Mynd 8.6 Stöðvarhús Reykjanesvirkjunar.

Frá upphafi hefur verið miðað við að stækkun Reykjanesvirkjunar um eina vélasamstæðu yrði hýst með því að lengja stöðvarhúsið eins og lýst er hér að framan. Pípu- og vélbúnaður fyrir þriðju vélasamstæðuna er sambærilegur við þann búnað sem fyrir er í vélasalnum. Mjög hagkvæmt er

rekstrarlega að þessi búnaður sé í einu sambyggðu húsi með sameiginlegri stjórnstöð. Við hönnun pípu- og lagnaleiða utanhúss í fyrri áfanga virkjunarinnar var tekið mið af mögulegri stækkun hennar um eina vél.

8.4 Skiljustöð

Frá borholum á Reykjanesi kemur jarðhitavökvi sem er blanda af gufu og efnaríkum jarðsjó. Jarðhitavökvinn er leiddur frá borholum eftir safnæðum að forskilju í skiljustöð (mynd 8.7). Þar er gufan skilin frá jarðhitavökvanum og hún leidd um gufustofnlagnir að gufuhverfli virkjunarinnar. Með fjölgun borhola er nauðsynlegt að auka afköst skiljustöðvar.

Gert er ráð fyrir að reisa nýja skiljustöð í grennd holna RN-27 og RN-28 (kort 2). Áætluð stærð nýrrar skiljustöðvar er um 700 m² og í henni verða rafbúnaðar- og spennarými og forskiljur fyrir báðar vélar. Efnisval og form nýrrar skiljustöðvar verður áþekkt þeirri gömlu en húsið heldur hærra. Við skiljustöðina verður einn gufuháfur og lokahús fyrir hvora vél til að stýra þrýstingi á gufuveitunni. Mögulegt frárennsli verður út í Gráalón. Frá Gráalóni er dælt í blandpró nærri stöðvarhúsi til að yfirborð og umfang lönsins breytist ekki og þaðan fer frárennsli í bunustokk virkjunar.



Mynd 8.7 Núverandi skiljustöð. Gufuháfar hægra megin við skiljustöð og skiljuhljóðdeyfar og lokahús vinstra megin.

8.5 Lagnir

8.5.1 Safnæðar

Leggja þarf safnæðar frá nýjum borholum að nýrri skiljustöð og umtengja nokkrar af þeim eldri (kort 2). Safnæðar verða ofanjarðar og hvíla á stálbúkkum og steypum undirstöðum. Pípuþvermið er um 1,5-2 m að breidd. Það er jafnað og grafið fyrir undirstöðum. Safnæðarnar eru síðan festar á ákveðnum stöðum með steypum festum og þess á milli eru þenslur teknar upp með beygjum og þenslulykkjum. Þvermál safnæða er 350 – 450 mm og eru þær einangraðar með steinullarstöfum og klæddar með álklæðningu eins og þær lagnir sem fyrir eru. Nýjar safnæðar frá RN-15A, frá RN-19A og B og frá RN-22A verða lagðar meðfram núverandi safnæðum eins og kostur er til að samnýta lagnastæði, nýta þegar gerða vegi/slóða og til að raska landi sem minnst. Uppsetning undirstaða og pípuþagna er unnin frá vinnuslóða og híft er yfir lagnir ef vegslóði er þeim megin.

Ný safnæð verður lögð frá borteig við RN-17 A, B, C, D og E, meðfram vegi að Reykjanesvita (kort 2). Við vegslóða að Gráalóni beygja stofnarnir að lóninu, liggja meðfram slóðanum fyrst um sinn og halda síðan áfram að lóninu. Á þessari lagnaleið verður leitast við að lagnirnar verði sem minnst áberandi með því m.a. að leggja þær lágt í landi, velja lagnaleið eftir legu landsins og almennt raska svæði sem allra minnst. Lagnirnar liggja síðan meðfram Gráalóninu á röskuðu svæði varnargarðs sem þar er þar til komið er til móts við nýju skiljustöðina. Þar er Gráalónið þverað.



HS ORKA HF



Mynd 8.8 Stofnlagnir jarðhitavökva og gufu sem liggja frá skiljustöð að stöðvarhúsi.

8.5.2 Jarðhitavökva- og gufulagnir

Leggja þarf jarðhitavökva- og gufustofnlagnir frá nýrri skiljustöð að stöðvarhúsi (kort 2). Lega stofnlagna frá skiljustöð verður meðfram aðkomuvegi að borplönum RN-11 og RN-23, að núverandi stofnlögnum og síðan samsíða þeim að stöðvarhúsi. Við hönnun núverandi virkjunar var gert ráð fyrir nýjum stofnlögnum samsíða þeim eldri. Stofnlagnir eru ofanjarðar, þvermál 500 mm og 700 mm, einangraðar og klæddar eins og eldri lagnir með áklæðningu (mynd 8.8).

Tafla 8.4 Áætlað beint rask vegna lagna.

	Lengd lagnaleiðar (m)	Áætlað flatarmál raskaðs svæðis (m ²) *
Safnlagnir	1.300	7.800
Stofnlagnir	1.500	9.000
Sjólagnir	1.000	9.000
Bunustokkur	140	840
Alls rask	3.940	26.640

* Breidd rasks vegna lagna getur numið allt að 6 m. Það má í sumum tilvikum minnka eftir framkvæmd.

8.5.3 Kælisjávarlagnir

Kælisjávarlagnir frá sjónámssvæði eru niðurgrafnar plast- eða glertrefjapípur, 900 mm í þvermál. Lagnir verða samsíða núverandi kælisjávarlögnum Reykjanesvirkjunar örlítið austar og norðan við þær en utan hverfisverndar. Breidd raskaðs svæðis verður takmarkað við 8-9 m fyrir tvær lagnir eða alls allt að 9.000 m² (tafla 8.4). Lagnaleiðin fer eftir þegar röskuðu svæði og sandorpnu hrauni þar sem sandur er í yfirborði. Þar sem farið er í gegnum hraunklökk í yfirborði verður hraunið tekið til

hlíðar og því komið fyrir aftur í lagnastæðinu og sandur jafnaður í hæðir við aðliggjandi umhverfi. Að framkvæmdum loknum og eftir að sandur hefur fokið til þá hefur svæði fengið aftur sitt upprunalega útlit og ekki ljóst að þar liggja niðurgrafnar lagnir.

8.6 Önnur mannvirki

Hljóðdeyfir og lokahús verða þar sem skilju- og jarðhitavökva er beint út í bunustokk (kort 2). Nýr hljóðdeyfir fyrir vél 3 í stöðvarhúsi verður staðsettur rétt austan við núverandi hljóðdeyfa, á milli þeirra og stöðvarhúss. Um hljóðdeyfa fyrir þækilvirkjun er fjallað í kafla 9. Frárennsli jarðhitavökva frá nýrri skiljustöð fer um skiljuhljóðdeyfa sem staðsettur verða sunnan við nýja skiljustöð. Efnisval og form hljóðdeyfa og lokahúsa verður eins og núverandi mannvirkja (mynd 8.9).



Mynd 8.9 Hljóðdeyfar og lokahús við stöðvarhús Reykjanesvirkjunar.

Aðveitustöð verður reist norðan núverandi stöðvarhúss (kort 2). Hún verður um 1.700 m² að grunnfleti og með svipuðu sniði og núverandi aðveitustöð mynd 8.10.



Mynd 8.10 Aðveitustöð (vinstra megin) norðan stöðvarhúss Reykjanesvirkjunar.

8.7 Jarðhitaaffall

Jarðhitaaffall frá núverandi virkjun er leitt til sjávar í bunustokk frá stöðvarhúsi en unnið er að tilraunum með niðurdælingu í jarðhitakerfið, sjá kafla 8.2. Magn jarðhitaaffalls um bunustokk eykst lítið við stækkun virkjunarinnar þar sem hlutfall gufu í upptektinni eykst og gert er ráð fyrir aukinni niðurdælingu. Aukning jarðhitaaffalls verður leidd um núverandi bunustokk og til sjávar. Ekki er gert ráð fyrir að þörf sé á nýjum bunustokk fyrir það.



HS ORKA HF



Mynd 8.11 Horft eftir bunustokki í átt að affalli Reykjanesvirkjunar (2008).

Í febrúar 2009 hefjast tilraunir með niðurdælingu í jarðhitakerfið um holu RN-20 B sem stefnuboruð var í um 3.000 m til suðausturs (kafli 8.2). Gert er ráð fyrir að holan taki við um 50-100 kg/s af blöndu þétti- og skiljuvatns. Gangi þetta eftir minnkar hlutur jarðhitavökvans sem fer til sjávar sem þessu nemur. Þetta magn nemur um 5-10% af heildarmagni sem fellur til eftir stækkunina.

Ef fyrirhuguð niðurdælingarhola í grennd við Sýrfell heppnast má reikna með að niðurdæling geri gott betur en að taka við væntanlegri aukningu vegna stækkunarinnar. Fleiri niðurdælingaholur í grennd Sýrfells verða boraðar reynist fyrsta holan vel.

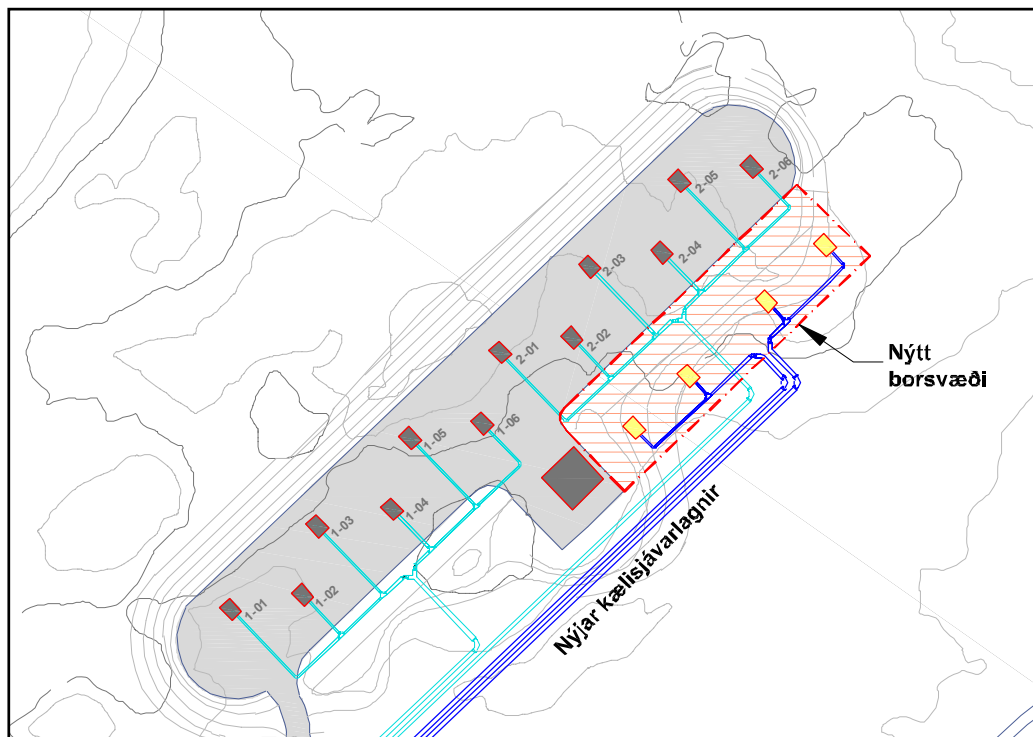
8.8 Aukið sjónám

Sjónámsholur Reykjanesvirkjunar, 12 að tölu, eru vestan stöðvarhúss Reykjanesvirkjunar (kort 1). Hvor hverfill um sig fær kælisjó úr 4-5 borholum. Því þarf að bora 2 til 3 sjónámsholur fyrir stækkun virkjunarinnar. Gert er ráð fyrir að stækka norðurhluta núverandi sjónámsteigs (mynd 8.12).

Reynslan hefur sýnt að sjónámsholurnar gefa allt að 500 l/s hver með mjög litlum niðurdrætti. Sjónámsholunum er komið fyrir á tveimur samsíða línunum á einum borteig, sem liggur nokkru hærra í landi en nánasta umhverfi svo verjast megi flóði. Við stækkun virkjunarinnar verður að auka sjónám um 1.600 l/s og bora til þess fjórar nýjar holur.

Stækkun borteigs fyrir sjónámsholur um u.þ.b. 1.000 m² rúmast innan núverandi orkuvinnslusvæðis skv. Aðalskipulagi Reykjanesbæjar og skv. deiliskipulagi orkuvinnslusvæðisins á Reykjanesi (kort 2).

Eftir að orkuverið tók til starfa hefur ÍSOR fylgst með breytingum á hitastigi og seltu sjávar við ströndina í grennd útrásar bunustokks. Fljótlega varð vart við litla hitnun sjávar frá borholum á syðri hluta sjónámssvæðisins. Hitastigsbreytinguna er aðeins unnt að rekja til útfallsins úr bunustokknum, sem er í aðeins nokkur hundruð metra fjarlægð frá sunnanverðu sjónámssvæðinu. Sjórinn úr syðstu sjónámsholunum er um einni gráðu heitari en sá, sem fæst úr nyrðri holunum og því er nýju holunum m.a. valinn staður norðan til á sjónámssvæðinu.



Mynd 8.12 Sjónámssvæði á Reykjanesi. Stækkun er afmörkuð með rauðri skástrikun.

8.8.1 Sértækar aðgerðir

Áfram verður haldið vöktun á hitastigi og seltu sjávar við sjónámssvæðið og hitadreifingu við útfallið úr bunustokknum.

8.9 Vegir og slóðar

Núverandi slóðar eru sýndir á korti 1. Þar sem borun fer eingöngu fram á núverandi borteigum þarf ekki nýja vegi að þeim. Ekki er heldur um að ræða nýjar lagnaleiðir nema að borteig við holu RN-17. Þar verður núverandi vegi að Reykjanesvita fylgt eins og kostur er en síðan er gert ráð fyrir að vegslóð meðfram lagnaleið nýtist sem nýr ferðamannavegur að hverasvæðinu við Gunnuhver. Unnið er að útfærslu á aðkomu að Gunnuhver og verður hún líklega hluti af breytingum á deiliskipulagi vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar.

Gera þarf aðkomu að nýju stöðvarhúsi Pækilvirkjunar. Sá vegur er um 150 m að lengd og um 6 m breiður. Hann verður með bundnu slitlagi.

Notað er aðflutt fyllingarefni í slóða og landi ekki raskað samsíða þeim.

8.9.1 Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir

Við frágang vega og slóða sem þarf að leggja verður fylgt ákveðnu verklagi til að þeir verði minna áberandi í landinu (sjá einnig mynd 8.13):

- Ef vegur fer yfir hraun þá skal taka nýtanlegt hraun úr vegstæði til síðari nota við lagfæringu á vegöxlum.
- Í skeringar og sár í landi skal nota (endurnota) gróft hraun (hraunsteina) til að loka sárum og til aðlögunar.

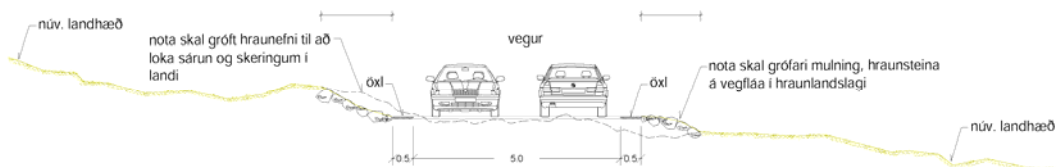


HS ORKA HF

LÝSING FRAMKVÆMDAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

- Ofan á fyllingar vegfláa skal loka sárum með grófum hraunmulningi eða stærri hraunsteinum.
- Slóðar sem ekki hafa tilgang skulu afmáðir, slóðastæði yft upp og jafnað aðliggjandi landi.



Mynd 8.13 Tillaga að frágangi með nýjum vegi eða slóða (Teikning: Landark).

9 Pækilvirkjun

Reynslan af rekstri skiljuhljóðdeyfanna svo og útfellingatilraunir hafa leitt í ljós að unnt er framleiða lágþrýsta gufu úr jarðhitavökva/pækli frá háþrýstiskiljunum. Aflgeta slíkrar virkjunar verður 50 MW_e. Hverfilsamstæðunni svipar mjög til núverandi samstæðna en með því næst lágmarks stofnkostnaður, varahlutahald verður í lágmarki og rekstrar- og viðhaldsfærni starfsmanna nýtist að fullu. Hverfillinn verður tvíþrýstihverfill þ.e.a.s. inn í hverfilhúsið koma tvær gufulagnir. Önnur með háþrýstigufu og hin með lágþrýstigufu úr pæklinum (mynd 9.1). Eimsvali hverfilsins verður sjókjældur og verður þéttivatn jarðhitaeimsins nýtt til íblöndunar skiljuvökva fyrir niðurdælingu. Gert er ráð fyrir að grunnafslamleðsla hverfilsins verði 35-40 MW_e. Umframafletta vélarinnar verður svo nýtt í bilanatilvikum og þegar aðrar vélar verða í viðhaldi. Gufunotkun vélarinnar við fullt afl verður 40 kg/s af háþrýstigufu og 60 kg/s af lágþrýstigufu úr pæklinum.

9.1 Helstu mannvirki

Helstu mannvirki pækilvirkjunar eru:

- Stöðvarhús
- Stofnlagnir, tengilagningar, kælisjávarylögn og bunustokkur

Stöðvarhús pækilvirkjunar verður staðsett sunnan við núverandi stöðvarhús Reykjanesvirkjunar á svæði sem afmarkast af stofnlögnum og mörkum skilgreinds iðnaðarsvæðis (kort 2). Stöðvarhúsið samanstendur af:

- vélasal, fyrir eina vélasamstæðu,
- skiljustöð, þar sem lágþrýstigufan verður til úr pæklinum
- raf- og stjórnbúnaðarrými

Heildarstærð stöðvarhúss verður um 2.700 m². Ekki er gert ráð fyrir að unnt verði að stækka stöðvarhúsið. Hæð og form stöðvarhúss pækilvirkjunar verður áþekkt núverandi byggingarformi Reykjanesvirkjunar (mynd 8.6). Stöðvarhúsið mun allt liggja innan núverandi iðnaðarsvæðis samhliða aðkomuvegi að stöðvarhúsi Reykjanesvirkjunar.

Lagnir að stöðvarhúsi pækilvirkjunar má sjá á korti 2:

- stofnlagnir jarðhitavökva og háþrýstigufu frá forskiljum
- tengilagningar á milli skiljustöðvar pækilversins og jarðhitavökvalagna/pækilagna
- kælisjávarylögn frá sjónámssvæðinu sem þverar núverandi kælisjávarylagnir og bunustokk vestan við hlóðdeyfi-blandþræmar
- bunustokkur verður framlengdur að skiljustöð pækilversins

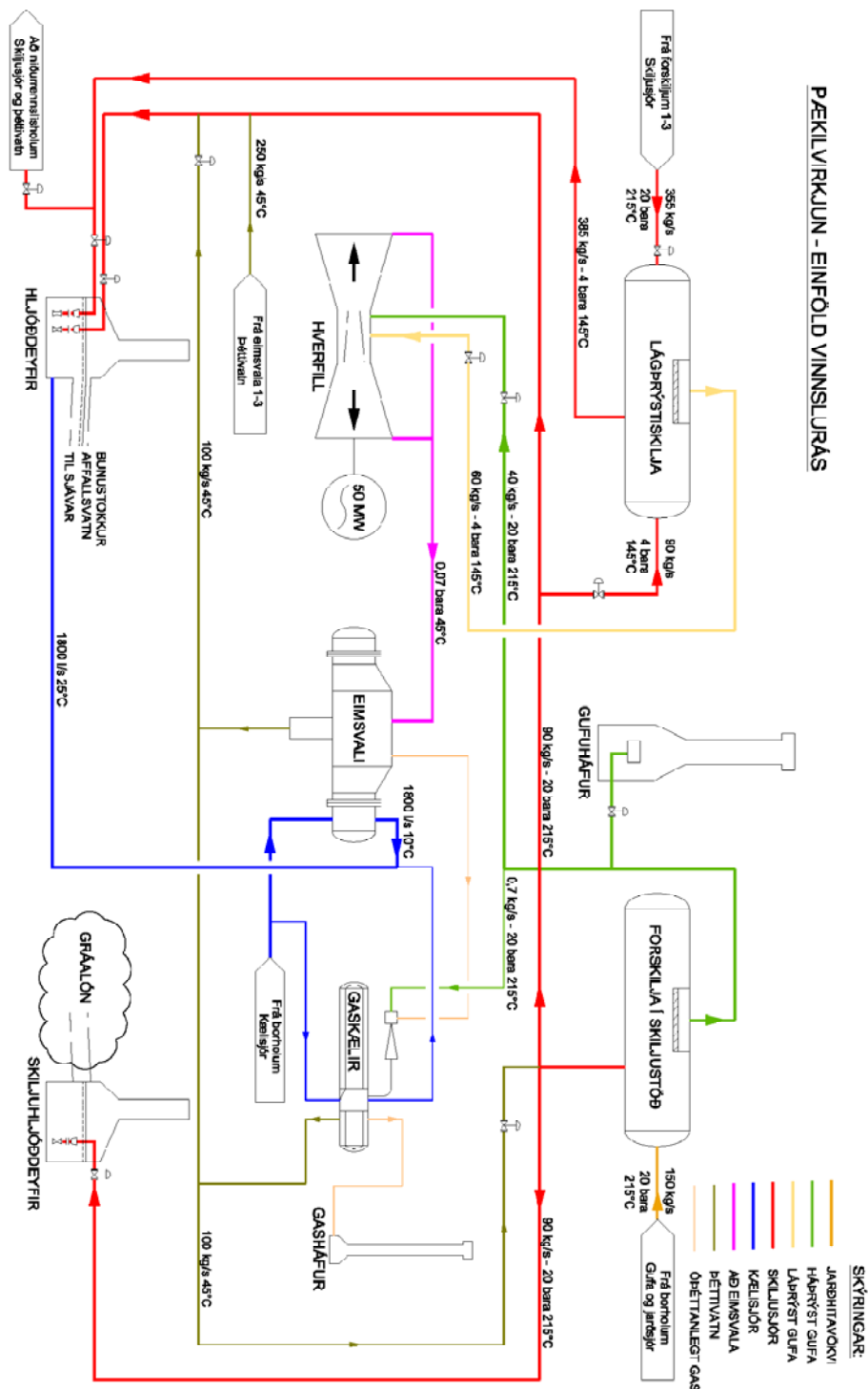
Hljóðdeyfð skiljustöð fyrir framleiðslu lágþrýstigufu úr pæklinum verður að vera sem næst stöðvarhúsinu og bunustokknum vegna þess hversu útfellingahneigður skiljuvökvinn (pækillinn) er eftir að hann hefur verið látinn sjóða niður í um 110-120 °C.

Pækilvirkjun nýtir fyrst og fremst varmaorku úr pækli frá háþrýstiskiljum. Einnig er gert ráð fyrir að hún noti gufu frá borholum og þá hugsanlega frá lágþrýstari borholum. Gert er ráð fyrir að ný forskiljustöð vegna stækkunar virkjunarinnar veiti háþrýstigufu til pækilvirkjunarinnar og að ekki verði reist sérstök forskiljustöð hennar vegna.

9.2 Vinnslurás pækilvirkjunar

Úr borholum streymir blanda af efnaríkum jarðhitavökva og gufu og er blandan leidd í safnæðum að forskilju í skiljustöð. Í forskilju er gufan skilin frá jarðhitavökvanum, hún leidd um gufustofnlagnir að dropaskilju í stöðvarhúsinu og þaðan í gufuhverfilinn. Dropaskiljan hreinsar gufuna af dropum og þannig er leitast við að koma í veg fyrir útfellingu steinefna í hverflinum. Stofnlögn háþrýstigufunnar

er tengd gufuháfi sem á að halda gufuþrýstingi sem næst stöðugum. Kasti gufuhverfillinn af sér öllu afli einhverra hluta vegna, galopnar stjórnloki háfsins og hleypir allri gufunni sem um hverfilinn fór upp um háfinn. Gufuháfurinn er m.ö.o. stjórn- og öryggisbúnaður virkjunarinnar.



Mynd 9.1 Vinnslurás þækilvirkjunar (VERKÍS).

Mynd 9.1 sýnir vinnslurás pækilvirkjunarinnar:

1. Allur tiltækur jarðhitavökvi (rauð lína) fer í lágþrýstiskilju þar sem allt að 60 kg/s af lágþrýstigufu (gul lína) verða til við 4 bar þrýsting og 145 °C. Gufunni er beint aftarlega í hverfilinn, sem er táknaður með þverslaufulagaðri mynd. Gufuþrýstingurinn lækkar um leið og rúmmál gufunnar eykst eftir því sem trekt hverfilsins vikkar.
2. Allt að 40 kg/s, 20 bar og 215 °C háþrýstigufa frá forskiljum (græn lína) er leidd fremst í hverfilinn þar sem trektin er þrengst.
3. Gufa, 45°C og um 0,07 bar, streymir síðan frá endum hverfilsins yfir í eimsvallann (bleik lína á mynd 9.1). Eimsvallinn er röravarmaskiptir með títanrörum. Um köld rörin utanverð leikur eimurinn sem við það kólnar og þéttist í vökva, þéttivatn. Lágur þrýstingur eimsvallans er fenginn með gufuþeysum, sem jafnframt soga burt jarðhitagasið og beina því út í gasstromp. Um títanrör eimsvallans streymir kælisjór úr kælisjávarveitunni og hitnar sjórinn úr um 8 °C í um 40 °C. Frá eimsvalla streymir volgur kælisjórinn í hljóðdeyfi-blandþró, þaðan í bunustokk sem veitir blöndu þéttivatns, jarðhitavökva (pækils) og kælisjár til hafs. Eimsvallinn notar um 1.800 l/s af kælisjó.
4. Allt þéttivatn, sem er vökvi kældrar og þétrar hverfilgufu (mosagræn lína) er blandaður jarðhitavökvanum (rauð lína). Þessari blöndu er beint í blandþrær/hljóðdeyfa við bunustokk þar sem hún er blönduð kælisjó frá eimsvölunum. Með þessu er unnt að koma í veg fyrir útfellingar.
5. Í bilunum, viðhaldi og vegna óvæntra rekstartruflana sem tekur lágþrýstiskiljuna úr rekstri er jarðhitavökvanum beint framhá lágþrýstiskiljunni út í hljóðdeyfi og þaðan í bunustokkinn, eins og gert er í dag.

Pækilvirkjunin mun því bæta nýtingu jarðhitavökvans sem í dag er veitt til sjávar en einnig nýta háþrýstigufu eins og hinir gufuhverflarnir.

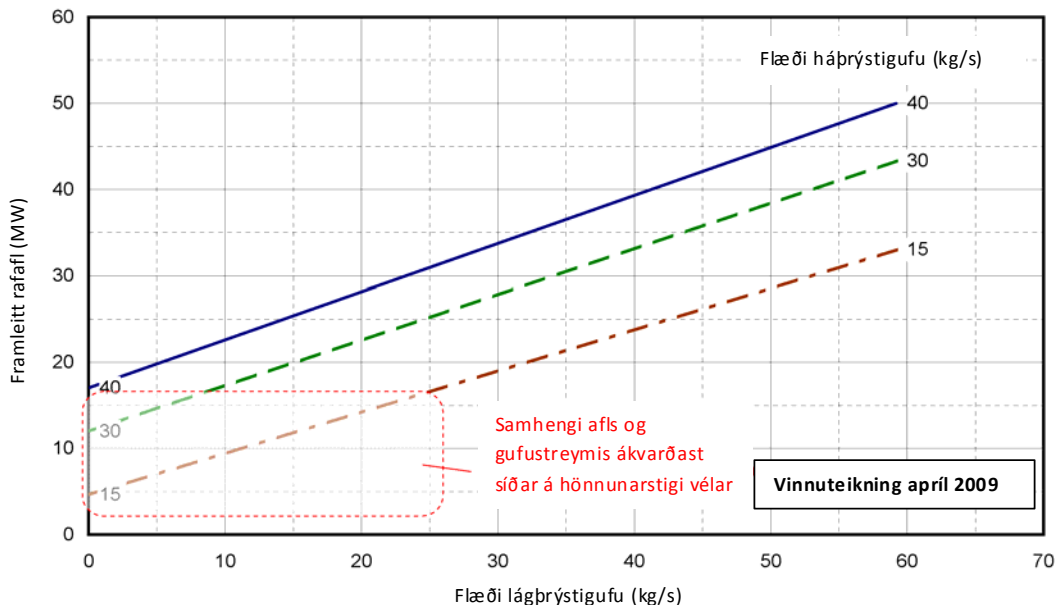
9.2.1 Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila

Orkustofnun telur nauðsynlegt að í matsskýrslu komi skýrt fram hvert hugsanlegt massastreymi af gufu gæti verið með því að skilja lágþrýstigufu frá núverandi vélasamstæðum við 4 bara þrýsting. Að mati Orkustofnunar er ekki ljóst hvernig grunnaflgeta tvíþrýstihverfils með einungis 60 kg/s af 4 bara lágþrýstigufu geti numið 45-50 MW (kafli 20.5.4) frá núverandi virkjun og telur því þörf á nánari skýringum.

Svar: Á Reykjanesi er gufa skilin frá jarðhitavökvanum við um 211°C hita eða um 19,5 bar-a þrýsting. Við þann þrýsting var gufuhlutinn um 21% við upphaf vinnslu en var árið 2008 kominn yfir 26% og er nú kominn yfir 30%. Nýting frumorkunnar hefur því batnað frá upphafi vinnslunnar. Tilkoma pækilvirkjunar getur svo bætt nýtingu frumorkunnar enn frekar.

Í eftirlitsskýrslum sem skilað er til Orkustofnunar sem hluti af skilyrðum virkjunarleyfis svo og í kafla 20.2 koma fram vinnslutölur síðustu ára. Frá núverandi virkjun, án stækkunar, var vökvahlutinn frá skiljunum árið 2008 um og yfir 450 kg/s. Sé sá vökvi látinn sjóða aftur við 4 bar-a gefur hann af sér liðlega 60 kg/s af lágþrýstigufu. Vélasamstæða pækilvirkjunar er enn á hönnunarstigi, en á mynd 9.2mynd má sjá hvernig afl hennar gæti verið þegar bæði lágþrýsti- og háþrýstigufa er nýtt. Grunnafl pækilvirkjunar er þar sýnt 30-35 MW_e fyrir 60 kg/s af lágþrýstigufu. Eins og fram kemur að ofan og í frummatsskýrslu verður efra þrýstiprepið notað sem vara- og viðhaldsafl ef draga þarf af hinum vélunum. Ekki er fyrirhugað að afla gufu fyrir efra þrýstiprep pækilvirkjunar með borunum.

Aflvél pækilvirkjunar; rafafi sem fall af gufustraumum



Mynd 9.2. Línurit frá framleiðanda vélar í pækilvirkjun sem sýnir rafaafi sem fall af straumum lágþrýsti- og háþrýstigufu (Fuji Electric Systems Co., Ltd). X-ás sýnir flæði (kg/s) lágþrýstigufu og Y-ás sýnir framleitt afl. Tölur við enda brúna, grænu og bláu línanna sýna flæði (kg/s) háþrýstigufu sem leitt er inn á hverfilinn.

9.3 Losun lofttegunda frá pækilvirkjun

Gert er ráð fyrir að um 60% af gufunni sem nýtt verður í pækilvirkjuninni verði til við suðu jarðhitavökva (pækils) frá forskiljum og mun gufufframleiðslan lítið sem ekkert auka magn jarðhitalofttegunda. Jarðhitagasið myndast aðallega við suðu jarðhitavökvens (pækils) á leið hans upp borholur og lítillega í safnæðum og forskiljum. Gasið streymir því eingöngu með háþrýstigufunni, í gegnum hverfla, eimsvala og gassogskerfi, sem á endanum skilar því út í háa gasstrompa. Við fullt álag pækilhverfilsins tekur hann til sín um 40 kg/s af háþrýstigufu sem í er jarðhitagas. Sé pækilverið rekið á fullu afli í eitt ár streyma frá því tæplega 6.000 tonn af CO₂ og um 180 tonn af H₂S, sem er um 40% af gaslosun hefðbundins 50 MW_e hverfils. Sem fyrr segir verður pækilvirkjunin einungis rekin á fullu afli í viðhalds og bilanatilvikum og því verður gaslosunin einungis brot af þessu.

Nánar er fjallað um loftgæði í kafla 28.

9.4 Affall frá pækilvirkjun

Rekstur pækilvirkjunar hefur engin áhrif á magn jarðhitavökva, sem frá virkjuninni kemur. Í þeim tilvikum sem háþrýstigufa er nýtt eykst magn jarðhitavökvens í hlutfalli við gufuna. Magn uppleystra steinefna í jarðhitavökvanum helst óbreytt. Þar sem lágþrýstigufan myndast við að pækillinn sýður og hitastig hans lækkar úr um 220 °C í um 110-120 °C má gera ráð fyrir að hitastig þéttvatns-, pækils- og kælisjávablöndunnar sem streymir til hafs lækki um 30 °C. Í dag er hitastig affalls um 50 °C.

10 Efnistaka

Þar sem mannvirki hafa ekki enn verið hönnuð er magn fyllingarefna úr námum ekki að fullu þekkt. Uppgrafið efni úr húsgrunnum verður nýtt sem fyllingarefni. Efni er sótt í Stapafellsnámu en reynt er eftir föngum að endurnýta það efni sem til fellur. Gera má ráð fyrir að í hvert borplan fari 1.000 til 3.000 m³ af fyllingarefni og 200 m³ af mulningi. Jarðefni úr námum, sem upp á vantar, eru einkum notuð undir byggingar, til að ganga endanlega frá borteigum og lagnaleiðum og í vega- og slóðagerð. Gerð verður áætlun um efnistöku í samræmi við ákvæði í VI. kafla laga nr. 44/1999 um náttúruvernd og tekið mið af bráðabirgðaákvæði IV tölulið d. í sömu lögum.

11 Aukin jarðvarmavinnsla – valkostir

11.1 Valkostir

Í samræmi við matsáætlun eru til skoðunar þrjár valkostir við stækkun Reykjanesvirkjunar auk núllkosts. Allir þessir valkostir byggja á aukinni raforkuframleiðslu úr jarðhitasvæðinu á Reykjanesi jafnframt því að renna styrkum stoðum undir fjölbreyttan auðlindagarð tengdan virkjuninni. Allir fela þeir í sér að ráðist verði í að bæta við einni afleiningu við núverandi virkjun, byggð verður þækilvirkjun og boraðar holur frá borteig við borholu RN-17.

Umfjöllun um valkosti miðast við að gera grein fyrir áhrifum af mismikilli upptöku hrávarma, einkum á jarðhitakerfið og jarðhitann sem auðlind, en núverandi nýtingarleyfi HS Orku á Reykjanesi gerir ráð fyrir að upptaka hrávarma sé innan við 1.000 MW. Fyrir árið 2008 er áætlað að vinnsla jarðhitavökva í Reykjanesvirkjun samsvari um 935 MW_t í hrávarma.

Áhrif þessara valkosta á umhverfið eru að mestu leyti sambærileg nema að því leyti sem snertir jarðhitageyminn og yfirborðsvirkni hvera (sjá kafla 20 og 21). Þetta stafar af því að umfang framkvæmda fyrir alla virkjunarkosti er svipað og fjöldi borhola svipaður. Röð borunar þeirra gæti tekið mið af því hversu rúmt leyfi fæst fyrir upptöku hrávarma. Eftir því sem þrengir um upptöku hrávarma er meiri áhersla lögð á gufuholur.

Í tillögu að matsáætlun var settur fram sá valkostur að stækka Reykjanesvirkjun um 80 MW_e án þess að orka yrði virkjuð úr þækli. Við umfjöllun um matsáætlun var fallið frá þessum kosti m.a. í ljósi umsagnar Orkustofnunar dags. 16. september 2008. Í henni kemur m.a. fram það mat Orkustofnunar að eðlilegra væri að annar framkvæmdakostur miðist við stækkun Reykjanesvirkjunar innan gildandi nýtingarleyfis og leggur Orkustofnun þar til að eftirfarandi framkvæmdakostur yrði skoðaður:

Aukning raforkuframleiðslu innan 1000 MW af nettó hrávarmatöku úr jarðhitakerfinu í samræmi við gildandi nýtingarleyfi, dags. 2. apríl 2004, fyrir virkjun jarðhita á Reykjanesi.

Í ljósi þessa verða eftirfarandi kostir til umfjöllunar í frummatsskýrslu:

11.1.1 Valkostur 1 - Reykjanesvirkjun, 400 MW aukin upptaka hrávarma

Stækkun Reykjanesvirkjunar um 50 MW_e, sem hefur í för með sér um 400 MW aukna upptöku hrávarma, auk 30 - 50 MW_e þækilvirkjunar. Fyrir þennan valkost er reiknað með að aukin vinnsla úr jarðhitakerfinu verði eins og vinnslan hefur verið úr kerfinu síðustu misseri og að framleiðsluaukning verði aðallega með aukinni vinnslu úr djúpkerfinu.

11.1.2 Valkostur 2 - Reykjanesvirkjun, 250 – 300 MW aukin upptaka hrávarma

Stækkun Reykjanesvirkjunar um 50 MW_e, sem felur í sér 250 til 300 MW upptöku hrávarma, auk 30 - 50 MW_e þækilvirkjunar. Þessi valkostur gerir ráð fyrir meiri vinnslu úr gufuhluta jarðhitakerfisins úr borholum með hátt vermi.



HS ORKA HF

LÝSING FRAMKVÆMDAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

11.1.3 Valkostur 3 - Reykjanesvirkjun, allt að 1.000 MW heildarupptaka hrávarma

Stækkun Reykjanesvirkjunar um sem samsvarar aukningu raforkuframleiðslu innan 1.000 MW hrávarmatöku úr jarðhitakerfinu í samræmi við gildandi nýtingarleyfi fyrir virkjun jarðhita á Reykjanesi auk 30-50 MW_e þækilvirkjunar. Ljóst er að ef ná á 50 MW_e stækkun virkjunarinnar innan þeirra takmarkana sem núverandi nýtingarleyfi setur þá þarf að breyta vinnslustýringu jarðhitakerfisins. Þannig þyrfti um helmingur rafaflsins að vera framleiddur með þurrugufu með mjög hátt vermi.

11.1.4 Núll-kostur

Verði ekki ráðist í stækkun Reykjanesvirkjunar verður haldið áfram að framleiða 100 MW_e rafafis í Reykjanesvirkjun. Tafla 11.1 sýnir yfirlit yfir þróun umhverfisþátta verði ekki af stækkun Reykjanesvirkjunar. Reikna má með að áfram verði óvissa um þróun yfirborðsvirkni á hverasvæðinu við Gunnuhver. Þar kemur og fram að líklegt er að nú séu skilyrði fyrir aukinni yfirborðsvirkni en að samfara aukinni vinnslu úr gufupúðanum verði skilyrði fyrir minnkandi yfirborðsvirkni. Verði ekki af stækkun virkjunar mun ekki verða frekara rask á hrauni af þeim sökum.

Tafla 11.1. Samanburður á áhrifum núll-kosts og stækkunar Reykjanesvirkjunar á umhverfisþætti.

	Stækkun Reykjanesvirkjunar	Núll-kostur
Jarðhitageymir	Óverulegar – talsverðar breytingar. Nokkur til talsverð óvissa	Óverulegar breytingar. Óvissa
Jarðmyndanir og virkni hvera	Óverulegar breytingar. Nokkur óvissa.	Óverulegar breytingar. Óvissa
Landslag	Óverulegar breytingar en talsverð samlegðaráhrif	Óbreytt ástand.
Fornminjar	Óveruleg áhrif.	Óbreytt ástand.
Gróður	Staðbundið rask á gróðri. Óvissa um þróun gróðurs á hverasvæði.	Óbreytt ástand sem fylgir þó þróun yfirborðsvirkni.
Fuglalíf	Óveruleg áhrif	Óbreytt ástand
Lífriki sjávar og fjöru	Óveruleg áhrif	Óbreytt ástand en með niðurdælingu mun magn affalls til sjávar minnka.
Smádýralíf og hveraörverur	Verði breyting á virkni hvera samhliða jarðhitavinnslu getur hún breytt vistkerfi hveralífvera. Smádýralíf fylgir að mestu þróun gróðurfars.	Óbreytt ástand sem þó fylgir þróun yfirborðsvirkni á svæðinu.
Loftgæði	Aukin losun gróðurhúsalofttegunda og brennisteinsvetnis (H ₂ S).	Óbreytt ástand.
Hljóðvist	Aukið hljóðstig á framkvæmdasvæðinu, einkum á framkvæmdatíma	Óbreytt ástand
Útivist og ferðamennska	Óveruleg áhrif.	Óbreytt ástand. Reikna má með auknum straumi ferðamanna á svæðið, sem kallar á uppbyggingu stíga og þjónustumannvirkja.
Samfélag, þekking og reynsla	Talsverð jákvæð áhrif	Færri tækifæri til öflunar nýrrar þekkingar varðandi nýtingu jarðhita.

Vistkerfi á hverasvæðinu munu þróast að einhverju leyti í takt við þróun yfirborðsvirkni, sem erfitt er að sjá fyrir. Það á einkum við um gróðurfar, smádýralíf og hveraörverur. Einnig má búast við að gróður haldi almennt áfram að eflast á Reykjanesi, eins og hann hefur gert síðustu ár.

Allar líkur eru á að fjöldi ferðamanna sem sækir svæðið heim muni aukast á næstu árum. Líklega mun verða frekari uppbygging á aðstöðu vegna þessa.

11.2 Staðarvalkostir

Skoðaðir voru mismunandi valkostir fyrir staðsetningu þækilvirkjunar, nýrrar skiljustöðvar og borteiga. Einnig voru skoðaðar mismunandi staðsetningar fyrir safnæðar frá borteig við borholu RN-17.

11.2.1 Staðarvalkostir fyrir þækilvirkjun

Vel var gaumgæft hvar hentugast væri að koma þækilverinu fyrir:

- Vestan við núverandi stöðvarhús og hljóðdeyfa
- Norðan við núverandi stöðvarhús og vestan við tengivirki
- Austan stöðvarhúss
- Sunnan við núverandi stöðvarhús (mynd 11.1).

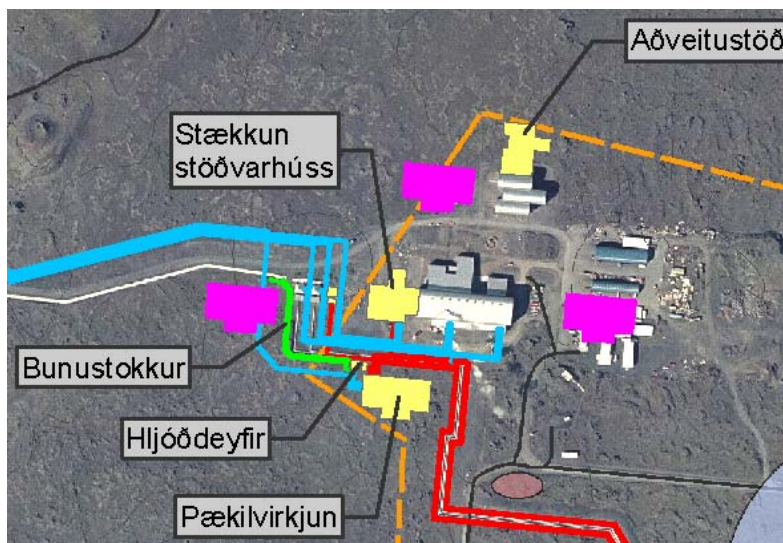
Nokkur atriði hafa mest að segja um val á staðsetningu fyrir stöðvarhúsið:

1. Skipulagsáætlanir afmarka iðnaðarsvæðið, þar sem leyfilegt er að byggja mannvirki
2. Kælikerfi þækilvirkjunar byggist á kælisjó og því er nálægð við sjónámssvæði mikilvæg
3. Tengja þarf affall fyrir jarðsjó frá þækilvirkjun í núverandi bunustokk

Staðsetning vestan við núverandi hljóðdeyfa var fljótlega afskrifuð þar sem stöðvarhús þækilvirkjunar hefði þar með verið staðsett utan skilgreinds iðnaðarsvæðis (mynd 11.1). Kostur þeirrar staðsetningar er hins vegar auðvelt aðgengi með lagnir, þ.m.t. sjókællagnir og affall í bunustokk.

Norðan við núverandi stöðvarhús lendir stór hluti stöðvarhúss þækilvirkjunar utan við skilgreint iðnaðarsvæði (mynd 11.1). Kostur við þessa staðsetningu er nálægð við tengivirki sem auðveldar lagnaleið rafstrengja þar á milli.

Staðsetning austan núverandi stöðvarhúss (mynd 11.1) hefur þá ókosti að sjókællagnir verða lengri og lagnaleið þeirra erfiðari. Þvera þarf stofna skiljusjávar- og gufulagna og einnig er fyrirséður árekstur sjókællagna við dælulögn frá Gráalóni, þéttvatnslagnir og raf- og stýristrengi að skiljustöð. Ef svæðið austan við núverandi stöðvarhús er tekið undir þækilvirkjun þarf að finna nýtt svæði eða stækka núverandi raskað svæði fyrir nauðsynlega aðstöðu verktaka á framkvæmdatíma. Með aðstöðu er átt við svæði fyrir mótuneyti, íbúðar- og svefnskála, skrifstofuhúsnæði, birgðageymslur o.s.frv.



Mynd 11.1 Staðarvalkostir stöðvarhúss pækilvirkjunar. Bleikur litur sýnir þær staðsetningar sem skoðaðar voru. Appelsínugul lína sýnir afmörkun iðnaðarsvæðis.

Eftir að skiljusjórinn hefur farið í gegnum flassskilju pækilvirkjunar verður eftir jarðsjór eða pækill, mjög ríkur af efnasamböndum sem eru tærandi og mynda úrfellingar. Þá er mjög brýnt að blanda við pækilinn sem fyrst þéttivatni og kælisjó til að þynna hann og koma í veg fyrir miklar útfellingar. Hljóðdeyfi og blöndunarþró þarf að staðsetja nánast við útvegg stöðvarhúss pækilvirkjunar og affallið þarf að leiða út í núverandi bunustokk vestan við stöðvarhús Reykjanesvirkjunar. Bunustokkur er steypur með loki og liggur hann í yfirborði lands með sjálfrennsli til sjávar. Staðsetning pækilvirkjunar austan við núverandi stöðvarhús þýðir að lagnaleiðir fyrir affall frá pækilvirkjun yfir í núverandi bunustokk eru nánast útilokaðar. Illmögulegt er að fara norðan við núverandi stöðvarhús þar sem steypur bunustokkur neðanjarðar lokar lagnaleið milli tengivirkis og stöðvarhúss. Lagnaleið sunnan við núverandi stöðvarhús er einnig mjög erfið þar sem þvera þarf stofnlagir skiljusjávar og gufu ásamt því að þvera núverandi aðkomu að stöðvarhúsi. Lagnaleið affalls frá pækilvirkjun að bunustokk er einnig nokkuð löng og hæpið að sjálfrennsli náist.

Val á staðsetningu pækilvirkjunar hefur tekið mið af nálægð við sjónámssvæði, núverandi hljóðdeyfa og bunustokk og að samræmis sé gætt við skipulagsáætlanir á svæðinu. Staðsetning sunnan núverandi stöðvarhúss Reykjanesvirkjunar er hentugasti kosturinn miðað við þessar forsendur og hefur hann því orðið fyrir valinu.

11.2.2 Staðsetning skiljustöðvar

Upphaflega var ráðgert að núverandi skiljustöð yrði stækkuð til suðurs í átt að Gráalóninu. Fallið hefur verið frá því vegna erfiðleika við að tengja nýjar safnæðar frá borholum við núverandi skiljustöð sökum þess lagnakraðaks sem þar er. Í staðinn er gert ráð fyrir að reisa nýja skiljustöð í grennd holna RN-27 og RN-28 en með því verða safnæðar styttri og auðveldara verður að tengja þær skiljunum (kort 2).

11.2.3 Safnæð frá borteig við borholu RN-17

Skoðaðir voru mismunandi kostir við staðsetningu safnæðar frá borholum RN-17 A-E:

- Lagnaleið skv núverandi deiliskipulagi,
- Lagnaleið beint norður frá borteignum að nýrri skiljustöð norðan Gráalónsins,

- Lagnaleið með vegi að Reykjanesvita, þaðan austur meðfram Gráalóninu og það síðan þverað beint sunnan nýrrar skiljustöðvar.

Stysta leiðin liggur beint í norður frá borteignum að nýrri skiljustöð norðan Gráalónsins (kort 2). Á þessari leið er hins vegar talsvert um fornminjar og gætu lagnir um þetta svæði raskað þeim (kort 6). Leiðin sem tilgreind er á gildandi deiliskipulagi tekur ekki mið af staðsetningu nýrrar skiljustöðvar og liggur á talsvert löngum kafla meðfram ferðamannavegi. Með því að velja þann kost að leggja safnæðina með veginum sem liggur að Reykjanesvita, þá í kanti Gráalónsins og loks norður yfir Gráalónið eru taldir meiri möguleikar að gera lögnina torsýnilegri en væru hinir kostirnir valdir auk þess sem sú leið sneiðir framhjá fornminjum á svæðinu.

12 Aðrir framkvæmdaþættir

Vinnubúðir verða staðsettar innan iðnaðarsvæðis.

13 Aðrar framkvæmdir

Samkvæmt tillögu að matsáætlun hyggst Landsnet byggja upp og styrkja raforkuflutningskerfið á Suðvesturlandi og hluti af því er að bæta við nýrri 220 kV línu, Reykjaneslínu 2, sem áætlað er að liggja samsíða núverandi háspennulínu, Reykjaneslínu 1.

Eins og kemur fram í kafla 7 eru uppi hugmyndir um nýja leið fyrir ferðamenn að hverasvæðinu við Gunnhver. Sá vegur gæti að hluta legið með lagnaleið frá borteig við holu RN-17.

14 Framkvæmdatími og áfangaskipting

Áætlað er að hefja framkvæmdir haustið 2009 og að gangsetja virkjun á fyrsta fjórðungi ársins 2011. Undirbúningsrannsóknir hafa að miklu leyti farið fram sumar og haust 2008.



HS ORKA HF

LÝSING FRAMKVÆMDAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

III. MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

Í þessum hluta er fjallað um áhrif framkvæmdanna á umhverfið og er umfjöllunin fyrst og fremst byggð á skýrslum sérfræðinga (tafla 17.1). Gerð er grein fyrir forsendum fyrir matinu, aðferðum og umfangi áhrifa ásamt viðeigandi mótvægisáðgerðum. Framkvæmdaraðili leggur fram sitt mat á umhverfisáhrifum framkvæmdanna byggt á ákveðnum forsendum s.s. rannsóknum og álitum sérfræðinga, lögum og reglum auk umsagna og athugasemda.

15 Inngangur

Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á umhverfið á framkvæmdatíma geta falist í beinu raski á jarðmyndunum, gróðri og búsvæðum fugla. Framkvæmdirnar geta einnig haft áhrif á landslag og ásýnd svæðisins. Hávaði stafar frá borframkvæmdum og afkastamælingum holna sem getur haft áhrif á upplifun fólks sem sækir svæðið heim og getur auk þess truflað varp fugla. Við afkastamælingu borhola streymir takmarkað magn jarðhitagass út í andrúmsloftið, sem getur haft áhrif á loftgæði í næstu grennd holunnar sem mæld er.

Á rekstartíma hafa framkvæmdirnar áhrif á jarðhitageyminn, loftgæði, landslag, sjó og fjöru.

Óbein áhrif af framkvæmdunum geta falist í áhrifum á ferðamennsku og útivist.

16 Forsendur mats á umhverfisáhrifum

Í umfjöllun framkvæmdaraðila um umfang og vægi áhrifa verða í frummatsskýrslunni notuð hugtökin **óveruleg, talsverð og veruleg áhrif** í samræmi við leiðbeiningar Skipulagsstofnunar. Þar sem það á við verður gerð grein fyrir jákvæðum og neikvæðum áhrifum á einstaka umhverfisþætti. Tilgangur þessarar flokkunar er fyrst og fremst að samræma umfjöllun á milli kafla og auðvelda mat á heildaráhrifum sem fram kemur í lok frummatsskýrslunnar. Til viðmiðunar eru hugtökin lauslega skilgreind í töflu 16.2.

Almennt byggja forsendur matsins á lagalegri umgjörð, niðurstöðum sérfræðinga, umsögnum og athugasemdum. Tafla 16.2 greinir frá megin forsendum matsins fyrir einstaka umhverfisþætti.

Listi yfir þá sérfræðinga sem fengu kafla til yfirlstrar má finna í töflu 16.1.

Tafla 16.1 Yfirlistar sérfræðinga.

Kafli	Sérfræðingur	Las kafla
Jarðhitageymir	Guðni Axelsson, ÍSOR	Já
Gróður	Kristbjörn Egilsson, NÍ	Já
	Guðmundur Guðjónsson, NÍ	Já
	Ásrún Elmarsdóttir, NÍ	Já
	Rannveig Thoroddssen, NÍ	Já
	Sigurður H. Magnússon, NÍ	Já
Fuglar	Guðmundur A Guðmundsson, NÍ	Já
	Svenja Auhage, NÍ	Já
Sjór og fjara	Sigurður G. Kristinsson, ÍSOR	Já
	Gunnlaugur M. Einarsson, ÍSOR	Já
	Ester Inga Eyjólfsdóttir, ÍSOR	Já
Ferðapjónusta og útivist	Rögnvaldur Guðmundsson, RRF	Já

Tafla 16.2. Skýringar á hugtökum sem notuð eru til að meta áhrif framkvæmda á hvern umhverfisþátt.

Einkunn	Skýring
Óveruleg neikvæð áhrif	<p>Áhrif breyta ekki eða lítið einkennum umhverfisþátta.</p> <p>Áhrifin eru staðbundin og/eða ná til lítils fjölda fólks.</p> <p>Áhrifin rýra ekki verndargildi umhverfisþátta</p> <p>Áhrif framkvæmda eru í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum</p> <p>Áhrifin eru tímabundin og að öllu eða nokkru leyti afturkræf.</p>
Talsverð neikvæð áhrif	<p>Breyting á einkennum umhverfisþátta</p> <p>Áhrifin eru svæðisbundin og/eða ná til nokkurs fjölda fólks.</p> <p>Áhrifin rýra verndargildi umhverfisþátta</p> <p>Áhrif framkvæmda kunna að vera í ósamræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum</p> <p>Áhrifin geta verið til langs tíma og að nokkru óafturkræf</p>
Veruleg neikvæð áhrif	<p>Veruleg breyting á einkennum umhverfisþátta</p> <p>Áhrifin eru marktæk á svæðis-, lands- eða heimsvísu og/eða ná til mikils fjölda fólks.</p> <p>Áhrif framkvæmda eru ekki í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum</p> <p>Áhrifin rýra verndargildi umhverfisþátta verulega</p> <p>Áhrifin eru til langs tíma og óafturkræf</p>
Óveruleg jákvæð áhrif	<p>Jákvæð áhrif á einkenni umhverfisþátta eru lítil eða engin.</p> <p>Áhrifin eru staðbundin og/eða ná til lítils fjölda fólks.</p> <p>Áhrifin auka ekki verndargildi umhverfisþátta.</p> <p>Áhrif framkvæmda eru í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum</p> <p>Áhrifin eru tímabundin og að öllu eða nokkru leyti afturkræf.</p>
Talsverð jákvæð áhrif	<p>Jákvæð breyting á einkennum umhverfisþátta</p> <p>Áhrifin eru svæðisbundin og/eða ná til nokkurs fjölda fólks.</p> <p>Áhrifin auka verndargildi umhverfisþátta</p> <p>Áhrif framkvæmda samræmast eða ganga lengra en viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum</p> <p>Áhrifin geta verið til langs tíma og að nokkru óafturkræf</p>
Veruleg jákvæð áhrif	<p>Veruleg jákvæð breyting á einkennum umhverfisþátta</p> <p>Áhrifin eru marktæk á svæðis-, lands- eða heimsvísu og/eða ná til mikils fjölda fólks.</p> <p>Áhrif framkvæmda ganga lengra en viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum</p> <p>Áhrifin auka verndargildi umhverfisþátta verulega</p> <p>Áhrifin eru til langs tíma og óafturkræf</p>

Tafla 16.3 Forsendur mats á umhverfisáhrifum fyrir einstaka umhverfispætti.

Umhverfispættir	Forsendur
Jarðhitageymir	Matið byggir á álitni sérfræðinga HS Orku hf, ÍSOR og Verkfræðistofunnar Vatnaskila
Jarðmyndanir og virkni hvera	Matið byggir á mati sérfræðinga ÍSOR og HS Orku hf, greinargóðu jarðfræðikorti fyrir Reykjanes sem hefur verið unnið af sérfræðingum ÍSOR, lögum um náttúruvernd nr. 44/1999, m.a. 37. gr. um landslagsgerðir sem njóta sérstakrar verndar. Áhersla er lögð á verndargildi svæðisins í heild sem og einstakra jarðmyndana á áhrifasvæðinu.
Landslag	Matið byggir á vettvangsferðum, myndrænni framsetningu af ásýnd framkvæmda í landslaginu og niðurstöðum sérfræðinga um náttúruvar og jarðmyndanir. Tekið er tillit til landslagsheilda og sérstöðu og gerð er grein fyrir breytingum sem verða á ásýnd virkjunarsvæðisins. Tekið er mið af 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 sem fjallar sérstaklega um verndun landslags, stefnumörkun íslenskra stjórnvalda varðandi friðlýsingu og skráningu svæðis á Náttúruminjaskrá.
Fornleifar	Matið byggir einkum á rannsóknum Fornleifaverndar ríkisins á svæðinu. Tekið er tillit til verndargildis minja og þjóðminjalaga nr. 107/2001.
Gróður og fuglar	Matið byggir á niðurstöðum úr rannsóknum sérfræðinga Náttúrufræðistofnunar Íslands á gróðurfari og fuglalífi á svæðinu. Tekið er mið af sérstöðu svæðisins, hvort sjaldgæfar tegundir finnist þar, hvort tegundir séu á valista eða ábyrgðartegundir og hvort framkvæmdin stangist á við 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999.
Lífriki sjávar og fjöru	Matið byggir einkum á reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.
Smádyralíf og hveraörverur	Matið byggir einkum á álitni sérfræðinga Náttúrufræðistofnunar Íslands, fyrirliggjandi rannsóknum á hveraörverum og líklegum breytingum í umhverfi og lífsskilyrðum á hverasvæðinu. Tekið er mið af sérstöðu svæðisins og hvort sjaldgæfar tegundir finnist á þar.
Loftgæði	Matið byggir á álitni sérfræðinga Verkfræðistofunnar Vatnaskila.
Hljóðvist	Matið byggir á útreikningum VSÓ Ráðgjafar á hljóðstyrk frá Reykjanesvirkjun, reglugerð um hávaða nr. 724/2008 og reglugerð nr. 1000/2005 um kortlagningu hávaða og aðgerðaáætlanir.
Ferðamennska	Matið byggir á könnun sem RRF vann varðandi útivist og ferðamennsku á áhrifasvæði Reykjanesvirkjunar.
Vísindi, þekking og samfélag	Matið byggir á þeirri reynslu og þekkingu sem aflast hefur af því starfi sem unnið hefur verið á sviði vísinda og nýsköpunar í tengslum við jarðhitanýtingu í Svartsengi og á Reykjanesi.

17 Gögn og rannsóknir

Talsverðar rannsóknir liggja fyrir á Reykjanesi en ráðist var í nánari rannsóknir á hluta þeirra umhverfispáttu sem matsvinnan nær til vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar (tafla 17.1).

Tafla 17.1. Umhverfispættir og rannsóknir.

Umhverfispættir	Sérfræðingar/stofnun	Rannsóknir
Jarðhitageymir	Íslenskar orkurannsóknir, Verkfræðistofan Vatnaskil	Áhrif nýtingar á jarðhitageyminn
Jarðmyndanir og virkni hvera	Íslenskar orkurannsóknir	Áhrif nýtingar á virkni hvera
Loftgæði	Verkfræðistofan Vatnaskil	Losun lofttegunda og dreifing
Landslag	VSÓ Ráðgjöf	Áhrif framkvæmda á landslag og ásýnd
Ferðapjónusta	Rannsóknir og ráðgjöf í ferðapjónustu	Skoðanakannanir á viðhorfi ferðamanna til Reykjanessvæðisins.
Hljóðvist	VSÓ Ráðgjöf	Dreifing hljóðstigs út frá uppsprettu
Gróðurfar	Náttúrufræðistofnun Íslands	Gróðurfar innan athugunarsvæðis og gróður við hverasvæði og breytingar á því síðan 2001
Fuglar	Náttúrufræðistofnun Íslands	Kríuvarp og breytingar síðan 1998

18 Kynningar og samráð

Í matsvinnunni var leitað eftir sjónarmiðum hagsmunaaðila og stofnana svo taka mætti tillit til þeirra við matsvinnuna, hönnun mannvirkja og framkvæmdir. Meðal þeirra sem leitað var samráðs við eru Reykjanesbær, Grindavíkurbær, Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja, Umhverfisstofnun, Orkustofnun, Hafrannsóknastofnun, Fornleifavernd ríkisins, Landvernd og Ferðamálasamtök Suðurnesja.

18.1 Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja

Fundað var með Heilbrigðiseftirliti Suðurnesja (HES) 9. janúar 2009. HES lagði áherslu á að vel væri staðið að málum varðandi jarðhitaaffall. Einnig að fjallað yrði um hljóðstig og loftdreifingarspá vegna H₂S.

18.2 Ferðamálasamtök Suðurnesja

Fundað var með Kristjáni Pálssyni, formanni Ferðamálasamtaka Suðurnesja 9. janúar 2009 ásamt fleiri fulltrúum samtakanna. Þar var lögð áhersla á úrbætur vegna aðgengis að hverasvæðinu við Gunnhver vegna þess að vegi um svæðið hafði verið lokað, sem komið hefur sér illa fyrir ferðapjónustu á svæðinu og aðgengi ferðafólks. Einnig var rætt um sýnileika mannvirkja. Vinnuhópur með fulltrúum viðkomandi sveitarfélaga og ferðamálasamtakanna hefur unnið að tillögugerð vegna úrbóta við Gunnhver. Í greinargerð undirritaðri af Kristjáni Pálssyni formanni Ferðamálasamtaka Suðurnesja, dags. 12. mars 2009, kemur m.a. fram að það sé mat Ferðamálasamtaka Suðurnesja að lokun Gunnhver hafi skaðað ferðamennskuna á Suðunesjum mikið og dregið úr áhuga á svæðinu. Í greinargerðinni er einnig vísað til tillagna samstarfshóps um bætt aðgengi að Gunnhverssvæðinu og er talið að nái þær tillögur fram að ganga muni Gunnhver ná fyrri stöðu sinni sem einn vinsælasti ferðamannastaður landsins og áhugi á Reykjanesinu sem ferðamannastaður ætti að aukast verulega.

18.3 Orkustofnun

Fundað var með Jónasi Ketilssyni, Orkustofnun 12. janúar og efnistöð í frummatsskýrslu rædd. Ábendingar komu fram um að sýna þyrfti þrýstingslækkun í miðju kerfisins, fjalla um áhrif hækkunar gufuþrýstings á öryggi á svæðinu og hættu á innstreymi af köldu vatni.

Fulltrúar HS Orku og Orkustofnunar hittust á fundi 4. febrúar þar sem rætt var m.a. fyrirkomulag eftirlits og samráðs til framtíðar. Þar var m.a. rætt um þau gögn sem HS á að leggja fram fyrir Orkustofnun og vísað í lög nr. 57/1998 í því sambandi. Á fundinum var ákveðið að fyrstu hugmyndir að samráði myndu fela í sér:

- Hvaða atriði á að fjalla um
- Hvaða atriði getur verið vandkvæði að fjalla um
- Hvar eru álitæfni
- Tíðni funda og hvaða gögn er rætt um á slíkum fundum.

18.4 Umhverfisstofnun

Fundað var með fulltrúum Umhverfisstofnunar 13. janúar, framkvæmdin kynnt og efnistöð frummatsskýrslu rædd. Þar kom m.a. fram sú afstaða Umhverfisstofnunar að borteigur við borholu RN-17 er utan núverandi mannvirkjabeltis og því raska annars lítt snortnu svæði sem hefði neikvæð áhrif á verndargildi svæðisins.

18.5 Grindavíkurbær

Meginatriði framkvæmdar voru kynnt á fundi með skipulagsfulltrúa Grindavíkurbæjar. Ekki komu fram neinar sérstakar athugasemdir á þeim fundi en reiknað með frekari kynningu fyrir skipulagsnefnd sveitarfélagsins.

18.6 Fornleifavernd ríkisins

Rætt hefur verið við fulltrúa Fornleifaverndar ríkisins um áhrif framkvæmdanna á fornleifar og leitað leiðbeininga um mótvægisáðgerðir. Einnig var sérstaklega leitað til Fornleifaverndar vegna nýrra rannsókna stofnunarinnar á framkvæmdasvæðinu.

18.7 Hafrannsóknastofnun

Fundað var með fulltrúum Hafrannsóknastofnunar og leitað álits stofnunarinnar á forsendum vöktunar á lífríki í sjó. Fyrir liggur þ.a.l. greinargerð Hafrannsóknastofnunar (Steinunn Hilma Ólafsdóttir, 2008) þar sem kemur fram sú afstaða stofnunarinnar að ástæða sé til að vakta lífríki fjöru og sjávar. Einnig kom fram það sjónarmið stofnunarinnar á fundum að auka ætti niðurdælingu á jarðhitaaffalli í samræmi við upphaflegar áætlanir við hönnun virkjunarinnar og minnka þannig það magn sem rennur beint til sjávar.

18.8 Reykjanesbær

Í tengslum við vinnu við breytingar á aðalskipulagi Reykjanesbæjar hafa fyrirhugaðar framkvæmdir verið ræddar við fulltrúa sveitarfélagsins.

