

LV-2013-107



Landsvirkjun



Bjarnarflagsvirkjun 90 MW_e

Rýni á umhverfismálum

September 2013

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2013-107

Dags: september 2013

Fjöldi síðna: 57

Upplag: 9

Dreifing:

- ☒ Birt á vef LV
☒ Opin
☐ Takmörkuð til

Titill: Bjarnaflagsvirkjun 90 MWe. Rýni á umhverfismálum. September 2013

Höfundar/fyrirtæki: Ólafur Árnason , Heimir Hjartason, Smári Guðfinnsson o.fl. / EFLA

Verkefnisstjóri: Björk Guðmundsdóttir

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur:

Í þessari skýrslu er rýnt í niðurstöður mats á umhverfisáhrifum fyrir 90 MWe jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi, Skútustaðahreppi. Markmið þess verkefnis er að setja saman skýrslu þar sem fjallað er um eftirtalin atriði:

a) Hvaða rannsóknir, vöktun, eftirlit og þróunarvinna hefur farið fram á vegum Landsvirkjunar frá því að úrskurður vegna 90 MW

Bjarnaflagsvirkjunar lá fyrir.

b) Túlka og rýna rannsóknar- og þróunarvinnu þar sem tekið verður tilliti til breytinga í lagaumhverfi, nýrrar þekkingar eða tækni, sem og viðhorfa sem bæst hafa við á síðasta áratug.

Í mati á umhverfisáhrifum fyrir 90 MWe jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi, Skútustaðahreppi er fjallað um áhrif á eftirfarandi þætti: jarðhitakerfi og orkuforða, grunn- og yfirborðsvatn, landslag og jarðmyndanir, gróður, dýralíf, menningarminjar, landnotkun og skipulag, útivist og ferðamennsku, sjónræn áhrif, hljóðmengun og loftmengun.

Byggt á rýni á fyrirliggjandi gögnum og með tilliti til nýrra upplýsinga var lagt mat á hvort tilefni sé til þess að endurskoða hluta eða heild af MÁU fyrir Bjarnaflagsvirkjun aftur. Jafnframt var vöktunaráætlun fyrir verkefnið rýnd og leitað að tækifærum til úrbóta.

Lykilorð: Mat á umhverfisáhrifum, umhverfismál, loftgæði, hljóðvist, vatnsgæði brennisteinsvetni, niðurdæling, skjálftavirkni, vöktunaráætlun

ISBN nr:

Bjarnarflagsvirkjun 90 MW_e

Rýni á umhverfismálum

September 2013



SKÝRSLA - UPPLÝSINGABLAÐ

Titill skýrslu Bjarnflagsvirkjun. Rýni á umhverfismálum		Tegund skýrslu Opin	
Verkheiti Bjarnarflagsvirkjun - umhverfismál		Verkkaupi Landsvirkjun	
Verkefnisstjóri - EFLA Ólafur Árnason		Verkefnisstjóri / fulltrúi verkkaupa Björk Guðmundsdóttir	
Höfundur Ólafur Árnason, Páll Höskuldsson, Heimir Hjartarson, Smári Guðfinnsson, Ólafur Daníelsson, Helga J. Bjarnadóttir, Eva Yngvadóttir og Rúnar Magnússon		Skýrslunúmer N/A	Verknúmer 1611-156
		Fjöldi síðna 57	
Útdráttur Í skýrslunni er rýnt í niðurstöður mats á umhverfisáhrifum (MÁU) fyrir 90 MW_e jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi, Skútustaðahreppi sem lauk með úrskurði Skipulagsstofnunar í febrúar 2004. Markmið þess verkefnis sem hér er lýst er að setja saman skýrslu þar sem fjallað er um hvaða rannsóknir, vöktun, eftirlit og þróunarvinna hefur farið fram á vegum Landsvirkjunar frá því að úrskurðurinn lá fyrir og að túlka og rýna rannsóknar- og þróunarvinnu þar sem tekið er tillit til breytinga í lagaumhverfi, nýrrar þekkingar eða tækni, sem og viðhorfa sem bæst hafa við á síðasta áratug. Byggt á rýni þessari er mat lagt á hvort tilefni sé til þess að endurskoða hluta eða heild af MÁU fyrir Bjarnarflag aftur. Jafnframt var vöktunaráætlun fyrir verkefnið rýnd og leitað að tækifærum til úrbóta. Varðandi niðurstöður er vísað til samantektar og niðurstaðna í skýrslu.			
Lykilorð Bjarnarflagsvirkjun, mat á umhverfisáhrifum, matsskýrsla, úrskurður Skipulagsstofnunar, endurskoðun mats á umhverfisáhrifum			
Staða skýrslu ☐ Í vinnslu ☐ Drög til yfirlustrar ☒ Lokið		Dreifing skýrslu og upplýsingablaðs ☐ Opin ☒ Dreifing með leyfi verkkaupa ☐ Trúnaðarmál	



Útgáfusaga						
Nr.	Höfundur		Rýnt		Samþykkt	
	Nafn	Dags.	Nafn	Dags.	Nafn	Dags.
1	Ólafur Árnason o.fl.	13.05.13	Helga J. Bjarnadóttir	15.05.13	Ólafur Árnason	15.05.13
2	Ólafur Árnason o.fl.	06.06.13	Eva Yngvadóttir	06.06.13	Ólafur Árnason	06.06.13
3	Ólafur Árnason o.fl.	10.09.13	Helga J. Bjarnadóttir	10.09.13	Ólafur Árnason	10.09.13

SAMANTEKT

Í þessari skýrslu sem unnin er af starfsmönnum verkfræðistofunnar EFLU er rýnt í niðurstöður mats á umhverfisáhrifum fyrir 90 MW_e jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi, Skútustaðahreppi sem lauk með úrskurði Skipulagsstofnunar í febrúar 2004. Í 1. mgr. 12 gr. laga um mat á umhverfisáhrifum (MÁU) segir að ef framkvæmdir hefjast ekki innan tíu ára frá því að álit (úrskurður) Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum liggur fyrir skal viðkomandi leyfisveitandi óska ákvörðunar Skipulagsstofnunar um hvort endurskoða þurfi að hluta eða í heild matsskýrslu framkvæmdaraðila áður en leyfi til framkvæmda er veitt. Markmið þess verkefnis sem hér er lýst er að setja saman skýrslu þar sem fjallað er um eftirtalin atriði:

- a) Hvaða rannsóknir, vöktun, eftirlit og þróunarvinna hefur farið fram á vegum Landsvirkjunar frá því að úrskurður vegna 90 MW Bjarnarflagsvirkjunar lá fyrir.
- b) Túlka og rýna rannsóknar- og þróunarvinnu þar sem tekið verður tilliti til breytinga í lagaumhverfi, nýrrar þekkingar eða tækni, sem og viðhorfa sem bæst hafa við á síðasta áratug.

Í mati á umhverfisáhrifum fyrir 90 MW_e jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi, Skútustaðahreppi er fjallað um áhrif á eftirfarandi þætti: jarðhitakerfi og orkuforða, grunn- og yfirborðsvatn, landslag og jarðmyndanir, gróður, dýralíf, menningarminjar, landnotkun og skipulag, útivist og ferðamennsku, sjónræn áhrif, hljóðmengun og loftmengun.

Byggt á rýni á fyrirliggjandi gögnum og með tilliti til nýrra upplýsinga var lagt mat á hvort tilefni sé til þess að endurskoða hluta eða heild af MÁU fyrir Bjarnarflagsvirkjun aftur. Jafnframt var vöktunar-áætlun fyrir verkefnið rýnd og leitað að tækifærum til úrbóta.

Niðurstaða skýrslunnar er sú að forsendur fyrir niðurstöðu mats á umhverfisáhrifum varðandi áhrif á skipulag- og landnotkun, hljóðvist, landslag og jarðmyndanir, gróður, dýralíf, menningarminjar, sjónræn áhrif og útivist hafa ekki breyst, hvorki hvað varðar breytingar á náttúrufari eða fyrirhugaðrar landnotkunar á áhrifasvæði framkvæmdarinnar, breytinga á löggjöf um umhverfismál, breytinga á alþjóðlegum skuldbindingum né vegna fyrirkomulags og tækniþróunar varðandi virkjunina.

Hvað varðar loftgæði þá er megin niðurstaðan sú að breytt reglugerðarumhverfi gefi ekki tilefni til nýs mats á umhverfisáhrifum. Landsvirkjun vinnur að mælingum og nákvæmari líkangerð til að meta mismunandi útfærslur á losun og hreinsun lofttegunda til að uppfylla kröfur reglugerðar og starfsleyfis.

Forsendur mats á umhverfisáhrifum varðandi losun CO₂ hafa ekki breyst en mikilvægt er að leggja mat á náttúrlega losun CO₂ og losun vegna jarðhitanytingar.

Hvað losun affallsvatns varðar þá eru hverfandi líkur á því að áhrifa muni gæta í Mývatni og því ekki talin ástæða til að fara í nýtt umhverfismat. Sýnt hefur verið fram á að affallsvatnið þynnist hratt og mikið. Samkvæmt eftirlitsmælingum Landsvirkjunar á hugsanlegum áhrifum vegna losunar affallsvatns frá núverandi virkjun verður þess ekki vart í innstreymi til og í Mývatni.

Landsvirkjun hefur snúið frá áformum sínum um að losa allt affallsvatn í Bjarnarflagslón yfir í að allt affallsvatn verði losað í niðurrennslisholur með grunnlosun á 200-400 m dýpi en djúplosun á 1.200-2.000 m dýpi á síðari stigum ef nauðsyn krefur. Þessar breytingar koma fram í nýju deiliskipulagi fyrir Bjarnarflagsvirkjun og eru í samræmi við áherslur Skipulagsstofnunar og Umhverfisstofnunar í mati á umhverfisáhrifum. Þá er gert ráð fyrir að Bjarnarflagslón hverfi með tímanum og verði einungis nýtt í tilfellum neyðarlosunar.

Varðandi volga grunnvatnsstrauminn til Mývatns benda fyrirliggjandi gögn til þess að sterkar líkur séu til þess að áhrifa á volga grunnvatnsstrauminn til Mývatns muni ekki gæta og ekki hefur orðið vart áhrifa vegna núverandi starfsemi. Landsvirkjun gerir nú ráð fyrir að í byrjun verði reist 45 MW_e orkuver í stað 90 MW_e eins og upphaflega stóð til. Ekki verður tekin ákvörðun um viðbótar uppbyggingu fyrr en reynsla af 45 MW_e áfanganum liggur fyrir. Þetta er breytt áhersla frá mati á umhverfisáhrifum þar sem ætlunin var að reisa virkjunina í tveimur til þremur áföngum og taka ákvörðun um hvern áfanga einkum út frá þörfum markaðarins. Við þessa tilhögun eru tekin varfærnari skref en ráðgert var í mati á umhverfisáhrifum sem leiðir af sér minni líkur á umhverfisáhrifum. Ljóst er að jarðhitasvæði eru flókin að uppbyggingu og erfitt að spá um hegðun þeirra. Streymi volga grunnvatnsstraumsins til Mývatns er talinn mjög mikilvægur fyrir lífríki vatnsins og þá sérstöðu sem það hefur og komið hafa fram áhyggjur af áhrifum virkjunarinnar á lífríkið. Í nýrri og ítarlegri skýrslu ÍSOR [1] um áhrif jarðhitanytingar í

Bjarnarflagi á volga grunnvatnsstrauminn til Mývatns kemur fram að stór hluti af volga grunnvatnsstraumnum í Mývatn eigi uppruna sinn á Kröflusvæðinu. Litlar sem engar þrýstingsbreytingar hafi mælst í eftirlitsholum í Bjarnarflagi og engin merktanleg áhrif hafi komið fram við Mývatn vegna jarðhitanýtingar í Bjarnarflagi eða í Kröflu. Reynslan af vinnslu jarðhitavökva í Bjarnarflagi bendi til að áhrif af fyrirhugaðri vinnslu fyrir 45 MW_e raforkuver muni ekki hafa áhrif á volga grunnvatnið [34]. Af öðrum fyrirbyggjandi gögnum sem skoðuð voru í þessu verkefni verður ekki séð að komið hafi fram nýjar upplýsingar sem breyta þeim forsendum sem hafðar voru til hliðsjónar við umhverfismatið í upphafi. Því er ekki talin ástæða að endurtaka umhverfismatið vegna þessa þáttar.

Ekki var fjallað ítarlega um skjálftavirkni í mati á umhverfisáhrifum frá 2003 og reynsla frá öðrum svæðum hefur verið sú að skjálftar geta orðið talsverðir í upphafi niðurdælingar við djúplosun. Gögnin sýna hins vegar að ekki er hægt að heimfæra þessa reynslu á milli jarðhitasvæða því þau eru mismunandi. Engar vísbendingar um smáskjálftavirkni hafa komið fram á mælum þegar boraðar hafa verið vinnsluholur í Bjarnarflagi og mikið af borvökvum hefur tapast út í jarðlögin á grunnlosunardýpi, sem er það dýpi sem losað verður á í fyrsta áfanga. Það ætti því ekkert að vera til fyrirstöðu að byggja upp 45 MW_e áfanga með þessa reynslu í huga. Landsvirkjun mun rannsaka á rekstrartíma 1. áfanga möguleika á djúplosun og meta þá um leið, meðal annarra þátta, mögulega skjálftavirkni með aðstoð sérfræðinga. [2]

Vöktunargögn og reynslan frá Kröfluvirkjun benda til þess að smáskjálftar vegna djúplosunar affallsvatns í Bjarnarflagi muni ekki valda umtalsverðum umhverfisáhrifum ef litið er til viðmiða í 3. viðauka laga um mat á umhverfisáhrifum. Hins vegar er mælt með því að sérfræðingar á þessu sviði séu fengir til þess að skoða þetta atriði nánar. Ljóst er að þetta atriði er vanreifað í mati á umhverfisáhrifum og því matsatriði hvort Skipulagsstofnun muni líta á það sem næga ástæðu til að endurtaka þennan hluta matsins, sbr. 2. mgr. 12. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum þó líkurnar á umhverfisáhrifum séu litlar m.v. fyrirbyggjandi gögn.

Niðurstaða þessarar úttektar er að ekki eru teljandi breytingar á grunnástandi eða lagaramma sem valda því að endurtaka þurfi mat á umhverfisáhrifum fyrir Bjarnarflagsvirkjun í heild sinni. Umfjöllun um jarðskjálfta er ekki ítarleg í mati á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar frá árinu 2003. Þetta atriði gæti talist nægjanleg ástæða til að endurmeta þurfi umhverfisáhrif þessa tiltekna þáttar á nýjan leik þó vöktunargögn og reynslan frá Kröfluvirkjun bendi til þess að djúplosun affallsvatns í seinni áfanga Bjarnarflagsvirkjunar muni ekki valda umtalsverðum umhverfisáhrifum ef litið er til viðmiða í 3. viðauka laga um mat á umhverfisáhrifum.

SUMMARY IN ENGLISH

In this report, prepared by EFLA Consulting Engineers, the results of the Environmental Impact Assessment (EIA) for a 90 MW_e geothermal plant in Bjarnarflag, Skútustaðahreppur municipality, are reviewed. The EIA was concluded with a verdict from the National Planning Agency (NPA) in February 2004. Article 12, paragraph 1 of the EIA - Act states that if construction has not commenced within 10 years of the opinion (verdict) of the NPA being given, the relevant licensing authority shall request a decision from the National Planning Agency on whether the developer's environmental impact statement must be revised, in whole or in part, before development consent is granted. The aim of this project is to compile a report where the following issues are covered:

- a) What research, monitoring, surveillance and development has been carried out by Landsvirkjun since the verdict for a 90 MW_e Bjarnarflag geothermal plant was issued.
- b) To interpret and review existing research- and development where changes in the legal framework, new knowledge, technology or changes in perceptions during the last decade are taken into consideration.

In the EIA for a 90 MW_e geothermal plant in Bjarnarflag the following issues were covered: geothermal systems and the energy resource; surface- and groundwater; landscape and geological formations; vegetation; fauna; cultural remains; land use and land use plans; outdoor recreation and tourism; visual impacts; noise; and air quality.

Based in the review of the existing data and taking, new information into consideration, it was assessed whether there are grounds for revising the EIA for Bjarnarflag geothermal plant, in whole or in part. Furthermore, the monitoring plan for the project was reviewed and improvements suggested where necessary.

The result of the review is that the basis for the NPA's verdict from 2004 regarding land use and land use plans; noise; landscape and geological formations; vegetation; fauna; cultural remains; visual impacts; and effects on outdoor recreation and tourism have not changed. This result takes into consideration changes in the natural baseline conditions and planned land use within the project's area of impact, changes in environmental legislation, changes regarding international commitments and changes in technological development or design regarding the geothermal plant.

Regarding effects on air quality, the main result is that changes in the regulatory environment do not call for a new EIA. Landsvirkjun is carrying out monitoring and research, and working on improvements in existing air quality models, to assess different alternatives for the release and purification of gasses in order to fulfil requirements set out in regulations and operational permit.

The basis for the EIA regarding the release of CO₂ has not changed, but the importance of assessing the natural emissions of CO₂ and the release caused by geothermal utilisation is emphasised.

In terms of effects caused by geothermal fluids, the likelihood of effects occurring in Lake Mývatn is negligible and a new EIA is therefore not considered necessary. Existing data shows that the geothermal fluids dilute fast and extensively. According to surveillance measurements carried out by Landsvirkjun in connection with release due to current activities in the area, geothermal fluids from the activities cannot be detected in the inflow to Lake Mývatn or in the lake.

Landsvirkjun has revised its plans of releasing geothermal fluids into a surface lagoon. Instead, all geothermal fluids will be released into drainage wells, down to the depth of 200-400 m to begin with but with the option of releasing geothermal fluids at 1.200 to 2.000 m depth at later stages if necessary. These changes in the company's plans are reflected in a new local plan for Bjarnarflag geothermal plant and are in accordance with the comments made by the NPA and the Environment Agency in the EIA for Bjarnarflag geothermal plant. It is assumed that the current lagoon for geothermal fluids will eventually disappear and that it will only be used for emergency release of geothermal fluids.

Considering the warm groundwater flow to Lake Myvatn, the existing data strongly indicates that there is no likelihood of impacts. No impacts can be detected from the current activities in the area.

Landsvirkjun now plans to build a 45 MW_e power plant initially instead of 90 MW_e as originally intended. A decision on further enlargement will not be taken until experience of running the initial 45 MW_e phase can be taken into consideration. This is a change in emphasis regarding the phasing of construction from the EIA, where the plan was to construct the power plant in 2 to 3 phases and base the decision for each phase on the needs of the market. This new approach is more cautious than what was presented in the EIA and decreases the likelihood of impacts. It is clear that the geothermal areas are complex in structure and it is difficult to predict their behaviour and response to utilisation. The flow of the warm groundwater current to Lake Mývatn is considered very important for the biology of the Lake and its uniqueness. Concerns have been raised about the impacts of the power plant on the biology of the lake. In a newly published report from ÍSOR [34] on the impacts of the utilisation of geothermal power on the warm groundwater flow to Lake Mývatn it is stated that a large portion of the groundwater current originates in the Krafla area. Little to none changes in pressure have been measured in monitoring wells in Bjarnarflag and no traceable effects have appeared in Lake Mývatn because of geothermal utilisation in Bjarnarflag or Krafla. The experience of the utilisation of geothermal fluids in Bjarnarflag suggests that the impacts of a 45 MW_e power plant will not impact the warm groundwater current. During the review of other existing information in the preparation of this report no new information were found that change the basis of the results in the EIA from 2004. It is therefore concluded that a new EIA is not necessary because of this issue.

Seismic activity is not covered to any extent in the EIA from 2003 and the experience from other geothermal areas has shown that seismic activity can be considerable during the first stages of the release of geothermal fluids to deeper levels (1.200-2.000 m). The data shows however that the experience from one geothermal region cannot be directly translated to another area, since the areas are physically different. No signs of seismic activity has been recorded when utilisation wells have been drilled in Bjarnarflag and considerable amounts of the drilling fluid is lost into the earth in the depth of 200-400 m, which is the depth intended for the release of geothermal fluids during the first phase of the power plant. With this experience in mind, there should not be anything in the way of constructing the 45 MW_e phase in terms of effects due to seismic activity. During the operation of the first phase, Landsvirkjun intends to assess the possibilities of releasing geothermal fluids to deeper levels, including an assessment of the risk of increased seismic activity with the help of experts in the field.

Monitoring data and the experience from Krafla power station indicates that the possibility of minor earthquakes caused by the release of geothermal fluids into deeper ground levels will not cause significant impacts, considering the criteria set out the Annex 3 of the EIA-Act. It is however recommended that experts in the field of seismic activity assess this in more detail. It is clear that this is not covered adequately in the EIA process and a matter of judgement whether the NPA will consider this to be enough cause, technically, to repeat this part of the EIA in accordance with 2nd paragraph of article 12 in the EIA Act, even though the data suggests that the possibility of significant impacts is low, according to the existing data.

The main results of this report is that there are no considerable changes to the baseline or legislation which would cause the need for repeating the EIA for the Bjarnarflag geothermal plant in its entirety. The coverage of the risk of seismic activity is not detailed in the EIA from 2003. This might be enough reason for repeating the environmental assessment for this particular issue even though monitoring data and the experience from the nearby Krafla power plant suggests that the release of geothermal fluids into deeper levels will not cause significant effects, considering the criteria set out the Annex 3 of the EIA-Act. The risk of increased seismic activity is connected with later stages of the geothermal utilisation, whereas geothermal fluids will be released into shallower depths during the 45 MW_e phase now being prepared by Landsvirkjun.

EFNISYFIRLIT

1	Inngangur	1
1.1	Um Bjarnarflagsvirkjun og nýtingu jarðvarma við Mývatn [2]	1
1.2	Yfirlit yfir mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar	4
1.3	Tilgangur og markmið.....	5
1.4	Gögn og aðferðir.....	5
1.5	Uppbygging skýrslunnar	6
2	Loftgæði	7
2.1	Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004.....	7
2.2	Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir	8
2.3	Yfirlit yfir breytingar á forsendum frá ákvörðun Skipulagsstofnunar	12
2.4	Niðurstöður fyrir loftgæði	13
3	Hljóðvist.....	16
3.1	Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum	16
3.2	Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir	18
3.3	Yfirlit yfir breytingar á forsendum frá ákvörðun Skipulagsstofnunar	20
3.4	Niðurstöður fyrir hljóðvist	21
4	Vatnsgæði	22
4.1	Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004.....	22
4.2	Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir	23
4.3	Yfirlit yfir breytingar á forsendum frá ákvörðun Skipulagsstofnunar	27
4.4	Niðurstöður fyrir vatnsgæði	27
5	Niðurrennsli og skjálftavirkni	30
5.1	Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004.....	30
5.2	Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir	31
5.3	Niðurstöður fyrir niðurrennsli og skjálftavirkni.....	39
6	Skipulag- og landnotkun.....	40
6.1	Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004.....	40
6.2	Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir	40
6.3	Niðurstöður fyrir skipulag- og landnotkun.....	42
7	Aðrir umhverfispættir	43
7.1	Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004.....	43
7.1.1	Landslag og jarðmyndanir	43
7.1.2	Gróður.....	44
7.1.3	Dýralíf	44
7.1.4	Menningarminjar	44
7.1.5	Sjónræn áhrif, útivist og ferðamennska.....	44
7.2	Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir	45

7.2.1	Landslag og jarðmyndanir	45
7.2.2	Gróður.....	46
7.2.3	Fuglar og annað dýralíf.....	46
7.2.4	Menningarminjar	47
7.2.5	Sjónræn áhrif, útivist og ferðamennska.....	47
7.3	Niðurstöður fyrir aðra umhverfispætti	47
8	Rýni á fyrirliggjandi vöktunaráætlun	49
8.1	Almennar athugasemdir	49
8.2	Loftgæði.....	49
8.3	Hljóðvist	50
8.4	Vatnsgæði.....	50
8.5	Skipulag og landnotkun	51
8.6	Skjálftavirkni.....	51
8.7	Aðrir umhverfispættir	51
8.7.1	Landslag og jarðmyndanir	51
8.7.2	Gróður.....	51
8.7.3	Fuglar, smádýr og lífríki hvera	52
8.7.4	Sjónræn áhrif, útivist og ferðamennska.....	52
9	Niðurstöður	53
	Heimildaskrá.....	55

MYNDASKRÁ

Mynd 1	Brennisteinsverksmiðjan í Bjarnarflagi 1939	1
Mynd 2	Yfirlit um vinnslu jarðhita í Bjarnarflagi	2
Mynd 3	Mynd úr minnisblaði Verkfræðistofu Vatnaskila [10]. Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis í nágrenni við Mývatn. Rauð jafngildislína svarar til $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ meðalstyrks. Svartar jafngildislínur innan hennar svara til 10, 20 og $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	11
Mynd 4	Mynd úr minnisblaði Verkfræðistofu Vatnaskila [10]. Líkur á að 24 klst. hlaupandi meðaltalstyrks sé undir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rauð jafngildislína sýnir 98,6% líkur, en svört jafngildislína 96% líkur.	11
Mynd 5	Yfirlitsmynd yfir mælipunkta fyrir hljóðstigsmælingar.	18
Mynd 6	Niðurstöður hljóðstigsútreikninga fyrir Bjarnarflagsvirkjun (90 MW _e), í rekstri [19]	19
Mynd 7	Niðurstöður hljóðstigsútreikninga fyrir Bjarnarflagsvirkjun (90 MW _e), fyrir eina borholu í blæstri [23]	19
Mynd 8	Sýnatökustaðir og helstu drættir í grunnvatnsrennsli um svæðið	25
Mynd 9	Útskýringarmynd spennuástands í jarðskjálftasprungum (Mynd: [36, p. 63]).	32
Mynd 10	Efri mynd: Uppsafnaður fjöldi skjálfta á Bjarnarflagssvæðinu sem fall af tíma. Rauðu strikin sýna hvenær stöðvum var bætt við kerfið. Neðri mynd: Stærðir skjálftanna sem fall af tíma. Greinileg aukning í fjölda mældra skjálfta verður með tilkomu Kröflustöðvarinnar sem seinna varð Reynihlíðarstöð. Við uppsetningu skjálftastöðvar við Melhnausa í Búrfellshrauni verður einnig breyting á mældri virkni en þá fara að mælast fleiri skjálftar undir M ₀ . (M _L = magnitude level). (Mynd: [40, p. 10])	34
Mynd 11	Upphaflegar staðsetningar við Bjarnarflag og í Búrfellshrauni. Neðan við kortið er þversnið séð frá suðri en hægra megin er þversnið þar sem horft er á dýpi skjálftanna frá austri. Svartir þríhyrningar sýna staðsetningu skjálftastöðva, rauðar línur tákna kortlagðar yfirborðssprungur (Haukur Jóhannesson & Kristján Sæmundsson, 1998). Svartar línur tákna vegi og gráar fjallvegi og slóða. V tákna Vestari-Skógarmannafjöll en A Austari-Skógarmannafjöll. [40, p. 21]	35
Mynd 12	Endurstaðsettir skjálftar við Bjarnarflag. Skjálftar með lága afstæða skekju (innan við 100 m í lengd og breidd og 300 m í dýpi) eru teiknaðir með breiðari útlínunum. Rauðar línur tákna yfirborðssprungur, svartar vegi og vegslóða. Svartir þríhyrningar tákna skjálftastöðvar og rauðir borholur. Hvítir þríhyrningar sýna mögulega kosti staðsetningar stöðvarhúss (kostur A er syðst, C vestast). [40, p. 27]	36
Mynd 13	Mynd til vinstri: Samanburður á niðurrennsli í holu KG-26 í Kröflu og aukinni skjálftavirkni [34, p. 20], mynd til hægri: „Horft til NV frá Suðurhlíðum eftir skjálftaþyrpingunni. Súlnar eru borholur, rauð IDDP-1, bleik KG-26 og blá KJ-10. Jarðskjálftar 2009 bláir og 2010 rauðir. Takið eftir skörpu skilunum í jarðskjálftavirkninni á miðri myndinni.“ [34, p. 14]	37
Mynd 14	Höfuðspennur og þrjár gerðir misgengja. Stærsta höfuðspenna er táknuð með σ_1 , miðhöfuðspenna með σ_2 og minnsta höfuðspenna með σ_3 . [39].	38

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1	Áætlað útstreymi koltvíoxíðs og brennisteinsvetnis (t/ár) við Námafjall við grunnástand mats á umhverfisáhrifum (byggt á töflu 9.4 í mati á umhverfisáhrifum).	7
Tafla 2	Áætlað útstreymi koltvíoxíðs og brennisteinsvetnis (t/ár) við Námafjall eftir að virkjun er komin í fulla stærð, 90 MW _e (byggt á töflu 9.4 í mati á umhverfisáhrifum).	7
Tafla 3	Umhverfismörk fyrir brennisteinsvetni skv. reglugerð nr. 514/2010.	12
Tafla 4	Gögn af vefsíðu Veðurstofu Íslands sem sýnir skjálfta stærri en 4 M _L á áhrifasvæði Kröflusprungureinarinnar. [42]	33
Tafla 5	Áhrifa kvarði jarðskjálfta skv. Richter. [43]	33
Tafla 6	Umfjöllun um Bjarnarflag í gildandi aðalskipulag Skútustaðahrepps 2011-2023.	41

1 INNGANGUR

1.1 Um Bjarnarflagsvirkjun og nýtingu jarðvarma við Mývatn [3]

Háhitasvæðið í Námafjalli hefur verið nýtt í fleiri árahundruð. Jarðhitinn var ekki sérstaklega nýttur á fyrri öldum heldur brennisteinninn sem er afurð jarðhitans. Elstu heimildir um brennisteinsvinnslu eru frá 13. öld, en þá stóð erkibiskupinn í Niðarósi fyrir námagrefti í Námafjalli og líklegt að nafnið á fjallinu hafi tengst þessum athöfnum. Þetta var fyrir daga púðursins og ekki vitað nákvæmlega til hvers átti að nota brennisteininn. Mögulega var það til lækninga en einnig er talið að það hafi verið notað í hernaði, á svipaðan hátt og „Gríski eldurinn“. Sögur fóru af honum frá austur rómverska Keisaradæminu á 9. öld. Hann var notaður til að skjóta logandi skeytum með eldvörpum, en erfitt eða illmögulegt var að slökkva eldinn.

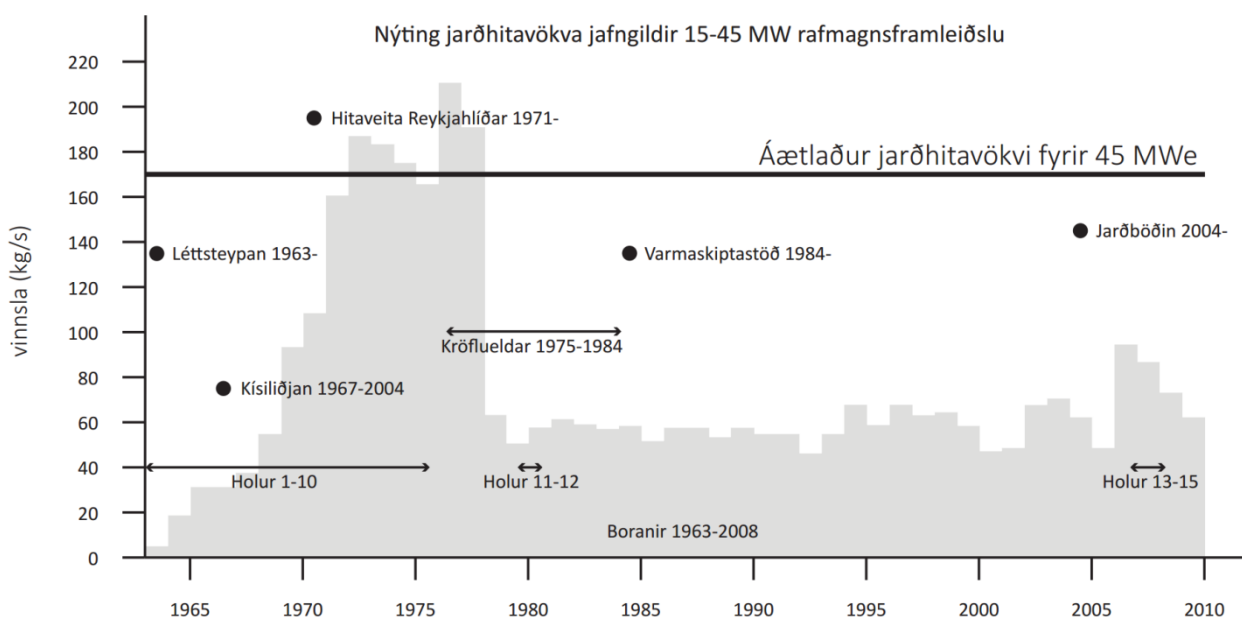


Mynd 1 Brennisteinsverksmiðjan í Bjarnarlagi 1939

Brennisteinn var síðar eftirsóttur í púðurgerð og sóttu Danakonungar í námurnar. Meðal annars keypti Friðrik II námaréttinn í Hlíðarnámum á ofanverðri 16. öld, af eigendum Reykjahlíðarjarðarinnar. Annars er saga brennisteinsvinnslunnar eins konar áhlaupavinnsla og blossaði upp áhugi með reglulegu millibili. Skúli fógeti rak brennisteinsvinnslu með hagnaði á 18. öldinni, en oftast er talað um erfiðleika vegna vinnslunnar. Árið 1937 var byggð verksmiðja, þar sem nú er Léttsteypan, og átti þar að vinna og hreinsa brennistein. Það gekk brösuglega. Fyrst kviknaði í verksmiðjunni og hún eyðilagðist, en var endurreist. Þá varð mikil sprenging í verksmiðjunni og var rekstri verksmiðjunnar hætt 1939. Baldur Líndal verkfræðingur fékk áhuga á brennisteinsvinnslu í Námafjalli upp úr miðri síðustu öld. hans hugmyndir voru að bora holur í heita jörðina við Hverarönd og auka streymi jarðhitagufu til yfirborðs og þar með H_2S . Þannig væri myndun brennisteins við yfirborð örðuð. Á árunum 1951-1953 voru boraðar 15 holur á hverasvæðinu austan Námafjalls vegna fyrirhugaðrar brennisteinsvinnslu. Holurnar voru 11 - 227 m djúpar og voru kostaðar af ríkissjóði. Einnig var boruð ein hola til viðbótar niður á 18 m dýpi og var hún kostuð af fyrirtækinu Íslenska brennisteinsvinnslan Reykjahlíðarnámur hf. Borverkin voru unnin af Jarðborum ríkisins með Höggborum 1 og 2. Fljótlega lögðust niður áform um brennisteinsvinnslu og blésu þá margar holanna út í loftið. Grjóti var hlaðið ofan á holutoppa og þegar fram liðu stundir var litið á gufustreymi frá þessum grjóthrúgum sem náttúrulegt útstreymi. Ennfremur má sjá skeljaða eða kísilhúðaða holutoppa í austurhlíðum Námafjalls. Svæðið sem um ræðir hefur ýmist verið nefnt Hverarönd eða Hverir. Byggt var verksmiðjuhús í sunnanverðri Hverarönd, en þessi rekstur var skammlífur eins og sambærilegir á undan. En brennisteinninn var aðeins hluti af þeim möguleikum sem Baldur gerði grein fyrir í skýrslu 1956, en einnig var þar nefnt (Raforkumálastjóri maí 1956):

- Brennisteinsvinnsla, vetnisframleiðsla, vinnsla á þungu vatni, ammoníaksframleiðsla og metanólfframleiðsla
- Möguleg þurrkun kísilgúrs frá botni Mývatns
- Hersla á steiptum einingum úr efni úr Jarðbaðshólum

Það er athyglisvert af ofangreindum hugmyndum fóru þrjár á framkvæmdastig, þ.e. brennisteinsvinnsla, þurrkun kísilgúrs og hersla á steypum einingum. Auk þess er enn til skoðunar metanólframleiðsla. Árið 1963 hóf fyrirtækið Léttsteypan framleiðslu á hleðslusteini og gjallhellum, þar sem áður hafði staðið brennisteinsverksmiðjan frá 1937-1939. Áður hafði efnið verið flutt úr Jarðbaðshólum til Akureyrar, þar sem byggingavörðslun Tómasar Björnssnar (BTB) vann úr því. Fram til seinni hluta níunda áratugar tuttugustu aldar unnu 12-15 manns að staðaldri í verksmiðjunni, en þá dró verulega úr eftirspurn á afurðunum vegna nýrra byggingarefna. Verksmiðjan er enn starfrækt en aðeins með brot af þeirri framleiðslu sem áður var. Sama ár og Léttsteypan hóf starfsemina hófust boranir eftir gufu í Bjarnarflagi (OS-89046/JHD-21 B) vegna fyrirhugaðrar Kísilgúrverksmiðju. Boraðar voru 9 holur í Bjarnarflagið frá 1963 til og með ársins 1970 (sjá mynd 2).



