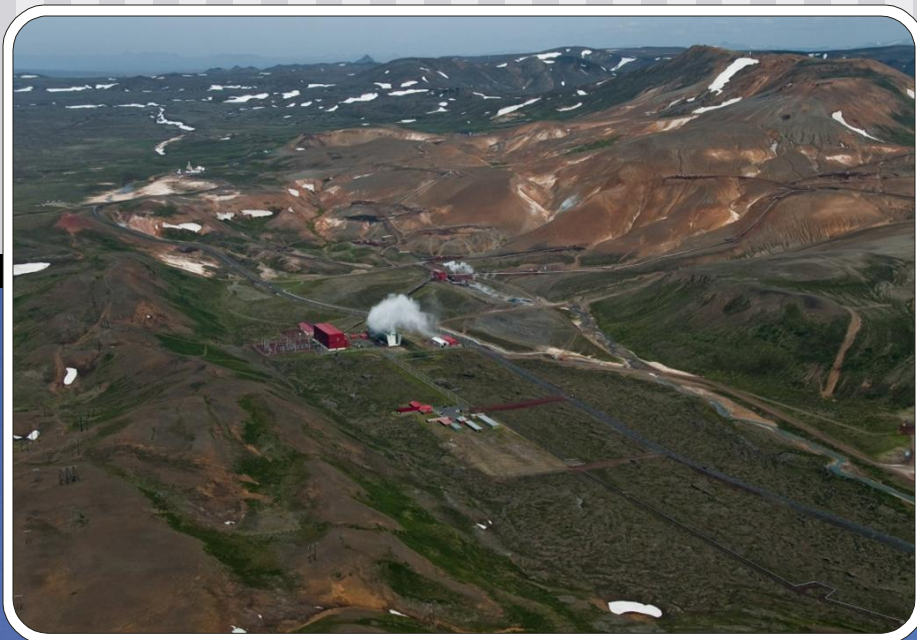


KRÖFLUVIRKJUN II

Allt að 150 MW_e jarðhitavirkjun
við Kröflu í Skútustaðahreppi

Mat á umhverfisáhrifum
Matsskýrsla



Landsvirkjun

Október 2010



Landsvirkjun

Upplýsingablað

Skýrsla nr: LV-2010/077

Dags: 2010-10-06

Fjöldi síðna: 204 Upplag: 30 Dreifing: Opin Lokuð til

Titill: Kröfluvirkjun II, Allt að 150 MWe jarðhitavirkjun, Mat á umhverfisáhrifum, matsskýrsla

Höfundar: Mannvit verkfræðistofa

Verkefnisstjóri: Albert Guðmundsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: Engir

Útdráttur: Fyrirhugað er að reisa allt að 150 MWe jarðhitavirkjun, Kröfluvirkjun II, í Skútustaðahreppi í Þingeyjarsýslu til viðbótar við núverandi Kröflustöð.

Í matsskýrslu er fyrirhugaðri framkvæmd og framkvæmdasvæði lýst og fjallað um skipulag og landnotkun á svæðinu.

Lýst er grunnástandi svæðisins, gerð grein fyrir umhverfisáhrifum og birt samantekt á helstu umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar framkvæmdar. Jafnframt eru birtar í matsskýrslunni allar umsagnir og athugasemdir sem bárust við frummatsskýrsluna á kynningartíma hennar auk afgreiðslu framkvæmdaaðila á þeim umsögnum og athugasemdum.

Lykilorð: Kröfluvirkjun, Krafla, stækkun Kröflu, Kröfluvirkjun II

ISBN nr: _____

ISSN nr: _____

Undirskrift verkefnastjóra

Albert Guðmundsson



Landsvirkjun

KRÖFLUVIRKJUN II

Allt að 150 MW_e jarðhitavirkjun

við Kröflu í Skútustaðahreppi

Mat á umhverfisáhrifum

Matsskýrsla



MANNVIT

VERKFRÆÐISTOFA

Október 2010

Mynd á forsíðu: Núverandi 60 MW_e Kröflustöð I í júlí 2009.

SAMANTEKT

Almennt

Landsvirkjun áformar að reisa allt að 150 MW_e jarðhitavirkjun við Kröflu í Skútustaðahreppi, Kröfluvirkjun II. Á svæðinu er fyrir 60 MW_e Kröflustöð þannig að með fyrirhugaðri nýrri virkjun verður orkuvinnsla á svæðinu að samanlögðu 210 MW_e. Markmið Landsvirkjunar með byggingu nýrrar jarðhitavirkjunar við Kröflu er að nýta jarðhita á sjálfbæran hátt til framleiðslu rafmagns og sinna þannig þörfum markaðarins hverju sinni.

Í samstarfi við Þeistareyki ehf. er unnið að undirbúningi jarðhitavirkjana á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum. Markmiðið er að kanna hagkvæmni þess að framleiða um 400 MW_e af rafmagni fyrir álver á Bakka við Húsavík eða aðra orkukaupendur. Samhliða mati á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II vinna Þeistareykir ehf. að mati á umhverfisáhrifum jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum, Landsnet hf. að mati á umhverfisáhrifum háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík og Alcoa að mati á umhverfisáhrifum álvers á Bakka. Í samræmi við úrskurð umhverfisráðherra frá 31. júlí 2008 og leiðbeiningar Skipulagsstofnunar í kjölfar úrskurðarins voru frummatsskýrslur framangreindra framkvæmda settar fram samtímis sem og sameiginlegt mat þeirra allra.

Kröflusvæðið

Framkvæmdasvæði Kröfluvirkjunar er innst í Hlíðardal og á hálendinu austan og norðan við botn dalsins. Svæðið er í norðaustur af Mývatni, í rúmlega 10 km fjarlægð frá Reykjahlíð. Jarðhitakerfið í Kröflu er stórt og inniheldur mikla orku. Er talið að kerfið sé eitt af þremur stærstu jarðhitasvæðum á Norðurlandi eystra. Staðsetning þess í miðju gosbeltinu veldur mikilli vatnslekt innan kerfisins því að tíðir jarðskjálftar og sprunguhreyfingar halda sprungum opnum. Að mati sérfræðinga Landsvirkjunar á sviði forðafræði er talið að svæðið beri nýja, allt að 150 MW_e virkjun, og miðast mat á umhverfisáhrifum við það.

Alls hafa nú verið boraðar 44 holur á Kröflusvæðinu, bæði vinnsluholur og rannsóknaholur. Samanlögð afkastageta er um 90 MW_e, það er 60 MW_e fyrir núverandi Kröflustöð og um 30 MW_e upp í fyrsta áfanga fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II. Kröfluvirkjun hefur frá upphafi verið vagga jarðhitarannsókna á Íslandi og fyrirmynd annarrar háhitanýtingar hér á landi og víðar. Frá upphafi hefur verið viðhaft öflugt eftirlit með áhrifum vinnslunnar. Þá opnaði vinnsla á Kröflusvæðinu leið fyrir ferðamenn að stöðum eins og Víti og Leirhnjúki, sem eru vinsælir ferðamannastaðir.

Gera má ráð fyrir að eldsumbrot eigi sér stað við Kröflu á nokkur hundruð ára fresti. Kröflueldar stóðu yfir frá 1975-1984 en þar á undan varð svipuð hrina, Mývatnseldar, um 250 árum fyrr. Það tekur tíma fyrir svæðið að safna nægjanlegri spennu til þess að geta gosið aftur. Mikil gliðnun og spennuslökun varð á svæðinu í eldgosahrinunum á 18. og 20. öld og því taldar litlar líkur á nýrri stórri hrinu næstu 100-200 árin.

Framkvæmd

Áform um Kröfluvirkjun II gera ráð fyrir að reisa í áföngum allt að 150 MW_e jarðhitavirkjun norðan núverandi Kröflustöðvar í 50 MW_e einingum. Áætlun um uppbyggingu fyrirhugaðrar virkjunar ræðst af raforkuþörf markaðarins og áætlaðri vinnslugetu jarðhitasvæðisins. Byggingarhraði virkjunarinnar fer eftir árangri við frekari orkuöflun með vinnsluborunum. Gert er ráð fyrir að haft verði samráð við Orkustofnun um áfangaskiptingu virkjunar við Kröflu.

Stöðvarhús Kröfluvirkjunar II verður reist á svæði skammt norðan við núverandi Kröflustöð. Hverri vélasamstæðu fylgir kæliturn og verða þeir reistir norðan við stöðvarhúsið. Gert er ráð fyrir að tengivirki nýju stöðvarinnar verði norðan við núverandi tengivirki. Ný skiljustöð verður reist norðan við núverandi skiljustöð og nýtt lokahús ásamt gufuhljóðdeyfi verður skammt frá núverandi lokahúsi.

Gert er ráð fyrir að allt að 30 borholur þurfi fyrir fyrirhugaða Kröfluvirkjun II. Til að dreifa borholum sem minnst um svæðið er ráðgert að bora margar holur frá hverjum borteig á alls 8 borsvæðum. Þrjú svæði eru þar sem borað hefur verið á áður en fimm borsvæði eru á áður óróskuðum svæðum. Tvö þeirra eru norðan Vítis, tvö uppi á Sandabotnafjalli og eitt vestan við Rauðhól. Hvert svæði getur orðið allt að 20.000 m² að flatarmáli. Með því að bora margar holur frá hverjum borteig verður minna rask á landi en ella þar sem borað er á færri svæðum. Þá verður ein meginlögn frá hverju borsvæði að lagnastofni sem liggur að skiljustöð.