18.9 Landvernd

Fundað var með fulltrúum Landverndar og þeim kynnt áform um stækkun Reykjanesvirkjunar. Fram komu m.a. ábendingar um sýnileika mannvirkja og nýtingu jarðhitageymis og fram komu áhyggjur Landverndar varðandi sjálfbærni nýtingar jarðhitageymisins.

19 Matsferli og tímaáætlun

Gert er ráð fyrir að frummatsskýrsla verði auglýst um miðjan mars 2009 og að frestur til athugasemda renni út í lok apríl. Matsskýrsla liggja síðan fyrir í maí og álit Skipulagsstofnunar um miðjan júní (mynd 19.1). Miðað er við að framkvæmdir hefjist haustið 2009.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

	2008												2009					
	Mar	Apr	Maí	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Maí	Júní	Júlí	
Mat á umhverfisáhrifum																		
Matsáætlun																		
Rannsóknir																		
Frummatsskýrsla																		
Matsskýrsla																		
Kynningar																		
Samráð																		
Kynningarfundir																		

Mynd 19.1. Tímaáætlun matsferlis.

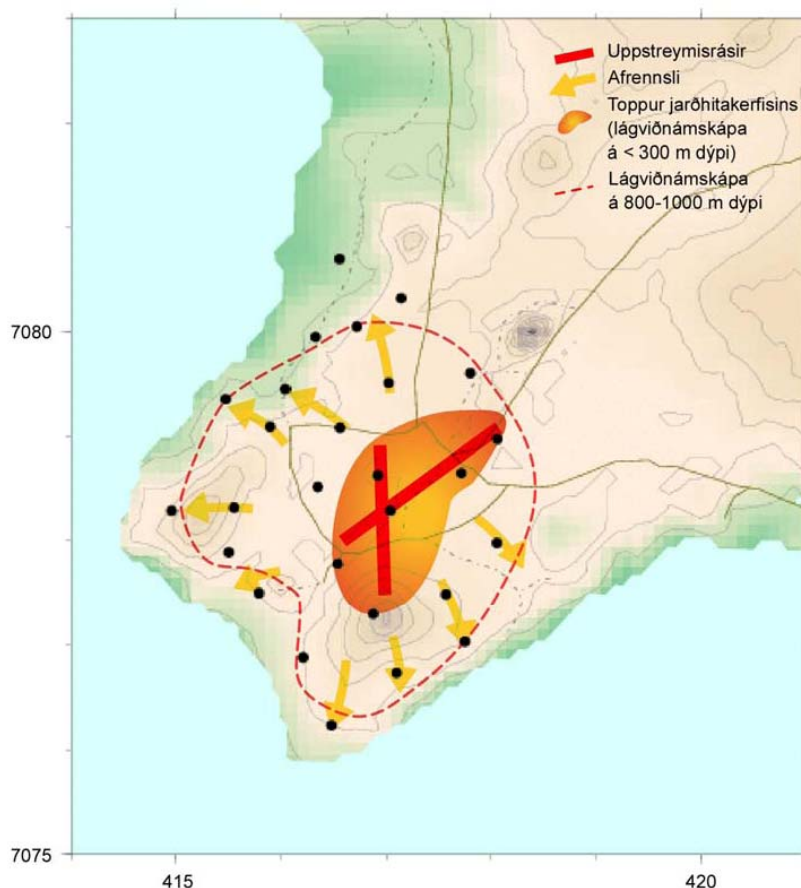
20 Jarðhitageymir

Í eftirfarandi kafla verður fjallað um jarðhitageyminn og vinnslu hans. Kaflinn byggir að mestu á rannsóknum sérfræðinga Hitaveitu Suðurnesja, rekstrarmælingum, borholumælingum, yfirborðsrannsóknum og spáreikningum Íslenskra orkurannsókna (Knútur Árnason o.fl., 2000; Ragna Karlsdóttir, 2005; Arnar Hjartarson og Egill Júlíusson, 2007; Héðinn Björnsson o.fl., 2008) og líkanreikningum Verkfræðistofunnar Vatnaskila. Fjallað er um sögu jarðhitavinnslu á Reykjanesi í kafla 5.

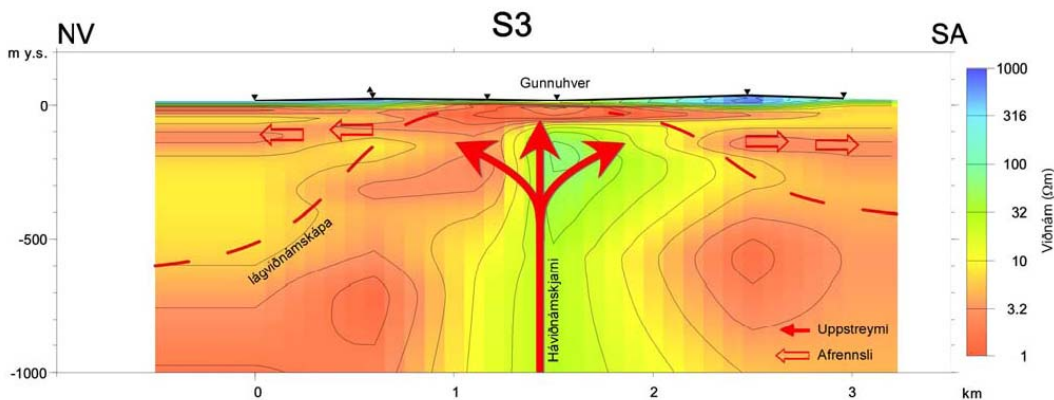
Í IX. kafla laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu er m.a. fjallað um vernd og eftirlit með vinnslusvæðum. Þar segir í 25. gr. að aðilar, sem vinna jarðhita eða grunnvatn úr jörðu, skulu haga vinnslu sinni með þeim hætti að nýting verði sem best þegar til lengri tíma er litið.

20.1 Viðnámsmælingar og jarðhitakerfið

Viðnámsmælingar á háhitasvæðum sýna vel ummyndun bergs í háhitakerfum. Hefðbundin viðnámsmynd af háhitakerfi sýnir lágviðnámskápu umlykja háviðnámskjarna í miðju jarðhitakerfisins (mynd 20.1 og mynd 20.2). Viðnámsmælingarnar spegla ummyndun bergsins við hita.



Mynd 20.1 Stærð jarðhitakerfisins á Reykjanesi. Svartir punktar eru mælipunktar TEM-viðnámsmælinga (Ragna Karlsdóttir, 2005).



Mynd 20.2 Skýringarmynd af jarðhitakerfinu á Reykjanesi eftir viðnámsniði sem liggur NV-SA í gegnum Gunnuhver (Ragna Karlsdóttir, 2005).

Jarðhitavökvinn í Reykjaneskerfinu er saltur og viðnámsvörun við seltu er sú sama og í leirumyndun (smektít) þ.e. lágt viðnám. Seltan í Reykjaneskerfinu gerir það að verkum að öll viðnámsgildi eru óvenju lág.

Viðnámsmælingar greina lágt viðnám á um 11 km² svæði á Reykjanesi og er það túlkað sem ummyndun á bergi vegna hita. Sannað jarðhitakerfi með borunum nær yfir um 3,5 km², en á yfirborði er núverandi vinnslusvæði Reykjanesvirkjunar að flatarmáli aðeins um 1,6 km² (1,5 x 1,1 km²). Jarðhitakerfið skiptist í lög þar sem helstu vökvæðarnar eru aðallega á tveimur dýptarbilum, annars vegar á bilinu 800-1.200 m og hins vegar 1.900-2.300 m.

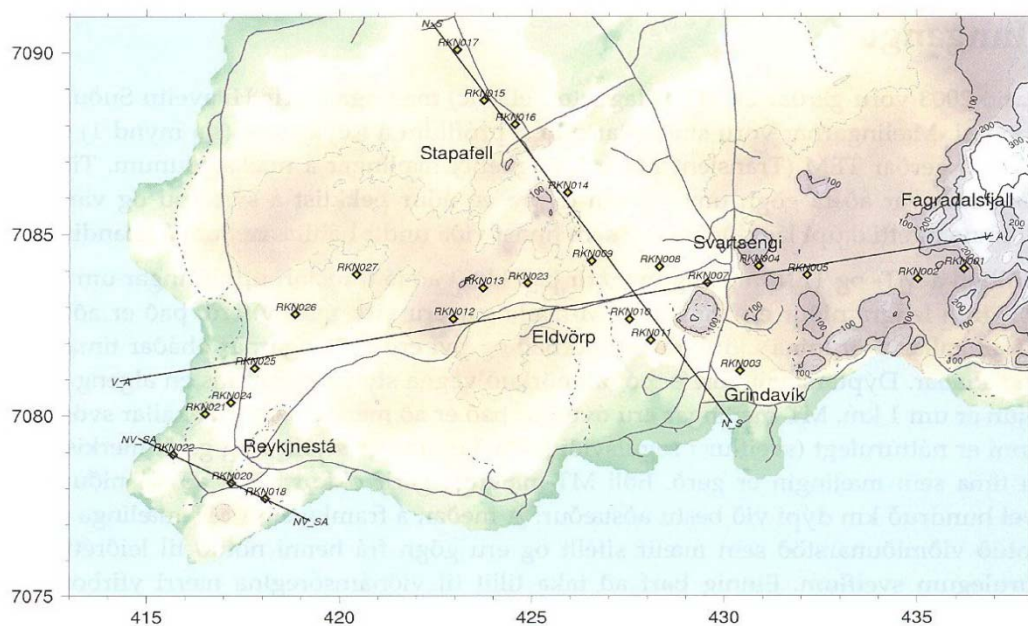
Vegna vinnslu úr kerfinu fyrir núverandi 100 MW_e virkjun hefur þrýstingur í því lækkað (niðurdráttur) sem samkvæmt mælingum í september 2008 nemur að meðaltali um 19 bar. Þessi þrýstingslækkun veldur því að í æðabeltinu á 800-1.200 m dýpi er að þróast gufusvæði eða gufupúði líkt og gerst hefur í Svartsengi. Í dýpra æðabeltinu eru æðar áfram í vökvafasa, en geta orðið tvífasa (vökví og gufa) næst holunum.

20.1.1 Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila

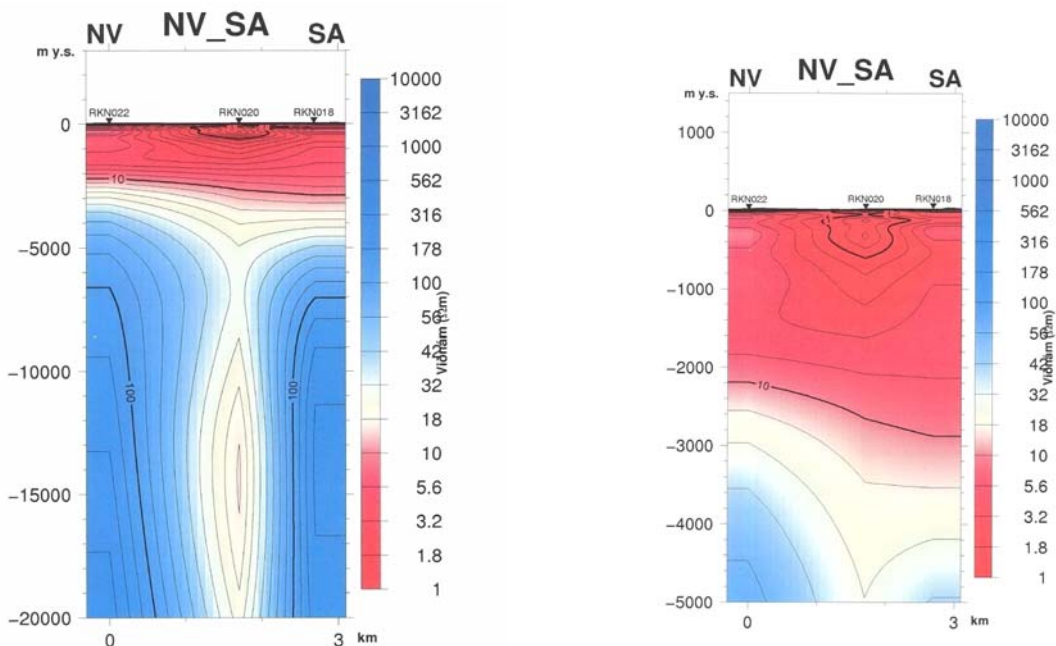
Samkvæmt frummatsskýrslu er yfirborðsflatarmál vinnslusvæðis Reykjanesvirkjunar um 1,6 km². Með borun nýrra vinnsluholna telur HS Orka að flatarmál jarðhitageymis sem borholur ná til stækki í 2,5 km². Ef gert er ráð fyrir 10 MW_e/km² fæst þá 25 MW_e jarðvarmavirkjun eða fjórðungur af stærð núverandi virkjunar. Með rúmmálsaðferð reiknaðist Guðmundi Pálmasyri o.fl. í skýrslunni Mat á jarðvarma Íslands frá 1985 að afkastageta Reykjanes (2 km²) sé 28 MW_e til 50 ára. Ef aftur á móti er dreginn 1200 metra áhrifageiri í kringum fyrirhugaða vinnsluborteiga á Reykjanesi fást 8 km² eða 80-100 MW_e. Þar er þó ekki tekið tillit til misleitni sem óhjákvæmilega takmarkar áhrifageirann til beggja hliða út frá þröngri sprungurein. Að öllu samanlögðu er þetta vinnslusvæði fjarri því að standa undir fyrirhugaðri tvöföldun Reykjanesvirkjunar í 200 MW_e til lengri tíma.

Svar: Í kafla 20.1 kemur fram að viðnámsmælingar sjá lágt viðnám á tæplega 1000 m dýpi á 11 km² svæði sem er túlkað sem ummyndun á bergi vegna hita. Almennt er þetta líka túlkað sem vísbending um útbreiðslu jarðhitakerfisins. Jafnframt kemur fram í kafla 20.1 að sannað jarðhitakerfi með borunum nái yfir 3,5 km² svæði (2,5x1,5 km²). Með nýlegum stefnuborunum frá holum 17 og 20 hefur sannað jarðhitakerfi stækkað í minnst 5,2 km² og ef dreginn er 1200 m áhrifageiri út frá vatnsæðum holnanna nálgast stærð þess 10 km². Sé hins vegar tekið mið af svæði sem hefur sýnt merki um landsig eftir tilkomu virkjunar og

Það túlkað þannig að vökvi af því svæði streymi að vinnsluholunum þá verður stærð jarðhitakerfisins meira en 16 km^2 . Á áhrifasvæði landsígs kemur misleitnin fram og því má með flatarmálsaðferðinni auðveldlega fá minnst 160 MW_e aflgetu. Eftir stækkun Reykjanesvirkjunar mun vinnsla úr svæðinu samsvara 150 MW_e aflgetu, en viðbót um $30\text{--}50 \text{ MW}_e$ er fengin úr skiljuvatni virkjunar. Nefna má að MT mælingar á Reykjanesi (sjá myndir 20.3 og 20.4) sýna einnig glöggð nokkuð umfangsmikinn lágviðnámsstrók allt niður á $3000\text{--}5000$ metra dýpi og heitan stilk niður á um 20 km , sem gefur nokkra hugmynd um umfangsmikið rúmtak svæðisins, sem unnið er úr.

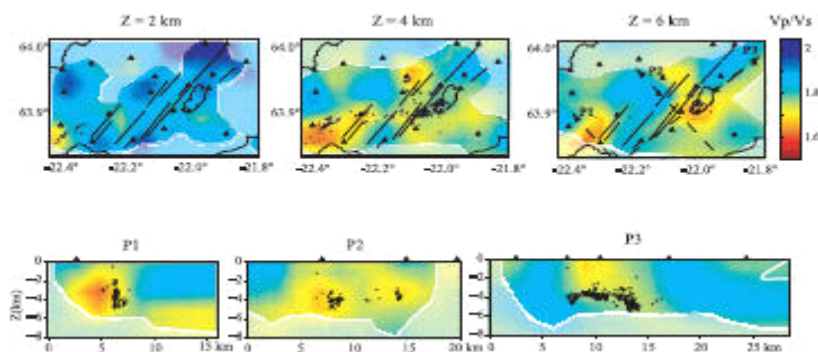


Mynd 20.3. Mynd úr skýrslu ÍSOR, MT mælingar á Reykjanesi 2008, ÍSOR-2009/002, sem sýnir staðsetningu MT mælinga og þversniða.



Mynd 20.4. Þversnið NV-SA sem liggur þvert yfir Reykjanestá og sýnir viðnámsbreytingar niður á 20 km dýpi, til vinstri. Mynd til hægri er þversnið NV-SA sem liggur þvert yfir Reykjanestá og sýnir viðnámsbreytingar niður á 5 km dýpi. Mynd úr skýrslu ÍSOR (sjá texta við mynd 3,).

Einnig er rétt að geta skjálftarannsóknra franskra vísindamanna, þeirra Laurent Geoffroy og Catherine Dorbath (Deep downward fluid percolation driven by localized crust dilation in Iceland; Geophysical Research Letters, Vol. 35. L17302, doi:10.1029/2008GL034514,2008) á Krýsuvíkursvæðinu, sem gerðar voru í kjölfar skjálftanna sem tóku tappann úr Kleifarvatni. Rannsóknirnar leiddu í ljós einkennandi lágt hlutfall hraða p og s bylgna (V_p/V_s) á Krýsuvíkurlíðunum og í grennd Svartsengis. Vísindamennirnir settu fram hugmyndalíkan til skýringar fyrirbrigðinu (sjá mynd 20.5).



Mynd 20.5. Niðurstöður úr jarðskjálftamælingum.

Líkanið gerir ráð fyrir að undirliggjandi sé yfirmarks (*supercritical*) háhitakerfi, sem fæði efra undirmarkskerfið og þá einkum í jarðhræringum. Leiða má líkum að því að þessu sé eins háttað á Reykjanessvæðinu þökk sé hægfara gliðuninni með tilheyrandi skjálftavirkni. Nú í sumar munu

sömu aðilar í samvinnu við ÍSOR og HS gera umfangsmiklar skjálfatranssóknir á svæðinu til að afla frekari gagna.

Svo sem að ofan var getið má ætla að landsigs gæti úti fyrir landi langs eftir sprungureininni og að aðstreymissvæði jarðhitakerfisins gæti verið um eða yfir 30 km², og er þá einkum vísað til dýpri og heitari hluta kerfisins. Samkvæmt því ætti talsvert borð að vera fyrir báru um vinnslugetu Reykjaneskerfisins, þó hér verði ekki farið að þrefa um notkun kennistærða á flatareiningu og hugsanlega afkastagetu. Hins vegar er gott að sjá að Orkustofnun tekur undir skoðun HS um nauðsyn stækkunar vinnslusvæðis. Til að nálgast það markmið er meðal annars í matsskýrslu lýst stefnuborunum út frá borteig holu 17 sem fara vel út fyrir núverandi vinnslusvæði.

20.2 Vinnsla úr jarðhitageyminum á Reykjanesi

Við gangsetningu virkjunar á Reykjanesi í maí 2006 var reiknað með að um 800 kg/s af jarðhitavökva þyrfti í framleiðsluna. Reiknað var með 290 °C heitum vökva með vermi 1.290 kJ/kg. Við gangsetningu var hrávarmavinnslan því um 1.030 MW_t til að framleiða 100 MW_e rafafis. Vegna suðu sem hefur orðið í jarðhitakerfinu samfara vinnslu hefur gufuhlutinn hins vegar aukist og því þarf minna af jarðhitavökva. Þannig var massatakan árið 2007 um 730 kg/s og vermið að meðaltali um 1.335 kJ/kg sem samsvarar að hrávarmavinnslan hafi minnkað í um 975 MW_t (tafla 20.1). Gufusvæðið hefur haldið áfram að þróast og er gufuhlutinn frá núverandi vinnsluholum enn að aukast. Fyrir árið 2008 verður vinnsla jarðhitavökva eitthvað minni og gæti stefnt í að vera um 670 kg/s (ágúst 2008) með meðal vermi um 1.400 kJ/kg, en það myndi samsvara um 935 MW_t í hrávarma (tafla 20.1).

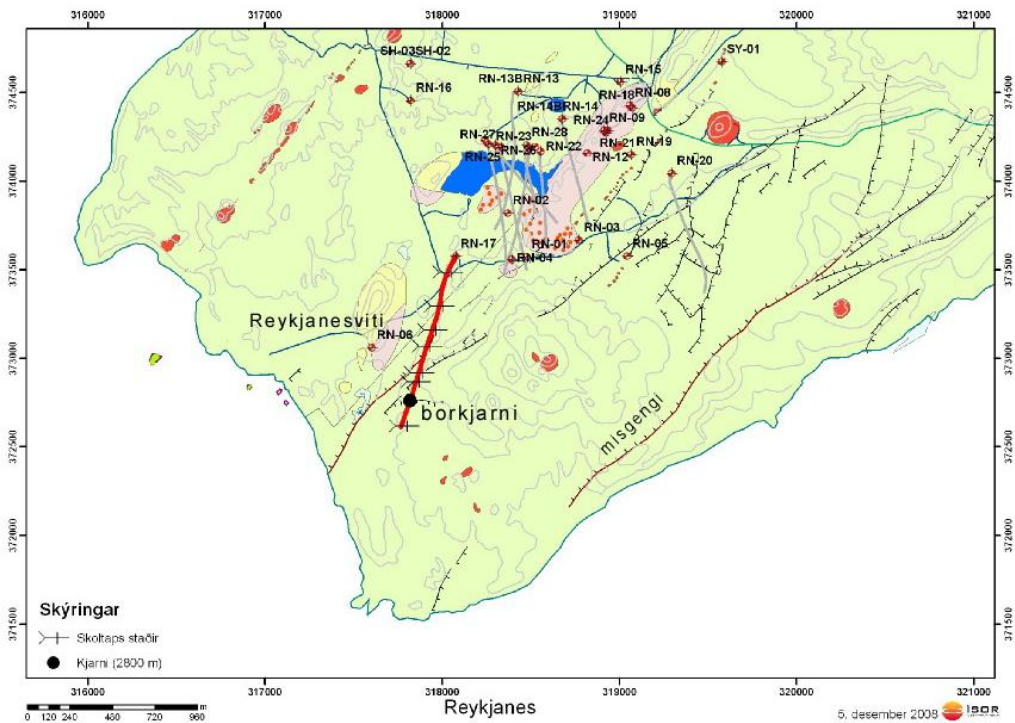
Jarðhitakerfið á Reykjanesi bregst við vinnslu á líkan hátt og jarðhitakerfið í Svartsengi sem hefur verið í rekstri í yfir 30 ár. Þar var vinnslan árið 2007 um 330 kg/s eða rúmlega tvöfalt minni en á Reykjanesi. Lækkun meðalþrýstings (niðurdráttur) í Svartsengi er um 31 bar og árið 2007 var um 45% af vinnslunni dælt aftur niður í jarðhitakerfið. Hefur niðurdráttur þar lítið aukist síðustu 5 ár. Vinnslan á Reykjanesi var mun ágengari í byrjun en í Svartsengi og því eðlilegt að þrýstingslækkun yrði þar snarpari í upphafi. Mælingar sýna að dregið hefur úr hraða niðurdráttar á Reykjanesi frá því sem var í byrjun og samhliða því sem tvífasa- og gufúástand í jarðhitakerfinu örvast hefur dregið úr massatökunni og þar með niðurdrættinum.

Tafla 20.1 Meðalvermi og hrávarmaupptaka í Reykjanesvirkjun.

Hönnunarforsendur virkjunar	2007	2008
Meðalvermi (kJ/kg)	1.290	1.400
Hrávarmaupptaka fyrir 100 MW _e (MW _t)	1.030	935*

* Spá í ágúst 2008.

Í kafla 8.1.2 kemur fram að haustið 2008 var hola RN-17 B boruð (kort 3 og mynd 20.6). Hún sker misgengið sem gengur um Valbjargagjá sem er sýnt sem rauð/svört hakalína á mynd 20.6 og nokkur brot austan þess. Skoltöp sáust í borun á þeim stöðum þar sem talið var að holan skeri brot í jarðlögnum. Mælingar við borlok sýndu skoltöp niður í 2.600 m dýpi og jafnvel einhvern leka alveg niður að botni holunnar. Eftir 2-3 mánaða upphitunarbið ætti holan að verða tilbúin sem vinnsluhola.



Mynd 20.6 Rauð lína sýnir stefnu holu RN-17 B, fjarlægð í kjarnatökustað og línur þvert á borferil sýna helstu skoltapsstaði í borun.

Vitað er að jarðhitakerfi Reykjaness nær lengra til suðurs en hola RN-17 B. Tilkoma holunnar stækkar því ekki mikið stærð sannaðs jarðhitakerfis því hún nær aðeins um 400 m lengra til suðurs en hola RN-6, sem boruð var 1969 og sést á mynd 20.6 sunnan Reykjanessvita. Hins vegar getur holan stækkað vinnslusvæði Reykjanesvirkjunar töluvert. Ef reiknað er með að holan vinni jarðhitavökva af nokkur hundruð metra breiðu belti umhverfis holuna, þá getur vinnslusvæðið stækkað um meira en 0,5 km² sem samsvarar yfir 35% stækkun. Tilkoma holunnar stækkar þannig verulega það rúmmál sem vinnslan mun dreifast á í jarðhitakerfinu.

20.2.1 Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila

Suðuborð í geyminum er komið víða niður á 1300 metra dýpi og fer enn lækkandi. Þar er þrýstingur nú um 50 bör eða 80 börum undir þrýstingi sjávar. Þessi þrýstingsmunur jafngildir 800 metra vatnshæð. Ofan suðuborðs er suðan í geyminum svo áköf að æðar fyllast þurri gufu. Við langvarandi suðu er hættu á þurrð í efri vatnsæðum hola og dvinandi affli þeirra. Þrýstingur í tvífasahluta geymisins fer vaxandi. Hann býður heim hættu á gufusprengingum. Vinnslan sem fylgir núverandi virkjun er ekki búin að ná jafnvægi og veldur lækkandi þrýstingi í dýpri hluta geymisins. Í ljósi þessa telur Orkustofnun áhættusamt að auka vinnslu jarðsjávar úr dýpri hluta geymisins fyrr en lengri reynsla er komin á þá vinnslu sem nú er í gangi og árangur niðurdælingar. Hins vegar kæmi til greina að nýta nú betur þá gufu sem er í geyminum ofan suðuborðs eins og Orkustofnun tók fram í umsögnum sínum á fyrri stigum málsins og draga þá úr vinnslu úr dýpri hluta geymisins. Til þess að taka efnislega afstöðu til þessa þyrfti að meta afkastagetu gufupúðans sérstaklega eins og tekið var fram í fyrirspurn Orkustofnunar til HS Orku, dags. 25. júní 2008.

Í frummatsskýrslu um umhverfismat er í grein 8.1.2 lauslega vikið að hættu á gufusprengingum en annars er hvergi vikið að aukinni náttúruvá sem fylgt getur virkjunarframkvæmdinni. Aukin þurrghafa í efri hluta geymisins býður heim hættu á gufusprengingum ef gufan finnur leið gegnum kápu

hryggjarins til yfirborðs. Á sama hátt er hættu á rekstrartruflunum ef kaldari jarðsjór finnur leiðir gegnum kápuna inn í jarðhitageyminn sem er á mun lægri þrýstingi. Sérstök hættu er á þessu á Reykjanesi þar sem vitað er að Valbjargagjá er virk jarðskjálftasprunga og hreyfðist a.m.k. fjórum sinnum í skjálftum á síðustu öld. Skjálftarnir eru oftast um 4-5 á Richter að stærð en geta náð stærð 6. Eftir slíka skjálfta hefur yfirborðsvirkni á jarðhitasvæðinu aukist verulega í nokkur ár af völdum gufu frá jarðhitageyminum. Nú gætu þau áhrif orðið mun meiri vegna aukinnar þurrugufu í geyminum. Í frummatsskýrslu er heldur ekki að finna upplýsingar um landsig á Reykjaneskaganum og þá sérstaklega á Reykjanestánni, sem Orkustofnun telur ráðlegt að gerð verði grein fyrir í matsskýrslu.

Svar: Öll háhita-jarðhitakerfi eru undirþrýst miðað við kalda vökvásulu utan þeirra og var undirþrýstingur á Reykjanesi í byrjun ekki meiri en er í öðrum háhitakerfum hérlendis. Ef varminn í berginu myndi ekki skapa þennan undirþrýsting myndi jarðhitavökvinn ekki ná að lyfta sér til grynri jarðlaga, hita þau upp og mynda jarðhitakerfi eins og við þekkjum þau. Í febrúar 2009 var þrýstingslækkun vegna vinnslu um 19 bar við jaðra vinnslusvæðisins og um 12-14 bar meiri inn við miðju þess. Suðuborð í kerfinu er í maí 2009 á 1100-1150 m dýpi inn við miðju vinnslusvæðisins. Þessar tölur eru lægri en Orkustofnun nefnir og styðst við. Ekki er rétt fullyrðing Orkustofnunar að þrýstingur í tvífasahluta geymisins fari vaxandi. Þrýstingur hækkar ekki við það að vökvinn sjóði. Hið öfuga gerist því varmi fer í suðuna sem veldur örlítilli kælingu og þar með örlítilli þrýstingslækkun. Auk þess er nú farið að vinna gufu úr gufusvæðinu sem mun lækka þrýsting í því eitthvað meira. Það ætti að draga úr líkum á gufutapi og alla vega magni gufu sem gæti hríslast til grynri jarðlaga. Hugsanleg hættu á gufusprengingum ætti því ekki að vera meiri en áður, heldur fremur að virka í hina áttina og draga úr slíkri hugsanlegri hættu.

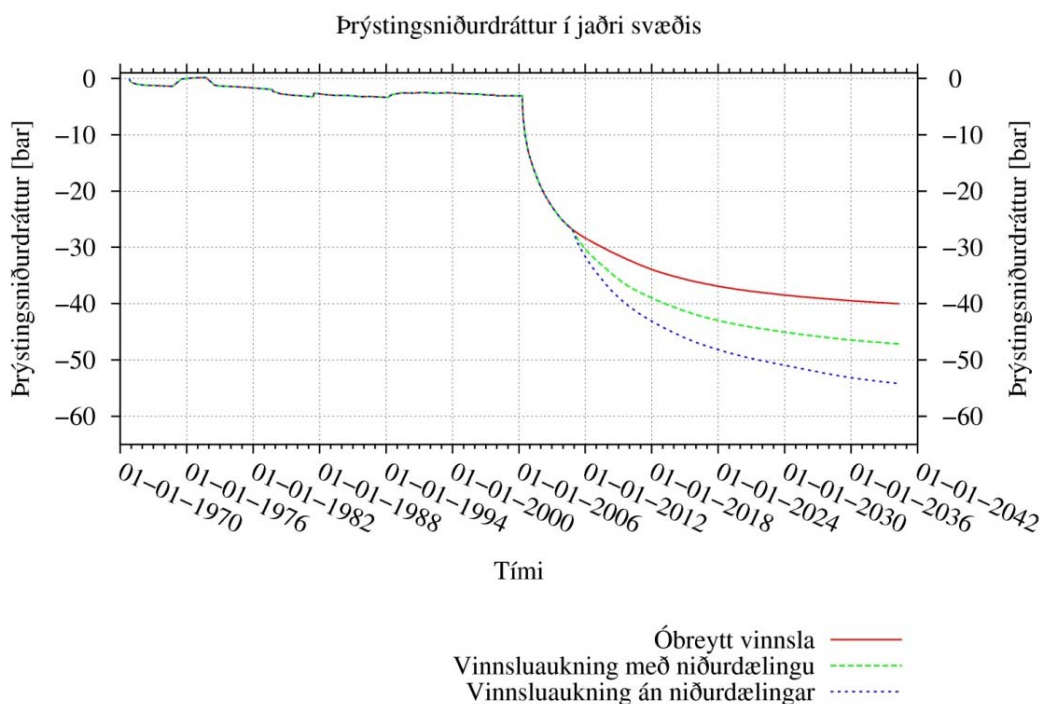
Eins og þegar er komið fram eru nú tvær gufuholur í rekstri sem vinna gufu úr efra æðakerfinu á 800-1200 m, auk þess að tilraun með niðurdælingu er að hefjast. Önnur holan kom inn í nóvember 2008 og hin í apríl 2009. Afköst gufupúðans verða metin sérstaklega þegar gögn hafa safnast um vinnslu úr honum.

Rétt er að yfirborðsvirkni á jarðhitasvæðinu hefur aukist tímabundið í kjölfar stærri jarðskjálfta sem hafa orðið þar. Mat HS er að áhrifin þurfi ekki að verða meiri nú en áður ef jarðskjálftasprungur hreyfðust þar þó þrýstingur sé lægri í jarðhitakerfinu og gufa við kápu þess. Ástæðan er einmitt lægri þrýstingur í jarðhitakerfinu nú. Opnist jarðskjálftasprunga niður í jarðhitakerfið mun meira af köldum jarðsjó streyma í átt til jarðhitakerfisins, en áður gerði. Kaldi jarðsjórinn þéttir gufuna sem myndi í fyrstu reyna að streyma upp, þéttir svo gufuna í berginu næst sprungunni sem veldur þrýstingslækkun (hitalækkun) og auðveldar meira magni af köldum jarðsjó að streyma í átt að jarðhitakerfinu. Um leið og kaldi jarðsjórinn streymir að jarðhitakerfinu hitnar hann og nær þeim hitamörkum að anhydrit tekur að falla út og þetta rennslirásina. Með auknu rennsli gerist þessi sjálfþétting jarðhitakerfisins hraðar. Þetta veldur vissulega tímabundinni rekstrartruflun. Svipaðir atburðir hafa sést 1-2 sinnum í Svartsengi og tók þar jarðhitakerfið rúma viku að ná fyrri rekstrarjafnvægi og eitthvað lengri tíma að jafna sig alveg.

Landsig á Reykjanesi var mælt sumarið 2008 og eru niðurstöður ekki alveg tilbúnar, en væntanlegar í júní 2009. Samkvæmt þeim rannsóknnum er landsig í kringum 10 cm þar sem það er mest á Reykjanestánni. Landsigið dreifist aðeins meira eftir NA-SV sprungustefnunni en þvert á hana og nær yfir minnst 16 km² svæði og líklega nær 24 km² svæði. Mætti túlka þetta svo að vökvi í bergi á þessu svæði streymi í átt að vinnslusvæði Reykjanesvirkjunar. Ætla má að svipaðs landsigs gæti úti fyrir ströndinni langs eftir sprungurein skagans og myndi það auka enn við ætlað aðstreymissvæði jarðhitakerfisins, sem verið gæti yfir 30 km².

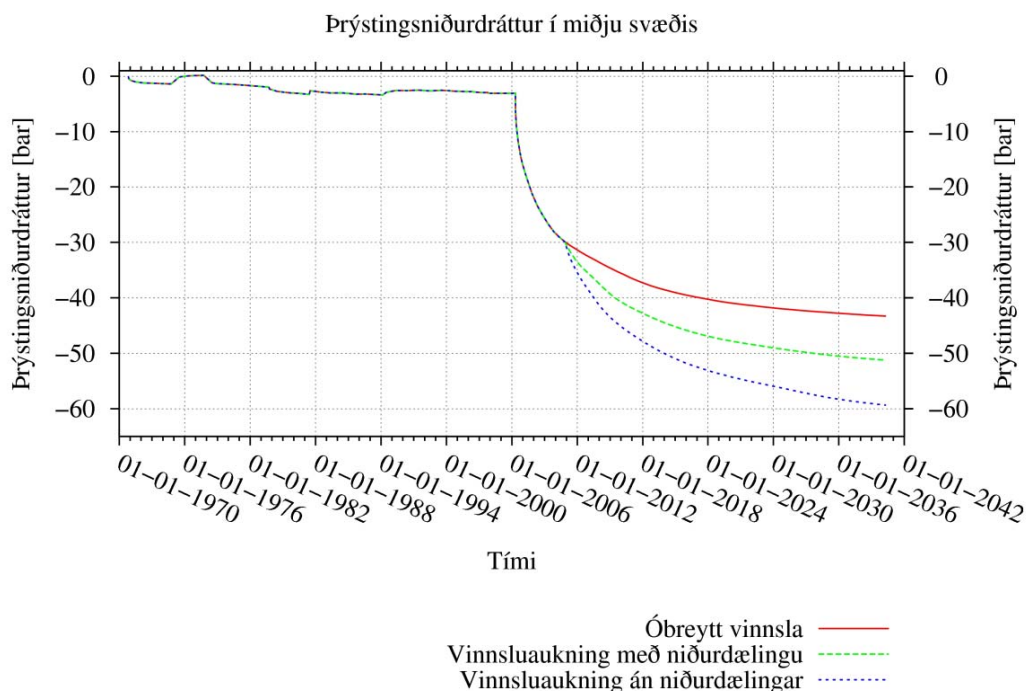
20.3 Niðurstöður reiknilíkans fyrir jarðhitakerfið

Á árunum 2005-2007 var gert sérhæft reiknilíkan fyrir jarðhitakerfið á Reykjanesi og tók það tillit til mælinga og vinnslu til áramóta 2006 (Arnar Hjartarson og Egill Júlíusson, 2007). Almennt náði líkanið að herma fyrirbyggjandi gögn nokkuð vel og var líkanið notað til að gera spáreikninga um 8 ár fram í tímann. Samhliða því líkani er rekið reiknilíkan sem notað er til eftirlits með jarðhitavinnslu HS (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008). Þetta líkan var fyrst gert fyrir jarðhitakerfið í Svartsengi við upphaf vinnslu þar og hefur verið í þróun og nær árlegri uppfærslu síðan. Eftirlitsreiknilíkanið var fyrst stækkað til að ná yfir Eldvarpasvæðið til að aðstoða við ákvörðun á staðsetningu niðurdælingar fyrir Svartsengi. Á árunum 2005-2006 var það stækkað aftur til að ná einnig yfir Reykjanesið. Bæði þessi líkón hafa verið notuð til að fylgjast með áhrifum niðurdráttar á Reykjanesi.



Mynd 20.7 Spá fyrir þrýsting í jaðri vinnslusvæðisins á Reykjanesi til 2040 miðað við mismunandi vinnslu frá 2011 (Héðinn Björnsson o.fl., 2008).

Sumarið 2008 var sérhæfða líkanið uppfært hjá Íslenskum orkurannsóknum (ÍSOR) fyrir vinnsluna 2007 og notað til að framreikna spár fyrir stækkun Reykjanesvirkjunar um 50 MW_e. Spárnar voru reiknaðar til 30 ára fyrir óbreytta vinnslu sem var um 725 kg/s, stækkun með aukinni massatöku um 210 kg/s og sömu stækkun með 110 kg/s niðurdælingu (Héðinn Björnsson o.fl., 2008). Spáreikningarnir benda til að fyrir óbreytta vinnslu muni meðal þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu aukast um 12 bar á tímabilinu og yrði þá alls um 37 bar miðað við þrýsting 2006. Sú þrýstingslækkun er sambærileg eða aðeins meiri en er í Svartsengi (mynd 20.7 og mynd 20.8). Fyrir stækkun án niðurdælingar myndi meðalþrýstingur lækka um 26 bar, en um 19 bar með niðurdælingu. Með niðurdælingu yrði lækkun meðalþrýstings alls um 44 bar á tímabilinu. Þó þessi niðurdráttur geti þótt mikill samanborið við íslensk jarðhitakerfi sem eru í vinnslu þá hafa mörg jarðhitakerfi víðs vegar um jörðina verið rekin í tugir ára við sambærilega þrýstingslækkun. Nærtækasta dæmið er Svartsengi, en einnig má nefna jarðhitasvæðin Wairake á Nýja-Sjálandi og Greater Tongonan á Filippseyjum.



Mynd 20.8 Spá fyrir þrýsting í miðju vinnslusvæðisins á Reykjanesi til 2040 miðað við mismunandi vinnslu frá 2011 (Héðinn Björnsson o.fl., 2008).

Sérhæfða reiknilíkanið bendir til að gufusvæðið haldi áfram að þróa í æðabeltinu á 800-1.200 m dýpi og muni breiðast út um allt núverandi vinnslusvæði á næstu 10 árum. Um miðbik vinnslusvæðisins getur myndast gufupúði þar sem gufuhlutfallið nálgast 100%. Síðar getur gufuhlutinn minnkað í gufusvæðinu vegna kælingar bergsins samhliða vinnslu og vegna aðstreymis af kaldari jarðhitavökva frá jöðrum svæðisins. Þannig bendir reiknilíkanið til að þó gufusvæðið breiði meira úr sér á næstu 30 árum þá muni gufuhluti þess minnka frá því sem mest getur orðið og gufupúðinn takmarkast við miðbik vinnslusvæðisins.

Eins og fram er komið benda líkanreikningar til að niðurdæling til jarðhitakerfisins geti dregið úr og hægt á niðurdrætti. HS Orka er að hefja tilraunir með niðurdælingu austast á núverandi vinnslusvæði í holu RN-20 (kafli 8.2). Verði niðurdæling þar til frambúðar, eins og gert er ráð fyrir í spáreikningi, mun niðurdælingin jafnframt draga úr útbreiðslu gufusvæðisins til austurs.

Í greinargerð ÍSOR um sérhæfða reiknilíkanið kemur fram að það var kvarðað við afar stutta vinnslusögu eftir vinnsluaukninguna sem varð í maí 2006 þegar Reykjanesvirkjun hóf rekstur (Héðinn Björnsson o.fl., 2008). Einnig er minnt á að í forðafraði er þumalputtareglan að spá ekki lengra fram í tímann en sem nemur vinnslusögu svæðisins. Þar sem spáreikningar ná umtalsvert lengra fram í tímann en venjulega er gert ráð fyrir, þá er óvissa í spám eftir því. Í greinargerðinni kemur einnig fram að mæld þrýstingslækkun í eftirlitsholum í jaðri vinnslusvæðisins fellur vel að spá reiknilíkansins, en mæld þrýstingslækkun í vinnsluholum sé mun meiri en líkanið segi til um. Þá voru ekki til gögn um vermismbreytingar til að bera saman við reiknaðar breytingar með líkaninu. Né voru til gögn til að bera saman stækkun gufupúðans við reikninga, en líkanið spáir verulegri stækkun hans fram til 2040. Líkanið spáir helmingun á auka þrýstingslækkun vegna vinnsluaukningar frá 2011 við niðurdælingu á skiljuvatni. Höfundar benda á að líkanið reikni með föstu djúp innstreymi óháð þrýstingslækkun og telja að því sé mögulegt að líkanið ofmeti áhrif niðurdælingar. Ekki var metin óvissa fyrir líkanið þannig að ekki var hægt að segja fyrir um hvort líkan og raunveruleiki falli saman innan þannig óvissumats.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Eftirlitshola á Reykjanesi (RN-16) er í um 500-600 m fjarlægð frá miðju vinnslusvæðisins (kort 1). Þrýstingur við hana er því ekki truflaður af nálægum vinnsluholum og er lýsandi fyrir ríkjandi meðalþrýsting í jarðhitakerfinu á hverjum tíma samanber mynd 20.7. Inni á miðju vinnslusvæðinu eru margar holur sem raðast á um 300 m breitt belti svo vinnsla úr hverri holu hefur áhrif á þrýsting í nálægum holum. Því er eðlilegt að þrýstingslækkun sé meiri á miðju vinnslusvæðinu. Eins og bent er á í greinargerð ÍSOR eru til leiðir til að bæta reiknilíkanið til að nálgast mælda þrýstingslækkun í miðju svæðinu betur, en það var mat HS að vinna við það væri of mikil að svo stöddu miðað við fyrirliggjandi gögn. Þar sem gott samræmi er milli mælds og reiknaðs meðalþrýstings í jarðhitakerfinu telur HS að líkanið lýsi eins vel og fyrirliggjandi gögn leyfa þróun meðalþrýstings fyrir þá valkosti sem eru til skoðunar.

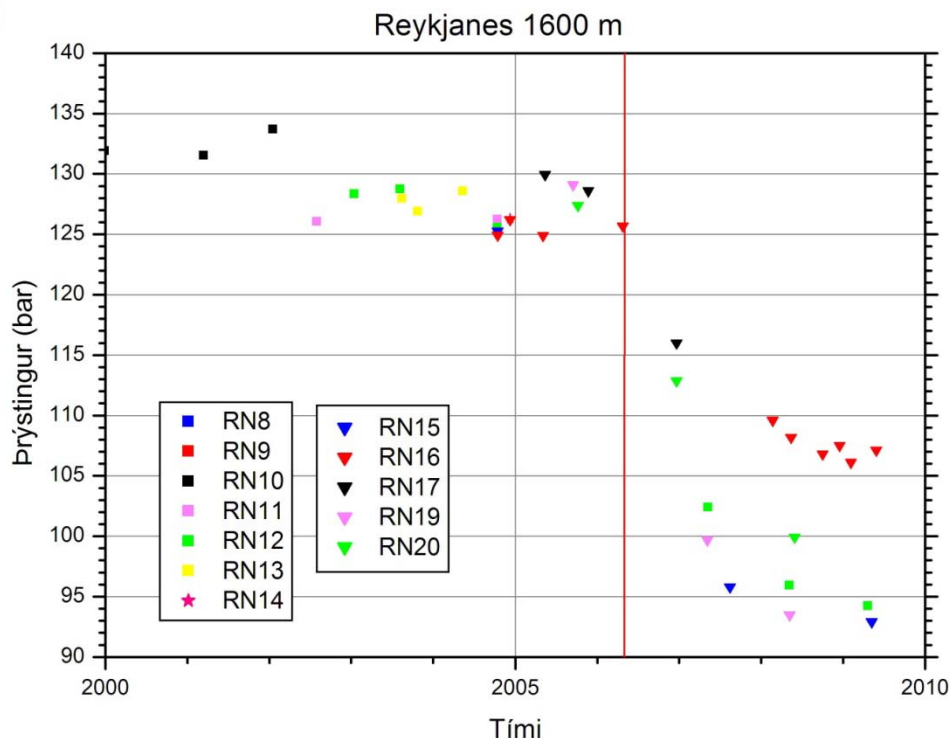
Reiknilíkan af jarðhitakerfi er aðallega rekstrarlíkan og uppfærast í takt við rekstur jarðhitakerfisins. Líkanið er notað til að bera saman reiknaða og mælda þrýstingslækkun og hjálpa til við að finna skýringar ef mismunur er meiri en búast má við. Einnig er það notað til að hjálpa til við ákvörðun staðsetningar vinnslu- og niðurdælingarholna með tilliti til áhrifa á jarðhitakerfið og til að meta hvenær þurfi að bora vinnsluholu til að mæta dölun eldri holna. Reiknilíkan hentar því vel sem hjálpartæki við rekstur, en ekki er hægt að búast við að það segi til um framtíðina nema innan tiltekinna skekkjumarka. Eins og komið hefur fram hefur ekki verið reynt að leggja mat á skekkjumörk núverandi reiknilíkans, en grannt er fylgst með niðurstöðum vöktunar jarðhitaauðlindarinnar sbr. kafli 20.7 og hvort raunþróun jarðhitakerfisins er í takt við reiknilíkanið. Verði frávik í þeirri þróun verður brugðist við þeim á viðeigandi hátt t.d. með endurskoðun reiknilíkans eða breytingum í vinnslustýringu.

20.3.1 Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila

Samkvæmt þrýstingsmælingum ársins 2008 nemur þrýstingslækkun um 40 börum innan sprungureinarinnar en reiknilíkan spáir 25 bara niðurdrætti í lok árs 2008. Suðuborð í geyminum er komið víða niður á 1300 m dýpi og fer enn lækkandi samkvæmt mælingum.

Orkustofnun telur of snemmt að leggja mat á líkanreikninga um svörun jarðhitakerfisins við aukinni vinnslu vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar án lengri reynslusögu og endurkvörðunar á reiknilíkaninu. Svörun jarðhitakerfisins við vinnslu sýnir að niðurdráttur hefur orðið umtalsvert meiri en gögn bentu til þegar reiknilíkanið var síðast uppfært á vormánuðum 2007. Sömuleiðis telur Orkustofnun mikilvægt að gerð verði næmni- og óvissugreining til þess að forðast oftrú á líkan með stuttri vinnslusögu þar sem notaðar eru margar frjálssar kennistærðir. Sökum þess að niðurdráttur á vinnslusvæðinu er ennþá vaxandi mun endurkvarða reiknilíkan þó eiga erfitt með spá því hvenær og hvort jarðhitakerfið kemst í jafnvægi. Orkustofnun telur jafnframt mikilvægt að þrýstingssaga gufupúðans sé skoðuð sérstaklega og farið sé yfir hugsanleg áhrif hans þar sem m.a. sé tekið tillit til áhrifa útfellinga, yfirborðsbreytinga og jafnvel hugsanlegra gufusprenginga. Þá sé mikilvægt að skoða vermismbreytingar í reiknilíkaninu og hver afkastageta gufupúðans er líkleg til að vera. Til þess þarf að framkvæma vermismælingar á vinnsluholum hið fyrsta. Nauðsynlegt er að skilgreina eftirlitsholur á Reykjanesi, bæði inni á vinnslusvæðinu og í útjaðri þess, þar sem framkvæmdar eru reglulega mælingar á eðlisástandi kerfisins.

Svar: Ítrekað er að mæld þrýstingslækkun í miðju vinnslusvæðisins er minni en Orkustofnun miðar við, eða um 34 bar og suðuborð er ofar, 1100-1150 m. Þá má sjá á mynd 20.9 að hægt hefur á þrýstingslækkuninni, en næstu mælingar verða í júní 2009.



Mynd 20.9. Þrýstingsmælingar fyrir og eftir virkjun (rauð lóðrétt lína sýnir upphaf framleiðslu. Síðustu mælingar gefa til kynna hlutfallslega minni þrýstingslækkun með tíma.

HS sem og flestir þeir sem standa í rekstri jarðhitakerfa líta á reiknilíkön sem gagnlegt hjálpartæki við reksturinn. Fjarri því er að HS hafi oftrú á reiknilíkönunum. Það er mat HS að núverandi reiknilíkön gefi raunhæft mat fyrir þróun meðalþrýstings í kerfinu og fyrirjáanlegar hitabreytingar til dæmis af niðurdælingunni. Þó sérhæfða reiknilíkanið vanmeti þrýstingslækkun inni á miðju vinnslusvæðisins er vitað að sú þrýstingslækkun er í ákveðnu hlutfalli við þá lækkun sem mælist utar á vinnslusvæðinu og líkanið hermír ágætlega. Það hlutfall hefur haldist stöðugt í meir en 1,5 ár samanber myndina að ofan. Reiknilíkönin eru endurskoðuð og uppfærð eftir því sem gögn safnast og þurfa þykir. Nú er hafin gagnger endurskoðun á eftirlits reiknilíkaninu sem gæti lokið á næsta ári.

Í sumar verða gerðar tilraunir með að mæla rennsli og vermi holna í rekstri með kenniefna aðferð. Ekki er fyrirfram vitað hvort þau kenniefni sem notuð hafa verið fyrir önnur jarðhitakerfi hérlendis virki í jarðsjónum. Tilraunin mun því meðal annars ganga út á það að finna hentug kenniefni. Tekið skal fram að eftirlit með eðlisástandi jarðhitakerfisins er í góðu ástandi. Hiti og þrýstingur er mældur reglulega bæði inni á vinnslusvæðinu og í útjöðrum þess (sjá mynd að ofan). Reglulega eru tekin efnasýni af jarðhitavökvanum auk þess sem fylgst er með yfirborðsvirkni samanber það sem fram kemur í frummatsskýrslu.

20.4 Endurnýjanleiki jarðhitauðlindarinnar

Jarðhitakerfi með vökvu sem er að uppruna sjór eru að nokkru frábrugðin jarðhitakerfum þar sem vökvinn er að uppruna regnvatn. Regnvatn er efnasnautt, en sjór er efnaríkur. Í sjónum eru ýmis uppleyst efni, en söltin vega þar mest. Kísill er ráðandi efni í jarðlögunum og þegar vökvinn (vatn eða sjór) hríslast um þau leysir hann upp kísil auk einhvers af öðrum efnunum og með hækkandi hita



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Þegar vökvinn hrísast dýpra eða að hitagjafa þá eykst uppleysanleiki flestra þessara efna. Í sjónum eru efni sem mynda efnasambandið anhýdríð sem fellur út þegar hann hitnar og myndar nokkurs konar útfellingarkápu í nokkurri fjarlægð frá hitagjafanum. Útfellingarkápan dregur mjög úr aðstreymi að hitagjafanum, sérstaklega í efri hluta (<2,5 km) jarðhitakerfisins. Því geta jarðhitakerfi með jarðsjó haft minni flatarútbreiðslu grunnt en vatnskerfi. Djúpt (>2,5 km) getur útbreiðsla kerfanna verið sambærileg. Þar sem útfellingin virkar einangrandi fyrir náttúrulegt aðstreymi verður það hægara í jarðsjávarkerfi en í hefðbundnu vatnskerfi. Aðstreymi getur þó orðið svipað í báðum kerfum, en með mun meiri þrýstingsmun í jarðsjávarkerfinu milli vinnslusvæðis og útjaðra. Varanleg vinnsla (sjálfbærni eða jafnvægi) finnst því við mun meiri þrýstingslækkun í jarðsjávarkerfi en í hefðbundnu vatnskerfi og það getur tekið lengri tíma að finna þau mörk. Mun meiri þrýstingslækkun, sérstaklega í jarðsjávarkerfi samanborið við vatnskerfi, þýðir því ekki sjálfkrafa ofnýtingu.

Öll jarðhitavinnsla á Íslandi er úr náttúrulegum jarðhitakerfum og telst endurnýjanleg því orkuflutningur með kvikustreymi og hræringu vatns er hraður. Tímalengd sem hitnun, myndun eða endurnýjun jarðhitakerfis með þannig orkuflutningi er sambærileg við tímalengd vinnslu eða nýtingar, meðan orkuflutningur með varmaleiðni er hægara ferli. Í öllum þessum jarðhitakerfum er orkuberinn vökví sem flytur varmann til innan jarðhitakerfisins og til yfirborðs. Þær aðstæður eru því dæmigerðar fyrir endurnýjanlega orkulind.

Í jarðhitakerfinu á Reykjanesi er jarðsjór orkuberinn. Jarðhitakerfið telst því endurnýjanlegt. Enn hefur ekki verið reynt að reikna með sérhæfða reiknilíkaninu (sjá kafla 20.3 að ofan) hve langan tíma tæki fyrir kerfið að nálgast upphafsástand aftur ef vinnsla væri hætt t.d. eftir 30 ár, enda væri þá komið ansi langt út fyrir spátíma líkansins. Fyrir þau kerfi þar sem þannig reikningar hafa verið reyndir hefur þrýstingsástand kerfanna nálgast upphafsástand á álíka löngum tíma og vinnslan stóð yfir. Það hefur hins vegar tekið hitann lengri tíma að nálgast upphafsástand eða meira en þrefalt lengri tíma.

Jarðhitakerfið sem slíkt lifir í svipuðu formi í tugi þúsunda ára en framkvæmdin sem slík einungis í nokkra tugi ára. Afskriftatími virkjunar er af stærðargráðunni 30 ár og líftími virkjunar e.t.v. tvöfaldur sá tími. Ef virkjun yrði hætt að þeim tíma liðnum myndi jarðhitasvæðið leita fyrra jafnvægis, e.t.v. aðeins eilítið kaldara sem varmanáminu næmi. Til dæmis, ef einhverjum tækist að tæma allt vatnið úr berginu með vinnslu, þá væri samt um 90 % af upprunalega varmanum bundinn í berginu, sem myndi þá hita „nýtt“ vatn upp. Fullyrðingar um að hægt sé að eyðileggja jarðhitakerfi varanlega með vinnslu eru því rangar hvort heldur sem lítið er á mannlegan eða jarðfræðilegan tímakvarða. Á síðustu ísöld – sem lauk fyrir svona 12-14 þúsund árum, og hafði þá varað í um 100.000 ár frá síðasta hlýskeyði – þá var ferskvatn í djúpa jarðhitakerfinu á Reykjanesi, þar sem ísröndin var langt úti á landgrunninu og jarðhitakerfið svipað því sem er t.d. í Krýsuvík í dag. Það ferskvatn er að sjálfsögðu löngu horfið, nema hvað brotabrot af því finnst í gömlum ummyndunarsteindum, og í staðinn hefur yngri jarðsjór tekið varmanámið yfir. Á sama tíma hafa svo nýir hitagjafar bæst í kerfið, í formi kvikuinnskota sem storknuðu sem berggangar í rótum jarðhitakerfisins og náðu öðru hvoru til yfirborðs í eldgosum. Öll hraunin á yfirborði Reykjanes eru mynduð á síðustu 12.000-14.000 árum, það síðasta á sögulegum tíma, 1226. Í fyllingu tímans munu ný hraun renna á Reykjanesi, ekki er spurning hvort heldur hvenær. Goshrinur á Reykjaneskaganum verða á u.p.b. 1000 ára fresti, svo e.t.v. verða goshrinur á Reykjanesi eftir 2200. Hvort að kynslóðir framtíðarinnar munu þá sækjast eftir jarðhitanytingu á Reykjanesi skal ósagt látið, en það er ljóst að næga jarðhitaorku verður þar að hafa.

20.5 Áhrif af stækkun virkjunarinnar

Hér verður fjallað um mismunandi möguleika á að stækka Reykjanesvirkjun um 50 MW_e með tilsvareandi aukinni vinnslu úr jarðhitakerfinu (sjá kafla 11.1). Ekki er fjallað um þækilvirkjunina þar

sem hún kemur til með að nýta enn frekar varmann úr skiljuvatninu sem fellur til frá 3 x 50 MW_e hluta virkjunarinnar. Þar sem háþrýstihluti þækilvirkjunarinnar verður ekki nýttur nema að hluta og þá einkum í bilana- og viðhaldstílvikum verður ekki um beina vinnsluaukningu úr jarðhitakerfinu að ræða og hefur rekstur hennar því ekki áhrif á jarðhitakerfið. Fyrir stækkun um 50 MW_e verður fjallað um mismunandi möguleika aukinnar hrávarmavinnslu, skv. valkostum 1 til 3, frekar en aukna upptöku á jarðhitavökva. Ástæðan er að nýtingarleyfi miðast við vinnslu varma, en þessar stærðir tengjast hver annarri sem lýst er með eftirfarandi líkingu:

$$\text{rafafi} = \text{breytistuðull} \times \text{streymi} \times \text{vermi}$$

- Rafafi (MW_e)
- Breytistuðull (einingarlaus stærð)
- Streymi (kg/sek)
- Vermi (entalpía; kJ/kg); vermið er mælikvarði á varmainnihaldi jarðhitavökvans.

Margfeldi vermis og streymis gefur varmaafli jarðhitavökvans, sem unninn er hverju sinni.

Breytistuðullinn gefur hversu stór hluti varmaafis jarðhitavökvans verður að rafafi. Breytistuðullinn er almennt á bilinu 0,09-0,15 (9-15%) og er háður ýmsum hönnunarstærðum hverfilsamstæðnanna ásamt ýmsum rekstrareiginleikum jarðhitakerfisins t.d. vermi.

Almennt má segja um alla neðangreinda virkjunarkosti að spáreikningar gera ráð fyrir að varmastreymi til yfirborðs aukist. Hitastig grunnt í jörð mun lítið breytast fyrstu árin, nema þá á afmörkuðum sprungnum stöðum. Eftir um 10-20 ár spá líkön fyrir um að draga muni úr varmauppstreyminu samfara nokkurri hitalækkun í efra æðakerfinu á um 800-1.200 m dýpi vegna suðunar sem þar verður. Tafla 20.2 sýnir samanburð á áhrifum valkosta 1 til 3 auk núll-kosts. Neðar er fjallað nánar um hvern valkost. Þrýstingsbreytingar miðast við upphaf vinnslu HS á Reykjanesi 2006 og taka mið af niðurstöðum reikninga með sérhæfða reiknilíkaninu. Ákveðin óvissa er alltaf í þannig reikningum þegar spáð er langt fram í tímann eins og minnst er á í kafla 20.3. Til að einfalda samanburð milli valkosta er fjallað um þá eins og núverandi niðurstöður sérhæfða reiknilíkansins spá til um.

Eins og fram kemur í kafla 8.2 stefnir HS á að allt að helmingi vinnslunnar verði dælt niður og getur það samsvarað allt að 300 kg/s. Það er háð þeim skilyrðum að þéttivatn sé tiltækt til þynningar og þeim valkosti sem valinn verður fyrir stækkun virkjunar. Í eftirfarandi umfjöllun um valkosti er miðað við minna magn niðurdælingar eða ámóta og gæti fallið til við vinnsluaukningu vegna stækkunar eða 130-150 kg/s. Þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu ræðst nokkurn veginn af nettó (vergri) vinnslu. Til lengri tíma má gróft áætla að 20-25 kg/s niðurdæling dragi úr þrýstingslækkun um 1 bar. Aukin niðurdæling umfram það magn sem miðað er við í neðangreindum valkostum mun þá gera niðurstöðurnar jákvæðari sem því nemur. Það hefur sýnt sig í Svartsengi að þrýstingslækkun nær stöðvast þegar um helmingi vinnslunnar er dælt þar niður. Náttúrulegt aðstreymi þar samsvarar því um helming vinnslunnar þegar þrýstingslækkun í kerfinu er um 30 bar. Hvert náttúrulegt aðstreymi er á Reykjanesi er ekki vitað, en það gæti verið af svipaðri stærðargráðu, en þó við meiri þrýstingslækkun.

20.5.1 Valkostur 1 - Reykjanesvirkjun, 400 MW_t aukin upptaka hrávarma

Eins og kemur fram í kafla 20.2 var við upphaf vinnslu úr jarðhitakerfinu reiknað með að meðalhiti jarðhitavökvans væri um 290 °C og vermi 1.290 kJ/kg. Hönnunarþrýstingur gufuskilja fyrir núverandi aflvélur er um 20 bar og við þetta vermi myndi því um 20% vökvans verða að gufu sem nýttist í aflvélarnar. Samkvæmt því þurfti rúm 800 kg/s af jarðhitavökva fyrir framleiðslu 100 MW_e sem



HS ORKA HF

MAT Á UMhverfisáhrifum

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

samsvaraði rúmum 1.030 MW_t. Meðalvermi jarðhitavökvablöndunnar hækkaði árið 2007 úr um 1.290 kJ/kg í um 1.335 kJ/kg og massavinnslan minnkaði tilsvarendi í um 730 kg/s. Árið 2007 voru því 100 MW_e framleidd úr um 975 MW_t. Meðalvermið virðist ætla að verða um 1.400 kJ/kg árið 2008. Massavinnslan hefur minnkað tilsvarendi og þar með upptekið varmaafli. Miðað við að vermið héldist þannig þyrfti um 300 kg/s til að auka framleiðsluna um 50 MW_e og tilsvarendi aukning í vinnslu hrávarma yrði þá um 400 MW_t.

Fyrir þennan valkost er reiknað með að aukin vinnsla úr jarðhitakerfinu verði eins og vinnslan hefur verið úr kerfinu síðustu misseri þ.e. blanda gufu og jarðhitavökva frá báðum æðakerfum. Framleiðsluaukning úr 100 MW_e í 150 MW_e yrði þá borin uppi af aukinni vinnslu úr djúpkerfinu. Heildarvinnsla færi í allt að 950 kg/s á fyrsta ársfjórðungi 2011, sem er við efstu mörk þess sem skoðað var með sértæka reiknilíkaninu við spáreikninga 2008.

Án niðurdælingar myndi meðalþrýstingur í jarðhitakerfinu lækka um rúm 26 bar á næstu 30 árum eða um tæpt 1 bar/ári að meðaltali. Miðað við ástand fyrir 2006 yrði þrýstingslækkunin í kerfinu árið 2040 alls um 51 bar. Þrýstingslækkun verður mest fyrstu 6-8 árin eftir stækkunina, en síðan dregur verulega úr henni. Spáreikningar benda til að þrýstingslækkunin breiðist meira út til suðausturs, en í aðrar áttir í efra æðakerfinu sem er á 800-1.200 m dýpi. Gufupúði mun stækka og styrkjast um miðbik vinnslusvæðisins og berg kólna um allt að 40 °C vegna suðunnar. Í neðra æðakerfinu, sem er á 1.900-2.300 m dýpi, mun þrýstingslækkunin breiðast jafnar út til allra átta. Þar mun jarðhitakerfið haldast að mestu í einfasa vökvaástandi og hitastig lítið breytast.

Niðurdæling í jarðhitakerfið dregur úr þrýstingslækkuninni. Hversu mikið dregur úr þrýstilækkuninni er háð hlutfalli milli þess magns sem dælt er niður og þess magns djúpvökva sem upp er tekið. Þannig myndi niðurdæling 150 kg/s, sem svaraði til 15% heildarvinnslunnar eftir stækkun, draga úr lækkun meðalþrýstings í geyminum um 7 bar. Hitastig niðurdælingarvökvans yrði í fyrstu á bilinu 100-120 °C sem er áþekkt hitastigi niðurdælingavökvans í Svartsengi. Hrávarmi sem niðurdælingin skilaði aftur til jarðhitakerfisins yrði þannig á bilinu 60-75 MW_t, eða um 5% af unnum hrávarma.

Niðurdælingastaður getur haft áhrif á það á hvern hátt jarðhitakerfið bregst við (kafli 8.2). Verði niðurdæling til framtíðar í holu RN-20 B í austur hluta jarðhitakerfisins mun líklega draga verulega úr þrýstingslækkun til suðausturs eða um 10-12 bar í efra æðakerfinu. Áhrifin þar verða nokkru meiri en á meðalþrýsting kerfisins. Einnig verður um 20-30 °C kæling í kerfinu í næstu grennd niðurdælingastaðar (tafla 20.2). Í dýpra æðakerfinu verða þrýstingsáhrifin nær meðaltalsáhrifum á kerfið, en kæling í næsta umhverfi niðurdælingar verður svipuð og í efra æðakerfinu.