Mynd 2 Yfirlit um vinnslu jarðhita í Bjarnarflagi

Á sama tíma hófust almennar jarðhitarannsóknir með skipulögðum hætti á Kröflu-Námafjallsvæðinu. Viðamikil skýrsla kom út um rannsóknirnar árið 1971 (Námafjall-Krafla OS 1971 júlí). Boranir gáfu af sér gufu fyrir Kísiliðjuna árið 1967 og sama ár vaknaði hugmynd að setja niður gufuaflsstöð til að framleiða rafmagn. Tveimur árum síðar var komin 3,2 MW_e rafstöð, fyrsta sinnar tegundar hér á landi. Kísiliðjan var lögð niður árið 2004, þar sem rekstrarskilyrði voru ekki lengur til staðar. Boranir eftir jarðgufu hófust 1963, en þá voru fyrstu tvær holurnar boraðar og hola B-9 var boruð 1970. Fimm árum síðar var hola BG-10 boruð sem var öflugast allra fram að því. Kröflueldar voru örlagavaldur fyrir allar athafnir í Bjarnarflagi, sérstaklega þegar tvær hrínur gengu til suðurs frá Kröflu í apríl og september árið 1977. Jörð rifnaði þannig að sprungur gliðnuðu. Tjón varð talsvert vegna þessa. Fyrir það fyrsta þá skemmdust eða eyðilögðust margar holur í Bjarnarflagi (OS-89046/JHD-21 B). Ennfremur opnaðist sprunga undir skrifstofubyggingu Kísiliðjunnar og klippti hana í sundur ásamt því að sprungur opnuðust undir safnþrómg og eyðilagði þær. Vegna þess atburða voru boraðar holur BJ-11 og BJ-12 til að viðhalda gufupörfinni, en þær voru staðsettar austan Krummaskarðssprungunnar, þ.e. austan við virka svæðið í Kröflueldum. Nýtt tímabil í borunum stóð yfir árin 2006-2008. Boraðar voru þrjár holur, sem eru hugsaðar fyrir væntanlega Gufuaflsstöð.

Á mynd 2 er einskonar tímalína yfir framkvæmdir eftir að boranir í Bjarnarflagi hófust. Á myndinni er línurit þar sem nýting jarðhitagufu er sýnd á móti tíma og hvenær notendurnir hófu starfsemi.

Íðnaðarráðuneytið gerði samning við landeigendur Voga og Reykjahlíðar 1971 um nýtingu jarðhitasvæðisins frá Kröflu suður í Námafjall. Í samningnum skuldbatt ráðuneytið sig um að útvega landeigendum 24,5 L/s af heitu vatni gegn frjálsum umráða- og ráðstöfunarrétti á jarðhitanum í landi ofangreindra jarða. Vatnið var afhent ofan við byggð í Reykjahlíð. Sama ár var lögð hitaveita í íbúðahverfin við Mývatn og nærliggjandi bæi. Til að byrja með var gufu frá gufuskiljum Kísiliðjunnar beint inn á dreifikerfið, en það reyndist illa enda tærandi vatn með tilheyrandi vandamálum. Árið 1984

var reksturinn bættur til muna þegar lindarvatn frá Austaraselslindum var leitt í gegnum varmaskiptastöð og síðan inn á dreifikerfið.

Frá 1992 fram á daginn í dag hefur verið í skoðun að hálfu Landsvirkjunar frekari uppbygging í Bjarnarlagi og fór þá fljótlega af stað undirbúningur við mat á umhverfisáhrifum. Rannsóknarsagan var yfirfarin og staða þeirra metin, áætlanir voru gerðar um frekari rannsóknir þar sem á vantaði. Eftir langan umsagnarferil var endanleg skýrsla um mat á umhverfisáhrifum lögð fram í desember 2003. Úrskurður kom frá Skipulagsstofnun 2004, þar sem framkvæmdir um byggingu 90 MW_e gufuaflsstöðvar ásamt lagningu á rafstrengjum var heimiluð með ákveðnum skilyrðum.

Oft er fjallað um í annálum fyrr á öldum hve heilsusamleg brennisteinsgufan er og að nota meggi brennistein til lækninga. Á 16. öldinni kemur m.a. fram í Íslandslýsingu Odds Einarssonar biskups lýsing á jarðböðum við Jarðbaðshóla í Mývatnssveit, þar sem hlaðnir voru kofar úr grjóti yfir heitan sand og gufu. Í lýsingunni segir svo: „Hverjir þeir sem, sem leggjast vilja í sandinn, skilja því eftir klæði sín fyrir utan skálann, ganga naktir inn, koma sér fyrir í sandinum og ausa honum á sig allan. Við þetta verður smám saman mikið svitaútsreymi úr öllum líkamanum svo að maðurinn vöknar eins og í mátulega tempruðu baði, en skráþurr sandurinn dregur rakann til sín. Komið getur það fyrir, að þeim, sem inn fara, finnist hitinn ekki nægilegur. Til að ná æskilegum hita upp úr innri æðum jarðarinnar, nota menn þá staf eða litla spýtu og róta þannig upp jarðveginum og dreifa úr sandinum, einkum úr einu horni skálans, þar sem göng nokkur koma í ljós. Af þessu umróti stígur upp gnægð af mjög léttri gufu, áþekkri þunnum reyk, sem fyllir allan skálann þægilegum hita, og gerir það að verkum að sandurinn loðir við svitnandi og rakan líkamann má síðan auðveldlega þurrka burt, meira að segja hrinur hann af sjálfkrafa, eftir lítilsháttar kólnun. Þannig fæst í svitabaði þessu svo haganleg hreinsun allra ytri líkamshluta, að blátt áfram ekkert það, gert af mannahöndum hreinsar líkamann betur eða hefur jafn þægileg áhrif á hann. Og ekki nóg með það, að menn ná af sér samansöfnuðum óhreinindum; það þetta er einnig talið búa yfir einhverjum leyndum lækningamætti, sem lina sjúkleika manna. Fjölmargir á þessum slóðum fullyrða það nefnilega sem sannreynt, að þetta svitabað hafi allt frá fornu fari ekki aðeins læknað kláða og útbrot, heldur líka eytt mörgum öðrum sjúkdómum eða að minnsta kosti linað þá tíma og tíma.“ Í Riti Lærdómsfélagsins XV 1794, 190-192, er eftirfarandi frásögn: „Til lækninga brúkast einkanlega sá hreinsaði brennisteinn (Floris sulphuris) sem til er á apótekum, og líka við þær svokölluðu brennisteinsnámur. Af því brennisteinn lætur sig mjög torvelt uppleysa, hafa margir meint að hann innvortis brúkaður enga verkun gjörði; en reynslan sýnir, að brennisteinn tekinn inn...verkar opnun til baksins, og í minni skömmtum, með söltum og öðrum meðölum, eykur svita, þess vegna sýnir hann sig með hreinsuðum vínsteini, saltpéttri og þvítíku, kröftugan og nyttsamlegum í sjúkdómstilfellum af kulda og þar af orsökðu blóðhlaupi, í iktsýkisverkjum í liðum og lendum og svo fl. Einnig hjálpa brennisteinsblómstur við hósta af kulda, brjóstsjúkdómum, þá skarpir vessar af teptum svita, af inngengnum útslætti og fl. kasta sér fyrir brjóstið og á innnyflin, og þar með gjöra undirbúning til hroðahósta, uppdráttar og þess slags...

Af brennisteini og óvötnuðu kalki soðnu í vatni, gjörist það til að baða með og þerra skarpan kláða og annan útslætt sem étur um sig...Gufan af brenndum brennisteini (sem annars er kæfandi og skaðvæn fyrir lungun) brúkast mjög til að hreinsa og bæta fordjarfað loft, til að reykja hús og klæðnað, sem hafa tekið í sig dá af næmum sjúkdómum.“

Fleiri lýsingar eru til um lækningarmáttinn, en það sem best er vitað um af núlifandi eru jarðböðin. Á tuttugustu öldinni voru gufuböðin í Jarðbaðshólum og heita vatnið í gjánum mjög vinsælir baðstaðir heimamanna sem og ferðamanna. Umbrotin í Kröflueldum höfðu mikil áhrif í Mývatnssveitinni bæði jákvæð og neikvæð. Baðstaðurinn í Grjótagjá hitnaði verulega og var tímabundið ónothæfur. Aftur á móti hafði aukið gufustreymi í Jarðbaðshólum kveikt hugmyndina um að endurreisa gömlu jarðböðin. Stofnað var félag til þess að koma í framkvæmd því er síðar heitir Jarðböðin við Mývatn.

Önnur nýting heimamanna er vel kunn eins og gerð hverabrauðs (rúgbrauð) og kartöflurækt, sem nýtir varmann til að örva vöxtinn.

1.2 Yfirlit yfir mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar

Skipulagsstofnun birti úrskurð sinn um mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar þann 26. febrúar 2004. Þar er fallist á virkjunina með skilyrðum. Hér er gefið yfirlit um matsferlið og niðurstöðu þess og byggir sá texti á úrskurði Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum [4].

Landsvirkjun tilkynnti framkvæmdina til Skipulagsstofnunar þann 17. desember 2003. Kynningartími skýrslunnar var frá 24. desember 2003 til 4 febrúar 2004. Skýrslan lá frammi á opinberum stöðum og var jafnframt aðgengileg á vef Landsvirkjunar. Leitað var umsagnar Skútustaðahrepps, Byggða- stofnunar, Ferðamálaráðs Íslands, iðnaðar- og viðskiptaráðuneytisins, Orkustofnunar, Umhverfis- stofnunar og veiðimálastjóra. Á kynningartíma bárust fimm athugasemdir.

Í matsskýrslu Landsvirkjunar var lagt mat á jarðvarmavirkjun, allt að 90 MW_e [5]. Í matsskýrslu er kynnt 90 MW_e jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi, sem byggð skyldi í þremur 30 MW_e áföngum, og bygging 132 kV Bjarnarflagslínu frá virkjuninni að Kröflustöð.

Lagðir voru fram tveir möguleikar á staðsetningu virkjunar, kostir A og B til athugunar og úrskurðar Skipulagsstofnunar. Kostur A gerir ráð fyrir að virkjunin verði staðsett meðfram vesturhlíð Námafjalls sunnan Þjóðveggar og austan Krummaskarðsmisgengis. Kostur B gerir ráð fyrir að helstu mannvirki séu staðsett norðan við Þjóðveg og Kísiliðjuna. Skiljustöð og lokahús yrðu á svipuðum slóðum og skiljustöð 1 fyrir núverandi raforkuver í Bjarnarflagi.

Í mati á umhverfisáhrifum var fjallað um áhrif á eftirfarandi þætti: jarðhitakerfi og orkuforða, grunn- og yfirborðsvatn, landslag og jarðmyndanir, gróður, dýralíf, menningarminjar, landnotkun og skipulag, útivist og ferðamennsku, sjónræn áhrif, hljóðmengun og loftmengun. Fjallað var um áhrif Bjarnarflagslínu á landslag og jarðmyndanir, gróður og dýralíf, sjónræn áhrif, hættur og náttúruvá. Ekki er rýnt sérstaklega í niðurstöður mats á umhverfisáhrifum fyrir Bjarnarflagslínu í þessari skýrslu.

Úrskurðarorð Skipulagsstofnunar hljóða svo:

„Í samræmi við 11. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 hefur Skipulagsstofnun farið yfir þau gögn sem lögð voru fram samkvæmt 10. gr. sömu laga af hálfu framkvæmdaraðila við tilkynningu ásamt umsögnum, athugasemdum og svörum framkvæmdaraðila við þeim.

Með vísun til niðurstöðu Skipulagsstofnunar sem gerð er grein fyrir í 5. kafla þessa úrskurðar er fallist á fyrirhugaða 90 MW_e jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi og byggingu 132 kV Bjarnarflagslínu frá virkjuninni að Kröflustöð í Skútustaðahreppi með eftirtöldum skilyrðum.

- 1. Landsvirkjun standi fyrir því rekstrareftirliti og vöktun sem fjallað er um í kafla 4.1 í þessum úrskurði. Þannig þarf m.a. að fylgjast með niðurdrætti og hitabreytingum í jarðhitakerfinu, suðu í bergi, minnkun rennslis frá borholum og breytingum á efnainnihaldi borholuvökva.*
- 2. Landsvirkjun standi fyrir því svæðiseftirliti og vöktun sem fjallað er um í kafla 4.1 í þessum úrskurði og varðar breytingar á jarðhitasvæðinu og nánasta umhverfi þess vegna vinnslunnar. Það felst m.a. í athugunum á efnainnihaldi í hverum og gufuaugum nálægt vinnslu- svæðinu, mælingum á hita í jarðvegi, vöktun hveravirkni á Hverarönd, landhæðar- og þyngdarmælingum, skjálftamælingum og gas- mælingum á svæðinu. Einnig þarf að kortleggja virkan jarðhita.*
- 3. Landsvirkjun fylgist með hvort jarðhitavinnslan hafi áhrif á efnainnihald og streymi volgs grunnvatns til Mývatns með efnagreiningum og mælingum á hitastigi og vatnsborði í borholum og gjám. Ef svo reynist þarf að grípa til mótvægisáðgerða sbr. kafli 5.2.2 í þessum úrskurði.“*
[4, p. 37]

Almennt séð er samkvæmt upplýsingum Landsvirkjunar ekki um breytingu að ræða á fyrirkomulagi Bjarnarflagsvirkjunar eins og henni var lýst í mati á umhverfisáhrifum, nema hvað varðar áfanga-skiptingu. Í mati á umhverfisáhrifum kemur fram að Landsvirkjun hyggist reisa virkjunina í tveimur til þremur áföngum og mun ákvörðun um hvern áfanga einkum ráðast af þörfum markaðarins. Núverandi áform eru þau að byggja fyrst 45 MW_e virkjun. Samkvæmt upplýsingum frá Landsvirkjun hefur fyrirtækið borað þrjár öflugar holur sem samtals afkasta um 30-35 MW frá því að úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir. Umfangsmiklar blástursprófanir á þessum nýju holum, auk vinnslusögu eldri hola, hafa staðfest að svæðið stendur vel undir 45 MW vinnslu, nokkuð sem lá ekki fyrir árið 2003. Ekki verður tekin ákvörðun um viðbótar uppbyggingu fyrr en reynsla af 45 MW_e áfanganum liggur fyrir. Þessi breytta áhersla í uppbyggingu gerir fyrirtækinu kleift að öðlast betri þekkingu á svæðinu og áhrifum frá rekstrinum, sem minnka ætti óvissu varðandi umhverfisáhrif af fullbyggðri virkjun og auka möguleika til viðbragða byggt á þeirri þekkingu.

1.3 Tilgangur og markmið

Í 1. mgr. 12 gr. laga um mat á umhverfisáhrifum segir að ef framkvæmdir hefjast ekki innan tíu ára frá því að álit Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum liggur fyrir skal viðkomandi leyfisveitandi óska ákvörðunar Skipulagsstofnunar um hvort endurskoða þurfi að hluta eða í heild matsskýrslu framkvæmdaraðila áður en leyfi til framkvæmda er veitt. Samkvæmt 2. mgr. sömu lagagreinar getur Skipulagsstofnun ákveðið að endurskoða skuli matsskýrslu framkvæmdaraðila ef forsendur hafa breyst verulega frá því að álit (úrskurður) lá fyrir, svo sem vegna breytinga á náttúrufari eða landnotkun á áhrifasvæði framkvæmdarinnar, breytinga á löggjöf um umhverfismál, breytinga á alþjóðlegum skuldbindingum eða vegna tækniþróunar varðandi framkvæmdina. Verði niðurstaðan sú að endurskoða skuli matsskýrslu að hluta eða í heild skal fara með málið samkvæmt hefðbundnu matsferli.

Nú eru liðin rúm níu ár frá úrskurði Skipulagsstofnunar um framkvæmdina. Ábendingar hafa komið fram um að forsendur mats á umhverfisáhrifum fyrir virkjunina hafi breyst. Því telur Landsvirkjun ástæðu til þess að yfirfara mat á umhverfisáhrifum fyrir Bjarnarflagsvirkjun með tilliti til 1. og 2. mgr. í 12. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum og hefur Landsvirkjun því óskað eftir því við EFLU verkfræðistofu að vinna slíka úttekt.

Markmið þess verkefnis er að fjalla um/greina eftirtalin atriði:

- Hvaða rannsóknir, vöktun, eftirlit og þróunarvinna hefur farið fram á vegum Landsvirkjunar frá því að úrskurður vegna Bjarnarflags lá fyrir.
- Að túlka og rýna rannsóknar- og þróunarvinnu með tilliti til breytinga í lagaumhverfi, nýrrar þekkingar eða tækni, sem og viðhorfa sem komið hafa fram á síðasta áratug.
- Byggt á rýni á fyrirliggjandi gögnum og með tilliti til nýrra upplýsinga verður lagt mat á hvort tilefni sé til þess að skoða hluta eða heild af MÁU fyrir Bjarnarflag aftur.
- Rýna vöktunaráætlun fyrir verkefnið og leita að tækifærum til úrbóta

Niðurstöðurnar verða teknar saman í skýrslu.

1.4 Gögn og aðferðir

Verkefnið var unnið af starfsmönnum verkfræðistofunnar EFLU. Í upphafi var fundað með starfsmönnum Landsvirkjunar og farið yfir þau gögn og rannsóknarskýrslur sem til eru vegna verkefnisins. Landsvirkjun á töluvert magn gagna um svæðið. Í greiningu á viðkomandi þætti er gefið yfirlit yfir þau gögn sem lögð eru til grundvallar.

Að greiningunni komu eftirfarandi sérfræðingar:

- Eva Yngvadóttir, efnaverkfræðingur M.Sc.
- Heimir Hjartarson, vélaverkfræðingur M.Sc.
- Helga J. Bjarnadóttir, efna og umhverfisverkfræðingur M.Sc.
- Ólafur Árnason, umhverfis- og landfræðingur M.Sc.
- Ólafur Daníelsson, hljóðverkfræðingur M.Sc.
- Páll Höskuldsson, efnafræðingur og efnaverkfræðingur, M.Sc.

- Rúnar Magnússon, orkuverkfræðingur M.Sc.
- Smári Guðfinnsson, véla- og orkutæknifræðingur B.Sc.

1.5 Uppbygging skýrslunnar

Í köflum 2 til 7 er fjallað um hvern einstakan umhverfispátt, þ.e. loftgæði, hljóðvist, vatnsgæði, skipulagsmál og landnotkun, aðra umhverfispætti og áhrif niðurdælingar á skjálftavirkni. Hverjum kafla er skipt upp á sama máta. Fyrst er gefið yfirlit yfir niðurstöðu matsskýrslu og úrskurð Skipulagsstofnunar frá 2004. Því næst er gefið yfirlit yfir ný gögn sem liggja fyrir frá því að Skipulagsstofnun kvað upp úrskurð sinn. Næst er gerð greining á helstu breytingum sem orðið hafa frá því að mati á umhverfisáhrifum lauk, þ.e. á yfirlit yfir breytingar á grunnástandi, lagaramma og viðhorfum til viðkomandi umhverfispáttar. Að síðustu er gefin niðurstaða fyrir hvern umhverfispátt. Í kafla 8 er að finna niðurstöður rýni á aðgerða- og vöktunaráætlun sem Mannvit-Verkís gerði fyrir svæðið árið 2012. Í kafla 9 eru svo gefnar heildarniðurstöður greiningarinnar.

2 LOFTGÆÐI

2.1 Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004

Helstu niðurstöður í matsskýrslu Landsvirkjunar vegna áhrifa á loftgæði eru:

- Útstreymi H_2S eykst og brennisteinn fellur út, sem hefur óveruleg áhrif á jarðveg.
- Útstreymi CO_2 eykst án verulegra áhrifa á heildarútstreymi gróðurhúsalofttegunda frá Íslandi

Ekki er talin þörf á mótvægisáðgerðum vegna áhrifa á loftgæði skv. mati á umhverfisáhrifum frá 2004.

Áætlað útstreymi jarðhitaloftertegunda m.v. grunnástand er gefið í töflu 1. Meðtalið er áætlað náttúrulegt útstreymi um gufuaugu, losun núverandi 3 MW_e jarðvarmaraforkuvers sem og þáverandi kísiliðju sem hætt hefur starfsemi.

Tafla 1 Áætlað útstreymi koltvíoxíðs og brennisteinsvetnis (t/ár) við Námafjall við grunnástand mats á umhverfisáhrifum (byggt á töflu 9.4 í mati á umhverfisáhrifum).

	Náttúrulegt útstreymi um gufuaugu	Núverandi 3MW _e raforkuver og kísiliðjan	Samtals
CO ₂ (t)	2.000	2.200	4.200
H ₂ S(t)	500	1.050	1.550
Gróðurhúsalofttegundir CO ₂ – ígildi (t)	2.000	2.200	4.200

Á framkvæmdatíma eru hugsanleg áhrif á loftgæði helst vegna upphleypinga borhola þar sem losun jarðhitaloftertegunda eykst. Einnig eru hugsanleg áhrif vegna dreifingar á vatnsúða yfir næsta nágrenni sem getur haft áhrif á jarðveg, gróður og mannvirki.

Áætlað náttúrulegt útstreymi um gufuaugu og útblástur við virkjun í mati á umhverfisáhrifum er gefið í töflu 2. Tekið er fram þar að þessa áætlun verði að taka með fyrirvara því reikna meggi með að náttúrulegt útstreymi (gufuaugu) aukist þegar virkjað er.

Tafla 2 Áætlað útstreymi koltvíoxíðs og brennisteinsvetnis (t/ár) við Námafjall eftir að virkjun er komin í fulla stærð, 90 MW_e (byggt á töflu 9.4 í mati á umhverfisáhrifum).

	Náttúrulegt útstreymi um gufuaugu	90 MW _e virkjun	Samtals
CO ₂ (t)	2.000	19.200	21.200
H ₂ S(t)	500	8.700	9.200
Gróðurhúsalofttegundir CO ₂ – ígildi (t)	2.000	21.300	23.300

Einnig er farið yfir snefilefni sem berast með jarðhitavökvanum s.s. kvikasilfur (Hg), ammoníak (NH₃), radon (Rn) og bór (B). Styrkur þessara efna er lítill og því hafa þau óveruleg áhrif á loftgæði en þarf að vakta.

Varðandi tæringu járn og kopars þá er vísað í rannsókn þar sem niðurstöður gáfu vísbendingu um að tæring minnki hratt þegar fjær dregur virkjuninni [6]. Ál tærist hins vegar minna eins og búast má við. Ekki eru til haldbær gögn um hve hratt dregur úr tæringu með fjarlægð né heldur samanburður á tæringu nálægt jarðhitasvæðum við tæringu á öðrum svæðum.

Í úrskurði Skipulagstofnunar um mat á umhverfisáhrifum frá 26. febrúar 2004 kemur fram að nauðsynlegt er með reglubundnu eftirliti að vakta svæðið og nágrenni þess með gasmælingum. Vöktunin nýtist til að leggja mat á dreifingu og hugsanlega þörf fyrir mótvægisáðgerðir síðar meir. Í niðurstöðu Skipulagstofnunar um loftgæði er ekki reiknað með að aukin losun hafi veruleg áhrif á loftgæði en að dreifing geti aukist og brennisteinsvetnislykt fundist víðar en áður. Nánari ákvörðun um

vöktun brennisteinsvetnis og mótvægisaðgerða vegna losunar gróðurhúsalofttegunda er í höndum iðnaðar- og viðskiptaráðuneytis¹ [4].

2.2 Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir

Yfirlit yfir rannsóknir og vöktun

Helstu gögn sem skoðuð voru við yfirferðina eru eftirfarandi:

- [7] Skýrsla unnin af Verkfræðistofunni Vatnaskilum fyrir Þeistareyki ehf. og Landsvirkjun um dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá jarðvarmavirkjunum á Norðausturlandi, útgefin í febrúar 2010.
- [8] Minnisblað unnið af Verkfræðistofunni Vatnaskilum um styrk brennisteinsvetnis frá virkjunum á Norðausturlandi og samanburður við reglugerðarmörk, útgefið 13. september 2010.
- [9] Skýrsla unnin af Mannviti fyrir Landsvirkjun um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti í Reykjahlíð og úrvinnslu mælinga frá 10. febrúar 2011 til 9. maí 2012, útgefin í september 2012.
- [10] Grein í GRC Transactions um hagkvæmisathugun sem Trimeric Corporation vann fyrir Landsvirkjun á hagkvæmni mögulegra mótvægisaðgerða vegna útblásturs brennisteinsvetnis frá fyrirhugaðri Bjarnaflagsvirkjun, útgefin 2012.
- [11] Minnisblað unnið af Verkfræðistofunni Vatnaskilum um greiningu á dreifingu brennisteinsvetnis frá 45 MW_e virkjun í Bjarnaflagi, útgefið 10. janúar 2013.
- [12] Skýrsla um verkefnisáætlun SulFix um förgun brennisteinsvetnis frá jarðgufuvirkjunum, útgefinn 20. febrúar 2013.
- [13] Skýrsla unnin af Mannviti um hermun valdra hreinsiaðferða vegna brennisteinsvetnis útblásturs jarðvarmavirkjana fyrir samstarfsnefnd um hreinsun brennisteinsvetnis, útgefin 22. febrúar 2013.
- [14] Skýrsla unnin af ÍSOR um gasflæðimælingar um yfirborð í Námafjalli sumarið 2010.

Eftir að úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir hafa verið gerðar dreifispár fyrir brennisteinsvetni með mismunandi forsendum, mælingar á brennisteinsvetni framkvæmdar í Reykjahlíð ásamt úrvinnslu á þeim. Einnig hafa verið gerðar greiningar á hagkvæmum mótvægisaðgerðum vegna brennisteinsvetnis mengunar ásamt því að mælingar á jarðhitaloftertegundum í gufu hafa farið fram. Farið er yfir þessar rannsóknir og vöktun.

Árið 2010 gerði Verkfræðistofan Vatnaskil dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni fyrir Bjarnaflagsvirkjun ásamt núverandi virkjun í Kröflu og væntanlegum virkjunum á Norðausturlandi [7]. Í þeirri skýrslu voru tekin fyrir 15 mismunandi tilvik fyrir fyrirhugaða 90 MW_e Bjarnaflagsvirkjun ásamt núverandi Kröfluvirkjun og öðrum fyrirhuguðum jarðvarmavirkjunum á Norðausturlandi með og án hreinsunar á brennisteinsvetni úr útblæstri. Við gerð þessarar skýrslu lágu ekki fyrir takmörk á brennisteinsvetnis mengun í íslenskri mengunarvarnarreglugerð. Reiknaður var meðalstyrkur brennisteinsvetnis og líkur metnar á að styrkurinn væri undir klukkustundar meðalstyrk 7 µg/m³ (lyktarmörk²) og 42 µg/m³ (ópægingdamörk³) og undir sólarhringsmeðalstyrk 150 µg/m³ (heilsuverndarmörk

¹ Nú Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið.

² Lyktarmörk skilgreind sem sá styrkur sem helmingur fólk finnur einhverja lykt en fæstir bera þá kennsl á lyktina sem brennisteinslykt, klukkustundar meðaltalsstyrkur undir 7 µg/m³. [7].

³ Ópægingdamörk skilgreind sem sá styrkur sem 80% fólks ber kennsl á brennisteinslykt, klukkustundar meðaltalsstyrkur 42 µg/m³. [7]

Alþjóðaheilbrigðismálastofnunarinnar⁴). Í þeirri greiningu var reiknað með að útblástur fyrirhugaðrar Bjarnaflagsvirkjunar yrði 7.947 tonn af brennisteinsvetni á ári. Niðurstöður greiningarinnar fyrir raunástand á þeim tíma voru ekki sannreyndar með mælingum. Engar samfelldar mælingar voru til þegar greiningin var framkvæmd en til voru punktmælingar sem Orkustofnun gerði [5]. Verkfræðistofan Vatnaskil vann síðan í framhaldi af þessari skýrslu frekari úrvinnslu á útreikningunum þar sem styrkur brennisteinsvetnis var borinn saman við reglugerðarmörk í reglugerð nr. 514/2010 [8]. Fyrir tilvik 4 í greiningunni án hreinsunar, þ.e. dreifingarspá fyrir fyrirhugaða 90 MW_e Bjarnaflagsvirkjun og núverandi 60 MW_e Kröfluvirkjun, bentu niðurstöður greiningarinnar til þess að það tilvik uppfyllti ekki heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti, þ.e. ársmeðaltal brennisteinsvetnis undir 5 µg/m³ og dagleg hlaupandi 24-stunda meðaltal undir 50 µg/m³.

Í deiliskipulagi er fjallað um áhrif Bjarnaflagsvirkjunar á loftgæði og þar segir að áhrif virkjunarinnar á loftgæði verða neikvæð ef styrkur brennisteinsvetnis fer upp fyrir heilsuverndarmörk, skv. reglugerð nr. 514/2010. Gert er ráð fyrir að settur verði mælir við Reykjahlíð sem mæli styrk brennisteinsvetnis í lofti. Fari styrkur brennisteinsvetnis yfir heilsuverndarmörk skal gripið til frekari aðgerða til að lækka útblástur lofttegundarinnar. Í umsögn Umhverfistofnunarinnar er bent á að fyrirliggjandi gögn, þ.e. dreifingarspá, bendi til þess að viðmiðunarmörk verði ekki uppfyllt skv. reglugerð nr. 514/2010 og þá þurfi að hreinsa brennisteinsvetni úr útblæstri virkjunar strax frá gangsetningu.

Landsvirkjun hefur sett upp H₂S mæli í Reykjahlíð til að geta metið áhrif virkjunar á loftgæði. Gefin hefur verið út skýrsla um úrvinnslu mælinga á styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti í Reykjahlíð, unnin af Mannviti 2012 [9]. Í þeirri skýrslu voru teknar saman mælingar á styrk brennisteinsvetnis í Reykjahlíð frá 10. febrúar 2011 til 9 maí 2012. Á meðan þessar mælingar voru gerðar, þ.e. frá því í febrúar 2011 fram í miðjan mars 2012 var borhola BJ-14, sem er í Bjarnarflagi, í blæstri. Blástur hennar ásamt holu BJ-13 samsvaraði um 26 MW_e raforkuvinnslu og gaslosun ætti því að vera 50-60% af fyrirhuguðum fyrri 45 MW_e áfanga Bjarnaflagsvirkjunar. Hinsvegar er sá fyrirvari settur við þennan samanburð að þó magnið sé sambærilegt þá er losun brennisteinsvetnis frá borholu í blæstri og frá kæliturni jarðvarmavirkjunar ekki sambærilegt ferli eðlislega. Niðurstöður úrvinnslunnar sýna að skilyrði reglugerðar nr. 514/2010 um heilsuverndarmörk eru uppfyllt fyrir þetta tímabil. Ársmeðaltal fyrir styrk brennisteinsvetnis reiknaðist 2,5 µg/m³ og hæsta 24 klst. hlaupandi meðaltal reiknaðist 36 µg/m³ þann 30. september 2011. Aðrar niðurstöður eru:

- Hækkaður styrkur mælist í austanátt, þegar vindur stendur frá Bjarnarflagsstöð.
- Vindhraði yfir 2 m/s hefur áhrif til lækkunar á styrk brennisteinsvetnis.
- Styrkur brennisteinsvetnis er háður útihitastigi, eykst mjög í köldu veðri en afgerandi lækkun á styrk kemur fram þegar hiti er yfir 10°C.
- Meðalstyrkur brennisteinsvetnis er hæstur á síðustu 4 mánuðum ársins.
- Vindrósir eru mismunandi milli árshluta.

Skýrsluhöfundar taka fram að æskilegt sé að hafa fleiri mælingar á lofthita og vindi þegar styrkur brennisteinsvetnis er borinn saman við veðurfar.

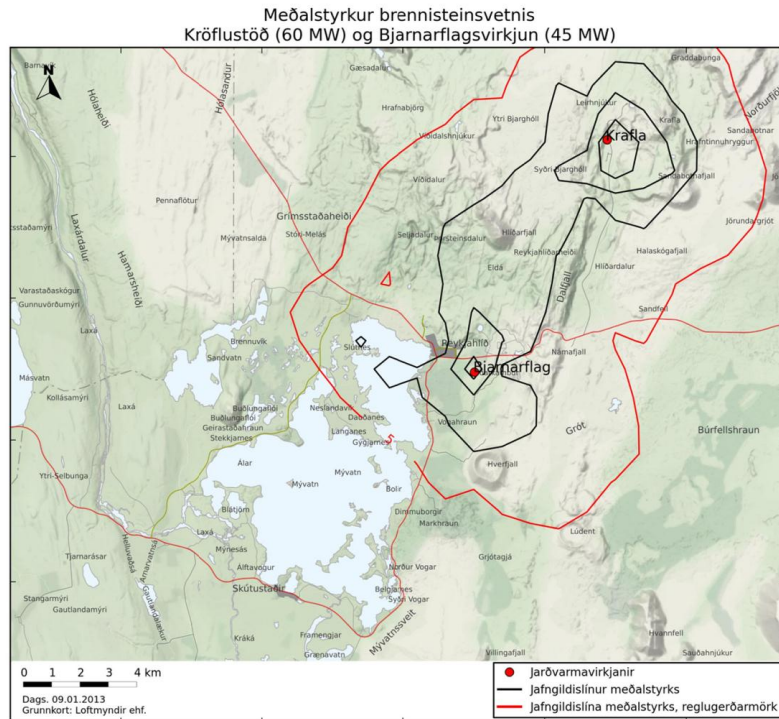
Vatnaskil gerði dreifispá, sem útgefin er 10. janúar 2013, á brennisteinsvetni frá 45 MW_e virkjun í Bjarnarflagi og núverandi 60 MW_e Kröfluvirkjun [11]. Í greiningunni var reiknað með að losun brennisteinsvetnis frá Bjarnarflagsvirkjun sé 2.745 tonn á ári hleypt upp um einn kæliturn. Á mynd 3 og 4 eru birtar niðurstöður þessarar greiningar. Niðurstöður greiningarinnar m.v. þær forsendur sem þar eru settar fram benda til þess að án mótvægisáðgerða muni kröfur reglugerðar nr. 514/2010 ekki verða uppfylltar varðandi heilsuverndarmörk þar sem bæði hámark daglegra hlaupandi 24 klst. meðaltala og ársmeðaltalið fer yfir leyfilegan styrk brennisteinsvetnis í Reykjahlíð. Í Reykjahlíð fer

⁴ Heilsuverndarmörk skilgreind í þessari skýrslu þau sömu og Alþjóðaheilbrigðismálastofnunin (World Health Organization) hefur sett sem viðmið, sólarhingsmeðaltal undir 150 µg/m³. [53].