Frá núverandi skiljustöð Kröflustöðvar koma um 170 kg/s. Af því er um 40% nú dælt niður á um 2.200 m dýpi í holu K-26 og 60% þess rennur í Dallæk. Frá 150 MW_e virkjun er áætlað að komi tæplega 200 kg/s af skiljuvatni. Gert er ráð fyrir að megninu af skiljuvatninu verði veitt í 300-500 m djúpar niðurrenslisholur. Samhliða förgun skiljuvatns með þessum hætti frá nýrri virkjun er ráðgert að farga einnig þeim hluta skiljuvatns sem rennur í Dallæk frá núverandi skiljustöð Kröflustöðvar, samtals um 280 kg/s. Með grunnförgun, eins og þessi förgunaraðferð skiljuvatns er nefnd, er komið á mót við óskir um að affallið frá fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II sem og núverandi Kröflustöð renni ekki beint út í Dallæk. Áfram verður unnið að rannsóknum á djúpförgun með dælingu í holu K-26. Hugsanlegt er að stærri hluta skiljuvatns verði fargað djúpt ef það hefur jákvæð áhrif á jarðhitageyminn.

Við nýtingu háhita streyma jarðhitalofttegundir út í umhverfið. Útstreymið er tímabundið þegar borholur eru blástursprófaðar. Eftir að jarðhitavirkjun er komin í rekstur losna jarðhitalofttegundir út um útblásturshljóðdeyfa og kæliturna. Árlegt heildarútstreymi koldíoxíðs (CO₂) frá Kröfluvirkjun II er áætlað 108.000 t og brennisteinsvetnis (H₂S) 12.800 t.

Neysluvatn þarf fyrir fyrirhugaða virkjun og vinnubúðir. Auk þess þarf vatn til áfyllingar á kælikerfi virkjunarinnar. Gert er ráð fyrir að það fái úr ferskvatnsveitu núverandi virkjunar án þess að afköst hennar verði aukin.

Virkjunarvegur er þegar fyrir hendi inn á orkuvinnslusvæðið við Kröflu. Hann nýtist sem aðkomuvegur að Kröfluvirkjun II og munu flutningar fólks, tækja og búnaðar fara um hann á framkvæmda- og rekstrartíma. Innan framkvæmdasvæðis er gert ráð fyrir að leggja vegi að nýjum borsvæðum og slóðir meðfram lögnum þar sem engir vegir eru fyrir.

Vinnubúðir vegna framkvæmda við Kröfluvirkjun II verða staðsettar við núverandi starfsmannahús og mótuneyti Kröflustöðvar. Þar er til staðar fráveita sem nýtt verður. Gert er ráð fyrir að um 150 starfsmenn verði á svæðinu þegar framkvæmdir eru í hámarki.

Áætluð efnisþörf vegna Kröfluvirkjunar II er um 270.000 m³. Steinsteypuþörf í byggingar er áætluð 3.900 m³. Gert er ráð fyrir að afla efnis fyrst og fremst úr núverandi námu við Grænagilsöxl og úr námu í Sandabotnaskarði. Auk þess er hugsanlegt að opnuð verði ný náma austan við afleggjarann að Kröflu, við þjóðveg 1.

Raforkuflutningur

Frá Kröfluvirkjun II er ráðgert að leggja tvær 220 kV háspennulínur, Kröflulínur 4 og 5. Línurnar koma til með að liggja samsíða að hugsanlegu framtíðartengivirki á Hólasandi.

Þaðan mun önnur línan halda áfram til norðurs, austur fyrir Lambafjöll, um Þeistareyki. Hin línan mun liggja vestan Lambafjalla. Vestan Höskuldsvatns mætast línurnar að nýju og liggja samsíða að stóriðjulóðinni á Bakka, þar sem Alcoa ráðgerir að reisa álver.

Skipulag

Áform um aukna orkuvinnslu á Kröflusvæðinu og stækkun orkuvinnslusvæðis kallar á breytingu á Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015. Hér er um að ræða breytingar í samræmi við staðfest Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Tillaga að aðalskipulagsbreytingu sem var auglýst í júlí 2009 hefur verið samþykkt af sveitarstjórn og send Skipulagsstofnun til yfirferðar. Vegna stækkunar orkuvinnslusvæðis og framkvæmda við Kröfluvirkjun II þarf að breyta gildandi deiliskipulagi fyrir Kröflusvæðið svo það samræmist tillögu að breyttu aðalskipulagi.

Umhverfisáhrif

Jarðhitakerfi og orkuforði:

Við áframhaldandi vinnslu jarðhita á Kröflusvæðinu verður miðað að því að halda áfram sjálfbærri nýtingu. Ef vel tekst til í þeim efnum má búast við að frekari raforkuvinnsla á svæðinu muni hafa óveruleg áhrif á jarðhitakerfið. Þetta mat er þó háð óvissu.

Landslag:

Áhrif á landslag verða mest fyrir norðan og austan núverandi virkjun. Landslagsheildir á því svæði verða fyrir talsvert neikvæðum áhrifum þar sem lítið eða ekkert er af mannvirkjum fyrir eða önnur ummerki framkvæmda. Líklega verða áhrif á landslag hvað mest norðan við Víti sem tilheyrir landslagsheildinni Kröflu. Það skal þó nefnt að þar eru fyrir mannvirki tengd borholum og ferðamönnum.

Af þeim landslagsheildum sem greindar voru í grennd við Kröflu fengu Krafla og Leirhnjúkur hæsta gildið. Leirhnjúkur verður aðeins fyrir óverulegum áhrifum þar sem fyrirhugaðar framkvæmdir ná ekki inn á heildina.

Jarðmyndanir:

Á framkvæmdatíma er á nokkrum stöðum óhjákvæmilegt að eldhraun raskist. Yfirborð þessara hrauna er tiltölulega slétt og þarf því lítið að slétta/skafa þau. Áhrif á þessi hraun eru því metin nokkuð neikvæð. Að öðru leyti verða áhrif á jarðmyndanir óveruleg.

Á rekstartíma fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II verða áhrif á jarðmyndanir óveruleg.

Líklegt er talið að frekari jarðhitanýting hafi óveruleg áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita ef mótvægisáðgerðir til að takmarka þrýstingslækkun í jarðhitageyminum heppnast vel. Þetta mat er þó háð töluverðri óvissu.

Vatn:

Borvökvi frá borun og affallsvatn frá blástursprófum borholna mun hafa óveruleg áhrif á vatnsverndarsvæði, vatnsból og á vatnafar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

Efnistaka í Sandabotnaskarði hefur óveruleg áhrif á yfirborðsvatn, vatnsverndarsvæði, vatnsból og á vatnafar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

Fyrirhugaðar breytingar á förgun skiljuvatns munu hafa nokkuð jákvæð áhrif á norðurhluta Dallækjar.

Grunnförgun skiljuvatns frá núverandi Kröflustöð og fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II er talin hafa óveruleg áhrif á yfirborðsvatn, vatnsverndarsvæði, vatnsból og á vatnafar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

Lífriki - gróður:

Á framkvæmdatíma verða staðbundin talsvert neikvæð áhrif á mýri austan Vítis við stækkun borsvæðis F. Slík gróðurlendi eru mjög sjaldgæf á Kröflusvæðinu.

Áhrif verða staðbundin, verulega neikvæð á gróður á byggingarreitum mannvirkja, á borsvæðum, á lagnaleiðum, í stæðum vega og slóða, á lagersvæðum, á niðurrenslissvæðum og á efnistökusvæðum. Áhrif á önnur sjaldgæf gróðursamfélög eða tegundir plantna á valista eru talin verða óveruleg.

Á rekstrartíma er talið að áhrif H₂S frá jarðhitavinnslu á Kröflusvæðinu á viðkvæman gróður séu óveruleg. Þó ríkir óvissa um áhrifin þar sem þolmörk gróðurs gagnvart H₂S eru ekki þekkt.

Lífriki - fuglar:

Áhrif Kröfluvirkjunar II eru talin verða óveruleg á varplendi og afkomu fugla.

Lífriki – smádyr:

Á framkvæmdatíma eru talin verða staðbundin, verulega neikvæð áhrif á smádyr á byggingarreitum mannvirkja, á borsvæðum, á lagnaleiðum, í stæðum vega og slóða, á lagersvæðum, á niðurrenslissvæðum og á efnistökusvæðum. Óveruleg áhrif eru talin verða á sjaldgæfar tegundir smádyra.

Á rekstrartíma Kröfluvirkjunar II eru áhrif á smádyr talin verða óveruleg.

Lífriki - Hveralífverur:

Óvissa ríkir um áhrif fyrirhugaðrar jarðhitavinnslu á örverur á hverasvæðum á Kröflusvæðinu en búast má við að þau verði ekki meiri en geta orðið vegna náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna. Áhrif eru því talin verða óveruleg.

Loft:

Áhrif vegna aukins útstreymis jarðhitaloftegunda, einkum koldíoxíðs (CO₂) og brennisteinsvetnis (H₂S) verða óveruleg.

Ásýnd:

Borsvæði, lagnir og aðkomuvegur að borsvæðum uppi á Sandabotnafjalli koma til með að hafa óveruleg áhrif á ásýnd frá helstu útsýnisstöðum ferðamanna.

Borsvæði, lagnir og aðkomuvegur borsvæða norðan Vítis koma til með að sjást frá norðurbrún Vítis. Lögnin kemur einnig til með að sjást af útsýnispalli á vesturbrún gígsins. Áhrif hér eru nokkuð neikvæð en afturkræf í öllum tilvikum nema fyrir ferðamenn á leið að Víti. Fyrir þá eru áhrifin talsvert neikvæð en afturkræf ef lögnin fylgir veginum alla leið.

Frá Leirhnjúki koma mannvirki til með að sjást tiltölulega lítið. Það verður helst að gufa sjáist tímabundið frá blásandi borholum. Áhrif eru metin óveruleg.