20.5.2 Valkostur 2 - Reykjanesvirkjun, 250-300 MW_t aukin upptaka hrávarma

Þessi virkjunarkostur gerir ráð fyrir því að gufan og jarðhitavökvinn verði fengin úr borholum með svipaða eiginleika og holur RN-25 – RN-28, sem boraðar voru á árunum 2007 og 2008. Tvær þessara holna, RN-25 og RN-26, voru boraðar í dýpra æðakerfið og taka því gufu og jarðhitavökva frá báðum æðakerfunum. Vermi þessara holna er á bilinu 1.500-1.600 kJ/kg. Hinar tvær holurnar voru boraðar í gufusvæðið, sem er í þróun, og taka því nær þurra gufu úr efra æðakerfinu með vermi um 2.700 kJ/kg. Þó vinnslan úr gufuholunum geti verið aðeins minni en úr blautu holunum þá er afl gufuholanna til raforkuframléiðslu um tvöfalt meira en blautu holnanna. Væru þessar eða sambærilegar holur nýttar fyrir stækkun Reykjanesvirkjunar um 50 MW_e þá yrði vinnsluaukningin einungis um 130 kg/s sem samsvarar um 275 MW_t í hrávarma. Með þessari vinnsluaukningu færi vinnslan aftur tímabundið upp í 800 kg/s eins og hún var við gangsetningu núverandi virkjunar og hrávarmavinnslan í um 1.200 MW_t.

Ekki eru til líkanreikningar fyrir þetta vinnslutilfalli, en þrýstingsbreytingar má meta út frá nettó vinnslu um 820 kg/s. Hitastigsbreytingar munu líklegast verða minni en þær yrðu væri vinnslan aukin um 400 MW_t (kafli 20.5.1) og meiri en þær yrðu væri um núllkost að ræða. Meðalþrýstingur í

jarðhitakerfinu gæti lækkað um 19 bar á tímabilinu 2011 til 2040 og meðalþrýstingur því orðið um 44 bar árið 2040. Hiti í efra æðakerfinu gæti lækkað um rúmar 30 °C vegna suðunnar. Hitastigsbreytingar í neðra æðakerfinu yrðu mun minni (tafla 20.2).

Niðurdæling dregur úr þrýstingslækkuninni hlutfallslega miðað við vinnsluna. Væri niðurdæling svipuð vinnsluaukningunni eða 130-150 kg/s, gæti hún dregið úr þrýstingslækkuninni um 8 bar og skilað 55-75 MW_t af hrávarma aftur til jarðhitakerfisins. Á sama hátt og fyrir 400 MW_t aukna upptöku hrávarma myndi jarðhitakerfið kólna um 20-30 °C í næstu grennd niðurdælingarinnar. Meiri niðurdæling myndi draga hlutfallslega frekar úr lækkun meðalþrýstings, skila meiri hrávarma til baka í jarðhitakerfið og kæling umhverfis niðurdælinguna myndi aukast.

20.5.3 Valkostur 3 - Reykjanesvirkjun, heildarupptaka miðast við 1000 MW_t hrávarma

Til að stækka Reykjanesvirkjun um 50 MW_e og halda hrávarmavinnslunni um eða innan 1.000 MW_t yrði að breyta vinnslustýringu jarðhitakerfisins. Þannig þyrfti um helmingur rafafsisins að vera framleiddur með þurrufu með vermi um 2.700 kJ/kg. Hrávarmavinnsla þeirra væri þá kringum 350 MW_t og hrávarmavinnsla úr djúpkerfinu um 650 MW_t. Í byrjun gæti vinnslan þá verið 560-600 kg/s, þar sem minnst 130 kg/s kæmi frá þurrufuholum eða eingöngu úr efra æðakerfinu. Líkanreikningar hafa ekki verið gerðir fyrir þetta tilfelli, en með samanburði við reiknuð tilfelli má ætla að lækkun meðalþrýstings verði minni en fyrir önnur tilfelli. Þannig gæti lækkun meðalþrýstings orðið alls rúm 30 bar árið 2040 og þrýstingslækkun þá um 6-7 bar á tímabilinu 2011-2040. Óvíst er hvert afl gufupúðans er en hann kemur til með að vaxa á næstu 3-6 árum. Þó má búast við að kæling í gufusvæðinu og þar með efra æðakerfinu verði meiri en í hinum tilvikunum eða yfir 40 °C á tímabilinu. Toppþrýstingur gufuholna gæti því farið niður í 23-30 bar.

Eins og fyrir aðra valkosti getur niðurdæling dregið úr lækkun meðalþrýstings. Verði niðurdæling í jarðhitakerfið um 150 kg/s getur hún dregið úr þrýstingslækkuninni um allt að 7 bar, þannig að eftir 2010 gæti meðalþrýstingur haldist nær óbreyttur út tímabilið. Þá skilar niðurdælingin 55-75 MW_t af hrávarma aftur niður í jarðhitakerfið. Óvíst er hvort eða hversu mikið niðurdælingin myndi draga úr þróun gufupúðans og ræðst það að nokkru af hvar dælt yrði niður. Með samanburði við hina valkostina má þó álykta að kæling frá niðurdælingu verði aðallega í næstu grennd hennar. Hins vegar mun hærri meðalþrýstingur í jarðhitakerfinu hægja á þróun gufupúðans þannig að myndun hans yrði svipuð og nú á sér stað. Alls ekki er ljóst hvort vinnslustýring sem þessi skili bestri nýtingu jarðhitakerfisins til lengri tíma. Yrði þessi leið valin er ljóst að bora þyrfti fleiri holur í gufusvæðið. Þá þyrfti að stækka gufuvinnsluvæðið og bora holur á víðfeðmara svæði en nú er gert. Í byrjun myndu þær ráðast miðsvæðis í æðakerfið á 800-1200 m dýpi. Óvíst er hvort varmatap til yfirborðs ykist því aukin gufuvinnsla úr efri jarðlögum gæti jafnvel dregið úr því. Samhliða því að meiri vinnsla er flutt yfir á gufusvæðið eða í efra æðakerfið þá er dregið úr vinnslu úr neðra æðakerfinu. Þessi vinnsla gæti reynst varhugaverð þar sem reynslan af rekstri jarðhitakerfisins í Svartsengi hefur glögg leitt í ljós að hámarks nýtni vinnslunnar fæst með því að vinna sem mest úr gufupúðanum en þó ekki um of, taka úr djúpkerfinu það sem á vantar og stjórna svo þrýstilækkuninni með niðurdælingu.

20.5.4 Áhrif á jarðhitageyminn án stækkunar Reykjanesvirkjunar

Núllkostur miðast við að ekki verði af stækkun Reykjanesvirkjunar, heldur haldi virkjunin áfram að framleiða 100 MW_e. Gert er ráð fyrir að vinnsluholurnar hefðu svipaða vinnslueiginleika og núverandi vinnsluholur. Þó getur þækilvirkjunin bæst þar við þar sem vinnsla yrði ekki aukin fyrir hana. Miðað við upphaflegt vermi borholna, 1.300 kJ/kg, væri hægt að fá allt að 50 MW_e út úr þækilvirkjun. Í gufuhverflinum er talið skynsamlegt að hafa einnig háþrýstiprep til að vege upp á móti hækkandi vermi borholna (þar með minna af þækli), svo og til vara þegar önnur núverandi tveggja véla eru í upptekt.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Líkanreikningar benda til að í efra æðakerfinu muni gufusvæðið halda áfram að þróast og mynda öflugan gufupúða á næstu 3-6 árum. Þegar lengra líður mun draga úr afkastagetu gufupúðans vegna kælingar bergsins. Hitastig í gufusvæðinu gæti lækkað um allt að 20 °C vegna suðunnar út í bergi. Án niðurdælingar mun meðalþrýstingur í jarðhitakerfinu lækka um 12 bar eftir 2011 þannig að lækkun meðalþrýstings verði alls um 37 bar árið 2040. Í efra æðakerfinu mun þrýstingslækkunin teygja sig meira til suðausturs. Í neðra æðakerfinu mun þrýstingslækkunin dreifast jafnar til allra átta og hitastig mun eitthvað lækka, en lítið miðað við í efra æðakerfið.

Vegna myndunar gufupúða mun vermi jarðhitavökvans, sem unninn er, hækka á næstu 5-10 árum og upptekinn jarðhitavökvinn að sama skapi minnka. Vinnslan færi væntanlega niður fyrir 450 kg/s og hrávarmavinnslan orðið um 700 MW_t. Þegar lengra líður mun draga úr afli gufupúðans vegna kælingar af völdum suðu út í bergi. Vermíð mun þá fara aftur lækandi og vinnslan aukast eitthvað aftur. Hrávarmavinnslan gæti þá farið aftur yfir 800 MW_t.

Þó ekki komi til stækkunar Reykjanesvirkjunar verður niðurdælingu í jarðhitakerfið komið á. Eins og fyrr segir dregur niðurdæling úr þrýstingslækkuninni í hlutfalli við upptektina. Yrði 100-150 kg/s dælt niður í jarðhitageyminn gæti hún numið 17-25% af upptektinni. Það drægi úr þrýstingslækkuninni um a.m.k. 7-9 bar. Hrávarminn sem sú niðurdæling skilaði til jarðhitakerfisins væri 45-75 MW_t (tafla 20.2).

20.5.5 Umsögn Orkustofnunar

Núllkostur:

Núllkostur gerir ráð fyrir að reist verði 50 MW vélasmæðna með lágþrýstiskilju. Samkvæmt h. lið 1. tölul. 2. mgr. 18. gr. reglugerðar nr. 1123/2005, um mat á umhverfisáhrifum, felst í núllkosti að ekkert skuli aðhafast. Í ljósi þessa er framangreind stækkun ekki núllkostur.

Fyrsti og annar valkostur:

Framkvæmdakostir eitt og tvö fela í sér 400 og 300 MW aukna hrávarmatöku. Óvissa í langtímasvörun kerfisins við slíki aukningu er það mikil, að mati Orkustofnunar, að ómarktækt er að aðgreina slíka kosti eins og gert er í töflu 20.2 en það getur vakið ranghugmyndir um spágetu reiknilíkansins. Þrýstingur í vinnsluholum hélt áfram að falla á síðasta ári og því er ljóst að vinnslan sem fylgir núverandi virkjun er ekki komin í jafnvægisástand. Við aukna upptöku hrávarma úr slíku kerfi eykst hættan á náttúruvá og hugsanlegum rekstrartruflunum sökum þessa. Af þeim sökum taldi Orkustofnun í fyrri umsögn að ótímabært væri að auka hrávarmatöku. Við langvarandi suðu er hættan á gufuburð í efri vatnsæðum hola og dvínandi afli þeirra. Áhrifin geta verið til langs tíma og óafturkræf.

Þriðji valkostur:

Þriðji valkosturinn gerir ráð fyrir aukinni raforkuvinnslu innan gildandi nýtingarleyfis, 800-1000 MW nettó af hrávarma. Orkustofnun tekur undir með HS Orku að ekki sé unnt að reisa 200 MW_e jarðvarmavirkjun með einungis 800-1000 MW af hrávarmatöku innan gildandi skipulags. Orkustofnun óskaði sérstaklega eftir því að skoðaðar yrðu leiðir til að nýta betur þann hrávarma sem upp er tekinn úr dýpri hluta geymisins og gufu sem honum fylgir í efri jarðlögum en taldi þá eðlilegt að uppsett afl fyrirhugaðrar virkjunar væri í samræmi við gildandi leyfi. Virkjun sem framkvæmdaraðili hyggst reisa rúmast greinilega ekki innan gildandi nýtingarleyfis miðað við núgildandi skipulag að mati Orkustofnunar.

Svar: Rétt er að í kafla 20 um jarðhitageyminn er í umfjöllun um núllkost talað um að allt að 50 MW_e þækilvirkjun gæti bæst við. Einnig er þar tekið fram að vinnsla yrði ekki aukin fyrir þá virkjun. Gagnvart jarðhitageyminum er þetta núllkostur því engin vinnsluaukning á

sér stað úr geyminum fyrir mögulega þækilvirkjun. Í þækilvirkjuninni væri eingöngu verið að nýta betur þá varmaorku sem þegar er uppi og til staðar í núverandi virkjun.

HS er ekki kunnugt hvort vinnsla úr jarðhitakerfi hafi nokkurs staðar verið hætt í heiminum til að sjá hvernig jarðhitakerfin endurheimtu fyrra ástand. Vinnsla hefur hins vegar aukist og minnkað í nokkrum jarðhitakerfum sem vitað er um. Alls staðar þar sem vinnsla hefur minnkað hefur kerfið byrjað að leita aftur til fyrra ástands. Flestir útreikningar sem hafa verið gerðir fyrir jarðhitakerfi benda til að þrýstingslega jafni kerfin sig á álíka löngum tíma og vinnsla hefur staðið yfir, en hitalega á lengri tíma. Það eru því engar upplýsingar kunnar HS sem gefa til kynna að vinnsla jarðhita valdi óafturkræfum breytingum á jarðhitageyminum. Öll háhitakerfi landsins eru á virka jarðskjálfta- og gosbeltinu sem gengur í gegnum landið og er hluti af rekbelti Atlantshafshryggjarins. Náttúruvá er því ávallt fyrir hendi og heldur ólíklegt að hún aukist við það að jarðhitinn sé nýttur. Sama er hvaða starfssemi er á svæði sem verður fyrir náttúruvá, sú starfssemi verður fyrir rekstrartruflunum. Í því sambandi skiptir meira máli að til séu mótaðar starfsaðferðir til að takast á við slíkar truflanir.

Þó heildaraflgeta virkjunar gæti nálgast 200 MW_e eftir stækkun þá kallar sú aflaukning ekki á tvöföldun vinnslu úr jarðhitageyminum. Eins og áður er komið fram yrði vinnslan aukin fyrir 50 MW_e aflaukningu, en 30-50 MW_e aflaukning með þækilvirkjun fengist með betri orkunýtingu þess vökva sem kæmi frá hinum hluta virkjunarinnar. Eins og tekið er fram í kafla 20.6 er meiri óvissa um aflaukningu innan þriðja valkosta og mun sá valkostur hafa áhrif á rekstrarstýringu jarðhitageymisins.

Einn tilgangur þess að stilla upp þessum þremur valkostum er að fjalla um mismunandi umhverfisáhrif þeirra og þá einkum á jarðhitageyminn. Með því eru settar fram víðtækari upplýsingar sem geta styrkt ákvarðanatöku varðandi framkvæmdir.

20.6 Áhrif mismunandi valkosta

Tafla 20.2 sýnir nokkrar kennitölur fyrir mismunandi valkosti fyrir stækkun Reykjanesvirkjunar samanber umfjöllun um valkosti að ofan. Í töflunni má sjá að þrýstingslækkun verður mest við 400 MW upptöku hrávanna en mest kæling í efra æðakerfinu verður við 150 MW_e framleiðslu innan núverandi 1.000 MW nýtingarleyfis. Þessar niðurstöður eru háðar því að áform um niðurdælingu gangi eftir.

Gangi niðurdæling affallsvatns eftir mun jarðhitakerfið á Reykjanesi verða rekið með svipuðum hætti og nú, en við mun minni hraða þrýstingslækkunar. Lækkun meðalþrýstings í jarðhitakerfinu getur þá orðið svipuð eða jafnvel minni en sýnt er á mynd 20.7.

Takist niðurdæling ekki og miðað við stækkaða virkjun verður lækkun meðalþrýstings um 50 bar eftir um 15 ár. Suða í jarðhitakerfinu magnast, gufupúði hefur myndast um miðbik vinnslusvæðisins í efra æðakerfinu og þar sem hiti er hæstur í neðra æðakerfinu hefur myndast tvífasa ástand. Vegna suðunnar hækkar meðalvermi vinnsluholna væntanlega yfir 2.000 kJ/kg og gufuhlutinn frá skiljum hækkar frá um 25% í minnst 55-65%. Þar sem gufuhlutinn meira en tvöfaldað þá er hægt að draga úr vinnslunni eða massaupptektinni um þriðjung um leið og haldið er nægjanlegri gufu fyrir virkjunina. Um leið og dregið er úr vinnslunni með hækkanandi vermi dregur einnig úr þrýstingslækkuninni. Því er reiknað með að lækkun meðalþrýstings verði í líkingu við spáreikninga sem sýndir eru á mynd 20.7.



Tafla 20.2 Saman dregnar kennitölur fyrir mismunandi valkosti fyrir stækkun Reykjanesvirkjunar út frá niðurstöðum reiknilíkans sbr. kafli 20.3.

	Valkostur 1	Valkostur 2	Valkostur 3	Núllkostur
Viðbótar vinnsla árið 2011 (kg/s)	Um 300	Um 130	Breytt vinnslustýring	0
Heildarvinnsla árið 2011 (kg/s)	Allt að 950	Um 800	560-600	600-650
Uptaka hrávarma (MW _t)	1.335	1.200	1.000	935
Þrýstingslækkun 2011 til 2040 (bar) án niðurdælingar	26	19	6-7	12
Niðurstöður þar sem miðað er við 130-150 kg/s niðurdælingu				
Niðurdæling minnkar þrýstingslækkun um (bar)	7	8	7	7-9
Þrýstingslækkun frá upphafi rekstar 2006 til 2040 (bar)*	44-51	36-44	30-31	28-37
Hitalækkun í efra æðakerfi, gufupúða (°C)	≤ 40	30	≥ 40	20
Niðurdæling MW _t	60-75	55-75	55-75	45-75
Nettó uptaka hrávarma (MW _t)	1.260-1.275	1.125-1.145	925-945	860-890
Raforkuframleiðsla (MW _e)	150	150	150	100

Ávallt ríkir óvissa um orkugetu og hegðun fyrirhugaðra virkjunarsvæða á meðan aflað er reynsla um viðbrögð jarðhitakerfisins við upptöku á jarðhitavökva (Sveinbjörn Björnsson, 2006). Einnig er mjög erfitt að leggja mat á óvissu í einstökum valkostum. Óvissan er hvað mest í að halda vinnslu innan gefinna hrávarmamarka. Því er það mat framkvæmdaraðila að óvissa sé mest varðandi áhrif valkostar 3, einkum í ljósi þess að þá þyrfti að fara í meiri nýtingu gufusvæðisins áður en betur kemur í ljós hvernig gufupúðinn muni þróast. Minnst óvissa um áhrif nýtingar á jarðhita fylgir valkosti 1 en með honum fæst meira svigrúm til að auka hrávarmaupptöku.

Til þess að tryggja varanlega (sjálfbæra) vinnslu úr jarðhitaauðlindinni er ljóst að ef mælingar á þrýstingi, hita eða efnafræði sýna breytta þróun eða meiri frávik frá líkanreikningum en eðlilegt getur talist þá mun HS bregðast við með því að breyta vinnslustýringu eða grípa til annarra viðeigandi aðgerða. Í þessu sambandi mun HS hafa reglulegt samráð við Orkustofnun (OS) um hvernig vinnsla á Reykjanesi samrýmist viðmiðunum um varanlega vinnslu og miðla reglulega til OS niðurstöðum vöktunar og líkanreikninga m.a. með vísan til 22. gr. laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu. Í 22. gr. laganna segir að handhafi rannsóknar- eða nýtingarleyfis skuli eigi sjaldnar en árlega og við lok leyfistíma senda OS skýrslu þar sem fram koma upplýsingar um niðurstöður leitar og rannsókna, upplýsingar um eðli og umfang auðlinda, heildarmagn og mat á verðmæti auðlindar sem nýtt hefur verið og fleiri atriði samkvæmt nánari ákvæðum í viðkomandi leyfi. Þá skal leyfishafi senda sýni af jarðfræðilegum eignum óski OS þess. Einnig segir í greininni að við jarðboranir skuli færa dagbók er gefi upplýsingar um staðsetningu holunnar, jarðlög, gerð þeirra og dýpi, hvenær vatn eða gufa kemur í holuna, hitastig og önnur atriði. Ef OS mælir svo fyrir er leyfishafa jarðborunar skylt að tilkynna henni þegar í stað er heitt vatn eða gufa kemur upp eða eykst í borholu. Með ábyrgri nýtingu, markvissri vöktun á jarðhitaauðlindinni og samráði við opinberan eftirlitsaðila telur HS að markmiðum um varanlega (sjálfbæra) vinnslu verði fullnægt.

Bætt nýting jarðhita með byggingu þækilvirkjunar er í samræmi við stefnumörkun Íslenskra stjórnvalda varðandi sjálfbæra þróun. Einnig má benda á að í tengslum við vinnslu á jarðhita á Reykjanesi verður til mikil þekking og reynsla sbr kafli 31 en þekking er ein af grunnstoðum sjálfbærrar þróunar.

20.6.1 Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila

Samkvæmt röksemdum í [frummats]skýrslunni mun enginn valkostur valda varanlegum skaða á sjálfbærri nýtingu kerfisins, en valkostur 3) er talinn sístur vegna þess að honum fylgir mest óvissa um "hvort hann skilar bestri nýtingu jarðhitakerfisins til lengri tíma lítið". Til að draga úr þessari óvissu telur Umhverfisstofnun æskilegt að hafa lengri rekstartíma á núverandi virkjun og nýta rannsóknir/vöktun á framvindu jarðhitakerfisins sem þekkingargrunn. Meiri gögn væru til þess fallin að gera betri spá fyrir bestu nýtingu jarðhitans til lengri tíma, og væri það í anda sjálfbærrar nýtingar.

Svar: Hvað rekstrarreynsla varðar þá er besta vöktun auðlindarinnar fólgin í því að hafa sem flestar holur til að fylgjast með jarðhitakerfinu og stýra vinnslu þannig að besta nýtni fái st. Þannig mætti t.d. hugsa sér að tímabundin aukin vinnsla úr gufupúðanum gæti hvílt undirliggjandi jarðhitageymi og öfugt. Því er staðreyndin sú að besta mótvægisáðgerðin er fólgin í aukinni nýtingu úr gufupúðanum.

Rétt er að benda á að mældur þrýstingur er ekki við jaðra jarðhitasvæðisins heldur við jaðra núverandi vinnslusvæðis. Jaðrar jarðhitakerfisins eru enn fjær og hafa ekki verið afmarkaðir nema óbeint. Hraði niðurdráttar er nokkurn veginn sá sami við jaðra vinnslusvæðisins og inn við miðju þess. Því dregur eins úr hraða niðurdráttar við miðju vinnslusvæðisins eins og við jaðra þess. Ástæða meiri niðurdráttar inn við miðju vinnslusvæðisins er meiri þéttleiki vinnsluholna þar. Við framreikning sérhæfða reiknilíkansins 2008 fyrir spár til 2040 var ekki grundvöllur að mati HS til að ráðast í tímafreka stillingu líkansins til að nálgast betur þrýstingsbreytingar við miðju vinnslusvæðisins. Aðeins vinnslusaga eins árs hafði bæst við fyrri reikninga og líkanið hermdi á viðunandi hátt breytingar á meðalþrýstingi í jarðhitakerfinu eins og hann mælist í útjaðri mestu áhrifa vinnslunnar. Miðað við fyrirliggjandi gögn telur HS að líkanið gefi raunhæfar hugmyndir um meðalbreytingar sem verða á hita og þrýstingi í jarðhitakerfinu næstu árin fyrir þau skilyrði sem reiknað er fyrir. Meiri gögn til lengri tíma og frekari stilling reiknilíkansins geta vissulega bætt spáreikninga, en bíða gæti þurft ansi lengi við öflun gagnanna til að þrengja óvissu þeirra.

Rétt er að enn er lítil sem engin reynsla fengin af niurdælingunni á Reykjanesi. Hins vegar eru mestar líkur á að jarðhitakerfið þar muni bregðast líkt við niurdælingu eins og reynsla frá niurdælingu í önnur jarðhitakerfi hefur sýnt héraendis og erlendis. Þar má nefna niurdælingu í Svartsengi sem hefur verið samfeld í um átta ár. Sú niurdæling fór rólega af stað með svipuðu magni og byrjað verður með á Reykjanesi. Niurdæling í Svartsengi er nú meiri en helmingur þess sem tekið er upp úr jarðhitakerfinu þar og niurdráttur í jafnvægi. Markmið fyrir Reykjanes eru sambærileg. Byrjað verður með litlu magni niurdælingar í holu sem er í útjaðri núverandi vinnslusvæðis. Vegna nálægðar holunnar við aðrar vinnsluholur getur orðið vart við þrýstingsstuðning af niurdælingunni fljótlega, en hversu fljótt það verður ræðst að hluta af magni niurdælingar. Hins vegar getur staðsetning niurdælingar breyst frá núverandi hugmyndum komi í ljós að kæling berist að vinnsluholunum. Eins geta hlutföll skiljusjárvar og þéttivatns sem fara til niurdælingar breytst með fenginni reynslu, en núverandi hugmyndir taka mið af fenginni reynslu í Svartsengi.

Jarðhitakerfið er að framleiða gufu fyrir 100 MW_e virkjun og það dregur úr þrýstingslækkuninni í kerfinu líkt og reiknað er með. Þó framtíð sé ávallt óþekkt er ekkert sem bendir enn til að jarðhitakerfið geti ekki haldið þeirri framleiðslu áfram. Reikniaðferðir sem byrjað var að færa yfir á jarðhitakerfi fyrir 30 árum síðan eru nú notaðar til að herma hegðun þeirra, jafnvel áður en nokkur vinnsla hefst. Reiknilíkönin hafa sýnt notagildi sitt við rekstrarstýringu jarðhitakerfanna og til að draga úr áhættu við virkjun þeirra. Sérhæfða reiknilíkanið notar þessar aðferðir og niðurstöður þess sýna að jarðhitakerfið á Reykjanesi eigi að geta framleitt gufu fyrir 150 MW_e virkjun.

20.7 Vöktun

Auk vöktunar á yfirborðsvirkni er fylgst með jarðhitakerfinu. Vöktunin felst aðallega í eftirfarandi þáttum:

- Hita- og þrýstingsmælingar: Ein djúp eftirlitshola, hola RN-16, er á svæðinu og eru gerðar mælingar í henni að jafnaði þrisvar á ári. Í viðhaldsstoppum eru mældar 2-4 vinnsluholur á ári. Þá er minnst ein vinnsluhola sem er ekki í notkun mæld á ári. Auk þess koma tilfallandi mælingar sem tengjast rekstri. Mælingarnar sýna breytingar í hita í nágrenni þeirra holna sem eru mældar hverju sinni og þrýstingsbreytingar í jarðhitakerfinu, niðurdrátt næst vinnsluholum og meðalþrýsting fjær þeim.
- Efnasýni: Efnasýni eru tekin allt að tvisvar á ári úr um 12 vinnsluholum. Efnagreiningar þeirra gefa til kynna breytingar í jarðhitavökvanum sem kemur upp um borholurnar ásamt breytingum í gasmagni frá þeim.
- Líkanreikningar: Metin er massataka úr jarðhitakerfinu fyrir hvert ár og er það notað ásamt hita- og þrýstingsmælingunum til að uppfæra reiknilíkön fyrir jarðhitakerfið. Eftirlitsreiknilíkanið og önnur einfaldari líkön eru uppfærð nær árlega. Sérhæfða reiknilíkanið verður endurskoðað á um 5-10 ára fresti. Aðeins stærri rekstrar- eða náttúrubreytingar kalla á örari endurskoðun þess. Nú er eftirlitsreiknilíkanið í gagngerðri endurskoðun og uppfærslu. Með líkönunum má reikna spár nokkur ár fram í tímann sem hjálpa við rekstrarstýringu jarðhitakerfisins.

20.8 Mótvægisáðgerðir

- Niðurdæling verkar til mótvægis gegn þrýstingslækkun.
- Nýting gufupúða

20.9 Niðurstaða

Einkenni: Jarðhitakerfið á Reykjanesi einkennist af vinnsluhæfum jarðhita.

Umfang: Áhrif framkvæmdarinnar á jarðhitakerfið eru staðbundin. Í kjölfar aukinnar upptöku á jarðhitavökva úr jarðhitageyminum má búast við þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu. Niðurdæling skiljuvatns niður í jarðhitageyminn hjálpar til við að viðhalda þrýstingi í jarðhitakerfinu.

Verndargildi: Á ekki við.

Lög, reglur og áætlanir: Framkvæmdasvæði á Reykjanesi er að mestu á svæðum sem skilgreind eru sem iðnaðar- og orkuvinnslusvæði á aðalskipulagi Reykjanesbæjar og Grindavíkurbæjar og í samræmi við stefnumörkun sveitarfélaganna um nýtingu auðlinda. Framkvæmdin fellur undir lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörð. Það er mat framkvæmdaraðila að þrátt fyrir niðurdrátt í upphafi vinnslu, muni nýtingin verða hagkvæm til lengri tíma litið. Áhrif á jarðhitakerfið eru mjög sambærileg og þau sem hafa verið í Svartsengi. Nýting auðlindarinnar fellur að mati framkvæmdaraðila ágætlega að markmiðum um sjálfbæra þróun og er að sama skapi í samræmi við stefnu íslenskra stjórnvalda um sjálfbæra þróun í íslensku samfélagi. Valkostir 1 og 2 kalla á umsókn um leyfi fyrir aukinni nýtingu úr jarðhitakerfinu á Reykjanesi.

Tími og eðli áhrifa: Framkvæmdin mun hafa í för með sér breytingu á auðlindinni sem kemur meðal annars fram í þrýstingslækkun og myndun gufupúða. Samkvæmt fyrirbyggjandi upplýsingum og líkanreikningum eru breytingar af þessu tagi afturkræfar eftir að vinnslu jarðhita úr kerfinu hefur verið hætt.

Niðurstaða: Nokkur óvissa ríkir um áhrif virkjunarinnar á auðlindina, bæði sökum skamms bor- og vinnslutíma á svæðinu en tilgangur framkvæmdanna er m.a. að bæta við þekkingu á auðlindinni. Út frá ofangreindu er það mat framkvæmdaraðila að áhrif valkosta á jarðhitageyminn séu eftirfarandi:

- Valkostur 1 leiðir af sér meiri þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu en aðrir valkostir og hefur **óveruleg-talsverð** neikvæð áhrif auk nokkurrar óvissu um áhrif.
- Valkostur 2 hefur **óveruleg-talsverð** neikvæð áhrif auk nokkurrar óvissu um áhrif.
- Valkostur 3 kallar á breytta vinnslustýringu, hefur **óveruleg-talsverð** neikvæð áhrif og hefur í för með sér talsverða óvissu um það hvort hann skilar bestri nýtingu jarðhitakerfisins til lengri tíma lítið.

Valkostur sem felur í sér 250-300 MW aukna upptöku til framleiðslu á 50 MW_e er besti valkosturinn að mati framkvæmdaraðila.

Tafla 20.3 Samantekt á áhrifum framkvæmda á jarðhitakerfið og orkuforðann.

Áhrif framkvæmda á jarðhitakerfið og orkuforðann	
Áhrif	Framkvæmdin kemur til með að hafa áhrif á þrýsting, massaforða og hita í jarðhitageyminum. Valkostur 1 leiðir af sér mesta þrýstingslækkun. Valkostur 3 veldur mestri hitalækkun í efra æðakerfi jarðhitakerfisins.
Mótvægisáðgerðir	Niðurdæling jarðhitaaffalls í jarðhitageyminn. Nýting gufupúða
Niðurstaða	Óveruleg – talsverð neikvæð áhrif. Nokkur óvissa er um áhrif allra nýtingarkosta en mest óvissa er um áhrif nýtingarinnar miðað við valkost 3.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

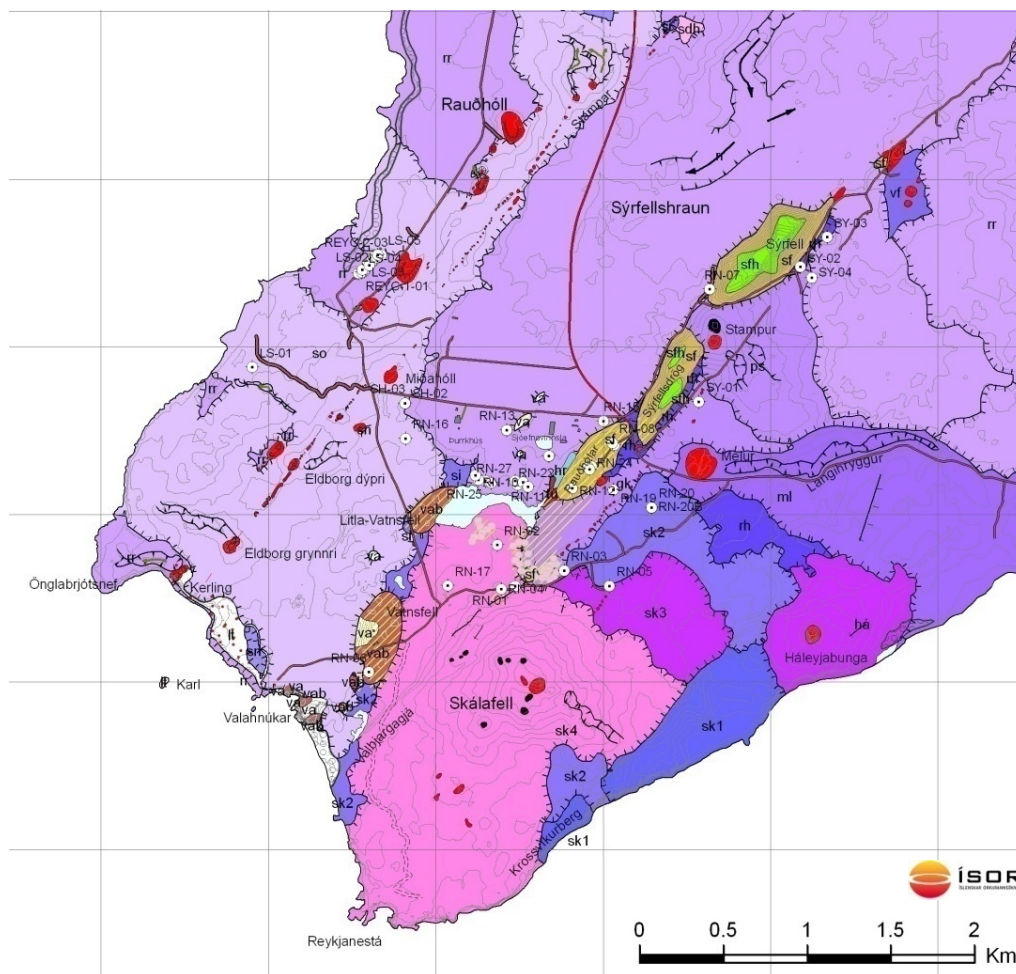
STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

21 Jarðmyndanir og virkni hvera

Umfjöllun um jarðmyndanir og virkni hvera á Reykjanesi byggir einkum á vöktun Íslenskra orkurannsókna á yfirborðsvirkni hvera (Þráinn Friðriksson og Auður Agla Ólafsdóttir, 2007), jarðfræðikorti unnu af Kristjáni Sæmundssyni jarðfræðingi og umfjöllun sérfræðinga HS Orku hf.

21.1 Jarðmyndanir á Reykjanesi

Á Reykjanesi kemur gliðnunarbelti Reykjanes hryggjarins úr sjó. Brot, gígaraðir og önnur ummerki um eldvirkni sjást þar ágætlega. Dæmi um gígaraðir eru Stampur, Háleyjabunga er dæmi um dyngju sem gaus snemma á nútíma og e.t.v. neðsti hluti Skálafells, en þar hefur jafnframt gosið a.m.k. tveimur gosum síðar, fyrir um 3000 árum og fyrir um 2000 árum. Nútímahraun þekja svæðið, klofin af ungum misgengjum og opnum gjám. Eystri hluti Reykjanesins er klofinn af misgengjum og opnum gjám, en vestari hlutinn að mestu hulinn yngri hraunum úr Stamparöðinni, en úr henni hefur gosið 3-4 sinnum á síðustu 5 þúsund árum, síðast 1226. Á undanförunum áratugum hefur HS Orka hf fjármagnað nákvæma jarðfræði- og jarðhitakortlagningu af Reykjaneskaganum frá Reykjanesá austur fyrir Fagradalsfjall og er hluti af því korti frá Kristjáni Sæmundssyni, jarðfræðingi (ÍSOR) sýndur á mynd 21.1.



Mynd 21.1 Jarðfræðikort af Reykjanesi gert af Kristjáni Sæmundssyni, ÍSOR. Á kortinu má sjá gíga (rauðir), hraun frá mismunandi tímum (fjólublá, bleik og blá) og hrauntraðir misgengi. Hvítir punktar sýna borholur á Reykjanesi.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Framkvæmdasvæðið er innan svæðis á Náttúruuminjaskrá, Reykjanes, Eldvörp og Hafnaberg, ekki síst vegna merkilegra jarðmyndana, og er sá hluti þess sem er utan iðnaðarsvæðis tilgreint sem svæði til friðlýsingar í Náttúruverndaráætlun 2004-2008. Einnig njóta jarðmyndanir á svæðinu sérstakrar verndar skv. 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999. Það á við um nánast öll hraun á svæðinu, fjölda gíga eins og Stamparöðin og Skálafell og hverasvæðið við Gunnuhver.

Í skýrslu um mat á verndargildi jarðminja á háhitasvæðum fjalla Helgi Torfason og Kristján Jónasson (2006) m.a. um Reykjanes. Þar segir m.a. að staðsetning orkuvers með tilheyrandi borplönnum, leiðslum og lögnum skipti miklu máli. Merkar jarðmyndanir hafi ekki verið eyðilagðar með virkjun á Reykjanesi en sjónrænt gildi þeirra hafi minnkað (Helgi Torfason og Kristján Jónasson, 2006).

Í stefnumörkun ríkisstjórnar Íslands segir um markmið verndunar sérstæðra jarðmyndana:

- Fjölbreytni jarðmyndana verði varðveitt með því að vernda þær sem eru sérstakar eða einstakar á svæðis-, lands- eða heimsvísu.
- Gengið verði frá skipulegu yfirliti yfir jarðmyndanir á Íslandi sem verði grunnur að markvissri verndun þeirra.

21.1.1 Hverir

Sunnan iðnaðarsvæðisins á Reykjanesi er hverasvæði með fjölbreyttum jarðhitamyndunum, leirhverum, gufuhverum, kísilhrúðri vegna gamallar goshveravirkni, og mislitum jarðhitaleir.

Í yfirliti Kristjáns Sæmundssonar (1997 og 1998) um jarðmyndanir og hverir á svæðinu kemur fram að talsverðar náttúrulegar breytingar hafa orðið á hverasvæðinu í gegnum árin. Einkum er það goshverinn suðvestan við aðalhverina auk Gunnuhvers sem nefndur er í sambandi við hverabreytingar. Vitnar Kristján þar til frásagna allt aftur til ársins 1863 þegar fyrsta ferðin gagngert til að skoða hverina var farin þá um sumarið. Þorvaldur Thoroddsen lýsti hverasvæðinu á Reykjanesi eftir heimsókn sína þangað sumarið 1883, sérstaklega Gunnuhver. Einnig lýsir hann hól úr kísilhrúðri sem er skammt suðvestan við Gunnuhver.

Sumarið 1905 er von Knebel á ferð um Reykjanes. Hann skrifaði lýsingu á hverunum og málaði af þeim myndir. Á myndum hans er horft suðvestur yfir hverasvæðið í átt til Vatnsfells og sjást þar Gunnuhver, Kísilhóllinn og „nýr gufuhver“. Afstaða hveranna til auðþekkjanlegra kennileita sýnir að þessi „nýi gufuhverinn“ er þar sem seinna mynduðust goshverir. Þeir voru virkir með hvíldum fram yfir 1970. Líklega má rekja þennan nýja goshver til jarðskjálfta árið 1899 en þá opnaðist 200 faðma löng sprunga við Gunnuhver og rauk víða úr henni. Líkt gerðist í jarðskjálfta árið 1967. Kristján Sæmundsson nefnir fleiri frásagnir af goshverum m.a. um hver sem myndaðist í skjálfta 1919 (Hverinn 1918 eða 1919) og Valtýr Stefánsson, ritstjóri á Morgunblaðinu og Árni Óla blaðamaður segja frá í Lesbók Morgunblaðsins 1926.

Að sögn Kristjáns hafa mestar breytingar á hverasvæðinu síðustu 20-30 árin orðið kringum hverina. Hverinn 1918 er kaldur eða því sem næst og er þar nú mosagróin laut. Kristján telur hugsanlegt að vinnsla úr jarðhitakerfinu hafi valdið lækun hins heita jarðsjávarborðs. Hins vegar sé ljóst að sjóhverirnir hafa verið óstöðug fyrirbæri, sem lifuðu við jarðhræringar og lognuðust útaf þegar hægðist um (Kristján Sæmundsson, 1997).

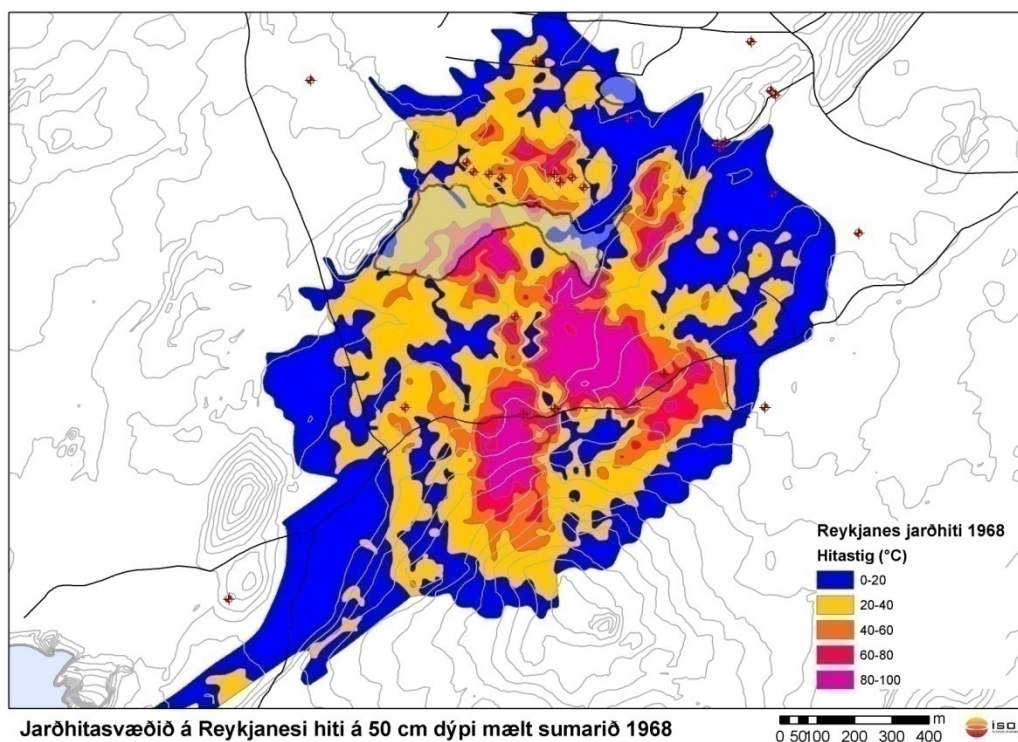
Gunnuhver eða Gunna mun hafa verið öflugur gufuhver norðan við Kísilhól en nafnið er í dag notað yfir öflugt gufu- og leirhverasvæði (Helgi Torfason og Kristján Jónasson, 2006).

Í tengslum við rammaáætlun um mat á virkjunarkostum lét Orkustofnun gera tillögur að flokkun yfirborðsjarðhita á háhitasvæðum til að geta metið náttúruverndargildi þeirra (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson, 2005). Í þeim tillögum má sjá hvaða flokkar finnast á Reykjanesi:

- *Gufuhverasvæði:* Hverasölt, heit jörð eða skellur með gufuaugum og hverasöltum, leirhverir (leirpyttaklasar), volg jörð og heit leirflög.
- *Afrennsli frá háhitasvæðum:* Djúpvatnsblandað afrennsli og gufur af heitu grunnvatni,
- *Mannaverk á hverasvæðum:* Virkjanir, affallslón, baðstaðir og paldrar
- *Útkulnuð fyrirbrigði:* Kísilhrúður, kulnaðir hverabollar, útkulnaðir goshverir og köld leirflög.

21.1.2 Breytingar á yfirborðsvirkni

Fylgst hefur verið með yfirborðsvirkni á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi með kerfisbundnum hætti frá því sumarið 2004, eða frá því tveimur árum fyrir gangsetningu virkjunarinnar. Þá liggur fyrir jarðvegshitakort sem unnið var sumarið 1968 (mynd 21.2). Við gerð þess korts var hitastig mælt á 50 cm dýpi. Þær mælingar sem gerðar hafa verið á hverju sumri síðan 2004 eru mælingar á jarðvegshitastigi á 15 cm dýpi og mælingar á CO₂ flæði um yfirborðið. Þá var gufustreymi um gufuaugu mælt sumarið 2004 og sama ár var varmatap um yfirborð leirpytta ákvarðað en varmatap má umreikna sem gufustreymi. Að auki var tekin loftmynd á innrauðu hitasviði af svæðinu vorið 2004. Sumarið 2007 var gufustreymi frá svæðinu metið en ekki var unnt að mæla það með sama hætti og gert var árið 2004 þar sem það hafði aukist mjög mikið (Þráinn Friðriksson og Auður Agla Ólafsdóttir, 2007).



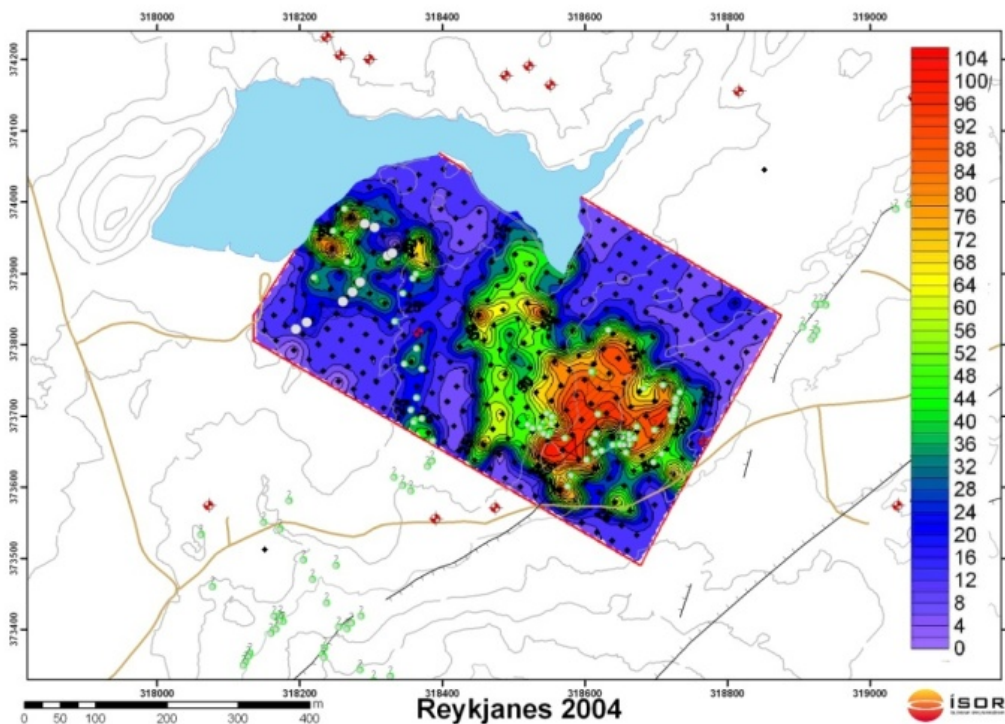
Mynd 21.2 Endurgerð hitakorts frá 1968. Allar borholur til 2009 (rauðir punktar) svo og Gráa lónið er sýnt til viðmiðunar

Samanburður á hitakortinu frá 1968 annars vegar og hitamynd og mælingum frá árinu 2004 hins vegar, sýnir að svæðið þar sem jarðhitaáhrifa gættir á yfirborði dróst verulega saman á þessu tímabili. Munar þar mest um að 1968 var heit skella í hlíðum Skálafells sem kom ekki fram á

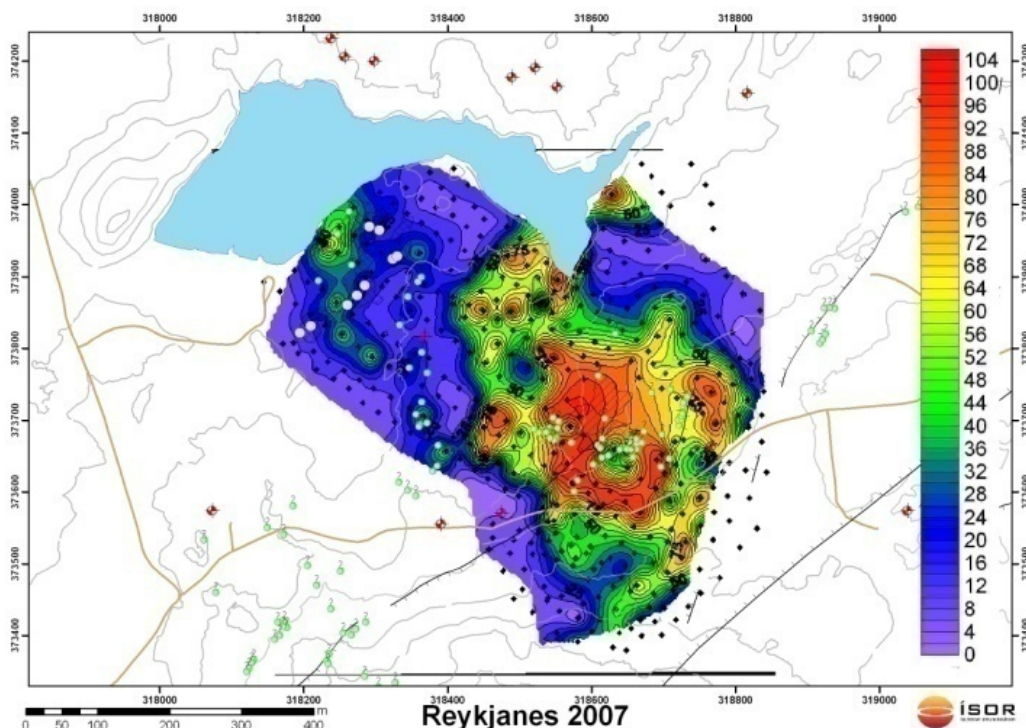
hitamyndinni árið 2004. Þessi skella teygði sig nokkuð suður fyrir veginn sem liggur sunnan Gunnuhvers.

Samkvæmt jarðvegshitamælingum ársins 2004 var varmastreymi um jarðveg um 17 MW_t, varmastreymi frá gufuaugum og leirpyttum var 2,2 og 1,2 MW_t. Þessar tölur samsvara 6,33, 0,82 og 0,45 kg/s af gufu (um jarðveg, gufuaugu og leirpytti). Einungis gufustreymi um gufuaugu er sýnilegt og mælt, gufustreymi um jarðveg og um leirpytti er reiknað. Mælt CO₂ flæði um jarðveg árið 2004 nam 13,5 tonnum á dag en það samsvarar gufustreymi sem nemur um 50 kg/s. Mismunurinn á gufustreymi sem ákvarðaður með þessum tveimur aðferðum skýrðist af því að gufan sem ber CO₂ til yfirborðs þéttist á leiðinni og varminn berst með grunnvatni lárétt út úr kerfinu (Þráinn Friðriksson o.fl., 2006).

Fljótlega eftir að Reykjanesvirkjun fór í gang, vorið 2006, varð vart við að yfirborðsvirkni á Reykjanesi færðist í aukana sem fyrr segir. Jarðvegshitamælingar þá um sumarið sýndu að heita svæðið hafði teygst sig til suðausturs en jarðvegshiti hækkaði ekki mikið á norðanverðu og vestanverðu svæðinu. Þessar breytingar sjást á mynd 21.3 og mynd 21.4, sem sýna jarðvegshitastig á 15 cm dýpi sumarið 2004 og sumarið 2007. Gasflæðimælingar sumarið 2006 og aftur 2007 sýndu að mesta gasflæðið hafði færst til suðausturs og hafði aukist í heildina um tæp 50%. Þá þótti einnig greinilegt að gufuflæði um gufuaugu hefði aukist og í ágúst 2007 var það áætlað um 6 kg/s eða um sjö sinnum meira en var sumarið 2004.



Mynd 21.3 Jarðvegshitastig á hverasvæðinu við Gunnuhver á 15 cm dýpi sumarið 2004 (ÍSÖR).



Mynd 21.4 Jarðvegshitastig á hverasvæðinu við Gunnuhver á 15 cm dýpi sumarið 2007 (ISOR).

21.1.3 Breytingar á virkni hvera samhliða vinnslu

Almennt má segja um hveravirkni á háhitasvæðum að hún er síbreytileg. Ástæðan er sú að grunnvatnsstaða og úrkoma ráða mestu um útlit yfirborðsvirkni. Í flestum tilvikum er yfirborðsvatni á háhitasvæðum haldið uppi af fölsku grunnvatnsborði sem til verður vegna jarðhitaummyndunar, og sem með tíð og tíma þéttir berggrunn þannig að yfirborðsvatn nær ekki að hripa niður. Í vorleysingum og eftir stórrigningar getur hverasvæði verið útatað sjóðandi vatns- og leirpyttum, sem hitaðir eru upp af gufu sem streymir til yfirborðs. Nokkrum vikum síðar í þurrkatíð sjást svo einungis rjúkandi gufuaugu og mislitar breiður af hverasöltum. Þannig er hátt að yfirborðsvirkni á Gunnuhverasvæðinu. Engin leið er því að tryggja að hverir og yfirborðsvirkni haldist óbreytt um aldur og ævi. Eðli hveravirkni á háhitasvæðum er allt annað en eðli hveravirkni á lághitasvæðum, og tilfærslur og breytingar á ásýnd háhitahverasvæða eru margfalt örari en breytingar á lághitasvæðum.

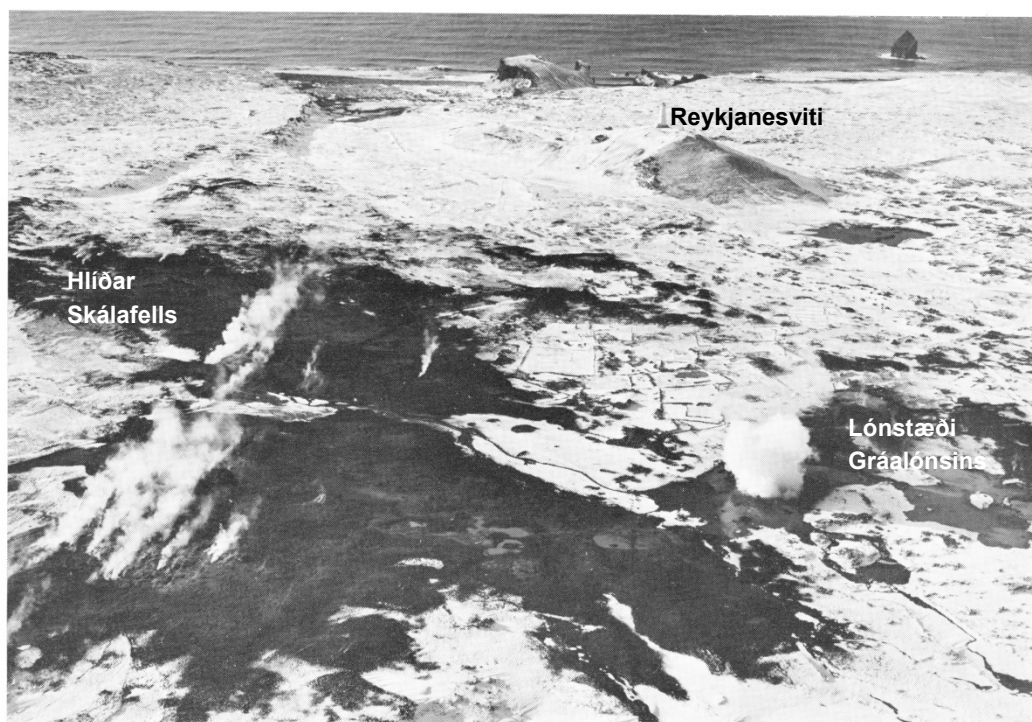
Eftir að vinnsla hófst árið 2006 hafa orðið áberandi breytingar á hverasvæðinu við Gunnuhver sem að öllum líkindum má rekja til lækkandi vatnsborðs og þar með aukinnar suðu djúpt í jarðhitakerfinu. Nýir hverir hafa myndast og þar á meðal þvert yfir vegslóðann sem lá um svæðið, svo orðið hefur að takmarka umferð. Sambærilegar breytingar, þ.e.a.s. lækkun vatnsborðs í djúpstaða jarðhitakerfinu og aukin hveravirkni, hafa orðið af náttúrunnar völdum samfara jarðskjálftahrinum (sbr. yfirlit Kristjáns Sæmundssonar 1997 og 1998). Náttúran leitar nýs jafnvægis eftir hverja slíka hrinu og jafnar sig á nokkrum árum. Aukin virkni nú vegna jarðhitavinnslu mun að sama skapi finna sér nýtt jafnvægi er fram í sækir, þó lækkun vatnsborðs samfara vinnslu sé varanlegri breyting en skammæ vatnsborðsbreyting vegna einnar skjálftahrinu. Jarðhitakerfið aðlagar sig breytingunni með aukinni suðu og varmanámi úr berginu. Gufan leitar einföldustu leiðar upp á við og getur myndað gufupúða ef hún lendir undir þéttu þakbergi, t.d. úr þéttum setlögum eða

jarðhitaummynduðu móbergi, sem hvort tveggja er til staðar á Reykjanesi. Í gufupúðanum verður heldur hærrí þrýstingur en þar var fyrir, og jafnframt reynir gufan að komast upp til yfirborðs og hittir þar fyrir grunnvatn, sem aftur getur leitt til aukinnar hveravirkni eins og nú hefur gerst á Reykjanesi. Gufupúðinn á Reykjanesi mun smám saman breiðast út lárétt undir vinnslusvæðinu (iðnaðarsvæðinu) sjálfu samfara vinnslunni en með tíð og tíma mun kæling bergsins draga úr virkinni þar sem náttúran leitar nýs jafnvægis. Gufupúði af þessu tagi hefur myndast miðsvæðis ofan til í efra æðakerfinu og hafa þegar verið boraðar tvær miðlungsdjúpar borholur (RN-27 og RN-28) niður í hann, sem virka eins og mótvægisáðgerð við aukinni yfirborðsvirkni. Báðar holur skila nær hreinni orkuríkri þurrufu sem myndi hvort eð er tapast út í umhverfið vegna djúpvinnslunnar. Því er mjög hagkvæmt fyrir virkjunina að nýta sem mest af háþrýstingsgufu úr gufupúðanum og draga þannig úr þörf fyrir „blaut“gufu neðar úr jarðhitakerfinu.



Mynd 21.5 Hverasvæðið við Gunnhver hefur breiðst suður yfir veg sem liggur um svæðið. Myndin er tekin haustið 2008.

Erfitt er að segja nákvæmlega til um þróun yfirborðsvirkni því gagnstæð áhrif geta verið í gangi samtímis í jarðhitakerfinu. Annars vegar er lækkun þrýstings vegna vinnslu sem örvar suðu og stækkun gufupúðans lárétt til hliðanna. Vegna þrýstings og meiri hreyfanleika gufu en vökva um jarðlöggin smýgur hluti gufunnar upp um veikleika í þéttum jarðlögum (þakbergi) sem liggja ofan á jarðhitakerfinu. Grunnt hitar gufan jarðsjó sem á nokkrum stöðum nær upp til yfirborðs sem hverir og leirpollar. Hins vegar er vinnsla úr gufuholum sem boraðar eru í gufupúðann í átt að miðju svæðisins, eins og ráðgert er með holu RN-17E, og soga að sér gufuna. Þannig dregur úr krafti gufunnar til að leita annars staðar upp um veikleika í jarðlögnum. Áhrif á yfirborði ráðast af því hvor þessara áhrifaþátta er ráðandi. Líklegt er að nú séu skilyrði fyrir aukinni yfirborðsvirkni. Hins vegar er líklegt að þegar lengra liður og vinnsla úr gufupúðanum eykst að þá verði skilyrði fyrir minnkandi yfirborðsvirkni.



Jarðhitasvæðið á Reykjanesi. Horft til suðvesturs.

Ljósni. Mats Wibe Lund, jr. Febrúar 1970.

Mynd 21.6 Ljósmynd sem tekin var úr lofti í febrúar 1970 sýnir vel útbreiðslu jarðhitasvæðisins þremur árum eftir skjálftahrinu. Dökkir flákar sýna afbræðslu jarðhitasvæðisins (Ljósmynd: Mats Wibe Lund, 1970).

Samanburður á náttúrulegum breytingum hveravirkni vegna jarðhræringa annars vegar og breytinga vegna jarðvarmavinnslu hins vegar er einkum erfiður vegna skorts á nákvæmum sögulegum gögnum. Í kjölfar skjálftahrinu 1967 var nýhafin rannsóknarvinna í tengslum við háhitasvæðið á Reykjanesi. Þá voru m.a. gerðar hitamælingar í jarðvegi (á 50 cm dýpi) á jarðhitasvæðinu og mun þá jarðhitavirknin hafa verið hvað frískust. Mynd 21.2 sýnir endurgert kort af niðurstöðu þeirra hitamælinga og er það unnið upp úr mynd 1.3 í skýrslu Jarðhitadeildar Orkustofnunar 1971: Reykjanes, Heildarskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðisins. Ef þetta kort er borið saman við kort á myndum 21.4 og 21.5 frá 2004 og 2007 (frá ÍSOR 2008) sést að jarðhiti næst yfirborði var mun útbreiddari og meiri ári eftir síðustu alvarlegu skjálftahrinuna en nú er. Mynd 21.6 sýnir ljósmynd sem tekin var úr lofti að vetrarlagi 1970, af Mats Wibe Lund, og sjást afbræðslur jarðhitasvæðisins þar vel svo og kröftugir hverir (Hverinn 1918 og annar kröftugur við núverandi Gráa lón). Ekki eru til nákvæmar heimildir um hvenær jarðhitasvæðið náði sömu yfirborðsvirkni og fyrir skjálftahrinuna 1967, en ljóst af þessum gögnum að það mun hafa tekið nokkur ár a.m.k. ef ekki 1-2 áratugi. Álykta má að gróðurfar hafi spillt um tíma þar sem heitast var, en síðan náð sér aftur er dró úr yfirborðsvirkninni. Á tímabilinu frá 1970 til 2000 var engin skipuleg vöktun með jarðhitasvæðinu á Reykjanesi. Yfirborðsvirkni virðist hafa verið mun útbreiddari 1968 í kjölfar skjálftans 1967 en nú er tveim árum eftir gangsetningu Reykjanesvirkjunar. Jafnframt var virkni áberandi í Skálafelli og þar sem nú er Gráa lónið, svo og norðan við Gráa lónið þar sem nú er aðal vinnslusvæði Reykjanesvirkjunar.

HS hefur í samstarfi við umhverfis-, ferðamála- og skipulagsyfirdöld í Reykjanesbæ og Grindavíkurbæ hafið vinnu til að bregðast við umhverfisbreytingum á hverasvæðinu og er skipulagsvinna þegar hafin (kafli 30.4). Aukin virkni hefur skapað aukna hættu fyrir ferðamenn og



HS ORKA HF

MAT Á UMhverfisáhrifum

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Því full þörf á að skipuleggja sem best aðgengi að svæðinu, og var reyndar full þörf á því áður en breytinga varð vart í tengslum við jarðhitavinnsluna.

21.2 Áhrif framkvæmda á jarðmyndanir

Framkvæmdir vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar geta haft áhrif á jarðmyndanir með beinni skerðingu eða röskun þeirra t.d. þar sem byggja þarf stöðvarhús, leggja lagnir eða nýja slóða. Einnig geta framkvæmdir raskað sjónrænum heildum eða samhengi jarðmyndana og reynslan hefur sýnt að vinnsla jarðhita getur haft áhrif á yfirborðsvirkni hverasvæða.

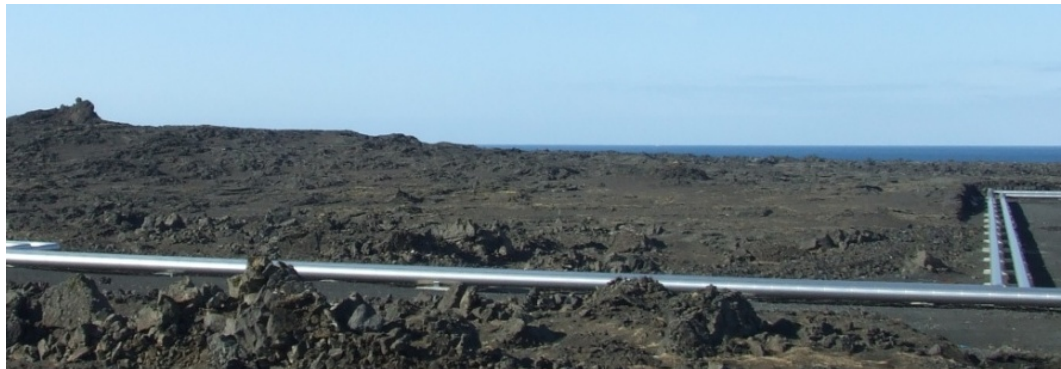
21.2.1 Bein áhrif framkvæmda á jarðmyndanir

Eins og kemur fram að framan nýtur stór hluti Reykjanes verndar skv. 37. gr. náttúruverndarlaga. Meðal þeirra jarðmyndana sem njóta slíkrar verndar er nútímahraun en það þekur stóran hluta svæðisins (kort 4) þó hluti þess sé hulin gróðri að meira eða minna leyti. Framkvæmdirnar valda beinu raski á nútímahrauni vegna stækkunar borteiga, lagna, slóða, byggingar pækilvirkjunar og aðveitustöðvar.

Tafla 21.1 Yfirlit yfir rask einstakra framkvæmdaþátta á nútímahrauni.