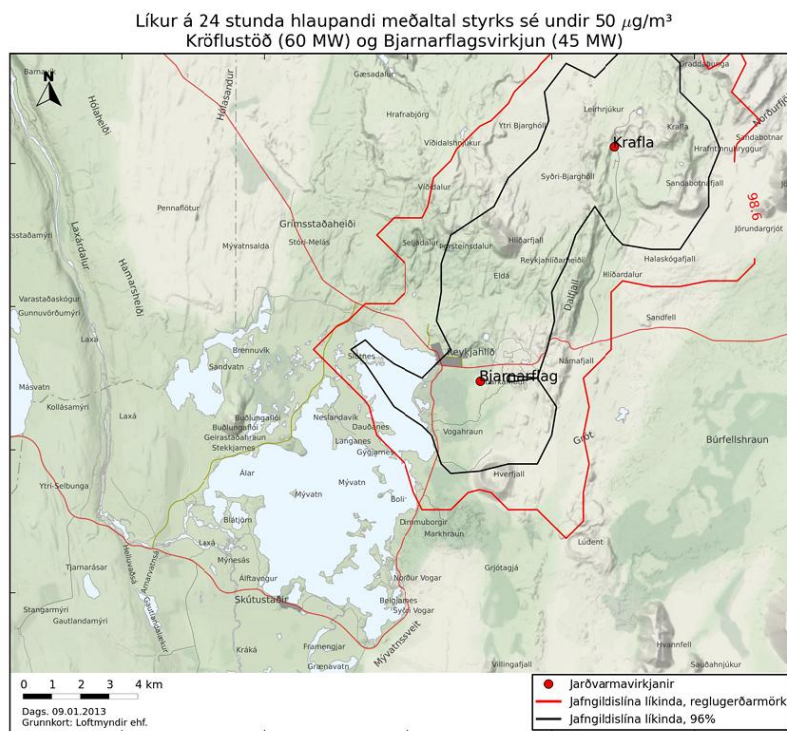
ársmeðaltalsstyrkur brennisteinsvetnis í greiningunni yfir $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og 4% líkur eru á að styrkur brennisteinsvetnis fyrir hlaupandi 24 klst. meðaltal fari yfir heilsuverndarmörk. Hugsanlega hefði einnig mátt uppfæra greiningu fyrir núverandi ástandi með hliðsjón af þeim samfelldu mælingum sem farið hafa fram á svæðinu. Með því móti mætti sannreyna líkanið m.v. þær mælingar sem til eru á svæðinu. Samkvæmt upplýsingum frá Landsvirkjun stendur þessi vinna yfir en niðurstöður liggja enn ekki fyrir. .

Gerð hefur verið hagkvæmnisathugun á mögulegum leiðum til förgunar á brennisteinsvetni úr útblæstri fyrirhugaðrar Bjarnarflagsvirkjunar sem kynnt var á árlegri ráðstefnu GRC (Geothermal Resource Council) um jarðhita, haustið 2011, og grein birt í GRC Transactions [10]. Niðurstöður hennar eru að hagkvæmasti kosturinn fyrir hreinsun brennisteinsvetnis úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar er að leysa það upp í vatni og dæla aftur niður í jarðhitageyminn. Árið 2012 hófu orkufyrirtækin þrjú sem nýta háhitasvæði til raforkuframleiðslu, þ.e. Orkuveita Reykjavíkur, Landsvirkjun og HS Orka, formlegt samstarf um að taka sameiginlega á því að uppfylla kröfur reglugerðar nr. 514/2010. Skipaður hefur verið sameiginlegur stýrihópur fyrirtækjanna og hefur hann sett fram verkefnisáætlun um förgun brennisteinsvetnis frá jarðgufuvirkjunum [12]. Þar er reiknað með að unnið verði áfram með þá þróunarvinnu sem Orkuveita Reykjavíkur hefur staðið að og unnið að þróun í áföngum. Áætlað er að fullnaðarlausn til hreinsunar brennisteinsvetnis frá öllum vélum Hellisheiðarvirkjunar verði tilbúinn á fyrrihluta árs 2020 og förgun með niðurdælingu hafin. Gróf kostnaðaráætlun fyrir hreinsun á 90 MW_e gerir ráð fyrir að stofnkostnaður verði um 1.250 m.kr. og rekstrarkostnaður áætlaður 100 m.kr. á ári.

Í tengslum við samstarf orkufyrirtækjanna um hreinsun brennisteinsvetnis hefur einnig komið út skýrsla um hermun valinna hreinsiaðferða sem gerð var af Mannviti, útgefin 22. febrúar 2013 [13]. Í skýrslunni eru þrjár aðferðir við niðurdælingu brennisteinsvetnis skoðaðar og bornar saman. Í greiningunni er miðað við samsetningu gass frá einni 45 MW_e vélasamstæðu á Hellisheiði (gasflæði 0,4 kg/s) og annarri 45 MW_e í Bjarnarflagi (gasflæði 0,2 kg/s). Skoðaðir eru kostir og gallar og mat lagt á hæfni þriggja mismunandi aðferða við að binda gastegundir í vatni, pípulausn, þvottaturn og amínkerfi. Niðurstaðan er að sú að allar aðferðir koma til greina en velja þarf aðferð í samræmi við hversu mikið af brennisteinsvetni á að ná úr útblæstrinum og er mælt með síðustu tveimur aðferðunum þ.e. þvottaturni og amínkerfi. Höfundar skýrslunnar benda á í því sambandi að það skiptir máli að svara því hve mikið magn af brennisteinsvetni þarf að hreinsa úr útblæstri jarðvarmavirkjana til að ekki verði farið yfir heilsuverndarmörk fyrir utan þynningarsvæði skv. reglugerð nr. 514/2010. Einnig benda þeir á að frekari rannsókn sé þörf til að ákvarða hvert hlutfall koltvíoxíðs má vera með brennisteinsvetninu í niðurdælingu til að skapa ekki vandræði í því ferli og er það verk jarðefnafræðinga orkufyrirtækjanna að svara því.



Mynd 3 Mynd úr minnisblaði Verkfræðistofu Vatnaskila [11]. Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis í nágrenni við Mývatn. Rauð jafngildislína svarar til $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ meðalstyrks. Svartar jafngildislínur innan hennar svara til 10, 20 og $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Mynd 4 Mynd úr minnisblaði Verkfræðistofu Vatnaskila [11]. Líkur á að 24 klst. hlaupandi meðaltalstyrks sé undir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rauð jafngildislína sýnir 98,6% líkur, en svört jafngildislína 96% líkur.

2.3 Yfirlit yfir breytingar á forsendum frá ákvörðun Skipulagsstofnunar

Mat á breytingum á grunnástandi

Grunnástand hefur breyst frá útgáfu MÁU að því leyti að Kísiliðjan hf. hefur hætt rekstri og því er losun á jarðhitaloftegundum minni en tilgreint var sem grunnástand samkvæmt mati á umhverfisáhrifum.

Yfirferð á breytingum á lögum og reglugerðum, kröfum og alþjóðaskuldbindingum

Þann 1. júní 2010 tók gildi reglugerð um styrk brennisteinsvetnis (H_2S) í andrúmslofti, nr. 514/2010. Viðmiðunarmörk reglugerðarinnar eru sýnd í töflu 3.

Tafla 3 Umhverfismörk fyrir brennisteinsvetni skv. reglugerð nr. 514/2010.

Umhverfismörk	Viðmiðunartími	Mörk [$\mu g/m^3$]	Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega	Gildir frá
Heilsuverndarmörk	Hámark daglegra hlaupandi 24-stunda meðaltala	50	5	Gildistöku reglugerðar
Heilsuverndarmörk	Hámark daglegra hlaupandi 24-stunda meðaltala	50	0	1. júlí 2014
Heilsuverndarmörk	Ár	5	0	

Í reglugerðinni er kveðið á um að 24-stunda hlaupandi meðaltal megi ekki fara yfir $50 \mu g/m^3$ utan þynningarsvæðis nema í 5 skipti á ári fram til 1. júlí 2014. Eftir það er ekki leyfilegt að fara yfir framangreind mörk. Í reglugerðinni er einnig kveðið á um tilkynningarskyldu ef farið er yfir framangreind mörk og þarf viðkomandi heilbrigðisnefnd að sjá um að almenningi séu veittar upplýsingar ef styrkur brennisteinsvetnis mælist yfir $150 \mu g/m^3$ samfelt í 3 klst. Eftir 1. júlí 2014 lækka tilkynningarmörk heilbrigðisnefnda í $50 \mu g/m^3$. Einnig eru sett heilsuverndarmörk í reglugerðinni um að ársmeðaltal af styrk brennisteinsvetnis fyrir utan þynningarsvæði megi ekki fara yfir $5 \mu g/m^3$. Til samanburðar eru viðmiðunarmörk sem Alþjóðaheilbrigðismálastofnunin (World Health Organization, WHO) hefur lagt til $150 \mu g/m^3$ að meðaltali yfir 24 klst. Í viðmiðum Alþjóðaheilbrigðismálastofnunarinnar er þess einnig getið að til þess að koma í veg fyrir verulegar kvartanir frá íbúum út af óþægindum vegna lyktar á áhrifasvæði brennisteinsvetnis ætti styrkur þess ekki að vera hærri en $7 \mu g/m^3$ fyrir 30-mínútna meðaltals tímabil [15].

Ísland er aðili að rammasamningi Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar, en samningurinn hefur það meginmarkmið að halda styrk gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu af manna völdum innan þeirra marka sem valdið geta röskun á loftlagskerfinu. Með samningnum skuldbinda aðildarríki sig til þess að grípa til aðgerða til þess að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og að auka bindingu kol-efnis. Árið 2005 tók gildi Kyoto bókunin sem er bókun við rammasamninginn. Samkvæmt samningnum fékk Ísland leyfi til að auka losun gróðurhúsalofttegunda um 10% frá árinu 1990. Útstreymisbókhald skal haldið og gefið út árlega þar sem m.a. er skráð útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá jarðvarma-virkjunum. Heildarmagn gróðurhúsalofttegunda frá jarðvarmavirkjunum fyrir árið 2011 samsvaraði 4% af heildarlosun Íslands.

Reglugerð nr. 990/2008 um útstreymisbókhald: Þann 13. október 2008 tók gildi reglugerð um útstreymisbókhald. Fyrirtækjum sem falla undir I. viðauka í reglugerð (EB) nr. 166/2006 ber að skila til Umhverfisstofnunar upplýsingum um losun mengandi efna frá hverri starfsstöð fyrirtækisins, þar sem losun efna frá starfsstöðinni er yfir þeim mörkum sem tilgreind eru í II. viðauka í reglugerð (EB) nr. 166/2006. Reglugerðin nær ekki til jarðvarmavirkjana þrátt fyrir að töluverð losun sé á CO_2 frá jarðvarmavirkjunum.

Lög nr. 70/2012 um loftlagsmál: Þann 29. júní 2012 voru sett lög nr. 70/2012 um loftlagsmál. Markmið laganna er að:

- Draga úr losun gróðurhúsalofttegunda með hagkvæmum og skilvirkum hætti.
- Auka bindingu kolefnis úr andrúmslofti.
- Stuðla að aðlögun að afleiðingum loftslagsbreytinga.
- Skapa skilyrði fyrir stjórnvöld til þess að standa við alþjóðlegar skuldbindingar Íslands í loftslagsmálum.

Í losunarbókhald Íslands eru gefnar upplýsingar um losun frá jarðvarma, skv. gr. 6 í lögnum. Viðskiptakerfi ESB um losunarheimildir á ekki við um jarðvarmavirkjanir.

Breytingar á vitneskju um hvern umhverfisþátt og umfjöllun m.t.t. breyttra viðhorfa almennings

Á þeim tíma þegar mat á umhverfisáhrifum var gefið út hafði fólk almennt ekki áhyggjur af brennisteinsvetnismengun frá jarðvarmavirkjunum. Við ákveðin veðurskilyrði hefur brennisteinsvetnislykt fundist í austurluta höfuðborgarsvæðisins allt frá því að Nesjavallavirkjun var tekinn í gagnið. Eftir gangsetningu Hellisheiðarvirkjunar árið 2006 fór umræða af stað um lykt vegna brennisteinsvetnis og meira fór að bera á kvörtunum vegna þessa. Orkuveita Reykjavíkur breytti hinsvegar fljótlega um losunaraðferð á útblæstri, fór frá því að losa útblástur um háfa yfir í losun yfir víftum kæliturnum, sem veldur meiri þynningu og fækkaði kvörtunum í kjölfarið [12]. Ljóst er að í kjölfar umræðna hefur vitneskja og ótti almennings á brennisteinsvetnismengun aukist umtalsvert og borið hefur á kröfum frá almenningi um hreinsun á H₂S úr útblæstri jarðvarmaorkuvera.

Rannsóknir á tengslum lágs styrks brennisteinsvetnis og heilsu fólks hafa sýnt lítil eða engin tengsl og ber niðurstöðum ekki saman um áhrif. Tvær íslenskar tölfraðilegar rannsóknir hafa verið nýlega verið framkvæmdar á þessu sviði þar sem mæld loftgæði voru borin saman við kaup á lyfjum. Sú fyrri rannsakaði tengsl milli styrks helstu þátta umhverfismengunar í andrúmslofti á höfuðborgarsvæðinu þ.e. brennisteinsvetni (H₂S), svifryk (PM₁₀), köfnunarefnisdíoxíð (NO₂) og óson (O₃) og ávísun á astmalyf. Niðurstaða þessarar rannsóknar varðandi brennisteinsvetni var að veik tengsl eru á milli hækkunar á styrk brennisteinsvetnis og keyþra astmalyfja, þ.e. aukning var í sölu um 2% þrjá til fimm daga eftir hver 10 µg/m³ aukningu í styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti [16]. Höfundar taka hins vegar fram að frekari rannsókna er þörf til að staðfesta þessa niðurstöðu og til að útiloka aðra áhrifaþætti. Önnur nýrri rannsókn á tengslum astma og lágs styrks brennisteinsvetnis var framkvæmd í Rotoru á Nýja Sjálandi. Þar var fylgst með 1.637 fullorðnum einstaklingum frá árinu 2008 til 2010 og meðal umhverfisstyrkur brennisteinsvetnis áætlaður með mælingum heima hjá einstaklingunum og á vinnustað þeirra. Niðurstaða þessarar rannsóknar var að engar vísbendingar eru um tengsl milli brennisteinsvetnis og aukinnar áhættu á astma. Vísbendingar eru hins vegar um minni áhættu á greiningu astma og astmaeinkenna þar sem styrkur brennisteinsvetnis er hærri [17]. Höfundar taka fram að frekari rannsókna sé þörf.

Seinni íslenska tölfraði rannsóknin kannaði tengsl milli helstu þátta umhverfismengunar á höfuðborgarsvæðinu og keyþra lyfja vegna sjúkdómsins hjartaöng [18]. Niðurstaða þeirrar rannsóknar sýndi að það væru marktæk tengsl á milli aukningar á styrk köfnunarefnisdíoxíðs og ósons og sölu lyfja við hjartaöng en ekki mátti greina marktæk tengsl við styrk brennisteinsvetnis. Hins vegar veldur hækkun á styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti tölfraðilegum sammögnunaráhrifum fyrir köfnunarefnisdíoxíð og óson. Meiri líkur eru á að leyst séu út lyf vegna hjartaangar þegar einstaklingar verða fyrir áhrifum þessara mengunarefna ásamt brennisteinsvetni, aukning um 2 prósentustig fyrir köfnunarefnisdíoxíð og 2,2 prósentustig fyrir óson. Höfundar benda einnig á að rannsaka þurfi frekar tengsl brennisteinsvetnis og sölu á lyfjum við hjartaöng.

2.4 Niðurstöður fyrir loftgæði

Í mati á umhverfisáhrifum frá 2004 er niðurstaðan sú að ekki sé þörf á mótvægisáðgerðum vegna áhrifa á loftgæði. Í niðurstöðum á úrskurði Skipulagsstofnunar er kveðið á um að:

„Nánari ákvörðun um vöktun brennisteinsvetnis og mótvægisáðgerðir vegna losunar gróðurhúsalofttegunda er á höndum iðnaðar- og viðskiptaráðuneytis sem leyfisveitanda nýtingarleyfis til vinnslu jarðhita samkvæmt lögum nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu“ [4, p. 35]

Í úrskurðarorði Skipulagsstofnunar er síðan kveðið á um að loftgæði séu vöktuð ásamt fleiri umhverfisþáttum.

Frá mati á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar hafa orðið þær breytingar, byggt á rannsóknum, að áætlað magn af brennisteinsvetni í útblæstri frá fyrirhugaðri 45 MW_e virkjun hefur minnkað og jafnframt hefur losun frá Kísiliðjunni verið hætt. Áætlaður útblástur var 8.700 tonn en hefur minnkað niður í 5.500 tonn á ári af brennisteinsvetni fyrir 90 MW_e virkjun, þ.e. 2.750 tonn á ári fyrir 45 MW_e áfanga. Ástæða þess er að nýjar holur sem boraðar hafa verið eru með minni styrk brennisteinsvetnis í gufu en þær eldri.

Sú breyting hefur hins vegar átt sér stað að í reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis hafa verið skilgreind umhverfismörk sem ekki voru tilgreind áður. Í reglugerðinni er tiltekið að styrkur brennisteinsvetnis skuli vera undir mörkum utan þynningarsvæðis en ekki er búið að skilgreina þynningarsvæði fyrir fyrirhugaða 45 MW_e Bjarnarflagsvirkjun né hugsanlega 90 MW_e virkjun. Skilgreining á þynningarsvæði skiptir miklu máli fyrir framtíðar landnotkun í nágrenni fyrirhugaðrar virkjunar. Það er mat skýrsluhöfunda að útgáfa þessarar reglugerðar gefi ekki tilefni til að fram skuli fara nýtt mat á umhverfisáhrifum heldur þarf að uppfylla þær kröfur sem reglugerðin setur.

Mælingar á styrk brennisteinsvetnis benda til þess að ársmeðaltal í Reykjahlíð, fyrir 45 MWe áfanga Bjarnarflagsvirkjunar, geti verið nálægt heilsuverndarmörkum samkvæmt reglugerð 514/2010. Mælitæki eru kvörðuð einu sinni til tvisvar á ári, seinast voru þau kvörðuð, í júní 2013. Út frá fyrirliggjandi gögnum, mælingum og dreifingarspá, er líklegt að ráðast þurfi í mótvægisáðgerðir vegna losunar brennisteinsvetnis og vinnur Landsvirkjun að útfærslu þeirra. Hinsvegar má benda á að verið er að mæla gildi sem eru nálægt greiningarmörkum mælitækja. Almennt má búast við að hlutfallsleg skekkja í mælingum aukist þegar nær dregur greiningarmörkum og því er erfitt að bera niðurstöður mælinga saman við heilsuverndarmörk ef ekki eru ákvörðuð skekkjumörk. Unnið er að því að samræma verklag og skilgreina hvaða skekkjumörk eigi að vera á mæligildum brennisteinsvetnis. Að þeirri samræmingu standa öll orkufyrirtækin, Umhverfisstofnun og aðrir hagsmunaaðilar. Talið er að skekkjumörk mælinga séu að sömu stærðargráðu og ársmeðalgildi heilsuverndarmarkna sem sett eru fram í reglugerð.

Sýnt hefur verið fram á að áhrif veðurs eru mikil á styrk brennisteinsvetnis [9]. Við ákveðin veðurfarsleg tilvik minnkar dreifing brennisteinsvetnis og þá aukast líkur á hágildum í styrk. Hugsanlegt er að aðeins þurfi að beita mótvægisáðgerðum við ákveðin veðurtílik. Einnig er hugsanlegt að aðeins þurfi að beita mótvægisáðgerðum á hluta af útblæstri brennisteinsvetnis frá fyrirhugaðri virkjun til að uppfylla kröfur reglugerðar nr. 514/2010 utan þynningarsvæðis.

Núverandi áform Landsvirkjunar fyrir hönnun 45 MW_e Bjarnarflagsvirkjunar eru að almennt sé óþéttanlegu gasi hleypt út fyrir ofan viftur í kæliturni þar sem það þeytist upp í mikla hæð og dreifist. Ef veðurfarslegar aðstæður skapast sem valda ónógri dreifingu á brennisteinsvetni þá er reiknað með að til verði varaleið til losunar. Verið er að rannsaka mögulegar varaleiðir en til greina kemur að leiða óþéttanlegt gas í pípu upp á Námafjall í háf þar sem betri dreifing fæst og einnig kemur til greina að leiða óþéttanlegt gas að skiljustöð þar sem hægt væri að tengja það við niðurrennslisveitu jarðvarma-orkuversins [19].

Hugsanlega þarf að framkvæma frekari rannsóknir til að staðfesta þörf fyrir mótvægisáðgerðir og einnig hvort tillögur að mótvægisáðgerðum muni virka. t.d. með því að sannreyna dreifingarlíkön með samanburði við mælingar á svæðinu. Þar sem Reykjahlíð er aðeins í 3 km fjarlægð frá fyrirhugaðri 45 MW_e Bjarnarflagsvirkjun er mikilvægt að áætlanir um dreifingu brennisteinsvetnis gefi sem besta mynd af hugsanlegum ársmeðaltalsstyrk og hlaupandi 24 klst meðaltalsstyrk. Landsvirkjun vinnur nú þegar að frekari rannsóknum á veðurfari og brennisteinsvetnismælingum, t.d. með uppsetningu mæla við grunnskólann og í landi Voga, til að bæta spá um dreifingu áætlaðs útblásturs og til að geta valið losunarstað [20]. Mikilvægt er einnig að geta áætlað magn náttúrulegar losunar brennisteinsvetnis með mælingum áður en rekstur jarðvarmavirkjunar hefst til að geta greint á milli uppruna losunar.

Niðurstaðan er sú að breytt reglugerðarumhverfi hvað varðar loftgæði gefur ekki tilefni til nýs mats á umhverfisáhrifum. Með mælingum og nákvæmari líkanagerð þarf að meta til hvaða aðgerða þarf að grípa til að uppfylla kröfur reglugerðar og þar með starfsleyfis. Eins og kemur fram í hagkvæmnisathugun og verkefnisáætlun Sulfix verkefnisins þá er hagkvæmast að leysa brennisteinsvetnið upp í vatni og dæla því aftur niður í jarðhitageyminn. Ef iðnaðarferlar verða hins vegar valdir til hreinsunar á

brennisteinsvetni úr útblæstri virkjunarinnar mætti líta á það sem breytingu á framkvæmdinni eins og henni hefur verið lýst í mati á umhverfisáhrifum. Í slíku iðnaðarferli eru notuð ýmis efni til hreinsunarinnar og afurðir á borð við brennistein og brennisteinssýru myndast. Sú aðferð sem valin verður til hreinsunar kann að vera tilkynningaskyld til ákvörðunar um matsskyldu skv. lið 13.a í 2. viðauka laga nr. 106 um mat á umhverfisáhrifum frá 2000.

Forsendur mats á umhverfisáhrifum varðandi losun CO₂ hafa ekki breyst en mikilvægt er að tryggja að lagt sé mat á náttúrlega losun CO₂ í samanburði við losun vegna nýtingarinnar.

3 HLJÓÐVIST

3.1 Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum

Niðurstöður matsskýrslu

Í mati á umhverfisáhrifum fyrir Bjarnarflagsvirkjun og Bjarnarflagslínu 1 frá árinu 2003 er fjallað um hljóðvist og áhrif framkvæmdanna á hljóðstig og hávaðadreifingu í umhverfinu. Þar er samanburður gerður á því ástandi sem skapast vegna framkvæmdanna og kröfum reglugerðar um hávaða nr. 933/1999. Í þeirri reglugerð voru kröfur um að hljóðstig í íbúðabyggð megi ekki fara yfir 40 dB(A) í íbúðabyggð að nóttu til, og á þjónustusvæði eins og Baðfélag Mývatnssveitar (nú Jarðböðin við Mývatn) áformaði í þá daga (og reist hefur verið í dag) voru mörkin 55 dB(A). Á mörkum iðnaðarlóða var krafan 70 dB(A).

Hljóðgjafar eru borholur, lokahús, gufuhljóðdeyfir, stöðvarhús og kæliturn. Hljóðstig er nokkuð stöðugt frá þessum hljóðgjöfum nema frá borholunum, en það er mikill munur á hljóðstigi eftir því hvort þær eru í rekstri eða blæstri.

Hljóðstig frá borholum er breytilegt eftir ástandi þeirra. Í forsendum vegna hávaða frá borholum er sagt að hávaði frá þeirri holu sem hæst lætur skiptir hér mestu máli, en ekki fjöldi borhola. Það sem liggur að baki þessarar fullyrðingar er að með því að tvöfalda fjölda hljóðgjafa þá hækkar hljóðstigið aðeins um 3 dB. Sú forsenda er gerð í matinu að aðeins ein borhola sé í blæstri á sérhverjum tíma.

Styst er vegalengd frá holu að íbúabyggð rúmir 2 km (borsvæði 2) og 2,5 km eru frá borsvæði 1, við holur B-11 og B-12. Útreikningur á hávaðaútbreiðslu yfir í íbúðarbyggð byggir á þeirri fræðilegu nálgun að hljóðstig falli um 6 dB við tvöföldun fjarlægðar (á við um punkt hljóðgjafa eins og hér um ræðir). Þannig fæst að við borsvæði norðan þjóðveggar má hljóðstig að nóttu til vera 87 dB og 89 dB á borsvæði við holur B-11 og B-12. Ekki er tilgreint hvort þessir útreikningar séu gerðir m.t.t. endurkastsáhrifa frá jörð og öðrum endurkasts- og afskermingaráhrifum, hvort heldur sem það er til hækkunar eða lækkunar.

Í mati á umhverfisáhrifum kemur fram að þegar hefðbundinn hljóðdeyfir er tengdur hverri holu er hugsanlegt að hljóðstig fari yfir viðmiðunarmörk í þeim húsum í Reykjahlíð sem næst standa og á svæði Jarðbaðanna við Mývatn. Slík tilvik gætu átt sér stað þegar verið er að hleypa borholum upp, við aflmælingar eða þegar öflugar holur byggja upp þrýsting sem þarf að aflétta. Fram kemur að með þessu verði fylgst og brugðist við með því að hraða byggingu steypis hljóðdeyfis ef þess gerist þörf, en fyrirhugað er að byggja steypa hljóðdeyfa, einn fyrir holur á hverjum borteigi. Gert er ráð fyrir að blásturstími verði að jafnaði 1-3 mánuðir og að blástursbúnaður á fyrstu holunum verði þannig að hljóðdeyfir verði á hverri holu, en að síðar verði byggður sameiginlegur hljóðdeyfir fyrir hvern borteig eins og áður er lýst. Í matinu kemur fram að fyrirhuguð er sama gerð hljóðdeyfa og þess sem nýlega var byggður við lokahús Kröflustöðvar, en skv. reynslu þaðan fer hljóðstig frá blásandi borholum niður í allt að 60 dB(A) í 10 m fjarlægð. Byggt á þessum útreikningum reiknast hljóðstig að staðaldri undir mörkum hávaðareglugerðar nr. 933/1999, nema e.t.v. þegar verið er að hleypa öflugum borholum upp (tekur að jafnaði 1-3 mánuði), við aflmælingar (blásturspróf) eða þegar þær byggja upp þrýsting sem þarf að aflétta. Fram kemur í mati á umhverfisáhrifum að eftir að nýju hljóðdeyfarnir verða komnir í notkun er ekki að vænta hækkunar á hljóðstigi í Bjarnarflagi frá því sem nú er með tilkomu 90 MW_e jarðvarmavirkjunar. Ástæða þess er sú að þrátt fyrir að núverandi virkjun sé einungis 3 MW_e, þá er hún gömul og illa búin til hljóðdeyfingar. Samkvæmt upplýsingum í mati á umhverfisáhrifum verður hljóðstig við lokahús og gufuhljóðdeyfi innan við 70 dB. Hljóðstig frá öðrum virkjunarmannvirkjum, einkum stöðvarhúsi og kæliturnum, er áætlað um 60 dB, óháð stærð virkjunar. Í matsferlinu voru þrjár staðsetningar á virkjunarmannvirkjum til skoðunar, á svæði A, B og C. Í dag er horft til staðsetningar A. Samkvæmt matinu er útilokað að hljóðniður berist til Reykjahlíðar frá virkjun á svæði A þar sem gíg-hólarnir tveir vestan virkjunar og Jarðbaðshólar muni dempa útbreiðslu hávaða. Ekki er hægt að útiloka að hljóðniður frá svæðum B og C berist til Reykjahlíðar í hægum austlægum áttum og inn á svæði Jarðbaðanna við Mývatn. Þó er ekki talin hætta á að ákvæði í reglugerð nr. 933/1999 um hávaða verði ekki uppfyllt, óháð staðsetningu virkjunar á svæði A, B eða C.

Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum eru þær að á framkvæmdartíma muni hljóðstig vera hæst frá blæstri borhola. Mun það vera með öllu ráðandi um hljóðstig á svæðinu, enda mikil hljóðgjöf frá slíkri starfsemi. Einungis mun ein hola blása í einu, og hefur það mikið að segja um heildarhljóðstigið.

Á rekstrartíma munu borholur gefa frá sér mun lægra hljóðstig heldur en þegar þær blása, og því mun hljóðniður frá byggingum hafa meira vægi þegar borholur eru í rekstri heldur en þegar borholur eru í blæstri.

Hvað varðar umhverfispætti á framkvæmdatíma þá mun hljóðstigið vera nálægt viðmiðunarmörkum um hávaða í upphafi en eftir að byggður hefur verið sameiginlegur hljóðdeyfir verður hávaði ekki vandamál. Í matsskýrslu kemur fram að á framkvæmdatíma mun hljóðstyrkur hafa áhrif á ferðamenn og íbúa sem næst búa vegna hávaða frá blæstri borhola.

Hvað varðar umhverfispætti á rekstrartíma, þá eru óveruleg áhrif vegna hávaða og ekki þörf á mótvægisáðgerðum, þrátt fyrir nið frá virkjunarmannvirkjum. Á rekstrartíma mun hljóðstig hafa áhrif á íbúa sem næst búa vegna niðar frá stöðvarhúsi og kæliturnum.

Í umfjöllun um svæðiseftirlit í matsskýrslu eru kröfur gerðar til hljóðstigmælinga í Reykjahlíð og á svæði Jarðbaðanna við Mývatn.

Niðurstaða matsins er á þá leið að hljóðstig við byggingu og rekstur fyrirhugaðrar virkjunar verði undir viðmiðunarmörkum reglugerðar um hávaða nr. 933/1999.

Umsögn Umhverfisstofnunar

Umhverfisstofnun mat umfjöllun um hljóðvist í matsskýrslu ófullnægjandi og ekki í samræmi við fyrirheit í matsáætlun. Sérstaklega vanti umfjöllun um áhrif hávaða á ferðamenn í nágrenni borsvæða svo sem á útsýnisplaninu í Námaskarði í innan við 200 m fjarlægð frá borsvæðum og megi því g.r.f. umtalsverðum hávaða þar við borun og blástur. Enn fremur er bent á að skv. könnun á áhrifum jarðhitavirkjunar á ferðamenn kemur fram að hávaði sé sá þáttur sem ferðamenn telji einna neikvæðastan. Stofnunin hafi þá viðmiðun að á vinsælum ferðamannastöðum beri að tryggja a.m.k. sömu hljóðvist og gildi fyrir hreina íbúðarbyggð að degi til, eða 50 dB(A). Stofnunin telur nauðsynlegt að þegar frá upphafi verði gerðar nauðsynlegar áðgerðir til þess að halda ásættanlegu hljóðstigi innan iðnaðarsvæðisins og á helstu viðkomustöðum ferðamanna í því skyni að draga eins og kostur er úr neikvæðum áhrifum framkvæmdarinnar á ferðamenn og íbúa á svæðinu.

Svör við umsögn Umhverfisstofnunar

Í svörum Landsvirkjunar kemur fram að ekki er fallist á að umfjöllun um hljóðvist í matsskýrslu sé ófullnægjandi. Í matsskýrslu komi fram að útilokað sé að niður frá virkjun skv. kosti A berist til Reykjahlíðar en ekki sé hægt að útiloka að niður berist þangað skv. kosti B við viss veðurskilyrði. Á framkvæmdatíma verði haft eftirlit með hljóðstigi í Reykjahlíð og á svæði Jarðbaðanna við Mývatn og gripið til aðgerða um leið og þörf krefji. Fallist er á að fylgjast einnig með hljóðstigi á útsýnisplaninu að sumarlagi eins og Umhverfisstofnun leggi áherslu á. Eins og fram hefur komið er um tímabundið ástand að ræða þegar borholur blása og hægt að stýra því út frá komum ferðamanna á hvaða tíma blástur á sér stað. Meðalblásturstími hverrar holu er áætlaður um 2 mánuðir svo hér er um 4-6 mánuði að ræða á tveimur árum og þá 12-18 vetrarmánuði samtals fyrir alla áfangana þrjá. Enn fremur sýna mælingar í Kröflu að hljóðstig frá steypum tilrauna hljóðdeyfi, sambærilegum og ráðgerðir eru fyrir nokkrar borholur til samans í Bjarnarflagi, falli niður í um 60 dB(A) í um 10 m fjarlægð frá blásandi borholu og yrdi á bilinu 30-36 dB(A) á útsýnisplaninu í Námaskarði miðað við 160-320 m fjarlægð.

Niðurstaða Skipulagsstofnunar

Skipulagsstofnun telur ljóst af framlögðum gögnum að vegna nálægðar virkjunarsvæðis við baðaðstöðu, útsýnisstaði og þéttbýli verði ónæði af framkvæmdunum. Búast má við að hávaði verði mestur meðan á blæstri borhola stendur en framkvæmdaraðili áformar að það verði utan aðal ferðamannatímans. Ekki eru til samskonar viðmiðunarmörk fyrir útivistarsvæði í dreifbýli og liggja fyrir um sambærileg svæði í þéttbýli, þ.e. 55 dB(A). Skipulagsstofnun telur ljóst að hávaði muni berast út fyrir skilgreint iðnaðarsvæði, aðallega á blásturstíma en í minna mæli á rekstrartíma og þá einkum sem niður. Að mati stofnunarinnar verða áhrif hávaða á fyrirhuguðu framkvæmdarsvæði og í næsta nágrenni þess töluverð. Með því að haga byggingu og rekstri þannig að hávaði valdi sem minnstum

áhrifum á íbúa og minnstri truflun fyrir ferðamenn verði hann ásættanlegur. Skipulagsstofnun telur að kostur A sé betri en kostur B með tilliti til ónæðis af hávaða í þéttbýlinu í Reykjahlíð.