Frá útsýnispalli norðan Kröflustöðvar eru áhrif á ásýnd óveruleg vegna þeirra mannvirkja sem fyrir eru á svæðinu.

Samfélag:

Áhrif eru talin nokkuð jákvæð vegna fjölda atvinnutækifæra sem skapast á framkvæmdatíma. Á rekstrartíma getur aukin raforkuframleiðsla á Kröflusvæðinu haft óbein, veruleg jákvæð áhrif á atvinnulíf í Þingeyjarsýslum ef orkan verður nýtt til atvinnuuppbyggingar þar.

Á framkvæmdatíma er talið að áhrif aukinnar umferðar, ónæðis og hávaða frá borholum í blæstri muni hafa talsvert neikvæð, tímabundin áhrif á ferðamenn.

Á rekstartíma Kröfluvirkjunar II eru áhrif af auknum umsvifum, svo sem aukinni umferð, á ferðamenn talin verða óveruleg. Áhrif hávaða frá borholum í rekstri á „nýjum“ svæðum (þar sem engin starfsemi er nú) eru talin verða óveruleg til nokkuð neikvæð á ferðamenn.

Fornleifar:

Talið er að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa óveruleg áhrif á fornleifar.

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	i
EFNISYFIRLIT	vi
MYNDASKRÁ	ix
TÖFLUSKRÁ	xi
VIÐAUKAR.....	xii
ORÐSKÝRINGAR	xiii
1 INNGANGUR.....	1
1.1 AÐDRAGANDI.....	1
1.2 MARKMIÐ FRAMKVÆMDAR.....	3
1.3 LEYFI	5
1.4 MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM	6
1.4.1 Matsskylda.....	6
1.4.2 Skýrslugerð og rannsóknir.....	6
1.4.3 Kynning og samráð	7
1.4.4 Tímaferli mats á umhverfisáhrifum.....	10
1.5 SAMEIGINLEGT MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM	11
1.6 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA	11
2 STAÐHÆTTIR	13
2.1 LANDSLAG OG JARÐMYNDANIR.....	13
2.2 VEÐURFAR	15
3 JARÐHITI	16
3.1 SJÁLFBÆRNI OG ENDURNÝJANLEIKI	17
3.2 KRÖFLUKERFIÐ	19
3.2.1 Núverandi orkuvinnsla við Kröflu	21
3.2.2 Náttúruvá	22
3.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA	23
4 FRAMKVÆMDALÝSING	24
4.1 VINNSLA JARÐHITA FYRIR KRÖFLUVIRKJUN II.....	24
4.1.1 Vinnslurás virkjunar	26
4.2 MANNVIRKI.....	28
4.2.1 Borteigar og borholur	28
4.2.2 Gufuveita	32
4.2.3 Mannvirki á stöðvarhúsreit.....	34
4.2.4 Vatnsveitur	35
4.2.5 Frárennslisveita	35
4.3 AÐRIR ÞÆTTIR FRAMKVÆMDAR	37
4.3.1 Vegir.....	37
4.3.2 Vinnubúðir og geymslusvæði.....	37
4.3.3 Efnistaka.....	37
4.4 TENGDAR FRAMKVÆMDIR – FLUTNINGUR RAFORKU	41
4.5 HELSTU KENNISTÆRÐIR OG ÁÆTLANIR.....	43
4.5.1 Magntöluáætlun.....	43
4.5.2 Framkvæmdaáætlun	44

4.5.3	Mannaflaáætlun	45
4.6	UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ FRAMKVÆMDALÝSINGU OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA	46
5	KOSTIR	51
5.1	AÐRAR ÚTFÆRSLUR	51
5.1.1	Sandabotnafjall.....	52
5.1.2	Svæðið norðan Vítis og lagnaleiðir	57
5.2	NÚLLKOSTUR	65
5.3	UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ KOSTI OG AÐRAR ÚTFÆRSLUR OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA	65
6	FRÁVIK FRÁ MATSÁÆTLUN	70
6.1	SKILJUSTÖÐ SUÐVESTAN VIÐ RAUÐHÓL.....	70
6.2	AÐKOMULEIÐ AÐ BORSVÆÐUM Á SANDABOTNAFJALLI.....	70
6.3	STAÐSETNING BORSVÆÐA NORÐAN VÍTIS	70
7	SKIPULAG OG LANDNOTKUN	71
7.1	STAÐA SKIPULAGS.....	71
7.2	LANDNOTKUN	74
7.3	VERND	74
7.4	UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ SKIPULAG OG VERND OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA	76
8	AÐFERÐAFRÆÐI VIÐ MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM.....	77
8.1.1	Athugunar- og áhrifasvæði.....	77
8.1.2	Áhrifaþættir	79
8.1.3	Umhverfisþættir.....	79
8.1.4	Viðmið umhverfisþátta.....	80
8.1.5	Einkenni og vægi áhrifa	80
8.1.6	Umsagnir og athugasemdir við aðferðafræði mats á umhverfisáhrifum og viðbrögð framkvæmdaraðila	83
9	GRUNNÁSTAND OG UMHVERFISÁHRIF	84
9.1	JARÐHITAKERFI OG ORKUFORÐI	84
9.1.1	Grunnástand.....	84
9.1.2	Umhverfisáhrif	101
9.1.3	Umsagnir og athugasemdir við áhrifum á jarðhitakerfi og orkuforða og viðbrögð framkvæmdaraðila.....	104
9.2	LANDSLAG	105
9.2.1	Grunnástand.....	105
9.2.2	Umhverfisáhrif	107
9.2.3	Umsagnir og athugasemdir við áhrifum á landslag og viðbrögð framkvæmdaraðila.....	110
9.3	JARÐMYNDANIR	112
9.3.1	Grunnástand.....	112
9.3.2	Umhverfisáhrif	117
9.3.3	Umsagnir og athugasemdir við áhrifum á jarðmyndanir og viðbrögð framkvæmdaraðila.....	120

9.4	VATN	121
9.4.1	Grunnástand.....	121
9.4.2	Umhverfisáhrif	126
9.4.3	Umsagnir og athugasemdir við áhrifum á vatn og viðbrögð framkvæmdaraðila...	133
9.5	LÍFRÍKI	134
9.5.1	Grunnástand.....	134
9.5.1.1	Gróður	134
9.5.1.2	Dýralíf	138
9.5.1.3	Örverur í hverum	140
9.5.2	Umhverfisáhrif	140
9.5.3	Umsagnir og athugasemdir við áhrifum á lífríki og viðbrögð framkvæmdaraðila	145
9.6	LOFT	148
9.6.1	Grunnástand.....	148
9.6.2	Umhverfisáhrif	150
9.6.3	Umsagnir og athugasemdir við áhrifum á loft og viðbrögð framkvæmdaraðila...	156
9.7	ÁSÝND	161
9.7.1	Grunnástand.....	162
9.7.2	Umhverfisáhrif	162
9.7.3	Umsagnir og athugasemdir við áhrifum á ásýnd og viðbrögð framkvæmdaraðila	165
9.8	SAMFÉLAG	167
9.8.1	Grunnástand.....	167
9.8.2	Umhverfisáhrif	168
9.8.3	Umsagnir og athugasemdir við áhrifum á samfélag og viðbrögð framkvæmdaraðila.....	176
9.9	FORNLEIFAR	177
9.9.1	Grunnástand.....	177
9.9.2	Umhverfisáhrif	178
9.9.3	Umsagnir og athugasemdir við áhrifum á fornleifar og svör framkvæmdaraðila..	178
10	HEILDARÁHRIF	179
10.1	SAMANTEKT UMHVERFISÁHRIFA	179
10.2	NÐURSTAÐA MATS Á UMHVERFISÁHRIFUM	182
10.3	UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ HEILDARÁHRIF OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA.....	182
11	EFTIRLIT.....	184
11.1	UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ EFTIRLIT OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA..	185
12	HEIMILDIR	187