Framkvæmdaþáttur	Áætlað umfang rasks (m ²)	Áætlað rask á nútímahrauni (m ²)
Stækkun borteiga	14.700	4.700
Stöðvarhús	2.000	0
Pækilvirkjun	2.700	2.700
Aðveitustöð	1.700	1.700
Sjónámssvæði	1.000	1.000
Lagnir	23.640	16.000
Alls	45.740	26.100

Tafla 21.1 sýnir áætlað rask á hrauni vegna framkvæmdanna. Mest rask gæti orðið vegna lagna en þar sem þær liggja að mestu leyti samhliða núverandi lögnum er land víða raskað vegna fyrri framkvæmda. Gera má ráð fyrir að beint rask á hrauni verði einkum vegna stofnlagna frá nýrri skiljustöð og kælisjavarlagna (um 16.000 m²) en einnig vegna stækkunar sjónámssvæðis og bygginu pækilvirkjunar og aðveitustöðvar. Einnig er borteigur við holu RN-17 og lagnastæði safnæðar frá honum staðsett á hrauni sem er að talsverðu leyti hulið gróðri (sjá kort 5). Rask á hrauni fylgir einnig stækkun borteigs við borholu RN-19 og lítilsháttar við stækkun borteigs við borholu RN-22 en þar er land mikið raskað. Alls má reikna með að nútímahraun á Reykjanesi skerðist um innan við 3 ha vegna stækkunar virkjunarinnar.



Mynd 21.7 Byggingarreitur pækilvirkjunar er í hrauninu handan stofnlagna sem liggja þvert á myndina.

Við undirbúning framkvæmda hefur verið miðað að því að brjóta sem minnst af óröskuðu landi undir mannvirki, t.d. með því að staðsetja þau á þegar röskuðum svæðum og bora holur frá núverandi borteigum. Með þessu hefur verið dregið sem kostur er úr raski, þ.m.t. á eldhrauni. Einnig kemur fram í kafla 8.1.4 að fylgt verður verklagi við frágang borteiga sem miðar að því að fella þá að landslagi.

Rask varð á jarðmyndunum vegna byggingar núverandi virkjunar, einkum á nútímahrauni. Að því leyti verður um að ræða uppsöfnuð áhrif (samlegðaráhrif) núverandi virkjunar og fyrirhugaðra framkvæmda.

21.2.1.1 Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila

Að mati Umhverfisstofnunar hefur nýting jarðhita á Reykjanesi fylgt mikið rask á eldhrauni og hverum, sem njóta sérstakrar náttúruverndar samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd og eru á náttúruminjaskrá. Í fyrirhugaðri stækkun virkjunarinnar felst meiri nýting hitaorku svæðisins ásamt meira raski á eldhrauni. Samkvæmt frummatsskýrslu er talið líklegt að helstu breytingar hafi þegar komið fram og stækkunin muni hafa lítil umframáhrif á hverasvæðið. Umhverfisstofnun telur of skamman tíma hafa líðið til að hægt sé að álykta að hverasvæðið haldist óbreytt. Hinar snöru breytingar á skömmum rekstrartíma virkjunarinnar gefa tilefni til að það þurfi að vakta hverasvæðið, til að tryggja öryggi ferðamanna og til að kanna frekar tengsl jarðhitanýtingar við yfirborðsvirkni. Umhverfisstofnun tekur undir þá fyrirætlun framkvæmdaraðila að reyna að halda mannvirkjagerð sem mest innan núverandi iðnaðarsvæðis og lágmarka spjöll á jarðmyndunum.

Svar: Rask á hrauni sem tengist rekstri HS á Reykjanesi lýtur að því er tekur til byggingar orkuvers, holustæða, vega og gufulagna. Í umhverfisstefnu HS segir m.a.: „HS Orka hf stefnir af einurð að því að áhrifin af starfsemi hennar raski sem minnst eðlilegu ástandi og jafnvægi láðs, lagar og lofts og samfélagi manna, dýra og gróðurs.“ Nýjar framkvæmdir vegna stækkunar virkjunarinnar taka mið af þessari stefnu og er reynt að forðast rask á eldhrauni eins og kostur er. Hins vegar tók fyrirtækið í arf raskað svæði vegna eldri framkvæmda. Þar með talið eru boranir holna 1 til 9 og að auki hefur rask fylgt Saltverksmiðjunni og fiskvinnslufyrirtækjum á svæðinu. Þá var utanvegaakstur talsverður áður en HS tók við hluta svæðisins og hefur hann víða skilið eftir sig spor. HS myndi ekkert fremur kjósa en að illa ásigkomnum mannvirkjum verði komið í betra horf. Er HS að því leyti sammála UST um að þau séu mikil lýti á svæðinu og þörf á úrbótum brýn.

Hvað rask á hverum varðar, þá hefur HS ekki raskað hverum með beinum framkvæmdum, en hins vegar hefur orðið breyting á hverasvæðinu vegna niðurdráttar og aukins gufustreymis til yfirborðs. Í frummatsskýrslu er bent á að umfang breytinga á hverasvæðinu sé hliðstætt breytingum á svæðinu sem verða af náttúrunnar völdum og að

Þær geti jafnað sig með tíma. Jafnframt er á það bent að mældar hitabreytingar á hverasvæðinu á árunum eftir jarðskjálftahrinu 1967 voru sýnu meiri en þær breytingar sem nú eru orðnar. Í frummatsskýrslu kemur fram að vinnsla úr gufusvæðinu getur virkað sem mótvægi við þær breytingar. Sama má segja um niðurdælingu, sem tilraunir eru hafnar með.

21.2.2 Áhrif framkvæmda á yfirborðsvirkni

Ekki er ljóst hvernig yfirborðsvirkni á Reykjanesi mun bregðast við aukinni vinnslu samfara fyrirhugaðri stækkun virkjunarinnar. Þó leiða megi að því líkum að breyting verði svipuð en þó smærri í sniðum en þær sem þegar hafa orðið (Þráinn Friðriksson, 2008). Stækkunin byggir á mun minni massatöku en núverandi virkjun, eða um 280 kg/s (hámark) samanborið við um 800 kg/s. Ekki er hægt að fullyrða að hin fyrirsjáanlega aukning á massatöku, sem verður að hámarki 35%, muni auka yfirborðsvirknina eða draga úr henni. Í minnisblaði Þráins Friðrikssonar hjá ÍSOR (2008) kemur fram að:

Vinnsla úr blautum holum mun að líkindum auka enn á niðurdrátt í svæðinu og virka þannig til að auka á þá yfirborðsvirkni sem nú er á svæðinu. Vinnsla úr gufuholum mun hinsvegar valda einhverri þrýstislækkun í gufupúðanum sem nú hefur myndast í svæðinu og því vinna gegn frekari aukningu á yfirborðsvirkni. Þá er fyrirhugað að hefja niðurdælingu skiljuvökva í svæðið en hún mun sporna gegn frekari niðurdrætti og þannig draga úr yfirborðsvirkni við Gunnhver.

Vinnsla úr gufuholum og blautholum gæti því haft gagnstæð áhrif á gufustreymi til yfirborðs á Gunnhverssvæðinu sbr. 21.1.3. Að mati ÍSOR er þó ljóst að stækkun Reykjanesvirkjunar muni valda mun minni breytingum á yfirborðsvirkni á svæðinu en varð eftir gangsetningu núverandi virkjunar (Þráinn Friðriksson, 2008).

21.2.3 Áhrif mismunandi valkosta á yfirborðsvirkni

Sé litið til þeirra valkosta sem eru til umfjöllunar þá munu valkostir fyrir 400 MW_t (valkostur 1) og 250-300 MW_t (valkostur 2) aukna upptöku hrávarma líklega hafa svipuð áhrif á kerfið til lengri tíma litið. Valkostur 3, allt að 1000 MW_t heildarupptaka, gæti helst haft áhrif á yfirborðsvirknina. Í því tilviki yrði vinnslan þröngvuð að ákveðnu marki yfir í vinnslu úr grynnra æðakerfinu en þar er gufupúði að myndast og breiðast út. Aukin vinnsla úr þessum hluta kerfisins veldur meiri þrýstingslækkun þar, sem aftur örvar útbreiðslu gufusvæðisins og getur valdið yfirborðsvirkni á stærra svæði samanber 21.1.3. Hins vegar dregur aukin gufuvinnsla úr þeim krafti sem gufupúðinn hefur til að finna aðrar útrásir. Jafnvel gæti þrýstingur lækkað það mikið að gufa nær hætti að sleppa upp til efri jarðlaga og yfirborðsvirkni myndi þá minnka.

Erfitt er að leggja mat á samvirk eða uppsöfnuð áhrif vegna núverandi virkjunar og fyrirhugaðrar stækkunar á yfirborðsvirkni þar sem um afar flókið samspil er að ræða.

21.2.4 Vöktun yfirborðsvirkni

Í dag er til staðar ákveðin vöktun á yfirborðsvirkni, en útbreiðsla virka yfirborðssvæðisins er kortlögð árlega af ÍSOR með jarðvegshitamælingum. Einnig er verið að prófa kortlagningu virkninnar með innrauðum hitamyndum. Þá fara starfsmenn HS Orku um svæðið og skoða marktækar breytingar.

21.3 Mótvægisaðgerðir

- Með því að fjölga holum á hverjum borteig minnkar rask á jarðmyndunum.
- Niðurdæling stuðlar að minni þrýstingslækkun í jarðhitageymi og vinnur þannig gegn sveiflum í yfirborðsvirkni.

- Með vinnslu úr gufupúða sem hefur myndast er dregið úr þrýstingi undir svæðinu og þar með minnkar yfirborðsvirknin.
- Lagnaleiðir eru allsstaðar samsíða lögnum sem fyrir eru þar sem um þær er að ræða.
- Þar sem farið er í gegnum hraunklöpp í yfirborði í lagnastæði verður hraun tekið til hliðar og því komið fyrir aftur í lagnastæðinu.

21.4 Niðurstaða

Einkenni: Reykjanes ber greinileg einkenni eldvirkni í formi m.a. bergganga, gígaraða og nútímahrauna. Þar kemur gliðunarbelti Atlantshafshryggjar í ljós á landi. Á svæðinu er jarðhiti á yfirborði þar sem hverir krauma. Framkvæmdin kemur til með að hafa áhrif á eldhraun á svæðinu. Aukin jarðhitavinnsla mun að líkindum hafa áhrif á yfirborðsvirkni en þau verða mun minni en núverandi vinnsla hefur haft. Breytingar á yfirborðsvirkni eru einnig háðar náttúrulegum breytingum.

Umfang: Áhrifin teljast staðbundin.

Verndargildi: Allt svæðið er á Náttúruinjakrá og náttúruvernaráætlun 2004-2008 og þar njóta flestar jarðmyndanir verndar samkvæmt 37. grein náttúruverndarlaga nr. 44/1999. Lítið rask verður á jarðmyndunum við framkvæmdina umfram það sem orðið er. Framkvæmdin mun hafa óveruleg áhrif á ásjón og þá jarðfræðilegu heild sem jarðmyndanir á svæðinu mynda umfram þau áhrif sem núverandi mannvirki á svæðinu hafa.

Lög, reglur og áætlanir: Áhrif framkvæmdarinnar eru í samræmi við 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 þar sem dregið er úr raski á eldhrauni frá nútíma eins og kostur er. Í stefnumörkun ríkisstjórnar Íslands um sjálfbæra þróun í íslensku samfélagi er áhersla á að fjölbreytni jarðmyndana verði varðveitt með því að vernda þær sem eru sérstakar eða einstakar á svæðis, lands- eða heimsvísu og að gengið verði frá skipulegu yfirliti yfir jarðmyndanir á Íslandi sem verði grunnur að markvissri verndun þeirra.

Tími og eðli áhrifa: Þau áhrif sem verða á jarðmyndanir vegna rasks verða bein og óafturkræf.

Niðurstaða: Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga og mótvægisáðgerða er það mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á jarðmyndanir séu **óveruleg**. Áhrif á yfirborðsvirkni eru háð nokkurri óvissu.

Tafla 21.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á jarðmyndanir

Áhrif framkvæmdar á jarðmyndanir	
Áhrif	<p>Skerðing á nútímahrauni um 2,6 ha</p> <p>Möguleg áhrif á yfirborðsvirkni. Valkostur 3 gæti örvað útbreiðslu gufusvæðis og þannig örvað yfirborðsvirkni.</p>
Mótvægisáðgerðir	<p>Með því að bora margar holur frá hverjum borteig minnkar rask á jarðmyndunum</p> <p>Lagnaleiðir verða meðfram lögnum sem fyrir eru þar sem þess er kostur</p> <p>Niðurdæling stuðlar að minni þrýstingslækkun í jarðhitageymi og vinnur þannig gegn sveiflum í yfirborðsvirkni</p> <p>Með vinnslu úr gufupúða sem hefur myndast er dregið úr þrýstingi undir svæðinu og þar með dregur einnig úr yfirborðsvirkni</p> <p>Þar sem farið er í gegnum hraunklöpp í yfirborði í lagnastæði verður hraun tekið til hliðar og því komið fyrir aftur í lagnastæðinu.</p>
Niðurstaða	Óveruleg neikvæð áhrif. Óvissa er um áhrif á yfirborðsvirkni.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

22 Landslag

Í þessum kafla verður fjallað um landslag á framkvæmdasvæðinu á Reykjanesi og áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á landslag og upplifun.

Þessi kafli er skrifaður af Auði Magnúsdóttur hjá VSÓ Ráðgjöf sem sá um að meta áhrif framkvæmdar á landslag. Í kaflanum er byrjað á að lýsa landslaginu og greina það í heildir. Þá er leitast við að meta gildi landslagsins og hver áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á landslag kunna að vera. Sérstakt tillit er tekið til sjónrænna þátta, hvernig framkvæmdin kemur til með að sjást í landi og frá hvaða stöðum hún verður mest áberandi. Lagðar eru fram tillögur að mótvægisáðgerðum þar sem þeirra er talin þörf. Mat á gildi landslags byggir eingöngu á innbyrðis gildismati milli heilda innan hluta Reykjanes en segir ekkert til um gildi þess í stærra samhengi.

Í kaflanum er að finna ljósmyndir af landslagsheildum og ljósmyndir með tölvuteiknuðum mannvirkjum á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði. Kort af Reykjanesi sem sýnir landslagsheildir fylgir skýrslunni í kortahefti (kort 5) og kort 10 sýnir myndatökustaði og sjónarhorn.

22.1 Gögn og aðferðir

22.1.1 Greining landslags

Aðferðin sem notuð var til að greina, flokka og meta landslag á Reykjanesi er m.a. byggð á leiðbeiningum um landslagsgreiningu og landslagsmat sem gefnar eru út af Scottish Natural Heritage & The Countryside Agency (Carys Swanwick 2002). Ennfremur hefur VSÓ Ráðgjöf byggt nálgun sína á heimildum um landslagsmat í tengslum við önnur matsverkefni (Morris og Therivel 1995, Goodey 1996). Í þróun aðferða fyrir landslagsmat hefur VSÓ Ráðgjöf haft að leiðarljósi sáttmála Evrópuráðsins um landslag sem öðlaðist gildi árið 2004 (European Landscape Convention). Að öðru leyti er umfjöllunin byggð á vettvangsferðum, notkun ljósmynda, loftmynda og niðurstöðum sérfræðinga sem hafa rannsakað gróðurfar (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008), jarðfræði (Kristján Sæmundsson, ÍSOR, jarðfræðikort af Reykjaneskaga) og fornminjar (Agnes Stefánsdóttir, óbirt gögn) á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði.

Vettvangsferðir voru farnar vor, sumar og haust 2008. Notaður var gátlisti til þess að gæta samræmis í athugun á hinum mismunandi stöðum. Landslagsheildir voru afmarkaðar á korti í mælikvarðanum 1:10.000 (kort 5). Umfjöllun um landslag á Reykjanesi afmarkast við Litlu Sandvík í norðri, Sýrfell og Háleyjarbungu í austri og svo ströndina (kort 5). Afmörkun rannsóknarsvæðisins byggir fyrst og fremst á landfræðilegum þáttum en einnig á samræmi við stærð framkvæmdar og af því hvernig framsetningu á korti er best háttað.

22.1.2 Aðferðir við að meta sjónræn áhrif

Sjónræn áhrif og ásýnd framkvæmda í landslagi voru metin með hjálp tölvugerðra ljósmynda. Tölvuteiknuðum framkvæmdum var skeytt inn á ljósmyndir. Myndatökustaðir voru ákvarðaðir út frá útsýni og eru þeir yfirleitt vinsælir áningarstaðir ferðamanna á Reykjanesi. Nánar er greint frá myndatökustöðum í kafla 30.

22.2 Landslagsgerðir

22.2.1 Brunalandslag

Brunalandslag vísar til orðsins bruna sem gjarnan var notað um nýrunnin hraun. Orðið brunalandslag er t.d. notað í Náttúruminjakrá um svæði sem einkennist af hrauni, gígum og hellum. Helstu einkenni þessarar landslagsgerðar á Reykjanesi er ógróið eða lítt gróið hraun sem er svart á að líta. Hraunið er víða þakið svörtum sandi sem gerir ásýndina enn dekkri. Á

norðurhluta rannsóknasvæðisins eru hraunstrýtur hvassar og eins og hraunið hafi verið mulið eða brotið. Sunnar á svæðinu er áferðin mýkri og sumstaðar er örlítill gróður. Upp úr landslaginu standa litlir gígar sem bera nöfn eins og Eldborg grynnri, Eldborg dýpri og Miðahóll. Gígarnir eru hluti af gígaröð sem liggur frá suðvestri til norðausturs.



Mynd 22.1 Dæmi um brunalandslag á Reykjanesi. Horft frá stöðvarhúsi til suðvesturs. Við sjóndeildarhringinn sjást gígar standa upp úr landslaginu. Ljósmynd: Björn H. Barkarson 2008.

Landslagið kallar fram tilfinningu um afskekktan, harðbýlan og hrjóstrugan stað en um leið framandi og forvitnilegan. Mishæðott hraunið er umfangsmikið og landslagið yfirleitt fremur opið. Hraunið sem rann á nútíma nýtur sérstakrar verndar samkvæmt 37. gr. náttúruverndarlaga og sömuleiðis gígarnir sem standa upp úr hrauninu (mynd 22.1). Þessi landslagsgerð tilheyrir einnig svæði á Náttúruminjasrá (sjá kafla 7.3) vegna stórbrotinnar jarðfræði.

22.2.2 Háhitalandslag

Háhitalandslag takmarkast við Gunnhver og nánasta umhverfi (kort 5). Helstu einkenni þessarar landslagsgerðar eru ummerki um háhita á yfirborði, s.s. sterkir litir í gróðri og jarðvegi, kraumandi hverir, útfellingar og gufustrókar (mynd 22.2). Yfirborðsvirkni hefur verið að breytast að undanfögnu (sjá kafla 21.1.3) og er virknin mismunandi innan landslagsgerðarinnar. Afmörkun landslagsgerðarinnar á korti er því ekki nákvæm. Öfugt við aðrar landslagsgerðir er þessi ekki röskuð af manna völdum heldur má segja að landslagið sæki á mannvirkin. Þannig hefur vegslóða og göngustígum við hverasvæðið verið lokað þar sem hverir hafa opnast þar hættulega nærri. Svæðið er því að sama skapi ekki aðgengilegt en jafnvel forvitnilegt eða ógnandi eftir smekk viðkomandi. Nálægð iðnaðarsvæðisins getur truflað upplifun af framgangi náttúrunnar þar sem miklir gufustrókar, lagnir og önnur mannvirki eru vel sýnileg. Hverir og aðrar heitar uppsprettur svo og hrúður og hrúðurbreiður, 100 m² að stærð eða stærri njóta sérstakrar verndar 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 og eins og segir í kafla 7.4 þá tilheyrir landslagsgerðin einnig svæði á Náttúruminjasrá.



Mynd 22.2 Hverasvæði við Gunnuhver, Reykjanesviti í baksýn. Ljósmynd: Ásrún Elmarsdóttir 2008.



Mynd 22.3 Gróðurlaust svæði innan hverasvæðis við Gunnuhver. Ljósmynd: Kristbjörn Egilsson 2008.

22.2.3 Grónir hryggir

Þegar komið er inn á rannsóknarsvæðið frá norðri blasir við dökk hraunbreiða en upp úr henni rísa mjúkir, grónir hryggir sem stinga í stúf við umhverfið. Hryggina ber við sjóndeildarhringinn og eru því enn skýrari en ella (mynd 22.4). Þetta eru í raun móbergshryggir sem liggja í stefnunni SV-NA og eru þeir fremur lágir og vel grónir og því í nokkurri andstöðu við ógróið hraunið. Litla Vatnsfell stendur við vesturenda Gráa lónsins og veitir því aðhald. Vatnsfell og Bæjarfell standa sunnar en á því fyrrnefnda stendur Reykjanesviti og vitavarðarbústaður (kort 5). Segja má að vitinn ljái Vatnsfelli sérstakt gildi þar sem hann er einstakt kennileiti sem vitnar um sögu vita á Íslandi. Vitinn vekur forvitni margra og er annar vinsælasti viðkomustaður ferðamanna á Reykjanesi (kafli 30). Valahnúkar eru þeir syðstu í þessari hryggjaröð. Uppi á brún Valahnúka má finna leifar fyrsta vitans á Íslandi en vitanum var ekki óhætt þar uppi sökum landbrots sjávar og var hann því tekinn niður. Bæði Valahnúkar og Bæjarfell eru vel aðgengilegir ferðamönnum með göngustígum og/eða tröppum. Þessi landslagsgerð ein og sér nýtur ekki sérstakrar verndar en er eins og fram hefur komið, innan svæðis á Náttúruminjaskrá.

Á norðaustanverðu rannsóknarsvæðinu eru einnig móbergshryggir sem liggja í sömu stefnu, en þeir eru svo til alveg ógrónir og falla ekki vel að þessari landslagsgerð. Sýrfell er dæmi um þessa ógrónu móbergshryggi (kort 1).



Mynd 22.4 Landslagsgerðin grónir hryggir. Vatnsfell með Reykjanesvita á toppnum, Bæjarfell vinstra megin og glittir í Valahnúka í baksýn. Ljósmynd: Björn H. Barkarson 2007.

22.2.4 Gróið hraun og flatlendi

Helsta einkenni landslagsgerðarinnar, sem hér er kölluð gróið hraun og flatlendi, er gróið yfirborð lands sem er ýmist algert flatlendi, hraun með nokkuð mjúkri áferð eða hlíðar dyngju sem eru þá farnar að líkjast meira mólendi (mynd 22.5). Þetta landslag er helst að finna sunnan Gráa lónsins, austan og sunnan, Bæjarfells og Vatnsfells og að mestu um allt suðaustanvert rannsóknarsvæðið

(kort 5). Vegslóðar og önnur ummerki manna er að finna innan landslagsgerðarinnar, m.a. fornleifar sunnan Gráa lónsins (sjá kafla 23). Þessi landslagsgerð hefur hvorki mikla sérstöðu né aðráttarafi og nýtur ekki sérstakrar verndar. Þó má benda á að samkvæmt 37. gr. náttúruverndarlaga nýtur allt nútímahraun sérstakrar verndar hvort sem það er hulið jarðvegi og gróðurþekju eða ekki.



Mynd 22.5 Sunnan Gunnuhvers, neðst í hlíðum Skálafells. Ljósmynd: Smári Johnsen 2008.



Mynd 22.6 Gróið flatlendi sunnan Gráa lónsins. Ljósmynd: Smári Johnsen 2008.

22.2.5 Ströndin/fjaran

Ströndin eða fjaran á Reykjanesi er hér tekin saman í eina landslagsgerð þó hún sé ekki einsleit innan rannsóknarsvæðisins. Landslagið innan þessarar landslagsgerðar einkennist af stórgrýttri og jafnvel klettóttri ströndu (mynd 22.7). Mikið brim er gjarnan við ströndina enda tekur við úthaf þar sem landi sleppir. Fjaran er víðast hvar vel aðgengileg. Strandsvæði sem þessi njóta ekki sérstakrar verndar en þess ber að geta að Reykjanesbær hyggst setja hverfisvernd á strönd Reykjanes samkvæmt drögum að aðalskipulagi 2008-2024.

Mannvirki Reykjanesvirkjunar eru að mestu fjarri strandsvæðum Reykjanes og hafa þar lítil áhrif. Undantekningin er þó svæðið þar sem affallsvatn frá virkjuninni er leitt til sjávar. Affallsvatnið breytir ásýnd fjörunnar á litlum kafla og heftir sömuleiðis aðgengi að fjörunni þar sem 50°C heitt og mikið vatnsfall fellur til sjávar. Hyggist fólk ganga eftir fjörunni er þó auðvelt að krækja fyrir þessa hindrun. Útfellingar frá affallsvatninu ljá svörtum klettunum ljósara yfirbragð og gufa frá heitu vatninu liggur yfir fjörunni (sjá nánar kafla 22.2.5).



Mynd 22.7 Stórgrýtt fjara og klettar undir Valahnúkum á Reykjanesi. Ljósmynd: Smári Johnsen 2008.

22.2.6 Mannvirki jarðhitavinnslu

Mannvirki jarðhitavinnslu setja nokkurn svip á landslag rannsóknarsvæðisins. Í kjarna iðnaðarsvæðisins eru margs konar mannvirki, gömul og ný sem hafa yfir sér nokkuð óreiðukennt yfirbragð. Þar liggja saman lagnir, slóðar, gufuháfar, borholuhús, borholutoppar og yfirgefin sjóefnavinnsla ásamt byggingum sem standa auðar. Inn á milli má sjá útfellingar frá jarðhitavinnslu og yfir öllu hvílir svo gufa frá blásandi holum og gufuháfum. Gráa lónið er tilkomið vegna jarðhitavinnslunnar og er fellt undir þessa landslagsgerð enda fast upp við iðnaðarsvæðið. Skínandi leiðslur liggja í gegnum dökkt hraunið að stöðvarhúsinu þar sem skipulag bygginga er meira afmarkað en í kjarna iðnaðarsvæðisins og lítil sem engin gufa truflar skynjun manna á ásyndinni.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR



Mynd 22.8 Yfirgefnar byggingar á iðnaðarsvæði. Ljósmynd: Hjördís Árnadóttir 2008.



Mynd 22.9 Stöðvarhús Reykjanesvirkjunar. Ljósmynd: Hjördís Árnadóttir 2008.

Mannvirki stöðvarhúss og annarra bygginga eru nokkuð áberandi í svörtu hrauninu og minnr lag stöðvarhússins á útlínur Eldeyjar sem sést í fjarska. Þau mannvirki sem falla best inn í umhverfið

eru sjódælingarholur og fiskþurrkun bæði vegna efnisvals og hversu lágreist þau mannvirki eru. Hafa ber í huga að iðnaðarsvæðið er enn í uppbyggingu og eftir á að ganga frá og móta landið þannig að ásýndin verði sem snyrtilegust. Þá væri það til bóta að fjarlægja þau hús sem ekki eru lengur í notkun (mynd 22.8).

22.3 Áhrif framkvæmda á landslag og ásýnd

Þær framkvæmdir sem til umfjöllunar eru í þessari frummatsskýrslu eru m.a. stækkun stöðvarhúss, bygging aðveitustöðvar, þækilvirkjun, borun allt að átta holna, skiljustöð og lagnir. Þetta eru hlutfallslega litlar viðbætur við þau mannvirki sem fyrir eru. Mat á áhrifum þeirra mannvirkja sem fyrir eru á landslag á Reykjanesi er að finna í eldri matsskýrslum (VSÓ Ráðgjöf 2002).

Beint rask framkvæmda á brunalandslag er óverulegt en ný mannvirki geta aukið á andstæður í landslaginu, það fer þó eftir efnisvali klæðningar hversu miklar þær andstæður verða. Myndi 1 í kortahefti sýnir ásýndarbreytingu landslags með tilkomu mannvirkja og gufu, séð frá vegi norðan iðnaðarsvæðis. Eins og sést á þeirri mynd er breytingin ekki mikil, enda nokkur mannvirki og gufa fyrir. Framkvæmdirnar fara ekki að neinu ráði inn á óraskað brunalandslag og hafa því ekki áhrif á einkenni, upplifun eða verndargildi landslagsgerðarinnar.

Engar framkvæmdir eru áætlaðar á því svæði sem fellur undir háhitalandslag en óbein áhrif jarðhitavinnslu geta þó haft breytingar í för með sér (kafla 21). Yfirborðsvirkni hefur verið að aukast að undanförmu og það svæði sem telst til háhitalandslags stækkað. Erfitt er að spá með nokkurri vissu um hver þróunin verður í framtíðinni. Eins og fram kemur í kafla 22.2.2 hefur nálægð iðnaðarsvæðisins truflandi áhrif á þá upplifun að hverasvæðið sé náttúrulegt og með fyrirhuguðum framkvæmdum mun það fremur aukast eins og sést á mynd 2 í kortahefti. Framkvæmdirnar hafa ekki áhrif á einkenni, upplifun eða verndargildi landslagsgerðarinnar.

Framkvæmdirnar raska ekki landslagsgerðinni grónir hryggir né spilla útsýni til þeirra. Þó geta gufustrókar stolið athyglinni frá þessari landslagsgerð þegar horft er til suðurs norðan iðnaðarsvæðis (sjá mynd 1 í kortahefti). Útsýni af Vatnsfelli breytist ekki mikið vegna þeirra mannvirkja sem fyrir eru. Fjarlægð frá Vatnsfelli að iðnaðarsvæði er það mikil að framkvæmdir þar breyta ekki miklu um ásýnd (sjá mynd 3 í kortahefti). Borteigur við borholu RN-17 með tilheyrandi lögnum færir mannert landslag hins vegar nær Vatnsfelli og gæti það haft neikvæð áhrif á upplifun þeirra sem vilja halda í náttúrulegt yfirbragð svæðisins. Landslagsgerðin sem borteigurinn raskar (gróið flatlendi og hraun) nýtur ekki neinnar sérstöðu og hefur ekki mikið aðdráttarafl. Það nýtur þó verndar 37. gr. náttúruverndarlaga þar sem um nútímahraun er að ræða. Fyrirhuguð framkvæmd breytir ekki einkennum, upplifun eða verndargildi landslagsgerðanna grónir hryggir og gróið flatlendi og hraun.

Framkvæmdin mun bæta við landslagsgerðina mannvirki jarðhitavinnslu þó umfang stækkunar sé ekki mikil. Fleiri gufustrókar, lagnir og mannvirki munu líklega gera þessa landslagsgerð meira áberandi. Mesta breytingin er þó líklega með stækkun borteigs við borholu RN-17 þar sem lítið mannvirkjalandslag var fyrir.

Reykjanesið er á Náttúruminjaskrá m.a. vegna stórbrotinnar jarðfræði. Fyrirhugaðar framkvæmdir eru innan skilgreindra iðnaðar- og orkuöflunarsvæða samkvæmt aðalskipulagi og hafa ekki áhrif á verndargildi svæðisins. Þá er sama svæði á náttúruverndaráætlun 2004-2008 m.a. vegna landslags en iðnaðarsvæðið telst ekki til verndarsvæðisins. Fyrirhugaðar framkvæmdir eru viðbætur við núverandi mannvirki og hafa því í sjálfu sér óveruleg áhrif á verndargildi landslags á Reykjanesi.



HS ORKA HF

MAT Á UMhverfisÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

22.3.1 Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila

Við vettvangskönnun Umhverfisstofnunar á Reykjanesvirkjun þann 27. apríl sl. vakti athygli að talsvert hafði dregið niður í Gráalóninu. Sýnilegar útfellingar og aðliggjandi soðinn jarðvegur hverasvæðisins sker sig úr landslaginu. Þegar það er tekið saman með niðurníddum mannvirkjum fyrri iðnaðarframkvæmda verður heildarmyndin verulega neikvæð. Umhverfisstofnun telur að komi að fyrirhugaðri stækkun virkjunarinnar þurfi að hreinsa til á svæðinu, ásamt því að raunverulegri áætlun verði fylgt varðandi viðhald Gráalónsins eða hreinsun og endurheimt landsvæðis sem það þekur.

Svar: Nýting HS á Gráalóninu miðast við að útbreiðsla þess og þar með stærð verði ekki meiri en áður varð. Þetta er í samræmi við úrskurð umhverfisráðherra frá 30. ágúst 2000 en skv. honum er skilyrt að Gráalónið stækki ekki. Í úrskurðarorðum Skipulagsstofnunar frá 27. september segir ennfremur að tryggja verði að stærð og vatnsborð Gráalónsins verði óbreytt. Í úrskurðinum segir einnig að vegna sjónrænna áhrifa og áhrifa á jaðar hverasvæðisins við Gunnhver leggi Skipulagsstofnun áherslu á að við meðhöndlun affallsvatns stækki Gráa lónið ekki að flatarmáli né verði varnargarðar þess hækkaðir. Vatnsborð lónsins sveiflast aðeins en þurr strandsvæði þess breytast lítið við þá sveiflu. Ofangreind vettvangskönnun Umhverfisstofnunar fór fram við lok viðhaldsstopp á annarri vélarsamstæðu virkjunar í apríl gæti því hafa verið óvenju lágt vatnsborð í lóninu meðan lokað var fyrir nær helming vinnsluholnanna. Það er rétt að geta þess að fyrir tíma virkjunarinnar flæddi Gráalónið um stærra svæði en nú er og stafa sumar salt- og kísilmyndanir frá þeim tíma.

Á Reykjanesi er 100 MW jarðvarmavirkjun á vegum og á ábyrgð HS. Helstu mannvirki virkjunarinnar ofanjarðar eru auk lagna, holutoppa og borteiga, stöðvarhús, skiljustöð, dælustöð jarðsjávar, hljóðdeyfar og gufuháfar. Tengd mannvirki er spennistöð Landsnets. Við hönnun, staðsetningu og byggingu þessara mannvirkja hefur verið kappkostað að raska ekki minjum. Frágangur umhverfis mannvirki, viðhald húsa, lóða og bygginga og umgengni á svæðum sem HS ber ábyrgð á hefur sömuleiðis miðað að því að halda öllu snyrtilegu og fegra ásýnd svæðisins sem iðnaðarsvæðis. Á iðnaðarsvæðinu eru hins vegar aðrar eignir og önnur starfsemi sem HS ber enga ábyrgð á. Mest áberandi eru mannvirki Sjóefnavinnslunnar sem eru í misjöfnu ásigkomulagi og er frágangur á fyrrum athafnasvæði vinnslunnar ekki til prýði. Athugasemdir vegna þessarar starfsemi og vegna annarra eigna eða svæða sem HS ber ekki ábyrgð á verður að beina til þeirra sem þar bera ábyrgð. Að mati HS eiga þær athugasemdir ekki efnislegt erindi inn í umfjöllun um stækkun orkuvirkjunar á svæðinu. Þetta á einnig við um stækkun iðnaðarsvæðis sem er málefni sem tekið er á og verður til umfjöllunar í tillögu að nýju aðalskipulagi Reykjanesbæjar. Þá þykir rétt að geta þess að svonefnt Gráalón varð til í tíð Sjóefnavinnslunnar en hefur í seinni tíð verið nýtt af HS.

Umhverfisstofnun telur að standa beri þannig að jarðhitanýtingu á Reykjanesi að hún hafi eins lítil áhrif á verndargildi svæðisins og nokkur kostur er og að leggja eigi áherslu á að framkvæmdir verði sem mest innan skilgreinds iðnaðarsvæðis norðan við Gráalónið.

Svar: Allur undirbúningur við stækkun Reykjanesvirkjunar hefur tekið mið af núverandi afmörkun iðnaðarsvæðis. Þannig eru nánast öll mannvirki og rask innan marka iðnaðarsvæðisins eða skilgreindra borsvæða eins og við borholu RN-17 og við sjónámssvæði. Lagnir eru lagðar eins og kostur er með núverandi lögnum, nema safnlögn frá borteig við holu RN-17 þar sem um nýja lögn er að ræða. Það er mat framkvæmdaraðila

að eins og framkvæmdin er kynnt muni hún hafa eins lítil áhrif á verndargildi svæðisins og kostur er.

22.4 Samlegðaráhrif

Núverandi virkjun á Reykjanesi hefur breytt ásýnd svæðisins en þó voru fyrir mannvirki á svæðinu áður en virkjunin var byggð, m.a. saltverksmiðja og annar smáíðnaður. Stækkun virkjunarinnar er að mestu leyti út frá núverandi mannvirkjum, stöðvarhús er stækkað, hús yfir pækilvirkjunina er við hlið stöðvarhúss, nýjar lagnir verða samsíða núverandi lögnum og nýjar holur eru boraðar frá núverandi borteigum. Ný skiljustöð bætir við gufustróka sem rísa upp á svæðinu og borteigur við borholu RN-17 stækkar talsvert. Skilin milli iðnaðarsvæðis og útivistarsvæðis verða á hinn bóginn óljósari en Gráalónið hefur myndað n.k. skil á milli mannvirkjabeltis og mest sóttu ferðamannasvæðisins. Reykjaneslína hefur áhrif á ásýnd svæðisins þar sem hún liggur frá Sýrfelli að aðveitustöðinni (kort 2). Talsverð samlegðaráhrif verða við stækkunina en þar er um uppsöfnuð áhrif er að ræða.

22.5 Niðurstöður

Einkenni: Framkvæmdin kemur ekki til með að breyta einkennum landslagsgerða á svæðinu.

Umfang: Áhrifin teljast staðbundin.

Verndargildi: Reykjanesið er á Náttúruminjasrá og þar njóta flestar jarðmyndanir verndar samkvæmt 37. grein náttúruverndarlaga. Lítið rask verður á jarðmyndunum við framkvæmdina umfram það sem orðið er. Framkvæmdin mun hafa óveruleg áhrif á ásýnd og verndargildi landslagsgerða. Reykjanesið er einnig á náttúruverndaráætlun 2004-2008 en þar er iðnaðarsvæðið undanskilið verndun.

Lög, reglur og áætlanir: Áhrif framkvæmdarinnar eru í samræmi við 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 þar sem dregið er úr raski á eldhrauni frá nútíma eins og kostur er. Framkvæmdin brýtur ekki í bága við Náttúruminjasrá eða náttúruverndaráætlun 2004-2008 þar sem framkvæmdir eru innan iðnaðarsvæðis.

Tími og eðli áhrifa: Þau áhrif sem verða á landslagsgerðir verða bein og óafturkræf að undanskildum mögulegum áhrifum á háhitalandslag, en þau áhrif eru óbein og mögulega afturkræf. Þá eru áhrif gufustróka á ásýnd landslags afturkræf.

Samlegðaráhrif: Samlegðaráhrif fyrirhugaðra framkvæmda með þeim mannvirkjum sem komin eru á Reykjanes eru talin **talsverð** neikvæð þar sem verndargildi landslags á Reykjanesi hefur rýrnað með uppbyggingu á svæðinu.

Niðurstaða: Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga og mótvægisáðgerða er það mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á landslag séu **óveruleg**.

Tafla 22.1 Samantekt á áhrifum framkvæmda á landslag

Áhrif framkvæmdar á landslag	
Áhrif	Gufustrókar geta truflað útsýni til Vatnsfells, Bæjarfells og Valahnúka. Borteigur 17 getur haft neikvæð áhrif á upplifun þeirra sem sækjast eftir útsýni frá Vatnsfelli.
Mótvægisáðgerðir	Engar.
Niðurstaða	Óveruleg neikvæð áhrif. Talsverð neikvæð samlegðaráhrif.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

23 Fornleifar

Umfjöllun um fornminjar nær til skráningar á fornleifum innan framkvæmdasvæðisins. Kaflinn er byggður á skýrslu Fornleifastofnunar Íslands frá árinu 1998 (Hildur Gestsdóttir og Orri Vésteinsson, 1998) en einkum á óútgefinni skýrslu Fornleifaverndar ríkisins eftir rannsóknir stofnunarinnar sumarið 2008 (Agnes Stefánsdóttir, 2008).

Samkvæmt þjóðminjalögum nr. 107/2001 eru allar fornleifar friðaðar sem eru eldri en 100 ára. Þeim má enginn spilla, granda né breyta, ekki heldur hylja þær, laga né aflaga né úr stað flytja nema með leyfi Fornleifaverndar ríkisins. Ef áður óþekktar fornleifar finnast ber að tilkynna það Fornleifavernd ríkisins. Komi fornleifar í ljós við jarðrask skal fresta vinnu á staðnum uns ákvörðun Fornleifaverndar liggur fyrir um hvort og með hvaða skilyrðum framkvæmdir megi halda áfram.

23.1 Fornleifar á Reykjanesi

Fornleifastofnun Íslands vann fornleifakönnun á Reykjanesi árið 1998 vegna framkvæmda sem þá voru fyrirhugaðar (Hildur Gestsdóttir og Orri Vésteinsson, 1998). Gerð var heimildakönnun fyrir jarðirnar Stað og Kalmanstjörn og fornleifar kannaðar á vettvangi. Gerð var svæðisskráning í Grindavíkurkaupstað haustið 2001, þ.m.t. í landi Staðar en ekki fundust fleiri fornleifar á svæðinu (Orri Vésteinsson, 2001).

Samkvæmt fornleifakönnun Fornleifastofnunar Íslands eru fornleifar í nágrenni framkvæmdasvæðisins þrjár, þ.e. tóft sunnan Gunnuhvers, Gunnuhver, vegna þjóðsagnagildis, og vörðuð leið sem er einnig í nágrenni sjólagnar (Hildur Gestsdóttir og Orri Vésteinsson, 1998). Þessi varðaða leið samanstendur af nokkrum vörðum sem sameiginlega mynda leið með stefnu NNV-SSA og hafa sennilega verið á leið milli Hafna og Reykjanesvita áður en bílvegur var lagður þangað. Nýlegar rannsóknir Fornleifaverndar ríkisins sýna a.m.k. sex vörður sem geta verið hluti þessrar leiðar (Agnes Stefánsdóttir, 2008). Auk þess hafa rannsóknir Fornleifaverndar ríkisins leitt í ljós fleiri minjar sunnan Gráalónsins en ekki hefur verið staðfest verndargildi þeirra. Í einhverjum tilvikum mun vera um að ræða kartöflugarða með óvissan aldur en einnig tóftir með óþekkt hlutverk. Tafla 23.2 sýnir þær fornleifar á framkvæmdasvæðinu sem lenda innan 100 m frá fyrirhuguðum framkvæmdum.

Tafla 23.1 Verndunarforsendur Fornleifaverndar ríkisins fyrir tvær fornminjar á Reykjanesi (Agnes Stefánsdóttir, 2008).

Verndunarforsendur	Reykjanesvíti	Leiðir (vörður)
Úrval	+	0
Sjaldgæfni	+	0
Rannsókn- og heimildagildi	+	0
Upplifun	+	0
Upprunaleiki	+	+
Menningarlandslag og minjaheild	+	0
Táknrænt gildi	0	0
Aðgengi	+	0
Notkunargildi	+	0
Ásigkomulag	+	0
Útkoma	9	1



Eins og kemur fram að ofan eru allar fornleifar eldri en 100 ára friðaðar samkvæmt þjóðminjalögum. Einnig eru tilteknar forsendur sem lagðar eru til grundvallar þegar verndargildi minja er ákvarðað. Í skýrslu Fornleifaverndar ríkisins eru settar fram verndunarforsendur fyrir annarsvegar Reykjanesvita og hinsvegar áðurnefndar vörður (tafla 23.1). Meðal þess sem þar er tíundað sem verndunarforsendur er úrval, sjaldgæfni, rannsókn- og heimildagildi og upprunaleiki. Þessar verndunarforsendur mynda einkunn sem segir til um verndargildi fornminjanna. Samkvæmt þessari einkunnagjöf fá vörður sem marka ofangreinda leið einkunn 1 sem er vegna upprunaleika þeirra. Hins vegar fær Reykjanesviti einkunnina 9. Ekki liggur fyrir slík einkunn fyrir minjar sunnan Gráalónsins.

23.2 Áhrif framkvæmda á fornleifar

Á korti 6 má sjá helstu fornminjar innan og í næsta nágrenni framkvæmdasvæðisins. Kortið sýnir 20 m breitt beltí með helstu framkvæmdum svo hægara sé að gera sér grein fyrir hættu sem minjum stafar af framkvæmdunum.

Tafla 23.2 Minjar innan 100 m frá framkvæmdum á Reykjanesi.

Minjar nr.	Tegund minja	Fjarlægð frá framkvæmdum (m)	Hvaða hluti framkvæmdar
369	Tóft með óþekkt hlutverk	84	Safnlögn
379	Varða, kennimark	80	Stofnlögn
380	Varða, kennimark	10	Pækilvirkjun
381	Varða, kennimark	25	Kælisjávarlögn
417	Garðlag með óþekkt hlutverk	95	Borteigur við borholu RN-17
418	Garðlag með óþekkt hlutverk	42	Safnlögn

Nýjar lagnir fyrir kælisjó liggja um 25 m frá vörðu nr. 381 (kort 6). Suðvesturhorn pækilvirkjunar er um 10 m frá vörðu nr. 380. Varða nr. 379 er í 80 m fjarlægð frá stofnlögnum að stöðvarhúsunum. Safnlögn frá borteig við borholu RN-17 verður í um 40 m fjarlægð frá minjum nr. 418 sem er garðlag með óþekkt hlutverk og tóft nr. 369 er í 84 m fjarlægð frá sömu lögn.

Á korti 6 má sjá að margar minjar eru sunnan Gráalónsins með númerinu 417. Um er að ræða garðlög með óþekkt hlutverk sem afa þarf frekari heimilda um. Hluti þeirra lendir innan 100 m frá borteig við borholu RN-17.

Mest hætta stafar að vörðum nr. 380 og 381 og garðlagi nr. 418. En með því að merkja viðkomandi minjar á framkvæmdatíma í samráði við Fornleifavernd ríkisins á að vera hægt að tryggja að þeim verði ekki raskað.

23.2.1 Umsögn Fornleifaverndar ríkisins og svör framkvæmdaraðila

Fornleifavernd ríkisins telur mikilvægt að verktökum verði gerð grein fyrir tilvist allra minja á þessu svæði til að komist verði hjá raski á þeim af vangá.

Svar: Framkvæmaraðili mun gera verktökum grein fyrir tilvist minja á framkvæmdasvæðinu og jafnframt vera í samráði við Fornleifavernd ríkisins um hvernig fornleifar verði merktar og girtar af. Áður en framkvæmdir hefjast heldur HS námskeið fyrir verktaka og eftirlit þar sem farið er yfir helstu þætti varðandi öryggi og umhverfismál þ.m.t. fornminjar.

23.3 Mótægisaðgerðir

- Til að koma í veg fyrir skemmdir á fornminjum vegna framkvæmdanna verða minjar nr. 380, 381 og 418 merktar eða girtar af á framkvæmdatíma samkvæmt þjóðminjalögum nr. 107/2001.

23.4 Niðurstaða

Einkenni: Talsvert er um minjar sunnan Gráalónsins en ekki er víst um verndargildi þeirra allra. Tvær vörður á framkvæmdasvæðinu, sem eru hluti af leið milli Reykjaness og Hafna, eru í mikilli hættu vegna framkvæmda. Engar friðlýstar minjar eru á framkvæmdasvæðinu.

Umfang: Að teknu tilliti til mótægisaðgerða verður ekki rask á minjum.

Verndargildi: Samkvæmt þjóðminjalögum nr. 107/2001 eru allar fornleifar friðaðar sem eru eldri en 100 ára. Fornleifavernd ríkisins metur verndargildi þeirra minja sem mest hættu stafar að ekki mikið.

Lög og reglur: Samkvæmt þjóðminjalögum nr. 107/2001 eru allar fornleifar friðaðar sem eru eldri en 100 ára. Þeim má enginn spilla, granda né breyta, ekki heldur hylja þær, laga né aflaga né úr stað flytja nema með leyfi Fornleifaverndar ríkisins. Með framkvæmdinni er ekki gert ráð fyrir að fornminjum verði raskað. Ef útlit er fyrir rask á fornminjum þá verður að leita leyfis Fornleifaverndar ríkisins.

Tími og eðli áhrifa: Að teknu tilliti til mótægisaðgerða verður ekki um bein neikvæð áhrif á fornminjar að ræða. Verði rask á vörðunum er um að ræða óafturkræf áhrif og til langs tíma.

Niðurstaða: Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga og mótægisaðgerða er það mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á fornminjar séu **óveruleg**.

Tafla 23.3 Samantekt á áhrifum framkvæmda á fornminjar.

Áhrif framkvæmdar á fornminjar	
Áhrif	Talsverð hættu er á að tveimur vörðum á framkvæmdasvæðinu verði raskað
Mótægisaðgerðir	Minjar nr. 380, 381 og 418 verða merktar eða girtar af
Niðurstaða	Óveruleg neikvæð áhrif



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

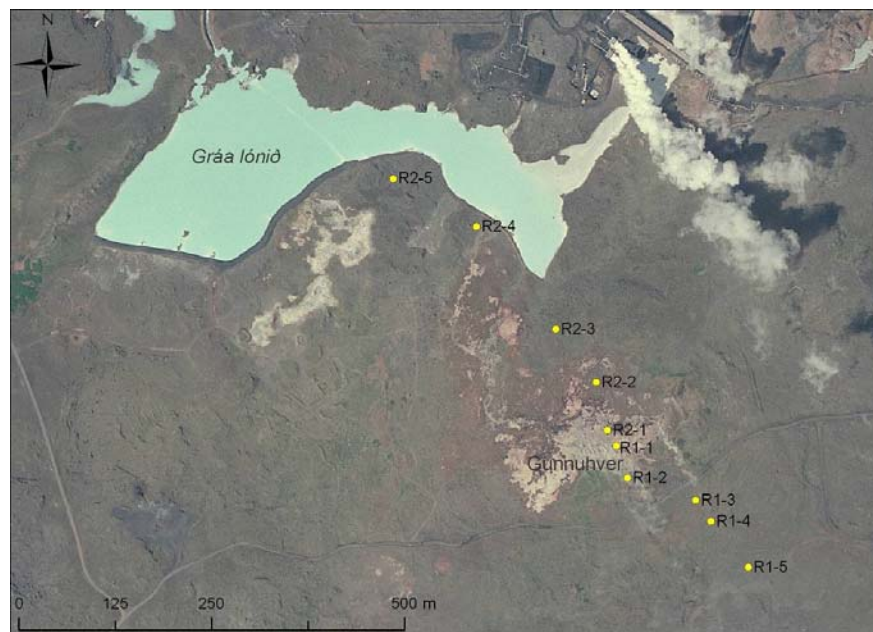
24 Gróður

Umfjöllun um gróður á Reykjanesi byggist á rannsóknum Náttúrufræðistofnunar Íslands (NÍ) (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002; Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003) og rannsóknum NÍ vorið 2008 (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008). Annars vegar er um að ræða rannsóknir á gróðurfari á samfelldu svæði sem sýnt er á korti 7 og hins vegar rannsóknir á gróðurfari umhverfis hverasvæðið sunnan Gráalónsins.

Við verndun gróðurs þarf m.a. að horfa til Samnings um verndun líffræðilegrar fjölbreytni, sem Ísland er aðili að. Einnig þarf að hafa hliðsjón af stefnumörkun Íslands um framkvæmd samningsins (Umhverfisráðuneytið, 2008). Þar segir m.a. að meginmarkmið framkvæmdar samningsins hér á landi sé að vernda og endurheimta líffræðilega fjölbreytni Íslands og koma í veg fyrir frekari skerðingu hennar, tryggja sjálfbæra nýtingu lífríkisins og endurheimta þá þætti þess sem spillst hafa eða horfið vegna umsvifa mannsins. Einnig segir að ljúka þurfi náttúrufarsúttekt á jarðhitasvæðum og vernda þau svæði sem hafa mesta sérstöðu og eru verndarþurfi. Varðandi tegundir á válista segir að gera þurfi viðeigandi ráðstafanir til þess að vernda þær, s.s. með friðlýsingu tegunda og búsvæða.

24.1 Gróður á Reykjanesi

Víðast hvar á rannsóknasvæðinu er gróðurfar fremur fáskrúðugt. Meginhluti þess er gróinn bersvæðisgróðri og landið að stórum hluta lítt gróið eða gróðurlaust. Vísendingar eru þó um að landið sé að gróa upp. Umhverfis Gráalónið og nær sjónum er gróður á köflum fjölskrúðugri og gróðurþekja samfelldari. Á hverasvæðinu við Gunnuhver er gróðurfar aðlagð hverahita og þar vaxa m.a. tegundir sem eru sérhæfðar slíku umhverfi (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002; Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003; Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008).



Mynd 24.1 Staðsetning rannsóknareita við Gunnuhver á Reykjanesi (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008).

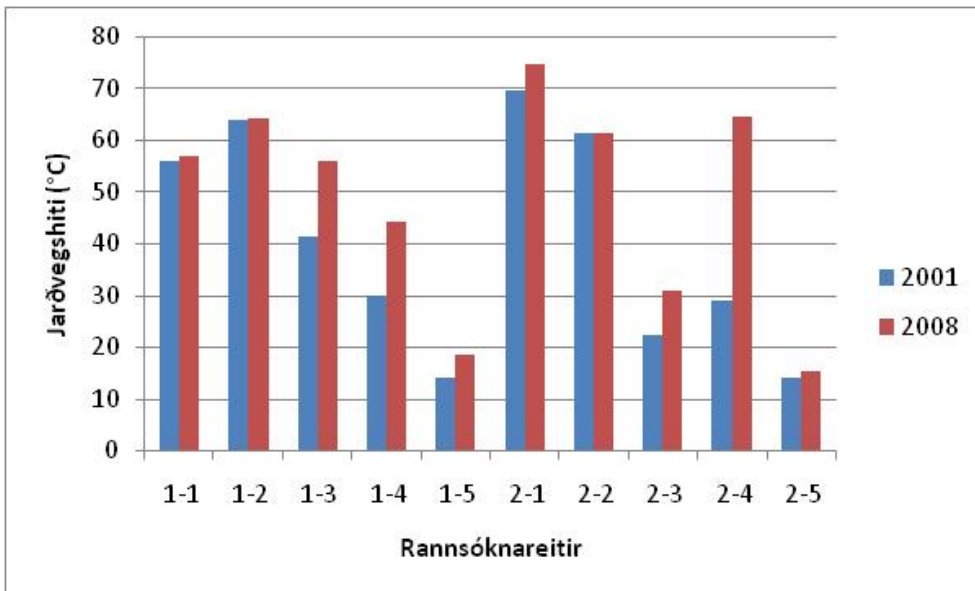
24.1.1 Gróður á hverasvæði við Gunnuhver

Niðurstöður rannsókna Ásrúnar Elmarsdóttur o.fl. (2003) sýndu að við hverasvæðið var gróður beltaskiptur út frá hveramiðju. Næst hverunum voru jarðhitamosar, hæruburst og laugaslyðra ásamt

skriðlínngresi áberandi tegundir. Þá tók við betur gróið belti með mosum, blóðbergi og grösum en fjær var graslendi ríkjandi. Alls fundust 39 tegundir háplantna, 30 tegundir mosa og 13 tegundir fléttna innan reita á rannsóknasvæðinu.

Í sömu rannsókn voru könnuð tengsl umhverfisþátta og tegundasamsetningar gróðurs (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003). Umhverfisþættir sem voru kannaðir voru jarðvegshiti, jarðvegisdýpt, sýrustig, kolefni og þekja háplantna, fléttna, mosa og ógróins jarðvegs. Af þessum umhverfisþáttum sýndi jarðvegshiti mesta samsvörun við tegundasamsetningu og fækkaði tegundum þar sem hitinn var mestur.

Vorið 2008 var gróður umhverfis hverasvæðið skoðaður á nýjan leik af Náttúrufræðistofnun Íslands og þá einkum í ljósi þeirra miklu breytinga sem orðið hafa á yfirborðsvirkni sbr. umfjöllun í kafla 21 (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008). Aukin yfirborðsvirkni leiddi til þess að hverasvæðið breiddi úr sér, fleiri gufuaugu mynduðust og virkni hvera jókst og heitt vatn og leir slettust úr hverunum. Rannsóknareitir frá árinu 2001 voru þá skoðaðir aftur. Í hverjum reit var heildarþekja gróðurs metin með sjónmati í þremur smáreitum (30 x 100 cm) svo og þekja háplantna, mosa og fléttna. Einnig var hiti í jarðvegi mældur á 10 cm dýpi.



Mynd 24.2 Jarðvegshiti í rannsóknareitum við hverasvæðið á Reykjanesi árin 2001 og 2008 (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008).

Niðurstöður þessara athugana sýna að talsverðar breytingar hafa orðið á gróðri, einkum næst miðju hverasvæðisins, sem má rekja til aukinnar virkni á svæðinu veturinn 2007 – 2008. Reikna má með að næst hverunum hafi heitt vatn og leirgusur farið yfir svæðið og eytt öllum gróðri. Í reit 2-4 sem liggur nærri Gráalóninu er einnig ummerki um að leir og vatn hafi flætt um svæðið (mynd 24.3).



Mynd 24.3 Reitur 2-4. Leir og vatn hefur flætt um reitinn og gróður drepist í stórum hluta hans. Ljósmynd: Ásrún Elmarsdóttir 2008.

Fjær hveramiðjunni eru ummerki um heitari jörð, nýja hver og gufuaugu. Að mati NÍ hafa þessar breytingar orðið til þess að raska jafnvægi gróðursins og því eru víða ummerki um sviðinn gróður (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008).

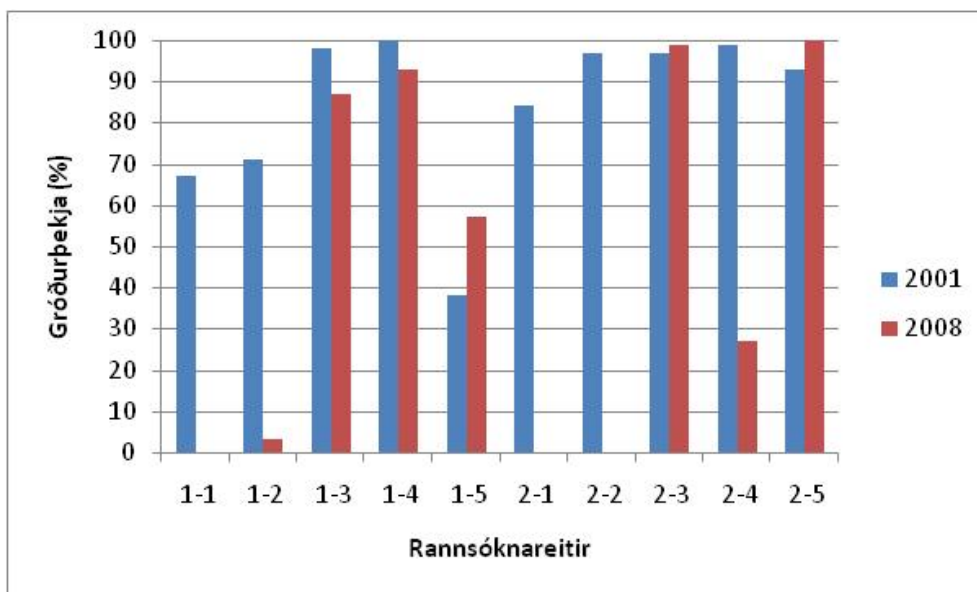
Mynd 24.2 sýnir niðurstöður mælinga á jarðvegshita í gróðurreitum árin 2001 og 2008. Mesta breytingin á jarðvegshita er í reit 2-4, úr 29,1 °C í 64,7 °C, en þessi reitur er alveg við Gráalónið (mynd 24.1). Einnig má greina rúmlega 14 °C hækkun í jarðvegshita í mælireitum 1-3 og 1-4, sem eru við rætur Skálafells.

Mynd 24.4 sýnir mat á gróðurþekju í mælireitunum árin 2001 og 2008. Mikil breyting er á gróðurþekju í reitum 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 og 2-4. Þessir reitir eru staðsettir annars vegar nálægt miðju hverasvæðisins og hins vegar nálægt Gráalóninu.

Þekja gróðurs í rannsóknareitum við Gunnhver hefur gjörbreyst milli árána 2001 og 2008. Mesta breytingin er þar sem hverir hafa stækkað en einnig má sjá breytingu þar sem jarðvegshiti hefur hækkað. Mosar, sem þola hita í jarðvegi betur en aðrir plöntuhópur, hafa hopað næst hveramiðjunni þar sem miklar breytingar hafa orðið á hveravirkni. Þar sem megin breyting innan reits er hitahækkun í jarðvegi eru ekki merkjanlegar afgerandi breytingar í þekju mosa þó víða megi sjá ummerki um dauðan mosa sem rekja má til hærri jarðvegshita.

Einu háplöntur sem fundust í reitum næst hveramiðjunni voru einstaka plöntur af skammkrækli, skriðlíngrasi og vallarsveifgrasi í R1-2. Víða mátti hins vegar sjá ummerki um dauðar háplöntur.

Auk verulegra breytinga á gróðurþekju má sjá á mynd 24.5 að t.d. í reit 2-2 er umhverfið gjörbreytt. Þar var gróðurþekja 97% árið 2001 en var komin niður í 0% árið 2008. Í reitum 1-5 og 2-5, sem eru fjærst hveramiðjunni, hefur gróðurþekja aukist.



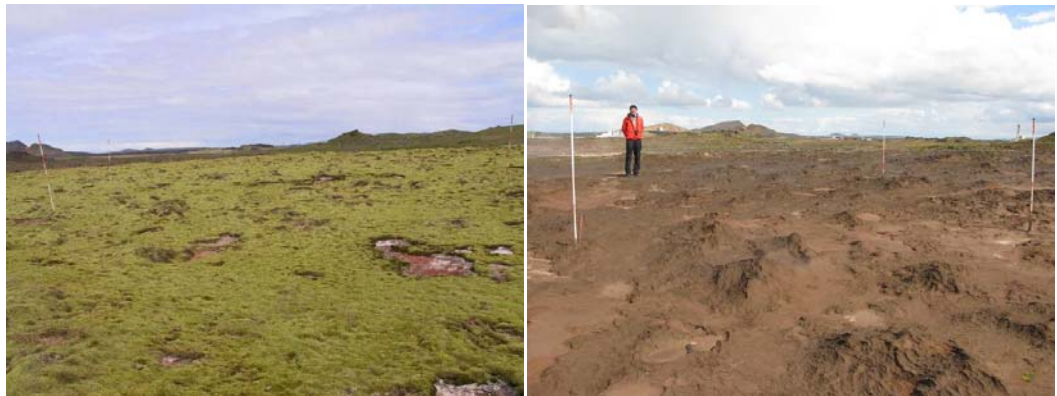
Mynd 24.4 Gróðurþekja í rannsóknareitum við hverasvæðið á Reykjanesi árin 2001 og 2008 (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008).

Tafla 24.1 sýnir að á 11 ha stóru svæði má finna gróður sem hefur sölnað eða drepist vegna jarðhita. Skýrustu ummerkin eru næst Gunnhver og norður frá honum en þar hefur gróður drepist á tæplega 5 ha svæði vegna hinnar auknu yfirborðsvirkni. Utan þess svæðis finnst sölnaður gróður á u.þ.b. 6 ha. Alls skilgreindi NÍ um 36 ha svæði þar sem greina mátti að gróður væri sölnaður eða dauður vegna jarðhita. Ekki eru til eldri rannsóknir á öllu áhrifasvæðinu og því ekki að fullu ljóst hvort rekja megi öll þessi áhrif til aukinnar hveravirkni á síðustu árum.

Tafla 24.1 Gróðurlendi og landgerðir sem hafa orðið fyrir breytingum vegna hveravirkni við Gunnhver á Reykjanesi (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008).

Gróðurlendi - sölnaður gróður	ha	% af áhrifasvæði
Mosagróður	2	6
Lyngmói	1	2
Graslendi	4	10
Samtals sölnaður gróður	6	18
Gróðurlendi - dauður gróður og leirflag		
Mosagróður	<1	1
Graslendi	<1	1
Hveraleir og dauður gróður	4	12
Samtals dauður gróður	5	13
Dauður og skemmdur gróður alls	11	31

Að mati NÍ má reikna með að nái hiti í jarðvegi að vera nokkuð stöðugur á næstunni muni gróðurinn aðlaga sig enn frekar að þeim nýju aðstæðum sem skapast hafa en búast má við að það taki nokkur ár.



Mynd 24.5 Ljósmyndir af mælisniði 2-2, árið 2001 vinstra megin og árið 2008 hægra megin. Ljósmyndir: Ásrún Elmarsdóttir.

Varðandi áhrif á einstök gróðurfélög þá er það mat NÍ að líklega skipti mestu máli nálægð þeirra við hverasvæðið. Þannig var tildur- og skrautmosi með blóðbergji, sem umkringdi hverasvæðið samkvæmt kortlagningu 2001, nær alveg horfið af þessu svæði í júlí 2008 eftir að heitar vatns- og leirgusur hafa kaffært svæðið. Í jaðri hverasvæðisins og við einstök gufuaugu er ekki ólíklegt að aukinn jarðhiti og heitar vatnsgufur hafi þau áhrif að gróðurinn sölnar eða sviðnar.

Af einstökum plöntutegundum eða plöntuhópum virtist mosi þola jarðhitann nokkuð vel þó að hann væri sviðinn á köflum. Einnig virtust háplöntur eins og skariffill, vegarfi, kattartunga og krækla þola hitann ágætlega. Smárunnar eins og beitleyng, krækilyng og einir þöndu hitann illa og höfðu visnað. Áhrif jarðhitans á grös voru mismunandi. Þau visnuðu eða soðnuðu þar sem hitinn var mestur en sumstaðar virtust þau njóta góðs af rakanum úr gufunni og voru stundum eini lifandi gróðurinn innan um annan dauðan gróður (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008).

Af framansögðu má því ljóst vera að talsverðar breytingar hafa orðið á gróðri við hverasvæðið sem kennt er við Gunnuhver og má rekja það að einhverju leyti til vinnslu jarðhita á svæðinu.

24.2 Plöntutegundir á válista

Á hverasvæðinu sunnan Gráalónsins vex naðurtunga (*Ophioglossum azoricum*). Útbreiðsla hennar var könnuð sumarið 2001 (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003). Naðurtunga er plöntutegund sem skilgreind er sem tegund í nokkurri hættu á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands og vex einungis í volgum jarðvegi (Náttúrufræðistofnun Íslands, 1996). Samkvæmt minnisblaði NÍ dags. 27. janúar 2009 fundust fáeinir plöntur af naðurtungu í mosa á hrauni við gufuaugu rétt norðan við bílastæðið austan við Gunnuhver. Árið 2001 fannst naðurtunga á volgum graslendisbletti austan við Gunnuhver og og aftur á sama stað árið 2005. Sumarið 2008 var sérstaklega leitað eftir tegundinni á þessum stað en þá var hún horfin enda svæðið í jaðri svæðisins þar sem jörð hefur hitnað mikið og umbreynt vegna aukinnar yfirborðsvirkni. Vorið 2008 var naðurtunga horfin úr gróðurreitum 1-1 og 2-1 vorið 2008 en þar fannst hún árið 2001. Í þessum reitum var nær allur gróður horfinn.