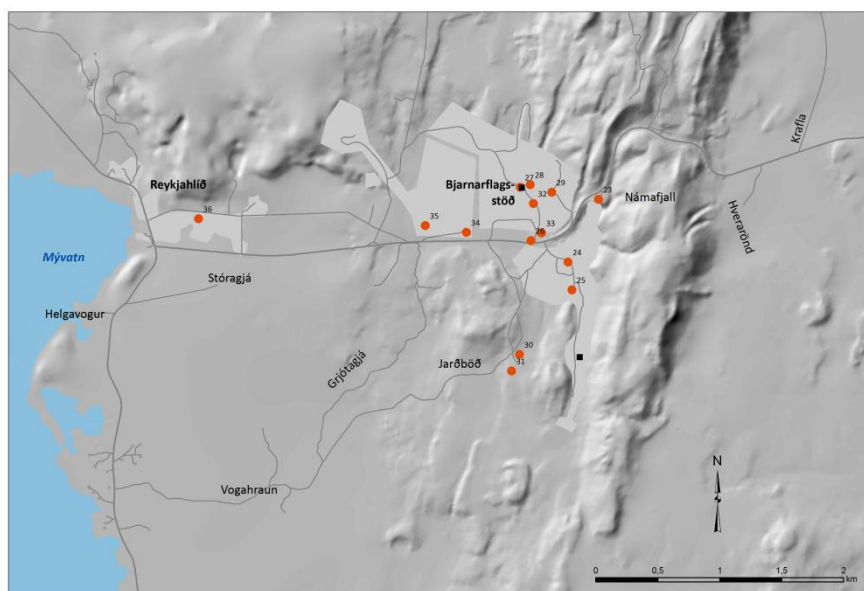
3.2 Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir

Yfirlit yfir rannsóknir og vöktun

Helstu gögn sem orðið hafa til eftir að úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir og skoðuð voru við þessa yfirferð:

- [21] Deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar sem tók gildi 27. júlí 2011, með síðari breytingum sem tóku gildi 5. nóvember 2012.
- [22] Umhverfisskýrsla Landsvirkjunar 2011.
- [23] Bjarnarflagsvirkjun, Áætlun um aðgerðir og vöktun umhverfisþátta, apríl 2012.
- [24] Niðurstöður hávaðamælinga fyrir árin 2006 – 2012. Mælingar framkvæmdar af starfsmönnum Landsvirkjunar.
- [25] Niðurstöður hljóðstigsútreikninga fyrir deiliskipulagsvinnu. Útreikningar framkvæmdir af Mannvit.

Á mynd 5 má sjá staðsetningu þeirra hljóðstigsmælinga sem hafa verið framkvæmdar af starfsmönnum Landsvirkjunar.

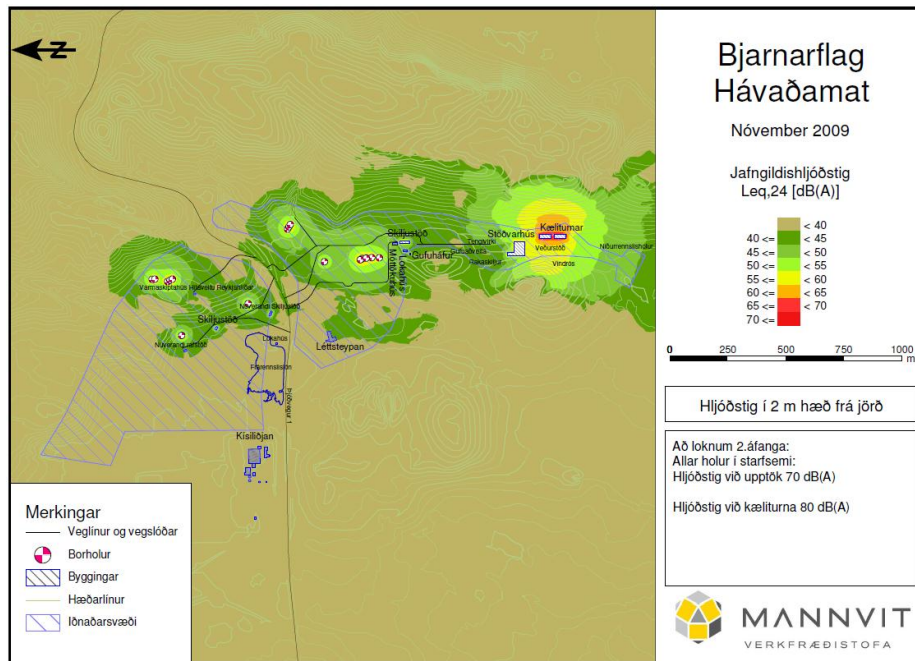


Hljóðmælingar við Bjarnarflagsstöð

Mynd 5 Yfirlitsmynd yfir mælipunkta fyrir hljóðstigsmælingar.

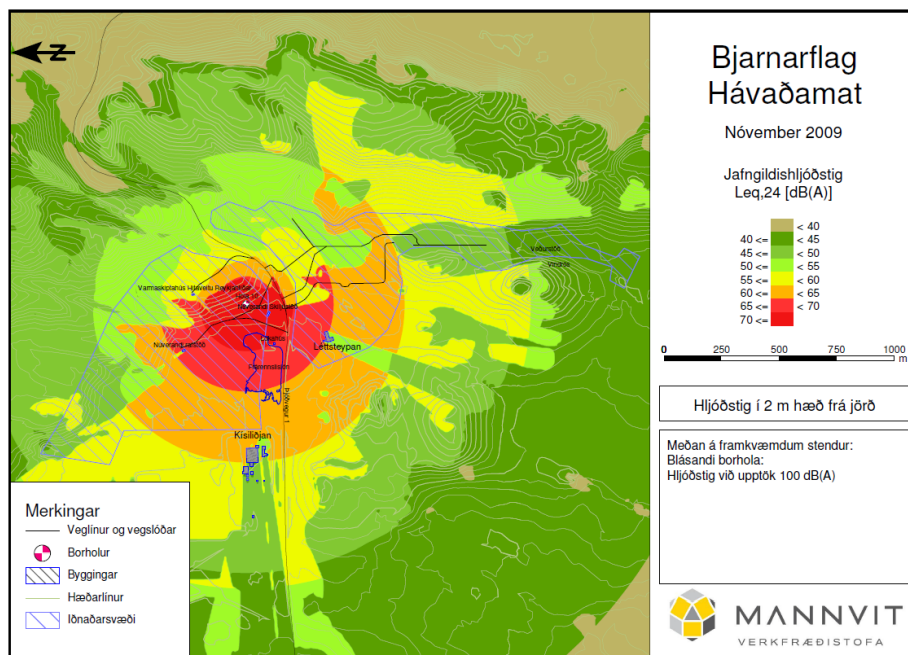
Samkvæmt mati á umhverfisáhrifum er útilokað að hljóðniður berist til Reykjahlíðar frá virkjun á svæði A þar sem gíghólarir tveir vestan virkjunar og Jarðbaðshólar muni dempa útbreiðslu hávaða. Sjá má hávaðakort í deiliskipulagsskýrslu verkefnisins þessu til stuðnings.

Á mynd 6 eru hávaðakort sem gert var árið 2009 og birt í deiliskipulagi Bjarnarflagsvirkjunar, en það sýnir hávaðadreifingu m.v. virkjun í rekstri.



Mynd 6 Niðurstöður hljóðstigsútreikninga fyrir Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e), í rekstri [21]

Í deiliskipulaginu eru ekki sýnd fleiri hávaðakort, en hávaðakort af öflugri borholu í blæstri gefur góða mynd af hávaðaútbreiðslu m.v. mestu hávaðaáraun. Hávaðakort sem þessi voru einnig unnin í tengslum við deiliskipulagsvinnuna og hér má sjá kort sem sýnir hávaðadreifingu m.v. eina holu í blæstri.



Mynd 7 Niðurstöður hljóðstigsútreikninga fyrir Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e), fyrir eina borholu í blæstri [25]

Hér er reiknað með að hljóðstig við upptök frá holu í blæstri sé um 100 dB(A). Hávaðakortið af borholu í blæstri ætti að ná út að jafngildislínum fyrir Leq = 40 dB þar sem það eru mörkin sem miðað er við fyrir íbúðabyggð að nóttu til. Þar sem alltaf munu vera tímabil þar sem holur verða í blæstri ætti að vera miðað við það hljóðstig í mati á umhverfisáhrifum. Eins og segir í mati á umhverfisáhrifum er

meðalblásturstími holu um 2 mánuðir í senn svo hljóðkort af þessari gerð eiga alltaf við um tímabundið ástand.

3.3 Yfirlit yfir breytingar á forsendum frá ákvörðun Skipulagsstofnunar

Mat á breytingum á grunnástandi

Ekki er það metið sem svo að hljóðgjafar hafi breyst frá því að matið var gert, m.v. fyrirhugaðan tæknibúnað. Forsendur fyrir notkun hljóðdeyfa hafa breyst að því leyti að tilraunir með steipta hljóðdeyfa hafa ekki verið að reynast vel og því hefur verið hugað að öðrum lausnum og reiknað með að hljóðdempun frá gufuútblastri Bjarnarflagsvirkjunar verði með eftirfarandi hætti:

- Við gufustjórnloka er settur upp staðsteypur gufuhljóðdeyfir. Hönnun hans er ný og byggist á sambærilegum gufuhljóðdeyfi í Kröflu. Þar er neyðarútblastur gufu frá skiljustöð hleypt út um staðsteiptan hljóðdeyfi með grjótfyllingu sem nýtist til dempunar á hljóði. Þessi lausn hefur reynst mjög vel í Kröflu.
- Við borholur verða notaðir endurbættir blásturshljóðdeyfar úr stáli með grjótfyllingu til dempunar. Lögn að hljóðdeyfi er neðanjarðar og hljóðdeyfir neðar í landi þar sem því er viðkomið. Þörf fyrir borholuhljóðdeyfa á rekstrartíma hefur minnkað eftir að skipt hefur verið um afkastamæliaðferð.

Yfirferð á breytingum á lögum og reglugerðum, kröfum og alþjóðaskuldbindingum

Árið 2008 kom út ný hávaðareglugerð nr. 724/2008, sem tók við af þeirri reglugerð sem var í gildi þegar verkefnið fór í mat á umhverfisáhrifum (nr. 933/1999). Þau viðmiðunargildi sem hér hafa verið til skoðunar breyttust ekki með tilkomu nýrrar reglugerðar um hávaða nr. 724/2008, þ.e. kröfur til hljóðstigs frá atvinnustarfsemi að næturlagi við íbúðarbyggð er áfram 40 dB(A) við húsvegg og 25 dB(A) innandyr. Í frístundabyggð skal hljóðstig ekki vera hærra en 35 dB(A) að nóttu til. Á lóðamörkum atvinnustarfsemi skal hljóðstig ekki vera hærra en 70 dB(A). Í reglugerð um hávaða nr. 933/1999 er notast við hávaðavísinn L_r , en hann er sambærilegur við L_{Aeq} sem notaður er í reglugerð um hávaða nr. 724/2008 nema þegar hljóðið inniheldur ríkjandi tón eða högghljóð, en þá bætast 5 dB við mæligildið. Ólíklegt er að þetta eigi við í þessu tilfelli en hægt væri að staðfesta það með því að mæla hljóðstyrk eftir tíðni við holu í blæstri.

Þegar matið var unnið var miðað við þá kröfu að hljóðstig á þjónustusvæði við Jarðböðin við Mývatn væri ekki hærra en 55 dB(A) (sólarhrings jafngildishljóðstig). Var það í samræmi við tilmæli Skipulagsstofnunar.

Samkvæmt Umhverfisskýrslu Landsvirkjunar frá 2011 leitast Landsvirkjun við að halda hljóðstigi á vinsælum ferðamannastöðum í Mývatnssveit sem liggja að iðnaðarsvæðum sambærilegu við hávaðamörk á íbúðasvæðum að degi til, eða 50 dB(A). Ekki er fjallað um þetta markmið í matsskýrslunni eða samanburður gerður á því og hávaðarárauninni.

Í svörum Landsvirkjunar við umsögn Umhverfisstofnunar um mat á umhverfisáhrifum er nefnt að miðað við að hljóðstig sé 60 dB(A) í um 10 m fjarlægð frá blásandi borholu verði hljóðstig á bilinu 30-36 dB(A) á útsýnisplaninu í Námaskarði miðað við 160-320 m fjarlægð. Þess ber að geta að í niðurstöðum hljóðstigsmælinga sem Landsvirkjun hefur framkvæmt reynist hljóðstig í einhverjum tilfellum mun hærra en þau viðmið sem fjallað er um í matsskýrslu, eða allt að 103 dB(A). Slíkir hávaðatoppur geta haft mikil áhrif á sólarhrings jafngildishljóðstig. Niðurstöður geta þannig breyst með breyttum forsendum og ef miðað er við hljóðstig 100 dB(A) í 5-10 m fjarlægð frá holum í blæstri skv. hávaðamælingum má gera ráð fyrir að hljóðstig á útsýnisplaninu í Námaskarði geti farið upp í allt að 64-76 dB(A) í 160-320 m fjarlægð frá borholu.

Breytingar á vitneskju um hvern umhverfisþátt og umfjöllun m.t.t. breyttra viðhorfa almennings

Af framlögðum gögnum um ferðamennsku í mati á umhverfisáhrifum er ljóst að hávaði er þeim hugleikinn sem tóku þátt í könnuninni. Mikil aukning hefur verið í ferðamennsku um landið allt, og dreifing yfir árið aukist. Ljóst er að mikilvægi hljóðvistar hefur ekki minnkað síðan könnunin var gerð, fremur hefur það aukist hjá almenningi sem og ferðamönnum. Það er því ljóst að mikilvægi góðrar hljóðvistar hefur aukist samhliða aukinni vitundavakningu og fjölgun ferðamanna sl. 10 ár. Í einhverjum tilvikum gæti hola í blæstri þó virkað sem aðdráttarafi fyrir ferðamenn. Framþróun hefur orðið í

útreikningsaðferðum gagnvart hávaðaútbreiðslu og framsetningu á niðurstöðum og hefur það kallað á meiri upplýsingagjöf um hljóðstig og hávaðadreifingu en áður. Einnig hefur frampróun orðið í mælibúnaði og þá sérstaklega úrvinnslu og grafískri framsetningu niðurstaða.

3.4 Niðurstöður fyrir hljóðvist

Það sem átt er við í mati á umhverfisáhrifum með að hljóðstig frá borholum sé breytilegt eftir ástandi þeirra er að hljóðstigið er breytilegt eftir því hvort hola er í rekstri eða blæstri. Hljóðstig frá holum í rekstri er um 60 – 70 dB(A) á meðan hljóðstig frá stakri holu í blæstri getur verið um og yfir 100 dB(A). Í viðgerðastoppi eru flestar holur í blæstri og getur því hljóðstigið verið mun hærra, eða t.d. um 106 dB(A) frá fjórum holum sem hver gefi frá sér hljóðstig um 100 dB(A) og eru á sama tíma í blæstri.

Gönguleiðir og ferðamannastaðir liggja víða um svæðið. Umhverfisstofnun benti á það í umsögn sinni að umfjöllun um hávaða innan ferðamannasvæða væru vanreifuð og brást Landsvirkjun m.a. annars við því með því að bæta inn vöktunarstað við Námaskarð. Þó ekki gildi sérstök reglugerðarákvæði um ferðamannasvæði er hér tekið undir mikilvægi þess að halda hljóðstigi innan þeirra svæða í lágmarki. Þar sem viðhaldsstopp fara yfirleitt fram að sumri til ætti að gera sérstakar ráðstafanir á holum nálægt ferðamannastöðum þar sem þá eru flestar holur í blæstri og hávaðinn því mestur.

Skipulagsstofnun telur að með því að haga byggingu og rekstri þannig að hávaði valdi sem minnstum áhrifum á íbúa og minnstri truflun fyrir ferðamenn verði hann ásættanlegur. Í umsögn Umhverfisstofnunar er talið nauðsynlegt að þegar frá upphafi verði gerðar nauðsynlegar aðgerðir til þess að halda ásættanlegu hljóðstigi [...] að draga eins og kostur er úr neikvæðum áhrifum framkvæmdarinnar á ferðamenn og íbúa á svæðinu. Í svörum Landsvirkjunar er greint frá fyrirhuguðum hljóðstigmælingum og að þannig verði fylgst með hávaðaárauninni. Er hér tekið undir sjónarmið Skipulagsstofnunar og Umhverfisstofnunar um að frá upphafi verði öllum aðgerðum beitt til að draga úr hljóðgjöf starfseminnar eins og kostur er. Þá leitast Landsvirkjun við að halda hljóðstigi á vinsælum ferðamannastöðum í Mývatnssveit, sem liggja að iðnaðarsvæðum, við hávaðamörk á íbúðarsvæðum eða 50 dB(A), sem styður enn frekar undir þetta sjónarmið.

Með hávaðakortum sem sýna hávaðadreifingu fyrir svæðið m.v. að öflug borhola sé í blæstri má betur meta hvort markmiði Landsvirkjunar um að halda hljóðstigi á vinsælum ferðamannastöðum í Mývatnssveit sem liggja að svæðinu undir 50 dB(A) sé náð. Einnig að ákvæðum um hljóðstig undir 40 dB(A) við íbúðabyggð og um hljóðstig undir 55 dB(A) á þjónustusvæði Jarðbaða við Mývatn sé náð. Einnig gæfi góða mynd af því hversu hátt hljóðstig frá svæðinu gæti verið í versta falli, ef kortlagðar væru margar holur saman í blæstri og gæti það táknað ástandið í viðgerðastoppi.

Hér er það þó metið svo að ekki sé ástæða til að endurtaka mat á umhverfisáhrifum vegna hávaða-áraunar sérstaklega. Það má telja ljóst að ef vandað er val á hljóðdeyfum og þeir settir upp fyrir borholur á hverjum borteigi mun hljóðstig vera ásættanlegt á svæðinu og innan marka reglugerðar um hávaða nr. 724/2008. Hins vegar er talið mikilvægt að ný tegund hljóðdeyfa verði sett upp eins fljótt og auðið er, eða aðrir leiðir farnar sem teljast ásættanlegar, þar sem hávaði mun valda ónæði án hljóðdeyfis og um leið reiknist hljóðstig í íbúðarbyggð á mörkum krafna í reglugerð um hávaða. Hljóðniður frá byggingum/starfsemi og holum í rekstri er undir viðmiðunarmörkum reglugerðar um hávaða nr. 724/2008.

4 VATNSGÆÐI

4.1 Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004

Niðurstöður matsskýrslu

Í kafla 9.3 um vatnafar í matsskýrslunni fyrir mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar er fjallað um hugsanleg áhrif losunar affallsvatns frá virkjuninni á umhverfið og þá sérstaklega á lífríki Mývatns. Í kafla 9.1 um jarðhita og orkuforða er fjallað um hugsanlega þrýstingslækkun og niðurdrátt sem hefði áhrif á aðrennsli volgra grunnvatnsstrauma í Mývatn.

Afallsvatn frá jarðvarmavirkjunum samanstendur af skiljuvatni og þéttivatni. Skiljuvatnið er borholuvökvi sem hefur verið skilin frá gufunni en þéttivatnið verður til þegar gufan þéttist í vinnsluferlinu. Skiljuvatnið inniheldur megnið af uppleystum efnum sem koma upp með borholuvökvanum en þéttivatnið er nánast steinefna frítt. Reiknað var með að heildarmagn skiljuvatns frá 90 MW_e sem losað verði í Bjarnarflagslón verði um 180 kg/s samanborið við 50 kg/s⁵ sem losað er í lónið frá núverandi starfsemi, sem samsvarar 15 MW_e raforkuvinnslu. Heildar vatnsrennsli úr Mývatni nemur 33 m³/s sem jafngildir endurnýjun vatnsins á 27-28 daga fresti. Vatnsrennsli til Mývatns berst aðallega neðanjarðar frá og berst í vatnið að austanverðu. Streymið í Ytriflóa Mývatns er talið vera um 8,4 m³/s. Innrennsli jarðhitavatns er talið vera um 7 m³/s sem er um 21% af heildarinnrennsli til vatnsins. Þetta náttúrulega aðrennsli jarðhitavatns er talin ein undirstaðan í sérstæðu lífríki Mývatns. Heildar frárennsli skiljuvatns fyrir 90 MW_e er um 180 kg/s sem samsvarar um 2,6% af heildarjarðhitavatni sem berst Mývatni. Í matinu er miðað við að allt skiljuvatn verði losað á yfirborðinu eins og gert hefur verið frá upphafi jarðvarmavinnslu í Bjarnarflagi. Einnig kemur til greina að losa skiljuvatnið með grunnlosun og/eða djúplosun. Við grunnlosun er skiljuvatninu dælt niður um 200-400 m djúpar niðurdælingarholur, að öllu leyti eða að hluta til. Við djúplosun er skiljuvatninu dælt niður um 1.200-2.000 m um djúpar dælingarholur, að öllu leyti eða að hluta til.

Við matið er aðallega stuðst við viðauka 3, 7 og 8 í matsskýrslunni [26] [27] [28]. Í þessum viðaukum eru yfirlit og niðurstöður rannsókna á vatnafar sem tengjast fyrirhugaðri virkjun í Bjarnarflagi.

Samkvæmt niðurstöðu umhverfismatsins er ekkert sem bendir til þess að yfirborðslosun affallsvatns frá fyrirhugaðri virkjun hefði óæskileg áhrif á umhverfið og því fyrirhugað að losa affallsvatn áfram á yfirborði. Ekki er heldur talið líklegt að 90 MW_e orkuvinnsla á svæðinu hefði áhrif á rennslismagn volga grunnvatnsstraumsins til Mývatns.

Helstu rök fyrir niðurstöðum matsins eru eftirfarandi:

- Losun affallsvatns vegna núverandi vinnslu hefur ekki haft áhrif á Mývatn og lífríki þess undangengin 36 ár sem virkjunin hefur verið starfrækt.
- Ör vatnsskipti og mikil súrefnisfærsla til vatnsins með lindarvatni gera að verkum að það er minni hætt á hvers konar mengun í Mývatni en öðrum ámóta stórum vötnum hér á landi.
- Ferilprófanir sýna að affallsvatnið dreifist vel um grunnvatnskerfið og mikil þynning á sér stað á 2 km leið frá niðurstreymi til Grjótagjár. Ekki er hægt að rekja streymi áfram til nágrennis við Mývatn.

⁵ Þessi tala er tekin úr töflu 1.1 í matsskýrslunni og hún síðan notuð við útreikning á aukningu skiljuvatns sem er talin verða 3-4 sinnum meira en við rekstur 90 MW_e orkuvers þar sem magn skiljuvatns er áætlað 180 kg/s. Talan er í nokkru ósamræmi við aðra umfjöllun í matsskýrslunni og viðaukum hennar um núverandi og undangengna jarðhitavinnslu í Bjarnarflagi en þar er yfirlætt vísað í meðaltal vinnslutímans. Meðaltal upptöku jarðhitavökva er talið vera 50 kg/s sem samsvarar 15 MW_e framleiðslu. Miðað þessa vinnslu fengist nokkuð lægra magn skiljuvatns en 50 kg/s, þannig að hlutfallsleg aukning við 90 MW_e yrði nokkuð hærri en útreikningar upp á 3-4 gæfu. Reiknað út frá afkastagetu yrði hlutfallið 6 (90 MW_e/15 MW_e). Breytingin er talin það lítil að hún hafi ekki áhrif á niðurstöðu umhverfismatsins.

- Hlutfall affallsvatns er ekki nema 2,6% af heildar jarðhitavatni sem berst til Mývatns og vegur því ekki mikið í heildar rennsli á jarðhitavatni til Mývatns.
- Efnagreiningar skiljuvatns sýna að vökvinn er tiltölulega efnasnauður og hvorki tærandi né mengandi fyrir umhverfið. Styrkur snefilefna í affallsvatni er í flestum tilvikum undir viðmiðunarmarkað fyrir drykkjarvatn auk þess sem þynning verður strax mikil.
- Kísilstyrkur vatns í lindum við Mývatn ráðist af hitastigi grunnvatns en ekki styrk kísils í affallsvatni sem blandast grunnvatni í 5-6 km fjarlægð.
- Reynsla af vinnslu jarðhita í Bjarnarflagi hafi sýnt að þrýstingslækkun verði lítil og aðeins rétt í kringum vinnsluholurnar sjálfar. Með hliðsjón af öðrum háhitasvæðum er þrýstingslækkun einnig áætluð mjög lítil. Þar af leiðandi eru hverfandi líkur á að grunnvatn leiti inn í jarðhitakerfið og hafi áhrif á volga grunnvatnsstrauminn til Mývatns.

Úrskurður Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum

Skipulagsstofnun telur að Landsvirkjun hafi sýnt fram á að losun affallsvatns á yfirborði frá núverandi virkjun í Bjarnarflagi hafi ekki áhrif á efnasamsetningu grunnvatns í lindum við Mývatn og að tæplega fjórföldun í magni affallsvatns hafi ekki í för með sér veruleg og óafturkræf áhrif á grunnvatn. Gæta skal fyllstu varúðar við förgun affallsvatns og mikilvægt er að framfylgja vöktunaráætlun þar sem sýni eru tekin árlega úr affallsvatni við niðurfall í Bjarnarflagi, úr Grjótagjá og lindum í Langavogi og Vogafloa við Mývatn [4].

Skipulagsstofnun telur að gera skuli ráð fyrir djúplosun á affallsvatni og að undirbúningur hennar hefjist um leið og rekstur virkjunar hefst þar sem hún krefjist tímafrekra rannsókna og óvissa ríki um árangur. Einnig kemur til greina að losa affallsvatn með grunnlosun (niðurdæling á 200-400 m dýpi) verði þess talin þörf. Tryggja þarf að niðurrennsli úr Bjarnarflagslóni anni auknu affallsvatni svo lónið stækki ekki [4].

Í Mývatn er talið renna um 7000 l/s af volgu grunnvatni sem talið er mikilvægt fyrir vistkerfi vatnsins og því mikilvægt að tryggja að framkvæmdin hafi ekki áhrif á streymi vatnsins til Mývatns. Ekki er talið með hliðsjón af öðrum háhitasvæðum að þrýstingslækkun vegna jarðhitavinnslunnar dragi úr volga grunnvatnsstraumnum. Samkvæmt fyrirliggjandi gögnum telur Skipulagsstofnun ekki líkur á að virkjun jarðhitasvæðisins hafi áhrif á streymi volgs grunnvatns til Mývatns. Skipulagsstofnun telur mikilvægt að fylgst sé með hvort hugsanleg þrýstingslækkun hafi áhrif á streymi volga grunnvatnsins til Mývatns og ef svo reynist verði að grípa til mótvægisáðgerða svo sem niðurdælingar affallsvatns [4].

4.2 Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir

Yfirlit yfir rannsóknir og vöktun

Helstu gögn sem skoðuð voru við yfirferðina eru eftirfarandi:

- [29] Skýrslur um vöktun og mæliniðurstöður vegna eftirlits með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröfluvirkjun og Bjarnarflagsvirkjun. Skýrslu frá ÍSOR gefnar út árlega frá árinu 2003.
- [30] Umsögn Umhverfisstofnunar við deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar, dagsett 11. mars 2011
- [31] Minnisblað unnið af Landsvirkjun um kísilefnagreiningar í Grjótagjá, útgefið 5. júní 2012.
- [32] Grunnvatnslíkan af vatnasviði Jökulsár á Fjöllum, Skjálfafljóts og aðrennissvæðis Laxár með áherslu á svæðið í næsta nágrenni Mývatns og norðan vatnsins allt norður í Öxarfjörð, útgefið 2008.
- [33] Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2012. Útgefið október 2012.
- [34] Bjarnarflagsvirkjun - Prófun á nýtingu skiljuvatns. Útgefið 13. desember 2012.
- [1] Áhrif jarðhitanytingar í Bjarnarflagi á volga grunnvatnsstrauminn til Mývatns. Útgefið september 2013.

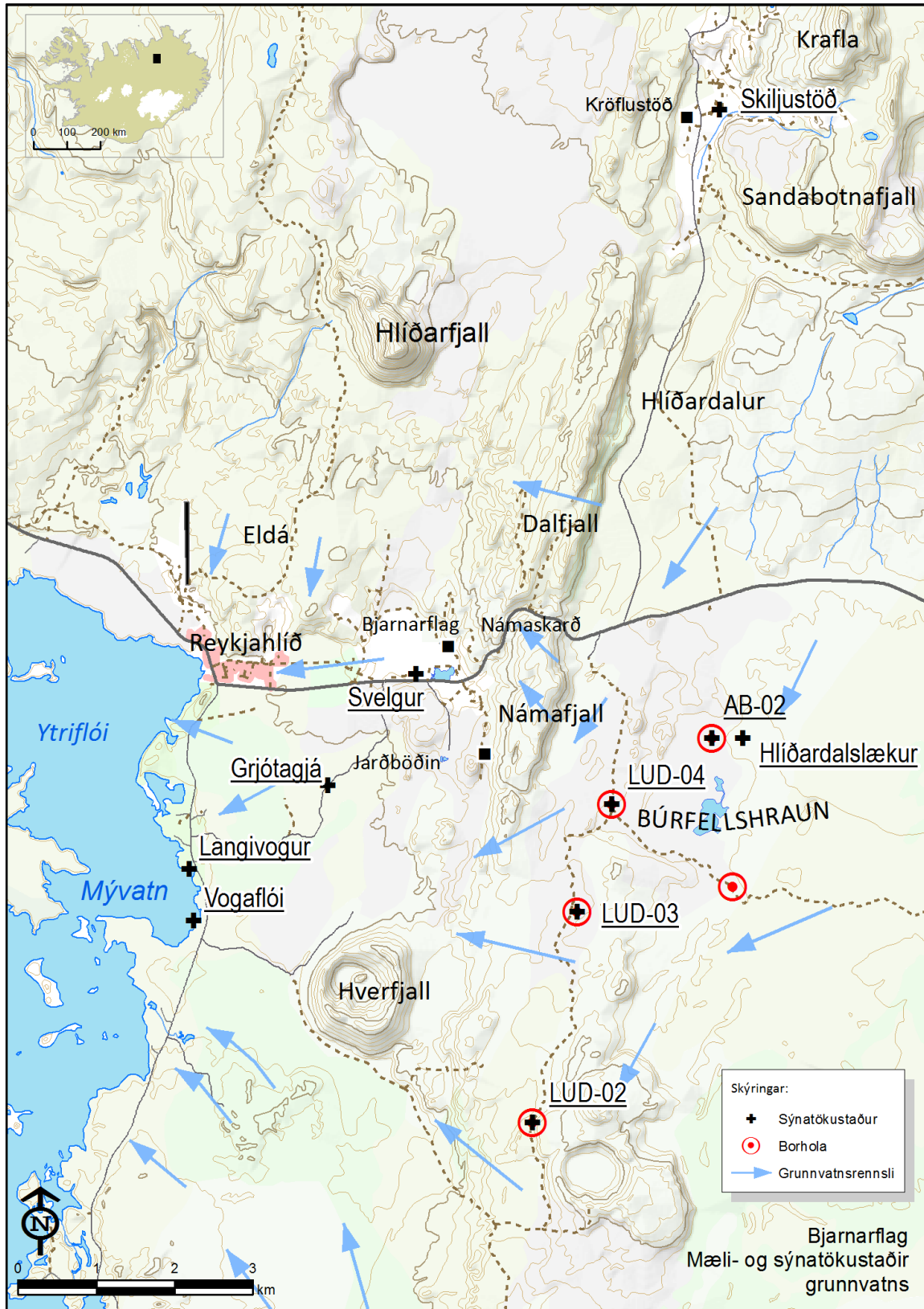
Mælingar á efnainnihaldi hafa verið gerðar árlega frá árinu 2003 samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem samþykkt hefur verið af Umhverfisstofnun. ÍSOR hefur haft umsjón með mælingum og birt mæliskýrslu með niðurstöðum mælinga árlega. Samkvæmt vöktunaráætluninni eru tekin sýni tvisvar á

ári til efnagreininga á völdum stöðum til að meta áhrif losunar affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Fyrir suma mælipættina eru til mæliseriur sem ná allt að 40 ár aftur í tímann. Á mynd 8 má sjá staðsetningu sýnatökustaða en þrír þeirra eru taldir taka við affallsvatni frá Bjarnarflagsstöð þ.e. Bjarnarflagslón, Grjótagjá og lind í Langavogi. Lind í Vogaflóa er köld og talin innihalda að mestu ómengað grunnvatn sem hægt er að nota til viðmiðunar sem náttúrulegt ástand grunnvatns. Sérstaklega er fylgst með styrk arsens (As) og áls (Al) þar sem styrkur þessarar efna er sérstaklega hár í jarðhitavatni og mun hærri en í grunn- og yfirborðsvatni. Auk þess eru þessi efni talin geta verið eitruð fyrir lífríkið og sett hafa verið umhverfismörk fyrir þessi efni í íslenskum reglugerðum. Í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns eru sett umhverfismörk fyrir arsen og eru umhverfismörk I (mjög lítil eða engin hætta á áhrifum) 0.4 µg/l, en umhverfismörk II (lítil hætta á áhrifum) 5 µg/l. Sett hafa verið mörk, 200 µg/l, fyrir hámarksstyrk áls í neysluvatni í reglugerð nr. 319/1995 um neysluvatn. Ekki eru til hér á landi umhverfismörk fyrir ál í lífríki. Í Noregi hafa verið settar reglur um hámarksstyrk áls í lífríki en þau eru 20 µg/l fyrir lax og skálga, en 80 µg/l fyrir silung og aborra [35].

Styrkur arsens frá 2003 til 2011 í Bjarnarflagslóni mælist nokkuð sveiflukenndur og vel yfir umhverfismörkum II. Í Grjótagjá hefur styrkurinn lækkað mikið og mælist yfirleitt undir umhverfismörkum I. Í Langavogi þar sem vænta má enn frekari þynningar mælist styrkurinn alltaf undir umhverfismörkum I. Styrkur áls yfir sama tímabil mælist einnig nokkuð sveiflukenndur og vel yfir norskum umhverfismörkum í Bjarnarflagslóni. Styrkur áls í Grjótagjá og við Langavog mælist töluvert lægri og er kominn um og undir lægri umhverfismörk norskra viðmiðunarmarka. Breytingar í álstyrk hafa verið töluverðar í Bjarnarflagslóni en þeirra gætir ekki í lindum við Mývatn [29].

Auk efnagreininga eru mæld hlutföll súrefnis- og vetnissamsætna í sýnum af grunnvatni. Niðurstöður sýna nokkuð stöðugt hlutfall í holuvatni og lindarvatni sem bendir til lítils hluta affallsvatns þar [29].

Samkvæmt niðurstöðum efnamælingar í lind í Langavogi er greinilegt að affallsvatn frá Bjarnarflagi þynnist gríðarlega áður en það nær til lindarinnar. Ekki er hægt að merkja áhrifa frá affallsvatninu og því ekki talið líklegt að áhrifa þess gæti við Mývatn. Þessar niðurstöður eru í samræmi við þær rannsóknir sem lágu fyrir við gerð umhverfismatsins 2003.