MYNDASKRÁ

Mynd 1.1	Yfirlitsmynd af Kröflusvæðinu, núverandi og fyrirhuguð mannvirki.	2
Mynd 2.1	Yfirlitskort af Kröflusvæðinu og nágrenni.	14
Mynd 3.1	Einföld skýringarmynd sem sýnir opna vatnshringrás í jarðhitakerfi.	16
Mynd 3.2	Jarðhitasvæði á Íslandi.	17
Mynd 3.3	Orkuvinnsla sem fall af tíma.	18
Mynd 3.4	Jarðfræðikort.	20
Mynd 3.5	Hugsanlegur uppruni vatns á Mývatnssvæðinu.	21
Mynd 4.1	Yfirlitsmynd af Kröflusvæðinu, núverandi og fyrirhuguð mannvirki.	25
Mynd 4.2	Fyrirhuguð vinnslurás Kröfluvirkjunar II.	27
Mynd 4.3	Samanlagt niðurrennsli frá núverandi Kröflustöð og fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II sem fall af vermi nýrra borholna.	28
Mynd 4.4	Hefðbundinn frágangur borholu.	30
Mynd 4.5	Lögn sem flytur borvatn frá borun (úr svarfþró) og síðar skiljuvatn frá hljóðdeyfi við prófanir.	31
Mynd 4.6	Núverandi náma við Grænagilsöxl.	39
Mynd 4.7	Efnisnáma sunnan Grænagilsaxlar við Kröflu.	39
Mynd 4.8	Malarhjalli í Sandabotnaskarði þar sem efnistaka er fyrirhuguð.	40
Mynd 4.9	Sandfell og hugsanleg náma í hjalla þar fyrir austan.	41
Mynd 4.10	Yfirlitskort af virkjunarframkvæmdum og línuleiðum í tengslum við áform um álver á Bakka, norðan Húsavíkur.	42
Mynd 4.11	Mannaflaáætlun við byggingu hveirrar 50 MW _e virkjunareiningar Kröfluvirkjunar II.	45
Mynd 5.1	Myndatökustaðir og sjónarhorn mynda.	52
Mynd 5.2	Hluti af korti af Kröflusvæðinu sem sýnir dreifingu jarðhita, staðsetningu gossprungna, gíga og jarðhnika (tektónik).	53
Mynd 5.3	Ljósmynd tekin til suðurs. Hrafninnuhryggur er vinstra megin á myndinni.	55
Mynd 5.4	Afstaða fyrirhugaðra borsvæða uppi á Sandabotnafjalli til Hrafninnuhryggjar.	56
Mynd 5.5	Valkostir aðkomuleiðar að fyrirhuguðum borsvæðum uppi á Sandabotnafjalli.	57
Mynd 5.6	Ljósmynd tekin af norðurbrún Vítis.	58
Mynd 5.7	Djúpborunarhola (IDDP-1), séð frá útsýnispalli á vesturbrún Vítis.	59
Mynd 5.8	Yfirlitsmynd sem sýnir breytta staðsetningu fyrirhugaðra borsvæða norðan Vítis frá upphaflegri tillögu.	60
Mynd 5.9	Ljósmynd af norðurbrún Vítis.	61
Mynd 5.10	Ljósmynd af útsýnispalli við vesturbrún Vítis til suðvesturs.	61
Mynd 5.11	Ljósmynd af útsýnispalli við vesturbrún Vítis til vesturs í átt að Leirhnjúki.	62
Mynd 5.12	Sýnileiki frá útsýnispalli við vesturbrún Vítis til lagnaleiða A, B og AB.	62
Mynd 5.13	Ljósmynd af útsýnispalli við vesturbrún Vítis til vesturs í átt að Leirhnjúki.	63
Mynd 5.14	Ljósmynd af göngustíg að Leirhnjúki, séð til austurs að Kröflu.	64
Mynd 7.1	Séruppráttur úr Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.	72
Mynd 7.2	Hluti af uppdraetti sem sýnir tillögu að breyttu Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015.	73
Mynd 7.3	Svæði sem njóta verndar í grennd við Kröflu.	75
Mynd 8.1	Athugunarsvæði náttúrufræðis- og fornleifarannsóknna við Kröflu og á háspennulínu-leiðum þaðan og frá Bjarnarflagi.	78
Mynd 9.1	Brotakerfi Kröflueldstöðvarinnar.	85
Mynd 9.2	Staðsetning borholna á Kröflusvæðinu.	88
Mynd 9.3	Vinnsla og niðurdæling á jarðhitasvæðinu í Kröflu.	90

Mynd 9.4	Vermi borholuvökva eftir borsvæðum.	90
Mynd 9.5	Þrýstingsþróun í eftirlitsmælingum í holum K-6 og K-10 í samanburði við vatnsborðsmælingar frá 1976 til 2008.	91
Mynd 9.6	Vinnslusaga Vítismós	92
Mynd 9.7	Þrýstingsþróun í eftirlitsmælingum í holu K-18.	93
Mynd 9.8	Þrýstingsþróun í eftirlitsmælingum í holu K-21	94
Mynd 9.9	Viðnám 600 m undir sjávarmáli á Kröflusvæðinu.	96
Mynd 9.10	Tilgátumynd af innri gerð jarðhitakerfisins í Kröflu, horft til suðurs	98
Mynd 9.11	Tilgátumynd af uppbyggingu jarðhitakerfisins í Kröflu, horft til norðurs.	99
Mynd 9.12	Tilgátumynd af uppbyggingu jarðhitakerfisins í Kröflu, horft til vesturs.	100
Mynd 9.13	Gildi landslagsheilda við Kröflu.....	106
Mynd 9.14	Áhrif á landslagsheildir á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði við Kröflu.	108
Mynd 9.15	Jarðfræðikort af Kröflusvæðinu.....	114
Mynd 9.16	Snjóafbræðslur í Kröflu á árunum 1977, 1990 og 1995	115
Mynd 9.17	Snjóafbræðslur í Kröflu á árunum 1999, 2001 og 2004	116
Mynd 9.18	Reiknað grunnvatnsrennsli á Mývatnssvæðinu.	122
Mynd 9.19	Afmörkun núverandi grannsvæðis.....	123
Mynd 9.20	Tillaga að vatnsvernd við Austarasels- og Sandabotnalindir.	125
Mynd 9.21	Niðurdæling við Námur.	130
Mynd 9.22	Niðurdæling við Námur og við holu AE-10, sunnan Skarðssels.....	131
Mynd 9.23	Niðurdæling við Námur. Reiknaður styrkur í þversniði.....	132
Mynd 9.24	Gróðurkort af Kröflusvæðinu og nágrenni.	135
Mynd 9.25	Líkur á að sólarhringsmeðaltal styrks brennisteinsvetnis (H ₂ S) í lofti frá núverandi 60 MW _e virkjun við Kröflu og 3 MW _e virkjun í Bjarnarflagi sé undir 150 µg/m ³	150
Mynd 9.26	Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H ₂ S) frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun sé undir 150 µg/m ³	152
Mynd 9.27	Líkur á að klukkustundarmeðalstyrkur H ₂ S frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun sé undir 42 µg/m ³	153
Mynd 9.28	Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H ₂ S) frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun sé undir 150 µg/m ³ miðað við 95% hreinsun H ₂ S úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar.	154
Mynd 9.29	Líkur á að klukkustundarmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H ₂ S) frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun sé undir 42 µg/m ³ miðað við 95% hreinsun H ₂ S úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar.	154
Mynd 9.30	Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H ₂ S) frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun sé undir 150 µg/m ³ miðað við 95% hreinsun H ₂ S úr útblæstri Kröfluvirkjunar II.	155
Mynd 9.31	Líkur á að klukkustundarmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H ₂ S) frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun sé undir 42 µg/m ³ miðað við 95% hreinsun H ₂ S úr útblæstri Kröfluvirkjunar II.	155
Mynd 9.32	Líkur á að hlaupandi 24 klst. meðaltal styrks brennisteinsvetnis (H ₂ S) frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun sé undir 50 µg/m ³	158
Mynd 9.33	Meðalstyrkur brennisteinsvetnis (H ₂ S) frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun.	158

Mynd 9.34	Líkur á að hlaupandi 24 klst. meðaltal styrks H_2S frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun sé undir $50 \mu g/m^3$ miðað við 95% hreinsun H_2S úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar.....	160
Mynd 9.35	Meðalstyrkur brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð, Kröfluvirkjun II, Bjarnarflagsvirkjun og Þeistareykjavirkjun miðað við 95% hreinsun H_2S úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar.....	160
Mynd 9.36	Ásýnd frá Leirhnjúki að Víti.	163
Mynd 9.37	Núverandi ásýnd frá útsýnispalli, norðan Kröflustöðvar.....	164
Mynd 9.38	Ásýnd frá útsýnispalli með tilkomu Kröfluvirkjunar II.....	164
Mynd 9.39	Við tjörn og leirhver í austurhlíð Leirhnjúks lét Landsvirkjun smíða palla á hluta göngustígs til að bæta öryggi ferðafólks.....	168
Mynd 9.40	Reiknað hljóðstig frá borsvæði E í blæstri.	170
Mynd 9.41	Reiknað hljóðstig frá borsvæði B í blæstri.	171
Mynd 9.42	Reiknað hljóðstig frá borsvæði F í blæstri.....	171
Mynd 9.43	Reiknað hljóðstig frá borsvæði C í blæstri.	172
Mynd 9.44	Reiknað hljóðstig frá borsvæði H í blæstri.....	172
Mynd 9.45	Reiknað núverandi hljóðstig frá útblásturshljóðdeyfum við Kröflustöð og borholum í rekstri.	174
Mynd 9.46	Reiknað hljóðstig frá kæliturnum við fyrirhugaða Kröfluvirkjun II og borholum í rekstri.	174
Mynd 9.47	Mismundur á núverandi hljóðstigi mannvirkja í rekstri og hljóðstigi eftir að fyrirhuguðum framkvæmdum líkur.	175

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1.1	Verkaskipting við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.	6
Tafla 1.2	Sérfræðiverkefni, unnin vegna áforma um aukna orkuvinnslu á Kröflusvæðinu..	7
Tafla 1.3	Umsagnir, athugasemdir og helstu ábendingar.....	9
Tafla 4.1	Umfang rasks og efnisþörf hvers borsvæðis.....	29
Tafla 4.2	Árlegt heildarústreymi koldíoxíðs og brennisteinsvetnis frá núverandi Kröflustöð (rauntölur frá árinu 2008) og Kröfluvirkjun II (áætlun).....	34
Tafla 4.3	Yfirlit yfir fyrirhuguð efnistökusvæði.	38
Tafla 4.4	Helstu kennistærðir fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.	43
Tafla 5.1	Samanburður lagnaleiða A, B og AB.	64
Tafla 8.1	Umhverfisþættir og viðmið.	81
Tafla 8.2	Hugtök um vægi áhrifa ásamt skýringum.....	82
Tafla 9.1	Yfirlit yfir afköst borholna á Kröflusvæðinu.....	89
Tafla 9.2	Gildi á tölfraðilegum stærðum fyrir líkindadreifinguna fyrir rafafli úr áætluðum jarðhitageymi í Kröflu til 30, 50 og 100 ára.	101
Tafla 9.3	Rask á eldhraunum vegna fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.....	118
Tafla 9.4	Styrkur mengunarefna (snefilefna) í yfirborðsvatni á Kröflusvæðinu 2008.	128
Tafla 9.5	Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.	128
Tafla 9.6	Rask á gróðurlendum vegna fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.	143
Tafla 9.7	Tiltæk viðmiðunarmörk fyrir styrk brennisteinsvetnis (H_2S).	149
Tafla 9.8	Umhverfismörk fyrir brennisteinsvetni samkvæmt reglugerð nr. 514/2010.	157
Tafla 10.1	Samantekt á helstu umhverfisáhrifum fyrirhugaðra framkvæmda á einstaka umhverfisþætti að teknu tilliti til viðmiða og einkenna áhrifa.	181