Mynd 24.6 Naðurtunga. Ljósmynd: Kristbjörn Egilsson.

24.3 Áhrif framkvæmda á gróður

Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda geta orðið með beinum hætti vegna rasks sem fylgir mannvirkjagerð en einnig með óbeinum hætti t.d. vegna mengunar af gufu eða vegna breytinga á yfirborðsvirkni í kjölfar vinnslu jarðhita úr jarðhitageyminum sem sama hætti og greint er frá í kafla 24.1.1.

24.3.1 Áhrif á gróður vegna rasks

Beint rask á gróðri vegna framkvæmdanna felst í stækkun borteiga, lagningu gufu- og safnlagna og byggingu skiljustöðvar. Aðrar framkvæmdir eru á lítt grónu eða ógrónu landi eða landi sem þegar hefur verið raskað. Tafla 24.2 sýnir hversu mikið rask verður vegna hvers framkvæmdaþáttar. Alls verður bein skerðing á gróðri um 24 þús. m².

Víðast hvar er gróðurþekja skert á framkvæmdasvæðinu og ekki er um að ræða sjaldgæf gróðurhverfi eða plöntutegundir á válista. Vaxtarsvæði naðurtungu er utan þess svæðis sem verður fyrir beinu raski.

Tafla 24.2 Beint rask á gróðri vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar.

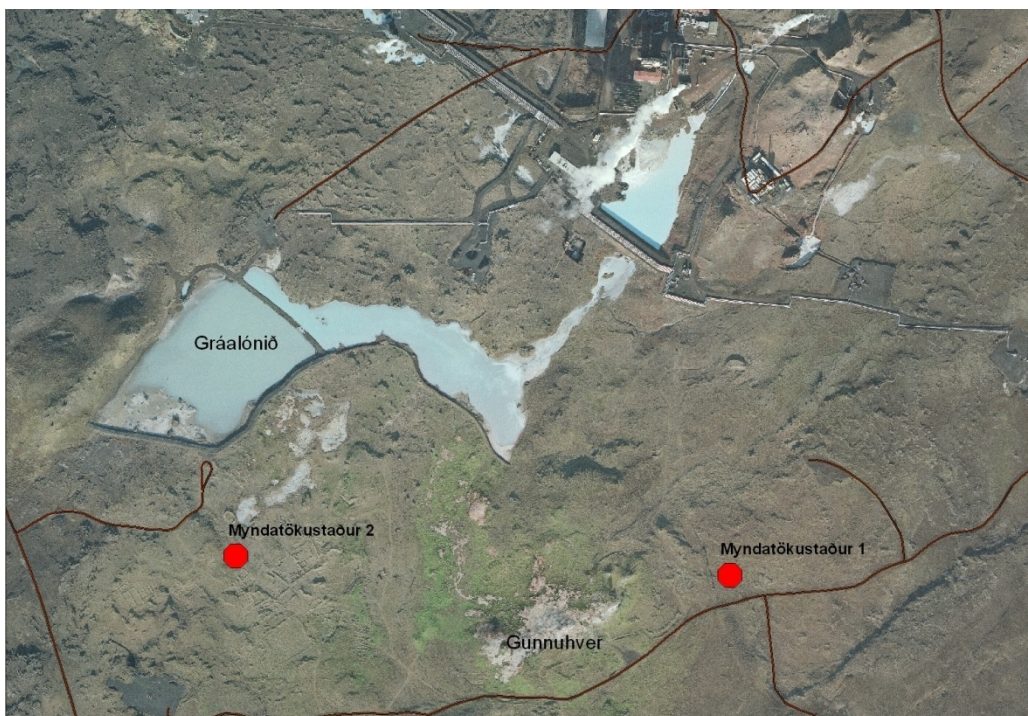
Verkþáttur	Rask (m ²)	Áætlað rask á gróðri (m ²)	Gróður	Gróðurþekja (%)
Stækkun borteigs RN-15	0	0	Raskað land	0
Stækkun borteigs RN-17	10.000	10.000	Grös með smárunnum	75
Stækkun borteigs RN-19	3.800	3.800	Grös með smárunnum og mosi með grösum	75
Stækkun borteigs RN-22	900	900	Grös	50
Safnlagnir	7.800	5.300	Graslendi og mosagróður	25-75
Stofnlagnir	9.000	1.100	Grös með smárunnum og melgresi	25
Kælisjávarlagnir	9.000	2.400	Grös með smárunnum,	0-75
Bunustokkur	840	0	Lítt- eða ógróið sandorpið hraun.	<10
Skiljustöð	700	700	Grös með smárunnum	50
Stöðvarhús gufuhverfils	2.000	0	Raskað land.	<10
Pækilvirkjun	2.700	0	Lítt- eða ógróið sandorpið hraun.	<10
Sjónámssvæði	5.000	0	Lítt- eða ógróið sandorpið hraun	<10
Alls	46.040	24.200		

24.3.2 Áhrif gufu á gróður

Áhrif gufu frá borholum á gróður eru ekki vel þekkt hér á landi og lítið liggur fyrir af rannsóknum á því sviði. Samkvæmt athugunum VGK hf hefur gufa frá borholum í blæstri einkum áhrif á mosa en einnig koma fram útfellingar á öðrum gróðri (VGK, 2006). Að mati VGK virðist mosinn þola illa háan hita sem fylgir prófunum. Niðurstöðurnar gefa einnig til kynna tengsl á milli lengdar blásturstíma og umfangs áhrifa af prófunum þannig að eftir því sem þær vara lengur aukast áhrifin.

Losun jarðhitaloftegunda frá holum, virkjun og skiljustöð gæti haft áhrif á gróður í grennd en mosar og fléttur eru einkum viðkvæm gagnvart loftmengun. Samkvæmt minnisblaði Sigurðar H. Magnússonar, gróðurvistfræðings á NÍ, hafa komið í ljós skemmdir á mosa, einkum tegundinni hraungambra, í nágrenni jarðvarmavirkjana á Hellsisheiði og í Svartsengi (Sigurður H. Magnússon, 2008). Hraungambri er mjög viðkvæmur fyrir loftmengun og mun viðkvæmari en flestar háplöntur. Krækilyng virðist t.d. þola þessa mengun nokkuð vel og er það í samræmi við niðurstöður rannsókna sem farið hafa fram á gróðri við álverið í Straumsvík (Hörður Kristinsson, 1998). Niðurstöður rannsókna á vegum Orkuveitu Reykjavíkur í nágrenni Hellsisheiðarvirkjunar sýndu marktæka hækkun á styrk brennisteins í mosa næst virkjuninni í samanburði við mosa í Bláfjöllum. Ekki var þó hægt að segja með öryggjandi hætti að brennisteinn sé að drepa mosa á svæði næst virkjuninni þar sem ekki er vitað um þölmörk mosa fyrir brennisteini (Efla, 2009).

Í vettvangsferð NÍ að Reykjanesvirkjun var gróður skoðaður á því svæði þar sem meginþorri útblásturs kemur frá virkjuninni og teknar ljósmyndir. Einkum var leitað eftir skemmdum á hraungambra.



Mynd 24.7 Myndatökustaðir þar sem leitað var skemmda á mosa.



Mynd 24.8 Skemmdir í mosa austan Gunnhverrs á myndatökustað 1. Mosinn er flekkóttur, gráleitur eða svartur. Ljósmynd: Sigurður H. Magnússon 2008.

Austan Gunnuhvers, á myndatökustað 1 (mynd 24.7), mátti greina skemmdir á hraungamra. Mosinn var þar skemmdur á nokkrum stöðum, svartur á að líta og virtist líflítill (mynd 24.8). Hugsanlega má rekja þessar skemmdir til hverasvæðisins. Vestan hverasvæðisins á myndatökustað 2 var engar skemmdir að finna og ekki annars staðar í nágrenni Reykjanesvirkjunar.

Við stækkun virkjunarinnar mun losun brennisteinsvetnis aukast um að hámarki 70% þegar þækilverið er rekið á fullu afli. Ekki er hægt að útiloka að starfsemi virkjunarinnar muni hafa áhrif á mosa í nágrenni virkjunarinnar.

24.3.3 Áhrif yfirborðsvirkni á gróður

Eins og fram kemur í kafla 24.1.1 hafa talverðar breytingar orðið á gróðri á hverasvæðinu við Gunnuhver. Í kafla 21.2.2 um jarðmyndanir og virkni hvera kemur fram að líklega muni stækkun Reykjanesvirkjunar valda mun minni breytingum á yfirborðsvirkni á svæðinu en varð eftir gangsetningu núverandi virkjunar. Jafnvel geti svo farið að gufustreymi til yfirborðs minnki við stækkunina.

Eins og kemur fram í kafla 21.2.3 geta þeir valkostir sem eru til umfjöllunar haft mismunandi áhrif á yfirborðsvirkni. Þannig eru líkur á að valkostur sem miðar við allt að 1.000 MW upptöku hrávarma og stækkun virkjunar um 100 MW_e að meðtaldri þækilvirkjun hafi mest áhrif á yfirborðsvirkni. Með svipuðum hætti og þegar hefur gerst við hverasvæðið er ekki hægt að útiloka að gufusvæðið sem hefur myndast vegna vinnslu á svæðinu leiði til þess að núverandi hverasvæði breiðist frekar út eða færist til (sjá myndir 21.3 og 21.4). Umfang slíkra breytinga er þó erfitt að sjá með nokkurri vissu. Afleidd áhrif slíkra breytinga eru m.a. breytingar á gróðri.

24.4 Vöktun

Í skýrslu sinni leggur NÍ áherslu á að halda eigi áfram á sömu braut og hafin er, sem felst í því að vakta gróður á hverasvæðinu með reglubundnum mælingum og reyna þannig að koma í veg fyrir að framkvæmdir á svæðinu verði til þess að sjaldgæfar plöntutegundir eða vistgerðir hverfi. Framkvæmdaraðili hefur komið á vöktun á jarðhitakerfinu sbr. kafli 20.6. Niðurstöður þeirrar vöktunar gefur vísbendingu um hvort vænta megi breytinga á yfirborðsvirkni, sem rekja má til vinnslunnar. Aldrei verður hægt að koma í veg fyrir að náttúrulegar breytingar á hverasvæðinu hafi breytingar á gróðri í för með sér. Hins vegar er það vilji framkvæmdaraðila að upplýsingar um náttúruvarnarmál liggja fyrir og mun beita sér fyrir því í samráði við þar til bæra aðila að slíkra upplýsinga verði aflað með markvissum hætti.

24.5 Mótvægisaðgerðir

- Gert er ráð fyrir að margar holur verði boraðar frá hverjum borteig. Með þessu minnkar rask vegna borteiganna sjálfra, slóða sem tengjast hverjum borteig og lagna sem liggja frá borteigunum.
- Lagnir verða lagðar samsíða núverandi lögnum eins og kostur er, sem minnkar rask vegna slóða.
- Dropasíur á hljóðdeyfuum taka við gufu og vatni á meðan á blæstri stendur.

24.6 Niðurstaða

Einkenni: Gróðurfar á framkvæmdasvæðinu einkennist af graslendi og mosagróðri með smárunnum á hrauni. Gróðurþekja er víða skert vegna aukinnar yfirborðsvirkni og sandur þekur hraunið víða. Plöntutegundir og gróðurfélög sem finnast á framkvæmdasvæði virkjunarinnar eru algeng á landsvísu en við hverasvæðið er sérstakt gróðurfar.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Umfang: Bein áhrif framkvæmda á gróður eru staðbundin á um tveimur og hálfum hektara. Gufusvæðið getur breitt frekar úr sér, einkum skv. valkosti 3. Áhrif á jarðhitagróður geta hins vegar verið á landsvísu, vegna sérstöðu þesskonar gróðurs.

Verndargildi: Naðurtunga sem finnst á hverasvæðinu er á valista Náttúrufræðistofnunar Íslands. Tegundin verður ekki fyrir beinum áhrifum vegna framkvæmdarinnar þar sem beint rask verður utan hennar vaxtarsvæðis. Hún gæti orðið fyrir áhrifum vegna breytinga á yfirborðsvirkni.

Lög, reglur og áætlanir: Líffræðileg fjölbreytni nýtur verndar samkvæmt samningnum um vernd líffræðilegrar fjölbreytni. Samningurinn hefur í för með sér ákveðnar skuldbindingar fyrir Ísland gagnvart varðveislu líffræðilegrar fjölbreytni og sjálfbærri nýtingu hennar, sem m.a. felst í því að koma eins og kostur er í veg fyrir útrýmingu tegunda. Samningurinn felur í sér að við vernd og sjálfbæra nýtingu sem getur haft áhrif á líffræðilega fjölbreytni séu ákvarðanir um nýtingu teknar í samræmi við mat á umhverfisáhrifum eins og gert er við undirbúning þessarar framkvæmdar. Gróður við hverasvæðið hefur orðið fyrir áhrifum vegna breytinga á yfirborðsvirkni sem má að einhverju leyti rekja til vinnslu á svæðinu. Naðurtunga, sem er tegund á valista, hefur þannig orðið fyrir neikvæðum áhrifum, sem er ekki í samræmi við markmið samningsins um líffræðilega fjölbreytni. Fyrirhugaðar framkvæmdir geta haft í för með sér breytingar á yfirborðsvirkni, einkum valkostur 1.

Tími og eðli áhrifa: Framkvæmdin mun hafa í för með sér beint rask á gróðri þar sem mannvirki munu rísa. Raskið er bundið við líftíma virkjunarinnar. Óvíst er hvort sömu gróðurhverfi kæmu í stað þeirra sem raskast vegna framkvæmdarinnar en áhrifin eru að hluta afturkræf. Verði breytingar á gróðursamfélögum og tegundasamsetningu vegna breytinga á yfirborðsvirkni er óvíst hvort sömu gróðursamfélög eða plöntutegundir kæmu í stað þeirra sem hyrfu.

Niðurstaða: Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga er það mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á gróður séu **óveruleg** og gildir það fyrir alla valkosti. Óvissa um áhrif er hvað mest varðandi valkost 3.

Tafla 24.3 Samantekt á áhrifum framkvæmda á gróður

Áhrif framkvæmda á gróður	
Áhrif	Staðbundið rask á gróðri þar sem borteigar, vegslóðar, lagnir og mannvirki rísa á um 2,4 ha. Valkostir geta haft mismunandi áhrif á yfirborðsvirkni og þar með afleidd áhrif á gróður.
Mótvægisáðgerðir	Gert er ráð fyrir að margar holur verði boraðar frá hverjum borteig. Með þessu minnkar rask vegna borteiganna sjálfra, slóða sem tengjast hverjum borteig og lagna sem liggja frá borteigunum. Lagnir verða lagðar samsíða núverandi lögnum eins og kostur er, sem minnkar rask vegna slóða. Dropasiur notaðar á blásturstíma.
Niðurstaða	Óveruleg neikvæð áhrif. Óvissa vegna þróunar gufusvæðis.

25 Fuglar

Umfjöllun um fuglalíf á Reykjanesi og áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á fugla byggir á rannsóknum Náttúrufræðistofnunar Íslands sem gerðar voru í tengslum við fyrri framkvæmdir á svæðinu af (Ólafur Einarsson og María Harðardóttir, 1998; Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002) og einnig rannsóknum NÍ vorið 2008 (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008).

25.1 Fuglalíf á Reykjanesi

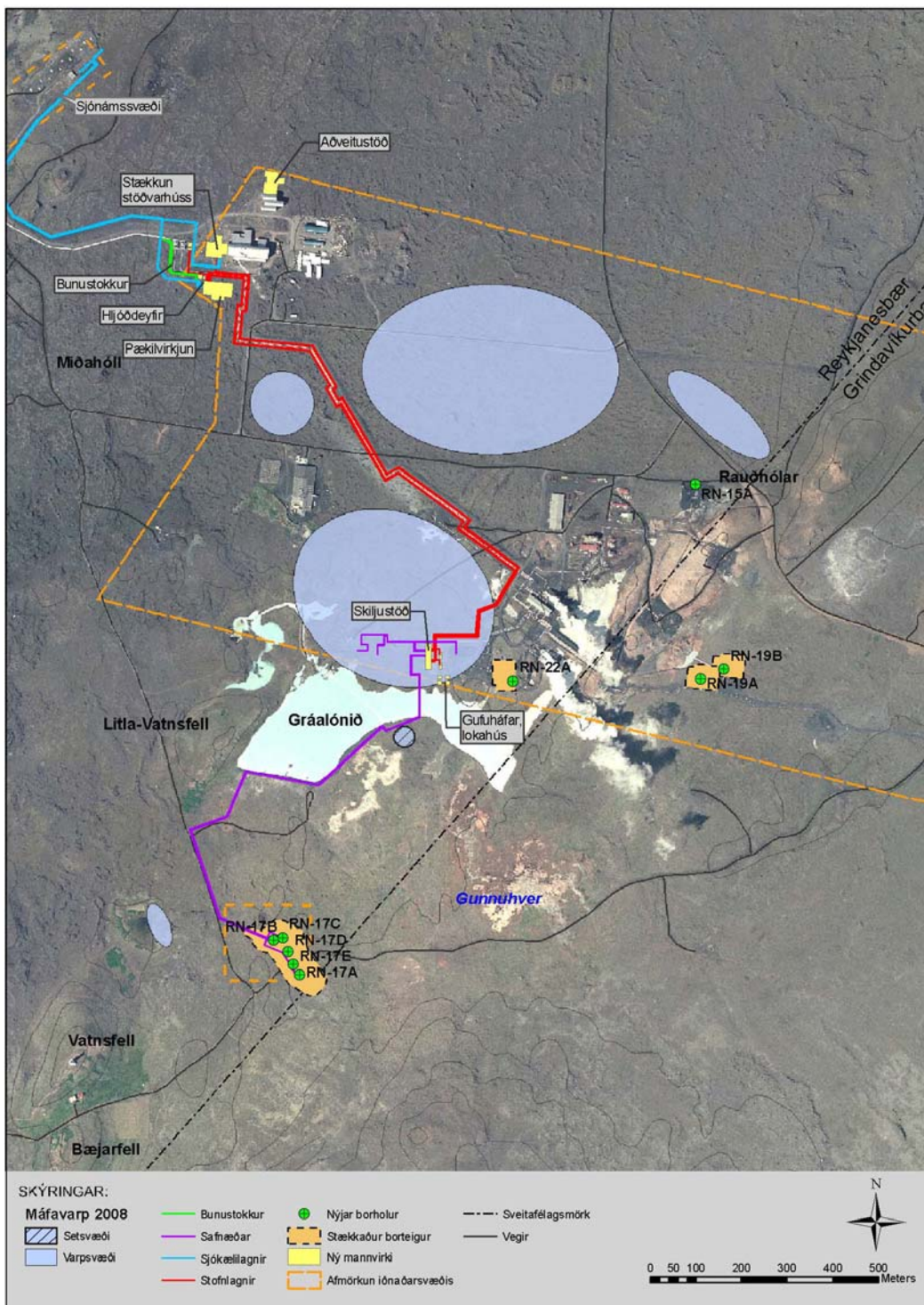
Gögn um fugla á framkvæmdasvæðinu liggja fyrir úr rannsóknum Náttúrufræðistofnunar Íslands frá árunum 1987, 1998 og 2002 (Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Ólafur Einarsson, 1989; Ólafur Einarsson og María Harðardóttir, 1998; Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002). Helstu niðurstöður þeirra voru að almennt er fuglalíf á svæðinu fáskrúðugt og algengir mófuglar í litlum þéttleika. Þessi litli þéttleiki er talinn endurspeglar hversu hrjóstrugt og lítt gróið svæðið er (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002). Í talningum við Sýrfell fundust heiðlóa, spói, maríuerla, steindepill og snjótittlingur og er tegundasamsetning og þéttleiki þar svipuð og lýst hefur verið annars staðar á Reykjanesi (Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Ólafur Einarsson, 1989). Í rannsóknum NÍ árið 1998 fundust hreiður stelks og sendlings og auk þeirra tegunda sem fundust 2002 þóttu tjaldur, hrossagaukur og þúfuttittlingur varplegar tegundir (Ólafur Einarsson og María Harðardóttir, 1998).

Máfavarp hefur verið í hrauninu norðan og austan við Gráalónið (kort 8). Talsvert fannst af silfur máfi í máfavarpinu í rannsóknunum 2002 en einnig sílamáfur og svartbakur (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002). Sunnan iðnaðarsvæðisins hefur verið stórt kríuvarp og krían langalgengasti fuglinn á svæðinu og má sjá útbreiðslu þess á svæðinu skv. rannsóknum NÍ árið 1998 á korti 8. Þetta kríuvarp er óvenjulegt að því leyti að nokkur hluti þess er á gróðurlitlum, leirbornum jarðvegi á hverasvæði og er það að öllum líkindum eina kríuvarpið í heiminum sem er á slíku svæði (Ólafur Einarsson og María Harðardóttir, 1998). Talsverð brögð hafa verið að því að egg séu tínd á svæðinu.

25.1.1 Rannsóknir vorið 2008

Sérfræðingar frá NÍ fóru um Reykjanes 5. og 18. júní 2008 til að kanna fuglalíf með sérstaka áherslu á ástand kríuvarps á svæðinu (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008). Sú rannsókn leiddi í ljós að aðeins lítið brot þeirra fugla sem búast mátti við miðað við fyrri talningar reyndust vera á svæðinu og fáir þeirra sýndu varpatferli. Alls fundust 22 kríuhreiður í þremur byggðum (kort 8). Öll reyndust hreiðrin vera sunnan og norðaustan Gráalónsins og í námunda við hverasvæðið. Alls fundust um 270 kríupör með varpatferli á dreif um allt rannsóknasvæðið auk 230 einstaklinga sem ekki sýndu varpatferli (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008).

Ljóst er að kríuvarp á Reykjanesi er einungis brot af því sem áður hefur verið staðfest með talningum. Að mati NÍ er líklegasta skýringin á því breytt fæðuskilyrði þar eð sandsili hefur brugðist á varptíma sunnan- og vestanlands síðan árið 2005. Í minnisblaði NÍ dags. 27. janúar 2009 kemur eftifarandi fram: *Ljóst er frá fyrri reynslu að kríur hafa orpið á því er virðist mjög heitum svæðum í grennd við Gunnuhver, en jarðvegshiti á varpstöðum þeirra hefur ekki verið mældur. Aukin yfirborðsvirkni er líkleg til að hafa neikvæð áhrif. Kríuvarpið var áður dreift um mjög stórt svæði á og umhverfis hverasvæðið. Þar sem ekkert varp hefur verið svo teljandi sé a.m.k. síðustu tvö ár á Reykjanesi er ólíklegt að það sé vegna aukinnar hitavirkni á hverasvæðinu, frekar vegna aukinnar truflunar, ágangs og svo einkum og sér í lagi staðbundinna fæðuskilyrða. Væri hitavirkni á hverasvæðinu um að kenna hefði mátt búast við einhverju kríuvarpi í gróðurlendum umhverfis hverasvæðið þar sem þær hafa lengi þrífist vel í.*



Mynd 25.1 Varpsvæði sílamáfs á Reykjanesi vorið 2008.

Nálæg kríuvörp t.d. við Stað í Grindavík fóru vel af stað en drógust verulega saman eftir að ungar tóku að klekjast (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008). Í svari við því hvers vegna kríuvarp á Reykjanesi hafi ekki farið vel af stað eins og við Stað kemur fram að Ní meti það sem svo að líkur séu á að

betri fæðuskilyrði í grennd við Stað hafi valdið því að varp þar hafi gengið betur undanfarin ár, og vaxið umtalsvert mögulega á kostnað varpsins við Reykjanes. Engar rannsóknir á fæðuskilyrðum liggja fyrir, hvorki við Reykjanes né Stað. Þótt fjarlægð sé lítil milli þessara varpa getur það samt skipt máli ef hart er í ári.

Norðan Gráalónsins reyndist vera töluvert varp sílamáfs vorið 2008, 300-400 pör, og litlu norðar önnur 200 pör (mynd 25.1) (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008). Sunnan við Gráalónið var einnig nokkuð af sílamáfi. Fáein silfurmáfspör sáust á athugunarsvæðinu.

Þó svo úttekt sumarið 2008 sýni mikla fækkun kríu frá fyrri talningu telur NÍ ekki mega draga víðtækar ályktanir af því (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008). Þarna hefur til skamms tíma verið með stærri kríuvörpum landsins (metið 10.500 pör árið 1987 og 8.300 pör 1998), en staðbundið og jafnvel landshlutabundið ástand í hafinu er líklegast til að hafa valdið tímabundinni breytingu. Að mati NÍ er ástæða til að ætla að notkun svæðisins aukist að nýju enda hefðbundinn varpstaður kríu, einkar vel staðsettur á tanga örksammt frá Reykjanesröstinni sem er landsfræg veiðislóð.

Auk kríu, sílamáfs og silfurmáfs sáust jaðrakan, heiðlóa, tjaldur og stelkur á rannsóknasvæðinu 5. júní 2008.

25.1.2 Fuglategundir á válista

Náttúrufræðistofnun Íslands gefur út válista yfir þær tegundir íslenskra fugla, sem eiga undir högg að sækja hér á landi eða eru í útrýmingarhættu (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2000). Fjallað er um útbreiðslu þessara fugla á landinu, lífshætti, stofnstærð, helstu ógnir og stöðu á heimsvísu. Á válistanum eru 32 tegundir af 76 íslenskum varpfuglum.

Í rannsókn NÍ 2002 fundust tvær tegundir fugla á válista, stormmáfur og svartbakur (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002). Þessara tegunda varð ekki vart í vettvangsferðum NÍ vorið 2008.

25.1.3 Ábyrgðartegundir

Hér á landi er fjöldi einstaklinga í fuglastofnum oft mikill og af þeim sökum geta íslenskir fuglastofnar verið hátt hlutfall af Evrópu- eða heimsstofni viðkomandi tegundar. Í alþjóðasamstarfi eru slíkar tegundir nefndar ábyrgðartegundir og fellur krían í þann flokk en einnig heiðlóa og stelkur (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2000).

25.2 Áhrif framkvæmda á fuglalíf

Almennt gildir um áhrif framkvæmda við jarðvarmavirkjanir á fuglalíf að varpfuglar verða fyrir truflun af framkvæmdum fari þær fram á varptíma. Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda felast einkum í hávaða og umsvifum vegna borunar og síðan hávaða sem fylgir blæstri hola. Í skýrslu NÍ frá 1998 kemur fram að mælt er með því að borun fari fram utan varptíma kríu, sem er frá lokum maí fram í miðjan júlí (Ólafur Einarsson og María Harðardóttir, 1998).

25.2.1 Áhrif vegna hávaða

Á framkvæmdatíma verður hávaði frá borun og blæstri holna. Umsvif við borteig RN-17 er nærri kríuvarpinu en aðrar borholur eru fjær. Hávaði vegna borunar og blásturs getur valdið hávaða á bilinu 55-60 dB(A) á meginvarpsvæði kríunnar sunnan Gráalónsins (kort 8). Í dag má reikna með 50-55 dB (A) hávaða á þessu svæði vegna núverandi skiljustöðvar. Þá er ekki tekið tillit til hávaða frá hverasvæðinu sjálfu, sem er talsverður.

Staðsetning nýrrar skiljustöðvar verður á svæði þar sem talsverð umsvif hafa verið undanfarin misseri vegna borunar og blásturs holna (kort 8). Skiljustöðinni mun fylgja hávaði á rekstartíma. Hvort þetta veldur truflun fyrir kríu eða sílamáf er hins vegar óvíst. Í skýrslu NÍ frá 2002 kemur fram



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

að máfar á svæðinu eru mannvanir og sitji ótruflaðir á hreiðrum rétt við fjölfarna vegi (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002). Það er því erfitt að álykta að umsvif manna hafi með beinum hætti neikvæð áhrif á varpið. Hins vegar mun skiljustöðin hækka hljóðstig, einnig á varptíma.

Rétt þykir að ganga út frá því að Reykjanes sé mjög mikilvægt varpsvæði fyrir kríu þó svo að kríuvarp þar sé í lægð um þessar mundir sbr. kafli 25.1.1.

25.2.2 Áhrif vegna rasks

Rask vegna framkvæmda felst einkum í stækkun borplana og lögnum. Engin borplön verða á megin varpsvæðum eins og þeim er lýst af NÍ (kort 8). Lagnaleiðir verða einnig utan varpsvæða að mestu ef frá er skilinn kafli safnæðar frá borplani við holu RN-17 og stofnlagnar, næst nýrri skiljustöð. Afmörkun máfavarpsins virðist hafa breyst frá fyrri rannsóknum. Í skýrslu NÍ frá 2002 nær varpið frá Gráalóninu að fiskþurrkun og norður að Miðahól (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2002). Suðvesturmörk þess virtust þá liggja nokkurn veginn um veg frá Miðahóli að Litla-Vatnsfelli. Miðað við rannsóknir NÍ vorið 2008 virðist varpið hafa færst austar.

Skiljustöðin verður innan þessa varpsvæðis máfsins norðan Gráalónsins og verður nokkuð rask vegna þessa. Það verður þó að mestu á þegar röskuðu landi.

25.2.3 Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila

Umhverfisstofnun telur brýnt að áfram verði fylgst með fuglalífi svæðisins til að fá nánar úr því skorið hvort eða hversu mikil áhrif virkjunin hefur á það. Umhverfisstofnun telur að stækkun virkjunarinnar muni hafa takmörkuð áhrif á fuglalífið, umfram það sem á sér stað við núverandi virkjun.

Svar: Í frummatsskýrslu er ekki sett fram vöktunaráætlun vegna fugla en öll gögn til að byggja slíka vöktun á liggja fyrir. Eins og kemur fram í frummatsskýrslu leiðir Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ) líkum að því að samdrátt í kríuvarpi megi einkum rekja til fæðuskorts. Í minnisblaði NÍ dags 2. mars 2005 þar sem til umfjöllunar er umrætt kríuvarp segir m.a.: „Þétt kríuvörp uppi á landi líkt og á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi þrífast vart nema í sambýli við manninn. Hér kemur til afrán tófunnar og sú fæling sem búseta manna hefur á tófuna.“ Og síðar segir í sama minnisblaði: „Óviðkomandi menn hafa sótt stíft í þetta kríuvarp á liðnum árum til að tína egg, hugsanlega mun nærvera velviljaðra starfsmanna orkuversins fæla slíka gesti frá og væri það vel.“

Af framansögðu má álykta að það hafi sína kosti og galla fyrir kríuvarpið að vera í nánu sambýli við manninn. Komi síðan að því að draga eigi ályktanir um það hvort Reykjanesvirkjun hafi áhrif á fuglalíf á Reykjanesi þá getur það verið erfitt, m.a. vegna þeirra fjölbættu umhverfisáhrifa sem fuglar verða fyrir á þessu svæði. Auk umsvifa vegna virkjunarinnar er um að ræða eggjatekju, umferð ferðamanna og afrán annarra dýra s.s. refs og máfa.

Það er hins vegar markmið HS að valda ekki neikvæðum áhrifum á fuglalíf vegna framkvæmda. Þess vegna verður leitast við að bora og blástursprófa holur utan varptíma kríu og einnig reynt að takmarka rask innan kríuvarpsins eins og kostur er.

25.3 Mótægisaðgerðir

- Til þess að minnka neikvæð áhrif á varp fugla á svæðinu mun borun fara fram utan varptíma, þ.e. ekki er ráðgert að bora á tímabilinu frá maí fram í miðjan júlí. Reiknað er með upphitunarbið yfir sumarmánuðina meðan varp fugla stendur yfir en í ágúst verði blástursprófun hafin.

25.4 Niðurstöður

Einkenni: Þéttleiki fugla á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði er fremur lítill og eru þær tegundir sem vitað er að orpið hafa á og í nágrenni við framkvæmdasvæðið tiltölulega algengar annarsstaðar á landinu. Mjög sérstakt kríuvarp er í nágrenni framkvæmdasvæðisins þó svo að það sé í lægð um þessar mundir. Einnig er stórt varp sílamáfs innan iðnaðarsvæðisins.

Umfang: Áhrif framkvæmdanna eru bundin við framkvæmdasvæðið og því staðbundin.

Verndargildi: Kría er ábyrgðartegund. Stormmáfur og svartbakur eru tegundir á válista.

Lög, reglur og áætlanir: Áherslur íslenskra stjórnvalda varðandi sjálfbæra þróun í íslensku samfélagi 2006-2009 liggja m.a. í að viðhalda fjölbreytileika tegunda og vistgerða. Einnig er yfirlýst markmið að við framkvæmdir sem raska eða breyta lífandi náttúru verði beitt varúðarsjónarmiði og vistkerfisnálgun þannig að neikvæðum áhrifum á vistkerfi verði haldið í lágmarki.

Varðandi alþjóðlega samninga og skuldbindingar Íslendinga gagnvart þeim þá eru það einkum samningur um verndun villtra plantna, dýra og náttúrulegra búsvæða þeirra í Evrópu (Bern) og samningur um líffræðilega fjölbreytni sem snerta framkvæmdina. Í báðum þessum samningum eru áherslur á verndun villtra dýra og lífssvæða eða búsvæða þeirra. Í Bernarsamningnum er einkum áhersla á verndun tegunda og lífssvæða þar sem verndun krefst samvinnu margra ríkja, sem á ekki síst við um fugla. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur gefið út válista í samræmi við framangreindar skuldbindingar.

Samningurinn um líffræðilega fjölbreytni hefur í för með sér ákveðnar skuldbindingar fyrir Ísland gagnvart varðveislu líffræðilegrar fjölbreytni og sjálfbærri nýtingu hennar, sem m.a. felst í því að koma eins og kostur er í veg fyrir útrýmingu tegunda. Samningurinn felur í sér að við vernd og sjálfbæra nýtingu sem getur haft áhrif á líffræðilega fjölbreytni séu ákvarðanir um nýtingu teknar í samræmi við mat á umhverfisáhrifum eins og gert er við undirbúning þessarar framkvæmdar. Af ábyrgðartegundum er það einkum kría sem gæti orðið fyrir neikvæðum óbeinum áhrifum. Varpsvæði kriunnar er ekki raskað vegna framkvæmdanna.

Tími og eðli áhrifa: Áhrif framkvæmdarinnar eru að mestu bundin við framkvæmdatíma en þá geta varpfuglar orðið fyrir truflun tengdum framkvæmdum. Áhrif framkvæmdanna á fugla eru talin afturkræf.

Niðurstaða: Samkvæmt fyrirliggjandi upplýsingum telur framkvæmdaraðili að áhrif framkvæmdarinnar hafi **óveruleg** neikvæð áhrif á fuglalíf á svæðinu.

Tafla 25.1 Samantekt á áhrifum framkvæmda á fuglalíf.

Áhrif framkvæmda á fuglalíf	
Áhrif	Kría og sílamáfur geta orðið fyrir truflun vegna framkvæmda fari þær fram á varptíma
Mótvægisáðgerðir	Tímasetning borunar og prófun borholna verður utan varptíma
Niðurstaða	Óveruleg neikvæð áhrif



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

26 Lífríki sjávar og fjöru

Umfjöllun um lífríki sjávar og fjöru tekur einkum á efnasamsetningu og magni affallsvatns frá Reykjanesvirkjun og breytingum sem verða þar á við stækkun hennar og tilkomu pækilvirkjunar. Kaflinn byggir einkum á vöktunarrannsóknnum Íslenskra orkurannsóknna (ÍSOR) á affallinu (Ester Inga Eyjólfsdóttir, 2008; Kristín Kröyer o.fl., 2008; Sigurður G Kristinsson og Gunnlaugur M Einarsson, 2008).

26.1 Affallsvatn frá Reykjanesvirkjun

Við virkjun jarðhita skapast þörf fyrir losun á affallsvatni en það samanstendur af skilju-, þétti-, kælisjó og ferskvatni. Skiljuvatn er vatnshluti jarðhitavökvans sem skilinn er frá gufunni í gufuskiljum. Skiljuvatnið er innihaldsríkt af uppleystum steinefnum sem fylgdu vökvunum í byrjun og hafa losnað úr berginu vegna hitans í jarðhitageyminum.

Afallsvatn frá núverandi virkjun á Reykjanesi er leitt til sjávar í bunustokk frá stöðvarhúsi (kort 1).

Í núverandi starfsleyfi Reykjanesvirkjunar sem gefið er út af Heilbrigðiseftirliti Suðurnesja 17. apríl 2008 segir m.a. að gera skuli vöktunaráætlun fyrir eftirlit og mælingar affallsvatns í sjó og fylgjast með áhrifum efnainnihalds þess á umhverfi við sjávarsíðuna og áhrif á sjávarlíf. Sú vöktun sem viðhöfð er á svæðinu byggist annars vegar á vöktun ÍSOR á styrk og magni efna í affallsvatni auk hitadreifingar við útfall. Hins vegar fara starfsmenn HS Orku reglulega að útfallsopi til eftirlits, bæði með mannvirkjum og sjónrænum áhrifum jarðhitaaffalls á umhverfið. Við vinnslu starfsleyfisins leitaði umhverfisfulltrúi HES, fyrir hönd heilbrigðisnefndar svara við eftirfarandi spurningu: Var á sínum tíma gerð vöktunaráætlun til þess að meta áhrif frárennslis í heild á lífríki við útrásarop affallsvatns í sjó?

Svar Hitaveitu Suðurnesja var eftirfarandi:

Í úrskurði Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum varðandi jarðhitanýtingu á Reykjanesi, #2002040001 kom fram að vikið hafi verið frá matsáætlun hvað varðar öflun upplýsinga um lífríki innan þynningarsvæðis vegna förgunar affallsvatns í sjó. Ástæður þess eru m.a. að styrkur og magn efna í affallsvatni verði í öllum tilfellum nema tveimur þ.e. arsen og sink, undir þeim mörkum þar sem lítil eða engin hættu sé á áhrifum skv. reglugerð 769/1999 um varnir gegn mengun vatns. Þá kom einnig fram að það sé vel þekkt að kísill falli út við útrásarop frárennslis frá jarðhitasvæðum t.d. Bláa lóninu. Var lögð áhersla á að tryggja að koma í veg fyrir að útfellingar muni myndast við útrásaropið og koma í veg fyrir að útfellingar muni sjást á ströndinni í nágrenni þess og uppfylla þar með kröfur í reglugerð um fráveitu og skólp.

Unnið hefur verið að mælingum á affallsvökva, en ekki er til heilstæð vöktunaráætlun til að meta áhrif frárennslis við útrásarop affallsvatnsins í sjó.

ÍSOR hefur hinsvegar mælt reglulega hitastig á affallsvatni og tekið sýni til að meta efnainnihald vökvans. Unnið er að skýrslu um niðurstöður og er hennar að vænta á næstunni.

Niðurstöður efnagreininga á sýnum sem tekin voru við enda bunustokksins sína að styrkur arsens er aðeins um 12 ppb. Í matsskýrslu var gert ráð fyrir að þessi styrkur væri 141 ppb sem kallar á skilgreiningu þynningarsvæðis. Þegar styrkurinn er komin niður í 12 ppb þýðir það flokkur III samkvæmt viðauka við reglugerð 769/1999 og þarf því ekki lengur að skilgreina þynningarsvæði vegna As styrksins. Sama er að segja um styrk á sínski, en styrkur þess mældist í sýni sem tekið var við afrennslis á vél 3-7 ppb. Í matsskýrslu var gert ráð fyrir styrkurinn væri 38 ppb eða allt að 10-falt meiri en mælingar benda til.

Hitastig í sjóholum, þar sem sjó er dælt upp til kælingar véla virkjunarinnar er mælt reglulega til að fylgjast með hugsanlegri hækkun hitastigs vegna útfalls.

Starfsmenn HS h/f fara reglulega að enda bunustokks, að útfallsopi til eftirlits, bæði með mannvirkjum og sjónrænum áhrifum affallsvökva á umhverfið. Ekki hefur orðið vart við sjónræna mengun af völdu kísils, hvorki í sjónum neðan við útfallið né á ströndinni þar í nágrenni"

Í framhaldi þessa svars var gefið út starfsleyfi án sérstakra skilyrða um að frekari vöktun á lífríkinu færi fram umfram það sem að lýst er í svarinu.

Niðurstöður efnagreininga úr tveimur sýnum sem ÍSOR hefur tekið af affalli bunustokks, árin 2007 og 2008 sýna m.a. styrk málma (tafla 26.1) (Ester Inga Eyjólfsdóttir, 2008; Kristín Kröyer o.fl., 2008). Í þessum tveimur sýnatökum kemur fram munur á styrk zinks, kopars, kadmíums, blýs, króms og nikkels.

Í sýninu sem tekið var 2008 er styrkur kopars, zinks, kadmíums, blýs, króms og nikkels undir umhverfismörkum I og II skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns, en þá er mjög lítil eða lítil hættu á áhrifum. Ástæður fyrir lækkun í styrk efna árið 2008 eins og króms og nikkels má rekja til þess að tæring á lögnum og fóðringum hefur minnkað með tímanum. Styrkur efna sem ættuð eru úr jarðhitavökvanum, eins og zink, kopar og blý, er háður rekstraraðstæðum virkjunarinnar. Þannig getur örflítil breyting í sýrustigi vökvans nægt til þess að t.d. blý og zinksúlfít í lögnum leysast upp í stað þess að falla út (Ester Inga Eyjólfsdóttir, 2008).

Tafla 26.1 Styrkur málma jarðhitaaffalli í bunustokki (mg/l) árin 2007 og 2008 og umhverfismörk sýnis frá 2008 skv. reglugerð nr. 796/1999.

Efni í vatni	Tákn	Niðurstöður efnagreininga úr bunustokki			Skýringar
		2007 (mg/l)	2008 (mg/l)	Umhverfismörk skv. reglugerð	
Kopar	Cu	<0,001	<0,0005	II	Lítill hættu á áhrifum
Zink	Zn	0,0136	<0,002	I	Mjög lítil eða engin hættu á áhrifum
Kadmíum	Cd	<0,0002	<0,00005	II	Lítill hættu á áhrifum
Blý	Pb	0,00383	<0,0003	II	Lítill hættu á áhrifum
Króms	Cr	0,00246	<0,0001	I	Mjög lítil eða engin hættu á áhrifum
Nikkel	Ni	0,00242	0,000991	II	Lítill hættu á áhrifum
Arsen	As	0,0119	0,0144	III	Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki

Styrkur arsens (As) í jarðhitaaffallinu er á bilinu 12-14 µg/l. Samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns fellur styrkur As undir umhverfismörk III (5 – 15 µg/l) þ.e. að áhrifa megi vænta á viðkvæmt lífríki. Ekki þarf þó nema um 50% þynningu í sjó til að styrkurinn fari undir umhverfismörk II.

Ekki hefur verið ráðist í sérstakar lífríkisrannsóknir við útfallið og því ekki til upplýsingar um lífríkið fyrir þann tíma sem virkjunin tók til starfa. Í undirbúningi fyrir stækkun virkjunarinnar var leitað til Hafrannsóknastofnunar um hvernig best verði fylgst með áhrifum affalls á lífríkið. Hafrannsóknastofnun vann af því tilefni greinargerð þar sem fjallað er um möguleika á vöktun á uppsöfnun mengunarefna í fjörlífverum við afrennslið frá Reykjanesvirkjun (Steinunn Hilma Ólafsdóttir, 2008). Í greinargerðinni kemur m.a. fram að líklegt sé að áhrif afrennslisins á lífverur sjávar séu bæði vegna hitans og vegna uppleystra efna úr jarðsjónum, sem gætu verið skaðlegar fyrir lífverur. Þar er einnig fjallað um að mengunarefni eins og arsen (As), blý (Pb), zink (Zn) og fleiri

efni séu þess eðlis að þau geta safnast upp í lífverum og haft áhrif á starfsemi þeirra ef þau eru í of miklum styrk. Hafrannsóknastofnun telur mögulegt að fylgjast með uppsöfnun ofangreindra og fleiri málma í umhverfinu með vöktun t.d. með því að nýta ákveðnar fjörulífverur sem vísitengundir (Steinunn Hilma Ólafsdóttir, 2008). Einnig kemur það fram í greinargerð Hafrannsóknastofnunar að þar sem styrkur arsens, sinks, blýs og króms í affallinu er hærri en í strandsjónum þá sé full ástæða til að vakta hugsanlega uppsöfnun þessara efna í lífverum sjávar.

Eins og fram kemur hér að framan er styrkur þessara efna undir viðmiðunarmörkum reglugerðar nr. 796/1999 að undaskildu arseni (As). Augljóst er að styrkur þessara efna er meiri en í strandsjó þar sem að í hann er blandaður skiljuvatni sem er ríkt af uppleystum efnum. Lögjafinn virðist ekki gera ráð fyrir að ástæða sé til að vakta svæði með svo lágum styrk og væri umfram lagalegar skyldur að fylgja tillögum Hafrannsóknarstofnunar.

Sumarið 2009 vinnur Hafrannsóknastofnunin að fjörulífskönnun í nágrenni affalls frá Reykjanesvirkjun þar sem greindar eru tegundir og þéttleiki þeirra. Út frá niðurstöðum þeirrar könnunar má leggja mat á áhrif afrennslis frá Reykjanesvirkjun (Steinunn Hilma Ólafsdóttir, 2008). Einnig er gert ráð fyrir að Matís geri efnagreiningar á skúþpangi. HS gerir ráð fyrir að áður en framkvæmdir hefjast við stækkun Reykjanesvirkjunar liggi niðurstöður fjörulífskönnunar fyrir. Niðurstöður tegundagreiningar og efnagreininga mynda grunn fyrir vöktun lífríkis á svæðinu, þ.á.m. varðandi uppsöfnun mengunarefna í lífverum.

26.1.1 Umsögn Hafrannsóknastofnunarinnar og svör framkvæmdaraðila

Hafrannsóknastofnunin hefur áður bent á að styrkur arsens, sinks, blýs og króms í affallinu er hærri en í strandsjónum og að magn affallsvatns til sjávar er gríðarlega mikið. Stofnunin telur að í ljósi þess sé full ástæða til að vakta hugsanlega uppsöfnun þessara efna í lífverum sjávar á svæðinu.

Svar: Eins og kemur fram í kafla 26.1 var styrkur sinks, blýs og króms í sýnatöku árið 2008 undir umhverfismörkum I og II skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns, en þá er mjög lítil eða lítil hætta á áhrifum. Styrkur þessara efna er að einhverju leyti háður rekstraraðstæðum virkjunarinnar. Styrkur arsens í jarðhitaaffallinu fellur undir umhverfismörk III þ.e. að áhrifa megi vænta á viðkvæmt lífríki. Augljóst er að styrkur þessara efna í jarðhitaaffalli er meiri en í strandsjó þar sem að í affallið er blandað skiljuvatni sem er ríkt af uppleystum efnum. Reglugerð nr. 796/1999 gerir hins vegar ekki ráð fyrir að ástæða sé til að vakta svæði þar sem affall er með svo lágum styrk.

26.2 Áhrif framkvæmda á lífríki sjávar og fjöru

Breytingar í magni affallsvatns vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar eru háðar því hversu miklu verður dælt niður í væntanlegar niðurdælingarholur. Hugsanlegt er að niðurdælingarholur muni taka við meira magni vatns en því sem upp verður tekið vegna stækkunar virkjunarinnar.

Hönnunarforsendur núverandi 100 MW_e virkjunar á Reykjanesi gerðu ráð fyrir að unnt væri að veita um 790 kg/s af jarðhitaaffalli um bunustokkinn til sjávar. Þetta miðaðist við að vökvinn í jarðhitakerfinu væri um 290 °C heitur og að vermi holna væri jafnt vermi vatns við 290°C eða 1.290 kJ/kg. Sé gert ráð fyrir að öllu þéttivatni sé blandað saman við skiljuvökvann áður en honum er veitt í bunustokkinn verður styrkur steinefna í jarðhitaaffalli um það bil sá sami og í djúpvökva jarðhitakerfisins. Styrkur gastegunda verður hins vegar mun lægri þar sem jarðhitagasið fer með gufunni í gegnum hverflana og er skilið úr gufunni í eimsvölunum. Ljóst er að hitastig margra holna var strax í upphafi nokkuð hærri en 290°C. Einnig hefur komið í ljós að vermi nokkurra vinnsluholna á svæðinu hefur aukist með tímanum (sjá t.d. Pál Jónsson og Þráinn Friðriksson, 2008). Þetta hefur leitt til þess að magn skiljuvatns er nú minna en gert var ráð fyrir í upphafi og er

styrkur steinefna í jarðhitaaffallinu lægri eins og staðfest hefur verið með mælingu. Ekki er þó ljóst hversu mikið magn blöndunarvökva hefur minnkað og því er miðað við upphaflegu forsendurnar.

Í dag er rennsli í bunustokknum u.þ.b. 4.400 l/sek. Miðað við síðustu efnagreiningu (maí 2008), er samsetning u.þ.b. 4% þéttivatn, 84% kælísjór og 12% skiljuvatn. Með stækkuninni er gert ráð fyrir að aukning á kælísjó sé u.þ.b. 1.600 l/sek. Viðbót af skiljuvatni getur orðið u.þ.b. 160 l/sek. Þetta er hámarksviðbót þar sem að gert er ráð fyrir að þækilverið sé hugsað sem varaafli fyrir svæðið og því ólíklegt að öll orkuframleiðslan sé í gangi á sama tíma. Ef samt sem áður er gert ráð fyrir því mun hlutfall skiljuvatnsins ekki aukast í blöndunni, þ.e. verður áfram á milli 11-12%. Efnaálagið eykst á svæðið þar sem að heildarmagnið eykst, en styrkurinn er enn undir viðmiðunarmörkum reglugerðar.

Framleiðsla lághita-/lágþrýstigufu úr skiljuvökva eykur eðli máls samkvæmt ekki heildarupptekt úr jarðhitageyminum. Skiljuvökvinn verður hins vegar við lægra hitastig og ríkari af uppleystum steinefnum eftir að lágþrýstigufan hefur verið skilin frá vökvanum. Gert er ráð fyrir að auk lágþrýstigufunnar verði aflað háþrýstigufu fyrir þækilhverfilinn. Háþrýstigufan kemur úr þurrghufuholum og/eða blautum holum með vermi um 1.400 kJ/kg, þ.e. holum með hátt gufuhlutfall. Gert er ráð fyrir að 1,68 kg/s af gufu þurfi til að framleiða hvert MW_e í þækilvirkjun.

Tafla 26.2 sýnir magn skiljuvökva og þéttivatns sem bætist við núverandi affallsvökva vegna 50 MW_e gufuhverfils og þækilvirkjunar. Einnig kemur fram hversu mikið magn uppleystra steinefna eykst miðað við núverandi streymi til sjávar. Í aftasta dálkinum er sýnd þynning jarðhitaaffallsins sem stækkun virkjunarinnar leiðir af sér. Þynningin gerir ráð fyrir að magn steinefna í jarðhitaaffallinu sem nú er veitt til sjávar sé jafnt magni uppleystra steinefna í djúpvökvanum sem unninn er.

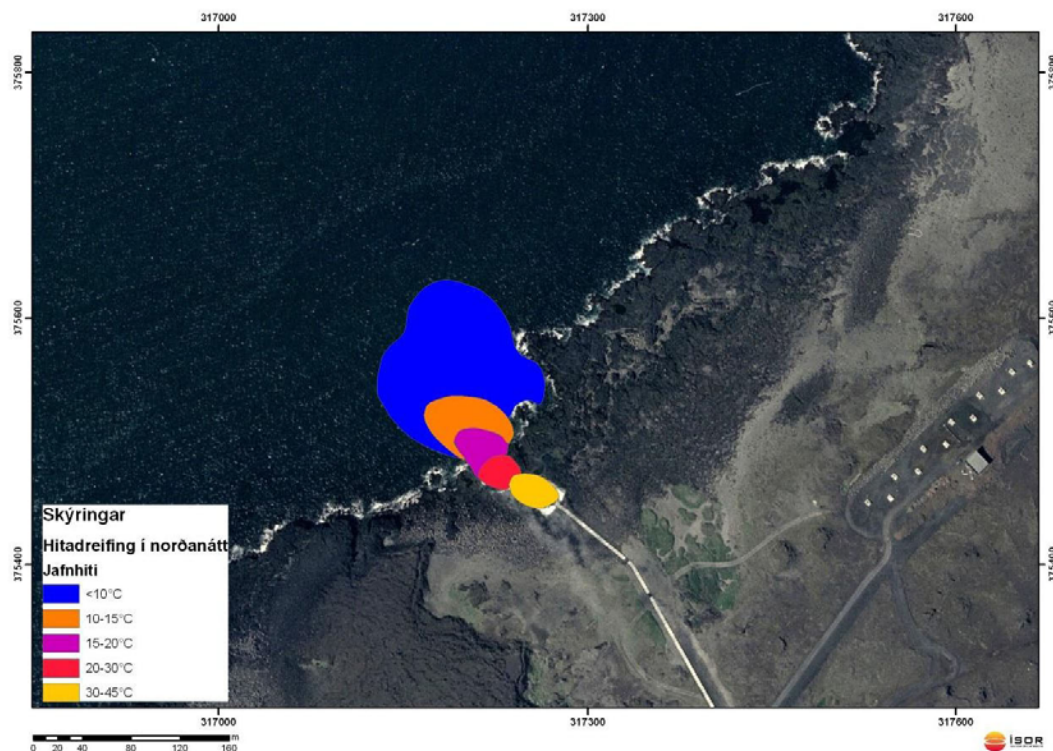


Mynd 26.1 Við enda bunustokks þar sem affall frá Reykjanesvirkjun rennur í sjó. Ljósmynd: Björn H. Barkarson 2008.

Aukning jarðhitaaffalls er háð því hversu mikið af þurrghufu og hversu mikið af gufu úr djúpvökva verður nýtt. Þannig getur magnaukning jarðhitaaffalls orðið á bilinu 120 – 280 kg/s.

Tafla 26.2 Aukning jarðhitaaffalls vegna nýrrar 50 MW_e gufutúrbína og þækilvirkjunar þar sem framleiðslan byggist á hreinum gufuholum eða blöndu af gufu- og blautholum.

	Skiljuvatn (kg/s)	Þéttivatn (kg/s)	Alls blanda (kg/s)	Magn- aukning steinefna (%)	Þynning (%)
50 MW_e gufutúrbína					
100% þurrghufa	0	84	84	0	11
Blönduð gufa	114	84	198	14	4
Þækilvirkjun					
100% þurrghufa	0	34	34	0	4
Blönduð gufa	45	34	79	6	2
Alls vegna stækkunar					
100% þurrghufa	0	118	118		
Blönduð gufa	159	118	277		

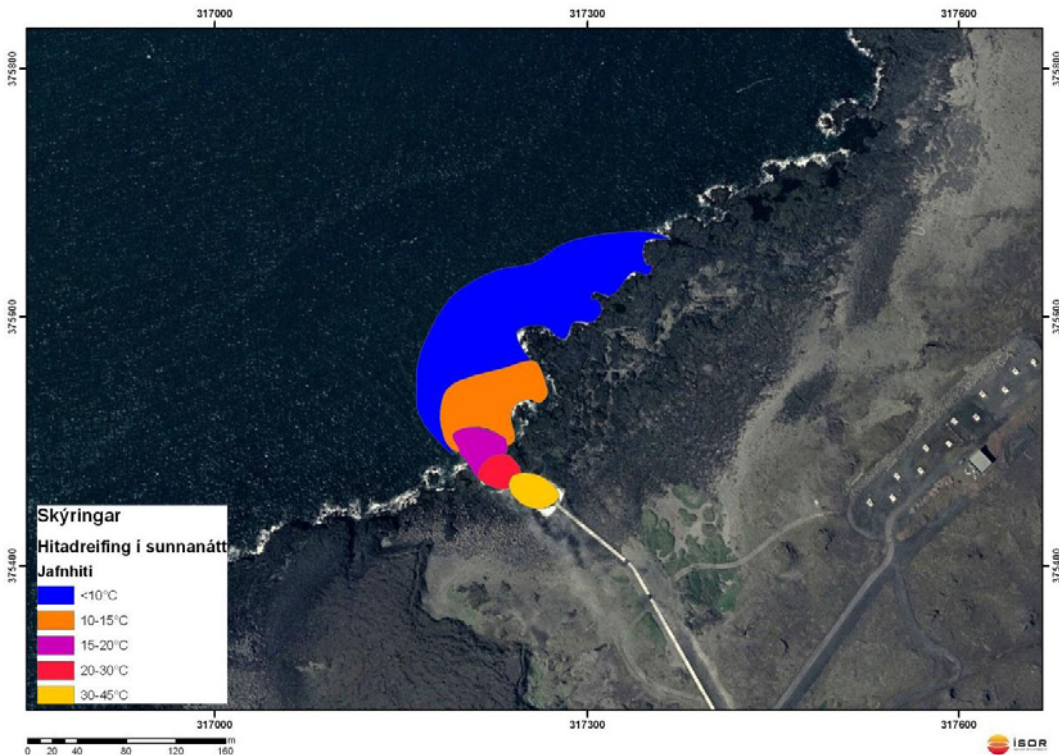


Mynd 26.2 Dreifing affallsvatns frá Reykjanesvirkjun í stífri norðanátt (Sigurður G Kristinsson og Gunnlaugur M Einarsson, 2008).

Frá því í byrjun árs 2008 hefur ÍSOR notað hitainnrauða myndavél til að fylgjast með dreifingu affallsvatnsins með ströndinni. Fyrir þann tíma var aðeins notast við óbeinar mælingar á dreifingu vatnsins sem og beinar hitamælingar með ströndinni. Myndavélin er stafræn og næm á geislun á innrauðu sviði, sem hægt er að breyta yfir í hitastig með tiltölulega einföldum útreikningum. Sú myndavél sem ÍSOR notar er næm á hitastig frá -20°C við bestu aðstæður. Setja þarf fyrirfara um nákvæmi á því hitastigi sem myndin gefur. Við prófanir hefur vélin sýnt nokkru lægri hita

en mælingar. Gera má ráð fyrir að myndir teknar í átt til sjávar sýni á sama hátt ekki eiginlegan hita, en hitamismunur kemur skýrt fram (Sigurður G. Kristinsson og Gunnlaugur M. Einarsson, 2008).

Út frá hitamyndunum hefur ÍSOR unnið kort sem sýna útbreiðslu hita úr affallinu frá Reykjanesvirkjun. Mynd 26.2 sýnir dreifingu affallsvatns í sjónum í stífri norðanátt. Mestur hiti er beint út frá bunustokknum. Eftir það lækkar hitinn hratt. Hvergi með ströndinni, utan við útfallið hefur mælst hiti yfir 10°C í sjó. Mynd 26.3 sýnir hitadreifinguna í sunnanátt en við þau skilyrði ýta hafstraumarnir affallsvatninu til norðurs. Hitadreifingin til norðurs er um 230 m en um 80 m út frá ströndinni þar sem hún er mest.



Mynd 26.3 Dreifing affallsvatns frá Reykjanesvirkjun í sunnanátt (Sigurður G Kristinsson og Gunnlaugur M Einarsson, 2008).

ÍSOR hefur reiknað út flatarmál áhrifsvæðis hitamengunar á svæðinu (tafla 26.3). Þar sést að áhrifsvæðin eru jafnstór á hitastigsbilinu 15-45 °C. Áhrifsvæðið er hins vegar nokkru stærra þegar sunnanátt er.

Tafla 26.3 Stærð áhrifsvæðis hita frá affalli Reykjanesvirkjunar miðað við norðanátt og sunnanátt (Sigurður G Kristinsson og Gunnlaugur M Einarsson, 2008).

Jafnhiti (°C)	Flatarmál (m ²) í norðanátt	Flatarmál (m ²) í sunnanátt
<10	10.632	12.211
10-15	1.991	3.468
15-20	1.067	1.067
20-30	677	677
30-45	830	830
Alls	15.197	18.253

ÍSOR telur gögnin benda til þess að blöndun affallsvatns og sjávar sé tiltölulega hröð. Þó séu ýmsir óvissuþættir sem hafi áhrif á blöndunina. Ekkert tillit er tekið til iðustrauma í sjónum og öldugangs og reikna megi með að blöndun sé hraðari þegar brim er mikið. Gagna er aflað þegar lágstreymt er en á flóði gengur sjór langt inn fyrir sjálft útfallið. Varminn í affallsvatninu flyst í nærliggjandi sjó með hræringu, uppgufun og geislun á tiltölulega skömmum tíma og á litlu svæði frá því að hann kemst í samband við kaldan sjóinn (Sigurður G Kristinsson og Gunnlaugur M Einarsson, 2008).

Eins og kemur fram að framan er reiknað með að tilkoma þækilvirkjunar muni hafa í för með sér lækkun hitastigs jarðhitaaffalls um 30 °C. Á móti mun magn jarðhitaaffalls aukast eitthvað við stækkunina.

Við enda stokksins þar sem hann fellur til sjávar má sjá minniháttar útfellingar frá jarðhitavökvanum en einnig verður vart við breytingu á fjörugróðri á um 200 m kafla til norðurs.

Miðað við þær breytingar á magni, hitastigi og samsetningu affallsvatnsins sem stækkunin hefur í för með sér má reikna með að breytingar frá núverandi ástandi verði óverulegar.

Rekstur virkjunar á Reykjanesi þarf að uppfylla ákvæði reglugerða sem um slíka starfsemi gilda. Í tilviki jarðhitaaffalls er það reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og reglugerð 798/1999 um fráveitur og skólp sem marka þann ramma sem starfsemin þarf að rúmast innan. Það er mat framkvæmdaraðila að í ljósi niðurstaðna efnagreininga á jarðhitaaffalli þ.e. að styrkur efna sem tilgreind eru í reglugerð nr. 796/1999 sé ekki líklegur til að hafa neikvæð áhrif á lífríki sjávar og fjöru. Eins í ljósi þess að aðstæður við affall Reykjanesvirkjunar eru með þeim hætti að þynning affallsvatnsins er mjög hröð.

26.2.1 Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja og svör framkvæmdaraðila

Embættið [HES] leggur ríkulega áherslu, m.t.t. efna uppsöfnunar á arsen (As), síns (Zn), blýi (Pb) og krómi (Cr) í lífríki sjávar, að reynt verði til hlýtar niðurdælingu affallsvatns frá virkjuninni.

Svar: Í kafla 8.2 í frummatsskýrslu er gerð grein fyrir áformum HS um niðurdælingu. Hins vegar er rétt að minna á að styrkur allra efna í jarðhitaaffalli sem nefnd eru í umsögn HES er undir viðmiðunarmörkum reglugerðar nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns, nema arsens. Þ.e. lítil eða mjög lítil hætta er á áhrifum. Styrkur arsens fellur undir umhverfismörk III en þá er áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.

26.3 Vöktun

- Gert er ráð fyrir áframhaldandi vöktun á efnasamsetningu jarðhitaaffalls, sem felur í sér reglulega sýnatöku úr bunustokki.
- Fylgst verður með hitadreifingu út frá affalli.
- Safnað verður grunnupplýsingum varðandi tegundasamsetningu, þéttleika og uppsöfnun mengunarefna í fjöru við affallið, sem síðan getur nýst sem grunnur fyrir vöktun.

26.4 Mótvægisaðgerðir

- Niðurdæling minnkar magn affalls sem rennur til sjávar.

26.5 Niðurstaða

Einkenni: Affall frá Reykjanesvirkjun rennur í sjóinn vestan virkjunarinnar. Jarðhitaaffall er ríkt af efnum sem eru uppleyst í jarðhitavökvanum þegar honum er dælt upp úr borholum. Efni í vökvanum geta haft óæskileg áhrif á lífríki sé þeim veitt til sjávar í of miklu magni. Hitastig jarðhitaaffalls lækkar með tilkomu þækilvirkjunar.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Umfang: Mjög hröð þynning verður á affallinu þegar það rennur í sjóinn vegna þungra strauma. Áhrifasvæðið er því lítið.

Verndargildi: Strandsvæðið nýtur ekki sérstakrar verndar.

Lög, reglur og áætlanir: Um affallið gildir reglugerð nr. 796/1999.

Tími og eðli áhrifa: Áhrif affalls á lífríki sjávar og fjöru eru að mati framkvæmdaraðila tímabundin á framkvæmdatíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu.

Niðurstaða: Að mati framkvæmdaraðila eru neikvæð áhrif á lífríki sjávar og fjöru talin **óveruleg**.

Tafla 26.4 Samantekt á áhrifum framkvæmda á lífríki sjávar og fjöru

Áhrif framkvæmda á vatnafar	
Áhrif	Jarðhitaaffall er ríkt af efnum sem uppleyst eru í jarðhitavökvanum sem rennur til sjávar Jarðhitaaffall veldur hitabreytingum við útfallið
Mótvægisáðgerðir	Niðurdæling jarðhitaaffalls
Niðurstaða	Óveruleg neikvæð áhrif

27 Smádýralíf og hveraörverur

Í eftirfarandi kafla er fjallað um smádýralíf og hveraörverur og hugsanleg áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á þessar lífverur. Ekki var ráðist í sérstakar rannsóknir vegna þessara umhverfisþátta en stuðst við fyrirliggjandi upplýsingar og leitað til sérfræðinga á Náttúrufræðistofnun Íslands varðandi smádýralíf.

27.1 Smádýralíf

Rannsókn var gerð á smádýrum á hverasvæðinu á Reykjanesi árið 2001 og fram á árið 2002 (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003; María Ingimarsdóttir, 2004). Alls fundust 114 tegundir smádýra á rannsóknarsvæðinu þ.a. 95 tegundir skordýra, 13 tegundir áttfætlna, margfætlur, ánamaðkar og sniglar. Heildarfjöldi smádýrategunda minnkaði með auknum jarðvegshita og breytileiki í fjölda minnkaði að sama skapi. Einnig kom fram mikill breytileiki í tegundasamsetningu eftir árstíma (María Ingimarsdóttir, 2004). Reykjanes sker sig nokkuð úr hvað varðar tegundasamsetningu samanborið við önnur háhitasvæði sem skoðuð voru í rannsókninni á Hengilssvæðinu og á Norðurlandi. Það er eina svæðið á láglendi sem var skoðað og auk þess nálægt sjó, sem hugsanlega hefur þessi áhrif (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003).