Mynd 8 Sýnatökustaðir og helstu drættir í grunnvatnsrennsli um svæðið

Í umsögn Umhverfisstofnunar við deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar [30] koma fram ábendingar um mengun í Vogagjá og Grjótagjá auk þess sem vart hefur verið við litað lindarvatn undan hrauni við

norðanvert Mývatn. Ekki kemur fram hvers konar og um hversu mikla mengun sé um að ræða. Ekki hefur fengist staðfest að umrædd mengun stafi af starfsemi Bjarnarflagsvirkjunar og ekki hægt að fullyrða neitt um tengsl þar á milli. Landsvirkjun gerði athugun í maí 2012 á mengun í Grjótagjá [31] þar sem greina mátti bláleitan lit á vatninu og þá sérstaklega í sterku sólarljósi. Líklegt er talið að umrædd mengun sé sú sama og nefnd er í umsögn Umhverfisstofnunar. Samkvæmt niðurstöðum rannsóknarinnar stafaði liturinn af kísilögnum í vatninu sem myndast þegar kísilríkt jarðhitavatn kólnar. Samskonar fyrirbrigði er þekkt í Bjarnarflagslóni og Bláa lóninu í Svartsengi. Samkvæmt efna-mælingum á vatni úr Grjótagjá hefur ekki orðið vart við mikla aukningu á styrk jarðhitaefna, svo þynning jarðhitavatsinsins er töluverð. Líklegast er að jarðhitavatnið eigi sér uppsprettur í nálægð við gjárnar þannig að kísilagnirnar hafa ekki náð að leysast upp áður en þær berast í gjárnar. Helstu uppsprettur sem taldar eru koma til greina eru blásandi vatnsrík borhola (BJ-14) eða vatn frá baðlóninu.

Árið 2008 fór fram endurnýjun á grunnvatnslíkani af vatnasviði Jökulsár á Fjöllum, Skjálfafljóts og aðrennissvæðis Laxár með áherslu á svæðið í næsta nágrenni Mývatns og norðan vatnsins allt norður í Öxarfjörð [32]. Samkvæmt nýja líkaninu er áætlað rennsli í Ytri flóa 11 m³/s borið saman við 8,4 m³/s samkvæmt gamla líkaninu frá 1999 sem haft var til hliðsjónar við gerð umhverfismatsins frá 2004. Líkanið er annars í grunninn mjög svipað gamla líkaninu hvað varðar Bjarnarflagsvæðið og ætti ekki að hafa áhrif á niðurstöðu umhverfismatsins.

Gerðar hafa verið reglubundnar mælingar á hita og þrýstingi í eftirlitsholunum B-2 og B-5 á jarðhitasvæðinu í Bjarnarflagi og eru niðurstöður birtar í skýrslu Landsvirkjunar [33]. Mælingarnar hafa sýnt að breytingar á þrýstingi og hitastigi eru óverulegar og ekki gætir áhrifa af tímabundinni aukinni massatöku. Þessar mælingar eru í samræmi við þær mælingar sem lágu fyrir við gerð umhverfismatsins.

Árið 2012 var gerð rannsókn á nýtingu skiljuvatns frá borholu í Bjarnarflagi [34]. Gerð var tilraun með nýtingu á varma úr skiljuvatni en við það kólnar skiljuvatnið og það yfirmettast af kísil. Sýnt var fram á að draga má úr útfellingum kísils í yfirmettuðu jarðhitavatni með því að láta þann kísil sem er umfram mettunarmörk fjölliðast og þynna síðan vatnið niður fyrir mettunarmök kísils með þéttivatni. Niðurstöður rannsóknarinnar sýna að auðveldlega megi meðhöndla skiljuvatnið eftir kælingu til að auðvelda niðurrennsli og draga úr hættum á útfellingum sem gætu stíflað niðurdælingarholur.

Árið 2013 tók ÍSOR saman skýrslu um áhrif jarðhitanýtingar í Bjarnarflagi á volga grunnvatnsstrauminn til Mývatns [1]. Í skýrslunni er greint frá rannsóknum og vöktun á grunnvatnskerfinu við austanvert Mývatn og lagt mat á hvort jarðhitanýtingin í Bjarnarflagi og Kröflu hafi haft áhrif á grunnvatnsstrauminn til Mývatns. Í skýrslunni kemur m.a. eftirfarandi fram:

- Umtalsverðar náttúrulegar sveiflur hafa átt sér stað í hitastigi grunnvatns við austanvert Mývatn í tímans rás en miklar breytingar urðu á grunnvatnskerfinu í Kröflueldum 1975 til 1984 og einnig í Mývatnseldum 1724 til 1729. Í þessum náttúrulegum atburðum hækkaði hitastig grunnvatns við austanvert Mývatn um 10-20°C og efnasamsetning þess breyttist umtalsvert.
- Efnasamsetning og samsætuhlutföll í volgu grunnvatni í Mývatnssveit gefa til kynna að vatnið sé að litlu leyti gufuhitað grunnvatn heldur sé uppistaða þess kalt grunnvatn sem blandast hefur jarðhitavökva. Tvívetnislutföll og hlutfall klórs og bórs í volga grunnvatninu benda einnig til þess að jarðhitavökvi sá sem hefur blandast grunnvatninu sé ættaður úr jarðhitakerfinu í Kröflu frekar en úr Námafjalli.
- Mælingar sem gerðar hafa verið í eftirlitsholum jafnhliða vinnslu jarðhitavökva í Bjarnarflagi benda til lítillar sem engrar þrýstilækkunar ofarlega í jarðhitakerfinu, eða niður á um 600 m dýpi.
- Vinnsla jarðhitavökva í Bjarnarflagi á árunum 1971 til 1977 nam um 150–200 kg/s og hafði hún hvorki áhrif á hitastig volga grunnvatnsins né efnasamsetningu, t.d. styrk kísils. Sama má segja um vinnslu fyrir 1971 og eftir 1977 þótt hún hafi verið umtalsvert minni.
- Reynslan af vinnslu jarðhitavökva í Bjarnarflagi milli áranna 1971 og 1977 bendir til að áhrif af fyrirhugaðri 180 kg/s vinnslu fyrir 45 MW raforkuver, með niðurdælingu, muni ekki hafa áhrif á volga grunnvatnið.

- Með líkanreikningum hafa áhrif 45 MW_e virkjunar til 30 ára verið metin. Án niðurdælingar er búist við þrýstifalli upp á 20 bar yfir 30 ára tímabil en minnka megir það niður í 10 bar með niðurdælingu. Samkvæmt líkanreikningunum hefur vinnslan óveruleg áhrif á þrýsting fyrr en komið er niður fyrir um 300 m dýpi og niður á 600 m dýpi er þrýstilækkunin engin á stóru svæði þar sem áhrifa niðurdælingar gættir, og innan við 5 bar utan þess. Hafa ber í huga að líkanið er fyrst og fremst þróað til að herma sjálft jarðhitakerfið neðan um 700 m dýpis og gögn sem liggja að baki kvörðun efri laga eru af skörum skammti.
- Niðurstaða þeirrar vöktunar sem fram hefur farið á efnainnihaldi grunnvatns við austanvert Mývatn, þar sem affallsvatni Bjarnarflagsvirkjunar og að hluta til Kröfluvirkjunar er fargað á yfirborði, sýnir enga langtíma leitni í átt að hækkandi styrk arsens.
- Mikið og flókið ferli á sér stað í samspili jarðhitavökvans frá jarðhitakerfunum í Kröflu og Bjarnarflagi við einn af stærstu grunnvatnsstraumum landsins. Rannsóknir sýna að náttúrulegur breytileiki hefur hingað til haft veruleg áhrif á þetta samspil en engin merkjanleg áhrif hafa komið fram við Mývatn vegna jarðhitanytingar í Bjarnarflagi né í Kröflu.

4.3 Yfirlit yfir breytingar á forsendum frá ákvörðun Skipulagsstofnunar

Árið 2004 voru sett ný lög nr. 77 um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Þíngeyjarsýslu. Í 3. gr. laganna um verndun vatnasviðs Mývatns og Laxárs kemur fram að óheimilt er að valda spjöllum eða raski á vatnasviði Mývatns og Laxár sem raskað gætu vernd vatnsins og árinna samkvæmt ákvæðum laganna og þá sérstaklega gæðum og rennsli grunnvatns.

Í nýju deiliskipulagi fyrir Bjarnarflagsvirkjun frá 2011 er kafli um losun affallsvatns. Þar kemur fram að gert sé ráð fyrir að affallsvatn verði losað með grunnlosun (200-400 m djúpar holur) og djúplosun (1.200-2.000 m djúpar holur). Ekki má losa affallsvatn í affallslón eins og gert hefur verið hingað til og var reiknað með að yrði gert áfram í umhverfismatinu. Yfirborðslosun skal eingöngu verða notuð í neyð (skyndistöðvun á virkjun) og þá um niðurfalls holur eða í Bjarnarflagslón ef allt annað bregst. Í deiliskipulaginu eru tilnefndir staðir fyrir mismunandi losunaraðferðir. Endanleg förgunaraðferð er ekki ákvörðuð í deiliskipulaginu en hún mun ráðast af niðurstöðum umhverfissrannsókna og reynslu af rekstri jarðhitakerfisins.

Landsvirkjun gerir nú ráð fyrir að í byrjun verði reist 45 MW_e orkuver í stað 90 MW_e eins og upphaflega stóð til. Ekki verður tekin ákvörðun um viðbótar uppbyggingu fyrr en reynsla af 45 MW_e áfanganum liggur fyrir. Þetta er breytt áhersla frá mati á umhverfisáhrifum þar sem ætlunin var að reisa virkjunina í tveimur til þremur áföngum og taka ákvörðun um hvern áfanga einkum út frá þörfum markaðarins. Við þessa tilhögun eru tekin minni skref en ráðgert var í mati á umhverfisáhrifum sem leiðir af sér minni líkur á umhverfisáhrifum.

4.4 Niðurstöður fyrir vatnsgæði

Við yfirferð á grunnögnum sem liggja á bak við niðurstöður matsins verður ekki annað séð en að um vandaðar og nákvæmar rannsóknir hafi verið að ræða og ekki sé ástæða til að rengja þær niðurstöður. Ekki verður annað séð en þau rök sem voru fyrir hendi við gerð umhverfismatsins 2004 séu enn í fullu gildi. Helstu forsendur þessarar niðurstöðu eru eftirfarandi:

- Efnagreiningar vegna losunar affallsvatns og framkvæmdar hafa verið árlega frá því að matið var gert hafa ekki leitt í ljós neinar nýjar hættur heldur þvert á móti sýna að áhrif jarðvarma-vinnslunnar eru litlar sem engar á vatnsgæði linda í Mývatni.
- Í nýju deiliskipulagi er ekki lengur reiknað með að affallsvatni verði fargað með yfirborðslosun nema í neyðartilfellum. Gert er ráð fyrir að öllu affallsvatni skuli fargað með grunnlosun og/eða djúplosun. Við grunnlosun er affallsvatnið losað niður um 200-400 m djúpar holur, það djúpt niður í grunnvatnsgeyminn þannig það blandast ekki grunnvatni sem berst til Mývatns. Reiknað er með að losun fari fram með grunnlosun til að byrja með og á síðari stigum verði farið í djúplosun í jarðhitakerfið (1.200-2.000 m djúpar holur) ef með þarf. Í úrskurði Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum koma fram kröfur um að gerðar verði ráðstafanir um djúplosun affallsvatns og hafist verði handa við undirbúning niðurrennslis um

leið og rekstur virkjunar hefst. Einnig hefur Umhverfisstofnun lagt til að affallsvatnið verði losað með djúplosun [30]. Við djúplosun verður öllu affallsvatni dælt niður um 1.200-2.000 m í jarðhitageyminn og áhrifa af losun affallsvatns mun þá ekki gæta í grunnvatninu þar sem það mun ekki berast þangað. Einnig mun niðurdæling á affallsvatni viðhalda enn frekar þrýstingi í kerfinu með minni hættu á að grunnvatn leiti inn í kerfið. Landsvirkjun mun stefna að djúplosun um leið og nægjanleg þekking og reynsla af rekstri jarðhitakerfisins er fengin. Djúpkerfið við Bjarnarflag mun vera nokkuð opið og mun geta tekið við miklum vökva. Töluverð reynsla hefur fengist við djúplosun affallsvatns og hefur niðurdæling verið á Kröflusvæðinu frá 2002 með góðum árangri [36]. Rannsóknir á niðurdælingarhæfni affallsvatns í Bjarnarflagi hafa sýnt að kalt affallsvatn sem hefur verið meðhöndlað og þynnt með þéttivatni hentar vel til niðurdælingar og lítil hættu er á útfellingum sem gætu stíflað niðurdælingarholur [34].

- Reglubundnar hita- og þrýstingsmælingar í eftirlitsholum á jarðhitasvæðinu í Bjarnarflagi sýna að breytingar á þrýstingi og hitastigi hafa verið óverulegar við núverandi starfsemi og ekki gætir áhrifa af tímabundinni aukinni massatöku.

Fram hafa komið áhyggjur hjá umhverfisverndarsamtökunum Landvernd og Náttúruverndarsamtökum Íslands um að Bjarnarflagsvirkjun kunni að hafa eyðileggjandi áhrif á lífríki Mývatns, m.a. með mengun og/eða kólnun grunnvatnsstrauma í vatnið. Umhverfissamtökin hafa sent frá sér ályktanir og áskoranir um að hætt verði við byggingu Bjarnarflagsvirkjunar eða hún sett í nýtt umhverfismat. Þar kemur fram að ábendingar séu til um að Bjarnarflagsvirkjun geti valdið miklum skaða á lífríki Mývatns. Ekki sé ljóst hversu mikillar kólnunar má vænta á grunnvatnsstraumum til Mývatns við fyrirhugaða orkuvinnslu og misræmis gæti í rannsóknarniðurstöðum um rennsli volgs vatns frá Bjarnarflagi. Vísað er m.a. í yfirlitsskýrslu Umhverfisstofnunar þar sem fram kemur að óvissa ríki um áhrif virkjanaframkvæmda á vistkerfi Mývatns [37] [38]. Ekki er getið heimilda og því ekki ljóst við hvaða rannsóknarniðurstöður er átt, þ.e. hvort um sé að ræða gögn semvoru aðgengileg við gerð þessarar skýrslu eður ei.

Sé tekið mið af þeim gögnum sem liggja fyrir vegna vöktunar og rannsókna á vegum Landsvirkjunar hafa vöktunarmælingar sýnt fram á að áhrifa affallsvatns frá Bjarnarflagi gætir ekki í námunda við Mývatn. Auk þess er nú gerð krafa samkvæmt nýju deiliskipulagi um að allt affallsvatn verði losað með grunnlosun og/eða djúplosun þannig að affallsvatnið mun aldrei ná að berast í grunnvatnið sem rennur í Mývatn. Í viðauka 3 með matsskýrslunni frá árinu 2004 kemur skýrt fram að höfundur telji að þrýstingslækkun í Bjarnarflagi verði lítil og hverfandi líkur á því að kalt grunnvatn leiti að ofan eða frá hliðum inn í jarðhitakerfið og komi þannig í veg fyrir hitun grunnvatnsstraumsins [26]. Í sama viðauka er vísað í skýrslu Stefáns Arnórssonar o.fl. [39] sem fylgdi með sem viðauki í frummatsskýrslu í fyrri mati fyrir Bjarnarflagsvirkjun [innskot höfunda: frummatsskýrslu samkvæmt lögum um mat á umhverfis-áhrifum nr. 63/1993] en þar koma fram ólík sjónarmið, en þar segir: „*Nýting jarðhita á Námafjallssvæðinu með byggingu 40 MW gufufarstöðvar leiðir óhjákvæmilega til niðurdráttar í svæðinu og gæti með tímanum dregið úr, eða jafnvel stöðvað náttúrulegt frárennsli heits vatns frá því*“. Höfundur viðauka 3 í matsskýrslunni svarar þessu og segir: „*líta verður á þessa fullyrðingu sem fræðilegan möguleika en öll tiltæk gögn benda til þess að niðurdráttur verði lítill*“ og vísar því til stuðnings í nánari umfjöllun í viðaukanum. Ólíklegt er að losun affallsvatns geti haft mikil áhrif á hita grunnvatnsins sem berst til Mývatns þar sem magnið er ekki nema 2,6% af heildar jarðhitavatni sem berst til Mývatns auk þess sem það þynnist gífurlega áður en það nær til Mývatns. Stöðugt er fylgst með hita og þrýstingi og vatnshæð í eftirlitsholum í Bjarnarflagi og hafa breytingar verið óverulegar sem er í samræmi við þær upplýsingar sem lágu fyrir við gerð umhverfismatsins. Þessar mælingar og reynsla af hegðun annarra háhitakerfa styður niðurstöður matsins um að þrýstingslækkun verði lítil og samkvæmt því verði að teljast hverfandi líkur á að kalt grunnvatn leiti að ofan eða frá hliðum inn í jarðhitakerfið þannig að dragi úr streymi volga grunnvatnsstraumsins til Mývatns.

Hvað varðar losun affallsvatns þá eru hverfandi líkur fyrir því að áhrifa muni gæta í Mývatni og því ekki talin ástæða til að fara í nýtt umhverfismat vegna losunar affallsvatns. Sýnt hefur verið fram á að affallsvatnið þynnist hratt og mikið og samkvæmt eftirlitsmælingum á affallsvatni vegna núverandi starfsemi verður þess ekki vart í Mývatni. Fyrirhugað er að affallsvatnið verði losað með grunnlosun og/eða djúplosun í framtíðinni og mun það þá ekki geta blandast grunnvatninu sem berst í Mývatn.

Varðandi volga grunnvatnsstrauminn til Mývatns benda gögn málsins til þess að sterkar líkur eru til þess að áhrifa muni ekki gæta og ekki hefur orðið vart áhrifa vegna núverandi starfsemi. Fram hefur

komið að Landsvirkjun geri nú ráð fyrir að reisa í byrjun 45 MW_e orkuver í stað 90 MW_e eins og upphaflega stóð til og taka ekki ákvörðun um viðbótar uppbyggingu fyrr en reynsla af 45 MW_e áfanganum liggur fyrir. Við þessa tilhögun eru tekin varfærnari skref en ráðgert var í umhverfismatinu þar sem ætlunin var að reisa 90 MW_e virkjun í 2-3 áföngum og láta framkvæmdahraða ráðast einkum af þörfum markaðarins. Þessi breyttu áform um uppbyggingu leiða af sé að betri vitneskja fæst af kerfinu sem ætti að minnka líkur á umhverfisáhrifum. Engu að síður er ljóst að jarðhitasvæði eru flókin að uppbyggingu og erfitt að spá um hegðun þeirra. Streymi volga grunnvatnsstraumsins til Mývatns er talinn mjög mikilvægur fyrir lífríki vatnsins og þá sérstöðu sem það hefur og því eðlilegt að fram komi áhyggjur af áhrifum virkjunarinnar á lífríkið og gerðar séu kröfur um áreiðanlegar rannsóknir við mat á umhverfisáhrifum. Í nýrri og ítarlegri skýrslu ÍSOR [1] um áhrif jarðhitanýtingar í Bjarnarflagi á volga grunnvatnsstrauminn til Mývatns kemur fram að stór hluti af volga grunnvatnsstraumnum í Mývatni eigi uppruna sinn á Kröflusvæðinu. Litlar sem engar þrýstingsbreytingar mælst í eftirlitsholum í Bjarnarflagi og engin merkjanleg áhrif hafi komið fram við Mývatn vegna jarðhitanýtingar í Bjarnarflagi eða í Kröflu. Reynslan af vinnslu jarðhitavökva í Bjarnarflagi bendi til að áhrif af fyrirhugaðri vinnslu fyrir 45 MW raforkuver muni ekki hafa áhrif á volga grunnvatnið [1].

Ekki verður séð í fyrirbyggjandi gögnum að komið hafi fram nýjar upplýsingar sem breyta þeim forsendum sem hafðar voru til hliðsjónar við umhverfismatið í upphafi. Því er ekki talin ástæða að endurtaka umhverfismatið vegna þessa þáttar.

5 NIÐURRENNSLI OG SKJÁLFTAVIRKNI

5.1 Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004

Í matskýrslu fyrir mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar eru settir fram þrír valkostir til losunar affallsvatns frá Bjarnarflagsvirkjun, þ.e. yfirborðslosun, niðurrennslí með grunnlosun og niðurrennslí með djúplosun.

Yfirborðslosun affallsvatns

Í matskýrslu fyrir mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar er gert ráð fyrir að losun affallsvatns frá virkjuninni verði með sama hætti og í núverandi raforkuveri í Bjarnarflagi, þ.e.a.s. með beinni losun í núverandi affallslón, Bjarnarflagslón. Ekki er talin hætta á að aukning í yfirborðslosun affallsvatns úr 50 kg/s í um 180 kg/s hafi skaðleg áhrif á lífríki Mývatns þar sem þynning affallsvatns sé hundrað milljónföld á um 2 km leið [5]. Aukning á yfirborðslosun affallsvatns er talin óveruleg í samanburði við grunnvatnsstrauma á svæðinu en í Mývatni streyma um 7.000 kg/s af jarðhitavatni frá Námasvæðinu. [5]

„Fram til þessa hefur affallsvatn frá Kröflu og Bjarnarflagi verið losað á yfirborði. Þrátt fyrir mikið magn affallsvatns (um 200 milljón tonn frá upphafi jarðhitavinnslu á svæðinu) bendir ekkert til þess að aukning hafi orðið í styrk ýmissa snefilefna í lindum við Mývatn eða á öðrum athugunarstöðum. Þetta staðfestir athuganir um að gífurleg þynning verði vegna blöndunar við grunnvatn og því nánast engin hætta á að óæskileg efni geti borist til Mývatns ef affallsvatn verður áfram losað á yfirborði eins og er fyrirhugað.“ [5, p. 76]

Niðurrennslí

Fjallað er um aðrar aðferðir við losun affallsvatns með niðurrennslí. Tveir kostir eru til umfjöllunar, þ.e. annars vegar grunnlosun þar sem skiljuvatn er losað að hluta til eða öllu leyti í 200-400 m djúpar niðurrennslisholur og hins vegar djúplosun þar sem skiljuvatn er losað að hluta til eða öllu leyti í 1.200-2.000 m djúpar niðurrennslisholur.

Hæðarmunur á fyrirhuguðum borsvæðum og vatnsborði Mývatns er einungis 50-100 m og dýpt Mývatns er 2-4 m. Af þeim sökum er ekki talið nauðsynlegt að bora dýpra en 200-400 m til að losa skiljuvatn sem rynni burtu á meira dýpi en botn Mývatns. Tilgangur grunnlosunar yrði einungis til að koma affallsvatni nægjanlega djúpt niður svo það nái ekki til Mývatns. [5]

Með djúplosun er affallsvatni dælt niður á 1.200-2.000 m dýpi um niðurrennslisholur í jaðri jarðhitakerfisins. Djúplosun eykur sjálfbærni jarðhitakerfisins þar sem jarðhitavökvannum er skilað aftur niður í jarðhitakerfið til að draga úr lækkun þrýstings við vinnslu úr kerfinu. Til að hindra kísilútfellingar í niðurrennslisholum við djúplosun skiljuvatns er ráðlagt að blanda hluta þéttvatnsins við skiljuvatnið. Í matskýrslu er djúplosun talin dýr, krefjist tímafrekra rannsókna og að óvissa ríki um árangur hennar.

„Djúplosun krefst ítarlegra rannsókna til að forðast dýrkeypt mistök eins og mörg dæmi eru um erlendis. Til þess að tryggja góðan árangur slíkrar losunar þyrfti því að ráðast í langtímaverkefni, sem ekki fæst svar við nema með áfangaskiptum tilraunum. Hver áfangi slíks verkefnis gæti tekið nokkur ár, samanber yfirstandandi tilraunir í Kröflu og á Nesjavöllum.“ [5, p. 78]

Niðurstaðan er sú að reynsla af núverandi losunaraðferð (yfirborðslosun) er góð og ekkert bendir til að hún hafi óæskileg áhrif á umhverfið. Því er gert ráð fyrir áframhaldandi losun affallsvatns á yfirborði. Vegna mikils kostnaðar og óvissu um árangur er djúplosun talin sísti kosturinn.

Frárennslisvirkjun og önnur nýting frárennslis

Það getur komið til greina að nýta varma skiljuvatnsins til frekari raforkuvinnslu í frárennslisvirkjun, svo sem tvívökvakerfi eða lágþrýstiprepi. Miðað við að vermi borholuvökva verði 1800 kJ/kg eins og hönnunarforsendur virkjunarinnar segja til um er möguleg vinnsla frárennslisvirkjunar 7-11 MW_e. Þar sem einnig ríkir óvissa með hversu mikið magn af skiljuvatni kemur frá virkjuninni er ekki gert ráð fyrir frekari nýtingu skiljuvatns til raforkuvinnslu á þessu stigi.

Jarðskjálftavirkni

Ekki er fjallað sérstaklega um hættu á jarðskjálftavirkni sökum niðurrennslis í matskýrslu fyrir mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar. Af eftirfarandi texta má lesa að ekki er talin ástæða til að óttast aukna jarðskjálftavirkni í Bjarnarflagi sökum niðurrennslis.

„Breytingar á hita- og þrýstingsástandi jarðhitakerfa sem og breytingar á grunnvatnsstreymi í nágrenni þeirra geta haft áhrif á smáskjálftavirkni. Hins vegar á sér ávallt stað einhver tektónísk skjálftavirkni í jarðhitakerfum, einkum í jafn jarðfræðilega virkum svæðum og Bjarnarflag er. Því er talið ólíklegt að fyrirhuguð jarðhitavinnsla hafi í för með sér markverða aukningu í skjálftavirkni á svæðinu enda er í jarðhitakerfum eða í nágrenni þeirra hér á landi ekki kunnugt um nein dæmi skjálftavirkni, sem rekja má til vinnslu þeirra.“ [5, pp. 66-67]

Úrskurður Skipulagsstofnunar, 26. febrúar 2004

Skipulagsstofnun telur að Landsvirkjun hafi sýnt fram á að losun affallsvatns á yfirborði frá núverandi virkjun í Bjarnarflagi hafi ekki áhrif á efnasamsetningu grunnvatns í lindum við Mývatn og að tæplega fjórföldun í magni affallsvatns hafi ekki í för með sér veruleg og óafturkræf áhrif á grunnvatn. [4]

Skipulagsstofnun telur að gera þurfi ráð fyrir djúplosun á affallsvatni og að undirbúningur hefjist um leið og rekstur virkjunar hefjist þar sem hún krefst tímafrekra rannsókna og óvissa ríki um árangur. Einnig kemur til greina að losa affallsvatn með grunnlosun (niðurrennsli á 200-400 m dýpi) verði þess talin þörf. Tryggja þarf að niðurrennsli úr Bjarnarflagslóni anni auknu affallsvatni svo lónið stækki ekki. [4]

5.2 Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir

Yfirlit um rannsóknir og vöktun

Helstu gögn sem skoðuð voru við þessa yfirferð eru eftirfarandi:

- [40] Deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar sem tók gildi 27. júlí 2011, með síðari breytingum sem tóku gildi 5. nóvember 2012.
- [30] Umsögn Umhverfisstofnunnar um tillögu að deiliskipulagi Bjarnarflagsvirkjunar ásamt umhverfisskýrslu frá 11. mars 2011.
- [41] Skýrsla unnin af sérfræðingum fyrir Orkuveitu Reykjavíkur um verklag vegna örvaðrar skjálftavirkni í jarðhitakerfum, útgefin í september 2012.
- [42] Skýrsla unnin af sérfræðingum Veðurstofu Íslands fyrir Landsvirkjun um sprungukortlagningu við Þeistareyki og Bjarnarflag með háupplausnarstaðsetningum smáskjálfta, útgefin í Desember 2011 (LV-2011-116).
- [36] Skýrsla unnin af sérfræðingum ÍSOR fyrir Landsvirkjun um skjálftaverkefnið í Kröflu með samanburði á skjálftavirkni og niðurdælingu. Í skýrslunni er staða verkefnisins í apríl 2012 til umfjöllunar.
- [43] Skýrsla unnin af Axel Björnssyni og fleirum fyrir Landsvirkjun, Þeistareyki ehf og Landsnet um mat á vá, þ.e. eldvirkni, jarðskjálftum, hreyfingum tengdum landreki og kvikusöfnun í jarðskorpunni sem gæti valdið truflun á rekstri eða skemmdum á virkjunum, spennuvirkjum og háspennulínunum á fyrirhuguðum jarðvarmavirkjunum við Þeistareyki, Gjástykki, Kröflu og Bjarnarflag.

Áform um förgun affallsvatns hefur verið breytt úr því að losa allt affallsvatn á yfirborð í Bjarnarflagslón yfir í að losun alls affallsvatns skal vera neðanjarðar með grunnlosun og djúplosun á síðari stigum ef nauðsyn krefur. Deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar gerir ráð fyrir þeim breytingum.

Umsögn Umhverfisstofnunar um tillögu að deiliskipulagi Bjarnarflagsvirkjunar

Umhverfisstofnun barst erindi frá Sveitastjórn Skútustaðahrepps þann 24. janúar 2011 þar sem óskað er eftir umsögn Umhverfisstofnunnar um tillögu að deiliskipulagi Bjarnarflagsvirkjunar og umhverfisskýrslu.

„Umhverfisstofnun hefur borist ábendingar um mengun Vogagjár og Grjótagjár, og einnig hefur orðið vart við að Lindarvatn hafi komið litað undan hrauni við norðanvert Mývatn, mest í Helgarvogi“

(Umsögn Umhverfisstofnunar að deiliskipulagi 2011, Heimild vantar) Af þeim sökum telur Umhverfisstofnun nauðsynlegt að tryggð verði að öllu affallsvatni verði skilað aftur í jarðhitageyminn með niðurrennsli. Umhverfisstofnun telur að nauðsynlegt sé að gera betur grein fyrir áætluðum niðurrensslissvæðum sem og borsvæði sem ætlað væri fyrir neyðarlosun. Einnig þyrfti að skoða möguleg umhverfisáhrif þess ef Bjarnarflagslón stíflaðist [30].

„Á Hellisheiði og við Svartsengi hafa skapast meiri erfiðleikar en gert var ráð fyrir, við förgun affallsvatns, og telur Umhverfisstofnun að gera þurfi betur grein fyrir áætlunum um meðhöndlun affallsvatns í umhverfisskýrslu er fylgir deiliskipulagi“ [30, p. 2]

Deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar

Deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar gerir ráð fyrir bæði djúplosun og grunnlosun affallsvatns ásamt því að Bjarnarflagslón verði einungis notað til neyðarlosunar. Leitast verður eftir að lónið hverfi með nýrri virkjun.

„Í deiliskipulaginu er gert ráð fyrir niðurdælingarsvæði syðst á skipulagssvæðinu, borsvæði B5, og borsvæði B6 fyrir yfirborðslosun/grunnlosun fyrir affallsvatn virkjunarinnar. Á borsvæði B6 verður um að ræða yfirborðslosun í sprungur eða grunnar svelgholur eða grunnlosun niður um 200-400 m djúpar holur, djúpt niður í grunnvatnsgeyminn. Á borsvæði B5 verður einnig unnið að undirbúningi djúplosunar en með henni er affallsvatninu dælt niður í jarðhitageyminn um 1200-2000 m djúpar holur. Bjarnarflagslón verður einungis notað til neyðarlosunar affallsvatns og þá aðeins ef ekki tekst að tryggja örugga losun með ofangreindum hætti“ [21, p. 22].

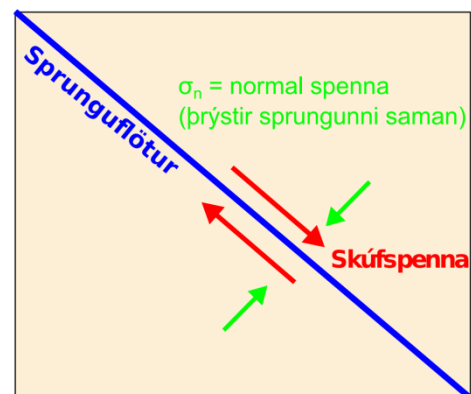
Þá er gert ráð fyrir að ef holur á borsvæðum B5 og B6 reynast nýtanlegar sem vinnsluholur og öfugt ef fyrirhugaðar vinnsluholur á borsvæðum B1 til B4 reynast hentugar til niðurrennslis krefjast breyttar áætlanir um niðurrensslissvæði ekki breytingar á deiliskipulagi [21].

Örðuð jarðskjálftavirkni við niðurrennsli jarðhitavökva

Örvaðir skjálftar við niðurrennsli vatns í berg er þekkt fyrirbæri m.a. í jarðhita, olíuðnaðinum og við námavinnslu. Flokka má örvaða skjálfta vegna niðurrennsli á vatni í berg í tvo flokka:

a) Örvunarskjálftar:

Aðferðafræði sem er m.a. beitt við svokölluð örðuð jarðhitakerfi (e. Enhanced geothermal systems) þar sem markmiðið er að bæta lekt í þurrum og heitum jarðlögum. Köldum vökva við háan þrýsting er dælt niður í bergið en með auknum vökvaþrýstingi og samdrætti í berginu við kólnun opnast nýjar sprungur og eldri víkka. Ef þrýstingur vatnsins er hærri en þrýstispenna í berginu þvert á sprunguflötinn þá verða litlir jarðskjálftar sem eru langflestir undir 2 M_L að stærð. [41]



Mynd 9 Útskýringarmynd spennuástands í jarðskjálftasprungum (Mynd: [41, p. 63]).

b) Gikkskjálftar:

Á jarðskjálftasvæðum má búast við því að skúfspenna, sjá mynd 9, vegna hreyfingar jarðskorpufleka hafi byggst upp. Skúfspennan losnar úr læðingi þegar hún verður meiri en mótstaða bergsins sem verkar þvert á sprunguflötinn. Við það brotnar bergið og hleypur til eftir sprunguflötinum með tilheyrandi jarðskjálfta. Niðurrennsli í slíkt svæði getur flýtt fyrir losun skúfspennunnar sem hefur byggst upp þar sem aukinn vökvaþrýstingur í sprungu vinnur á móti bergspennunni. Við það minnkar mótstaða bergsins gegn skúfspennunni. [41]

Gikkskjálftar eru því í raun að hleypa af stað jarðskjálfta sem hefði komið fyrir eða síðar. Stærð skjálftans ræðst ekki af magni eða tilhögum niðurrennslis heldur af spennuástandi bergsins. Því má búast við að skjálftinn verði minni eða jafn stór og hann hefði orðið. Búast má við að stærsti mögulegi

gikk skjálfti sé álíka stór og stærsti mögulegi skjálfti í viðkomandi sprungukerfi. Hafa ber í huga að smærri skjálftar geta leitt af sér stærri skjálfta í nærliggjandi jarðskjálftasprungum [41]. Ekki kemur fram í skýrslu Veðurstofunnar stærðir og fjöldi stærri skjálfta sem orðið hafa á svæðinu. Til að áætla mögulegan stærsta skjálfta sem gæti orðið í Bjarnarflagi af völdum niðurrennsli þyrfti að skoða alla skjálfta sem orðið hafa á svæðinu af öllum stærðum og samhliða því þarf að skoða gögn um jarðfræði, sprungur, jarðskorpuhreyfingar og aðra áhrifaþætti. Við nánari skoðun á vefsíðu Veðurstofu Íslands [44] fundust upplýsingar um skjálfta stærri en 4 á áhrifasvæði Kröflusprungureinarinnar frá 1700-1990 (sjá töflu 4).