VIÐAUKAR

- Viðauki 1:** Mannvit, 2009. Mat á landslagi á fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum í Pingeyjarsýslum.
- Viðauki 2:** Þórólfur H. Hafstað og Daði Þorbjörnsson, 2009. *Austaraseslindir - Afmörkun vatnsverndarsvæða*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Greinargerð ÍSOR-09106.
- Viðauki 3:** Vatnaskil, 2009. *Krafla – Dreifing efna í grunnvatni við grunnförgun skiljuvatns*. Unnið fyrir Landsvirkjun Power.
- Viðauki 4:** Kristbjörn Egilsson, Guðmundur Guðjónsson og Rannveig Thoroddsen, 2008. *Gróðurfar á háhitasvæðum og fyrirhuguðum línu- og vegstæðum á Norðausturlandi*. Unnið fyrir Landsvirkjun, Landsnet hf. og Þeistareyki ehf. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-08009.
- Viðauki 5:** Kristbjörn Egilsson og Guðmundur Guðjónsson, 2009. *Gróðurfar á fyrirhuguðum borsvæðum við Kröflu*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09002.
- Viðauki 6:** Þorkell Lindberg Þórarinsson og Aðalsteinn Örn Snæþórsson, 2007. *Fuglalíf á framkvæmdasvæðum fyrirhugaðra háhitavirkjana í Pingeyjarsýslum*. Unnið fyrir Landsnet, Landsvirkjun og Þeistareyki ehf. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-07005.
- Viðauki 7:** Vatnaskil, 2010. *Þeistareykjavirkjun og Kröfluvirkjun II – Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá jarðvarmavirkjunum á Norðausturlandi*. Unnið fyrir Þeistareyki ehf. og Landsvirkjun.
- Viðauki 8:** Rannveig Ólafsdóttir og Eva Sif Jóhannsdóttir, 2009. *Mat á áhrifum Kröfluvirkjunar II á ferðaþjónustu og útivist*. Rannsóknamiðstöð ferðamála.
- Viðauki 9:** Mannvit, 2010. *Reikningar á hljóðvist á Kröflusvæðinu vegna fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II*.
- Viðauki 10:** Uggi Ævarsson, 2007. *Deiliskráning vegna fyrirhugaðra framkvæmda við línustæði og orkuvinnslustöðvar, Krafla-Gjástykki-Þeistareykir-Bakki*. Fornleifastofnun Íslands ses., FS366-07211.
- Viðauki 11:** Vatnaskil, 2010. *Styrkur brennisteinsvetnis frá virkjunum á Norðausturlandi, samanburður við reglugerðarmörk*. Unnið fyrir Þeistareyki ehf. og Landsvirkjun.
- Viðauki 12:** Umsagnir og athugasemdir við frummatsskýrslu.

ORÐSKÝRINGAR

Aðveituæð	Pípa eða rör sem flytur jarðhitavatn og gufu frá skiljustöð til stöðvarhúss.
Affallsvatn	Samheiti yfir vatn sem streymir frá borholum í blæstri og jarðhitavirkjunum í rekstri, það er skiljuvatn og þéttivatn.
Aflgeta	Framleiðsluafli virkjunar inn á raforkuflutningskerfið, mælt í MW _e .
Afloftari	Í afloftara losna uppleystar lofttegundir úr vatni við suðu.
Ársverk	Vinnuframlag eins starfsmanns á einu ári
bar_a	Mælieining fyrir þrýsting miðuð við lofttæmi (þrýstinginn 0 bar _a). Venjulegur loftþrýstingur er 1,013 bar _a eða 1.013 millibar.
bar_y	Mælieining fyrir þrýsting miðuð við ríkjandi loftþrýsting.
Borholuhljóðdeyfir	Búnaður við holutopp sem borholuvökva er veitt í til afkastamælingar holu og hljóðdeyfingar. Vatn og gufa skilst að í borholuhljóðdeyfum og hávaði í útblæstri er deyfður.
Borholuvökvi	Gufa og vatn sem kemur upp um borholur.
Borleðja	Við boranir er vatn oft blandað borleir til þess að auðvelda skolun borsvarfs upp holuna.
Borsvæði	Afmarkaður hluti jarðhitasvæðis þar sem fyrirhugað er að bora vinnsluholur. Fleiri borstæði eða borteigar geta verið á einu borsvæði.
Borstæði	Í daglegu tali kallað borplan. Afmarkað svæði innan borsvæðis þar sem boranir fara fram.
Borteigur	Stækkað borstæði með rými til að bora fleiri en eina borholu.
Burðarlagsefni	Jarðefni í grunni mannvirkis sem bera uppi álag frá mannvirkinu og það álag sem á mannvirkið kemur.
Eftirlitsholur	Borholur þar sem fylgst er með grunnvatni, s.s. vatnsborði í holum, hita vatnsins og vatnssýni tekin til efnagreininga.
Eimsvali	Varmaskiptir þar sem gufa frá gufuhverfli er þétt með köldu vatni úr vatnsbóli eða kæliturni virkjunarinnar.
Ferilprófun	Aðferð til að mæla hvort og þá hversu lengi grunnvatnsstraumur berst á milli tveggja eða fleiri athugunarstaða. Efni af þekktri efnasamsetningu er sett t.d. í borholu og sýni tekin á völdum stöðum til efnagreininga m.t.t. ferilefnisins.
Frárennslisvirkjun	Virkjun sem nýtir varma skiljuvatns til raforkuframléiðslu.
Fyllingarefni	Jarðefni sem notað er til að fylla að mannvirkjum eða til uppfyllingar undir burðarlagsefni.
GW_h	Gígawattstund = 1.000.000 kW _h . Mælieining raforku, samsvarar þeirri orku sem fæst úr 1 kW af rafmagni í 1 milljón klukkustundir.
Gasútblastur	Útblástur óþéttanlegra jarðhitalofteggunda.
Gufuhverfill	Hreyfiorka í gufunni snýr gufuhverflinum og hverfillinn snýr rafala sem framleiðir rafmagn.
Gufupúði	Ef þrýstingur lækkar í jarðhitakerfinu getur vatnið soðið og gufupúði myndast. Þetta gerist oft tiltöluleg grunnt í jörðu.
Gufuskilja	Tæki þar sem vatn er skilið frá gufu.

Gufustjórnlokar	Lokar sem notaðir eru til að stjórna gufurennslu.
Gufuveita	Öll mannvirki sem þarf til að flytja borholuvökva frá borholum í skiljustöð, skilja gufu frá vatni, og veita gufu og skiljuvatni að stöðvarhúsi.
Háhitasvæði	Svæði þar sem hiti nær 200°C á 1 km dýpi.
Háþrýstigufa	Gufa frá borholum undir miklum þrýstingi.
Hitaveituæð	Pípa sem lögð er frá varmastöð virkjunar til að leiða heitt vatn að dreifiveitu.
Holutoppur	Búnaður ofan á borholum, lokar og kúluhús.
Hverfisamstæða	Hverfill og rafali ásamt nauðsynlegum hjálparbúnaði í stöðvarhúsi.
Jarðhitageymir	Afmarkað rúmmál af heitu bergi sem inniheldur nýtanlegan jarðhitavökva.
Jarðhitakerfi	Svæði sem nær yfir streymi vatns og varma frá því að vatn fellur til jarðar sem úrkoma, drýpur niður í jörðina, dregur í sig varma og streymir upp sem heitur vökvi í formi vatns og/eða gufu.
Jarðhitalofttegundir	Loftegundir eins og t.d. brennisteinsvetni og koldíoxíð sem myndast í bráðinni kviku undir jarðhitasvæðum. Gasið berst til yfirborðs um sprungur í berginu og í eldgosum. Við vinnslu jarðhita berst það upp með jarðhitavökvanum úr borholum.
Jarðhitasvæði	Landsvæði afmarkað með jarðhitaummerkjum á yfirborði eða með jarðeðlisfræðilegum yfirborðsmælingum.
Jarðhitavirkjun	Virkjun sem nýtir jarðhita til orkuframleiðslu. Stundum eru einnig notuð orðin jarðvarmavirkjun eða jarðgufuvirkjun.
Jarðhitavökvi	Vatn og gufa í jarðhitageyminum sem hefur dregið í sig varma og steinefni.
Jarðstrengur	Rafstrengur sem lagður er í jörð.
Jarðvarmamat	Mat á jarðvarma jarðhitasvæðis þar sem rúmmál bergs, eðlisvarmi og hitaástand þess er lagt til grundvallar. Þessi aðferð metur á einfaldan hátt þá varmaorku sem fólgin er í berginu. Nýting einstakra svæða fer fyrst og fremst eftir því hversu vel vatnsleiðandi bergið er. Rúmmál svæðis er yfirleitt áætlað út frá flatarmáli innan lágviðnámskápu á 800 m dýpi.
Kæliturn	Varmaskiptir þar sem kælivatn er kælt með því að láta loft leika um það.
Kælivatn	Kalt vatn sem notað er til kælingar með beinum eða óbeinum hætti, til dæmis í eimsvala til þéttingar gufu.
Kælivatnshringrás	Hringrás kælivatns um kæliturn og eimsvala.
Lokahús	Í lokahúsi eru gufustjórnlokar sem stjórna þrýstingi í gufuveitu með því að hleypa umframgufu út í útblásturshljóðdeyfi.
MW_e	Mælieining fyrir raf afl, samsvarar 1.000 kW _e (e = electricity). Notað, einkum við jarðhitavirkjanir, til aðgreiningar frá varmaafli (MW _{th}) sem er miklu meira en nýtanlegt raf afl.
Massaforði jarðhitakerfis	Allur vökvi sem er til staðar í þórum bergs á hverjum tíma. Summa vatns og gufu og gastegunda.
Massabreytingar	Massabreytingar í jarðhitakerfinu vegna rennslis úr borholum.
Niðurdráttur	Þrýstingslökkun í jarðhitakerfinu vegna vinnslu.
Niðurrennslisholur	Borholur þar sem affallsvatn er losað djúpt niður í grunnvatn eða í jarðhitageyminn.