Breytingar á umhverfisþáttum s.s. hitastigi, pH gildi (sýrustigi) og vatnsmagni hafa áhrif á hvaða tegundir geta lifað af í umhverfinu og á það við um hveraörverur og smádýr eins og aðrar lífverur. Áhrif aukinnar vinnslu úr jarðhitageyminum á Reykjanesi á virkni hverasvæðisins geta því leitt af sér breytingar á umhverfi þessara lífvera. Leitað var eftir álitum Náttúrufræðistofnunar Íslands á því hvort ráðast ætti í sérstakar rannsóknir á smádýralífi á hverasvæðinu vegna fyrirhugaðrar stækkunar. Í tölvupósti dagsettuðum 8. apríl 2008 svarar Náttúrufræðistofnun þessari fyrirspurn: *Á árunum 2001–2002 fór fram ítarleg rannsókn á smádýralífi við Gunnuhver. Hún skilaði ágætri þekkingu á smádýrafánunni við mismunandi aðstæður, þ.e. gróðurfar og hita. Vitað er að smádýr eru fljót að bregðast við breytingum á umhverfi. Við teljum að með því að fylgjast með breytingum á hitastigi og áhrifum þess á gróðurfar sé hægt að sjá fyrir breytingar á smádýralífi út frá fyrirliggjandi þekkingu og því ekki nauðsynlegt að gera á því sérstaka úttekt.*

Eftir að niðurstöður rannsókna NÍ vorið 2008 lágu fyrir var leitað eftir álitum stofnunarinnar á áhrifum þeirra breytinga sem orðið hafa á liðnum mánuðum á hverasvæðinu sbr kafla 24.1.1 og var það álit sett fram á minnisblaði dags. 27. janúar 2009:

*Í rannsóknum sem gerðar voru á smádýralífi á háhitasvæðum 2001–2002 kom fram að jarðvegshiti hefur mikil áhrif á tegundasamsetningu smádýra. Rannsóknarreitir á köldu landi nokkur hundruð metra frá hveramiðju og reitir í námunda við hveru áttu fáar tegundir sameiginlegar. Gróðurþekja hefur einnig áhrif á tegundasamsetningu smádýra. Einungis fáar tegundir þola þann mikla hita sem er næst hverunum en þær tegundir sem þar þrífast geta fundist í talsverðum fjölda. Við aukna hveravirkni hefur tegundum því fækkað talsvert. Í rannsókninni frá árinu 2001–2002 voru tvær tegundir algengar í hitanum, ef frá eru taldar flugur. Eðjusmiður (*Bembidion grapsei*) er einnig algengur í köldum leirflögum og búist er við að hann hafi aukið útbreiðslu sína þar sem ógróið hverasvæði hefur stækkað mikið. Hin tegundin er köngulóin sortuló (*Erigone atra*). Utan jarðhita er hún algeng í túnnum og bithaga og má því ætla að hún hafi beðið eitthvað afhroð þar sem gróður hefur horfið. Báðar fyrrnefndar tegundir eru rándýr sem geta lifað á aðbornum dýrum, þ.e. dýrum sem „eiga leið um“ eða „villast inn á“ hið heita svæði þó þau geti ekki lifað þar og orðið að auðveldri bráð. Jarðhitasvæðið við Gunnuhver hefur stækkað og nær nú heit eða volg jörð lengra út frá hveramiðjunni en árið 2001. Þær tegundir sem ekki þola volgan eða heitan jarðveg hafa því hörfað en þær sem þola hann hafa e.t.v. aukið hlutdeild sína á mótum. Á meðan gróður nær ekki að jafna sig má búast við að tegundum sem einkenna opin svæði, t.d. eðjusmið, fjölgi á kostnað þeirra smádýra sem háð*

eru gróðri. Í rannsóknunum 2001–2002 fundust engar smádýrategundir við Gunnhver sem beinlínis eru háðar jarðhita.

27.2 Hitakærar örverur

Hitakærar örverur má finna nær alls staðar þar sem rétt hitastig er fyrir hendi en þau svæði sem mest hafa verið rannsökuð eru land- og sjávarhverir (Viggó Þór Marteinsson o.fl., 2001). Á veraldarvísu eru hverasvæði Íslands líklega einna fjölbreyttust slíkra svæða á jörðinni. Þar sem hitakærar örverur einkenna lífríki hveranna, er eðlilegt að rannsóknir á þeim skipi umtalsverðan sess við mat á verndargildi þeirra. Mat á verndargildi hverasvæða hlýtur að verulegu leyti að taka mið af því hve mikill líffræðilegur fjölbreytileiki finnst á því svæði sem meta á og jafnframt hvort þar finnst tegundir sem ekki hafa fundist áður (Sólveig K. Pétursdóttir o.fl. 2006).

Á Íslandi hefur ekki verið þróuð aðferð til að meta verndargildi hitakærra lífvera á háhitasvæðum, en á vegum Náttúrufræðistofnunar er unnið samkvæmt fimm ára verkáætlun innan Rammaáætlunar að því að þróa slíkar aðferðir og er áætlað að þeirri vinnu ljúki árið 2009.

Sólveig K. Pétursdóttir o.fl. (2007) gerðu rannsóknir á hveraörverum í Gunnhver. Í þeim fundust raunbakteriur sem langflestar flokkast til frumbjarga fylkingar *Aquificae*, en um 30% til mismunandi hópa Proteobaktería. Fornbakteriur í Gunnhver eru allar af ætt *Sulfolobales* sem er afar hita- og sýrukær hópur. Að mati skýrsluhöfunda gefa niðurstöður rannsóknarinnar ekki tæmandi upplýsingar um hveraörverur á þessu svæði.

Útreiknaður líffræðilegur fjölbreytileiki úr sýnum í rannsókn Sólveigar Pétursdóttur o.fl. (2007) úr Gunnhver er 1,5, sem er frekar lág tala miðað við að sambærilegur stuðull fyrir 14 sýni sem tekin voru á Torfajökulssvæðinu var á bilinu 1,0-4,7 og í 16 sýnum af Ölkelduhálsi og Hellisheiði á bilinu 1,1-4,7. Bent er á það í skýrslunni að líffræðilegur fjölbreytileiki í vatnsríkum hverum þar sem hitastig og sýrustig voru “hóflæg” mældist hæstur, en lægri eftir því sem álagið varð meira, þ.e. hærra hitastig og lægra sýrustig.

Ekki liggur fyrir hvaða breytingar hafa orðið á lífsskilyrðum hveraörvera síðan Reykjanesvirkjun tók til starfa. Ekki liggja fyrir vöktunarmælingar á hita, sýrustigi eða efnasamsetningu í hverum á hverasvæðinu.

Eðli hveravirkni á háhitasvæðum er allt annað en eðli hveravirkni á lághitasvæðum, og tilfærslur og breytingar á ásýnd háhitahverasvæða eru margfalt örrari en breytingar á lághitasvæðum. Yfirborðvirkni á háhitasvæðum er síbreytilegt. Ástæðan er sú að grunnvatnsstaða og úrkoma ráða mestu um útlit yfirborðsvirkni. Í flestum tilvikum er yfirborðsvatni á háhitahverasvæðum haldið uppi af fölsku grunnvatnsborði sem til verður vegna jarðhitaummyndunar, og sem með tíð og tíma þéttir berggrunn þannig að yfirborðsvatn nær ekki að hripa niður. Í vorleysingum og eftir stórrigningar getur hverasvæði verið útatað sjóðandi vatns- og leirpyttum. Nokkrum vikum síðar í þurrkatíð sjást svo einungis rjúkandi gufuaugu og mislitar breiður af hverasöltum. Talsverðar náttúrulegar sveiflur geta því átt sér stað í umhverfi hveraörvera.

27.3 Áhrif framkvæmda á smádýralíf og hveraörverur

Fyrirhugaðar framkvæmdir munu ekki valda beinu raski á hverasvæðinu. Áhrif framkvæmdanna geta falist í breytingum á yfirborðsvirkni á hverasvæðinu. Efnasamsetning hveravatnsins/gufunnar getur breyst samhliða jarðhitavinnslu sem og hlutföll lofttegundanna koltvíoxíðs, vetnis, brennisteinsvetnis og metans í gufunni. Þessir umhverfisþættir hafa áhrif á hvaða tegundir geta lifað af í umhverfinu. Í umfjöllun um yfirborðsvirkni í kafla 21.1 kemur fram að meiri áhersla á vinnslu úr gufupúðanum vinnur gegn auknum þrýstingi og að breytingar á yfirborðsvirkni af völdum vinnslunnar verði smærri í sniðum en hingað til. Hins vegar getur yfirborðsvirkni breiðst frekar út eða færst til, einkum ef ráðið verður í valkost 3.

Ekki er vitað til þess að sérstakar vöktunarrannsóknir liggi fyrir um lífríki í hverum fyrir og eftir virkjun jarðhitasvæða á Íslandi eða lífsskilyrðum þeirra og því bein áhrif í kjölfar virkjunar ekki þekkt.

Umhverfi hveraörvera við Gunnhver hefur breyst nokkuð á síðustu árum. Hverasvæðið er víðfeðmara en áður, hiti í jarðvegi hefur hækkað, fleiri gufuaugu og nýir hverir hafa myndast. Ekki eru til mælingar sem sýna hvaða breytingar hafa orðið á lífsskilyrðum hveraörvera t.d. hvað varðar hitastig, sýrustig eða vatnsmagn.

Ekki er loku fyrir það skotið að aukin hveravirkni skapi umhverfi fyrir fjölbreytta tegundasamsetningu hveralífvera. Eins gæti fjölbreytni tegundasamsetningar minnkað ef hveravirkni minnkar. Einnig má fullyrða að lífsskilyrði hveraörvera á hverasvæðinu eru síbreytileg m.a. vegna náttúrulegra sveiflna í virkni þeirra og veðurfars. Nokkur óvissa er því um áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á lífsskilyrði hveraörvera.

Með hliðsjón af ofangreindu álitni NÍ varðandi smádýralíf hafa orðið breytingar á búsvæðum tegunda við hverasvæðið. Tegundir sem eru háðar gróðri hafa hörfað af svæðum sem þakin eru leir og nýjar tegundir tekið þar bólfestu. Einnig bendir NÍ á það að engar smádýrategundir við Gunnhver sem fundust þar 2001-2002 eru beinlínis háðar jarðhita. Það er mat framkvæmdaraðila að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa óveruleg neikvæð áhrif á smádýralíf.

27.4 Vöktun

Ekki er gert ráð fyrir sérstakri vöktun vegna smádýralífs eða hveraörvera.

27.5 Niðurstaða

Einkenni: Á hverasvæðinu við Gunnhver eru samfélög smádýra og hveraörvera. Þessar lífverur eru háðar breytingum á umhverfispáttum s.s. hitastigi, pH gildi og vatnsmagni sem hafa áhrif á hvaða tegundir geta lifað af í umhverfinu.

Umfang: Áhrif eru bundin við hverasvæðið.

Verndargildi: Hverasvæðið er hluti svæðis á Náttúruminjasráðgjöf og svæðis sem er á náttúruverndaráætlun 2004-2008. Vistkerfi við jarðhitasvæði eru um margt sérstök.

Lög, reglur og áætlanir: Áherslur Íslenskra stjórnvalda varðandi sjálfbæra þróun í Íslensku samfélagi 2006-2009 liggja m.a. í að viðhalda fjölbreytileika tegunda og vistgerða. Einnig er yfirlýst markmið að við framkvæmdir sem raska eða breyta lífandi náttúru verði beitt varúðarsjónarmiði og vistkerfisnálgun þannig að neikvæðum áhrifum á vistkerfi verði haldið í lágmarki.

Varðandi alþjóðlega samninga og skuldbindingar Íslendinga gagnvart þeim þá eru það einkum samningur um verndun villtra plantna, dýra og náttúrulegra búsvæða þeirra í Evrópu (Bern) og samningur um líffræðilega fjölbreytni sem snerta framkvæmdina. Í báðum þessum samningum eru áherslur á verndun villtra dýra og lífssvæða eða búsvæða þeirra. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur gefið út valista í samræmi við framangreindar skuldbindingar. Skuldbindingar skv. samningnum um líffræðilega fjölbreytni felast m.a. í því að koma eins og kostur er í veg fyrir útrýmingu tegunda. Samningurinn felur í sér að við vernd og sjálfbæra nýtingu sem getur haft áhrif á líffræðilega fjölbreytni séu ákvarðanir um nýtingu teknar í samræmi við mat á umhverfisáhrifum eins og gert er við undirbúning þessarar framkvæmdar.

Tími og eðli áhrifa: Áhrif eru óbein og felast í því að breytingar geta orðið á vatnsmagni, hitastigi og sýrustigi í hverum, sem afleiðing af vinnslunni. Um þessi áhrif er nokkur óvissa.

Niðurstaða: Að mati framkvæmdaraðila eru neikvæð áhrif á smádýralíf og hveraörverur **óveruleg**. Mestar líkur eru á neikvæðum áhrifum verði valkostur 3 fyrir valinu en áhrif eru jafnframt háð nokkurri óvissu.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Tafla 27.1 Samantekt á áhrifum framkvæmda á smádýr og hveraörverur

Áhrif framkvæmda á vatnafar	
Áhrif	Breytingar geta orðið á yfirborðsvirkni á hverasvæðinu
Mótvægisaðgerðir	Aukin niðurdæling jarðhitaaffalls
Niðurstaða	Óveruleg neikvæð áhrif en nokkur óvissa

28 Loftgæði

Vinnslu jarðhita til orkuframleiðslu fylgir losun s.k. jarðhitaloftegunda. Í þessum kafla er fjallað um útblástur jarðhitaloftegunda við nýtingu jarðhita á Reykjanesi. Umfjöllunin byggir m.a. á mælingum ÍSOR á styrk jarðhitaloftegunda í útblæstri frá Reykjanesvirkjun árið 2007 (Þráinn Friðriksson og Niels Giroud, 2007 og 2008).

28.1 Jarðhitalofteggundir

Jarðhitalofteggundir streyma með háhitagufunni gegnum vinnslurásina í eimsvala þar sem þær eru fangaðar og þeim veitt út í andrúmsloftið um háa gasstrompa. Jarðhitalofteggundir eru koldíoxíð (CO_2), brennisteinsvetni (H_2S), nitur (N_2), vetni (H_2) og metan (CH_4).

28.2 Grunnástand

ÍSOR hefur annast vinnslueftirlit á Reykjanesi og fylgst með magni uppleystra gastegunda í jarðhitavökva. Tekin eru sýni úr vinnsluholum tvisvar á ári (Þráinn Friðriksson og Niels Giroud, 2007 og 2008).

Niðurstöður ÍSOR sýna að koldíoxíð (CO_2) er í hæstum styrk í jarðhitavökvanum og ýmist brennisteinsvetni (H_2S) eða nitur (N_2) með næsthæstan styrk. Einnig er mælt vetni (H_2) og metan (CH_4).

Framleiðsla í virkjuninni hófst í maí 2006 og var heildarlosun jarðhitaloftegunda fram til áramóta 2007 mæld. Niðurstöðurnar voru síðan framreiknaðar til að finna árlega heildarlosun (tafla 28.1). Heildarlosunin miðast við að gasstyrkur haldist jafn en reynsla sýnir að styrkur koldíoxíðs getur aukist tímabundið (Þráinn Friðriksson og Niels Giroud, 2007). Niðurstöður mælinga fyrir árið 2007 sýna minni losun á bæði brennisteinsvetni og koldíoxíði.

Tafla 28.1 Styrkur og árleg losun koldíoxíðs og brennisteinsvetnis frá vinnsluholum á Reykjanesi. Árið 2006 er framreiknað fyrir 12 mánaða vinnslu (Þráinn Friðriksson og Niels Giroud, 2008).

Ár	Styrkur CO_2 (mg/kg)	Styrkur H_2S (mg/kg)	Losun CO_2 (tonn/ári)	Losun H_2S (tonn/ári)
2006	1.361	46	34.000	1.100
2007	1.102	40	25.600	930

28.2.1 Koldíoxíð og metan (gróðurhúsaloftteggundir)

Við virkjun háhitasvæða berast koldíoxíð (CO_2) og metan (CH_4) út í andrúmsloftið. Þessar loftteggundir teljast til s.k. gróðurhúsalofttegunda sem finnast í lofthjúpnum og draga úr varmaflutningi frá yfirborði jarðar.

Miðað við að styrkur metans í jarðhitavökva sé 0,14 mg/kg losar orkuverið um 3 tonn á ári af metan úr jarðhitavökvanum. Metan er margfalt virkari gróðurhúsaloftteggund en koldíoxíð eða 21 falt og samsvarar þessi losun því 65 – 70 tonna losun af koldíoxíði á ári. Losun koldíoxíðs árið 2007 var hins vegar yfir 25 þúsund tonn (tafla 28.1) og hlutfall og áhrif metans því hverfandi í því samhengi.

28.2.2 Brennisteinsvetni (H_2S)

Brennisteinsvetni fylgir lykt sem oft er kölluð hveralykt. Efnasambandið telst eitrad en nær sjaldnast þeim styrk að það sé hættulegt við náttúrulegar aðstæður, >300 ppb¹ (tafla 28.2). Á háhitasvæðum

¹ ppb: Parts pr billion

á Íslandi er náttúruleg losun brennisteinsvetnis (H₂S) um gufuaugu, hveru og aðra yfirborðsvirkni. Því er lýkt af brennisteinsvetni viðvarandi á flestum háhitasvæðum landsins. Lyktarskyn mannsins er ákaflega næmt fyrir brennisteinsvetni og finnst lýkt við lágan styrk í andrúmslofti eða 0,005 ppm.

Tafla 28.2 Viðmiðunarmörk um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti

Styrkur H ₂ S í andrúmslofti		
[ppb]	µg/m ³	Viðmiðun
5	7	Lyktarmörk
107	150	Heilsuverndarviðmið Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar (WHO)
10.000	14.000	Viðmiðunarmörk vinnueftirlitsins m.v. meðaltal yfir 8 klst vinnutíma.*
15.000	21.000	Viðmiðunarmörk vinnueftirlitsins m.v. meðaltal yfir 15 mín. tímabil eða annað tiltekið tímabil.*
150.000-250.000	210.000-350.000	Lyktarskyn lamast, óþægindi í öndunarvegi, augnskaði.
> 300.000	>420.000	Lífshættulegt ástand**

*Skv. reglugerð nr. 154/1999 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum.

**<http://visindavefur.hi.is/svar.asp?id=2935>.

Í andrúmslofti er talið að brennisteinsvetni annarsvegar oxist yfir í brennisteinsdíoxíð (SO₂) og hinsvegar að það sé þvegið úr gufunni og falli út sem brennisteinn (S). Brennisteinsdíoxíð telst skaðlegt og getur valdið súrmun jarðvegs og stöðuvatna. Til að grennslast fyrir um umfang oxunarferlisins hafa verið gerðar rannsóknir á jarðvegi í nágrenni jarðvarmavirkjana á Íslandi. Niðurstöður rannsókna sýna að lítil hluti brennisteinsvetnisins umbreytist í SO₂. Jafnvel við hagstæðustu skilyrði til SO₂-myndunar, þ.e. sólríkt, þurr og lýgnt veður er umbreyting talin að hámarki 10% (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 2000, Hrefna Kristmannsdóttir, 2003). Síðarnefndu afdrifin, sem eru að H₂S rigni fljótt niður, virðast vera ráðandi við íslenskar aðstæður.

28.3 Áhrif framkvæmda á loftgæði

Fyrirliggjandi gögn benda ekki til þess að mismunur sé á gasstyrk í gufu úr þurrghufuholum annarsvegar og blautholum hinsvegar. Þannig virðist gasstyrkur í gufu við inntak hverfla haldast nokkuð stöðugur þó svo að vitað sé að vermi sumra holnanna hafi hækkað frá því að virkjunin tók til starfa (Kristín Kröyer, 2008). Aðeins ein „hreinræktuð“ þurrghufuhola hefur verið prófuð á Reykjanesi, þ.e. RN-27 og reyndist styrkur CO₂ í gufu úr henni vera á bilinu 4.900 til 5.500 mg/kg og styrkur H₂S var á bilinu 310 til 380 mg/kg (óbirt gögn). Styrkur þessara gastegunda í gufu við inntak hverfla 1 og 2 er á bilinu 6.000 til 7.000 mg/kg af CO₂ og 220 til 275 mg/kg af H₂S. Þannig er styrkur CO₂ í gufu úr þurrghufuholunni heldur lægri en gengur og gerist en styrkur H₂S ívið hærri. Þar sem magn CO₂ er miklu meira en af öðrum gastegundum má með nokkru öryggi slá því föstu að nýting þurrghufu muni ekki valda meiri gaslosun en nýting gufu úr blautum holum. Samkvæmt því má álykta að það skipti ekki máli fyrir gaslosun á hvert MW_e hvort hverfill 3 verði knúinn með hreinni þurrghufu eða blöndu úr þurrum holum og blautum. Viðbótar 50 MW_e við þau 100 MW_e sem virkjuð eru mun því líklega auka losun jarðhitagass um 50%. Sé gert ráð fyrir að gaslosun á hvert MW_e hafi ekki breyst frá 2007 má ætla að eftir gangsetningu nýja hverfilsins muni tæplega 13.000 tonn af CO₂ og um 460 tonn af H₂S streyma frá virkjuninni árlega. Nokkrar sveiflur eru í styrk þessara tegunda þannig að óvissa í útreikningum á losun er nokkur.

Við fullt afl þækilversins er um 60% hverfilgufunnar lágþrýstigufa, fengin frá forskiljum og hefur hún því lítil áhrif á magn jarðhitagass sem frá verinu kemur. Við fullt hverfilafli streymir til hverfilsins um 40 kg/s af háþrýstigufu úr djúpkerfinu og eða gufusvæðinu. Þann tíma sem þækilverið verður rekið á fullu álagi streymir frá því jarðhitagas sem nemur um 40% þess sem 50 MW_e hverfill losar. Sé

miðað við eins árs rekstur á fullu afli losar þækilverið tæplega 6.000 tonn af CO₂ og um 180 tonn af H₂S á ári (kafli 9.3).

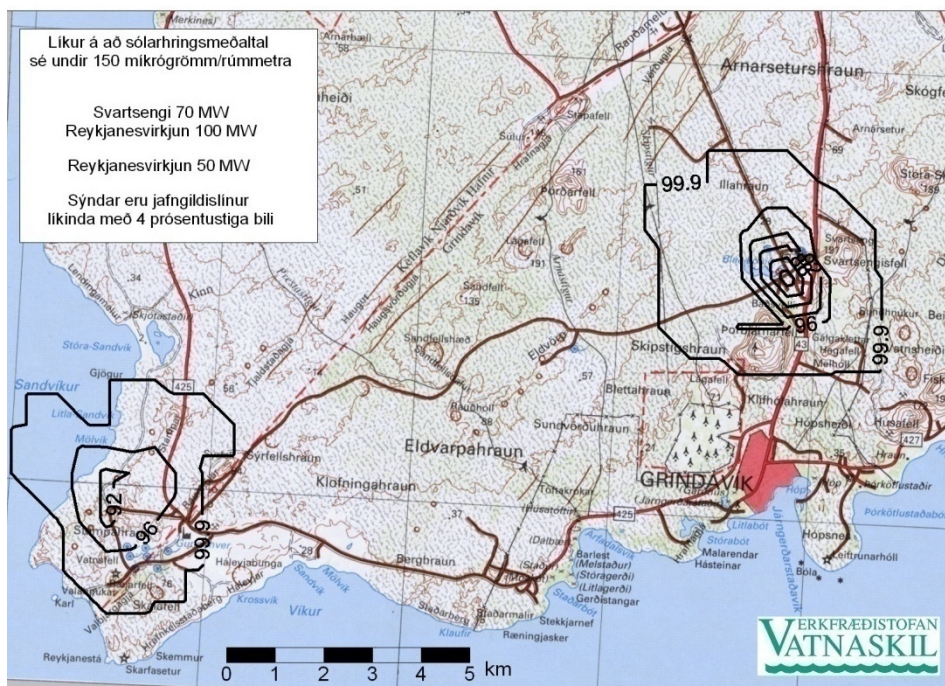
Tafla 28.3 Heildarlosun brennisteinsvetnis og koldíoxíðs frá Reykjanesvirkjun eftir stækkun.

	Losun CO ₂ (tonn/ári)	Losun H ₂ S (tonn/ári)
Núverandi virkjun (100 MW _e)	25.600	930
Stækkun virkjunar (50 MW _e)	13.000	460
Þækilvirkjun (50 MW _e)*	5.800	190
Alls	44.400	1.580

* Miðað við að þækilverið sé rekið á fullum afköstum 350 daga á ári.

Með vísan til kafla 28.2.1 og kafla 28.2.2 mun rekstur þækilversins ásamt þriðja 50 MW_e hverflinum að hámarki auka útstreymi jarðhitagass um 70% og er þá gert ráð fyrir að þækilverkið sé rekið á fullu afli. Samkvæmt þessum forsendum mun losun jarðhitaloфтtegunda frá Reykjanesvirkjun eftir stækkun nema um 44.400 tonnum af CO₂ og 1.580 tonnum af H₂S á ári.

Samkvæmt upplýsingum af heimasíðu Umhverfisstofnunar var heildarlosun gróðurhúsaloфтtegunda á Íslandi 4.234 þús tonn/CO₂ ígilda árið 2006. Heildarlosun gróðurhúsaloфтtegunda eftir stækkun Reykjanesvirkjunar samsvarar því um 1% af heildarlosun á Íslandi árið 2006.



Mynd 28.1 Líkur á að sólarhringsmeðaltal styrks brennisteinsvetnis (H₂S) sem losað er frá jarðvarmavirkjunum á Reykjanesi og í Svartsengi sé undir 150 µg/m³ eftir stækkun Reykjanesvirkjunar (Loftdreifingarspá unnin af Verkfræðistofunni Vatnaskilum).

Sé miðað við að orkuverið keyri á fullum afköstum 350 daga á ári fæst að CO₂ losun nemur 26 g/kWh. Samsvarandi losun frá jarðgasvirkjunum nemur 280 til 550 g/kWh og losun frá kolaorkuverum er á bilinu 850 til 1.300 g/kWh. Samkvæmt þessu verður losun frá stækkaðri Reykjanesvirkjun 10 til 20 sinnum minni en frá jarðgasorkuveri af sömu stærð og meira en 30 sinnum minni en frá jafnstóru kolaorkuveri.

Verkfræðistofan Vatnaskil var fengin til þess að reikna út loftdreifingu brennisteinsvetnis (H_2S) á Reykjanesi. Skoðað var núverandi ástand og sú viðbót sem áætlað er að verði með tilkomu stækkunar virkjunar á Reykjanesi um 50 MW_e og tilkomu þækilvers. Í útreikingunum var miðað við árslosun 1.540 tonn/ári H_2S sem er nokkru lægra en gildi sem áætlað var miðað við að þækilverið sé rekið á fullum afköstum 350 daga á ári (tafla 28.2). Niðurstöðurnar má sjá á mynd 28.1.



Mynd 28.2 Líkur á að klukkustundarmeðaltal styrks brennisteinsvetnis (H_2S) sem losað er frá jarðvarmavirkjunum á Reykjanesi og í Svartsengi sé undir $42 \mu g/m^3$ eftir stækkun Reykjanesvirkjunar (Loftdreifingarspá unnin af Verkfræðistofunni Vatnaskilum).

Ekki eru til nein viðmiðunargildi hér á landi fyrir styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti önnur en vinnuverndarmörkin, sjá töflu 28.2. Alþjóða Heilbrigðismálastofnunin (WHO) hefur sett mörkin fyrir sólarhringsmeðaltal sem $150 \mu g/m^3$ (107 ppb). Nokkur umræða hefur verið hér á landi um að rétt sé að setja heilsuverndarmörk fyrir H_2S , en ekki hefur orðið af því af hálfu opinberra aðila. Í Kaliforníu hafa menn sett viðmiðunarmörk sem skilgreind hafa verið sem óþægindamörk. Þessi mörk eru $42 \mu g/m^3$ (u.þ.b. 30 ppb). Mjög erfitt er að segja til um hvort að eðlilegt sé að miða við þessi mörk þar sem að þau eru mjög lág. Í útreikingunum sem Vatnaskil hafa gert er reiknað gildi fyrir meðalstyrk og reiknaðar út líkurnar á að styrkur sé innan viðmiðunargildis WHO um sólarhringsmeðaltal og óþægindamörkin eins og þau eru skilgreind í Kaliforníu. Samkvæmt

niðurstöðum Verkfræðistofunnar Vatnaskila eru áhrifin mest í nærumhverfi virkjunarinnar og aukast líkurnar á að styrkur fari yfir $150 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ um u.þ.b. 4% í næsta nágrenni virkjunarinnar. Þar eru líkurnar um 92% að styrkurinn sé lægri en þetta sólarhringsmeðaltal. Ef skoðuð eru áhrif á næstu byggðakjarna sést að áhrifin eru afar lítil (mynd 28.2). Reiknað er með að meðalstyrkur í Höfnum sé svipaður eftir stækkun og hann er í dag og þegar skoðað er viðmiðið um $42 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ styrk sést að um 99,9% líkur eru á að styrkur H_2S sé innan þessara marka þar. Svipað er að segja um Reykjanesbæ, lítil breyting er á áætluðum styrk þar fyrir og eftir stækkun.

28.3.1 Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja og svör framkvæmdaraðila

Vakin er athygli á því að á iðnaðarsvæði við Reykjanesvirkjun er önnur óskyld atvinnustarfsemi jarðvarmavirkjunar. Þar eru fyrirtækin Haustak hf sem getið er í kafla 29.5.2. og Háteigur ehf. með fiskþurrkun Á iðnaðarlóð gömlu saltverksmiðjunnar eru byggingar sem eftir bestu vitund eru ekki notaðar í dag en gætu síðar verði nýttar undir ýmskonar iðnaðarstarfsemi.

Svar: Í töflu 28.2 í frummatsskýrslu koma fram viðmiðunarmörk Vinnueftirlitsins skv. reglugerð um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum. Ný reglugerð (nr. 390/2009) tók gildi 2. apríl 2009 og þar eru tilgreind mengunarmörk, sem eru mesta leyfilega magn efnis eða í sumum tilfellum blöndu efna í vinnuumhverfi starfsmanna. Fyrir brennisteinsvetni er hámarks 8 tíma mengunargildi 10 ppm en þakgildi 15 ppm. Útreikningar Verkfræðistofunnar Vatnaskila hafa miðast við mun lægri gildi sem eru t.d. 107 ppb eða 0,107 ppm. Viðmiðunargildi fyrir loftgæði á Reykjanesi eftir stækkun virkjunarinnar eru því mun lægri en þau hámarksgildi sem skilgreind eru í reglugerð.

Ljóst er að erfitt er að álykta nákvæmlega um hver verður styrkur brennisteinsvetnis í nærumhverfi Reykjanesvirkjunar enda verður styrkur þess breytilegur eftir rekstrarforendum og veðri. HS mun vakta nærumhverfi virkjunarinnar m.t.t. loftgæða, þ.m.t. styrks brennisteinsvetnis með það að markmiði að tryggja að viðunandi loftgæði séu ávallt tryggð við virkjunina en þar verður styrkur brennisteinsvetnis mestur.



Mynd 28.3. Jafngildislinur sem sýna meðalstyrk brennisteinsvetnis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) skv. loftdreifingarspá Verkfræðistofunnar Vatnaskila. Hæsta gildið sem þarna er sýnt, $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, samsvarar um 18 ppb eða 0,02 ppm, og er í næsta nágrenni virkjunarinnar.



HS ORKA HF

28.3.2 Umsögn Ferðamálastofu og svör framkvæmdaraðila

Ferðamálastofa telur mikilvægt að fá nákvæmar upplýsingar um það hver styrkur brennisteinsvetnis er líklegur til að verða á umræddum ferðamannastöðum á Reykjanesi og að tillögur verði gerðar um mótvægisáðgerðir ef sýnt þykir að mengunin muni fara yfir óþægindaviðmið og þar með hafa neikvæð áhrif á útivist og ferðaþjónustu á svæðinu.

Svar: Afar erfitt er að setja fram nákvæmar upplýsingar um það hver styrkur brennisteinsvetnis er líklegur til að verða á ferðamannastöðum eins og við Gunnhver og við Reykjanesvita. Bakgrunnsstyrkur á þessum stöðum er óþekktur og vafalítið afar breytilegur eftir virkni hverasvæðisins því ekki má gleyma því að talsverð losun brennisteinsvetnis er frá hverasvæðinu sjálfu.

Fram kemur í frummatsskýrslu að reikna megi með að losun brennisteinsvetnis frá Reykjanesvirkjun geti aukist um 70% við stækkun hennar. Samkvæmt loftdreifingaspár Verkfræðistofunnar Vatnaskila eru mestar líkur á að styrkur brennisteinsvetnis fari yfir óþægindamörk ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$) skammt vestur af virkjuninni eða um 11%, en eru fyrir stækkun hennar um 7%. Miðað við þær niðurstöður er ekki hægt að útiloka að styrkur brennisteinsvetnis fari við ákveðnar aðstæður yfir óþægindamörk t.d. á kafla Reykjavegar.

Á Reykjanesi eru norðaustlægir, suðvestlægir og suðaustlægir vindar ríkjandi skv veðurathugunum Veðurstofunnar á árabílinu 1978-1997. Norðvestlægar vindáttir eru sjaldgæfar. Reykjanesviti og Valahnjúkar, tveir af mest sóttu ferðamannastöðum á Reykjanesi, eru í hásuður frá stöðvarhúsi Reykjanesvirkjunar. Burtséð frá því hver bakgrunnsstyrkur brennisteinsvetnis og annarra jarðhitalofttegunda er við hverasvæðið, þá er það í suðsuðaustur frá stöðvarhúsinu. Ennfremur eru suðlægar áttir ríkjandi á Reykjanesi yfir sumartímann þegar flestir ferðamenn sækja svæðið heim.

28.4 Vöktun

Áfram verður fylgst með styrk jarðhitalofttegunda í borholum á Reykjanesi.

Með hliðsjón af niðurstöðum loftdreifingarspár Verkfræðistofunnar Vatnaskila sem fela m.a. í sér að nánast engar líkur eru á að klukkustundarmeðaltal styrks H_2S fari yfir gildið $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í næsta byggðarkjarna er það mat framkvæmdaraðila að ekki sé ástæða til að setja upp mælistöðvar og/eða hreinsibúnað vegna brennisteinsvetnis eins og sakir standa.

28.5 Niðurstaða

Einkenni: Stækkun Reykjanesvirkjunar mun hafa í för með sér aukinn útblástur jarðhitalofttegunda. Helstu lofttegundirnar í jarðhitagufum á Reykjanesi eru: koldíoxíð (CO_2), brennisteinsvetni (H_2S), vetni (H_2), metan (CH_4) og nitur (N_2). Styrkur koldíoxíðs er langmestur en styrkur brennisteinsvetnis næstmestur. Koldíoxíð og metan valda gróðurhúsaáhrifum í lofthjúpi jarðar og brennisteinsvetni veldur eituráhrifum við háan styrk.

Umfang: Vænta má aukinnar hveralyktar í nánasta umhverfi borteiga þegar borholur standa í blæstri á framkvæmdatíma. Á rekstrartíma virkjunarinnar eru jarðhitalofttegundirnar losaðar í andrúmsloftið. Aukning í losun gróðurhúsalofttegunda vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar mun hafa óveruleg áhrif á heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi.

Brennisteinsvetni (H_2S) og aðrar jarðhitalofttegundir eru eðlisþyngri en andrúmsloftið og geta því safnast fyrir í gryfjum, kjöllurum og hraunsprungum. Gert er ráð fyrir að þessi uppsöfnun brennisteinsvetnis valdi óverulegum áhrifum á menn og dýr.

Helstu áhrif á svæðisvísu sem rekja má til virkjunar á Reykjanesi er dauf hveralykt sem getur gert vart við sig við ákveðin skilyrði í nálægum byggðarkjörnum, nokkra daga á ári.

Verndargildi: Samkvæmt stefnumörkun Umhverfisstofnunar til 2020 um sjálfbæra þróun skal tryggja að íbúar landsins búi við heilnæmt andrúmsloft þar sem mengun er undir ströngustu mörkum á Evrópska efnahagssvæðinu.

Lög og reglur: Ísland er aðildarríki að rammasamningi Sameinuðu þjóðanna um loftlagsbreytingar og Kyoto-bókuninni. Útblástur gróðurhúsalofttegunda frá jarðvarmavirkjunum er talin með í útstremisbókhaldi, Kyoto-bókunin, Íslands.

Atvinnurekanda ber samkvæmt lögum nr. 46/1980 um aðbúnað hollustuhætti og öryggi á vinnustað að tryggja öruggt og heilsusamlegt starfsumhverfi sem og að tryggja skilyrði fyrir því, að innan vinnustaðanna sjálfra sé hægt að leysa öryggis- og heilbrigðisvandamál, í samræmi við gildandi lög og reglur, í samræmi við ráðleggingar aðila vinnumarkaðarins og í samræmi við ráðleggingar og fyrirmæli Vinnueftirlits ríkisins.

Viðmiðunarmörk fyrir styrk brennisteinsvetnis (H_2S) í andrúmslofti á vinnustöðum eru, samkvæmt reglugerð nr. 154/1999 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum, 10 ppm (14 mg/m^3) miðað við 8 klst. vinnudag.

Alþjóða heilbrigðisstofnunin WHO hefur birt skýrslu um viðmiðunarreglur fyrir loftgæði í Evrópu. Brennisteinsvetni er eitt þeirra efnasambanda sem skýrslan tekur til. Í skýrslunni eru sett viðmiðunarmörk um sólarhringsmeðaltal. Mörkin eru 150 míkrogrömm á sólarhring (u.þ.b. 170 ppb).

Tími og eðli: Áhrif á loftgæði eru bundin við líftíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu.

Niðurstaða: Áhrif framkvæmdanna eru að mati framkvæmdaraðila óveruleg.

Tafla 28.4 Áhrif á loftgæði.

Áhrif á loftgæði	
Áhrif	Losun gróðurhúsalofttegunda og brennisteinsvetnis (H_2S)
Mótvægisáðgerðir	
Niðurstaða	Óveruleg neikvæð áhrif



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

29 Hljóðvist

Vinnslu orku úr jarðhitakerfum fylgja breytingar á hljóðvist, einkum á framkvæmdatíma og er fjallað um áhrif framkvæmda á hljóðvist í þessum kafla. Fyrirtækið Hljóðvist hefur unnið hljóðtækniskýrslu fyrir iðnaðarsvæðið á Reykjanesi (Stefán Guðjohnsen, 2008). VSÓ Ráðgjöf hefur unnið hljóðvistarkort fyrir áhrifasvæði Reykjanesvirkjunar (kort 9-1, -2 og -3). Fjallað er um hljóðvist umhverfis virkjunina í dag og áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á hljóðvist á framkvæmdasvæðinu á framkvæmdatíma og rekstrartíma.

29.1 Viðmiðanir um hljóðvist umhverfis Reykjanesvirkjun

Um hávaða á iðnaðarsvæðum eins og á Reykjanesi gildir reglugerð um hávaða nr. 724/2008, reglugerð nr. 1000/2005 um kortlagningu hávaða og aðgerðaáætlanir og reglugerð nr. 921/2006 um varnir gegn álagi vegna hávaða á vinnustöðum.

Í ofangreindum reglugerðum eru skilgreind s.k. kyrrlát svæði. Í reglugerð nr. 1000/2005 er slíkt svæði skilgreint sem afmarkað svæði þar sem L_{den} eða annar viðeigandi hávaðavísir er undir umhverfismörkum sem gilda fyrir kyrrlát svæði samkvæmt reglugerð um hávaða. Í 9. gr. segir að sveitarstjórn skuli með hliðsjón af niðurstöðu hávaðakortlagningar afmarka kyrrlát svæði eins og það er skilgreint í reglugerð um hávaða innan sveitarfélagsins bæði í þéttbýli og dreifbýli.

Í reglugerð nr. 724/2008 er kyrrlát svæði skilgreint sem svæði sem er ætlað til útivistar og afmarkað er í skipulagi, sbr. 3. mgr. 9. gr. reglugerðar um kortlagningu hávaða, nr. 1000/2005. Í 4. gr. kemur fram að á kyrrlátu svæði skuli hljóðstig í þéttbýli ekki fara yfir L_{den} 50 dB(A) og í dreifbýli ekki yfir L_{den} 40 dB(A) (tafla 29.1). Í aðalskipulagi Reykjanesbæjar er Reykjanes ekki skilgreint sem kyrrlát svæði. Hins vegar er Reykjanes mikið notað til útivistar og hljóðvist því mikilvægur umhverfisþáttur. Þess vegna er e.t.v. eðlilegt að hafa þessi hljóðstig til viðmiðunar. Auk þess er tilgreint í reglugerðinni að mörk fyrir hávaða í frístundabyggð séu 35 dB(A) við húsvegg og almennt gildir fyrir iðnaðarsvæði að þar á hljóðstig ekki að fara yfir 70 dB(A). Viðmið fyrir heilsuspillandi hávaða er 85 dB(A).

Tafla 29.1 Viðmiðunarmörk fyrir leyfilegan hávaða skv. reglugerð nr. 724/2008 um hávaða.

	Iðnaðarsvæði	Kyrrlát svæði í dreifbýli ¹	Frístundabyggð ²
Viðmiðunarmörk (dB(A))	70	40	35

¹ Svæði sem er ætlað til útivistar og afmarkað er í skipulagi, sbr. reglugerð um kortlagningu hávaða, nr. 1000/2005.

² Byggð frístundahúsa, þ.e. byggð sem ekki er ætluð til heilsársbúsetu.

Í reglugerð nr. 921/2006 um varnir gegn álagi vegna hávaða á vinnustöðum eru skilgreind viðmiðunarmörk og viðbragðsmörk fyrir álag vegna hávaða. Þegar álag á starfsmann vegna hávaða á vinnustað er metið með tilliti til viðmiðunarmarkna skal taka mið af þeirri hljóðdeygingu sem fæst með notkun á heyrnarhlífum. Tafla 29.2 sýnir viðmiðunarmörk og viðbragðsmörk fyrir daglegt álag vegna hávaða á vinnustað.

Tafla 29.2 Viðmiðunarmörk og viðbragðsmörk fyrir daglegt álag vegna hávaða á vinnustað

	Neðri viðbragðsmörk	Efri viðbragðsmörk	Viðmiðunarmörk
Daglegt álag vegna hávaða	80 dB(A)	85 dB(A)	87 dB(A)

29.2 Hávaði frá núverandi rekstri Reykjanesvirkjunar

Samkvæmt hljóðtækniskýrslu Hljóðvistar frá 2. apríl 2008 stenst iðnaðarsvæðið á Reykjanesi kröfur reglugerða um hávaða frá atvinnustarfsemi (Stefán Guðjohnsen, 2008). Mesti hávaði mældist 82 dB(A) á mjög afmörkuðu svæði við gufuháfa en var annars á bilinu 57 – 68 dB(A). Hávaðamælingar voru í 2,5 metra hæð og í 1 metra fjarlægð frá hávaðagjöfum. Samanburður á reiknuðum og mældum gildum sýndi að mældu gildin voru verulega lægri, sem skýrist af hinni miklu deygingu hins úfna hrauns á virkjunar- og vatnsöflunarsvæðinu (Stefán Guðjohnsen, 2008).

Kort 9.1, sem unnið er af VSÓ Ráðgjöf, sýnir yfirlit hljóðvistar innan og í næsta nágrenni iðnaðarsvæðisins á Reykjanesi. Þar er hljóðgjafi við skiljustöðina eða í eins meters fjarlægð frá gufuháfi og í 2,5 m hæð. Miðað er við 82 dB(A) hávaða eins og mældist þar í apríl 2008 (Stefán Guðjohnsen, 2008).

29.3 Hávaði vegna borunar

Mestur hávaði berst frá rafstöðvum jarðbora sem keyrðar eru samhliða borun, en hljóðstig er mjög breytilegt eftir borum. Í mælingu Vinnueftirlitsins á hávaða við Óðinn, einn bor Jarðborana hf, í desember 2007 mældist hæst hljóðstig (L_{max}) 96,3 dB(A) á milli stimpildælu 1 og 2 (Vinnueftirlitið, 2007). Í 10 m fjarlægð frá kælielementi á vél 2 var hávaði um 80 dB(A) og í 30 m fjarlægð um 75 dB(A). Mælingar fóru fram í stilltu veðri og hiti rétt yfir frostmarki.

29.4 Hávaði vegna blásturs hola

Hljóðstyrkur frá blásandi holu er háður hlutfalli vatns og gufu í holunni og getur því mælst nokkuð breytilegur. Meðan holur eru láttnar blása myndast hávaði þegar gufan þrýstist út í loftið með miklum þrýstingi og verður þá mikill núningur sem myndar hávaða. Svipaður hávaði myndast í gufuháfum virkjunar á rekstrartíma hennar.

Samkvæmt matsskýrslu Hitaveitu Suðurnesja hf. (VSÓ Ráðgjöf, 2002) og bréfi VSÓ Ráðgjafar til Skipulagsstofnunar dags. 2. september 2002 má gera ráð fyrir að hávaði frá holu í blæstri verði allt að 88-93 dB(A) í 10 m fjarlægð. Gera má ráð fyrir því að hljóðstig við blástur verði svipað og við borun á framkvæmdartíma. Blástur hola og borun er tímabundinn og leitast er við að stýra rekstri jarðhitanýtingarinnar á þann hátt að holur blási ekki á aðal ferðamannatíma. Hávaði frá holu í rekstri er hins vegar óverulegur (VSÓ Ráðgjöf, 2002).

29.5 Áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á hljóðvist

Eins og fram kemur að ofan eru áhrif á hljóðvist mest á framkvæmdatíma á meðan á borun stendur en einnig á meðan borholur eru láttnar blása. VSÓ Ráðgjöf hefur unnið hljóðvistarkort sem sýna hljóðstyrk umhverfis virkjunina á framkvæmdatíma og eftir stækkun (kort 9.2 og 9.3). Útreikningar eru gerðir í forritinu SoundPLAN og þrívíddarmódel búið til með eftirfarandi upplýsingum:

1. Staðsetning, hæð og fjöldi blásturshola
2. Staðsetning, hæð og fjöldi gufuháfa
3. Gólfkóta, fjölda hæða og heildarhæð húsa.

Útbreiðsla hljóðs í tveggja metra hæð yfir jörðu var reiknuð og var landlíkan unnið út frá 1 metra hæðarlínum.

Niðurstöður þessara útreikninga sýna hljóðstyrk umhverfis framkvæmdasvæðið, mældan í dB(A). Á framkvæmdatíma eru settar upp þær aðstæður að borun eigi sér stað á þremur borplönnum í einu, við borholur RN-15, RN-17 og RN-19. Reiknað er með hljóðstyrk við hljóðgjafa 100 dB(A) og að hæð á hljóðgjafa sé 2 m.

Á rekstartíma eftir stækkun er bætt við hljóðgjafa við nýja skiljustöð (kafli 8.4). Reiknað er með hljóðstyrk við báða hljóðgjafa 82dB(A) í eins meters fjarlægð frá gufuháfi og í 2,5 m hæð. Hæð á hljóðgjöfum er 20m.

29.5.1 Hljóðstig á framkvæmdatíma

Framkvæmdum við borholur RN-17 A, B, C, D og E fylgir töluverður hávaði. Það hefur í för með sér aukinn hávaða á svæði sem vinsælt er til útivistar. Í nágrenni Gunnuhvers gæti hljóðstig meðan á borun og prófun holna stendur orðið 50-55 dB(A) í nágrenni Gunnuhvers (kort 9.2). Þess ber þó að geta að við hverasvæðið er talsverður hávaði frá hverunum. Á Vatnsfelli við Reykjanesvita má reikna með að hljóðstig geti orðið 45-50 dB(A). Á Reykjavegi, vestan Vatnsfells, gæti hljóðstig farið í 55 dB(A) á kafla en síðan lækkað niður fyrir 40 dB(A) þegar komið er vestur fyrir hrygginn við Eldborg. Framkvæmdir hafa ekki áhrif á hávaða við Valahnjúka.

Mögulega getur aukinn hávaði á framkvæmdatíma haft áhrif á viðvöl ferðamanna. Hávaði frá hverasvæðinu sjálfu minnkar þó líkur á að hávaði frá borunum hafi áhrif. Við Reykjanesvita geta ferðamenn orðið varir við hávaðann við tiltekin vindskilyrði þó ólíklegt sé að það komi í veg fyrir för þeirra þangað.

29.5.2 Hljóðstig á rekstartíma

Hljóðstig á rekstartíma mun breytast frá núverandi ástandi þar sem ný skiljustöð bætist við (kort 9.3). Reiknað er með svipuðum hávaða frá nýrri skiljustöð og núverandi skiljustöð eða 82 dB(A). Hávaði frá skiljustöðvum gæti orðið 50-55 dB(A) við Gunnuhver en frá núverandi skiljustöð er hávaði á bilinu 45-50 dB(A). Því má reikna með að hávaði frá rekstri virkjunarinnar aukist eitthvað við hverasvæðið vegna framkvæmdanna. Eins og að ofan greinir er talsverður hávaði að jafnaði frá hverasvæðinu sjálfu. Á Vatnsfelli má reikna með allt að 50 dB(A) hávaða en útreiknað hljóðstig þar í dag er 45-50 dB(A). Við Haustak má reikna með 55-60 dB(A) hávaða við húsvegg eftir stækkun.

Mögulega er meiri hávaði frá hreinum gufuholum en blautum holum.

Ekki er líklegt að aukinn hávaði á rekstartíma hafi áhrif á umferð eða viðvöl ferðamanna á svæðinu.

29.5.2.1 Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja og svör framkvæmdaraðila

Hefur hávaði frá hverasvæði Gunnuhvers verið mældur?

Svar: Hávaði við hverasvæðið við Gunnuhver hefur ekki verið mældur og er hann vafalítið afar breytilegur eftir virkni svæðisins.

Hvergi er að sjá að veðurfarsþættir, t.d. vindstig og frostmark, séu teknir inn í hljóðvistarútreikninga en slíkir þættir hafa áhrif á hljóðvist.

Svar: Í reglugerð um hávaða nr. 724/2008 eru ekki leiðbeiningar um hvernig skuli staðið að hljóðvistarútreikningum eða hvaða þættir skuli teknir inn í slíka útreikninga. Í umfjöllun um hljóðvist er því leitast við að sýna jafngildishljóðstig (L_{aeq}) við núverandi aðstæður, á framkvæmdatíma og á rekstartíma eftir stækkun. Það gefur því ársmeðaltal og miðast í raun við logn.

29.6 Mótvægisaðgerðir

- Tímasetningu borunar og prófunar holna verður stjórnað eins og kostur er m.t.t. aðal ferðamannatíma og varps fugla



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

- Hljóðdeyfar settir upp við hverja holu fyrir prófun.

29.7 Niðurstaða

Einkenni: Framkvæmdasvæðið er vinsælt útivistarsvæði og ferðamannastaður en er ekki skilgreint í skipulagi sem kyrrlátt svæði. Næst ströndinni er iðulega mikið brimhljóð og frá hverum við Gunnhver er einnig hávaði.

Umfang: Fyrirhugaðar framkvæmdir munu hafa í för með sér aukinn hávaða, einkum á framkvæmdatíma. Áhrifin eru að mestu bundin við framkvæmdasvæði virkjunarinnar og því staðbundin.

Verndargildi: Á ekki við.

Lög, reglur og áætlanir: Hljóðstig við boranir og blásturprófanir mælist yfir viðmiðunargildum á afmörkuðum svæðum innan iðnaðarsvæðis samkvæmt reglugerð nr. 724/2008 um hávaða. Hljóðstig við gufuháfa mælist jafnframt yfir viðmiðunarmörkum reglugerðar nr. 921/2006 um varnir gegn álagi vegna hávaða á vinnustöðum.

Tími og eðli áhrifa: Áhrif framkvæmdarinnar á hljóðvist eru tímabundin á líftíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu.

Niðurstaða: Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga er það mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif af stækkun Reykjanesvirkjunar á hljóðvist séu **óveruleg til talsverð**.

Tafla 29.3 Samantekt á áhrifum framkvæmda á hljóðvist.

Áhrif framkvæmda á hljóðvist	
Áhrif	Aukið hljóðstig, einkum á framkvæmdatíma
Mótvægisaðgerðir	Hljóðdeyfir á blástursbúnað Tímasetning borunar og blástursprófunar verður eins og unnt er utan helsta ferðamannatíma og varptíma fugla.
Niðurstaða	Óveruleg - talsverð neikvæð áhrif

30 Útivist og ferðamennska

Meðal þeirra upplýsinga sem stuðst er við varðandi ferðamennsku á Reykjanesi er könnun sem Rannsóknir og ráðgjöf ferðaþjónustunnar (RRF) vann fyrir Landsnet árið 2007 vegna vinnu við mat á áhrifum áformaðra háspennulína á Reykjanesskaganum. RRF vann að beiðni Hitaveitu Suðurnesja samantekt úr þessum gögnum sem varðar útivist og ferðamennsku á áhrifasvæði Reykjanesvirkjunar (Rögnvaldur Guðmundsson, 2008).

30.1 Ferðamennska á Reykjanesi

Reykjanes hefur lengi verið vinsælt svæði til útivistar og ferðamennsku. Þar eru merkilegar jarð- og menningarminjar og tilkoma Reykjanesvirkjunar hefur laðað að fjölda ferðamanna á hverju ári.

Samkvæmt samantekt RRF, sem byggð var á ofangreindri könnun, má áætla að 90 þúsund manns hafi komið á Reykjanes árið 2007. Margir Íslendingar koma þangað oftar en einu sinni á ári og að mati RRF má telja líklegt að heimsóknir ferðamanna og útivistarfólks á Reykjanes hafi verið á bilinu 110-130 þúsund það ár.

Í könnun RRF var leitað sjónarmiða fagfólks í ferðaþjónustu, bæði leiðsögumanna og forsvarsmanna ferðskrifstofa, ferðaskipuleggjenda og ferðafélaga sem nýta svæðið. Alls var leitað til 39 aðila og fengust svör frá 38.

Einnig voru könnuð viðhorf útivistarfólks, annars vegar á vettvangi og hins vegar meðal meðlima í ýmiss konar félögum eða hópum sem stunda útivist. Alls fengust 202 svör og var m.a. gerður samanburður á viðhorfum útivistarfólks af höfuðborgarsvæðinu og útivistarfólks af Suðurnesjum. Alls fengust 113 svör frá útivistarfólki af Suðurnesjum og 82 svör frá útivistarfólki af höfuðborgarsvæðinu.

Loks var leitað eftir viðhorfum ferðamanna. Annars vegar meðal gesta á tilteknum stöðum á Reykjanesskaga, 477 erlendra ferðamanna og 149 Íslendinga. Hins vegar var gerð könnun meðal brottfararfarþega í Leifsstöð í júlí og ágúst 2007. Í henni fengust svör frá 273 Íslendingum og 459 erlendum ferðamönnum.

Samkvæmt samantekt starfsmanna HS heimsóttu um 2.600 manns Reykjanesvirkjun árið 2008. Auk þess skoðuðu um 1.000 manns sýninguna Orkuverið Jörð, sem sett hefur verið upp í virkjuninni, síðustu þrjá mánuði ársins.

Eins og frá er greint í fyrri köflum, einkum kafla 21, hafa orðið breytingar á hverasvæðinu við Gunnuhver. Vegna mikillar yfirborðsvirkni var vegi sem lá meðfram hverasvæðinu lokað af hálfu Grindavíkurbæjar. Hann hefur ekki verið opnaður aftur og er aðgengi að hverasvæðinu því orðið mun lakara fyrir ferðamenn en það var áður. Þess vegna hefur verið sett af stað vinna við undirbúning gerðar nýs ferðamannavegar um þetta svæði sbr. kafla 30.3.2. og mynd 30.7 m.a. með það að markmiði að bæta aðgengi ferðamanna að svæðinu og tryggja öryggi þeirra.

Framkvæmdir við stækkun Reykjanesvirkjunar gætu haft í för með sér að tímabundið yrði að loka Lónsbraut til að koma fyrir yfirkeyrslu vegna safnæða. Það yrði gert þannig að sem minnst röskun yrði á annarri starfsemi s.s. aðgengi ferðamann að Reykjanesvita. Byggingarsvæði næst orkuverinu verða væntanlega girt af, til að tryggja öryggi bæði starfsmanna og gesta. Aðgengi að sýningunni Orkuver Jörð verður haldið opnum.

30.1.1 Vinsælustu staðirnir á Reykjanesi

Í könnun RRF voru fagaðilar í ferðaþjónustu á Reykjanesskaga inntir eftir því hvort þeir hefðu á síðastliðnu ári skipulagt ferðir eða veitt leiðsögn í ferðum um átta tilgreind svæði eða staði á Reykjanesskaga. Í svörum þeirra kom fram að Reykjanesviti reyndist meðal algengustu

áfangastaða í ferðum fagaðila í ferðapjónustu á þessu svæði en 92% tilgreindu vitann sem áfangastað að sumri og 64% að vetri til.

Tafla 30.1 Hlutfall mismunandi hópa sem heimsótt hafði þrjá staði á Reykjanesi síðustu 12 mánuði (Íslendingar) eða sem heimsóttu þá í Íslandsferð sinni (erlendir ferðamenn).

Hópur	Fjöldi	Reykjanesviti %	Gunnhver %	Reykjanesvirkjun %
Fagfólk í ferðapjónustu	38	92	84	35
Útivistarfólk af Suðurnesjum	113	52	46	42
Útivistarfólk af höfuðborgarsv.	82	49	37	29
Útivistarfólk alls	195	52	42	37
Íslendingar á Reykjaneskaga	149	37	23	21
Útlendingar á Reykjaneskaga	477	24	19	14
Íslendingar í Leifsstöð	273	15	11	11
Útlendingar í Leifsstöð	459	8	6	6



Mynd 30.1 Reykjanesviti.

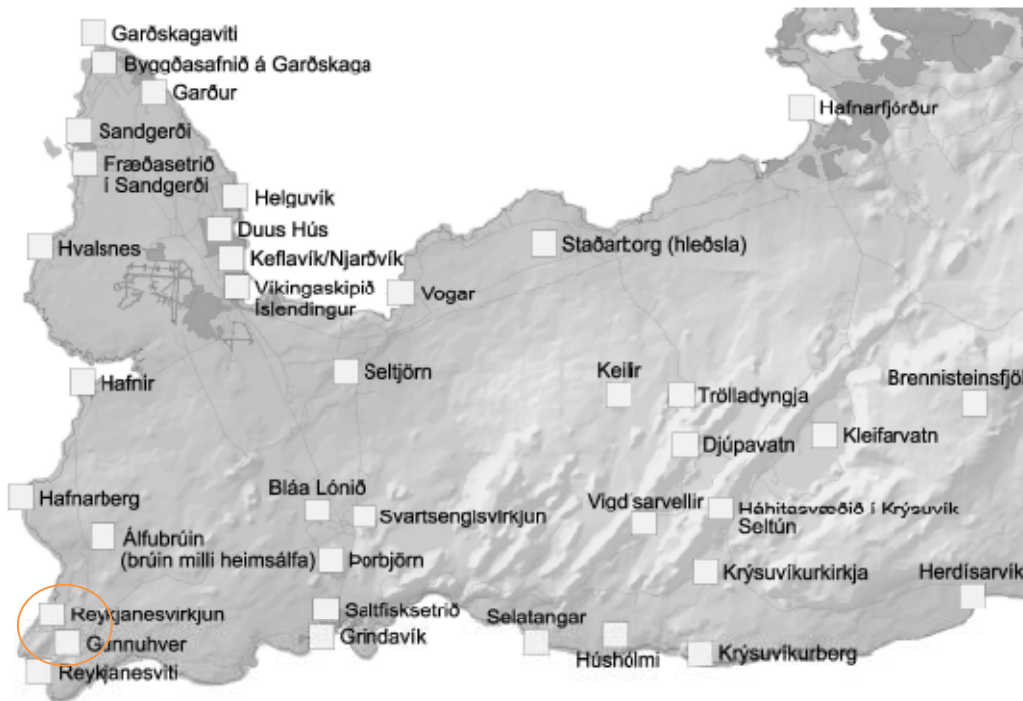
Fagfólkið var einnig beðið um að merkja við staði á Reykjaneskaganum þar sem það hafði haft viðkomu með ferðamenn síðustu 12 mánuði (mynd 30.2). Alls voru 37 staðir tilgreindir. Af 38 aðilum tilgreindu 92% Reykjanesvita, 84% Gunnhver og 35% Reykjanesvirkjun. Til viðmiðunar tilgreindu 92% Bláa lónið og 73% Álfubruna.

Þessi hópur var einnig beðinn um að tilgreina fjóra uppáhaldsstaði á Reykjaneskaga. Reykjanesviti var nefndur af 42% aðspurðra, 16% nefndu Reykjanestána og 13% tilgreindu Gunnhver.

Hópur sem samanstóð af útivistarfólki var beðinn að tilgreina hvort það hefði heimsótt einhvern af 37 tilteknum stöðum á Reykjaneskaga á síðustu 12 mánuðum (mynd 30.2). 52% tilgreindu Reykjanesvita, 42% tilgreindu Gunnhver og 37% Reykjanesvirkjun (tafla 30.1). Þessir staðir voru meðal þeirra 14 mest sóttu af þessum hópi á Reykjaneskaga. Þegar hópurinn var spurður um uppáhaldsstað sinn á Reykjaneskaganum þá tilgreindu 16% Reykjanesvita og 6% Reykjanesið eða Reykjanestá.

Ferðamenn á Reykjaneskaga voru beðnir að tilgreina þá staði á Reykjaneskaga sem þeir höfðu komið á sl. 12 mánuði. Af innlendum ferðamönnum tilgreindu 37% Reykjanesvita, 23% Gunnhver og 21% Reykjanesvirkjun. Af erlendum ferðamönnum tilgreindu 24% Reykjanesvita, 19% Gunnhver og 14% Reykjanesvirkjun.

Brottfararfarþegar í Leifsstöð voru einnig beðnir að tilgreina staði á Reykjaneskaga sem þeir höfðu komið á, annars vegar Íslendingar sl. 12 mánuði og hins vegar útlendingar í þessari Íslandsferð. Alls höfðu 15% Íslendinganna komið að Reykjanesvita og 11% að Gunnhver og Reykjanesvirkjun (tafla 30.1). Lægra hlutfall erlendra ferðamanna hafði komið við á Reykjanesi í sinni Íslandsferð eða 8% hjá Reykjanesvita og 6% hjá Gunnhver og Reykjanesvirkjun.



Mynd 30.2 Staðir á Reykjaneskaga sem þátttakendur í könnun RRF voru beðnir að merkja við hefðu þeir heimsótt þá sl. 12 mánuði. Appelsínugulur hringur sýnir u.þ.b. áhrifasvæði framkvæmdanna.

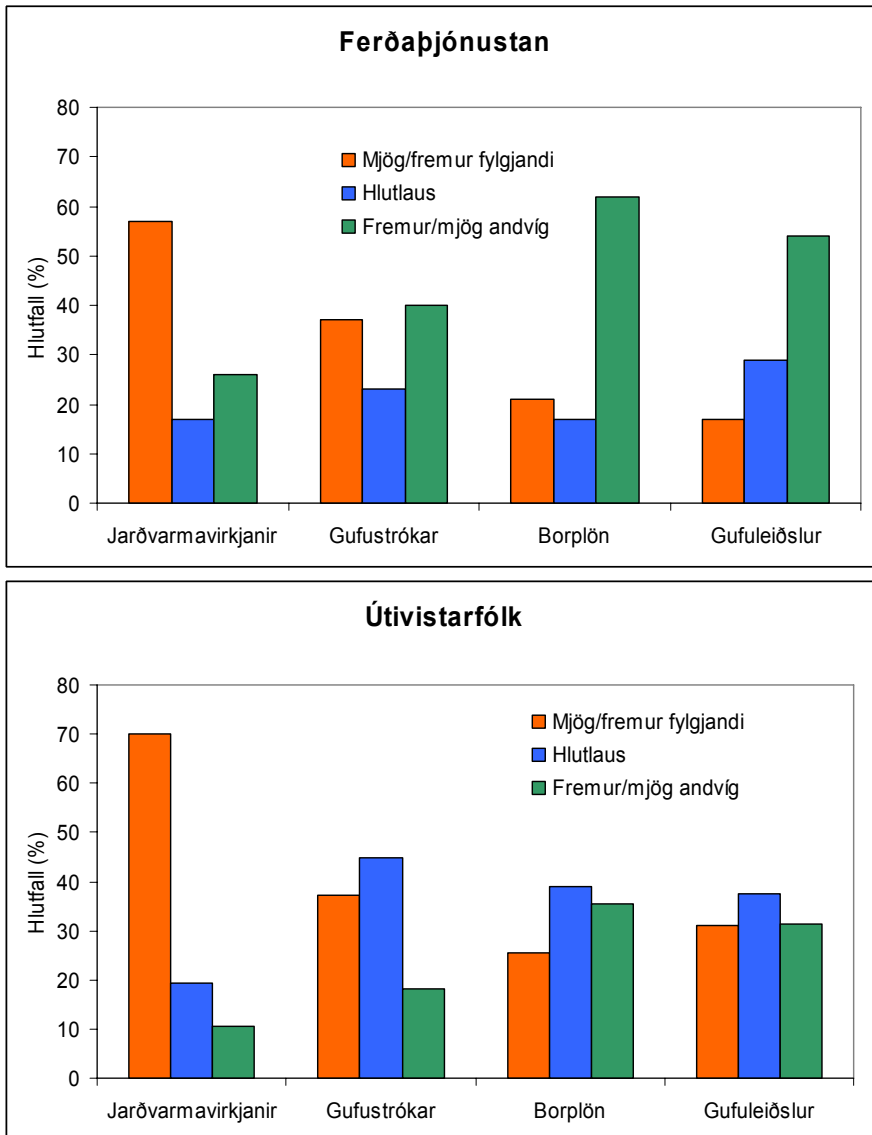
30.1.2 Afstaða til þátta sem tengjast gufuafsvirkjunum

Afstaða til þátta sem tengjast gufuafsvirkjunum var einnig könnuð og náði til jarðvarmavirkjana, gufustróka frá borholum í blæstri, gufuleiðsla og borplana. Fagaðilar í ferðapjónustu virðast almennt jákvæðir gagnvart jarðvarmavirkjunum en neikvæðari afstaða kemur fram gagnvart gufustrókum frá borholum í blæstri, borplönnum og gufuleiðslum (mynd 30.4). Þannig eru 57% ferðapjónustuaðilanna mjög eða fremur fylgjandi jarðvarmavirkjunum en 62% mjög eða fremur andvíg borplönnum og 54% mjög eða fremur andvíg gufuleiðslum.