Tafla 4 Gögn af vefsíðu Veðurstofu Íslands sem sýnir skjálfta stærri en 4 M_L á áhrifasvæði Kröflusprungureinarinnar. [44]

Dagsetning	Hnit	M_L	Staðsetning
1976-01-02 02:15	65,7 -16,9	4,3	6 km VSV af Kröfluvirkjun
1976-01-05 12:40	65,6 -16,8	4,4	12 km S af Kröfluvirkjun
1976-01-16 13:06	65,6 -17,3	4,2	27 km VSV af Kröfluvirkjun
1976-01-17 11:51	65,7 -17,0	4,5	11 km V af Kröfluvirkjun
1976-01-18 08:23	65,7 -16,8	4,7	2 km SV af Kröfluvirkjun
1976-01-19 09:22	65,7 -17,0	4,9	11 km V af Kröfluvirkjun
1976-01-20 04:45	65,7 -16,8	4,6	2 km SV af Kröfluvirkjun
1976-01-21 14:32	65,7 -16,8	4,7	2 km SV af Kröfluvirkjun
1976-01-22 10:05	65,7 -16,8	4,5	2 km SV af Kröfluvirkjun
1976-01-22 20:55	65,7 -16,8	4,4	2 km SV af Kröfluvirkjun
1976-01-25 21:57	65,6 -17,1	4,3	20 km SV af Kröfluvirkjun
1976-01-31 22:40	65,7 -16,8	4,7	2 km SV af Kröfluvirkjun
1976-02-06 07:23	65,7 -17,0	4,6	11 km V af Kröfluvirkjun
1977-01-20 04:34	65,7 -16,8	4,2	2 km SV af Kröfluvirkjun

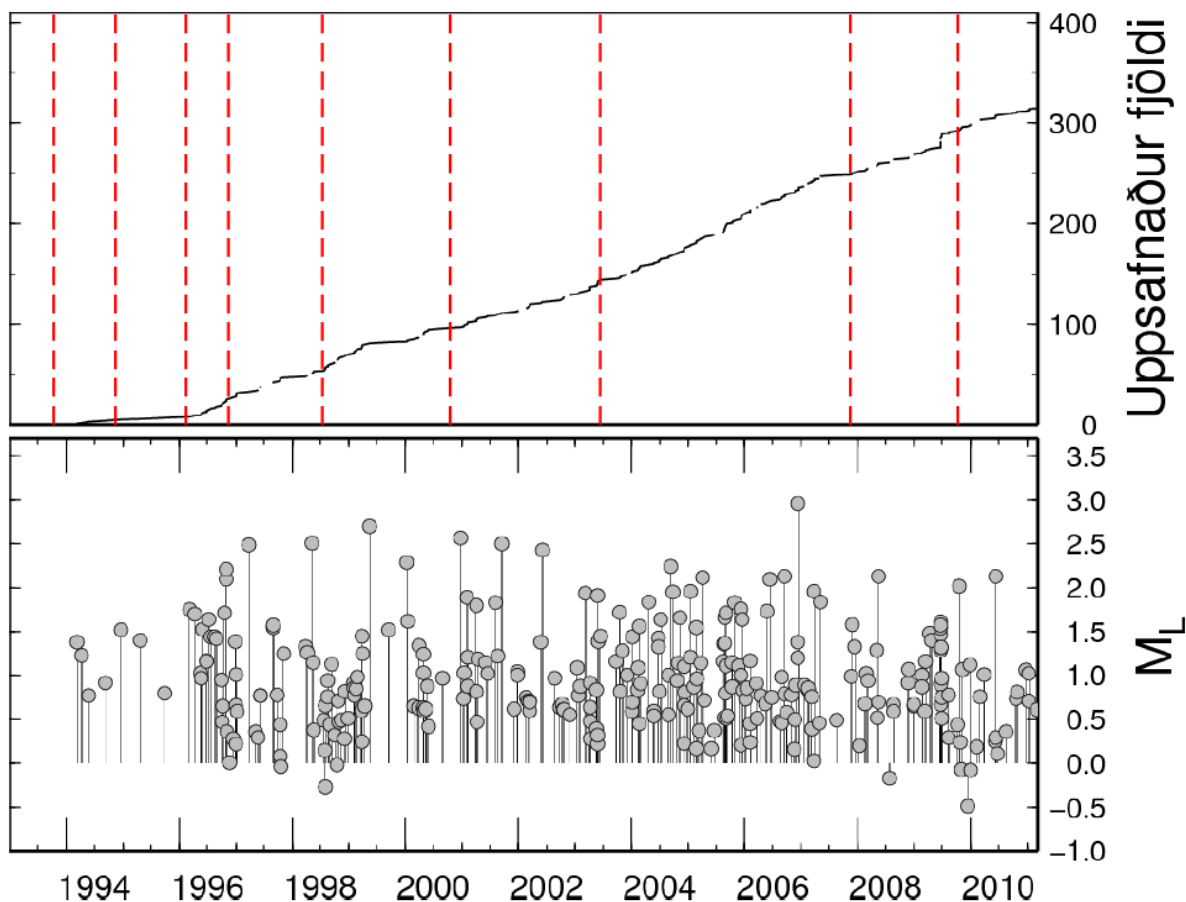
Í samræmi við áhrifakvarða fyrir stærð skjálfta, sbr. töflu 5, flokkast allir skjálftar í töflu 4 undir skilgreininguna léttir skjálftar, sem allir geta fundið og geta valdið minniháttar tjóni.

Tafla 5 Áhrifa kvarði jarðskjálfta skv. Richter. [45]

Magnitude level	Category	Effects	Earthquakes per year
less than 1.0 to 2.9	micro	generally not felt by people, though recorded on local instruments	more than 100,000
3.0-3.9	minor	felt by many people; no damage	12,000-100,000
4.0-4.9	light	felt by all; minor breakage of objects	2,000-12,000
5.0-5.9	moderate	some damage to weak structures	200-2,000
6.0-6.9	strong	moderate damage in populated areas	20-200
7.0-7.9	major	serious damage over large areas; loss of life	3-20
8.0 and higher	great	severe destruction and loss of life over large areas	Fewer than 3

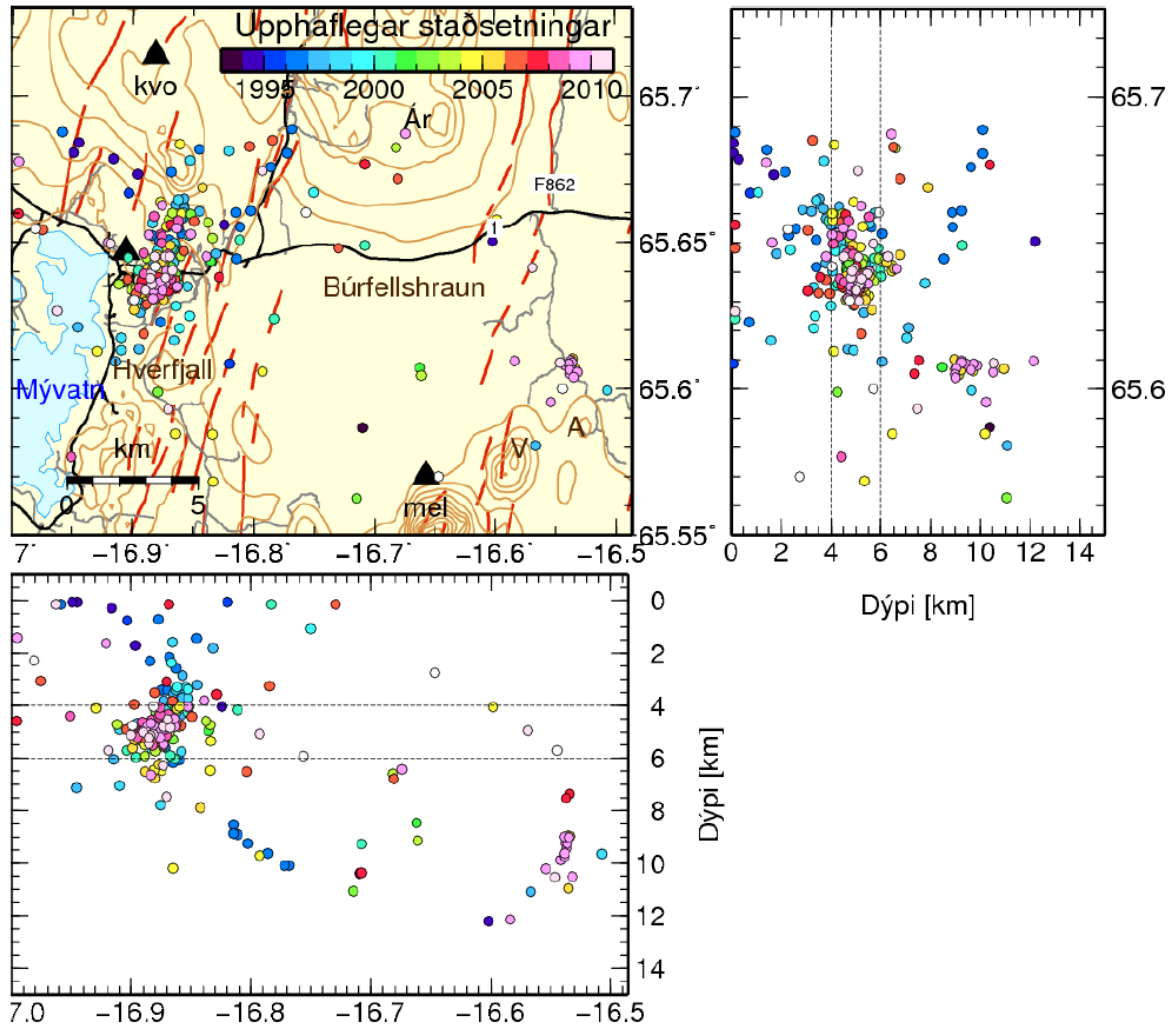
Árið 2011 vann Veðurstofan skýrslu um sprungukortlagningu við Þeistareyki og Bjarnarflag með háupplausnarstaðsetningum smáskjálfta. Þar eru teknir saman alls 326 staðsettir smáskjálftar í

Bjarnarflagi frá 1993 til maí 2011, á stærðarbilinu $-0,5 \leq M_L \leq 3,0$ sem sjá má í tímaröð á mynd 10.

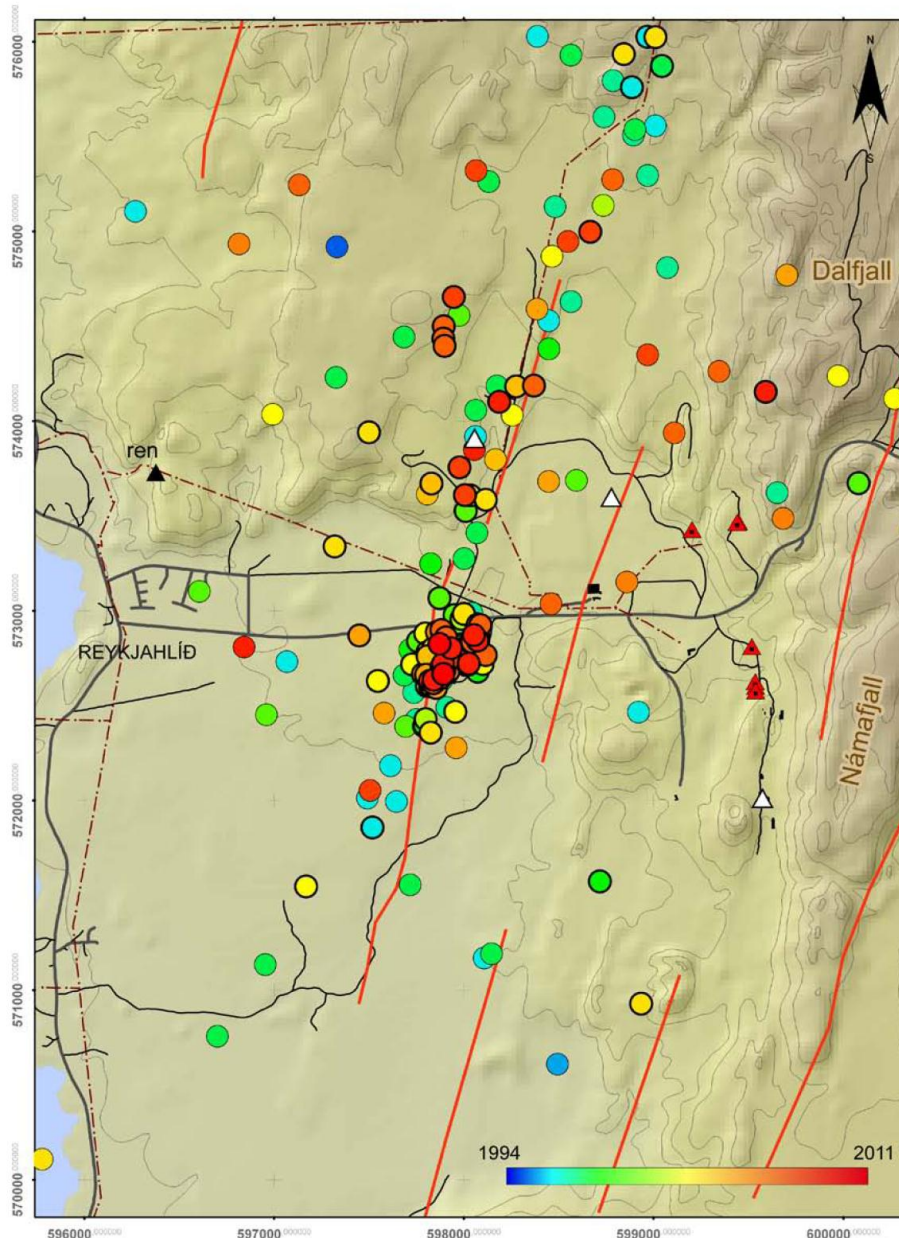


Mynd 10 Efri mynd: Uppsafnaður fjöldi skjálfta á Bjarnarflagssvæðinu sem fall af tíma. Rauðu strikin sýna hvenær stöðvum var bætt við kerfið. Neðri mynd: Stærðir skjálftanna sem fall af tíma. Greinileg aukning í fjölda mældra skjálfta verður með tilkomu Kröflustöðvarinnar sem seinna varð Reynihlíðarstöð. Við uppsetningu skjálftastöðvar við Melhnausa í Búrfellshrauni verður einnig breyting á mældri virkni en þá fara að mælast fleiri skjálftar undir M_0 . (M_L =magnitude level). (Mynd: [42, p. 10])

Á myndum 11 og 12 er staðsetning skjálfta sýnd á yfirborði og með dýpi. Það sem er athyglisvert við þessar myndir eru aðallega tvennt. Jarðskjálftarnir fylgja að stórum hluta Grjótagjármisgenginu norðan Hverfjalls, en eru lítt áberandi í háhitassvæðinu við Námafjall. Jafnframt eru þeir algengastir á 4-6 km dýpi, sem er ólíkt Kröfluskjálftunum sem eru algengastir á 1500-2000 m dýpi.



Mynd 11 Upphaflegar staðsetningar við Bjarnarflag og í Búrfellshrauni. Neðan við kortið er þversnið séð frá suðri en hægra megin er þversnið þar sem horft er á dýpi skjálftanna frá austri. Svartir þríhyrningar sýna staðsetningu skjálftastöðva, rauðar línur tákna kortlagðar yfirborðssprungur (Haukur Jóhannesson & Kristján Sæmundsson, 1998). Svartar línur tákna vegi og gráar fjallvegi og slóða. V tákna Vestari-Skógarmannafjöll en A Austari-Skógarmannafjöll. [42, p. 21]



Mynd 12 Endurstaðsettir skjálftar við Bjarnarflag. Skjálftar með lága afstæða skekkju (innan við 100 m í lengd og breidd og 300 m í dýpi) eru teiknaðir með breiðari útlínum. Rauðar línur tákna yfirborðssprungur, svartar vegi og vegslóða. Svartir þríhyrningar tákna skjálftastöðvar og rauðir borholur. Hvítir þríhyrningar sýna mögulega kosti staðsetningu stöðvarhúss (kostur A er syðst, C vestast). [42, p. 27]

Reynsla af skjálftavirkni vegna niðurrennsli á Hellisheiði

Orkuveitan hleypti af stað verkefni um skoðun á skjálftavirkni og niðurrennsli í kjölfar skjálftahrinu sem varð í tengslum við niðurrennsli sunnan Húsmúla. Fengnir voru sérfræðingar á þessum sviðum frá Háskóla Íslands, Veðurstofu Íslands, ÍSOR og Orkuveitu Reykjavíkur, en Sveinbjörn Björnsson stýrði vinnunni. Afraksturinn varð skýrslan „Verklag vegna örvaðrar skjálftavirkni í jarðhitakerfum“, [26]. Þar er eðli jarðhitasvæða og skjálftavirkni skilgreind og ítarlega farið ofan í skjálftarannsóknir á Hellisheiði.

Niðurstöður skýrslunnar eru tillögur að verklagi um hvernig best væri staðið að niðurrennsli með tilliti til skjálftavirkni. Í ljósi niðurstaðna væri æskilegt að Landsvirkjun vinni sambærilega verklagsáætlun um áform um niðurrennsli og móti sér viðbragðsáætlun ef kæmi til aukinnar skjálftavirkni.

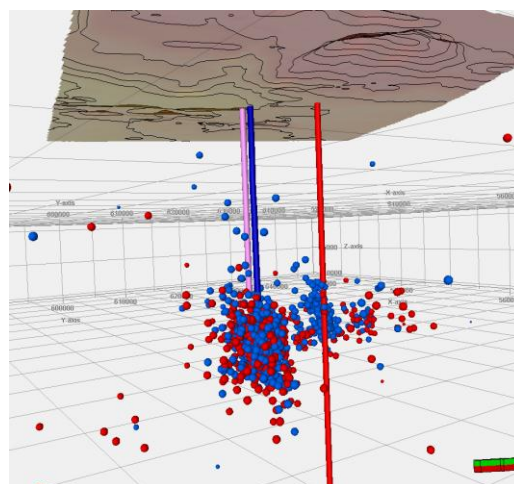
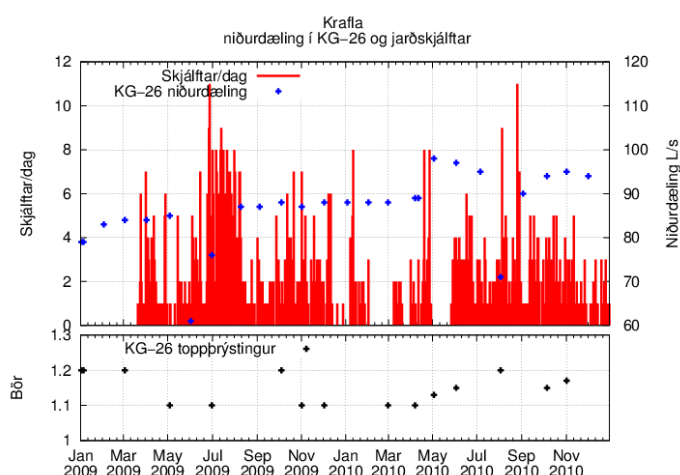
Skjálftamælingar í Kröflu

Landsvirkjun hefur staðið fyrir skjálftaverkefni í Kröflu í samstarfi við ÍSOR sem felst í rekstri á sex jarðskjálftamælum í Kröflu, sjálfvirkum gagnaflutningi til Landsvirkjunar og ÍSOR og úrvinnslu gagna. Í apríl 2012 kom út áfangaskýrsla verkefnisins þar sem helstu niðurstöður eru kynntar. [36] Verkefnið felur í sér samanburð á skjálftavirkni og niðurrennsli með staðsettum skjálftum frá 2009 til 2010.

„Áratuga reynsla af niðurdælingu í jarðhitakerfi, einkum erlendis, hefur sýnt að jarðskjálftavirkni við niðurdælingu er mjög tengd breytingum í niðurdælingu, bæði hvað varðar magn og þrýsting. Einnig hefur komið í ljós við athuganir á Íslandi að áðælingarstuðull og skjálftavirkni við áðælingu er mjög háð hita þess vatns sem dælt er niður.“ [36, p. 17]

Til að bera saman skjálftavirkni og niðurrennsli og meta orsakasamband þar á milli þurfa því að liggja fyrir nákvæmar rauntíma upplýsingar sem sýna snöggar breytingar á hitastigi, þrýstingi og magni niðurrennslisvökva. Hóla KG-26 hefur verið notuð til niðurrennslis á affallsvatni Kröfluvirkjunar frá 2002. Upplýsingar um niðurrennslið hafa verið birtar árlega, en að meðaltali hefur niðurrennslið numið um 90 L/s undanfarin ár. Hóla KG-11 var notuð í stuttan tíma frá 2003 en rennsli í hana var ekki samfellt. Magn niðurrennslis í hóluna var breytilegt en mest nam það um 38 L/s en oftast minna. Önnur dæmi um niðurrennsli í Kröflu er hóla KJ-38 á árunum 2009-2010 með 15-25 L/s og loks hólurnar KJ-35 og IDDP-1 á árinu 2009 án upplýsinga um magn. [36]

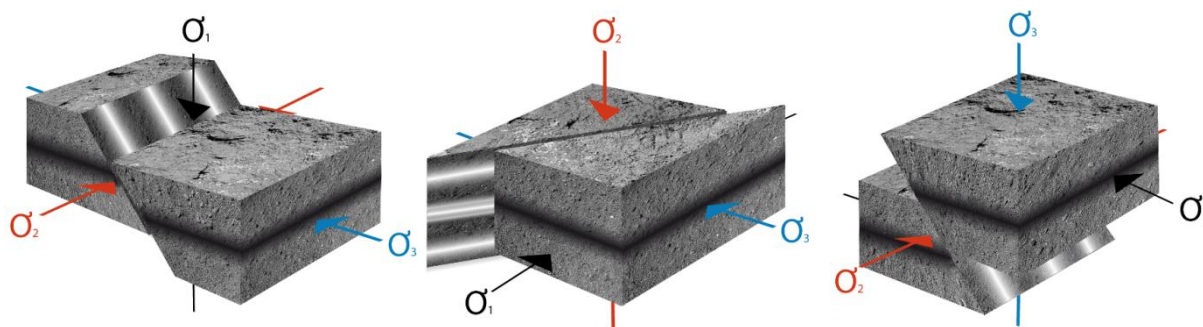
Samantekt á skjálftavirkni og tilhögun niðurrennslis í hólunum KG-26 á árunum 2009-2010 má sjá á mynd 13 til vinstri. Greina má þrjár breytingar sem koma fram í mánaðarmeðaltölum niðurrennslis og í öllum tilvikum sést aukning í fjölda skjálfta. Einnig má greina 3-4 aukningar á skjálftavirkni þar sem ekki sjást marktækar breytingar í mánaðarmeðaltölum. Tekið er fram að upplýsingar um magn, þrýsting og hitastig niðurrennslisvökva eru mánaðarmeðaltöl og því koma ekki allar snöggar breytingar á niðurrennslinu skýrt fram. Mælt er með því að komið verði upp sískráningu á hverja niðurrennslisholu til að afla betri upplýsinga um orsakasamband milli niðurrennslis og aukinnar skjálftavirkni. Kortlagning skjálfta vegna niðurrennslis getur gefið betri upplýsingar um hvort niðurrennslisvökvinn skili sér niður í vinnsluhólurnar eins og ætlast er til og hjálpar því til við að bæta forðafæðilíkon jarðhitakerfisins. [36] Á mynd 13 til hægri má sjá að langflestir skjálftanna á þessu tímabili urðu í grennd við borholur Kröfluvirkjunar, bæði við niðurrennslisholur og blásandi holur. Þetta bendir enn frekar til þess að skjálftavirknin stafi af jarðhitavinnslunni.



Mynd 13 Mynd til vinstri: Samanburður á niðurrennsli í hólunum KG-26 í Kröflu og aukinni skjálftavirkni [36, p. 20], mynd til hægri: „Horft til NV frá Suðurlíðum eftir skjálftaþyrpingunni. Súlnar eru borholur, rauð IDDP-1, bleik KG-26 og blá KJ-10. Jarðskjálftar 2009 bláir og 2010 rauðir. Takið eftir skörpu skilunum í jarðskjálftavirkninni á miðri myndinni.“ [36, p. 14]

Samanburður niðurrennsliðsvæða

Aðstæður í Bjarnarflagi eru frábrugðnar aðstæðum í Húsmúla og eru líkastar því sem sýnt er lengst til vinstri (normal misgengi) á mynd 14 með minniháttar áhrifum af sniðgengjum (miðmynd 14). Til samanburðar eru aðstæður við Húsmúla blanda af mið myndinni og þeirri lengst til vinstri. Þess vegna er ekki rétt að bera þessi svæði beint saman frekar en að bera mismunandi jarðhitasvæði saman sem hafa mismunandi eðliseiginleika. Bjarnarflag er innan gliðnunarbeltis þar sem togspennan er nokkurn veginn hornrétt á sprungustefnuna. Þar varð mikil spennulosun í tengslum við Kröfluelda [41] og skjálftavirkni mjög stöðug yfir umbrotatímabilið. Á þeim tíma voru mjög harðir skjálftar m.a í Mývatns-sveit á Grjótagjármisgenginu og þar vestur af. Enn þann dag í dag er megin skjálftavirknin tengd Grjótagjármisgenginu.



Mynd 14 Höfuðspennur og þrjár gerðir misgengja. Stærsta höfuðspenna er táknuð með σ_1 , miðhöfuðspenna með σ_2 og minnsta höfuðspenna með σ_3 . [41].

Í ljósi nýtingar í Bjarnarflagi, bæði hvað varðar boranir og blástur, þá hefur skjálftavirkni verið lítil innan jarðhitasvæðisins. Til samanburðar hefur verið í gangi niðurrennsli í Kröflu frá árinu 2002 og aðallega mælst smáskjálftar á mælineti Landsvirkjunar á staðnum. Niðurrennsli hefur verið aukið rólega og var komið yfir 100 L/s í lok síðasta árs. Þegar væntanleg áhrif niðurrennsli við Bjarnarflag eru metin þá er nærtækast að bera saman aðstæður við Kröflu, frekar en samanburð við Húsmúla, þar sem niðurrennsli var fimmfalt meira en í Kröflu og auk þess undir þrýstingi.

Fyrirhugað niðurrennsli við Bjarnarflagsvirkjun

Síðastliðin 15 ár hefur jarðskjálftavirkni verið lág í kringum fyrirhugaðar jarðvarmavirkjanir í Bjarnarflagi, Þeystareykjum, Gjástykki og Kröflu [43]. Rannsóknir á svæðinu hafa sýnt fram á breytingu á hegðun skjálfta fyrir og eftir árið 1975 (Kröflueldar hófust í Desember 1975). Samband á milli tíðni og stærð jarðskjálfta er sett fram með eftirfarandi jöfnu

$$\log N = a - bM$$

Þar sem N er fjöldi skjálfta $\geq M$, a er fasti og b er fasti sem skilgreindur er sem samband milli stærð og tíðni jarðskjálfta [43]. Fyrir árið 1975 var b gildið um $0,9 \pm 0,2$ en eftir 1975 um $1,2 \pm 0,2$. Líkleg skýring á breyttu b gildi svæðisins er að jarðskorpan sé veikari eftir Kröfluelda og nái því ekki að viðhalda jafnhárra spennu í berginu. Lægra b gildi fyrir Kröfluelda bendir til þess að jarðskorpan hafi náð jafnvægi frá fyrri eldsumbrotum frá 1724-1746. Að þessu gefnu er b gildið 1,0 talið íhaldsamt gildi fyrir skjálftavirkni á svæðinu næstu hundrað árin og líkur á skjálftum yfir 5 taldar litlar. [43]

Landsvirkjun hefur í hyggju að áfangaskipta uppbyggingu virkjunarinnar, byggja fyrst 45 MW_e áfanga og meta viðbrögð jarðhitasvæðisins út frá þeirri nýtingu. Þar er gert ráð fyrir grunnlosun affallsvökva virkjunarinnar niður fyrir botn Mývatns, á 200-400 m. dýpi. Engar vísbendingar um smáskjálftavirkni hafa komið fram á mælum þegar boraðar hafa verið vinnsluholur í Bjarnarflagi og mikið af borvökvanum hefur tapast út í jarðlögin á grunnlosunardýpinu [2] Það ætti því ekkert að vera til fyrirstöðu að byggja upp 45 MW_e áfanga með þessa reynslu í huga. Landsvirkjun mun rannsaka á rekstratíma 1. áfanga möguleika á djúplosun og meta þá um leið, meðal annarra þátta, mögulega skjálftavirkni með aðstoð sérfræðinga. [2]

5.3 Niðurstöður fyrir niðurrennsli og skjálftavirkni

Aðstæður og þekking hefur breyst hvað varðar jarðskjálftavirkni vegna niðurrennslis í kjölfar atburðanna við Húsmúla og nýrra rannsókna. Í matskýrslu Bjarnarflagsvirkjunar frá desember 2003, sem og í úrskurði Skipulagsstofnunnar, er ekki fjallað sérstaklega um skjálftavirkni vegna niðurrennslis affallsvatns. Í matskýrslunni er talið ólíklegt að fyrirhuguð jarðhitavinnsla hafi í för með sér markverða aukningu í skjálftavirkni þar sem á þeim tíma voru engin þekkt dæmi um skjálftavirkni hér á landi sem rekja mátti til jarðhitavinnslu.

Landsvirkjun hefur gefið það út að í byrjun verði reist 45 MW_e orkuver. Ekki verði tekin ákvörðun um viðbótar uppbyggingu fyrr en reynsla af 45 MW_e áfanganum liggi fyrir. Gert er ráð fyrir grunnlosun við rekstur fyrsta áfangans og að möguleikar á djúplosun verði skoðaðir. Því gefst tækifæri til að öðlast betri reynslu af niðurdælingu og áhrifum hennar í minni mælikvarða áður en tekin er ákvörðun um að ráðast í 45 MW_e framleiðslu til viðbótar.

Frá því mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar var samþykkt í febrúar 2004 hefur Landsvirkjun snúið frá áformum sínum um að losa allt affallsvatn í Bjarnarflagslón yfir í að allt affallsvatn verði losað í niðurrennslisholur með grunnlosun á 200-400 m dýpi en djúplosun á 1.200-2.000 m dýpi á síðari stigum ef nauðsyn krefur. Þessar breytingar koma fram í nýju deiliskipulagi fyrir Bjarnarflagsvirkjun og eru í samræmi við áherslur Skipulagsstofnunnar og Umhverfisstofnunnar í mati á umhverfisáhrifum. Þá er gert ráð fyrir að Bjarnarflagslón hverfi með tímanum og verði einungis nýtt í tilfellum neyðarlosunar.

Áhrif niðurrennslis á aukna skjálftavirkni er mismunandi milli sprungusvæða. Aðstæður til niðurrennslis í Bjarnarflagi eru líkari aðstæðum í Kröflu en við Húsmúla og því eðlilegra að bera saman áhrif niðurrennslis í Bjarnarflagi við árangur í Kröflu. Niðurrennsli hefur gengið vel í Kröflu en greina má aukningu á smáskjálftavirkni, þar sem vökvinn streymir inn í jarðhitakerfið. Aukin smáskjálftavirkni er tengd við snöggar breytingar í magni eða þrýstingi niðurrennslisvökva og er tímabundin þar til nýtt spennujafnvægi hefur náðst í kerfinu. Rannsóknir hafa sýnt fram á að niðurrennsli vökva í berg getur flýtt fyrir skjálfta sem er í aðsigi og að skjálfti komi fyrr eða síðar hvort sem niðurrennsli væri eða ekki. Með því að flýta skjálfta verður skjálftinn minni eða jafn stór og hann hefði orðið.

Þegar niðurrennsli hefst í Bjarnarflagi þarf að tryggja að áframhaldandi vöktun eigi sér stað á skjálftavirkni. Mælt er með sískráningu á magni, hitastigi og þrýstingi niðurrennslisvökva til að afla frekari upplýsinga um orsakasamband milli niðurrennslis og aukinnar skjálftavirkni.

Talið er líklegt að atburðirnir við Húsmúla verði til þess að auknar kröfur um forrannsóknir á skjálftavirkni verði settar í reglugerðir og leyfisferlið fyrir framkvæmdir en þar til skýrari mynd verði komin á þau mál er mælt með að Landsvirkjun móti aðgerða- og viðbragðsáætlun áður en til niðurrennslis kemur sem hægt verði að grípa til ef um aukna skjálftavirkni verði að ræða.

Ekki var fjallað ítarlega um skjálftavirkni í mati á umhverfisáhrifum frá 2003 og reynsla frá öðrum svæðum hefur verið sú að skjálftar geta orðið talsverðir í upphafi niðurdælingar. Gögnin sýna hins vegar að ekki er hægt að heimfæra þessa reynslu á milli jarðhitasvæða því þau eru mismunandi. Engar vísbendingar um smáskjálftavirkni hafa komið fram á mælum þegar boraðar hafa verið vinnsluholur í Bjarnarflagi og mikið af borvökvum hefur tapast út í jarðlögin á grunnlosunardýpinu. [2] Það ætti því ekkert að vera til fyrirstöðu að byggja upp 45 MW_e áfanga með þessa reynslu í huga. Landsvirkjun mun rannsaka á rekstratíma 1. áfanga möguleika á djúplosun og meta þá um leið, meðal annarra þátta, mögulega skjálftavirkni með aðstoð sérfræðinga. [2]

Vöktunargögn og reynslan frá Kröfluvirkjun benda til þess að örvaðir skjálftar vegna djúplosunar affallsvatns í Bjarnarflagi muni ekki valda umtalsverðum umhverfisáhrifum ef litið er til viðmiða í 3. viðauka laga um mat á umhverfisáhrifum. Hins vegar er mælt með því að sérfræðingar á þessu sviði séu fengir til þess að skoða þetta atriði nánar. Ljóst er að þetta atriði er vanreifað í mati á umhverfisáhrifum og því matsatriði hvort Skipulagsstofnun muni líta á það sem næga ástæðu til að endurtaka þennan hluta matsins, sbr. 2. mgr. 12. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum þó líkurnar á umhverfisáhrifum séu litlar m.v. fyrirliggjandi gögn. Hætta á smáskjálftum á fremur við síðari áfanga virkjunarinnar þar sem um grunnlosun verður að ræða við í þeim 45 MW_e áfanga sem nú er í undirbúningi samkvæmt upplýsingum frá Landsvirkjun.