Niðurrennsli sveita	Lagnir fyrir affallsvatn frá skiljustöðvum að niðurrennslisholum.
Orkugeta	Framleiðslugeta virkjunar á einu ári inn á raforkuflutningskerfið, mæld í GW_h .
Orkuforði jarðhitakerfis	Allur hrávarmi sem er til staðar neðanjarðar, bæði í vökvanum í porum bergsins, sem og í berginu sjálfu.
Orkuvinnslusvæði	Landssvæði þar sem vinnsluholur og önnur mannvirki virkjunar eru, er jafnframt skilgreint í skipulagsáætlunum sveitarfélags.
Rafali	Vél sem breytir hreyfiorku frá gufuhverfli í raforku.
Rakaskiljur	Sía sem hreinsar síðustu vatnsdropana úr gufu.
Safnæð	Pípa sem flytur borholuvökva frá borholum að stofnlögn.
Safnæðastofn	Pípa/stofnlögn sem tekur við borholuvökva úr nokkrum safnæðum og flytur hann í skiljustöð.
Skiljustöð	Mannvirki fyrir gufuskiljur.
Skiljuvatn	Jarðhitavatn sem skilið hefur verið frá gufu og inniheldur megnið af öllum uppleystum steinefnum úr borholuvökvanum.
Snefilefni	Eru frumefni og efnasambönd, sem eru til staðar í mjög litlum mæli.
Sprungurein	Sprungurein samanstendur af fjölda einstakra sprungna sem tilheyra sama brotinu í berggrunninum.
Sprungusveimur	Margar samliggjandi sprungureinar sem hafa ákveðna stefnu.
Stefnuborun	Borhola er sveigð í fyrirfram ákveðna stefnu út frá lóðlínu.
Stjórnloki	Loki til að stjórna rennsli gufu og vatns.
Stöðvarhús	Mannvirki fyrir vélasamstæðu, rafbúnað og stjórnþúnað virkjunar.
Svarfpró	Pró þar sem svarf, borleðja og sement frá borholum safnast fyrir við borun.
Svelghola	Svelgholur eru 10-60 m djúpar holur sem verða nýttar til förgunar affallsvatns frá háhitaborholum meðan borun og blástur stendur yfir.
Útblásturs-hljóðeyfir	Búnaður til að draga úr hávaða þar sem uframgufu úr gufuveitu er hleypt út við gufustjórnloka.
Varmaskiptir	Búnaður þar sem varmaorka er flutt úr einum miðli í annan.
Vermi	Varmaorkuinnihald vökva (kJ/kg). Orkuinnihaldið er háð hita og þrýstingi.
Vinnsluhola	Borhola sem er tengd við gufuveitu virkjunar nýtt til vinnslu á jarðhita.
Vinnslurás	Vinnsluferill til nýtingar/framleiðslu, hér framleiðslu á rafmangi með jarðgufu.
Vinnslusvæði	Svæði þar sem jarðhiti er unninn. Þar sem borholur eru stefnuboraðar getur vinnslusvæði náð út fyrir borsvæði.
Viðnámsmælingar	Yfirborðs-rafleiðnimælingar á jarðlögum djúpt niðri sem eru nýttar við kortlagningu jarðhitasvæða.
Þéttivatn	Vatn sem hefur þétt úr gufu.

1 INNGANGUR

Landsvirkjun áformar að reisa allt að 150 MW_e jarðhitavirkjun við Kröflu í Skútustaðahreppi, Kröfluvirkjun II. Á svæðinu er fyrir 60 MW_e Kröflustöð þannig að með nýrri virkjun verður orkuvinnsla við Kröflu að samanlögðu 210 MW_e. Fyrirhugað framkvæmdasvæði Kröfluvirkjunar II ásamt núverandi virkjunarmannvirkjum er sýnt á mynd 1.1 en framkvæmdalýsing er í kafla 4.

Jarðhitasvæðið í Kröflu er talið vera eitt af þremur stærstu jarðhitasvæðum á Norðurlandi eystra. Að mati sérfræðinga Landsvirkjunar á sviði forðafræði er talið að svæðið beri nýja, allt að 150 MW_e virkjun, og miðast mat á umhverfisáhrifum við það. Framkvæmdaraðili mun leggja til stærð endanlegrar virkjunar og sækja um tilskilin leyfi út frá niðurstöðum borana og frekari rannsókna þó að við mat á umhverfisáhrifum sé gengið út frá tiltekinni hámarksstærð.

Skútustaðahreppur hefur stjórnsluforræði á fyrirhuguðu orkuvinnslusvæði. Framkvæmdin er í samræmi við stefnu Skútustaðahrepps um landnýtingu og vernd á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum, samanber Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007). Unnið er að sambærilegri breytingu á aðalskipulagi Skútustaðahrepps (sjá nánar í kafla 7).

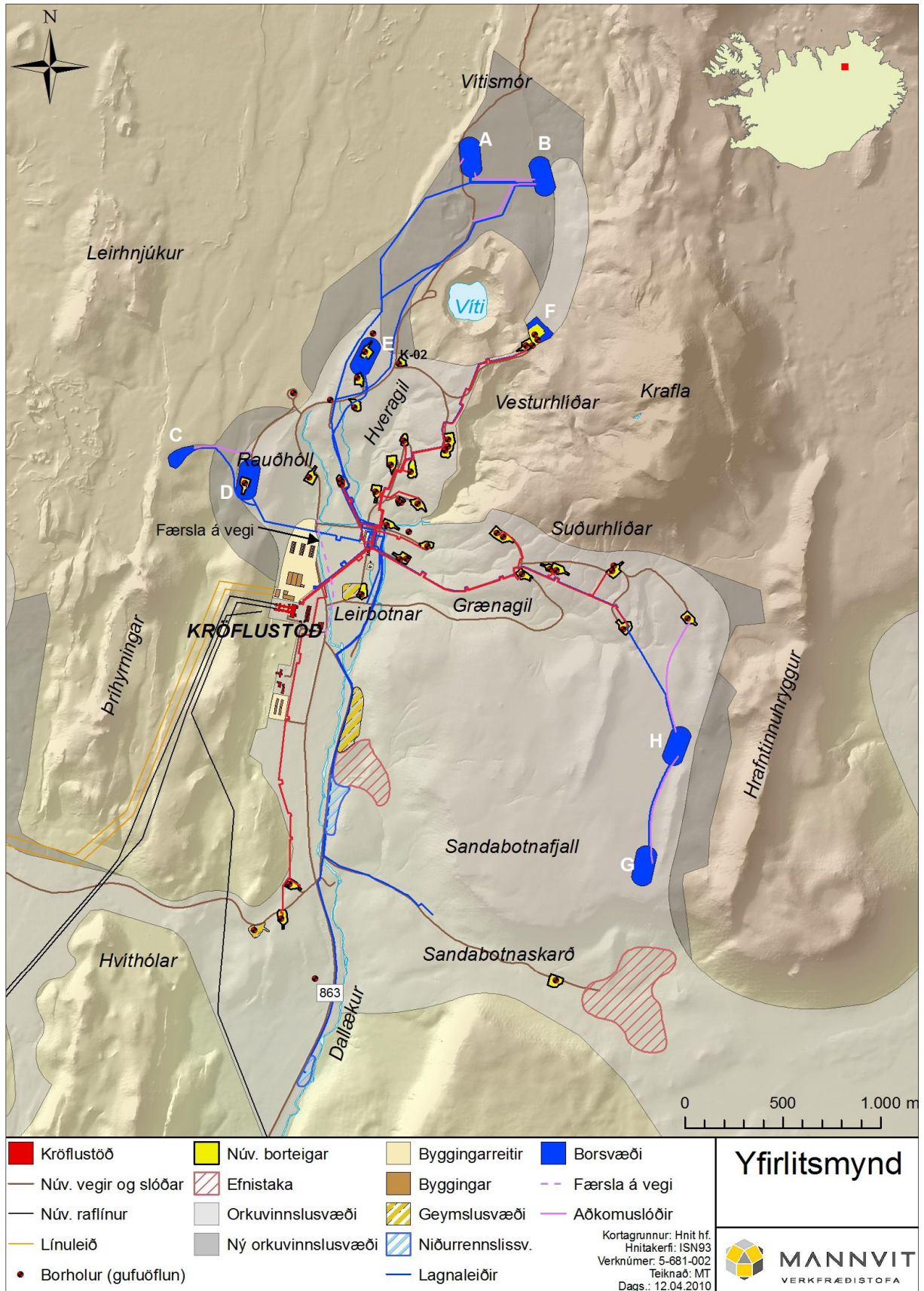
1.1 AÐDRAGANDI

Undirbúningur að frekari orkuvinnslu á Kröflusvæðinu hefur staðið yfir hátt í áratug. Landsvirkjun sendi fyrst erindi til Skipulagsstofnunar þann 16. janúar 2001 þar sem óskað var eftir ákvörðun um hvort borun rannsóknahola á fjórum svæðum á Kröflusvæðinu skyldi háð mati á umhverfisáhrifum. Svæðin sem um ræðir voru eftirfarandi:

- Leirhnjúkssvæði – svæði sunnan og vestan við Leirhnjúk.
- Vestursvæði – svæði vestan Þríhyrninga.
- Suðursvæði – svæði í Sandabotnaskarði.
- Austursvæði – svæði á austurjaðri Kröfluöskjunnar, milli Jörundar og Hágangna.