Mynd 30.3 Gufulagnir við Reykjanesvirkjun. Ljósmynd: Björn H. Barkarson 2008.

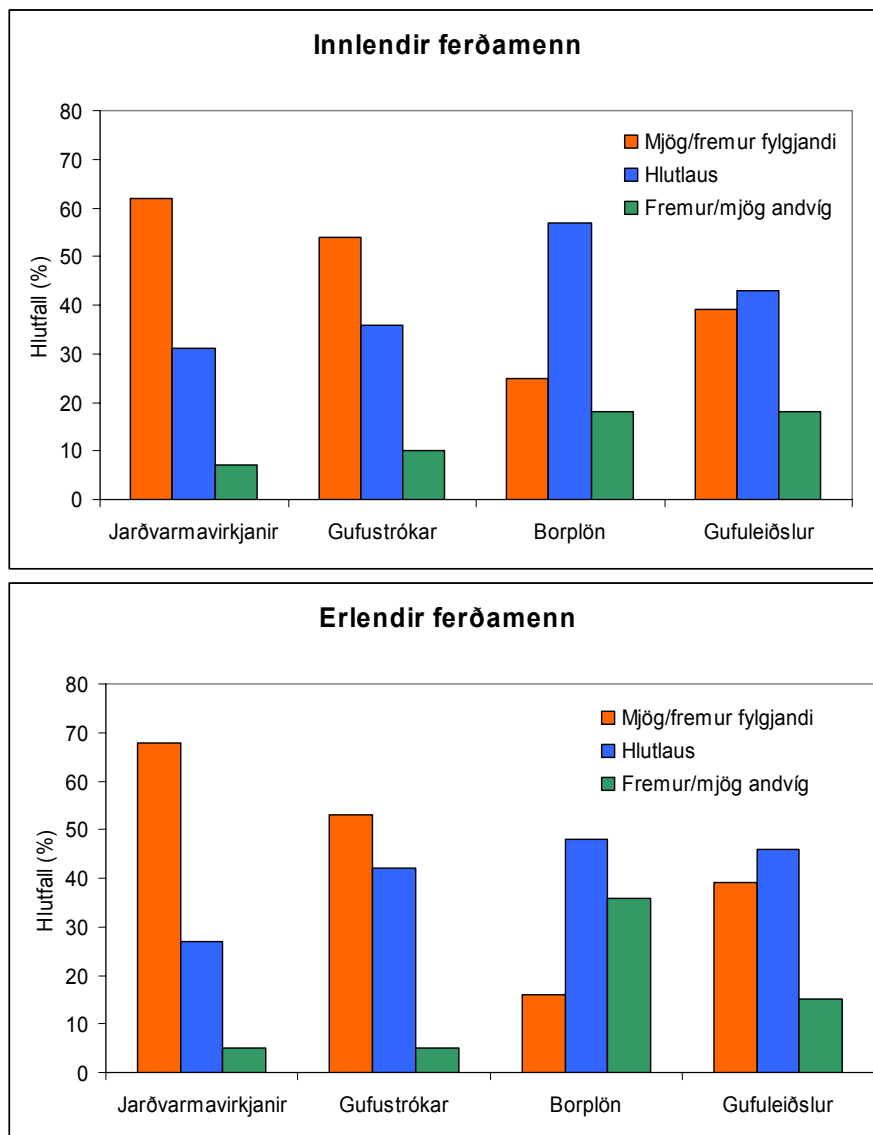
Útivistarfólkið var einnig spurt eftir afstöðu til jarðvarmavirkjana og þátta sem tengjast þeim þ.e. gufustróka frá blásandi borholum, gufuleiðsla og borplana. Almennt var hópurinn hlynntur jarðvarmavirkjunum eða 69% (mynd 30.4). Margir voru hlutlausir í afstöðu til gufustróka, gufulagna og borplana eða 37-45%. Neikvæðust afstaða kom fram gagnvart borplönum en 35% voru mjög eða frekar andvíg þeim og 31% andvíg gufuleiðslum.



Mynd 30.4 Viðhorf fagaðila í ferðapjónustu (að ofan) og útivistarfólks (að neðan) í könnun RRF til þátta sem tengjast jarðvarmavirkjunum.

Afstaða ferðamanna, sem voru á ferð um Reykjanesskaga sumarið 2007, til jarðvarmavirkjana var einnig könnuð. Afstaða innlendra og erlendra ferðamanna var mjög svipuð, 62% og 68% voru mjög eða frekar hlynnt slíkum virkjunum. Einnig var afstaða til gufustróka jákvæð, 53% og 54% voru mjög eða frekar hlynnt þeim. Afstaða ferðamanna til borplana einkenndist af hlutleysi eða 57% og 48% aðspurðra en erlendir ferðamenn þó talsvert neikvæðari gagnvart slíkum mannvirkjum eða 36% samanborið við 18% innlendra ferðamanna. Afstaða til gufuleiðsla var frekar jákvæð og reyndust

39% bæði innlendra og erlendra ferðamanna mjög eða frekar hlynnt þeim en 43% og 46% voru hlutlaus hvað þennan þátt varðaði.



Mynd 30.5 Viðhorf innlendra (að ofan) og erlendra (að neðan) ferðamanna á ferð um Reykjanes í könnun RRF til þátta sem tengjast jarðvarmavirkjunum.

30.2 Viðhorf til stækkunar Reykjanesvirkjunar

Ofangreind könnun RRF var ekki gerð með það í huga að leita eftir afstöðu ferðapjónustuaðila, ferðafólks eða útivistarfólks til stækkunar Reykjanesvirkjunar eða núverandi reksturs hennar. Könnunin gefur hins vegar vísbendingu um afstöðu fólks til jarðvarmavirkjana almennt og einnig til einstakra þátta sem fylgja slíkum virkjunum þ.e. gufustróka, borplana og gufuleiðsla.

Af þeim markhópum sem leitað var til í könnuninni var útivistarfólk og erlendir ferðamenn hvað jákvæðastir gagnvart jarðvarmavirkjunum. Fagaðilar í ferðapjónustu reyndust hins vegar hvað neikvæðastir gagnvart slíkum framkvæmdum og einkum gagnvart þeim þáttum sem fylgja slíkum virkjunum þ.e. borplönunum, gufustrókum og gufuleiðslum.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Áberandi er í niðurstöðum könnunarinnar hversu hátt hlutfall ferðamanna og útivistarfólks er hlutlaust gagnvart einstökum þáttum jarðvarmavirkjana eða á bilinu 27 – 57%. Fagfólk í ferðaþjónustu hefur hins vegar mun ákveðnari afstöðu en í þeim hópi eru 17 – 29% hlutlaus gagnvart gufustrókum, borplönum og gufuleiðslum. Hugsanlega má rekja hlutleysi gagnvart þessum þáttum til ókunnugleika þ.e. að ferðafólk geri sér ekki grein fyrir um hvað er spurt, hvernig borplan eða gufuleiðslur líta út.



Mynd 30.6 Gufa frá hljóðdeyfum við Reykjanesvirkjun. Ský á himni í bakgrunni. Ljósmynd: Björn H. Barkarson 2008.

Af einstökum þáttum jarðvarmavirkjana þá er afstaða fólks í könnuninni almennt neikvæðust til borplana, þá til gufuleiðsla og loks gufustróka. Af þessu má draga þá ályktun að svo fremi að stækkun virkjunar kalli ekki á mikið aukið umfang borplana eða gufuleiðsla, þá sé afstaða til þess fremur jákvæð. Gufustrókar eru algengir við háhitasvæði og má álykta sem svo að þess vegna sé afstaða til þeirra jákvæðari en til hinna þáttanna. Borplön eða borteigar geta hins vegar skorið sig úr nánasta umhverfi, einkum á svæðum þar sem land er almennt lítt eða ekki raskað.

Afstaða til jarðvarmavirkjana almennt er fremur jákvæð og á bilinu 57 – 71% aðspurðra voru mjög eða fremur fylgjandi þeim.

30.3 Áhrif framkvæmda á ferðamennsku

Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda við stækkun Reykjanesvirkjunar eru mismunandi eftir því hvort er á framkvæmdatíma eða á rekstrartíma.

30.3.1 Áhrif á framkvæmdatíma

Vegna fyrirhugaðrar stækkunar er ráðgert að bora fjórar vinnsluholur. Áætlað er að borun fari fram 2009 eða veturinn 2009-2010. Auk þess er reiknað með að bora fjórar viðhalds- og varaholur.

Mest áhrif á ferðaþjónustu verða vafalítið vegna umsvifa við borteig við holu RN-17. Þar hefur hingað til verið lítið rask og borteigurinn er utan megin iðnaðarsvæðisins og megin mannvirkjabeltis. Leið ferðamanna að Reykjanesvita og Valahnjúk liggur framhjá borteignum og blasa framkvæmdir við hverjum þeim sem þar fer um en borteigurinn sjálfur verður að miklu leyti falinn vegfarendum.

30.3.2 Áhrif á rekstrartíma

Stækkun núverandi virkjunar felur í sér að stöðvarhúsið verður stækkað. Stækkunin verður með sama sniði og núverandi stöðvarhús svo útlitsbreytingar verða í lágmarki. Ekki er reiknað með að stækkunin hafi áhrif á ferðamennsku á svæðinu umfram núverandi virkjun.

Pækilvirkjunin verður staðsett við hlið núverandi stöðvarhúss. Virkjunin hefur talsverða sérstöðu og er áhugaverð sem þróun í átt til bættrar nýtingar jarðvarma. Starfsemi hennar gæti því laðað að sér ferðamenn og aðra sem áhuga hafa á nýtingu jarðvarma og tækniþróun á því sviði. Útlit pækilvirkjunar verður svipað og núverandi stöðvarhúss.

Eins og kemur fram að ofan er vegur um hverasvæðið lokaður fyrir bílaumferð. Ljóst er að lokun vegarins hefur haft neikvæð áhrif á aðgengi ferðamanna að hverasvæðinu og hafa m.a. Ferðamálasamtök Suðurnesja lagt mikla áherslu á að úr því verði bætt. Einnig er það mat Ferðamálasamtakanna að lokun Gunnuhvers hafi skaðað ferðamenskuna á Suðurnesjum mikið og dregið úr áhuga á svæðinu. Í ljósi þess að ekki er útlit fyrir að vegurinn verði opnaður á nýjan leik í sinni fyrri mynd var, eins og áður segir, skipaður samráðshópur um bætt aðgengi ferðamanna að hverasvæðinu við Gunnuhver. Í honum eiga sæti fulltrúar HS, Reykjanesbæjar og Grindavíkurbæjar. Tillögur hópsins miða að því að leggja veg með Gráalóninu sunnanverðu að bílastæði með lagnaleið frá borholum RN-17. Þaðan liggja göngustígar um hverasvæðið.

30.3.2.1 Umsögn Ferðamálastofu og svör framkvæmdaraðila

Gunnuhver hefur verið einn af vinsælustu áfangastöðum á Reykjanesi í áratugi. Markviss uppbygging við Gunnuhver hófst árið 2002 þegar gert var bílastæði við hverinn. Þá var svæðið afmarkað með köðlum og göngubrautir lagðar. Byggt var trébrú að hvernium og pallur við hann. Mikill metnaður var lagður í þessa vinnu. Þessar framkvæmdir, og viðhald þeirra, fengu háa styrki frá Ferðamálaráði, Grindavíkurbæ og Reykjanesbæ.

Eftir að Reykjanesvirkjun var reist með tilheyrandi borunum við Gunnuhver hefur hverinn breyst verulega og færst í aukana. Virkt svæði er orðin margfalt stærra en það var með þeim afleiðingum að öll framantöld mannvirki sem reist hafa verið fyrir ferðamenn við Gunnuhver hafa eyðilagst og vegurinn framhjá hverasvæðinu farið í sundur og aðgengi að hvernium því verið lokað. Tjónið sem af þessu hefur hlotist er umtalsvert, bæði hvað varðar mannvirkin sjálf, en ekki síður þar sem lokun Gunnuhvers hefur dregið úr aðsókn og áhuga ferðamanna á svæðinu. Í frummatsskýrslu kemur fram að framkvæmdir við stækkun Reykjanesvirkjunar geti valdið aukinni yfirborðsvirkni við Gunnuhver á ný.

Svar: Ferðamálastofa bendir réttilega á það að bætt var úr aðstöðu við Gunnuhver fyrir nokkrum árum. Í umsögn stofnunarinnar kemur einnig fram að umtalsvert tjón hefur orðið á þessum mannvirkjum vegna aukinnar yfirborðsvirkni í kjölfar gangsetningar virkjunarinnar. Hverasvæðið hefur breitt úr sér og hveravirkni aukist svo stígar, trébrú og pallur við Gunnuhver gegna ekki lengur því hlutverki sem þeim var ætlað. Þess vegna er mikilvægt að gera frekari úrbætur svo gott aðgengi og öryggi þeirra sem leið eiga um svæðið sé tryggt eftir því sem hægt er. Einnig er mikilvægt að bæta stíga víðar um hverasvæðið. Um þetta hefur náðst samstaða meðal HS Orku, sveitarfélaganna á svæðinu og ferðaþjónustusamtaka sbr. kafli 30.4.

Ferðamálastofa hefur áhyggjur af að aukin yfirborðsvirkni við Gunnuhver muni geta skaðað áætlanir um enduruppbyggingu svæðisins og leggur til að viðræðum sem nú standa yfir milli Ferðamálastofu, HS Orku hf, Reykjanesbæjar, Grindavíkurbæjar og Ferðamálasamtaka Suðurnesja um það mál verði gefið auknið vægi. Nauðsynlegt er að samkomulag náist milli aðila um vöktun og



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

markvissar mótvægisáðgerðir sem stuðla að því að ferðamönnum haldi áfram að fjölga á svæðinu til framtíðar og að svæðið við Gunnuhver geti áfram byggst upp samkvæmt stöðlum um aðgengi fyrir alla.

Svar: Fyrir liggja tillögur að nýrri legu ferðamannavegar norðan hverasvæðisins við Gunnuhver eins og fram kemur í frummatsskýrslu á vegum HS, Reykjanesbæjar, Grindavíkurbæjar og Ferðamálasamtaka Suðurnesja. Einnig liggur fyrir tillaga að breyttu deiliskipulagi fyrir svæðið sem meðal annar felur í sér að þessi vegur verði lagður.

HS mun áfram vakta svæðið eins og verið hefur og kemur fram í kafla 21.2.4. Til að vega á móti aukinni yfirborðsvirkni verður vinnsla úr gufusvæði aukin til að minnka þrýsting. Hins vegar er ljóst að ávallt geta orðið breytingar á yfirborðsvirkni á hverasvæðinu m.a. í kjölfar jarðhræringa. Það er einlægur vilji HS að aðstaða í nágrenni Gunnuhvers verði byggð upp af metnaði og í samstarfi við hagsmunaaðila.

Til að auka öryggi ferðamanna er gert ráð fyrir göngustígum um svæðið og viðeigandi viðvörunarskiltum.

Ferðamálastofa tekur undir áhyggjur af auknum hávaða á viðdvöl ferðamanna á svæðinu og leggur til að hljóðstig við helstu ferðamannastaði á Reykjanesi verði vaktað og kannanir gerðar með reglulegu millibili til að meta áhrif hljóðsstigs á upplifun ferðamanna af svæðinu.

Svar: Hávaði vegna fyrirhugaðra framkvæmda mun aukast á meðan á framkvæmdum stendur. Hins vegar verður lítil breyting á hávaða þegar framkvæmdum er lokið frá því sem nú er. Við efnisval og hönnun nýrrar skiljustöðvar má minnka hávaða miðað við núverandi skiljustöð en á hávaðakorti 9.3 er miðað við sama hávaða frá nýrri skiljustöð og við núverandi skiljustöð. Hávaðakort hefur verið unnið fyrir iðnaðarsvæðið og við endurskoðun þess er unnt að leggja mat á hljóðstig við þá ferðamannastaði sem næst eru virkjuninni.

30.3.2.2 Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila

Í nánasta umhverfi Gunnuhvers er að finna mikla yfirborðsvirkni og er hún sjáanlega niður að Gráalóninu. Á aðeins örfáum árum hefur hverasvæðið breyst mikið vegna aukinnar yfirborðsvirkni við stækkun gufupúða á svæðinu. Í frummatsskýrslu kemur fram að gufupúðinn er enn að stækka. Umhverfisstofnun telur því ekki ljóst hvernig aðgengi ferðamanna verði tryggt að hverasvæðinu, og að það gæti jafnvel verið hættulegt að skoða svæðið, nema undir ströngu eftirliti. Það er vandséð að hægt sé að skipuleggja vegi eða leiðbeinandi merkingar við hverasvæðið á meðan svæðið er að breytast.

Svar: Ljóst er að núverandi vegslóði um hverasvæðið, sem er hinn forni vegur að Reykjanesvita, er ófær um stundarsakir a.m.k. Í samvinnu við bæjarfélögin og ferðamálasamtök hefur HS brugðist við þeirri málaleitan að leggja varanlegan veg eftir fyrirstöðugarði Gráalónsins eins og lýst er í frummatsskýrslu. Varðandi hættu vegna hveravirkni þá er áður á það bent að sambærilegar hverabreytingar hafa átt sér stað áður af náttúrulegum völdum og hafa þá komið upp frægir goshverir svo sem Reykjanes Geysir forðum og svo 1919 goshverinn. Með því að bora fleiri holur í gufupúðann og tappa af honum þá lækkar þrýstingur umhverfis holurnar, og virkar slík borun því til mótvægis. Holur RN-27 og RN-28 voru eingöngu boraðar niður í gufupúðann og heppnuðust mjög vel. Við stækkun virkjunarinnar hyggst HS bora 5 slíkar holur til viðbótar.

Almennt hvað varðar nýtingu á háhitasvæðum á Íslandi þá er kannski ástæða til að nefna að nýtingu fylgir alltaf ákveðin áhætta af völdum jarðskjálfta og eldgosa. Af þeim sökum höfum við lagt okkur í líma við að grennslast sem gerst eftir tíðni jarðskjálftaumbrota og

eldvirkni. Jarðskjálftavirkni er tíð á öllu gosbelti Íslands, en tíðni eldsumbrota á Reykjaneskaganum er minni, eða rétt um 1000 ár á hverri gosrein upp að Hengilsreininni, eða þaðan af lengri. Því er nokkuð ljóst að jarðskjálftar munu skekja skagann einhvern tímann á næstu áratugum, en ólíklegra að eldsumbrot muni valda ónæði næstu 200-300 árin.

Markmið með lagningu nýs ferðamannavegar norðan hverasvæðisins er m.a. að tryggja betur öryggi ferðamanna sem leið eiga um svæðið. Fyrirhugaður vegur gefur gott útsýni yfir hverasvæðið og er í jaðri hins virka svæðis. Göngustígar, sem ráðgert er að leggja um svæðið, verða mun öruggari en óskipulögð umferð gangandi fólks um svæðið eins og það er nú.

30.3.3 Áhrif á ásýnd

Til að varpa ljósi á áhrif framkvæmda á ásýnd framkvæmdasvæðisins voru teknar ljósmyndir á fyrirfram ákveðnum punktum sem flestir eru taldir mikilvægir m.t.t. ferðapjónustu (kort 12). Nýjum mannvirkjum var síðan bætt inn á þrjú sjónarhorn til að auðvelda umfjöllun um hin sjónrænu áhrif framkvæmdanna (myndir 1, 2 og 3). Annars vegar eru breytingarnar auðkenndar með rauðum lit og hins vegar sýndar eins og þær koma til með að líta út.

Mynd 1 sýnir útsýni akandi fólks þegar komið er að Reykjanesvirkjun úr norðri, frá Höfnunum.

Mynd 2 er sýnir hvernig umhorfs er við hverasvæðið við Gunnuhver, horft til norðurs, en hverasvæðið er mikið sótt af ferðamönnum sbr. tafla 30.1.

Á mynd 3 er horft í norður, í átt að virkjuninni af Vatnsfelli, við Reykjanesvíta, en eins og kemur fram að ofan (tafla 30.1) þá koma flestir ferðamenn, sem sækja Reykjanesið heim, að Reykjanesvíta.

Mynd 4 gefur hugmynd um útsýni frá gönguleiðinni Reykjavegi, eins og hún er stíkuð vestan framkvæmdasvæðisins.

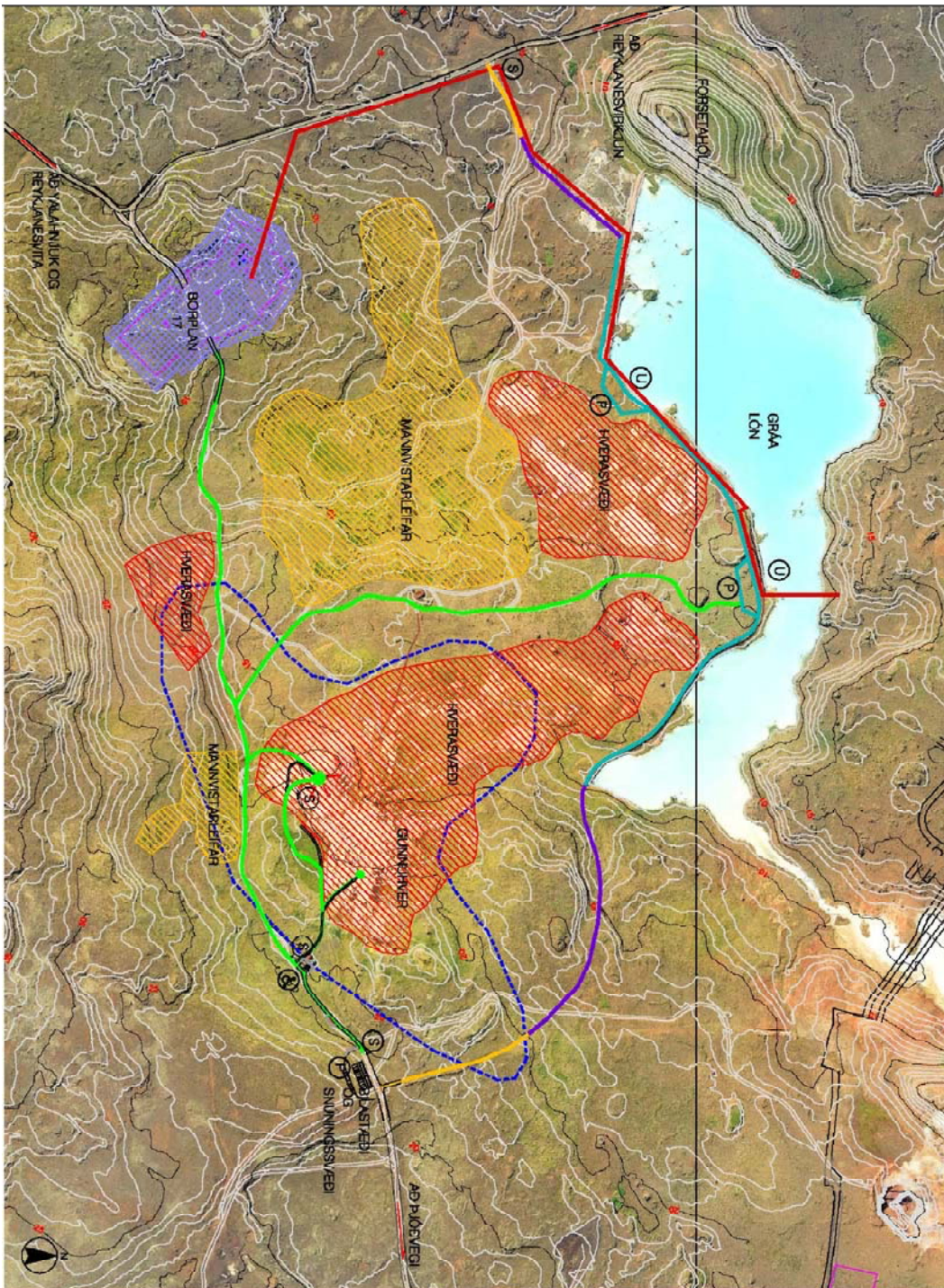
Mynd 5 er tekin við borteig við borholu RN-17 en þar hefur nú verið lokað hringleið sem lá að hverasvæðinu við Gunnuhver. Staðurinn er ekki mikilvægur m.t.t. ferðamennsku en þar sem veginum hefur verið lokað nema þarna margir staðar til að svipast um.

Mynd 6 er tekin af bílastæðinu við Valahnúk og mynd 7 af Valahnúk, horft í norður, en Valahnúkur er einnig mikið sóttur af ferðamönnum.

Mynd 8 sýnir sjónarhorn sem við blasir þegar komið er að Reykjanesi úr austri, frá Grindavík.

Reikna má með að sjónræn áhrif framkvæmdanna verði hvað mest vegna mannvirkja á og við borteig við holu RN-17, nýrrar skiljustöðvar og gufu frá henni. Borteigurinn er á svæði sem er lítt markað af framkvæmdum vegna virkjunarinnar og liggur jafnframt við meginleið ferðamanna að Reykjanesvíta og Valahnúk. Mannvirki á borteignum blasa við ofan af Vatnsfelli (mynd 3 í kortahefti) sem og álklaedd safnæðin. Ný skiljustöð verður reist norðan Gráalónsins á svæði sem blasir við frá hverasvæðinu við Gunnuhver (mynd 2 í kortahefti). Inn í sjónarhornið kemur byggingin ásamt gufustrók. Á það ber þó að líta að viðhorf gagnvart gufustrókum eru almennt fremur jákvæð (Rögvaldur Guðmundsson, 2008).

Eins og kemur fram í köflum 8.1.5 og 8.9.1 verður sérstök áhersla lögð á frágang við borteiga og með vegum og slóðum til að þessi mannvirki falli betur að landslagi.



Mynd 30.7 Tillaga um breytingar á aðstöðu fyrir ferðamenn við Gunnuhver, sem gerir ráð fyrir akstursleið norðan hverasvæðisins (gul, blá og fjólublá lína) og göngustígum að hverasvæðinu (græn lína) (Teikning: Landark).

30.3.3.1 Umsögn Ferðamálastofu og svör framkvæmdaraðila

Ferðamálastofa telur mikilvægt að við mótvægisáðgerðir verði áhersla lögð á að reyna að takmarka neikvæð sjónræn áhrif af borplönunum og gufuleiðslum en jafnframt að upplýsingagjöf um eðli og mikilvægi jarðvarmavirkjana verði dregnar fram enn meir en nú er sem liður í að draga úr neikvæðri upplifun ferðamanna. Sýningin Orkuverid Jörð má teljast stór liður í þeirri viðleitni.

Svar: Fjallað er um frágang borplana í kafla 8.1.5 í frummatsskýrslu. Í fyrirhuguðum framkvæmdum er það safnæð frá borteig við holur 17 sem er ný lagnaleið. Eins og kemur fram í kafla 8.5.1 verður leitast við að gera lögnina og holutoppa lítt áberandi m.a. með því að leggja lögn með vegi. Útfærsla holutoppa verður kynnt sveitarfélögum og Ferðamálasamtökum Suðurnesja.

30.4 Mótvægisáðgerðir

- Gert er ráð fyrir að tímasetning borunar og blásturs borhola verði utan mesta ferðamannatíma eða að vetri og hausti. Það er þó ljóst að straumur ferðamanna er um svæðið allt árið.
- HS er í samstarfi við umhverfis-, ferðamála- og skipulagsyfirling í Reykjanesbæ og Grindavíkurbæ til að bregðast við umhverfisbreytingum á hverasvæðinu og er skipulagsvinna þegar hafin. Verið er að skoða kosti þess að byggja upp nýjan rútufæran veg meðfram hverasvæðinu norðanverðu, meðfram GráaLóninu og norðaustur fyrir hverasvæðið (mynd 30.7).
- Með því að bora frá núverandi borteigum og stækka þá er borteigum ekki fjölgað.
- Lagnir eru í flestum tilvikum lagðar samsíða núverandi lögnum nema safnlagnir frá borteig við borholu RN-17.
- Lögð er sérstök áhersla á að fella borteiga og vegi og slóða að landslagi.

30.5 Niðurstaða

Einkenni: Reykjanes er sótt heim af ferðapjónustuaðilum, útivistarfólki og íslenskum og erlendum ferðamönnum. Reykjanesvirkjun er meðal þeirra staða á Reykjanesi sem eru mikið sóttir af ferðamönnum. Svæðið er nálægt alþjóðaflugvelli og helsta þéttbýlissvæði landsins. Fyrirhugaðar framkvæmdir munu hafa áhrif á ferðamennsku og útivist á svæðinu vegna nýrra mannvirkja og aukins hávaða bæði á framkvæmdatíma og rekstrartíma.

Umfang: Talið er að 90 þúsund manns hafi heimsótt Reykjanes árið 2007 og má reikna með 110-130 þúsund heimsóknum þar. Umfang áhrifa teljast staðbundin.

Lög, reglur og áætlanir: Framkvæmdin er inni á svæði sem er á náttúruminjarátt og náttúruverndaráætlun 2004-2008 m.a. vegna mikils útivistar- og fræðslugildis.

Tími og eðli áhrifa: Fyrirhuguð framkvæmd kemur til með að hafa bein og að nokkru afturkræf áhrif á ferðamennsku og útivist á svæðinu ef horft er til næstu áratuga.

Niðurstaða: Að teknu tilliti til mótvægisáðgerða sem miða að því að draga úr sýnileika mannvirkja og tímasetta framkvæmdir utan helsta ferðamannatíma, er það mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á ferðamennsku og útivist verði **óveruleg**. Einnig er það mat framkvæmdaraðila að mikilvægi virkjunarinnar sem aðdráttarfls fyrir ferðamenn muni aukast og hún muni hafa **óveruleg** jákvæð áhrif á ferðamennsku.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Tafla 30.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á ferðamennsku

Áhrif framkvæmdar á útivist og ferðamennsku	
Áhrif	Óbein áhrif af framkvæmdunum snúa helst að ásýndarbreytingum á landi og upplifun ferðamanna og útivistarfólks. Ferðamenn geta orðið fyrir ónæði af hávaða á framkvæmdatíma.
Mótvægisáðgerðir	Borun utan megin ferðamannatíma. Borað verður frá núverandi borteigum. Flestar lagnir verða samsíða núverandi lögnum til að minnka sjónræn áhrif.
Niðurstaða	Óveruleg neikvæð áhrif. Óveruleg jákvæð áhrif.

31 Samfélag, þekking og reynsla

Í þessum kafla verður fjallað um með hvaða hætti starfsemi tengd jarðvarmavinnslu á Reykjanesi hefur haft og getur haft áhrif á samfélagið. Markmið með þessari umfjöllun er að varpa ljósi á þau verðmæti sem verða til í formi þekkingar og nýsköpunar við þær sérstöku aðstæður sem eru á Reykjanesi. Einkum er stuðst við sögu jarðhitanýtingar á svæðinu en einnig áætlanir og hugmyndir Hitaveitu Suðurnesja hf og Reykjanesbæjar um margþætta uppbyggingu þar.

31.1 Fjölpætt og sjálfbær nýting

Saga jarðhitanýtingar á Reykjanesi hefst árið 1968. Eðli jarðhitasvæðisins þar er ólíkt öðrum jarðhitasvæðum á landinu þar sem sjór en ekki ferkvatn leikur um heitt bergið og hitnar. Jarðhitasjór er ólíkur ferkvatni að því leyti að hann inniheldur mun meira magn uppleystra efna. Jarðhitavinnslan á Reykjanesi er því vettvangur mikillar þekkingaröflunar.

Fjölbreyttir nýtingarmöguleikar felast í grunnvatni, sjó úr borholum og háhitalindum og er rafmangsframleiðsla aðeins einn af þeim. Eðliseiginleikar háhita- og grunnvökvalindanna bjóða upp á fjölþætta nýtingu. Raforka er þó forsenda og aflvaki í flestri starfsemi og því nauðsynleg grunneining.

Sjóefnavinnslan á Reykjanesi framleiddi einkaleyfisvarið heilsusalt (40% Na, 40% K, 17% MgCl og snefilefni hreins sjávar) úr jarðhitavökva og hreinum borholusjó. Vísindalega var sannað að saltið lækkaði blóðþrýsting og hafði hemil á vökvamyndun í líkamanum. Rekstur sjóefnavinnslunnar gekk alla tíð brösuglega einkum vegna eitilharðra jarðhitaútfellinga, sem settust á varmaskiptafleti og í annan búnað. Þekking manna til að leysa þessi vandamál var ekki til staðar. Þekkingin og reynslan, sem fékkst með rekstri saltverksmiðjunnar, sem HS og hönnuður héldu til haga hefur reynst HS mjög dýrmæt við hönnun Reykjanesvirkjunar. Reynslan af rekstri Reykjanesvirkjunar hefur leitt í ljós að það hefur tekist á vel viðunandi hátt að komast hjá vandamálum af völdum jarðhitaútfellinga, sem á endanum knésettu saltverksmiðjuna.

31.1.1 Reynsla af Auðlindagarðinum í Svartsengi

Í Svartsengi er það heitavatnsframleiðsla samofin rafmagnsframleiðslu (CHP; Combined Heat and Power) sem lagði grunninn að þeirri fjölbreyttu starfsemi sem þar er stunduð nú. Orkuverið ásamt þróunar og sprotafyrirtækjum sem sprottið hafa upp umhverfis orkuverið er nefnt Auðlindagarður.

Hefðbundin jarðvarmaver framleiða einungis rafmagn. Raforkuver eitt og sér hefur einungis eina tekjulind sem er seld raforka. Því hefur raforkuver einn tekjustraum sem verður að standa undir fjárfestingu og rekstri. Fjölbreytt starfsemi Auðlindagarðsins í Svartsengi gefur af sér fjölda tengdra og lítt tengdra tekjustrauma og þar með dreifða áhættu.

Helstu einingar Auðlindagarðsins í Svartsengi eru:

- 1) Vatnsveita
- 2) Hitaveita
- 3) Rafveita
- 4) Jarðsjávarveita
- 5) Eldborg/Eldborgargjain:
 - a. Fræðsla til ferðamanna
 - b. Fræðsla til skóla
 - c. Ráðstefnur
- 6) Bláalónið:
 - a. Baðstaður, ríflega 400.000 gestir árlega,
 - b. Þróun húðmeðferða



HS ORKA HF

MAT Á UMhverfisáhrifum

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

- c. Vinnsla steinefna, líftæknirannsóknir og –iðnaður, þróun og framleiðsla húðvara
 - d. Hótel
 - e. Matsöluastaðir
 - f. Ráðstefnur
- 7) Græn Smiðja (ORF líftækni)
 - 8) Rannsóknar- og þróunarstarf einstakra eininga og sameiginlegur þróunarvettvangur þeirra

Í Auðlindagarðinum í Svartsengi starfa nú um 140 – 150 manns með fjölbreytta menntun og fasta atvinnu. Starfsemi hans kallar á margs konar þverfaglegar rannsóknir og þar á sér stað stöðug öflun þekkingar, reynslu og nýsköpun.

Auðlindagarðurinn í Svartsengi og þær hugmyndir, sem hann byggir á er leið HS til að feta slóð sjálfbærrar þróunar.

31.1.2 Tillaga að auðlindagarðinum Kvikunni á Reykjanesi

Með sama hætti og í Svartsengi er það einstakt orkuver á Reykjanesi, sem leggur grunninn að auðlindagarði sem nefndur hefur verið Kvikun, en hugtakið kvika merkir uppsprettulind. Sérstaða Kvikunnar á Reykjanesi felst einkum í þrennu:

- Staðsetning Kvikunnar er mitt í hægfara gliðunarbelti tveggja rekplatna,
- Kvikun nærast af orku og hráefnastraumum frá einstöku jarhitakerfi fætt af sjó úr veilum og sprungum í hafsbotni gliðunarbeltisins,
- Orkuverið er kælt með hreinum sjó úr borholum

Eðlileg og rökrétt markmið og viðfangsefni Kvikunnar eru:

- 1) Rannsóknir og þróun jarðhitavinnslu
- 2) Lífefnaíðnaður með tilheyrandi rannsóknum
- 3) Þróun og fræðsla

Því má segja að í Kvikunni verði þrjú undirgarðar, Jarðhitakvika, Lífefnakvika og Fræðslukvika.

Nú þegar er kominn vísir að Kvikunni þar sem eftirfarandi starfsemi er nú stunduð á svæðinu:

- Rannsóknir á sviði jarðfræði, jarðeðlisfræði, borholu- og bortækni, efnafræði djúpvökva, forðafræði, vinnslutækni, gerð gufuhverfla, efnisfræði, grunnvatn og borholusjór o.fl. Auk þessa stundar HS nú rannsóknir á rafmeðhöndlun jarðhitavökva, sjálfrhrensandi varmaskipti, útfellingum, efnisfræði stáls, túrbínublöðum o.fl. Rannsóknaniðurstöður eru aðgengilegar skólum, rannsóknarstofnunum, almenningi og erlendum vísindamönnum og rannsóknarstofnunum.
- Fræðsluferðamennska. Sérstök sýning, Orkuverið jörð, hefur verið sett upp í stöðvarhúsi Reykjanesvirkjunar og jarðhitavinnslan og orkuverið er aðgengilegt almenningi og erlendum sem innlendum gestum.

Fjöldmörg verkefni eru í undirbúningi sem myndu skjóta sterkari stöðum undir Kvikuna:

- Nýting kælisjavar og jarðhitavökva til sjávardýraeldis, þörungaræktar, heilsu- og afþreyingartengdrar starfsemi o.fl.
- Nýting kolsýru úr útblæstri jarðvarmavirkjunar til þörungaræktar, metanólframléiðslu (lífefnaeldsneyti), framleiðslu kolsýruvökva og kolsýruíss.
- Grunnur hefur verið lagður að djúpbörnun í gliðunarbeltið, en takist að vinna jarðhitavökva af 4 – 5 km dýpi við hátt hitastig þá væntanlega margfaldast vinnanlegur framtíðarorkuforði landsins miðað við þær áætlanir sem gerðar hafa verið.

- Rafgreining vatns í súrefni og vetni til nýtingar í fiskeldi, ræktun þörunga í fiskfóður, til manneldis, til lækningar eða til framleiðslu á lífefnaeldsneyti.

Þekking sem aflað hefur verið á vinnslu jarðhita úr sjávarfæddu jarðhitakerfi hægfara gliðnunarbeltis er mikilvægt framlag Íslands til alþjóða vísindasamfélagsins sem eykur skilning manna á eðli jarðhitakerfa á hafsbotni. Líklegt er að jarðhiti hafsbotnsins verði unninn er fram líða stundir og er hér átt við beislun orku og vinnslu dýrmætra málma og efnasambanda úr jarðhitavökvanum.

Alþjóða háskóla- og vísindasamfélagið hefur sýnt mikinn áhuga á djúpbörun á Reykjanesi og er virkjun með öllum sínum dreifðu borholum nauðsynlegur og afar verðmætur brunnur til að sækja reynslu í (Guðmundur Friðleifsson o.fl., 2005; Geoffroy and Dorbath, 2008).

31.2 Áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar

Með hliðsjón af ofangreindu felast miklir möguleikar í starfsemi tengdri þeirri grunneiningu sem núverandi virkjun á Reykjanesi er. Erfitt er þó að leggja hlutlægt mat á þau áhrif sem stækkun virkjunarinnar muni hafa á samfélag, vísindi og þekkingu. Þar sem HS hefur greitt háar fjárhæðir fyrir rannsóknir á Reykjanesvæðinu (talið í hundruðum milljóna) er ljóst að virkjun svæðisins vegur þungt í rekstri og þekkingaröflun viðkomandi rannsóknarfyrirtækja. Endurgjaldslaus þekking og reynsla, sem aflað er nýtist einnig vel Háskóla Sameinuðu þjóðanna og íslensku háskólasamfélagi.

Ljóst er að mikil þekking hefur orðið til í tengslum við núverandi starfsemi og að hún leggur grunninn að margþættri starfsemi á sviði jarðvarmanýtingar og rannsókna. Sem dæmi má nefna þækilvirkjun, sem hér er kynnt til sögu og er liður í því að bæta nýtingu jarðhitavökvens, byggir á rannsóknum og þróun þeirra sem unnið hafa að því verkefni, starfsmanna HS og ráðgjafa fyrirtækisins.

Fyrir samfélagið á Suðurnesjum myndar jarðvarmavirkjun á Reykjanesi grunn undir rannsóknir, þróun og fjölbreytt atvinnulíf á svæðinu. Reikna má með að 150-330 ársverk skapist við byggingu virkjunarinnar.

Börun rannsóknar- og vinnsluholna á nýjum svæðum er forsenda og liður í því að afla nauðsynlegrar þekkingar á jarðhitakerfinu en þekking og rekstrarreynsla á því er grunnurinn að því sem hægt er að nefna sjálfbæra nýtingu jarðhitaauðlindarinnar.

Frá alþjóðlegu sjónarmiði eru rannsóknir á jarðhitakerfinu á Reykjanesi mjög mikilvægar. Sú þekking sem þannig skapast hefur alþjóðlegt gildi enda um mjög sérstakar aðstæður að ræða. Vísindastarf af þessu tagi stuðlar einnig að samvinnu þjóða. Jarðhitavinnsla á hafsbotni kallar m.a. á rannsóknir af því tagi sem eru stundaðar og hægt er að stunda við þær aðstæður sem eru á Reykjanesi.

Reynslan af starfsemi Auðlindagarðsins í Svartsengi og sérstaða og eðli jarðhitaauðlinda á Reykjanesi sýna að öflug og margháttuð tækifæri felast í starfseminni á Reykjanesi. Fyrst um sinn einungis á sviði jarðhitavinnslu, lífefnaframleiðslu og fræðslu.

31.3 Niðurstaða

Einkenni: Við þróun og rekstur Reykjanesvirkjunar verður til mikil þekking og reynsla á fjölmörgum þáttum sem tengjast nýtingu jarðhita.

Umfang: Rannsóknir á jarðhitakerfinu eru mikilvægar frá alþjóðlegu sjónarmiði.

Lög, reglur og áætlanir: Á ekki við.

Tími og eðli áhrifa: Áhrif þekkingar og vísinda eru til langs tíma.

Niðurstaða: Það er mat framkvæmdaraðila að jákvæð samfélagsleg áhrif sem verða með beinum og óbeinum hætti vegna þeirrar starfsemi sem fram fer á Reykjanesi verði talsverð.



HS ORKA HF

MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Tafla 31.1 Samantekt á áhrifum framkvæmda á samfélag, þekkingu og reynslu

Áhrif framkvæmdar á samfélag, þekkingu og reynslu	
Áhrif	Aukin þekking á eðli jarðhita. Styrkari og fjölbreyttari stoðir samfélags á Suðurnesjum.
Mótvægisáðgerðir	Engar
Niðurstaða	Talsverð jákvæð áhrif.

32 Niðurstaða

Á heildina litið eru áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar á umhverfið **óveruleg til talsverð**. Áhrif á einstaka umhverfisþætti eru frá því að vera óveruleg upp í talsverð. Þeir umhverfisþættir sem verða fyrir mestum áhrifum á framkvæmdasvæðinu eru hljóðvist, ferðamennska og jarðhitageymirinn. Óvissa er um umhverfisáhrif framkvæmdanna, mismikil eftir valkostum. Annars vegar felst óvissan í áhrifum vinnslu á jarðhitageyminn sem auðlind en einnig um afleidd og óbein áhrif vinnslunnar sem koma fram á yfirborði s.s. í breytingum á virkni hvera, sem aftur hefur áhrif á lífríki. Þessi óvissa kallar á vöktun sem felst í að fylgjast með áhrifum vinnslunnar á jarðhitageyminn og afleiddum breytingum á yfirborði.

Í matsvinnunni og við undirbúning framkvæmda hefur verið unnið að því að draga úr neikvæðum áhrifum á umhverfið. Helst ber að nefna að þækilvirkjunn nýtir jarðhitavökvann betur og dregur úr þörf á upptöku úr jarðhitageyminum. Með því að nýta núverandi mannvirki og leitast við að staðsetja ný á röskuðum svæðum er dregið úr umfangi áhrifa. Þá er gert ráð fyrir að dæla jarðhitaaffalli aftur niður í jarðhitageyminn til að draga úr þrýstingslækkun.

Tafla 32.1 Yfirlit yfir umhverfisáhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar

Umhverfisþættir	Valkostir fyrir stækkun Reykjanesvirkjunar		
	Valkostur 1	Valkostur 2	Valkostur 3
Jarðhitageymir	Óveruleg – talsverð neikvæð áhrif. Nokkur óvissa	Óveruleg – talsverð neikvæð áhrif. Nokkur óvissa	Óveruleg – talsverð neikvæð áhrif. Talsverð óvissa
Jarðmyndanir og virkni hvera	Óveruleg neikvæð áhrif. Nokkur óvissa.	Óveruleg neikvæð áhrif. Nokkur óvissa.	Óveruleg neikvæð áhrif. Nokkur óvissa.
Fornleifar	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif
Landslag	Óveruleg neikvæð áhrif, talsverð neikvæð samlegðaráhrif	Óveruleg neikvæð áhrif, talsverð neikvæð samlegðaráhrif	Óveruleg neikvæð áhrif, talsverð neikvæð samlegðaráhrif
Gróður	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif
Fuglar	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif
Lífríki sjávar og fjöru	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif
Smádyralíf og hveraörverur	Óveruleg neikvæð áhrif. Nokkur óvissa.	Óveruleg neikvæð áhrif. Nokkur óvissa.	Óveruleg neikvæð áhrif. Nokkur óvissa.
Loftgæði	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif
Hljóðvist	Óveruleg – talsverð neikvæð áhrif	Óveruleg – talsverð neikvæð áhrif	Óveruleg – talsverð neikvæð áhrif
Ferðamennska	Óveruleg neikvæð áhrif, óveruleg jákvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif, óveruleg jákvæð áhrif	Óveruleg neikvæð áhrif, óveruleg jákvæð áhrif
Samfélag, þekking og reynsla	Talsverð jákvæð áhrif	Talsverð jákvæð áhrif	Talsverð jákvæð áhrif

Að teknu tilliti til framkvæmda, mótvægisáðgerða, vægi umhverfisáhrifa og samlegðaráhrifa er það mat framkvæmdaraðila að neikvæð áhrif stækkunar Reykjanesvirkjunar geti talist óveruleg til talsverð. Aflað hefur verið allra nauðsynlegra upplýsinga um afleiðingar stækkunarinnar á umhverfið. Það er skoðun framkvæmdaraðila að stækkun Reykjanesvirkjunar og nýting jarðhitaauðlinda sé mikilvæg framkvæmd til að anna eftirspurn eftir raforku. Hún stuðli að nýjum



HS ORKA HF

MAT Á UMhverfisáhrifum

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

tækifærum í margvíslegum greinum og og komi ekki til með að hafa umtalsverð umhverfisáhrif í för með sér í skilningi laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum.

32.1 Umsögn Orkustofnunar og svör framkvæmdaraðila

Orkustofnun hefur rýnt frummatsskýrslu um fyrirhugaða tvöföldun Reykjanesvirkjunar. Orkustofnun telur ekki nægileg gögn vera til staðar til þess að styðja þá væntingu að borholur sem ná til 2,5 km² vinnslusvæðis geti til lengdar staðið undir 200 MW_e jarðvarmavirkjun sem fyrirhuguð er. Það sem hvetur til varúðar er veruleg þrýstingslækkun innan vinnslusvæðisins og á síðasta ári dró ekki úr hraða hennar. Þrýstingslækkunin nemur nú um 40 börum innan vinnsluhluta sprungureinar Valbjargagjá og suðuborð er víða komið niður á 1300 metra dýpi. Almenn þrýstingslækkun í geyminum og langvarandi suða í vatnsæðum gæti leitt til gufupurrðar og þverrandi afkasta í borholum og takmarkað það afl sem geymirinn getur gefið. Engin reynsla er komin á áhrif niðurdælingar í kerfið.

Orkustofnun telur nauðsynlegt að nýta betur þá reynslusögu sem komin er til að endurvarða reiknilíkanið sem leggur mat á viðbrögð kerfisins við núverandi vinnslu og áformaðri aukningu. Í þessu sambandi er æskilegt að framkvæma reglulega vermis-, hita- og þrýstingsmælingar í skilgreindum eftirlitsholum bæði innan vinnslusvæðis og í jaðri þess til þess að unnt sé að staðreyna forsendur þær sem HS Orka hefur gefið sér við mat á afköstum.

Lítið er vikið að aukinni náttúruvá sem fylgt getur virkjunarframkvæmdinni. Aukin þurrugufa í efri hluta geymisins býður heim hættu á gufusprengingum ef gufan finnur sér leið gegnum kápu geymisins til yfirborðs. Á sama hátt er hættu á rekstrartruflunum ef kaldari jarðsjór finnur leiðir gegnum kápuna inn í jarðhitageyminn þar sem undirþrýstingur nemur 800 m vatnshæð. Sérstök hættu er á þessu á Reykjanesi þar sem vitað er að Valbjargagjá er virk jarðskjálftasprunga og hreyfðist a.m.k. fjórum sinnum í skjálftum á síðustu öld.

Svar: Fram hefur komið í svörum við ábendingum Orkustofnunar að sönnuð flatarmálsstærð jarðhitageymisins er yfir 5 km² og áhrif af núverandi vinnslu eru merkjanleg á svæði sem er stærra en 16 km². Því bendir flest til að jarðhitageymirinn á Reykjanesi sé í stærð sambærilegur við önnur háhitakerfi. Þá er ítrekað að vinnsla úr jarðhitageyminum er ætluð fyrir 150 MW_e afframleiðslu og viðbót í þækilvirkjun umfram það fengin með betri orkunýtingu frá þeirri vinnslu.

Af mynd 2 hér að framan má sjá að það dregur úr hraða þrýstingslækkunar, en hún er nú um 32-34 bar miðsvæðis og innan við 20 bar við útjaðra núverandi vinnslusvæðis. Suðuborð er á 1100-1150 m dýpi. Vinnsla gufuholna sem hófst síðastliðinn vetur mun afla gagna um aflgetu gufusvæðisins.

HS framkvæmir reglulega nær allar þær mælingar sem Orkustofnun bendir á. Verið er að leita leiða til að mæla vermi einstakra holna í rekstri, en meðalvermi má nálgast á hverjum tíma út frá rennlistölum í rekstri virkjunarinnar. Þá eru reiknilíkon í endurskoðun en þau eru aðeins eitt af þeim hjálpartækjum sem notuð eru við rekstur jarðhitageymisins.

Þó lítið sé vikið að náttúruvá í frummatsskýrslunni fyrir þessa stækkun virkjunar þá er vissulega hugað að henni. Borun gufuholnanna á síðastliðnu ári má flokka sem eitt af afrekum íslenskra jarðhitamanna í þróun íslenskrar jarðhitapekkingar, þar sem borað var í háþrýst gufusvæði. Með vinnslu úr gufuholum er dregið úr magni gufu sem getur tapast til grynri jarðlaga og þar með er dregið úr hættu á gufusprengingum sem Orkustofnun nefnir. Yfirborðsvirkni dregur einnig úr þannig sprengihættu því gufan leitar að greiðustu útrásinni sem er nú um Gunnuhver. Fimm af þeim 7-8 borholum sem ráðgert er að bora vegna stækkunarinnar er eingöngu ætlað að nýta gufu úr gufupúðanum, hinum yrði öllum stefnt djúpt niður á við, út frá vinnslusvæðinu.

32.2 Umsögn Umhverfisstofnunar og svör framkvæmdaraðila

Að mati Umhverfisstofnunar eru ekki líkur á að sú stækkun sem hér er til umfjöllunar hafi umtalsverð neikvæð umhverfisáhrif í för með sér. Þó vill stofnunin ítreka að töluverð óvissa ríkir um sjálfbærni jarðhitageymisins og áhrif niðurdælingar á hann og telur stofnunin því mikilvægt að reynsla sé fengin af virkjun svæðisins áður en ákvörðun er tekin um stækkun virkjunarinnar.

Svar: Ekki er hægt að meta af niðurstöðum Umhverfisstofnunar hvað reynsla þurfi að vera löng svo hún sé marktæk að þeirra mati. Þegar er fyrirbyggjandi þriggja ára rekstrarreynsla á Reykjanesi fyrir núverandi virkjun og mun lengri reynsla vegna sjóefnavinnslunnar. Vinnsla úr jarðhitakerfi er nær ávallt ágeng í byrjun. Hvort og hvenær viðbrögð jarðhitakerfisins ná jafnvægi fer eftir eiginleikum kerfisins og vinnslustýringunni. Fyrir Svartsengi náðist jafnvægi í jarðhitakerfinu eftir nær 25 ára vinnslu. Fyrir Reykjanes er vinnslan enn í ágengum fasa og mælingar sýna að það dregur úr hraða þrýstingslækkunar í líkingu við niðurstöður reiknilíkans af kerfinu. Jarðhitakerfið stefnir því að jafnvægi, en miðað við niðurstöður líkansins getur ágengi fasinn varað í um 8 ár.



HS ORKA HF

HEIMILDIR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

IV. HEIMILDIR

- Agnes Stefánsdóttir, 2008. *Umhverfi Reykjanesvirkjunar. Fornleifaskráning*. Rammaáætlun um nýting vatnsafls og jarðvarma. Fornleifavernd ríkisins. 2008:3. 22 bls.
- Arnar Hjartarson og Egill Júlíusson, 2007. *Reiknilíkan af jarðhitakerfinu á Reykjanesi og spár um viðbrögð þess við 100 MW rafmagnsframleiðslu*. ÍSOR-2007/025, 145 s.
- Ásrún Elmarsdóttir, María Ingimarsdóttir, Íris Hansen, Jón S. Ólafsson og Sigurður H. Magnússon, 2003. *Gróður og smádyr á sex háhitavæðum*. Unnið fyrir Orkustofnun, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands og Líffræðistofnun Háskólans. NÍ-03015.
- Efla, 2009. *Rannsóknir á mosa við jarðvarmavirkjun orkuveitu reykjavíkur á hellisheiði*. Niðurstöður, febrúar 2009. Orkuveita Reykjavíkur.
- Ester Inga Eyjólfsdóttir, 2008. *Reykjanes: Efnagreining affallsvatns úr bunustokki*. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Greinargerð ÍSOR-08119.
- Geoffroy L. and C. Dorbath, 2008. *Deep downward fluid percolation driven by localized crust dilatation in Iceland*. Geophysical research letters, vol. 35, L17302.
- Guðmundur O. Friðleifsson, Wilfred A. Elders, Sverrir Þórhallsson and Albert Albertsson, 2005. *The Iceland Deep Drilling Project – A Search for Unconventional (Supercritical) Geothermal Resources*. Proceedings World Geothermal Congress 2005. Antalya, Turkey, 24-29 April 2005.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson, 2005. *Flokkun jarðhitafyrirbæra á háhitavæðum*. Unnið fyrir Orkustofnun. ÍSOR-2005/023.
- Helgi Torfason og Kristján Jónasson, 2006. *Mat á verndargildi jarðminja á háhitavæðum*. Unnið fyrir Orkustofnun vegna 2. áfanga rammaáætlunar. Náttúrufræðistofnun Íslands. NÍ-0610.
- Héðinn Björnsson, Gunnar Þorgilsson og Sæunn Halldórsdóttir, 2008. *Reiknilíkan af jarðhitakerfinu á Reykjanesi. Spá fyrir 50 MW_e vinnsluaukningu frá árinu 2011*. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Greinargerð ÍSOR-8053.
- Hildur Gestsdóttir og Orri Vésteinsson, 1998. *Fornleifakönnun á Reykjanesi*. Fornleifastofnun Íslands. FS060-98201.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Sigurgeirsson, Halldór Ármannsson, Hreinn Hjartarson og Magnús Ólafsson, 2000. *Sulfur gas emissions from geothermal plants in Iceland*. Geothermics 29:525-538.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Halldór Ármannsson, 2003. *Environmental aspects of geothermal energy utilization*. Geothermics 32:451-461.
- Hörður Kristinsson, 1998. *Gróðurbreytingar við álverið í Straumsvík*. Náttúrufræðingurinn 67: 241-254.
- Jón Einar Jónsson, 2006. *Ferðamennska á fyrirhuguðum virkjunarsvæðum á ölkelduhálssvæði og við hverahlíð sumarið 2006*. Orkuveita Reykjavíkur 2006.
- Knútur Árnason, Ragna Karlsdóttir, Hjálmar Eysteinnsson, Steinar Þór Guðlaugsson, Ólafur G. Flóvenz, 2000. *The resistivity structure of high-temperature geothermal systems in Iceland*. WGC Geothermal Congress í Japan 2000.
- Kristbjörn Egilsson, Guðmundur Guðjónsson, Ásrún Elmarsdóttir, Svenja N. V. Auhage og Rannveig Thoroddsen, 2008. *Virkjunarsvæði á Reykjanesi. Gróðurfar og kríuvarp*. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. NÍ-08012.



HS ORKA HF

HEIMILDIR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Kristbjörn Egilsson, Ólafur K. Nielsen og Guðmundur Guðjónsson, 2002. *Gróðurfar og fuglalíf við Sýrfell og Gráa lónið á Reykjanesi*. Náttúrufræðistofnun Íslands. NÍ-02003.

Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Ólafur Einarsson, 1989. *Fuglalíf á sunnanverðum Reykjaneskaga*. Bls. 37-57. Í: Kristbjörn Egilsson (ritstj.) Náttúrufar á Sunnanverðum Reykjaneskaga. Samvinnunefnd um skipulagsmál á Suðurnesjum. 85 bls.

Kristín Kröyer, 2008. *Gufu og vatnsgæðaeftirlit á Reykjanesi 2006 og 2007*. Íslenskar orkurannsóknir ÍSOR-027/2008.

Kristín Kröyer, Þráinn Friðriksson og Magnús Ólafsson, 2008. *Efnasamsetning affallsvatns úr bunustokki frá Reykjanesvirkjun*. Greinargerð unnin fyrir Hitaveitu Suðurnesja hf. Íslenskar orkurannsóknir. ÍSOR-08033.

María Ingimarsdóttir, 2004. *Áhrif hitafallanda á smádýralíf háhitasvæða á Reykjanesi og við Ölkelduháls*. Meistaraprófsritgerð við líffræðiskor Háskóla Íslands. 58 bls.

Náttúrufræðistofnun Íslands, 1996. *Válisti 1. Plöntur*. Náttúrufræðistofnun Íslands. Reykjavík. 82 bls.

Náttúrufræðistofnun Íslands, 2000. *Válisti 2. Fuglar*. Náttúrufræðistofnun Íslands. Reykjavík. 103 bls.

Náttúrufræðistofnun Íslands, 2005. *Frekari álit vegna breytinga á jarðhitanýtingu á Reykjanesi, áhrif á gróður og kríuvarp*. Minnisblað dags. 3. maí 2005.

Náttúruverndarráð, 1996. *Náttúruminjaskrá. Skrá um friðlýst svæði og aðrar náttúrminjar*. 7. útgáfa. Reykjavík.

Orri Vésteinnsson, 2001. *Meningarminjar í Grindavíkurkaupstað*. Svæðisskráning. FS157-01191.

Ólafur Einarsson og María Harðardóttir, 1998. *Athugun á fuglalífi á Reykjanesi vegna fyrirhugaðrar jarðhitanýtingar*. Náttúrufræðistofnun Íslands. NÍ-98013.

Ragna Karlsdóttir, 2005. *TEM-mælingar á Reykjanesi 2004*. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. ÍSOR-2005/002.

Rögnvaldur Guðmundsson, 2008. *Ferðamenn og útivistarfólk á Reykjanesi 2007*. Samantekt unnin fyrir VSÓ Ráðgjöf. Rannsóknir og ráðgjöf ferðaþjónustunnar – RRF. 20 bls.

Sigurður H. Magnússon, 2008. *Skoðunarferð Sigurðar H. Magnússonar og Björns Barkarsonar að Reykjanesvirkjun 25. september 2008*. Minnisblað dags. 26. september 2008. Náttúrufræðistofnun Íslands.

Sólveig K. Pétursdóttir, Tryggvi Þórðarson, Steinunn Magnúsdóttir, Guðmundur Óli Hreggviðsson, 2006. *Mat á umhverfisáhrifum jarðvarmavirkjana í Hverahlíð og við Ölkelduháls*. Athugun á lífríki hvera. Prokaria og Háskólasetrið í Hveragerði. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sólveig K. Pétursdóttir, Sólveig Ólafsdóttir, Steinunn Magnúsdóttir og Guðmundur Óli Hreggviðsson, 2007. *Lífríki í hverum í Krísvík og Gunnuhver á Reykjanesi*. Rannsókn unnin vegna Rammaáætlunar um nýtingu á jarðvarma á háhitasvæðum. Unnið fyrir Orkustofnun 2006 – 2007. Matís. Skýrsla Matís 31-07.

Stefán Guðjohnsen, 2008. *Hitaveita Suðurnesja, Reykjanesvirkjun. Hljóðtækniskýrsla*. Hljóðvist, hljóð- og raftækniráðgjöf.

Steinunn Hilma Ólafsdóttir, 2008. *Um möguleika á vöktun á uppsöfnun mengunarefna í fjörulífverum við afrennslíð frá Reykjanesvirkjun, ásamt tillögu að fjörukönnun*. Hafrannsóknastofnunin.

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Sveinbjörn Björnsson, 2006. Orkugeta jarðhita. Orkuþing 2006. Bls. 332-342.

Umhverfisstofnun, 2002. *Velferð til framtíðar. Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi. Stefnumörkun til 2020.*

Umhverfisstofnun, 2007. *Velferð til framtíðar. Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi. Áherslur 2006-2009.* 28 bls.

Umhverfisstofnun, 2004. *Náttúruverndaráætlun 2004-2008.* UST – 2003/14. Reykjavík.

Valgarður Stefánsson, 1998. *Endurnýjanleiki jarðhita.* Greinargerð Orkustofnunar, 9bls.

Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, 2003. *Niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar.* Reykjavík, nóvember 2003

Verkfræðistofa Suðurnesja, 2007. *Ferðamálasamtök Suðurnesja. Aðgengi fyrir alla.* Úttektarskýrsla.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008. *Svartsengi – Reykjanes. Vinnslueftirlit fyrir árið 2007.* 53bls.

VGK hf., 2006. *Umhverfisáhrif borana og prófana á háhitaholum á Hellisheiði.* Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Viggó Þór Marteinsson, Sigurbjörg Hauksdóttir, Hrefna Kristmannsdóttir og Jakob K. Kristjánsson, 2001. *Hitakærar örverur í hitaveitukerfum.* Orkuþing 2001. bls. 408-412.

Vinnueftirlitið, 2007. *Jarðborinn Óðinn, hávaðamælingar.* Unnið fyrir Jarðboranir hf.

Þráinn Friðriksson, 2008. *Um áhrif aukinnar orkuvinnslu á Reykjanesi á yfirborðsvirkni á jarðhitasvæðinu við Gunnuhver.* Íslenskar orkurannsóknir. Minnisblað dags. 13. október 2008.

Þráinn Friðriksson, Bjarni Reyr Kristjánsson, Halldór Ármannsson, Eygerður Margrétardóttir, Snjólaug Ólafsdóttir, Giovanni Chiodini, 2006. *CO2 emissions and heat flow through soil, fumaroles, and steam heated mud pools at the Reykjanes geothermal area, SW Iceland.* Applied Geochemistry, v. 21, p. 1551-1569.

Þráinn Friðriksson og Auður Agla Óladóttir. *Um mælingar ÍSOR á yfirborðsvirkni á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi.* Íslenskar Orkurannsóknir. Minnisblað dags. 26. október 2007.

Þráinn Friðriksson og Niels Giroud, 2007. *The Reykjanes geothermal gas: concentrations and emissions.* ÍSOR. Report ÍSOR-07186.

Þráinn Friðriksson og Niels Giroud, 2008. *Jarðefnafræðilegt vinnslueftirlit á Reykjanesi 2006 og 2007.* Íslenskar Orkurannsóknir.



HS ORKA HF

VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

V. VIÐAUKAR

33 Viðauki I. Umsagnir um frummatsskýrslu

33.1 Umsögn Hafrannsóknastofnunarinnar dags. 25. maí 2009

Skipulagsstofnun
Jakob Gunnarsson
Laugavegi 166
150 Reykjavík

Reykjavík, 25.05.2009
Tilv. 20.1.1/REY
ÓSÁ/sdk

Málefni: Stækkun Reykjanesvirkjunnar og frekari nýting
jarðhitavökva. Mat á umhverfisáhrifum.

Skipulagsstofnun óskar í bréfi frá 24. mars 2009 eftir
umsögn Hafrannsóknastofnunarinnar um ofangreint erindi.

Affallsvatn frá núverandi virkjun er leitt til sjávar (4400 l/sek sem samanstendur af skilju- (12%), þétti- (4%), og kælisjó (84%)), þrátt fyrir að í matsskýrslu um virkjunina (2002) hafi verið áætlanir um að dæla í það minnsta 50 % af hitavökvanum aftur niður í jarðhitageyminn eftir að hiti hefur verið unninn úr honum og minnka þannig losun hans til sjávar.