6 SKIPULAG- OG LANDNOTKUN

6.1 Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004

Niðurstöður matsskýrslu

Þegar matsskýrsla Landsvirkjunar var kynnt lá fyrir staðfest aðalskipulag Skútustaðahrepps fyrir árin 1996-2015. Í matsskýrslu kemur fram að í „aðalskipulagi Skútustaðahrepps voru sett fram nokkur meginmarkmið. Þau sem helst tengjast fyrirhugaðri virkjunarframkvæmd eru eftirfarandi:

- Varðveisla og vernd lífkeðju og náttúrufars Mývatns og umhverfis þess.
- Neikvæðum áhrifum á náttúruna haldið í lágmarki.
- Aukin fjölbreytni iðnaðar, meðal annars með því að auka nýtingu jarðhita.
- Aukin þjónusta við ferðamenn í sátt við aðra atvinnustarfsemi.
- Bætt aðstaða á ferðamannastöðum.
- Opna nýjar leiðir og svæði fyrir ferðamenn.
- Varðveita sem best landslag og ásýnd svæðisins.
- Laga byggingar að landslagi og byggð. „ [5, p. 37]

Í aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015 er skipulagi á hluta fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis Bjarnarflagsvirkjunar frestað með eftirfarandi texta:

„Nýtt iðnaðarsvæði er í athugun í Bjarnarflagi vestan Námafjalls undir fyrirhugaða gufuafsvirkjun. Sunnan þjóðveggar er athugunarsvæðið um 50 ha en um 10 ha norðan vegar. Vegna óvissu um áform um gufuafsvirkjun verður skipulagi frestað á athugunarsvæðinu sem samtals eru um 60 ha.“ [5, p. 38]

Í ákvörðun Skipulagsstofnunar segir um skipulagsmál:

„Varðandi stöðu skipulags og leyfisveitingar bendir Skipulagsstofnun á eftirfarandi:

1. Breyta þarf Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015 því fyrirhuguð jarðhitavirkjun í Bjarnarflagi samkvæmt kostum A og B er innan svæðis þar sem skipulagi er frestað og Bjarnarflagslína 1 samkvæmt leiðum Aa, Ab og B er ekki í samræmi við aðalskipulagið. Breytingar á aðalskipulagi Skútustaðahrepps eru háðar samþykki Umhverfisstofnunar.
2. Gera þarf deiliskipulag af framkvæmdasvæði fyrirhugaðrar virkjunar í Bjarnarflagi sem tekur til allra þátta framkvæmdarinnar, s.s. stöðvarhúss, kæliturna, gufuveitu, borteiga og borstæða, vegagerðar, háspennulínu, affallslóns og hugsanlegs niðurrennslistsvæðis.“ [4, p. 37]

6.2 Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir

Helstu gögn sem hafa verið unnin frá því að úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir voru skoðuð við þessa yfirferð:

Yfirlit yfir rannsóknir og vöktun

- [46] Aðalskipulag Skútustaðahrepps 2011-2023, tók gildi 17. apríl 2013.
- [21] Deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar sem tók gildi 27. júlí 2011, með síðari breytingum sem tóku gildi 5. nóvember 2012 [40].
- [47] Deiliskipulag baðaðstöðu við Jarðbaðshóla, tók gildi 17. mars 2003.
- [48] Lýsing deiliskipulags fyrir vinnubúðir Bjarnarflagsvirkjunar, Skútustaðahreppi.
- [49] Verndaráætlun Mývatns og Laxár 2011-2016.

Auk þessara skipulagsáætlana er í vinnslu deiliskipulag fyrir efnistökusvæði sem merkt er 377-E í gildandi aðalskipulagi Skútustaðahrepps. Skipulagsáætlunin hefur ekki verið birt og því ekki rýnd í þessu verkefni. Miðað við staðsetningu námunnar gæti opnun hennar haft jákvæð áhrif í för með sér varðandi umferð á framkvæmdatíma virkjunarinnar, verði efni úr henni verður nýtt af Landsvirkjun.

Yfirlit yfir breytingar á forsendum frá ákvörðun Skipulagsstofnunar

Sú forsenda er gefin hér að þau atriði tengd skipulagsmálum sem lúta að 1. og 2. gr. í 12. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum og gætu orsakað það að endurtaka þyrfti matsferlið í heild eða að hluta væru:

1. Skilyrðum Skipulagsstofnunar í mati á umhverfisáhrifum væri ekki fullnægt.
2. Meiriháttar breytingar hafi orðið á stærð og afmörkun svæða á skipulagi.
3. Breytingar á skipulagi aðliggjandi eða nálægri svæða sem virkjunin gæti haft áhrif á.
4. Breytingar á skipulagslögum eða -reglugerð sem haft gæti áhrif á fyrirkomulag virkjunar m.t.t. niðurstöðu mats á umhverfisáhrifum.

Hér er umfjöllun um hvern þessara fjögurra töluliða. Við rýni á gögnum voru ekki greind nein meiriháttar frávik frá þeim áætlunum sem matsskýrsla leggur upp með. Ekki er fjallað um breytingar á áformum um losun affallsvatns eða atriði er lúta að öðrum umhverfismálum hér. Þeim er gert skil í viðkomandi köflum þessarar skýrslu.

1. Í gildandi aðalskipulagi er athafnasvæði Bjarnarflagsvirkjunar nú skilgreint sem iðnaðarsvæði. Jafnframt hefur verið unnið deiliskipulag fyrir virkjunina. Ofangreindum ákvæðum Skipulagsstofnunar hefur því verið fullnægt. Í aðalskipulagi er vísað til gildandi deiliskipulags varðandi frekari ákvæði, sjá töflu 4

Tafla 6 Umfjöllun um Bjarnarflag í gildandi aðalskipulag Skútustaðahrepps 2011-2023.

Nr.	Stærð	Svæði	Lýsing	Skipulagsákvæði
319- I	55,9	Bjarnarflag norðan þjóðveggar nr.1	Orkuvinnslusvæði. Nánast óbyggt. Deiliskipulag liggur fyrir	Uppbygging skv. deiliskipulagi
327- I	46,1	Bjarnarflag sunnan þjóðveggar nr.1	Virkjun og orkuvinnslusvæði. Nánast óbyggt. Deiliskipulag liggur fyrir	Uppbygging skv. deiliskipulagi.
369-I	32,3	Bjarnarflag, fyrrum lóð Kísiliðjunnar	Deiliskipulag liggur ekki fyrir.	[...] Áform um tímabundin not undir vinnubúðir vegna byggingar Bjarnarflagsvirkjunar Hámarksnýtingarhlutfall, N:0,4. Uppbygging skv. deiliskipulagi.

[46, p. 37]

2. Minniháttar breytingar hafa orðið á legu byggingarreita og mörkum þeirra breytt. Aðkomuvegi að virkjuninni hefur einnig verið breytt og áformum um móttöku fyrir ferðamenn (sjá nánar í kafla 6). Hver einstaka breytingarþáttur er rökstuddur og rúmast innan lýsingar matsskýrslu fyrir framkvæmdina. Breytingar umfram það hefðu verið tilefni til tilkynningar til ákvörðunar um matsskýldu til Skipulagsstofnunar í samræmi við tl. 13.a. í 2. viðauka laga um mat á umhverfisáhrifum.

3. Skipulagsáætlanir fyrir aðliggjandi svæði eru annars vegar Jarðbaðshólar og hins vegar drög að deiliskipulagi fyrir starfsmannaaðstöðu innan svæðis Léttsteypunnar. Í matsskýrslu fyrir Bjarnarflag er

starfsemi Baðfélags Mývatnssveitar lýst og samlegð virkjunar og starfseminnar. Í nýju aðalskipulagi fyrir Skútustaðahrepp eru ekki gerðar breytingar sem gætu haft áhrif á starfsemi virkjunar, eða öfugt, svæðum bætt við eða svæði stækkuð sem áformuð virkjun gæti haft áhrif á, s.s. ný íbúðarsvæði, frístundabyggð eða annað slíkt sem talist gæti á einhvern hátt ósamræmanleg landnotkun við virkjunina. Engin slík ný landnotkun hefur verið skilgreind á aðalskipulagi frá því að úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir.

Verndaráætlun Mývatns- og Laxár var samþykkt þann 14. maí 2011. Farið var yfir efni verndaráætlunarinnar m.t.t. Bjarnarflagsvirkjunar. Í kafla 2.4.4 um mengunarvarnir segir eftirfarandi:

„Vinnsla háhita úr jörð fylgir borholuvökvi en það er efnaríkt jarðhitavatn sem kemur upp um borholur og nýtt er til jarðhita-vinnslu. Borholuvökvinn er skilinn í gufu og skiljuvatn í skiljustöð jarðvarmavirkjunar og verður megnið af uppleystu efnunum eftir í skiljuvatninu. Skiljuvatnið fer til fráveitu ásamt þéttivatni og er kallað affallsvatn. Losun affallsvatns frá jarðvarmavirkjunum í Bjarnarflagi og Kröflu hefur hingað til verið að mestu leyti á yfirborði. Niðurdæling á affallsvatni var aukin í Kröfluvirkjun árið 2008 en 100 l/sek af affallsvatni fara þó enn frá virkjuninni í hlíðardalslæk (Kröfluvirkjun iiMat á umhverfisáhrifum, Tillaga að matsáætlun 2009). Borholuvatn er misjafnt að efnasamsetningu og við frekari virkjun jarðvarma í Mývatnssveit þarf að gera mun betri grein fyrir áhrifum þess að affallsvatn sé losað á yfirborði og huga jafnframt í meira mæli að niðurdælingu vatnsins. Einnig þarf að hafa í huga að kísilrennsli til Mývatns raskist ekki vegna kælingar eða þynningar jarðhitavatsins sem í það rennur.“ [50, p. 30]

Einnig er sérstaklega getið um rannsóknir og vöktun vegna jarðhitavinnslu, s.s. að gerðar verði frekari athuganir á rennsli grunnvatns milli Bjarnarflags og Mývatns, áhrif aukins affallsvatns á lífríki metin og að stefnt skuli að því að öllu affallsvatni frá jarðhitavirkjunum verði fargað með djúpförgun á vatnsverndarsvæðinu.

4. Nýjar áætlanir, bæði aðalskipulag Skútustaðahrepps og ofangreindar deiliskipulagsáætlanir eru unnar samkvæmt nýjum skipulagslögum nr. 123/2010 og hafa fengið umfjöllun samkvæmt lögum um umhverfismat áætlana nr. 105/2006.

6.3 Niðurstöður fyrir skipulag- og landnotkun

Ný gögn frá því að úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir eru í samræmi við tilmæli úrskurðar stofnunarinnar frá árinu 2004. Engar nýjar skipulagsáætlanir, sem líta mætti á sem breytingar á grunnástandi, liggja fyrir sem ekki var vitað um og teknar til umfjöllunar í mati á umhverfisáhrifum (aðstaða Baðfélags Mývatnssveitar), eða ekki tengist áformum um virkjun í Bjarnarflagi (deiliskipulag fyrir svæði Kísiliðjunnar). Verndaráætlun Mývatns gerir ráð fyrir jarðvarmanýtingu en þar er lögð áhersla á vöktun, rannsóknir og djúpförgun, sjá kafla 4 um vatnsgæði.

Ekki er talið að nein atriði sem varða skipulagsmál og landnotkun séu þess eðlis að þörf sé á nýju eða endurskoðuðu umhverfismati.

7 AÐRIR UMHVERFISÞÆTTIR

7.1 Forsendur. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum frá 2004

Hér er fjallað um aðra umhverfisþætti sem teknir voru fyrir í mati á umhverfisáhrifum fyrir Bjarnarflagsvirkjun. Gefið er yfirlit yfir umfjöllun og niðurstöðu Skipulagsstofnunar fyrir hvern þátt.

7.1.1 Landslag og jarðmyndanir

Í matsskýrslu kemur fram að „mannvirki séu ekki talin raska sérstökum jarðmyndunum en að byggingar, vegagerð, borplön, veitulagnir og efnistaka séu þau mannvirki sem muni hafa áhrif á landslag.“ Þessi áhrif séu einkum sjónræns eðlis og er fjallað um þau undir áhrifum á ásynd. Í ákvörðun Skipulagsstofnunar segir einnig:

„Til þess að halda umhverfisáhrifum í lágmarki verði mannvirki staðsett á tiltölulega afmörkuðu svæði og röskun af völdum vegagerðar því takmörkuð auk þess sem vegir muni liggja að stórum hluta á slóðum sem fyrir séu. Borholur verði stefnuboraðar, nokkrar holur staðsettar í þyrpingu á hverjum borteig og jarðraski þannig haldið í lágmarki. Í verklok verði borteigar lagaðir til svo þeir falli sem best að umhverfinu í samráð við Landgræðslu ríkisins til að lágmarka ummerki framkvæmda. Fram kemur að gert sé ráð fyrir að mannvirki gufuveitu virkjunarinnar verði ofanjarðar en tæknilega séð væri hægt að grafa skurði fyrir lagnirnar og ganga frá þeim, til dæmis í stokkum. Þessi aðferð hefði í för með sér talsvert og varanlegt rask þar sem skurðir þyrftu að vera um 2 m að dýpt og yfir 2 m á breidd.“ [4, p. 14]

Einnig kemur fram að miðað sé við að „nýta efni úr grunni mannvirkja sem best í vegfyllingar, plön og til landmótunar og því verði efnistaka annars staðar frá takmörkuð“ [4, p. 14].

Í niðurstöðu Skipulagsstofnunar segir að:

„Í framlögðum gögnum Landsvirkjunar hefur komið fram að staðsetning mannvirkja á tiltölulega afmörkuðu svæði sé til þess fallin að lágmarka jarðrask. Í verklok verði borteigar látnir falla sem best að umhverfinu. Gert er ráð fyrir að mannvirki gufuveitu virkjunarinnar verði ofanjarðar. Fram kemur að tæknilega sé hægt að grafa lagnir í stokk. Það hafi varanlegt rask í för með sér, sé kostnaðarsöm lausn ásamt því að rekstur og viðhald sé óaðgengilegra og meiri erfiðleikum háð vegna hita í jörðu og leirkennds jarðvegs en ef lagnir eru á yfirborði.“ [4, p. 32]

Í niðurstöðu Skipulagsstofnunar segir að stofnunin telji að

„virkjun í Bjarnarflagi samanstandi af það miklum mannvirkjum að óhjákvæmilegt sé að þau muni hafa nokkur áhrif á svæðinu. Fyrir liggur að nú þegar ber hluti fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis ýmis merki rasks og mannvirkja s.s. vegna núverandi Bjarnarflagsvirkjunar ásamt affallslóni og borteigum, verksmiðjuhúsi Léttsteypunnar, mannvirkjum Kísiliðjunnar, háspennulínu, vegslóðum og efnistöku. Skipulagsstofnun telur að með því að staðsetja mannvirki fyrirhugaðrar virkjunar á tiltölulega afmörkuðu svæði, hanna þau með tilliti til umhverfisins og með það sjónarmið í huga að forðast allt óþarfa rask, verði dregið úr áhrifum fyrirhugaðra framkvæmda á landslag og jarðmyndanir. Í ljósi ofangreinds telur stofnunin að áhrif fyrirhugaðra framkvæmda vegna virkjunar í Bjarnarflagi á landslag og jarðmyndanir verði ásættanleg. [4, p. 30]“

Þessi niðurstaða á við um alla framlagða kosti. Í ákvörðun Skipulagsstofnunar kemur þó einnig fram að mannvirki samkvæmt valkosti A fari meira inn á lítt röskuð svæði og megin mannvirki yrðu ekki í beinum tengslum við mannvirki sem fyrir eru norðan vegar.

7.1.2 Gróður

Í matsskýrslu kemur fram að m.t.t gróðurs virðist kostur A vera betri en kostur B vegna þess verðmæta jarðhitagróðurs sem er á tiltölulega ósnortnu hrauni suðaustan til á svæðinu.

Niðurstaðan í ákvörðun Skipulagsstofnunar er sú að framkvæmdir samkvæmt kosti B hafi verulega meiri áhrif á jarðhitagróður en samkvæmt kosti A en að áhrifin verði þó ásættanleg. Stofnunin leggur áherslu á að ekki verði um rask að ræða utan skilgreindra vinnusvæða. Lítil reynsla er af langtímaáhrifum nýtingar háhitasvæða á lífríki. Þessi svæði eru talin markverð á heimsvísu og því æskilegt að þekkja lífríki þeirra. Skipulagsstofnun telur ólíklegt að áhrif virkjunar á gróður verði veruleg og óafturkræf en telur æskilegt að Landsvirkjun fylgist með jarðhitagróðri í samráði við Umhverfisstofnun.

7.1.3 Dýralíf

Fuglar: Í matsskýrslu kemur fram að meginniðurstöður kannana á fuglalífi séu að á athugunarsvæðinu sé fuglalíf fábreytt. Niðurstöður talninga 1998 og 1999 hafi sýnt tiltölulega fábreytt fuglalíf á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði. Engir sjaldgæfir fuglar hafi sést og sé því ekki talin þörf á að taka sérstakt tillit til fuglalífs við hönnun eða útfærslu virkjunar.

Skipulagsstofnun tekur undir þessa niðurstöðu í ákvörðun sinni og telur að áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á fugla verði óveruleg.

Annað dýralíf: Skipulagsstofnun telur ólíklegt að áhrif á smádýr og lífríki hvera verði veruleg og óafturkræf þar sem hvorki verður beint rask á hverasvæðum né búist við verulegum áhrifum á náttúrulegar breytingar á yfirborðsvirkni hvera sem hafa verið töluverðar á svæðinu.

Hins vegar er bent á að lítil reynsla er af langtímaáhrifum nýtingar háhitasvæða á lífríki. Þessi svæði eru talin markverð á heimsvísu og því æskilegt að þekkja lífríki þeirra. Því telur Skipulagsstofnun æskilegt að Landsvirkjun ráðist í frekari rannsóknir á lífríki í hverum á Námafjallssvæðinu þar sem beitt verði nýjustu aðferðum við tegundagreiningu og fylgst með smádýralífi í samráði við Umhverfisstofnun.

7.1.4 Menningarminjar

Í matsskýrslu kemur fram að engar þekktar fornleifar séu á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði Bjarnarflagsvirkjunar. Vitað sé um 5 nálæga minjastaði sem ekki verði fyrir áhrifum en af þeim eru tvær vörður í suðurjaðri borsvæðis norðan þjóðveggar næst framkvæmdasvæðinu.

Skipulagsstofnun telur að áhrif framkvæmdanna á fornleifar verði óverulegar.

7.1.5 Sjónræn áhrif, útivist og ferðamennska

Í ákvörðun Skipulagsstofnunar eru þættirnir ásýnd, útivist og ferðamennska teknir saman. Hið sama er gert í þessari umfjöllun.

Í úrskurði Skipulagsstofnunar kemur eftirfarandi fram:

- Stofnunin telur að með tilkomu 90 MW_e Bjarnarflagsvirkjunar muni verða töluverðar ásýndarbreytingar á svæðinu sem muni hafa áhrif á upplifun ferðafólks sem leið eigi um svæðið.
- Fyrir liggir að Bjarnarflagssvæðið beri þegar merki röskunar vegna núverandi mannvirkja á svæðinu og starfsemi. Stofnunin telur ennfremur að áhrif verði neikvæðari á framkvæmdatíma samkvæmt kosti A en B m.a. vegna óhjákvæmilegs rasks og umferðar við byggingu mannvirkja sem mun vegna áfangaskiptinga dreifast á margra ára tímabil.
- Stofnunin telur að sjónrænt áhrifasvæði framkvæmda samkvæmt kosti A verði nokkru stærra en samkvæmd kosti B.
- Að mati stofnunarinnar má draga úr neikvæðum sjónrænum áhrifum með ýmsum þeim mótvægisáðgerðum sem framkvæmdaraðili hefur lagt til í framlögðum gögnum.
 - Hönnun og litaval mannvirkja þurfi að vera með þeim hætti að þau falli sem best að umhverfi og þurfi að útfæra nánar í deiliskipulagi.
 - Mikilvægt sé til að draga úr sjónrænum áhrifum m.a. gagnvart ferðafólki þurfi að halda öllu jarðraski utan framkvæmdasvæða í lágmarki og leggja áherslu á vandaðan

frágang gufulagna, borteiga og vega, auk uppgræðslu þar sem það á við í samráði við Umhverfisstofnun.

- Skipulagsstofnun telur ljóst að safnæðar frá borholum í Bjarnarflagi muni hafa töluverð sjónræn áhrif en telur ekki forsendur til þess að þær verði grafnar í jörðu, m.a. vegna meiri hættu við rekstur niðurgrafinna lagna. Fyrir liggur að töluverður fjöldi íbúa í Mývatnssveit byggir afkomu sína á þjónustu við ferðamenn. Skipulagsstofnun telur því mikilvægt að framkvæmdum verði hagað þannig að sem minnst röskun verði af fyrir ferðaþjónustu á svæðinu.

Í úrskurðinum segir:

„Skipulagsstofnun telur að sjónræn áhrif virkjunar í Bjarnarflagi og áhrif á útivist og ferðamennsku verði ásættanleg. Fyrir liggur að hverasvæðið austan Námafjalls er eitt helsta aðdráttarafl ferðamanna í Mývatnssveit. Í framlögðum gögnum Landsvirkjunar er bent á að mikilvægt sé að virkjunin hafi ekki skaðleg áhrif á hveravirknina. Þrátt fyrir þá niðurstöðu að hverfandi líkur séu á að virkjun í Bjarnarflagi hafi áhrif á leirhveru eða gufuaugu í Hverarönd, sé gert ráð fyrir að fylgst verði reglulega með jarðhitavirkni á yfirborði. Í athugasemd er vakin sérstök athygli á þessu og þar er bent á að jafnvel aðeins lítilsháttar minni virkni geti dregið úr aðdráttaraflinu og aukin virkni stefnt öryggi ferðafólks í voða. Skipulagsstofnun telur ólíklegt að áhrif framkvæmdarinnar á jarðhitavirkni á Hverarönd verði veruleg þar sem ekki er búist við að framkvæmdin hafi þau áhrif á jarðhitakerfið að það leiði til beinna áhrifa á yfirborði. Fram hefur komið að náttúruleg aukning í gufuústreymi varð mikil vestan Námafjalls í kjölfar Kröfluelda og virðist það svæði enn undir þeim áhrifum en þeirra gætti ekki á Hverarönd.“ [4, p. 33]

Skipulagsstofnun leggur áherslu á að Landsvirkjun þurfi að standa að eftirliti á jarðhitavirkni á yfirborði. Þetta er sett fram sem skilyrði í úrskurðarorðum Skipulagsstofnunar:

„Landsvirkjun standi fyrir því svæðiseftirliti og vöktun sem fjallað er um í kafla 4.1 í þessum úrskurði og varðar breytingar á jarðhitasvæðinu og nánasta umhverfi þess vegna vinnslunnar. Það felst m.a. í athugunum á efnainnihaldi í hverum og gufuaugum nálægt vinnslusvæðinu, mælingum á hita í jarðvegi, vöktun hveravirkni á Hverarönd, landhæðar- og þyngdarmælingum, skjálftamælingum og gasmælingum á svæðinu. Einnig þarf að kortleggja virkan jarðhita.“ [4, p. 38]

7.2 Ný gögn frá því úrskurður Skipulagsstofnunar lá fyrir

7.2.1 Landslag og jarðmyndanir

Engin sérstök vöktun hefur fari fram á þessum umhverfispætti, enda ekki verulegra breytinga að vænta á grunnástandi á þeim árum sem liðin eru frá mati á umhverfisáhrifum, nema þeirra sem orðið hafa vegna framkvæmda við Bjarnarflagsvirkjun.

Eins og fram kemur í kafla 5 er lögð áhersla á það í deiliskipulagi að halda framkvæmdasvæðum afmörkuðum. Sú áhersla á enn við í dag og er í samræmi við ákvörðun Skipulagsstofnunar. Ætla má að talsverður hluti af beinu raski hafi þegar komið fram við undirbúningsframkvæmdir og áherslur um útlit mannvirkja eiga enn við í dag.

Engar breytingar hafa orðið á lagaramma eða viðmiðum sem lögð eru til grundvallar við mat á umhverfisáhrifum frá því að umhverfismatið var lagt fram. Í nýrri verndaráætlun fyrir Mývatn og Laxá er lögð áhersla á lagagreinar í 37. og 39. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd. Einnig er vísað til náttúruverndarkorts af Mývatnssveit frá 1987, en það er sama kort og tekið er mið af við mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar. Evrópski Landslagssáttmálinn hefur verið staðfestur en með þátttöku í Landslagssamningi Evrópu er staðfestur vilji stjórnvalda til að stuðla að landslagsvernd og að taka ákveðin skref í þá átt í samræmi við leiðbeiningar samningsins. Þetta er þó ekki talið hafa áhrif á niðurstöðu matsvinnunar eða þeirra viðmiða sem þar voru lögð til grundvallar.

7.2.2 Gróður

Yfirlit um niðurstöður rannsókna og vöktunar

Þær vöktunaráætlanir og rannsóknir sem tengjast ofangreindum þáttum og upplýsingar fengust um hjá Landsvirkjun eru eftirfarandi:

- [23] Áætlun um aðgerðir og vöktun umhverfisþátta, unnið af Mannvit-Verkís, apríl 2012.
- [51] Gróður og fuglavöktun á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum, gefin út af Náttúrustofu Norðausturlands í apríl 2013.

Yfirlit um breytingar á forsendum frá ákvörðun Skipulagsstofnunar

Niðurstaða mats á umhverfisáhrifum er nokkuð afgerandi að því leyti að engin bein áhrif verði á gróður eða plöntutegundir sem teljast vera sjaldgæfar eða í eru hættu. Áhersla er lögð á það í umfjöllun um gróður í ákvörðun Skipulagsstofnunar að æskilegt sé að fylgjast með jarðhitagróðri í samvinnu við Umhverfisstofnun.

Sumarið 2012 var gerð úttekt á gróðri í Jarðbaðshólum og Bjarnarflagi sunnan Þjóðveggar. Við vettvangsskoðun fundust tvær sjaldgæfar tegundir, naðurtunga og dvergtungljurt. Dvergtungljurt fannst á tveimur stöðum. Á öðrum staðnum fannst aðeins ein planta og tvær á hinum. Naðurtunga fannst á fleiri stöðum en dvergtungljurt og mun fleiri plöntur á hverjum stað. Útbreiðsla naðurtungu í Jarðbaðshólum virtist fyrst og fremst bundin við jaðarsvæði mesta jarðhitans og rakans í yfirborði landsins. Fundarstaðir dvergtungljurtar voru á sendnu landi vestan í Jarðbaðshólum, þar sem ekki gætti eins mikilla jarðhitaáhrifa. Athygli vekur að í skýrslu Náttúrufræðistofnunar frá 1996 segir:

„Nokkuð er þarna einnig af venjulegri tungljurt, en innan um er ein og ein afbrigðileg tungljurt af þeirri gerð sem stundum hefur verið nefnd Botrychium islandicum. Hún líkist dvergtungljurt (Botrychium simplex), nema að því leyti að gróblaðið og tillífunarblaðið eru samgróin mjög hátt upp eftir stönglinum. [...] Þetta tungljurtarabrigði fylgir hér jarðhitnum, og hefur einnig fundist í Jarðbaðshólum.“ [5]

Ekki er ljóst hvort hér er verið að fjalla um sömu plöntutegund þegar vísað er til dvergtungljurtar í vöktunarskýrslu Náttúrufræðistofu Norðausturlands, þó vissulega séu sterkar vísbendingar til þess.

Grunnástand og gróðurframvinda virðist ekki hafa breyst en einungis hefur verið farin ein ferð á svæðið og því ekki hægt að fullyrða að svo sé ekki. Í vöktunarskýrslu Náttúrustofu Norðausturlands segir:

„Þar sem aðeins var farið í eina vettvangsferð um Bjarnarflag og Jarðbaðshóla og svæðið norðan Þjóðveggar ekki kannað sumarið 2012 er nauðsynlegt að fara betur um svæðið næsta sumar. Mikilvægt er að fá gleggri mynd af útbreiðslu sjaldgæfra plöntutegunda sem fylgja jarðhita að öllu eða einhverju leyti á svæðinu og kortleggja útbreiðsluna betur með tilliti til framkvæmdasvæðis. Einnig þarf að skoða fundarstaði plantnanna sem skráðir voru af Náttúrufræðistofnun Íslands til að athuga hvort tegundirnar finnast enn á þeim stöðum og kanna ástand þeirra. Nauðsynlegt er að gera vöktunaráætlun fyrir gróðurrannsóknirnar á öllum svæðunum þremur.“ [51, p. 32]

Nokkur hluti af áhrifum á gróður er þegar kominn fram með undirbúningsframkvæmdum sumarið 2012. Vísbendingar eru um að útbreiðsla sjaldgæfra plantna sem fylgja jarðhita sé svipuð og í þeirri gróðurúttekt sem mat á umhverfisáhrifum byggir á, sbr. niðurstöður gróðurvöktunar frá árinu 2012, en sú könnun tók ekki til alls svæðisins, né getur talist ítarleg þar sem einungis var farin ein ferð. Frá því árið 2004 hafa komið fram upplýsingar um áhrif jarðhita á gróður, sbr. rannsóknir á áhrifum á mosagróður í nágrenni virkjana Orkuveitu Reykjavíkur á Hellisheiði [52]. Því er full ástæða til að halda vöktun á gróðri áfram á svæðinu.

7.2.3 Fuglar og annað dýralíf

Í úrskurði Skipulagsstofnunar er staðfest það mat sem sett er fram í matsskýrslu Landsvirkjunar að fuglalíf sé fábreytt og áhrif á fuglalíf sé talið óverulegt.

Engar úttektir hafa verið gerðar hvað þennan þátt varðar. Að teknu tilliti til þróunar annarra þátta sem haft gætu áhrif á fuglalíf og annað dýralíf, s.s. gróðurframvindu, framkvæmdum innan virkjanasvæðis

o.þ.b., er ekki talið líklegt að grunnástand hafi breyst og að áhrif hafi að hluta þegar komið fram við undirbúning virkjanasvæðisins.

Í ákvörðun Skipulagsstofnunar kemur fram að æskilegt sé að „*Landsvirkjun ráðist í frekari rannsóknir á lífríki í hverum á Námafjallssvæðinu þar sem beitt verði nýjustu aðferðum við tegundagreiningu og fylgst með smádyralífi í samráði við Umhverfisstofnun.*“ [4, p. 32]. Í matinu kemur fram að lífríki í hverum í Bjarnarflagi sé lítið, lífríki í hverunum í Jarðbaðshólum sé talið sérstætt en ekki sé að vænta áhrif á þá vegna Bjarnarflags.

7.2.4 Menningarminjar

Ítarlegar upplýsingar liggja fyrir um þennan þátt. Það sem engin breyting hefur orðið á framkvæmdasvæðum er ekki ástæða til að ætla að breytingar hafi orðið líklegum áhrifum á þennan umhverfisþátt.

7.2.5 Sjónræn áhrif, útivist og ferðamennska

Engar rannsóknir eða viðhorfskannanir hafa verið gerðar síðan að ákvörðun Skipulagsstofnunar lá fyrir varðandi þessa þætti. Helstu breytingar er varða þessa umhverfisþætti eru eftirfarandi:

- Hluti áhrifa er þegar kominn fram, með undirbúningsframkvæmdum sumarið 2012 innan svæðis stöðvarhúss.
- Ekki er lengur gert ráð fyrir móttöku ferðamanna í Bjarnarflagsvirkjun. Móttökuhúsið var staðsett innan virkjanasvæðis og var talið það mannvirki sem einna helst sæist til frá þjóðvegi þegar horft væri til suðurs. Umfang mannvirkja ætti því að minnka.
- Nú er gert ráð fyrir að tekið sé á móti ferðamönnum við Jarðböðin við Mývatn og að þeim sé beint þaðan að ferðamannasvæðinu. Einnig er nú ekki gert ráð fyrir göngustígatengingum inn á svæðið vegna öryggis, en að stíganet sé að svæðinu og gert er ráð fyrir útsýnisstöðum að virkjuninni [21].
- Í matsskýrslu var gert ráð fyrir að ferðamönnum fjölgi. Samkvæmt samantekt frá Ferðamálastofu (Ferðaþjónusta á Íslandi í tölum, apríl 2012, Oddný Þóra Óladóttir) hefur ferðamönnum fjölgað um 6,1% að meðaltali ár hvert á tímabilinu frá árinu 2000 til 2011. Fjöldi ferðamanna var 360.400 árið 2004 og 565.600 árið 2011. Samkvæmt sömu könnun fóru um 42,1% erlendra ferðamanna til Mývatns árið 2011 og 16,4% íslenskra ferðamanna. Það er því ljóst að mikilvægi ferðamennsku hefur aukist.

Engar breytingar hafa orðið á lögum eða reglugerðum er varða þennan þátt frá því að ákvörðun Skipulagsstofnunar lá fyrir.

7.3 Niðurstöður fyrir aðra umhverfisþætti

Ekki er talin ástæða til þess út frá þeim gögnum sem skoðuð hafa verið að taka upp mat á umhverfisáhrifum fyrir þessa tilteknu umhverfisþætti.

- Landslag og jarðmyndanir
 - Áhersla deiliskipulags er að halda framkvæmdasvæðum afmörkuðum sem er í samræmi við ákvörðun Skipulagsstofnunar. Ætla má að talsverður hluti af beinu raski hafi þegar komið fram við undirbúningsframkvæmdir og áherslur um útlit mannvirkja á enn við í dag.
 - Engar breytingar hafa orðið á lagaramma eða viðmiðum sem lögð eru til grundvallar við mat á umhverfisáhrifum frá því að umhverfismatið var lagt fram.
- Gróður
 - Nokkur hluti af áhrifum á gróður er þegar kominn fram með undirbúningsframkvæmdum sumarið 2012. Vísbendingar eru um að útbreiðsla sjaldgæfra plantna sem fylgja jarðhita sé svipuð og í þeirri gróðurúttekt sem mat á umhverfisáhrifum byggir á, sbr. niðurstöður gróðurvöktunar frá árinu 2012.
 - Nýjar vísbendingar um áhrif jarðvarmavirkjana á mosagróður á Hellisheiði undirstrika mikilvægi þess að þetta sé vakt áfram.

- Fuglar
 - Engar úttektir hafa verið gerðar hvað þennan þátt varðar. Að teknu tilliti til þróunar annarra þátta sem haft gætu áhrif á fuglalíf, s.s. gróðurframvindu, framkvæmdum innan virkjanasvæðis o.þ.b., er ekki talið líklegt að grunnástand hafi breyst.
- Annað dýralíf
 - Í ákvörðun Skipulagsstofnunar kemur fram að æskilegt sé að „*Landsvirkjun ráðist í frekari rannsóknir á lífríki í hverum á Námafjallssvæðinu þar sem beitt verði nýjustu aðferðum við tegundagreiningu og fylgst með smádýralífi í samráði við Umhverfisstofnun.*“ [4, p. 32]. Í matinu kemur fram að lífríki í hverum í Bjarnarflagi sé lítið, lífríki í hverunum í Jarðbaðshólum sé talið sérstætt en ekki sé að vænta áhrif á þá vegna Bjarnarflagsvirkjunar.
- *Sjónræn áhrif, útivist og ferðamennska*
 - Ítarlegar upplýsingar liggja fyrir um þennan þátt. Þar sem engin breyting hefur orðið á áætluðum framkvæmdasvæðum virkjunarinnar er ekki ástæða til að ætla að breytingar hafi orðið á líklegum áhrifum á þennan umhverfisþátt.

Hins vegar ber að ítreka það að vöktun fari fram á virkni jarðhita á yfirborði vegna áhrifa þessa þátta á gróður og ferðamennsku. Einnig telur Skipulagsstofnun það æskulegt að vakta lífríki í hverum, en ekki er gert ráð fyrir því samkvæmt vöktunaráætlun sem lögð er fram af Mannvit-Verkis [23].