Niðurstaða Skipulagsstofnunar, þann 26. mars 2001, var á þá leið að borun rannsóknahola á svæðinu við Leirhnjúk og á vestursvæðinu kynni að hafa umtalsverð umhverfisáhrif í för með sér og væri því háð mati á umhverfisáhrifum. Borun rannsóknahola á austur- og suðursvæði væri hins vegar ekki líkleg til að hafa umtalsverð umhverfisáhrif í för með sér og væri því ekki háð mati á umhverfisáhrifum.

Árið 2001 fór fram mat á umhverfisáhrifum stækkunar Kröflustöðvar úr 60 í 100 MW_e og féllst Skipulagsstofnun á þá framkvæmd 7. desember sama ár. Næsta ár voru einnig metin umhverfisáhrif af rannsóknaborunum á vestursvæði við Kröflu en ákveðið var að halda ekki áfram á Leirhnjúkssvæðinu. Skipulagsstofnun féllst einnig á þá framkvæmd þann 9. september 2002. Úrskurðurinn var kærður til umhverfisráðherra, sem staðfesti niðurstöðu Skipulagsstofnunar 13. maí 2003.



Mynd 1.1 Yfirlitsmynd af Kröflusvæðinu, núverandi og fyrirhuguð mannvirki.

Árið 2006 lagði Landsvirkjun fram þriggja ára áætlun um rannsóknir á jarðhitavæðunum á Norðausturlandi (ársskýrsla Landsvirkjunar 2006). Í því sambandi hafa verið boraðar 8 rannsóknaborholur á Kröflusvæðinu. Í byrjun árs 2008 hófst svo vinna við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II en bygging virkjunarinnar er liður í virkjun háhita á Norðausturlandi, það er á Þeistareykjum, í Kröflu og Bjarnarflagi vegna áforma um orkufrekan iðnað við Húsavík.

Skipulagsstofnun tók þá ákvörðun, þann 13. febrúar 2008, að ekki þyrfti að meta sameiginlega umhverfisáhrif allra framkvæmda vegna áforma um orkufrekan iðnað við Húsavík, það er álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, stækkunar Kröfluvirkjunar og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum til Húsavíkur. Þann 18. mars 2008 kærði Landvernd ákvörðun Skipulagsstofnunar til umhverfisráðherra. Samkvæmt úrskurði umhverfisráðherra þann 31. júlí 2008, var ákvörðun Skipulagsstofnunar felld úr gildi og skyldu umhverfisáhrif fyrrgreindra framkvæmda metin sameiginlega.

Til að raska sem minnst tímaáætlunum mats á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II og þar með sameiginlega matsins var ákveðið að fara með fyrirhugaðar rannsóknaboranir, sem áður voru hluti af virkjunarmatinu, í sjálfstætt mat. Skipulagsstofnun féllst á þessar fyrirætlanir með bréfi þann 17. október 2008. Enn fremur ákvarðaði Skipulagsstofnun 18. desember 2008 að mat á umhverfisáhrifum rannsóknaborana við Kröflu heyri ekki undir sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum framkvæmda vegna álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum til Húsavíkur. Tillaga að matsáætlun rannsóknaborana við Kröflu var lögð fram til Skipulagsstofnunar í desember 2008 og var niðurstaða Skipulagsstofnunar kynnt þann 5. febrúar 2009.

Í samræmi við leiðbeiningar Skipulagsstofnunar voru lögð fram drög að nýrri tillögu að matsáætlun fyrirhugaðrar allt að 150 MW_e Kröfluvirkjunar II 20. febrúar 2009. Í kjölfar athugasemda Skipulagsstofnunar við drögin, dags. 11. mars 2009, var haft samráð við stofnunina og Orkustofnun um tengsl mats á umhverfisáhrifum rannsóknaborana, virkjunar á Kröflusvæðinu og framhald verkefnanna. Í ljósi niðurstöðu Orkustofnunar og samkvæmt leiðbeiningum Skipulagsstofnunar dró Landsvirkjun þann 4. september 2009 til baka áður samþykka matsáætlun fyrir rannsóknaboranir við Kröflu. Þess í stað var ákveðið að málsmeðferð mats á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II og þeirra framkvæmda sem féllu undir úrskurð umhverfisráðherra um sameiginlegt mat myndu í framhaldinu fylgja þeim leiðbeiningum sem Skipulagsstofnun lagði til við Landsvirkjun í kjölfar úrskurðar umhverfisráðherra 31. júlí 2008.

Samhliða mati á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II vinna Þeistareykir ehf. að mati á umhverfisáhrifum jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum, Landsnet hf. að mati á umhverfisáhrifum háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík og Alcoa að mati á umhverfisáhrifum álvers á Bakka. Í samræmi við úrskurð umhverfisráðherra frá 31. júlí 2008 og leiðbeiningar Skipulagsstofnunar í kjölfar úrskurðarins voru frummatsskýrslur framangreindra framkvæmda settar fram samtímis sem og sameiginlegt mat þeirra allra.

1.2 MARKMIÐ FRAMKVÆMDAR

Markmið Landsvirkjunar með byggingu nýrrar jarðhitavirkjunar við Kröflu er að nýta jarðhita á sjálfbæran hátt til framleiðslu rafmagns og sinna þannig þörfum

markaðarins hverju sinni. Reynslan af orkunýtingu í Kröflu, ásamt rannsóknaborunum og yfirborðsrannsóknum, gefur til kynna að Kröflusvæðið standi undir aukinni orkuvinnslu. Fjallað er um sjálfbærni og endurnýjanleika jarðhitaauðlindarinnar í kafla 3.1.

Í samstarfi við Þeistareyki ehf. er unnið að undirbúningi jarðhitavirkjana á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum. Markmið þess er að kanna hagkvæmni þess að framleiða um 400 MW_e af rafmagni fyrir álver á Bakka við Húsavík eða aðra orkukaupendur.

Landsvirkjun rannsakar jarðhita og undirbýr allt að 150 MW_e jarðhitavirkjun, Kröfluvirkjun II, á grundvelli eftirtalinna samninga, stefnu og leyfa:

- Samningur milli ríkisstjórnar Íslands og Landsvirkjunar frá 26. júlí 1985 þar sem Landsvirkjun keypti Kröfluvirkjun ásamt ýmsum réttindum á Kröflusvæðinu, þar með talinn rétt til hagnýtingar jarðhitaorku til raforkuframleiðslu allt að 70 MW.
- Samningur við ríkið um rétt til nýtingar jarðhita, samtals allt að 350 MW á Kröflusvæðinu og í Bjarnarflagi í apríl 2006.
- Lög nr. 38/2002 um virkjun Jökulsár á Brú og Jökulsár á Fljótsdal og stækkun Kröfluvirkjunar þar sem Alþingi samþykkir í 2. gr. að iðnaðarráðuneyti sé heimilt að veita Landsvirkjun leyfi til að stækka Kröfluvirkjun í allt að 220 MW ásamt aðalorkuveitum, enda liggja fyrir mat á umhverfisáhrifum framkvæmda.
- Samningur milli landeigenda og Landsvirkjunar, 7. nóvember 2005, um heimild Landsvirkjunar til rannsókna, borana og hagnýtingar á orku úr jörðu í landi Reykjahlíðar, utan jarðhitaréttindasvæðis ríkisins og Landsvirkjunar.
- Viljayfirlýsing sem Alcoa, ríkisstjórnin og Húsavíkurbær undirrituðu þann 17. maí 2006 um áframhaldandi rannsóknir á fjárhagslegri hagkvæmni nýs álvers á Norðurlandi með 250 þúsund tonna framleiðslugetu á ári. Viljayfirlýsingin fylgdi í kjölfar samkomulags frá því í mars 2006 um staðarval fyrir hugsanlegt álver á Bakka við Húsavík. Viljayfirlýsingin var framlengd þann 26. júní 2008 af fulltrúum Alcoa, ríkisstjórnar Íslands og Norðurþings, til 1. október árið 2009. Um var að ræða framlengingu og uppfærslu á fyrri viljayfirlýsingu. Í henni kom fram að haldið yrði áfram þeim verkefnum sem aðilar settu sér árið 2006, áður en lokaákvörðun verður tekin um byggingu álvers á Bakka. Viljayfirlýsingin hefur ekki verið framlengd.
- Viljayfirlýsing sem ríkisstjórnin, Norðurþing, Skútustaðahreppur og Þingeyjar-sveit undirrituðu 22. október 2009, um samstarf aðila á sviði orkurannsókna, orkunýtingar og atvinnuuppbyggingar í Þingeyjarsýslum. Í viljayfirlýsingunni segir orðrétt: „Með viljayfirlýsingu þessari er stefnt að því að skapa þær aðstæður að þann 1. október 2010 verði allri nauðsynlegri forvinnu lokið þannig að unnt verði að ganga til samninga við stóran orkukaupanda/orkukaupendur um uppbyggingu orkufreks iðnaðar í Þingeyjarsýslum. Viljayfirlýsingin gildir til 1. mars 2012. Markmið yfirlýsingarinnar er að nýta jarðvarma í Þingeyjarsýslu til stórfelldrar atvinnuuppbyggingar á svæðinu. Í yfirlýsingunni kemur fram að aðilar stefna að því að rannsóknum og mati á umhverfisáhrifum verði lokið fyrir 1. október 2010.
- Viljayfirlýsing sem Landsnet og Alcoa undirrituðu 16. október 2006, um undirbúning framkvæmda og mat á umhverfisáhrifum vegna flutnings raforku frá virkjunum á Norðurlandi til hugsanlegs álvers við Húsavík. Verkefninu hefur

verið framhaldið á grunni viljayfirlýsingar Landsnets og Alcoa en þar er kveðið á um samstarf um vinnu við mat á umhverfisáhrifum og öðrum nauðsynlegum undirbúningi.