Í nýrri matsskýrslu um stækkun Reykjanesvirkjunar er einnig gert ráð fyrir að dæla vinnsluvatni niður í jarðhitageymi í framtíðinni en fyrst um sinn til sjávar. Með stækkun virkjunarinnar eykst affallsvatn til sjávar um allt að 1760 l/sek, þar af kælisjór um 1600 l/sek og skiljuvatn um 160 l/sek. Gert er ráð fyrir að hlutfall skiljuvatns í affallsvatni verði áfram milli 11-12%. Hitastig í affallsvatni nú er 50°C en samkvæmt matsskýrslu er gert ráð fyrir að hiti affallsvatni muni lækka um allt að 30°C við stækkun virkjunarinnar.



HS ORKA HF

VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Hafrannsóknastofnunin vekur athygli á að mjög óljóst er hvort hægt verður að dæla vinnsluvatni aftur í jarðhitageyminn. Tilraunir til slíks hafa ekki borið árangur hingað til og enn er alls ekki víst hvort það muni takast. Því er nokkuð ljóst að á næstu árum mun affallsvatn verða leitt áfram til sjávar.

Hafrannsóknastofnunin hefur áður bent á að styrkur arsens, sinks, blýs og króms í affallinu er hærri en í strandsjónum og að magn affallsvatns til sjávar er gríðarlega mikið. Stofnunin telur að í ljósi þess sé full ástæða til að vakta hugsanlega uppsöfnun þessara efna í lífverum sjávar á svæðinu.

Framkvæmdaraðili hefur fallist á að gerð verði úttekt á lífríki fjöru þar sem affallið kemur til sjávar og áhrif þess könnuð á tegundasamsetningu og þéttleika lífvera í fjöru. Hafrannsóknastofnunin mun annast þessa úttekt. Niðurstöður geta orðið grundvöllur að vöktun á svæðinu. Hugsanlega má velja út einhverjar vísitæmdir í framhaldinu til að fylgjast með uppsöfnun ofangreindra efna í lífverum á svæðinu. Hafrannsóknastofnunin telur slíka vöktun mjög nauðsynlega til að fylgjast með framgangi mála.

Hafrannsóknastofnunin tekur undir að nauðsynlegt er að vakta reglulega efnasamsetningu affalls til sjávar eins gert er ráð fyrir, sem og að fylgjast með hitadreifingu í sjó út frá affallinu.

Í matsskýrslu eru áhrif affalls á lífríki sjávar og fjöru talin tímabundin á starfstíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu. Hafrannsóknarstofnunin telur óvíst hve langan tíma það tekur lífríkið að ná aftur fyrri gerð og áréttar að vöktun og reglulegar mælingar séu besta leiðin til að fylgjast með því.

F.h. Hafrannsóknastofnunarinnar,

Ólafur S. Ástþórsson



HS ORKA HF

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR**VIÐAUKAR**

33.2 Umsögn Orkustofnunar dags. 2. maí 2009

Fw: Mat á umhverfisáhrifum tvöföldunar Reykjanesvirkjunar í 200 MW.

Málsnúmer:

2009030015

Búið

til:

02.05.2009

00:00:00

Skráð af: Jónas Ketilsson

ORKUSTOFNUN

Grensásvegur 9

108 REYKJAVÍK

os@os.is

Sími - 569 6000

Fax - 568 8896

<http://www.os.is>

Með bréfi dags. 24. mars 2009 óskar Skipulagsstofnun eftir umsögn Orkustofnunar um ofangreint málefni, skv. 10 gr. laga nr. 106/2000 m.s.b. og 22. gr. reglugerðar nr. 1123/2005 um mat á umhverfisáhrifum. Orkustofnun bað um framlengingu á umsagnarfresti sem var veitt. Með bréfinu fylgdi frummatsskýrsla VSÓ-ráðgjafar *Stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýting jarðhitavökva*, mars 2009. Orkustofnun hefur auk þess stuðst við eftirfarandi skýrslur: *Uppfærsla á Reykjaneslíkani, spá fyrir 50 MW vinnsluaukningu frá 2011* (ÍSOR-08053), *Svartsengi – Reykjanes: Hita- og þrýstingsmælingar 2006 og 2007* (ÍSOR-08020), *Háhitakerfið á Reykjanesi: Jarðfræði- og jarðhitalíkan* (ÍSOR-04012) ásamt öðrum ritum málinu tengd.

Í umsögn þessari leggur Orkustofnun mat á almennar upplýsingar um fyrirhugaða framkvæmd ásamt því að leggja mat á einstaka framkvæmdakosti sem eru til umfjöllunar í frummatsskýrslu. Auk þess verður fjallað um þörf á að kanna tiltekin atriði frekar.

Orkustofnun tekur sérstaklega fram að ein af forsendum umsagnarinnar er gildandi aðalskipulag Reykjanesbæjar 1995-2015 og aðalskipulag Grindavíkurbæjar 2000-2010. Yfirborðsflatarmál núverandi vinnslusvæðis Reykjanesvirkjunar er um 1,6 km² og samkvæmt óbreyttu skipulagi eru möguleikar til að stækka Reykjanesvirkjun mjög takmarkaðir eins og segir í frummatsskýrslu.

1. Hönnun 200 MW jarðvarmavirkjunar

Hitaveita Suðurnesja (nú HS Orka) tók Reykjanesvirkjun í notkun vorið 2006 þegar gangsettar voru tvær 50 MW samstæður. Orkuflæði virkjunarinnar er skipt upp í tvö sjálfstæð kerfi, eitt fyrir hvora samstæðu. Úr borholum kemur selturíkur tvífasavökvi sem skilinn er við 19 bara þrýsting og 215°C



HS ORKA HF

VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

hita með gufuhlutfall í kringum 24%. Útfellingar, einkum kísil- og súlfíðsambanda, eru hvítleiður fylgifiskur framleiðslunnar og eru hverflar virkjunarinnar knúnir með háum þrýstingi til að verjast þeim. Nýting frumorkunnar til raforkuframleiðslu gæti verið betri ef sá hluti vökvans, sem skilst frá við 19 bör (76%), væri nýttur í lágþrýstiprepi eða honum dælt aftur ofan í jarðhitakerfið eins og HS Orka fyrirhugar.

Í frummatsskýrslu er vinnslurás tveggja nýrra 50 MW hverfla lýst. Fyrirhugað er að hverfilsamstæðunum svipi mjög til núverandi vélasamstæðna en með því telur HS Orka að ná megi lágmarks stofn- og rekstrarkostnaði. Reykjanesvirkjun myndi þá samanstanda af fjórum 50 MW hverflum. Annar af nýju hverflunum yrði sambærilegur núverandi vélasamstæðum með um 80 kg/s af háþrýstigufu sem keyrir hvern 50 MW hverfil. Hinn hverfillinn yrði tvíþrýstihverfill sem þarf 40 kg/s af 20 bara háþrýstigufu frá borholum og 60 kg/s af 4 bara lágþrýstigufu frá háþrýstiskiljum hverflanna fjögurra til þess að ná fullum afköstum. Afgeta slíkrar virkjunar verður 50 MW eins og segir í fyrstu málsgrein níunda kafla. HS Orka fyrirhugar þó ekki að auka hrávarmatöku fyrir efra þrýstiprep tvíþrýstihverfilsins heldur ætlar sér að nota heildarafgetu hans sem vara- og viðhaldsafl. HS Orka nefnir samstæðu tvíþrýstihverfilsins þækilvirkjun.

Orkustofnun telur nauðsynlegt að í matsskýrslu komi skýrt fram hvert hugsanlegt massastreymi af gufu gæti verið með því að skilja lágþrýstigufu frá núverandi vélasamstæðum við 4 bara þrýsting. Að mati Orkustofnunar er ekki ljóst hvernig grunnaflgeta tvíþrýstihverfils með einungis 60 kg/s af 4 bara lágþrýstigufu geti numið 45-50 MW (kafla 20.5.4) frá núverandi virkjun og telur því þörf á nánari skýringum.

2. Niðurdæling skilju- og þéttivatns

Í frummatsskýrslu kemur fram að í undirbúningi að núverandi virkjun var áformað að hluta jarðhitavökvans frá gufuskiljum yrði dælt niður í jarðhitakerfið. Það hefur hins vegar ekki orðið raunin og hefur jarðhitavökvanum verið veitt til sjávar um bunustokk. Tilraunir með niðurdælingu hófust þó á þessu ári með tengingu holu RN-20 við skiljustöð virkjunarinnar og uppsetningu mælibúnaðar. Holan er talin geta tekið við um 50-100 kg/s af blöndu þétti- og skiljuvatns. Að sögn HS Orku er ástæða þess að það hefur tekið tæp þrjú ár að hefja tilraunir með niðurdælingu m.a. magn uppleystra steinefna í jarðhitavökvanum. Fyrirhuguð ferilefnaprófun mun leiða í ljós hvort vart verður við efni frá niðurdælingarvökva í nærliggjandi vinnsluholum. Sem stendur er gert ráð fyrir að bora eina niðurdælingarholu við Sýrfell, 3 km norðaustan við vinnslusvæðið. HS Orka ráðgerir að dæla allt að 300 kg/s aftur ofan í jarðhitakerfið ef af fyrirhugaðri framkvæmd verður. HS Orka tekur þó fram að ekki sé hægt að ákvarða hvenær slíkum áfanga sé náð.

Að mati Orkustofnunar er gott að tilraunir með niðurdælingu eru hafnar en þær hefðu getað hafist mun fyrr ef niðurrenslishola hefði verið boruð fyrir gangsetningu virkjunar. Í matsskýrslu þarf því að liggja fyrir hvenær niðurrenslishola eða -holur verði boraðar og hvenær hægt verði að hefja niðurdælingu af fullum krafti eins og að var stefnt fyrir núverandi virkjun og sömuleiðis er stefnt að nú með stækkun hennar. Þó að niðurdælingin geti valdið lægra vermi er þrýstingsstuðningurinn mikilvægari því hann heldur borholunum í vinnslu. Sömuleiðis þarf rökstuðning fyrir því að nýting lágvermisvökva í lágþrýstiprepi sé skárrí kostur en niðurrenslis heitari blöndu skiljuvökvans og þéttivatns aftur ofan í jarðhitakerfið sem myndi þá hugsanlega draga úr niðurdrætti í jarðhitakerfinu. Auk þess þarf að gera grein fyrir hvernig framkvæmdaraðili hyggst koma í veg fyrir vaxandi seltumagn í vinnsluvökva þegar til lengri tíma er litið þar sem niðurrenslisvökvi mun hafa hærra seltumagn en jarðsjór í kerfinu.

3. Háhitakerfið á Reykjanesi og áhrif vinnslu

Þekktar eru tvær aðskildar sprungureinar á Reykjanestá, Valbjargagjá að austan og Stamparein að vestan. Virkjunin nýtir háhitakerfi í sprungum Valbjargagjár, en ekki er vitað hvort kerfið nær, djúpt niðri, einnig yfir í Stampareinina. Vænta má að hvorri sprungurein fylgi gangasveimur og mesti gangapéttleikinn um miðbik Valbjargagjár tengist háhitakerfinu. Vökvi kerfisins er jarðsjór nærri suðumarki, allt að 310°C. Hár hiti fylgir stefnu sprungnanna en fellur hratt þegar farið er þvert á þær. Geymirinn er því sem hryggur í efstu 2 km bergsins en ekki er vitað um víðáttu hans þar fyrir neðan. Hryggurinn er umlukinn þéttri kápu á 400-700 m dýpi sem ver hann fyrir innrás kaldari jarðsjávar. Ótruflað þrýstingsástand í jarðhitageyminum er um 30 bör undir þrýstingi sjávar. Helstu vökvaæðarnar eru aðallega á tveimur dýptarbilum, annars vegar á 800-1.200 m dýpi og hins vegar 1.900-2.300 m. Á 1300 metra dýpi er ótruflaður þrýstingur um 100 bör. Í miðju vinnslusvæðisins er þrýstingslækkun orðin 40 bör en yfir 20 bör á jöðrum. Þannig nam þrýstingslækkun t.d. í RN-23, sem er ein af aflmestu holum á svæðinu, um 24 börum á aðeins ríflega 14 mánaða tímabili frá 23. maí 2006 til 7. ágúst 2007, eða um 1,7 bar á mánuði. Nokkuð hægði þó á niðurdrættinum í þeirri holu árið 2008. Af þeim gögnum sem til eru virðist þrýstingurinn falla í kringum 1 bar á mánuði að meðaltali í holum RN-14B, 20, 25 og 26 milli 2007 og 2008 en nokkuð minna í holum RN-12 og 19. Suðuborð í geyminum er komið víða niður á 1300 metra dýpi og fer enn lækkandi. Þar er þrýstingur nú um 50 bör eða 80 börum undir þrýstingi sjávar. Þessi þrýstingsmunur jafngildir 800 metra vatnshæð. Ofan suðuborðs er suðan í geyminum svo áköf að æðar fyllast þurri gufu. Við langvarandi suðu er hætta á þurrð í efri vatnsæðum hola og dvínandi affli þeirra. Þrýstingur í tvífasahluta geymisins fer vaxandi. Hann býður heim hættu á gufusprengingum. Vinnslan sem fylgir núverandi virkjun er ekki búin að ná jafnvægi og veldur lækkandi þrýstingi í dýpri hluta geymisins.

Í ljósi þessa telur Orkustofnun áhættusamt að auka vinnslu jarðsjávar úr dýpri hluta geymisins fyrr en lengri reynsla er komin á þá vinnslu sem nú er í gangi og árangur niðurdælingar. Hins vegar kæmi til greina að nýta nú betur þá gufu sem er í geyminum ofan suðuborðs eins og Orkustofnun tók fram í umsögnum sínum á fyrri stigum málsins og draga þá úr vinnslu úr dýpri hluta geymisins. Til þess að taka efnislega afstöðu til þessa þyrfti að meta afkastagetu gufupúðans sérstaklega eins og tekið var fram í fyrirspurn Orkustofnunar til HS Orku, dags. 25. júní 2008.

Í frummatsskýrslu um umhverfismat er í grein 8.1.2 lauslega vikið að hættu á gufusprengingum en annars er hvergi vikið að aukinni náttúruvá sem fylgt getur virkjunarframkvæmdinni. Aukin þurrghafa í efri hluta geymisins býður heim hættu á gufusprengingum ef gufan finnur leið gegnum kápu hryggjarins til yfirborðs. Á sama hátt er hætta á rekstrartruflunum ef kaldari jarðsjór finnur leiðir gegnum kápuna inn í jarðhitageyminn sem er á mun lægri þrýstingi. Sérstök hætta er á þessu á Reykjanesi þar sem vitað er að Valbjargagjá er virk jarðskjálftasprungu og hreyfðist a.m.k. fjórum sinnum í skjálftum á síðustu öld. Skjálftarnir eru oftast um 4-5 á Richter að stærð en geta náð stærð 6. Eftir slíka skjálfta hefur yfirborðsvirkni á jarðhitasvæðinu aukist verulega í nokkur ár af völdum gufu frá jarðhitageyminum. Nú gætu þau áhrif orðið mun meiri vegna aukinnar þurrghafa í geyminum. Í frummatsskýrslu er heldur ekki að finna upplýsingar um landsig á Reykjanesskaganum og þá sérstaklega á Reykjanestánni, sem Orkustofnun telur ráðlegt að gerð verði grein fyrir í matsskýrslu.

4. Mat á afkastagetu vinnslusvæðis

Árið 2005 bjuggu Íslenskar Orkurannsóknir til reiknilíkan fyrir Hitaveitu Suðurnesja til að spá fyrir um hvernig jarðhitakerfið á Reykjanesi myndi bregðast við vinnsluaukningu til að framleiða 100 MW af raforku. Á vormánuðum ársins 2007 var reiknilíkaníð svo uppfært og endurkvarðað eftir að



Reykjanesvirkjun hafði verið starfrækt í um eitt ár (ÍSOR-2007/025). Sæmilegur árangur var talinn nást í samræmingu við vinnslusöguna þótt niðurdráttur væri vanmetinn af reiknilíkaninu. Að mati líkanhönnuða skýrðist það að nokkru leyti af því að lítið var komið af gögnum um vinnslusögu frá því Reykjanesvirkjun var gangsett og þau mæligögn voru því ekki látin veða þungt í viðfangsfalli hins sjálfvarðandi forrits. Íslenskar Orkurannsóknir gáfu svo árið 2008 út greinargerðina *Uppfærsla á Reykjaneslíkani, spá fyrir 50 MW vinnsluaukningu frá 2011* (ÍSOR-08053). Þá voru sömu eðliseiginleikar og áður notaðir til þess að spá fyrir um viðbrögð jarðhitakerfisins við vinnsluaukningu vegna fyrirhugaðrar stækkunar Reykjanesvirkjunar en ekki ráðist í endurkvörðun.

Orkustofnun telur ljóst að niðurdráttur samkvæmt líkaninu er vanmetinn innan sprungureinar Valbjargagjár þar sem vinnsluvæðið er. Samkvæmt þrýstingsmælingum ársins 2008 nemur þrýstingslækkun um 40 börum innan sprungureinarinnar en reiknilíkan spáir 25 bara niðurdrætti í lok árs 2008. Suðuborð í geyminum er komið víða niður á 1300 m dýpi og fer enn lækkandi samkvæmt mælingum. Í ársskýrslu HS Orku fyrir árið 2008 kemur fram að þrýstingsmælingar 2008 bendi því miður ekki til þess að hægt hafi á þrýstingslækkuninni. Á myndum 20.4 og 20.5 í frummatsskýrslu er sýnd spá reiknilíkansins fyrir jaðar og miðju vinnsluvæðis. Að mati Orkustofnunar væri skýrara að sýna sjálfar þrýstingsmælingarnar á einni mynd og spá reiknilíkansins á annarri. Má þar benda á mynd 2 í greinargerð ÍSOR-08053 eða mynd á bls. 11 í ársskýrslu HS Orku þó með heiti holna. Orkustofnun telur of snemmt að leggja mat á líkanreikninga um svörun jarðhitakerfisins við aukinni vinnslu vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar án lengri reynslusögu og endurkvörðunar á reiknilíkaninu. Svörun jarðhitakerfisins við vinnslu sýnir að niðurdráttur hefur orðið umtalsvert meiri en gögn bentu til þegar reiknilíkanið var síðast uppfært á vormánuðum 2007. Sömuleiðis telur Orkustofnun mikilvægt að gerð verði næmni- og óvissugreining til þess að forðast oftrú á líkan með stuttri vinnslusögu þar sem notaðar eru margar frjálsar kennistærðir. Sökum þess að niðurdráttur á vinnsluvæðinu er ennþá vaxandi mun endurvarðað reiknilíkan þó eiga erfitt með spá því hvenær og hvort jarðhitakerfið kemst í jafnvægi. Orkustofnun telur jafnframt mikilvægt að þrýstingssaga gufupúðans sé skoðuð sérstaklega og farið sé yfir hugsanleg áhrif hans þar sem m.a. sé tekið tillit til áhrifa útfellinga, yfirborðsbreytinga og jafnvel hugsanlegra gufusprenginga. Þá sé mikilvægt að skoða vermismbreytingar í reiknilíkaninu og hver afkastageta gufupúðans er líkleg til að vera. Til þess þarf að framkvæma vermismælingar á vinnsluholum hið fyrsta. Nauðsynlegt er að skilgreina eftirlitsholur á Reykjanesi, bæði inni á vinnsluvæðinu og í útjaðri þess, þar sem framkvæmdar eru reglulega mælingar á eðlisástandi kerfisins.

5. Flatarvinnslugeta á Reykjanesi

Til að gæta jafnræðis við aðra virkjunaraðila er rétt að meta afkastagetu vinnsluvæða á flatareiningu út frá reynslu af borunum á Íslandi og erlendis, enda er víst að reiknilíkanið nær ekki að herma eðlisástandsbreytingar í kerfinu með fullnægjandi hætti. Þumalfingursregla alþjóða jarðhitaiðnaðarins er að miða við að á hverjum ferkílómetra jarðhitageymis megi vinna um 10 MW af raforku til lengri tíma lítið. Í skýrslu Gríms Björnssonar frá 2005, *Mat á vinnslugetu háhitakerfa í Hengli sem miðar við flatarmál borsvæða eingöngu*, kemur fram að við líkanreikninga á stækkun Nesjavallavirkjunar úr 120 MW í 150 MW raforku hafi þó verið miðað við hærra gildi eða 15 MW_e/km². Af þeirri stækkun hefur þó ekki orðið og því byggir sú nálgun ekki á reynslu heldur líkanreikningum. Við mat á Hellisheiðarvirkjun var gert ráð fyrir 13 MW_e/km². Samskonar nálgun var beitt á fyrirhugaða stækkun Hellisheiðarvirkjunar á Skarðsmýrarfjalli en við boranir kom í ljós að svæðið var ekki eins gjöfult og upphaflega var gert ráð fyrir. Í jarðvarmamati Guðmundar Pálmasonar o.fl. frá 1985 var aftur á móti gert ráð fyrir 7 MW_e/km² fyrir Hengilssvæðið.

Samkvæmt frummatsskýrslu er yfirborðsflatarmál vinnslusvæðis Reykjanesvirkjunar um 1,6 km². Með borun nýrra vinnsluholna telur HS Orka að flatarmál jarðhitageymis sem borholur ná til stækki í 2,5 km². Ef gert er ráð fyrir 10 MW_e/km² fæst þá 25 MW_e jarðvarmavirkjun eða fjórðungur af stærð núverandi virkjunar. Með rúmmálsaðferð reiknaðist Guðmundi Pálmasyni o.fl. í skýrslunni *Mat á jarðvarma Íslands* frá 1985 að afkastageta Reykjanes (2 km²) sé 28 MW_e til 50 ára. Ef aftur á móti er dreginn 1200 metra áhrifageiri í kringum fyrirhugaða vinnsluborteiga á Reykjanesi fást 8 km² eða 80-100 MW_e. Þar er þó ekki tekið tillit til misleitni sem óhjákvæmilega takmarkar áhrifageirann til beggja hliða út frá þröngri sprungurein. Að öllu samanlögðu er þetta vinnslusvæði fjarri því að standa undir fyrirhugaðri tvöföldun Reykjanesvirkjunar í 200 MW_e til lengri tíma.

Ef æskilegt þykir að auka vinnslu jarðhita á Reykjanesi blasir við að stækka þarf það vinnslusvæði sem heimilt er til borunar. Annars er hætt við að nýjar holur gefi ekki raunverulega viðbót, heldur sæki í sama geyminn og fyrri holur og vinnslan valdi gufupurrð með tíma. Að þessu er vikið í frummatsskýrslu í grein 7.1 um drög að aðalskipulagi 2008 – 2024 og í grein 8.1.1 um stækkun vinnslusvæðis. Þar kæmi fyrst til greina að reyna boranir til suðurs og NA frá núverandi vinnslusvæði. Einnig þyrfti að kanna hvort annar jarðhitageymir tengist Stampareininni. Bæði þessi sprungukerfi eru innan þeirrar sigdældar sem markast af Skálafellsgjá að austan og Sandvíkurgjá að vestan. Skjálftabeltið á Reykjaneskaga gengur í sjó norðan við jarðhitasvæðið á Reykjanesi og sker bæði Valabjargagjá og Stampasprunguna. Þar er að vænta bestu lektar á svæðinu sem gæti hentað til vinnslu jarðhita eða til niðurdælingar. Þar sem framkvæmdakostir í frummatsskýrslu takmarkast við gildandi skipulag tekur umsögn Orkustofnunar ekki til þessa.

6. Mat á framkvæmdakostum

Í samræmi við matsáætlun eru til skoðunar þrjár framkvæmdakostir við stækkun Reykjanesvirkjunar auk núllkosts. Allir þessir valkostir gera ráð fyrir tveimur nýjum hverfilsamstæðum utan núllkosts sem gerir þó ráð fyrir 50 MW tvíþrýstihverfli. Núgildandi nýtingarleyfi heimilar Hitaveitu Suðurnesja að taka upp 800-1000 MW af hrávarma á Reykjanesi. Í umsögn Orkustofnunar fyrir núverandi Reykjanesvirkjun, dags. 13. janúar 2004, taldi Valgarður Stefánsson að miðað við hitastig í jarðhitageyminum á Reykjanesi væri hæfilegt að miða nýtingarleyfi við að massataka færi ekki yfir 550 kg/s sem samsvarar 17,3 megatonnum á ári eða allt að 800 MW af hrávarma. Samkvæmt vinnslueftirlitsskýrslu Verkfræðistofunnar Vatnaskil (*Vatnaskil-09.04*) kemur fram að árið 2008 voru tekin upp 19 milljón tonn sem svarar til 615 kg/s massatöku.

Núllkostur:

Núllkostur gerir ráð fyrir að reist verði 50 MW vélasamstæða með lágþrýstiskilju. Samkvæmt h. lið 1. tölul. 2. mgr. 18. gr. reglugerðar nr. 1123/2005, um mat á umhverfisáhrifum, felst í núllkosti að ekkert skuli aðhafast. Í ljósi þessa er framangreind stækkun ekki núllkostur.

Fyrsti og annar valkostur:

Framkvæmdakostir eitt og tvö fela í sér 400 og 300 MW aukna hrávarmatöku. Óvissa í langtímasvörun kerfisins við slíkri aukningu er það mikil, að mati Orkustofnunar, að ómarktækt er að aðgreina slíka kosti eins og gert er í töflu 20.2 en það getur vakið ranghugmyndir um spágetu reiknilíkansins. Þrýstingur í vinnsluholum hélt áfram að falla á síðasta ári og því er ljóst að vinnslan sem fylgir núverandi virkjun er ekki komin í jafnvægisástand. Við aukna upptöku hrávarma úr slíku



HS ORKA HF

VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

kerfi eykst hættu á náttúruvá og hugsanlegum rekstrartruflunum sökum þessa. Af þeim sökum taldi Orkustofnun í fyrri umsögn að ótímabært væri að auka hrávarmatöku. Við langvarandi suðu er hættu á gufuburrð í efri vatnsæðum hola og dvínandi afli þeirra. Áhrifin geta verið til langs tíma og óafturkræf.

Þriðji valkostur:

Þriðji valkosturinn gerir ráð fyrir aukinni raforkuvinnslu innan gildandi nýtingarleyfis, 800-1000 MW nettó af hrávarma. Orkustofnun tekur undir með HS Orku að ekki sé unnt að reisa 200 MW_e jarðvarmavirkjun með einungis 800-1000 MW af hrávarmatöku innan gildandi skipulags. Orkustofnun óskaði sérstaklega eftir því að skoðaðar yrðu leiðir til að nýta betur þann hrávarma sem upp er tekinn úr dýpri hluta geymisins og gufu sem honum fylgir í efri jarðlögum en taldi þá eðlilegt að uppsett afl fyrirhugaðrar virkjunar væri í samræmi við gildandi leyfi. Virkjun sem framkvæmdaraðili hyggst reisa rúmast greinilega ekki innan gildandi nýtingarleyfis miðað við núgildandi skipulag að mati Orkustofnunar.

Niðurstaða

Orkustofnun hefur rýnt frummatsskýrslu um fyrirhugaða tvöföldun Reykjanesvirkjunar. Orkustofnun telur ekki nægileg gögn vera til staðar til þess að styðja þá væntingu að borholur sem ná til 2,5 km² vinnslusvæðis geti til lengdar staðið undir 200 MW_e jarðvarmavirkjun sem fyrirhuguð er.

Það sem hvetur til varúðar er veruleg þrýstingslækkun innan vinnslusvæðisins og á síðasta ári dró ekki úr hraða hennar. Þrýstingslækkunin nemur nú um 40 börum innan vinnsluhluta sprungureinar Valbjargagjá og suðuborð er víða komið niður á 1300 metra dýpi. Almenn þrýstingslækkun í geyminum og langvarandi suða í vatnsæðum gæti leitt til gufuburrðar og þverrandi afkasta í borholum og takmarkað það afl sem geymirinn getur gefið. Engin reynsla er komin á áhrif niðurdælingar í kerfið.

Orkustofnun telur nauðsynlegt að nýta betur þá reynslusögu sem komin er til að endurvarða reiknilíkanið sem leggur mat á viðbrögð kerfisins við núverandi vinnslu og áformaðri aukningu. Í þessu sambandi er æskilegt að framkvæma reglulega vermis-, hita- og þrýstingsmælingar í skilgreindum eftirlitsholum bæði innan vinnslusvæðis og í jaðri þess til þess að unnt sé að staðreyna forsendur þær sem HS Orka hefur gefið sér við mat á afköstum.

Lítið er vikið að aukinni náttúruvá sem fylgt getur virkjunarframkvæmdinni. Aukin þurrugufa í efri hluta geymisins býður heim hættu á gufusprengingum ef gufan finnur sér leið gegnum kápu geymisins til yfirborðs. Á sama hátt er hættu á rekstrartruflunum ef kaldari jarðsjór finnur leiðir gegnum kápuna inn í jarðhitageyminn þar sem undirþrýstingur nemur 800 m vatnshæð. Sérstök hættu er á þessu á Reykjanesi þar sem vitað er að Valbjargagjá er virk jarðskjálftasprunga og hreyfðist a.m.k. fjórum sinnum í skjálftum á síðustu öld.

Virðingarfyllt

Jónas Ketilsson
jarðhitasérfræðingur

Valborg Steingrímsdóttir
lögfræðingur

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

33.3 Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja dags. 24. apríl 2009

Skipulagsstofnun
B.t. Jakobs Gunnarssonar
Laugarvegi 166
150 Reykjavík

Reykjanesbæ 24. apríl 2009

Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja um stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýting jarðhitavökva. Mat á umhverfisáhrifum.

Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja hefur farið yfir fyrirleggjandi gögn um mat á umhverfisáhrifum vegna stækkunar á Reykjanesvirkjun. Embættið gerir eftirfarandi athugasemdir og ábendingar:

- Í skýrslunni er tilgreint að gert sé ráð fyrir að uppsöfnun brennisteinsvetnis (H_2S) valdi óverulegum áhrifum á menn og dýr. Rannsóknir hafa verið gerðar af ÍSOR og loftdreifingarspá af Verkfræðistofunni Vatnaskil sem tilgreina magn hugsanlegs H_2S og líkur á styrk klukkustundarmeðaltals H_2S . Ekki er að sjá að neinar loftgæðamælingar séu gerðar eða fyrirhugaðar. Hins vegar eru tekin sýni úr vinnsluholum tvisvar á ári þar sem fylgst er með magni uppleystra gastegunda í jarðhitavökva. Vakin er athygli á því að á iðnaðarsvæði við Reykjanesvirkjun er önnur óskild atvinnustarfsemi jarðvarmavirkjunar. Þar eru fyrirtækin Haustak hf. sem getið er í kafla 29.5.2. og Háteigur ehf. með fiskþurrkun. Á iðnaðarlóð gömlu saltverksmiðjunar eru byggingar sem eftir bestu vitund eru ekki notaðar í dag en gætu síðar verið nýttar undir ýmiskonar iðnaðarstarfsemi.
- Veðurfar getur haft áhrif á hljóðburð til aukins hávaða. Í kafla 29.5.1. segir m.a.: „Við Reykjanesvita geta ferðamenn orðið varir við hávaðann við tiltekin vindskilyrði þó ólíklegt sé að það komi í veg fyrir för þeirra þangað.“ Vitnað er til þess í kafla 29.5.1. að talsverður hávaði sé við hverasvæðið. Í kafla 29.5.2. segir svo m.a.: „Því má reikna með að hávaði frá rekstri virkjunarinnar aukist eitthvað við hverasvæðið vegna framkvæmdanna.“ Hefur hávaði frá hverasvæði Gunnuhvers verið mælt?
- Hvergi er að sjá að veðurfarsþættir, t.d. vindstig og frostmark, séu teknir inn í hljóðvistarútreikninga en slíkir þættir hafa áhrif á hljóðvist.
- Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja ítrekar áherslu sína um að vel verði staðið að málum varðandi jarðhitavatnsaffall. Í kaflanum um niðurstöðu segir m.a.: „Þá er gert ráð fyrir að dæla jarðhitaaffalli aftur niður í jarðhitageyminn til að draga úr þrýstilækkun.“ Embættið leggur ríkulega áherslu, m.t.t. efna uppsöfnunar á arsens (As), sínks (Zn), blýi (Pb) og krómi (Cr) í lífríki sjávar, að reynt verði til hlýta niðurdælingu affalsvatns frá virkjuninni.
- Öflun ferskvatns og blöndun við affall til niðurdælingar, t.d. við niðurdælingarholu RN-20, er hvergi nefnd. Með hliðsjón að sambærilegum niðurdælingum þá er þörf á umtalsverðu ferskvatni til að draga úr útfellingum við niðurdælingu.

Virðingarfyllt,

Ríkharður Fr. Friðriksson, umhverfisfulltrúi.



HS ORKA HF

VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

33.4 Umsögn Fornleifaverndar ríkisins dags. 24. apríl 2009

Kristinn Magnússon To jakob@skipulag.is, toroddur@skipulag.is
<kristinn@fornleifavernd.is>

cc

24.04.2009 15:20

Subject Stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýting jarðhitavökv.

Fornleifavernd ríkisins hefur móttengið bréf Skipulagsstofnunar frá 24. mars s.l. þar sem óskað er eftir umsögn um mat á umhverfisáhrifum ofangreindrar framkvæmdar.

Samkvæmt frummatsskýrslu felur framkvæmdin í sér borun nýrra borhola, borun niðurdælingarholu, stækkun stöðvarhúss og nýtt stöðvarhús, nýja skiljustöð, nýjar lagnir, nýjan hljóðdeyfi og lokahús, nýja vegi og slóða. Þá mun framkvæmdin hafa efnistöku í för með sér. Lagðir eru fram þrír valkostir vegna stækkunar virkjunarinnar. Í frummatsskýrslu segir að áhrif valkostanna á umhverfið séu að mestu leyti sambærileg nema að því leyti sem snertir jarðhitageyminn og yfirborðsvirkni hvera. Ekki veður gerður greinarmunur á valkostum í þessari umsögn.

Fornleifastofnun Íslands ses skráði fornleifar á svæðinu 1998 vegna framkvæmda sem þá voru fyrirhugaðar. Á árinu 2008 fór fram fornleifaskráning á vegum Fornleifaverndar ríkisins á háhitasvæðum sem til umfjöllunar eru í 2. áfanga rammaáætlunar. Agnes Stefánsdóttir skráði umhverfi Reykjanesvirkjunar. Gefin var út skýrsla í lok árs 2008 þar sem gerð er grein fyrir skráningunni. Stærstur hluti fornleifanna sm skráðar voru er sunnan Gráalóns, norðan og austan við borteig RN-17. Í frummatsskýrslu kemur fram að tekið hafi verið tillit til þessara fornleifa við ákvörðun um legu safnæðar frá borholum RN-17 A-E að nýrri skiljustöð norðan Gráalóns. Safnæðin mun liggja með veginum sem liggur að Reykjanesvita, þá meðfram Gráalóni að sunnanverðu og loks norður yfir lónið að skiljustöðinni.

Eins og fram kemur í frummatsskýrslu eru 6 fornleifar í innan við 100 m fjarlægð frá fyrirhuguðum framkvæmdum. Þrjár þessara fornleifa, tóft (369), varða (379) og garðlag (417) eru í 84 til 95 m fjarlægð frá framkvæmdum. Tóftin og garðlagið eru hluti af minjaheild sem skráð var sunnan Gráalóns. Fornleifavernd ríkisins telur mikilvægt að verktökum verði gerð grein fyrir tilvist allra minja á þessu svæði til að komist verði hjá raski á þeim af vangá. Garðlag (418) á sama svæði er í 42 m fjarlægð frá safnlögn. Varða (380) er einungis 10 m frá fyrirhugaðri pækilvirkjun og varða (381) er 25 m frá kælisjávalögn. Í frummatsskýrslu segir að þessar þrjár síðastnefndu fornleifar verði merktar eða girtar af á framkvæmdatíma til að koma í veg fyrir að þær skemmist. Fornleifavernd ríkisins telur þetta fullnægjandi mótvægsaðgerðir.

Fornleifavernd ríkisins gerir ekki frekari athugasemdir við mat á umhverfisáhrifum ofangreindrar framkvæmdar. Bent skal á að í 10. gr. þjóðminjalaga stendur m.a.: *Fornleifum má enginn, hvorki landeigandi, ábúandi né nokkur annar, spilla, granda né breyta, ekki heldur hylja þær, laga né aflaga né úr stað flytja nema með leyfi Fornleifaverndar ríkisins.* Og á 13. gr. sömu laga sem hljóðar svo: *Nú finnast fornleifar sem áður voru ókunnar og skal finnandi þá skýra Fornleifavernd*



HS ORKA HF

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

VIÐAUKAR

ríkisins frá fundinum svo fljótt sem unnt er. Sama skylda hvílir á landeiganda og ábúanda er þeir fá vitneskju um fundinn. Ef fornleifar finnast við framkvæmd verks skal sá sem fyrir því stendur stöðva framkvæmd uns fengin er ákvörðun Fornleifaverndar ríkisins um hvort verki megi fram halda og með hvaða skilmálum.

Virðingarfyllt,
f.h. Fornleifaverndar ríkisins

Kristinn Magnússon

Deildarstjóri



HS ORKA HF

VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

33.5 Umsögn Ferðamálastofu dags. 30. apríl 2009

Skipulagsstofnun
Jakob Gunnarsson
Laugavegur 166
150 Reykjavík

Akureyri 30. Apríl 2009

Efni: Stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýting jarðhitavökva. Frummatsskýrsla. Mat á umhverfisáhrifum

Ferðamálastofu hefur borist til umsagnar frummatsskýrsla HS Orku hf. vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar, dags. 24. mars 2009.

Reykjanesið sem áfangastaður ferðamanna.

Reykjanes (við Reykjanestá), með Gunnuhver, Reykjanesvita, Valahnjúk og Eldvörp, er með fjölsóttustu áfangastöðum ferðamanna á Íslandi og sérstaklega mikilvægt fyrir ferðaþjónustu og útivist á Reykjanesskaganum. Í skýrslu Rögvaldar Guðmundssonar hjá Rannsóknun og ráðgjöf ferðaþjónustunnar (RFF) *Ferðamenn og útivistarfolk á Reykjanesi 2007* dags. ágúst 2008, kemur fram að „nálægt 90 þúsund manns hafi komið þangað árið 2007, þar af um 40 þúsund erlendir ferðamenn og 50 þúsund Íslendingar“.

Gunnuhver hefur verið einn af vinsælustu áfangastöðum á Reykjanesi í áratugi. Markviss uppbygging við Gunnuhver hófst árið 2002 þegar gert var bílastæði við hverinn. Þá var svæðið afmarkað með köðlum og göngubrautir lagðar. Byggð var trébrú að hvernum og pallur við hann. Mikill metnaður var lagður í þessa vinnu. Þessar framkvæmdir, og viðhald þeirra, fengu háa styrki frá Ferðamálaráði, Grindavíkurbæ og Reykjanesbæ.

Áhrif framkvæmda á yfirborðsvirkni.

Eftir að Reykjanesvirkjun var reist með tilheyrandi borunum við Gunnuhver hefur hverinn breyst verulega og færst í aukana. Virkt svæði er orðin margfalt stærra en það var með þeim afleiðingum að öll framantöld mannvirki sem reist hafa verið fyrir ferðamenn við Gunnuhver hafa eyðilagst og vegurinn framhjá hverasvæðinu farið í sundur og aðgengi að hvernum því verið lokað. Tjónið sem af þessu hefur hlotist er umtalsvert, bæði hvað varðar mannvirkin sjálf, en ekki síður þar sem lokun Gunnuhvers hefur dregið úr aðsókn og áhuga ferðamanna á svæðinu. Í frummatsskýrslu kemur fram að framkvæmdir við stækkun Reykjanesvirkjunar geti valdið aukinni yfirborðsvirkni við Gunnuhver á ný.

Ferðamálastofa hefur áhyggjur af að aukin yfirborðsvirkni við Gunnuhver muni geta skaðað áætlanir um enduruppbyggingu svæðisins og leggur til að viðræðum sem nú standa yfir milli Ferðamálastofu, HS Orku hf, Reykjanesbæjar, Grindavíkurbæjar og Ferðamálasamtaka Suðurnesja

um það mál verði gefið aukið vægi. Nauðsynlegt er að samkomulag náist milli aðila um vöktun og markvissar mótvægisáðgerðir sem stuðla að því að ferðamönnum haldi áfram að fjölga á svæðinu til framtíðar og að svæðið við Gunnuhver geti áfram byggst upp samkvæmt stöðlum um aðgengi fyrir alla.

Sjónræn áhrif.

Í frummatsskýrslu kemur fram (skv. könnun RFF) að fagaðilar í ferðaþjónustu, ferðamenn og útivistarfólk eru almennt fremur fylgjandi eða hlutlausir gagnvart jarðvarmavirkjunum og gufuleiðslum. Meiri neikvæðni gæti gagnvart borplönnum og gufuleiðslum.

Ferðamálastofa telur mikilvægt að við mótvægisáðgerðir verði áhersla lögð á að reyna að takmarka neikvæð sjónræn áhrif af borplönnum og gufuleiðslum en jafnframt að upplýsingagjöf um eðli og mikilvægi jarðvarmavirkjana verði dregnar fram enn meir en nú er sem liður í að draga úr neikvæðri upplifun ferðamanna. Sýningin Orkuverið Jörð má teljast stór liður í þeirri viðleitni.

Hljóðstig.

Í frummatsskýrslu kemur fram að jafngildishljóðstig við Gunnuhver geti orðið 50-55 dB bæði á framkvæmda- og rekstrartíma, en þegar rýnt er í kort nr. 9.2 er hljóðstig við Gunnuhver áætlað 45-60 dB á framkvæmdatíma og sambærilegt við Reykjanesvita. Stutt er á milli hljóðstyrkslína enda kemur fram að jafnvel breytileg vindskilyrði (sem eru tíð á Reykjanesi) geti haft áhrif á hljóðstyrk á svæðinu. Skýrsluhöfundar viðurkenna að aukinn hávaði geti haft áhrif á viðdvöl ferðamanna á svæðinu en benda á að framkvæmdasvæðið sé „*ekki skilgreint í skipulagi sem kyrrlát svæði*“. Rétt er að benda á að lítil sem engin hefð er (enn sem komið er) fyrir skilgreiningunni *kyrrlát svæði* í skipulagi á Íslandi. Notkun á þessu hugtaki hér er því villandi og tæplega marktækt í þessu umhverfismati.

Ferðamálastofa tekur undir áhyggjur af auknum hávaða á viðdvöl ferðamanna á svæðinu og leggur til að hljóðstig við helstu ferðamannastaði á Reykjanesi verði vaktað og kannanir gerðar með reglulegu millibili til að meta áhrif hljóðsstigs á upplifun ferðamanna af svæðinu.

Loftgæði.

Í frummatsskýrslu kemur fram að vænta megi aukinnar hveralyktar (blöndu brennisteinsvetnis, koldíoxíðs, vetnis, metans og niturs) í nánasta umhverfi borteiga. Umræddir borteigar liggja í námunda við helstu útivistar- og ferðamannastaði á Reykjanesi (þ.e. við Gunnuhver, Reykjanesvita og Valahnjúka). Ekki kemur fram hversu hár styrkur brennisteinsvetnis verði við umrædda staði og umfjöllun um óþægindaviðmið er óljós (m.v. skilgreiningar Kaliforníuríkis skv. frummatsskýrslu). Einungis eru í því efni gefnar upp tölur fyrir Hafnir sem er í um 10 km fjarlægð.

Ferðamálastofa telur mikilvægt að fá nákvæmar upplýsingar um það hver styrkur brennisteinsvetnis er líklegur til að verða á umræddum ferðamannastöðum á Reykjanesi og að tillögur verði gerðar um mótvægisáðgerðir ef sýnt þykir að mengunin muni fara yfir óþægindaviðmið og þar með hafa neikvæð áhrif á útivist og ferðaþjónustu á svæðinu.

Niðurstaða:



VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

Ferðamálastofa setur sig ekki gegn framkvæmdum við stækkun Reykjanesvirkjunar en leggur þó áherslu á að framkvæmdum á svæðinu verði hagað þannig að svæðið missi ekki aðráttarafl sitt og aðsókn ferðamanna til framtíðar.

Mikilvægt er að Ferðamálastofa, HS Orka hf, Reykjanesbær, Grindavíkurbær og Ferðamálasamtök Suðurnesja komist að samkomulagi um samræmdar aðgerðir við uppbyggingu svæðisins, vöktun og markvissar mótvægisáðgerðir sem stuðla að því að Reykjanesið verði áfram í hópi vinsælustu áfangastaða ferðamanna á Íslandi.

Virðingarfyllt,

Sveinn Rúnar Traustason

Umhverfissfulltrúi

Sveinn Rúnar Traustason

Umhverfissfulltrúi - Director of Environmental Affairs

Ferðamálastofa - Icelandic Tourist Board

Strandgata 29 - 600 Akureyri - ICELAND

Sími/Tel.: +354-464-9990 Fax: +354-464-9991

GSM/Mobile: +354-690-1580

e-mail: sveinn@icetourist.is

www.visiticeland.com - www.ferdamalastofa.is





HS ORKA HF

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

VIÐAUKAR

33.6 Umsögn Umhverfisstofnunar dags. 30. apríl 2009

Bréf

Skipulagsstofnun
Jakob Gunnarsson
Laugavegi 166
150 Reykjavík

Reykjavík, 30. apríl 2009
UST20090300118

Efni: Stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýting jarðhitavökva. Mat á umhverfisáhrifum

Vísað er til erindis Skipulagsstofnunar dags. 24. mars sl. þar sem óskað er umsagnar Umhverfisstofnunar um frummatsskýrslu vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar og frekari nýtingu jarðhitavökva.

Í frummatsskýrslunni kemur fram að fyrirhugað er að stækka núverandi jarðvarmavirkjun á Reykjanesi um 50 MWe og jafnframt byggja 35-45 MWe virkjun til að vinna orku úr þækli frá háþrýstiskiljum og bæta þannig nýtingu jarðhitavökva. Lagt er til að bora allt að átta vinnslu- og varaholur til að vinna orku, og fleiri sjótökuholur fyrir kælingu með sjó.

Umhverfisstofnun gerir eftirfarandi athugasemdir við frummatsskýrsluna.

Náttúruvernd á Reykjanesi og stækkun iðnaðarsvæðis

Umhverfisstofnun bendir á að Reykjanesvirkjun er á svæði sem er nr. 106 á náttúruminjaskrá, og um svæðið segir í skránni "*Reykjanes, Eldvörp og Hafnaberg, Grindavík, Reykjanesbæ, (áður Hafnahreppur), Gullbringusýslu. (1) Mörk liggja úr Mölvík, um 2 km austan við Háleyjabungu, í Þorbjarnarfell og um Lágar og Vörðugjá í Stapafell. Þaðan bein lína í vestur að eyðibýlinu Eyrarbæ við norðurenda Hafnabergs. (2) Reykjanesið er framhald Reykjanes hryggjarins á landi. Stórbrotin jarðfræði, m.a. gígaraðirnar Eldvörp og Stampar, dyngjurnar Skálafell, Háleyjabunga og Sandfellshæð, ásamt fjölda gjáa, sprungna og hrauntjarna. Allmikið hverasvæði, fjölskrúðugur jarðhitagróður, sérstæð volg sjávartjörn. Hafnaberg er lágt fuglabjarg með fjölmörgum tegundum bjargfugla. Aðgengilegur staður til fuglaskoðunar".*



Reykjanesvirkjun er einnig á 113,1 km² svæði á náttúruverndaráætlun 2004-2008, en friðlýsing svæðisins hefur ekki náð fram að ganga. Í náttúruverndaráætluninni kemur fram að á svæðinu er stórbrotin jarðfræði, meðal annars gígaraðirnar Eldvörp og Stampar, dyngjurnar Skálafell, Háleyjarbunga og Sandfellshæð, ásamt fjölda gjáa, sprungna og hrauntjarna. Einnig kemur fram að óvíða annars staðar en á Reykjanestá má sjá eins glögg merki gliðunar Mið- Atlantshafshryggjarins og að þar eru hverasvæði með fjölskrúðugum hveragróðri og volg sjávartjörn. Í náttúruverndaráætlun kemur einnig fram í umfjöllun um röskun á svæðinu að vanda þurfi allar framkvæmdir vegna fyrirhugaðrar virkjunar til þess að koma í veg fyrir óþarfa skemmdir á svo merkum jarðminjum sem þarna eru.

Í frummatsskýrslunni kemur fram að í "drögum að aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2008-2024 er mörkuð stefna um stækkun iðnaðarsvæðis á Reykjanesi fyrir orkuvinnslu (mynd 7.1). Markmið með stækkun iðnaðar- /orkuvinnslusvæðis er m.a. að dreifa vinnslu úr jarðhitageyminum yfir stærra svæði og auka möguleika á niðurdælingu jarðhitavökva. Einnig er líklegt að gerðar verði tilraunir með borun djúphola til vinnslu djúpvökva með yfirmarkshitastig á Reykjanesi og leita þarf heppilegrar staðsetningar fyrir slíka borun". Það er ljóst af sögu núverandi iðnaðarsvæðis að margar breytingar á umhverfi svæðisins vegna iðnaðarframkvæmda voru ekki fyrirsjáanlegar, eða tekið á hugsanlegum afleiðingum í byrjun, eins og myndun Gráalónsins og niðurníddar eldri byggingar svæðisins eru vitnisburður um. Því telur Umhverfisstofnum mikilvægt að ekki sé farið of geyst af stað í framhaldsnýtingu svæðisins og að með því að stækka iðnaðarsvæðið fjórfalt í einu skrefi, eins og lagt hefur verið til, sé gengið óþarflega hratt á mikilvæg náttúruminjasvæði.

Hverir, jarðmyndanir og landslag

Við mat á umherfisáhrifum núverandi virkjunar var fallist á virkjun með úrskurði Skipulagsstofnunar, þann 27. september 2002. Eitt af skilyrðunum var að "Tryggt verði að stærð og vatnsborð Gráalónsins verði óbreytt".

Við vettvangskonunn Umhverfisstofnunar á Reykjanesvirkjun þann 27. apríl sl. vakti athygli að talsvert hafði dregið niður í Gráalóninu. Sýnilegar útfellingar og aðliggjandi soðinn jarðvegur hverasvæðisins sker sig úr landslaginu. Þegar það er tekið saman með niðurníddum mannvirkjum fyrri iðnaðarframkvæmda verður heildarmyndin verulega neikvæð. Umhverfisstofnun telur að komi að fyrirhugaðri stækkun virkjunarinnar þurfi að hreinsa til á svæðinu, ásamt því að raunverulegri áætlun verði fylgt varðandi viðhald Gráalónsins eða hreinsun og endurheimt landsvæðis sem það þekur.

Að mati Umhverfisstofnunar hefur nýting jarðhita á Reykjanesi fylgt mikið rask á eldhrauni og hverum, sem njóta sérstakrar náttúruverndar samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd og eru á náttúruvinjaskrá. Í fyrirhugaðri stækkun virkjunarinnar felst meiri nýting hitaorku svæðisins ásamt meira raski á eldhrauni. Samkvæmt frummatsskýrslu er talið líklegt að helstu breytingar hafi þegar komið fram og stækkunin muni hafa lítil umframáhrif á hverasvæðið. Umhverfisstofnun telur of skamman tíma hafa liðið til að hægt sé að álykta að hverasvæðið haldist óbreytt. Hinar snöru breytingar á skömmum rekstrartíma virkjunarinnar gefa tilefni til að það þurfi að vakta hverasvæðið, til að tryggja öryggi ferðamanna og til að kanna frekar tengsl jarðhitanýtingar við yfirborðsvirkni. Umhverfisstofnun tekur undir þá fyrirætlun framkvæmdaraðila að reyna að halda mannvirkjagerð sem mest innan núverandi iðnaðarsvæðis og lágmarka spjöll á jarðmyndunum.

Fuglar

Samkvæmt könnun Náttúrufræðistofnunar Íslands 2008 á kríuvarpi svæðisins, var varpið aðeins brot af því sem hefur áður verið staðfest með talningu. Ekki er ljóst hversu mikinn þátt örur breytingar í hveravirkni við Gunnuhver hefur á varpið.

Líklega er fækkunin *"vegna aukinnar truflunar, ágangs og svo einkum og sér í lagi staðbundinna fæðuskilyrða. Væri hitavirkni á hverasvæðinu um að kenna hefði mátt búast við einhverju kríuvarpi á gróðurlendum umhverfis hverasvæðið þar sem þær hafa lengi þrífist vel í"*. Umhverfisstofnun telur brýnt að áfram verði fylgst með fuglalífi svæðisins til að fá nánar úr því skorið hvort eða hversu mikil áhrif virkjunin hefur á það. Umhverfisstofnun telur að stækkun virkjunarinnar muni hafa takmörkuð áhrif á fuglalífið, umfram það sem á sér stað við núverandi virkjun.

Ferðamennska

Í nánasta umhverfi Gunnuhvers er að finna mikla yfirborðsvirkni og er hún sjáanlega niður að Gráalóninu. Á aðeins örfáum árum hefur hverasvæðið breyst mikið vegna aukinnar yfirborðsvirkni við stækkun gufupúða á svæðinu. Í frummatsskýrslu kemur fram að gufupúðinn er enn að stækka. Umhverfisstofnun telur því ekki ljóst hvernig aðgengi ferðamanna verði tryggt að hverasvæðinu, og að það gæti jafnvel verið hættulegt að skoða svæðið, nema undir ströngu eftirliti. Það er vandséð að hægt sé að skipuleggja vegi eða leiðbeinandi merkingar við hverasvæðið á meðan svæðið er að breytast.

Loftgæði

Umhverfisstofnun er hlynnt því að framkvæmdaraðili muni fylgjast með styrk jarðhitalofttegunda í borholum á Reykjanesi og er sammála því *"að ekki sé ástæða til að setja upp mælistöðvar og/eða hreinsibúnað vegna brennisteinsvetnis eins og sakir standa"*. Það er ólíklegt að loftmengun frá virkjuninni muni valda óþægindum í nálægu þéttbýli.

Valkostir

Í frummatsskýrslunni er þremur valkostum fyrir stækkun virkjunarinnar lýst til



HS ORKA HF

VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

viðbótar við núllkost. Í þeim felst mismikil nýting hrávarma; kostur 1) 1.335 MWt, kostur 2) 1.200 MWt og kostur 3) 1000 MWt.

Sérfræðingar Íslenskra Orkurannsókna (ISOR) hafa unnið að reiknilíkani fyrir jarðhitakerfið á Reykjanesi og var greinargerð ISOR-08053 gefin út um það í maí 2008. Reiknilíkanið var notað til að spá fyrir um hegðun jarðhitakerfisins við 50 MWe stækkun, með eða án niðurdælingu, fram til 2040 og er sú spá sýnd í frummatsskýrslunni. Ef frumgögn eru skoðuð í skýrslunni má sjá að niðurdráttur (þrýstingslækkun) í borholum er umtalsverður eftir að virkjunin byrjaði starfsemi sína árið 2006. Niðurdrátturinn virðist farinn að hægja á sér í jaðri jarðhitakerfisins í lok árs 2007. Hins vegar virðist hraði niðurdráttar enn óbreyttur við miðju kerfisins. Það vekur athygli að spágildi reiknilíkansins eru svipuð og mældur niðurdráttur fyrir jaðar jarðhitakerfisins, en mun hærri en mæld gildi fyrir miðju jarðhitakerfisins. Í skýrslu ÍSOR er bent á að *"Í forðafraedi er þumalputtaregla að spá ekki lengra fram í tíman en sem nemur vinnslusögu svæðisins. Í þessu tilfelli er vinnslusagan fyrst og fremst nytsamleg frá maí 2006. Því er um að ræða spá sem nær umtalsvert lengra fram í tímann en venjulega er gert ráð fyrir og er óvissan í spánni eftir því"*.

Í frummatsskýrslu segir *"Jarðhitaaffalli frá virkjuninni hefur fram til þessa verið veitt til sjávar. Unnið er að tilraunum með niðurdælingu þéttivatnsblandaðs jarðhitavökva niður í jarðhitageyminn og er stefnt að því að niðurrennslið verði allt að 300 l/s sem gæti orðið um 30-50% af upptekt"*. Byrjað var að dæla 70 l/s af köldu ferskvatni í holu RN-20 í mánaðar tíma sumarið 2008 eða um 190 þús. tonn. Samkvæmt frummatsskýrslu mun niðurdæling þéttivatnsblandaðs jarðhitavökva frá skiljum hefjast í febrúar 2009.

Með niðurdælingu jarðhitavökva er leitast við að draga úr niðurdrátt á virkjunarsvæðinu og hægja á myndun gufupúðans. Þar sem engin reynsla er enn fengin á niðurdælingu er ekki enn hægt að segja til um hvort sú leið virki eða hvernig kerfið muni bregðast við niðurdælingu. Þessi óvissa, ásamt óvissu um hvernig svæðið bregst við nýtingu er þess valdandi að það er erfitt að meta mismunandi valkosti sem er lýst í frummatsskýrslunni. Samkvæmt röksemdum í skýrslunni mun enginn valkostur valda varanlegum skaða á sjálfbærri nýtingu kerfisins, en valkostur 3) er talinn sístur vegna þess að honum fylgir mest óvissa um *"hvort hann skilar bestri nýtingu jarðhitakerfisins til lengri tíma litið"*. Til að draga úr þessari óvissu telur Umhverfisstofnun æskilegt að hafa lengri rekstrartíma á núverandi virkjun og nýta rannsóknir/vöktun á framvindu jarðhitakerfisins sem þekkingargrunn. Meiri gögn væru til þess fallin að gera betri spá fyrir bestu nýtingu jarðhitans til lengri tíma, og væri það í anda sjálfbærrar nýtingar.

Í frummatsskýrslunni kemur einnig fram að *"Til þess að tryggja varanlega (sjálfbæra) vinnslu úr jarðhitaauðlindinni er ljóst að ef mælingar á þrýstingi, hita eða efnafræði sýna breytta þróun eða meiri frávik frá líkanreikningum en eðlilegt"*

getur talist þá mun HS bregðast við með því að breyta vinnslustýringu eða grípa til annarra viðeigandi aðgerða. Í þessu sambandi mun HS hafa reglulegt samráð við Orkustofnun (OS) um hvernig vinnsla á Reykjanesi samrýmist viðmiðunum um varanlega vinnslu og miðla reglulega til OS niðurstöðum vöktunar og líkanreikninga m.a. með vísan til 22. gr. laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu. Í 22. gr. laganna segir að handhafi rannsóknar- eða nýtingarleyfis skuli eigi sjaldnar en árlega og við lok leyfistíma senda OS skýrslu þar sem fram koma upplýsingar um niðurstöður leitar og rannsókna, upplýsingar um eðli og umfang auðlinda, heildarmagn og mat á verðmæti auðlindar sem nýtt hefur verið og fleiri atriði samkvæmt nánari ákvæðum í viðkomandi leyfi". Umhverfisstofnun telur að ef framkvæmdaraðili veiti ofangreindar upplýsingar um þróun jarðhitakerfisins við nýtingu til OS, og muni bregðast við ef stefnir í óefni, þá sé hugsanlegur grundvöllur fyrir stækkun virkjunarinnar með aukinni upptöku hrávarma. Hins vegar, eins og staðan er í dag, virðist jafnvel ekki ljóst hvert stefnir við óbreytta nýtingu, eða núllkost.

Umhverfisstofnun telur að standa beri þannig að jarðhitánýtingu á Reykjanesi að hún hafi eins lítil áhrif á verndargildi svæðisins og nokkur kostur er og að leggja eigi áherslu á að framkvæmdir verði sem mest innan skilgreinds iðnaðarsvæðis norðan við Gráalónið.

Niðurstaða

Reykjanesvirkjun hefur verið starfrækt í skamman tíma. Enn er snarpur niðurdráttur á svæðinu samfara myndun gufupúða sem leiðir til aukinnar yfirborðsvirkni og örra breytinga á hverasvæðinu við Gunnuhver. Í frummatsskýrslunni eru lagðir fram 3 valkostir til stækkunar á virkjuninni, umfram núllkost. Umhverfisstofnun telur erfitt að gera greinarmun á hvaða valkostur til stækkunar muni hafa minnst umhverfisáhrif. Í fyrsta lagi er mikil óvissu um sjálfbæra nýtingu á jarðhitageyminum, vegna þess að stutt vinnslusaga svæðisins gefur aðeins kost á takmarkaðri spá um framvindu kerfisins. Í öðru lagi er ekki enn fengin reynsla á niðurdælingu jarðhitavökva til að mótverka niðurdrátt í jarðhitakerfinu. Umrædd framkvæmd sem hér er til umfjöllunar er að stærstum hluta innan núverandi iðnaðarsvæðis og hefur það svæði verið tekið undir mannvirki tengd iðnaði að verulegu leyti. Að mati Umhverfisstofnunar eru ekki líkur á að sú stækkun sem hér er til umfjöllunar hafi umtalsverð neikvæð umhverfisáhrif í för með sér. Þó vill stofnunin ítreka að töluverð óvissa ríkir um sjálfbærni jarðhitageymisins og áhrif niðurdælingar á hann og telur stofnunin því mikilvægt að reynsla sé fengin af virkjun svæðisins áður en ákvörðun er tekin um stækkun virkjunarinnar.

Virðingarfyllt

Ásgeir Björnsson



HS ORKA HF

VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

33.7 Umsögn Grindavíkurbæjar dags. 18. maí 2009

Grindavíkurbær



Skipulagsstjóri ríkisins
Bt. Jakob Gunnarsson
Laugavegi 166
150 Reykjavík

Grindavík, 18. maí 2009
0903089 IPG

Efni: Stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýting jarðhitavökva. Mat á umhverfisáhrifum.

Grindavíkurbær hefur fjallað um erindi Skipulagsstofnunar dags. 24.03.2009
Eftirfarandi var bókað hjá skipulags- og byggingarnefnd á fundi nr. 500 dags. 28.04.2009

"Að mati nefndarinnar eru sveitarfélagsmörk milli Grindavíkurbæjar og Reykjanesbæjar frá Vaðlahnjúk að Sýrfelli röng sbr. kortamöppu úr frummatsskýrslu unnin af VSÓ ráðgjöf. Því má telja að það þurfi að vinna breytingu á aðalskipulagi Grindavíkur vegna borteigs við borholu RN-17".


Bæjarstjórn staðfesti bókunina á fundi sínum nr. 385 dags. 14.05.2009

Virðingarfyllt,
fh. Bæjarstjórnar Grindavíkur

Ingvar Þór Gunnlaugsson
forstöðumaður tæknideildar



33.8 Umsögn Reykjanesbæjar dags. 31. mars 2009



REYKJANESBÆR

Tíamagáta 11 • Postfang 230 • Sími: 421 6700 • Fax: 421 6667 • reykjaneshaf.is • reykjaneshaf@reykjaneshaf.is

Skulagsstjóri ríkisins
Jakob Gunnarsson
Laugavegi 166
150 Reykjavík

Reykjanesbæ, 31. mars 2009
Tilvísun: 2008060195

Efni: Stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýting jarðhitavökvu. Mat á umhverfisáhrifum

Reykjanesbær hefur yfirfarið frummatsskýrslu fyrir stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýtingu jarðhitavökvu, dags. mars 2009, sem gerð var af VSÓ ráðgjöf.

Skýrslan hefur verið yfirfarin í samræmi við 10. grein laga nr. 106/2000 m.s.b og 22. gr. reglugerðar nr. 1123/2005 um mat á umhverfisáhrifum. Niðurstaða yfirferðarinnar er að í skýrslunni, að mati Reykjanesbæjar, á fullnægjandi hátt fjallað um eftirfarandi atriði :

- Fyrirhuguð framkvæmd:
Við gerð nýrra borhola verður notast við núverandi borplön sem verða stækkuð og einnig nýttast núverandi aðkomuleiðir. Stöðvarhús verður stækkað um 2000m² með sama útliti og núverandi stöðvarhús og byggð verður 700m² skiljustöð mjög áþekkt þeirri sem fyrir er. Nýjar lagnir frá borholum verða að mestu leiti í sömu lagnastæðum og allt þetta veldur því að rask og sjónræn áhrif vegna framkvæmdanna verður í lágmarki.
- Umhverfi:
Þar sem nær allar framkvæmdir fara fram á röskuðu landi og samkvæmt skýrslunni verður leitast við af fremsta megni að raska sem minnstu af óhreyfðu landi þá er það mjög gott. Fram kemur að fornleifum verður ekki raskað og óveruleg neikvæð áhrif verða á fuglalíf, lífríki sjávar og ferðamennsku. Reykjanesbær er sammála þessum niðurstöðum skýrslunnar.
- Umhverfisáhrif:
Í matsvinnunni og við undirbúning framkvæmda var unnið að því í þessari frummatsskýrslu að draga sem mest úr neikvæðum umhverfisáhrifum. Þar ber helst að nefna þækilvirkjun sem nýtlir jarðhitavökvann betur og dregur úr þörf á upptöku úr jarðhitageyminum. Með því að nýta núverandi mannvirki og leitast við að staðsetja ný á röskuðum svæðum eru lágmarkið umhverfisáhrifin. Einnig er gert ráð fyrir niðurdælingu affallsvökvu aftur niður í jarðhitageyminn til að draga úr þrýstingslækkun í borholum. Reiknað er með að loftmengun í byggð verði svipuð og hún er núna.
- Mótvægisáðgerðir:
Til þess að lengja líftíma jarðgeymisins og draga úr þrýstingslækkun verður farið í niðurdælingu á affallsvökva sem telja verður að sé til betri nýtingar á náttúruauðlindinni. Einnig er talað um að nýta gufupúða til aukningar á nýtingu.



HS ORKA HF

VIÐAUKAR

STÆKKUN REYKJANESVIRKJUNAR

- e. Vöktun:
Auk vöktunar á yfirborðsvirkni er fylgst með jarðhitakerfinu með hita- og þrýstingsmælingum, tekin eru efnasýni og gerðir líkanreikningar m.a.
- f. Varðandi þörf á að kanna tiltekin atriði frekar, þá telur Reykjanesbær ekki þörf á því.

Virðingarfyllt,

Merv Sigmundsson
Bæjarstjóri Reykjanesbæjar