8 RÝNI Á FYRIRLIGGJANDI VÖKTUNARÁÆTLUN

Í skýrslu sem var unnin af Mannvit - Verkís [23] er sett fram áætlun um aðgerðir og vöktun umhverfis vegna uppbyggingar og reksturs. Hluti af þessu verkefni er að rýna þessa áætlun með tilliti til niðurstaðna mats á umhverfisáhrifum og þeirra vöktunar sem þegar er í gangi á vegum Landsvirkjunar og gera tillögur að úrbótum, sé þeirra þörf. Í þessum kafla er gefið yfirlit um hvern umhverfispátt, í sömu röð og um þá var fjallað í köflunum hér á undan.

8.1 Almennar athugasemdir

Í töflu 1 í áætlun um aðgerðir og vöktun umhverfispáttá [23] er að finna yfirlit vöktunarmælinga en ekki farið í nánari útfærslur á framkvæmd mælinga eins og mæliaðferðum, mælistöðum og tíðni. Nefnt er að hafa skal samráð við sérfræðinga, leyfisveitendur og eftirlitsaðila en ekki nákvæm útfærsla útlustuð. Ekki er heldur neitt um úrvinnslu gagna eða meðferð niðurstaðna.

8.2 Loftgæði

Í mati á umhverfisáhrifum segir um vöktun vegna loftgæða:

„Skipulagsstofnun telur að aukin losun koldíoxíðs (CO_2), metans (CH_4), og brennisteinsvetnis (H_2S) sé ekki líkleg til að hafa veruleg áhrif á loftgæði á svæðinu en búast megi við að brennisteinslykt finnist á stærra svæði en áður. Stofnunin telur eðlilegt að fylgst verði með styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti á jarðhitasvæðinu sem nýtist jafnframt við að leggja mat á dreifingu og hugsanlegri þörf á mótægisaðgerðum. Nánari ákvörðun um vöktun brennisteinsvetnis og mótægisaðgerðir vegna losunar gróðurhúsalofttegunda er á höndum iðnaðar- og viðskiptaráðuneytis sem leyfisveitanda nýtingarleyfis til vinnslu jarðhita samkvæmt lögum nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu.“ [4, p. 35]

Aðgerða- og vöktunaráætlun Landsvirkjunar gerir ráð fyrir að setja upp einn til tvo síritandi mæla á svæðinu til að mæla samfellt styrk brennisteinsvetnis, en Landsvirkjun hefur nú þegar sett upp þrjá. Auk þess er tekið fram í aðgerðar og vöktunaráætlun að framkvæmdar séu stakar mælingar á styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti á orkuvinnslusvæði og í stöðvarhúsi. Þessi áætlun er í samræmi við úrskurð Skipulagsstofnunar og eru engar athugasemdir við þetta.

Um mælingar á brennisteinsvetni er fjallað í reglugerðum nr.514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti og nr. 787/1999 um loftgæði. Einnig er að finna leiðbeiningar um staðsetningu fastra mælistöðva til mælinga á styrk efna í andrúmslofti í reglugerð nr. 251/2002 um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svífryk og blý í andrúmsloftinu og upplýsingar til almennings. Í þessum reglugerðum kemur m.a. fram að Umhverfisstofnun eigi að sjá um að mælistöðvar séu settar upp í samræmi við reglugerðarákvæði og hafi umsjón með framkvæmd vöktunar. Atvinnurekstur sem valdur er að staðbundinni mengun skal kosta uppsetningu og rekstur mælistöðva. Velja skal svæði þar sem hæstur styrkur efna mælist og fólk er líklegt til að verða fyrir beint eða óbeint á tímabili sem er umtalsvert með tilliti til viðmiðunartíma umhverfismarkanna.

Eftir yfirferð á aðgerða- og vöktunaráætlun Bjarnarflagsvirkjunar eru eftirfarandi viðbætur lagðar til vegna loftgæða:

- Nú þegar eru komir þrír síritandi mælar sem mæla styrk brennisteinsvetnis. Lagt er til að settur verði upp færanlegur mælir og hann staðsettur með tilliti til landslags. Þannig er betur hægt að átta sig á áhrifum landslags á dreifingu brennisteinsvetnis frá fyrirhugaðri 45 MW_e Bjarnarflagsvirkjun. Með því að hafa mælinn færanlegan er hægt að vakta fleiri fjölfarna staði þar sem hugsanlegt er að styrkur mengandi efna frá Bjarnarflagsvirkjun verði hærri en skilgreind umhverfismörk. Þeir staðir sem kæmu helst til greina auk Reykjahlíðar og byggðabyrpingarinnar við Voga eru Námaskarð og Jarðböðin.
- Skilgreina betur í vöktunaráætluninni hvernig svæðiseftirlit á efnainnihaldi í hverum og gufuaugum nálægt vinnslusvæðinu verði háttað. Einnig skilgreina sérstaka vöktun á

breytingum á náttúrulegri losun brennisteinsvetnis og koltvísýrings til að geta lagt mat á þá losun.

8.3 Hljóðvist

Í niðurstöðum úrskurðar Skipulagsstofnunar segir um hljóðvist:

„Í framlögðum gögnum Landsvirkjunar kemur fram að á framkvæmdatíma verði haft eftirlit með hljóðstigi í Reykjahlíð og á svæði Baðfélagsins og gripið til aðgerða um leið og þörf krefji. Fylgst verði með hljóðstigi á útsýnisplaninu við Námafjall að sumarlagi en gert sé ráð fyrir að hljóðstig þar verði á bilinu 30-36 dB(A).“ [4, p. 34]

Í vöktunaráætlun segir að gerðar verði reglulegar hljóðstigsmælingar í samráði við leyfisveitendur og eftirlitsaðila. Gerðar verði mælingar í Reykjahlíð og á svæði Jarðbaðanna við Mývatn.

Eftir yfirferð á aðgerða- og vöktunaráætlun Bjarnarflagsvirkjunar og þær vöktunarmælingar sem þegar hafa verið gerðar á svæðinu eru eftirfarandi viðbætur lagðar til vegna hljóðvistar:

- Hljóðstigsmælingar verði ávallt framkvæmdar í samræmi við gildandi mæliaðferðir.
- Í aðgerða- og vöktunaráætlun Bjarnarflagsvirkjunar vantar að tilgreina mælingar á útsýnisstað í Námaskarði að sumarlagi, sbr. svör Landsvirkjunar við umsögn Umhverfisstofnunar í mati á umhverfisáhrifum.
- Reglulegar hljóðstigsmælingar verði framkvæmdar innan iðnaðarlóðarinnar, á lóðamörkum og á mörkum deiliskipulags iðnaðarsvæða með hnitasettum punktum. Lagt er til að mælt sé á færri stöðum en oftár.
- Æskilegt er að gerð sé grein fyrir niðurstöðum hljóðstigsmælinga með myndrænni framsetningu ef þær skulu kynntar hlutaðeigandi aðilum. Með því móti gefa niðurstöðurnar gleggri mynd af hávaðaútbreiðslu um svæðið, þ.m.t. ferðamannastaði.
- Til viðbótar ættu hljóðstigsmælingar að fara fram í viðgerðastoppi, þegar flestar holur eru í blæstri. Í verklýsingu fyrir hljóðstyrksmælingar frá Landsvirkjun kemur fram að ef einhverjar sérstakar aðstæður eru fyrir hendi sem valda meiri hávaða en venjulegur rekstur gerir skulu hljóðstyrksmælingar að jafnaði gerðar aukalega. Viðgerðastopp fellur undir þá lýsingu og ætti því að gera aukalega hljóðstyrksmælingar í hverju stoppi sem er u.þ.b. einu sinni á ári.
- Meðan að ekki er gert ráð fyrir steypum hljóðdeyfum eða annarri ásættanlegri gerð hljóðdeyfa er gerð sú tillaga að komið verði fyrir siritandi hljóðmælum við mörk Reykjahlíðar og að rauntímaniðurstöður þeirra ásamt veðurskilyrðum verði aðgengilegar myndrænt. Dæmi um slíka nálgun er hægt að finna á vefslóðinni: <http://nomos.schiphol.nl/>

8.4 Vatnsgæði

Í niðurstöðum Skipulagsstofnunar segir um vöktun grunn- og yfirborðsvatns:

„Skipulagsstofnun leggur áherslu á að Landsvirkjun standi fyrir því eftirliti og vöktun sem fjallað er um í kafla 4.1 í þessum úrskurði og leggur áherslu á að vöktun á hverasvæðum hefjist eigi síðar en boranir. Þannig þarf Landsvirkjun að fylgjast með niðurdrætti og hitabreytingum í jarðhitakerfinu, suðu í bergi, minnkun rennslis frá borholum og breytingum á efnainnihaldi borholuvökva. Þá þarf Landsvirkjun að hafa eftirlit á jarðhitasvæðinu og nánasta umhverfi þess til að fylgjast með hugsanlegum breytingum vegna vinnslunnar. Það felst meðal annars í athugunum á efnainnihaldi í hverum og gufuaugum nálægt vinnslusvæðinu, mælingum á hita í jarðvegi, kortlagningu virks jarðhita og vöktun hveravirkni á Hverarönd, athugunum á efnainnihaldi, hita og vatnsborði grunnvatns, landhæðar- og þyngdarmælingum, skjálftamælingum og gasmælingum á svæðinu.“ [4, p. 28]

Sú áætlun sem vísað er til er ítarleg og ekki tekin beint upp hér.

Eftir yfirferð á aðgerða- og vöktunaráætlun Bjarnarflagsvirkjunar eru eftirfarandi viðbætur lagðar til:

- Bæta þarf Helgavogi við sem vöktunarstað vegna ábendingar í umsögn Umhverfisstofnunar við deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar. Þar er bent á að vart hefur verið við litað lindarvatn undan hrauni við norðanvert Mývatn, mest í Helgavogi.
- Bæta þarf við aðgerða- og vöktunaráætlun yfirstandandi mælingum á grunnvatnshæð með vatnsborðsmælingum í borholum og gjám sem hafa verið framkvæmdar af Landsvirkjun síðustu ár. Þetta er hluti af því að fylgjast með grunnvatnsrennslinu og gæti átt heima undir viðfanginu „jarðhitakerfið“. Til að leggja mat á grunnvatnsstreymið og eiginleika þess þarf einnig að mæla hitastig og efnainnihald en gert er ráð fyrir því í áætluninni.

8.5 Skipulag og landnotkun

Í niðurstöðu úrskurðar Skipulagsstofnunar eru ekki settar fram sérstakar vöktunaraðgerðir vegna þessa þáttar. Vísað er til mikilvægis eftirlits, s.s. að fylgjast með efnainnihaldi í hverum og gufuaugum nálægt vinnsluvæðinu, mæla hita í jarðvegi og vakta sýnilegar breytingar á Hveravirkni í Hverarönd. Um þessa þætti er fjallað í kafla 8.4 í þessari skýrslu. Að öðru leyti er ekki um vöktun að ræða vegna þessa þáttar.

8.6 Skjálftavirkni

Í apríl 2012 var skýrsla Mannvits og Verkíss um aðgerðir og vöktun umhverfispáttá Bjarnarflagsvirkjunar birt. Vöktunaráætlunin uppfyllir núverandi skilyrði sem virkjuninni eru sett um vöktun á skjálftavirkni samkvæmt mati á umhverfisáhrifum og deiliskipulagi. Gert er ráð fyrir skjálftamælingum í svæðiseftirliti á rekstrartíma virkjunarinnar. Áætlunin er mjög gróf og ekki kemur fram hvernig staðið verði að skjálftamælingum eða úrvinnslu gagna en gert er ráð fyrir að eftirlit sé gert í samráði við sérfræðinga eða leysisveitendur og eftirlitsaðila. Ekki kemur fram hvort til sé viðbragðsáætlun vegna aukinnar skjálftavirkni eða hvort slík áætlun muni verða unnin. Slík áætlun ætti að liggja fyrir.

8.7 Aðrir umhverfispættir

8.7.1 Landslag og jarðmyndanir

Í ákvörðun Skipulagsstofnunar eru ekki sett fram skilyrði um vöktun þessa þáttar sérstaklega. Stofnunin telur að

„með því að staðsetja mannvirki fyrirhugaðrar virkjunar á tiltölulega afmörkuðu svæði, hanna þau með tilliti til umhverfisins og með það sjónarmið í huga að forðast allt óþarfa rask, verði dregið úr áhrifum fyrirhugaðra framkvæmda á landslag og jarðmyndanir.“ [4, p. 30]

8.7.2 Gróður

Í niðurstöðu úrskurðar Skipulagsstofnunar segir um vöktun á gróðri:

„Skipulagsstofnun telur ólíklegt að áhrif virkjunar á gróður verði veruleg og óafturkræf en telur æskilegt að Landsvirkjun fylgist með jarðhitagróðri í samráði við Umhverfisstofnun.“ [4, p. 31]

Í skýrslu um aðgerðir og vöktun umhverfispáttá fyrir Bjarnarflagsvirkjun kemur fram það álit að ekki sé talin ástæða að fylgjast sérstaklega með jarðhitagróðri, en það er ekki rökstutt nánar. Svæðið var kannað lauslega árið 2012 og benda þær niðurstöður til að útbreiðsla sjaldgæfra plantna sem fylgja jarðhita sé svipuð og í þeirri gróðurúttekt sem mat á umhverfisáhrifum byggir á, sbr. niðurstöður gróðurvöktunar frá árinu 2012.

Nýjar vísbendingar um áhrif jarðvarmavirkjana á mosagróður á Hellisheiði undirstrika mikilvægi þess að þetta sé vaktað áfram. Lagt er til að skilgreindir verði viðmiðunarreitir sem kannaðir verði árlega og svæðið verði kannað ítarlegar á 5 ára fresti.

8.7.3 Fuglar, smádýr og lífríki hvera

Í úrskurði Skipulagsstofnunar segir um vöktun á smádýralífi, fuglum og lífríki hvera:

„Lítill reynsla er af langtímaáhrifum nýtingar háhitasvæða á lífríki. Þessi svæði eru talin markverð á heimsvísu og því æskilegt að þekkja lífríki þeirra. Því telur Skipulagsstofnun æskilegt að Landsvirkjun ráðist í frekari rannsóknir á lífríki í hverum á Námafjallssvæðinu þar sem beitt verði nýjustu aðferðum við tegundagreiningu og fylgst með smádýralífi í samráði við Umhverfisstofnun.“ [4, p. 31]

Ekki er lögð áhersla á vöktun á fuglalíf, enda niðurstaða matsins að það sé fábreytt á þessu svæði og áhrif því líklega óveruleg.

Eftir yfirferð á aðgerða og vöktunaráætlun er bent á eftirfarandi:

- Í megintexta skýrslunnar er það útskýrt að ekki sé ástæða til vöktunar á lífríki í hverum en þess í stað vísað til vöktunar jarðhita í Jarðbaðshólum. Sú vöktun skilar sér ekki inn í svæðiseftirlit á skýran hátt.
- Röksemdafærslan fyrir því að vakta ekki lífríki í hverum er sú að ekki sé að vænta breytinga á þeim, en sú virkni verði vöktuð til að sannreyna það. Í aðgerðaráætlun vantar að geta þess á hvaða hátt verði brugðist við ef í ljós koma breytingar á hverum.

8.7.4 Sjónræn áhrif, útivist og ferðamennska

Ítarlegar upplýsingar liggja fyrir um þennan þátt. Þar sem engin breyting hefur orðið á framkvæmda-svæðum er ekki ástæða til að ætla að breytingar hafi orðið á líklegum áhrifum á þennan umhverfispátt.

Hins vegar ber að ítreka það að vöktun fari fram á virkni jarðhita á yfirborði vegna áhrifa þessa þáttar á gróður og ferðamennsku.

9 NIÐURSTÖÐUR

Forsendur fyrir niðurstöðu mats á umhverfisáhrifum varðandi áhrif á skipulag- og landnotkun, hljóðvist, landslag og jarðmyndanir, gróður, dýralíf, menningarminjar, sjónræn áhrif og útivist hafa ekki breyst, hvorki hvað varðar breytingar á náttúrufari eða fyrirhugaðri landnotkun á áhrifasvæði framkvæmdarinnar, breytinga á löggjöf um umhverfismál, breytinga á alþjóðlegum skuldbindingum né vegna fyrirkomulags og tækniþróunar varðandi virkjunina.

Hvað varðar loftgæði þá er megin niðurstaðan sú að breytt reglugerðarumhverfi um loftgæði gefur ekki tilefni til nýs mats á umhverfisáhrifum. Landsvirkjun vinnur að mælingum og nákvæmari líkangerð til að meta mismunandi útfærslur á losun og hreinsun lofttegunda til að uppfylla kröfur reglugerðar og starfsleyfis. Eins og kemur fram í hagkvæmnisathugun og verkefnisáætlun Sulfix verkefnisins þá er hagkvæmast að leysa brennisteinsvetnið upp og dæla því aftur niður í jarðhitageyminn. Ef iðnaðarferlar verða hins vegar valdir til hreinsunar á brennisteinsvetni úr útblæstri virkjunarinnar mætti líta á það sem breytingu á framkvæmdinni eins og henni hefur verið lýst í mati á umhverfisáhrifum. Í slíku iðnaðarferli eru notuð ýmis efni til hreinsunar og afurðir á borð við brennistein og brennisteinssýru myndast. Sú aðferð sem valin verður til hreinsunar kann að vera tilkynningaskyld til ákvörðunar um matsskyldu skv. lið 13.a í 2. viðauka laga nr. 106 um mat á umhverfisáhrifum frá 2000.

Forsendur mats á umhverfisáhrifum varðandi losun CO₂ hafa ekki breyst en mikilvægt er að leggja mat á náttúrlega losun CO₂ og losunar CO₂ vegna jarðhitánýtingar.

Varðandi losun affallsvatns þá eru hverfandi líkur fyrir því að umhverfisáhrifa muni gæta í Mývatni og því ekki talin ástæða að endurskoða umhverfismat vegna þessa þáttar. Sýnt hefur verið fram á að affallsvatnið þynnist hratt. Samkvæmt eftirlismælingum Landsvirkjunar á hugsanlegum áhrifum vegna losunar affallsvatns á yfirborði frá núverandi virkjun verður þess ekki vart í innstreymi til og í Mývatni.

Landsvirkjun hefur snúið frá áformum sínum um að losa allt affallsvatn í Bjarnarflagslón yfir í að allt affallsvatn verði losað í niðurrennslisholur með grunnlosun á 200-400 m dýpi en djúplosun á 1.200-2.000 m dýpi á síðari stigum ef nauðsyn krefur. Þessar breytingar koma fram í nýju deiliskipulagi fyrir Bjarnarflagsvirkjun og eru í samræmi við áherslur Skipulagsstofnunar og Umhverfisstofnunar í mati á umhverfisáhrifum. Þá er gert ráð fyrir að Bjarnarflagslón hverfi með tímanum og verði einungis nýtt í tilfellum neyðarlosunar.

Sterkar líkur eru taldar vera á því að áhrifa frá virkjuninni muni ekki gæta á volga grunnvatnsstrauminn sem rennur í Mývatn auk þess sem núverandi starfsemi hefur ekki haft mælanleg áhrif á strauminn. Landsvirkjun gerir nú ráð fyrir að í byrjun verði reist 45 MW_e orkuver í stað 90 MW_e eins og upphaflega stóð til. Ekki verður tekin ákvörðun um viðbótar uppbyggingu fyrr en reynsla af 45 MW_e áfanganum liggur fyrir. Þetta er breytt áhersla frá mati á umhverfisáhrifum þar sem ætlunin var að reisa virkjunina í tveimur til þremur áföngum og taka ákvörðun um hvern áfanga einkum út frá þörfum markaðarins. Við þessa tilhögun eru tekin varfærnari skref en ráðgert var í mati á umhverfisáhrifum sem leiðir af sér minni líkur á umhverfisáhrifum. Ljóst er að jarðhitasvæði eru flókin að uppbyggingu og erfitt að spá um hegðun þeirra. Streymi volga grunnvatnsstraumsins til Mývatns er talinn mjög mikilvægur fyrir lífríki vatnsins og þá sérstöðu sem það hefur. Ekki verður séð í fyrirbyggjandi gögnum að komið hafi fram nýjar upplýsingar sem breyta þeim forsendum sem hafðar voru til hliðsjónar við umhverfismatið í upphafi. Því er ekki talin ástæða að endurtaka umhverfismatið vegna þessa þáttar.

Áhrif niðurrennslis við djúplosun á aukna skjálftavirkni er mismunandi milli sprungusvæða jarðhitavirkjana. Gögn og rannsóknir sem skoðuð voru við þessa yfirferð benda til að aðstæður til niðurrennslis í Bjarnarflagi séu líkari aðstæðum í Kröflu en við Húsmúla á Hellisheiði og því eðlilegra að bera saman hugsanleg áhrif niðurrennslis við djúplosun í Bjarnarflagi við reynslu djúplosunar í Kröflu-virkjun. Djúplosun hefur gengið vel í Kröflu. Þar hefur greinst aukning á smáskjálftavirkni þar sem vökvinn fer út úr niðurrennslisholu KG-26 á rúmlega 2000 m dýpi, enda eðlilegt þar sem ~120°C vökvinn fer út í ~350°C heitt umhverfi. Smáskjálftavirkni er tengd snöggum breytingum í magni eða þrýstingi niðurrennslisvökvans. Ekki var fjallað ítarlega um skjálftavirkni í mati á umhverfisáhrifum frá 2003 og reynsla frá öðrum svæðum hefur verið sú að skjálftar geta orðið talsverðir í upphafi niðurdælingar. Gögnin sýna hins vegar að ekki er hægt að heimfæra þessa reynslu á milli jarðhitasvæða því þau eru mismunandi. Engar vísbendingar um smáskjálftavirkni hafa komið fram á mælum þegar boraðar hafa

verið vinnsluholur í Bjarnarflagi og mikið af borvökvanum hefur tapast út í jarðlögin á grunnlosunardýpinu, sem er það dýpi sem losað verður á í fyrsta áfanga Bjarnarflagsvirkjunar. [2] Það ætti því ekkert að vera til fyrirstöðu að byggja upp 45 MW_e áfanga með þessa reynslu í huga. Landsvirkjun mun rannsaka á rekstratíma 1. áfanga möguleika á djúplosun og meta þá um leið, meðal annarra þátta, mögulega skjálftavirkni með aðstoð sérfræðinga. [2]

Vöktunargögn og reynslan frá Kröfluvirkjun benda til þess að smáskjálftar vegna djúplosunar affallsvatns í Bjarnarflagi muni ekki valda umtalsverðum umhverfisáhrifum ef litið er til viðmiða í 3. viðauka laga um mat á umhverfisáhrifum. Hins vegar er mælt með því að sérfræðingar á þessu sviði séu fengir til þess að skoða þetta atriði nánar. Ljóst er að þetta atriði er vanreifað í mati á umhverfisáhrifum og því matsatriði hvort Skipulagsstofnun muni líta á það sem næga tæknilega ástæðu til að endurtaka þennan hluta matsins, sbr. 2. mgr. 12. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum þó líkurnar á umhverfisáhrifum séu litlar m.v. fyrirliggjandi gögn.

Farið var yfir aðgerða- og vöktunaráætlun vegna Bjarnarflagsvirkjunar. Meginefni áætlunarinnar er í samræmi við niðurstöðu Skipulagsstofnunar en gerðar eru viðbótartillögur hvað varðar vöktunarrannsóknir, tíðni mælinga, aðferðir og framsetningu gagna.

Niðurstaða þessarar úttektar er að ekki eru teljandi breytingar á grunnástandi eða lagaramma sem valda því að endurtaka þurfi mat á umhverfisáhrifum fyrir Bjarnarflagsvirkjun í heild sinni. Umfjöllun um jarðskjálfta er ekki ítarleg í mati á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar frá árinu 2003. Þetta atriði gæti talist tæknilega nægjanleg ástæða til að endurmeta þurfi umhverfisáhrif þessa tiltekna þáttar á nýjan leik þó vöktunargögn og reynslan frá Kröfluvirkjun bendi til þess að djúplosun affallsvatns í Bjarnarflagi muni ekki valda umtalsverðum umhverfisáhrifum ef litið er til viðmiða í 3. viðauka laga um mat á umhverfisáhrifum. Hætta á smáskjálftum á fremur við síðari áfanga virkjunarinnar þar sem um grunnlosun verður að ræða í þeim 45 MWe áfanga sem nú er í undirbúningi samkvæmt upplýsingum frá Landsvirkjun.

HEIMILDASKRÁ

- [1] Magnús Ólafsson, Þráinn Friðriksson, Þórólfur H. Hafstað, Sigríður Sif Gylfadóttir, Finnþogi Óskarsson og Halldór Ármannsson, „Áhrif jarðhitanýtingar í Bjarnarlagi á volga grunnvatnsstrauminn til Mývatns,“ Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR 2013/038, Landsvirkjun, LV-2013-096, Reykjavík, 2013.
- [2] Valur Knútsson, Persónuleg samskipti, júlí 2013.
- [3] Ásgrímur Guðmundsson, *Saga jarðhitanýtingar við Námafjall 1950 til 2013*, Landsvirkjun, 2013.
- [4] Skipulagsstofnun, „90 MWe Bjarnarflagsvirkjun og 132 kV Bjarnarflagslína 1 í Skútustaðahreppi - Úrskurður skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum,“ Skipulagsstofnun, Reykjavík, 2003.
- [5] Hönnun, „Bjarnarflagsvirkjun 90 MWe og 132 kV Bjarnarflagslína 1 í Skútustaðahreppi - Mat á umhverfisáhrifum, matsskýrsla,“ Unnið fyrir Landsvirkjun, 2003.
- [6] Magnús Á. Sigurgeirsson og Sverrir Þórhallson, „Úði og tæring við orkuverin á Nejavöllum og við Kröflu,“ Orkustofnun, OS-96023/JHD-12B, 1996.
- [7] Verkfræðistofan Vatnaskil, „Þeystareykjavirkjun og Kröfluvirkjun. Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá jarðvarmavirkjunum á Norðausturlandi,“ Unnið fyrir Þeystareykji ehf. og Landsvirkjun, 2010.
- [8] Verkfræðistofan Vatnaskil, *Minnisblað - Efni: Styrkur brennisteinsvetnis frá virkjunum á Norðausturlandi, samanburður við reglugerðarmörk*, Unnið fyrir Landsvirkjun, 2010.
- [9] Mannvit, „Styrkur brennisteinsvetnis í andrúmslofti í Reykjahlíð - Úrvinnsla mælinga 10. febrúar 2011 til 9. maí 2012,“ Landsvirkjun, Reykjavík, 2012.
- [10] D. L. Mamrosh, K. E. McIntush, C. Beitler, Sigurður H. Markússon og Kristján Einarsson, „Screening of H₂S Abatement Options for Geothermal Power Noncondensable Gas at Bjarnarlag,“ *GRC Transactions*, b. 36, pp. 1217-1226, 2012.
- [11] Verkfræðistofan Vatnaskil, „Minnisblað - Efni: Greining á dreifingu brennisteinsvetnis frá 45 MW virkjun í Bjarnarlagi,“ Reykjavík, 2013.
- [12] Samstarf jarðorkufyrirtækja, „Verkefnisáætlun SulFix - Um förgun brennisteinsvetnis frá jarðgufuvirkjunum,“ Stýrihópur skipaður fulltrúum Orkuveitu Reykjavíkur, Landsvirkjunar og HS Orku, 2013.
- [13] Mannvit, „Hermun valdra hreinsiaðferða - Samstarfsnefnd um hreinsun brennisteinsvetnis,“ Reykjavík, 2013.
- [14] Auður Agla Óladóttir, „Gasflæðimælingar um yfirborð í Námafjalli sumarið 2010,“ Íslenskar Orkurannsóknir, 2010.
- [15] WHO, Air quality guidelines for Europe, 2 ritstj., Kaupmannahöfn: World Health Organization Regional Publications, European Series, 2000.
- [16] Hanne Krage Carlsen, Helga Zoëga, Unnur Valdimarsdóttir, Thórarinn Gíslason og Birgir Hrafnkelsson, „Hydrogen sulfide and particle matter levels associated with increased dispensing of anti-asthma drugs in Iceland's capital,“ *Environmental Research*, b. 113, pp. 33-39, 2012.

- [17] M. N. Bates, N. Garret, J. Crane og J. R. Balmes, „Associations of ambient hydrogen sulfide exposure with self-reported asthma and asthma symptoms,“ *Environmental Research*, b. 122, pp. 81-87, 2013.
- [18] Ragnhildur Guðrún Finnbjörnsdóttir, Helga Zoëga, Örn Ólafsson, Throstur Thorsteinsson og Vilhjálmur Rafnsson, „Association of air pollution and use of glyceryl trinitrate against angina pectoris: a population-based case-crossover study,“ *Environmental Health*, b. 12, p. 38, 2013.
- [19] Sigurgeir Björn Geirsson, *Persónuleg samskipti*, maí 2013.
- [20] Einar Sveinbjörnsson, *Persónuleg samskipti*, maí 2013.
- [21] Landsvirkjun, Teiknistofa arkitekta Gylfi Guðjónsson og félagar ehf. og Mannvit verkfræðistofa, „Deiliskipulag Bjarnaflagsvirkjunar Skútustaðahreppi - Greinagerð 7. apríl 2011, 12 maí 2011,“ Skútustaðahreppur, 2011.
- [22] Landsvirkjun, „Umhverfisskýrsla,“ 2011.
- [23] Mannvit verkfræðistofa og Verkís verkfræðistofa, „Bjarnaflagsvirkjun - Áætlun um aðgerðir og vöktun umhverfispáttá,“ Unnið fyrir Landsvirkjun, 2012.
- [24] Landsvirkjun, *Hljóðstyrksmælingar í KRA/BJA*, 2006-2011.
- [25] Mannvit, *Bjarnarflag Hávaðamat*, 2009.
- [26] Axel Björnsson, „Hveravirkni í Jarðbaðshólum og Hverarönd - áhrif virkjunar á jarðhitasvæðin,“ Háskólinn Akureyri, 2001.
- [27] Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson, Steinunn Hauksdóttir, Snorri Páll Kjaran og Heiðrún Guðmundsdóttir, „Ferilprófun með kalíumjodíði í Bjarnarflagi,“ Orkustofnun, OS-2001/042, 57s., Reykjavík, 2001.
- [28] Halldór Ármannsson, „Förgun affallsvatns frá Kröflu- og Bjarnarflagsvirkjunum,“ Orkustofnun OS-2003/032, 32 s., Reykjavík, 2003.
- [29] Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson, „Eftirlit með áhrifum á losun affallsvatns frá kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2011,“ Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2012/006, Landsvirkjun, LV-2012/021., 2012.
- [30] Umhverfisstofnun, „Umsögn Umhverfisstofnunnar um tillögu að deiliskipulagi Bjarnaflagsvirkjunar ásamt umhverfisskýrslu,“ Minnisblað, 11. mars 2011.
- [31] Ásgerður Kr. Sigurðardóttir, Svanfríður Magnúsdóttir og Sigurður H. Markússon, „Minnisblað um Kísilefnagreiningar í Grjótagjá,“ Landsvirkjun, Reykjavík, 2012.
- [32] E. M. Myer, „Norðausturland - Lokaskýrsla um gerð grunnvatnslíkans í gosbeltinu norðan við Kröflu,“ Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008.
- [33] Þorsteinn Egilsson, Halldór Ingólfsson og Bjarni kristinsson, „Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2012,“ Landsvirkjun, LV-2012-097, Reykjavík, 2012.
- [34] Trausti Hauksson, „Bjarnarflagsvirkjun - Prófun á nýtingu skiljuvatns,“ Landsvirkjun, LV-2012-107, 2012.

- [35] Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson, „Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2004.“, Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2005/006, Landsvirkjun, LV-2005/025., Reykjavík, 2005.
- [36] Kristján Ágústsson, Sigurveig Árnadóttir og Ólafur Flóvenz, „Skjálftaverkefnið í Kröflu. Staðan í apríl 2012.“, Landsvirkjun, Reykjavík, 2012.
- [37] Landvernd, „www.landvernd.is“, [Á neti]. Available: <http://landvernd.is>. [Skoðað 4 Apríl 2013].
- [38] Náttúruverndarsamtök Íslands, „www.natturuvernd.is“, [Á neti]. Available: <http://natturuvernd.is/>. [Skoðað 4 Apríl 2013].
- [39] Stefán Arnórsson, Jónas Elíasson og Björn Þór Guðmundsson, „40 MW gufurafstöð í Bjarnarflagi - mat á áhrifum á grunnvatn og náttúrulegan jarðhita.“, Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, Reykjavík, 1999.
- [40] Teiknistofa Arkitekta - Gylfi Guðjónsson og félagar, „Deiliskipulag Bjarnarflagsvirkjunar. Breytt skipulag“, Skútustaðahreppur, 2012.
- [41] Bjarni Bessason, Eyþór H. Ólafsson, Gunnar Gunnarsson, Ólafur G. Flóvenz, Steinunn S. Jakobsdóttir, Sveinbjörn Björnsson og Þóra Árnadóttir, „Verklag vegna örvaðrar skjálftavirkni í jarðhitakerfum“, Orkuveita Reykjavíkur, Reykjavík, 2012.
- [42] Sigurlaug Hjaltadóttir og Kristín S. Vogfjörð, „Sprungukortlagning við Þeistareyki og Bjarnarflag með háupplausnarstaðsetningum smáskjálfta“, Landsvirkjun, Reykjavík, 2011.
- [43] Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Freysteinn Sigmundsson, Páll Halldórsson, Ragnar Sigbjörnsson og Jónas Þór Snæbjörnsson, Geothermal Projects in NE Iceland at Krafla, Bjarnarflag, Gjástykki and Theistareykir. Assessment of geo-hazards affecting energy production and transmission systems emphasizing structural design criteria and mitigation of risk, Reykjavík: Landsvirkjun, 2007.
- [44] Veðurstofa Íslands, „Stærri skjálftar (>4) á árunum 1706-1990“, 14 júní 2013. [Á neti]. Available: <http://hraun.vedur.is/ja/ymislegt/storskjalf.html>. [Skoðað 14 júní 2013].
- [45] Encyclopædia Britannica, „Richter scale“, [Á neti]. Available: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/502877/Richter-scale>. [Skoðað 14 júní 2013].
- [46] Teiknistofa Arkitekta - Gylfi Guðjónsson og félagar, „Aðalskipulag Skútustaðahrepps 2011-2023“, Skútustaðahreppur, 2012.
- [47] Halldór Gíslason, arkitekt FAÍ, „Deiliskipulag við Jarðbaðshóla“, Skútustaðahreppur, 2002.
- [48] Teiknistofa Arkitekta -Gylfi Guðjónsson og félagar, „Vinnubúðir Bjarnarflagsvirkjunar, Skútustaðahreppi. Lýsing deiliskipulags“, Skútustaðahreppur, 2013.
- [49] Umhverfisstofnun, „Mývatn og Laxá. Verndaáætlun 2011-2016“, Umhverfisstofnun, 2011.
- [50] Árni Einarsson, Bergþóra Kristjánsdóttir, Elva Guðmundsdóttir og Þorkell Lindberg Þórarinnsson, „Mývatn og Laxá, Verndaráætlun 2011-2016“, Umhverfisstofnun, Reykjavík, 2011.
- [51] Náttúrustofa Norðausturlands, „Gróður- og fuglavöktun á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum“, Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2013-049, 2013.

- [52] EFLA verkfræðistofa, „Rannsóknir á mosa við jarðvarmavirkjun Orkuveitu Reykjavíkur á Hellisheiði,“ Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur, 2009.
- [53] WHO, Air quality guidelines for Europe, 2 útg., Kaupmannahöfn: World Health Organization Regional Publications, European Series, 2000.



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