- Viljayfirlýsing Landsvirkjunar, Þeistareykja ehf. og Alcoa, dags. 16. maí 2006, um að kanna og rannsaka háhitasvæðin á Norðausturlandi nægjanlega til þess að unnt verði að taka ákvörðun um hugsanlega nýtingu þeirra fyrir allt að 250 þúsund tonna álver á Bakka við Húsavík. Viljayfirlýsingin var endurnýjuð þann 26. júní 2008. Viljayfirlýsing Landsvirkjunar og Alcoa rann út um mánaðamótin október/nóvember 2008. Fyrirtækin munu engu að síður hafa náð samband og samráð um framvindu mála með það að leiðarljósi að fram­lengja viljayfirlýsinguna og halda verkefninu áfram þegar aðstæður leyfa.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 sem var staðfest af umhverfisráðherra 16. janúar 2008.

1.3 LEYFI

Framkvæmdir vegna Kröfluvirkjunar II eru háðar eftirfarandi leyfum:

- *Virkjunarleyfi* samkvæmt 4., 5. og 6. gr. raforkulaga nr. 65/2003. Iðnaðar­ráðherra hefur frá og með 1. ágúst 2008 falið Orkustofnun að annast þessar leyfisveitingar á grundvelli heimildar í 33. gr. laganna. Þegar kemur að umsókn um virkjunarleyfi mun liggja fyrir reiknilíkan sem byggir á endur­skoðuðu hugmyndalíkani.
- *Framkvæmdaleyfi* samkvæmt 1. mgr. 27. gr. skipulags- og byggingarlaga nr. 73/1997 sem Skútustaðahreppur veitir. Forsenda fyrir framkvæmdaleyfi er að fyrir liggja staðfest skipulag. Samkvæmt 1. mgr. 48. gr. laga um náttúru­vernd skal enn fremur liggja fyrir áætlun um efnistöku og frágang í námum áður en leyfi er veitt til efnistöku.
- *Byggingarleyfi* þarf fyrir varanlegum húsbyggingum og tengivirkjum sam­kvæmt 36. og 43. gr. skipulags- og byggingarlaga nr. 73/1997 sem Skútustaða­hreppur veitir.
- *Starfsleyfi* fyrir virkjunina þarf að sækja um til Heilbrigðisnefndar Norðurlands eystra samkvæmt 6. gr. laga nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og 9. gr. reglugerðar nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun, samanber fylgiskjal 2, liði 2.6 (náma) og 9.1 c (virkjun). Einnig þarf starfsleyfi fyrir losun affallsvatns í borholur samkvæmt 14. gr. reglugerðar nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns og fyrir losun þess á yfirborði, meðal annars vegna arsens í vatninu samanber gr. 5.1, 7.2 og 12 í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Umhverfis­stofnun er umsagnaraðili vegna losunar affallsvatns í jarðlög. Heilbrigðisnefnd Norðurlands eystra veitir leyfið að fenginni umsögn Umhverfisstofnunar.
- *Tímabundið starfsleyfi* frá Heilbrigðisnefnd Norðurlands eystra fyrir eftir­farandi þætti á framkvæmdasvæðinu, samanber 17 gr. reglugerðar nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun:
 - Á virkjunarsvæði fyrir vinnubúðir sbr. fylgiskjal 2 lið 10.7. Hér undir fellur ýmiss konar tímabundin aðstaða, svo sem ferðasalarni, ferða­eldhús og vinnubúðir sem tengjast tímabundnum framkvæmdum.

- Aðstaða verktaka vegna framkvæmda á virkjunarsvæði er háð starfsleyfi samkvæmt reglugerð 785/1999, samanber. fylgiskjal 2 liði 10.4 (jarðborun) og 10.7 (sjá hér að framan).
- *Leyfi Fornleifaverndar ríkisins* ef hrófla þarf við fornleifum, samkvæmt 10. gr. Þjóðminjalaga nr. 107/2001.

1.4 MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

Matsvinna vegna fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II hófst á árinu 2008. Hér á eftir verður greint frá hinum ýmsu atriðum er varða matsvinnuna, svo sem ástæðu þess að meta þarf umhverfisáhrif umræddrar framkvæmdar, hverjir komu að matsvinnunni, samráðsferli og tímaáætlun matsvinnunnar.

1.4.1 MATSSKYLDA

Framkvæmdin er matsskyld samkvæmt lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 m.s.br. Í 2. lið 1. viðauka með lögunum kemur fram að jarðvarma- virkjanir með 50 MW uppsett varmaafli eða meira og orkuver með 10 MW uppsett rafafli eða meira eru háð mati á umhverfisáhrifum. Slíkar framkvæmdir eru matskyldar samkvæmt 5. grein laganna.

Lögð var fram tillaga að matsáætlun í september 2009 og lá niðurstaða Skipulagsstofnunar fyrir þann 6. nóvember sama ár. Skipulagsstofnun féllst á tillögu framkvæmdaraðila að matsáætlun með viðbótum og nokkrum athugasemdum. Frummatsskýrsla Kröfluvirkjunar II, sem hér er lögð fram, er í samræmi við matsáætlun að mestu leyti. Greint er frá lítils háttar frávikum í kafla 6.

1.4.2 SKÝRSLUGERÐ OG RANNSÓKNIR

Landsvirkjun er verkkaupi og framkvæmdaraðili fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II. Mannvit hf. er ráðgjafi Landsvirkjunar um mat á umhverfisáhrifum sem og undirbúning virkjunarinnar. Sérfræðiráðgjöf sem og tæknileg ráðgjöf kom frá Landsvirkjun Power, Íslenskum orkurannsóknnum (ÍSOR) og Mannviti. Þá komu ýmsir að ráðgjöf við mat á umhverfisáhrifum. Í **töflu 1.1** má sjá verkaskiptingu við gerð matsskýrslunnar og helstu ráðgjafa.

Tafla 1.1 Verkaskipting við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.

Starfsmaður	Hlutverk	Fyrirtæki
Albert Guðmundsson	Verkefnisstjóri framkvæmdaraðila	Landsvirkjun Power
Ásgrímur Guðmundsson	Jarðhitaráðgjöf	Landsvirkjun Power
Kristján Einarsson	Tæknileg ráðgjöf	Landsvirkjun Power
Kristinn Ingason	Tæknileg ráðgjöf	Mannvit
Haukur Einarsson	Mat á umhverfisáhrifum, verkefnisstjórn og ritstýring	Mannvit
Auður Andrésdóttir	Mat á umhverfisáhrifum, ráðgjöf	Mannvit
Jóhanna B. Weissshappel	Mat á umhverfisáhrifum, skýrslugerð	Mannvit
María Theodórsdóttir	Mat á umhverfisáhrifum, kortagerð og myndvinnsla	Mannvit
Ragnar Heiðar Þrastarson	Mat á umhverfisáhrifum, kortagerð og myndvinnsla	Mannvit
Steinþór Traustason	Mat á umhverfisáhrifum, kortagerð og myndvinnsla	Mannvit
Sveinn Bjarnason	Mat á umhverfisáhrifum, myndvinnsla	Mannvit

Vegna áforma um aukna orkuvinnslu á Kröflusvæðinu hafa ýmsar rannsóknir farið fram á undanförunum árum og eru niðurstöður þeirra nýttar í þessari skýrslu. Auk rannsókna liggja fyrir ýmis gögn og heimildir sem nýtt verða við matsvinnuna. Í **töflu 1.2** má sjá lista yfir helstu sérfræðiverkefni sem unnin hafa verið í tengslum við matsvinnuna. Höfundar sérfræðiskýrslna hafa lesið yfir þá kafla í þessari skýrslu sem byggja á sérfræðiskýrslum þeirra. Um er að ræða alla aðila í **töflu 1.2** utan þess að ekki var talin þörf á yfirlestri um fornleifar þar sem engin áhrif eru á fornleifar (sjá kafla 9.9). Tekið hefur verið tillit til þeirra athugasemda sem gerðar voru.

Tafla 1.2 Sérfræðiverkefni, unnin vegna áforma um aukna orkuvinnslu á Kröflusvæðinu.

Starfsmaður/menn	Verkefni	Fyrirtæki/stofnun
Ragnar Heiðar Þrastarson	<i>Landslagsgreining- áhrif á landslag og ásýnd.</i>	Mannvit
Gunnar Birnir Jónsson	<i>Áhrif Kröfluvirkjunar II á hljóðvist.</i>	Mannvit
Hjalti Sigurjónsson og Snorri P. Kjaran	<i>Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá jarðvarmavirkjunum á Norðausturlandi Krafla, Krafla II og Bjarnarflag</i>	Vatnaskil
Eric Meyer og Snorri P. Kjaran	<i>Grunnvatnslíkan og spá um dreifingu efna í grunnvatni.</i>	Vatnaskil
Þórólfur H. Hafstað og Daði Þorbjörnsson	<i>Austaraselslindir – Afmörkun vatnsverndarsvæða</i>	ÍSOR
Anette Kærgaard Mortensen o.fl.	<i>Endurskoðun á jarðhitalíkani</i>	ÍSOR
Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Rannveig Thoroddsen	<i>Gróðurfar á háhitavæðum, línu- og vegstæðum, ásamt athugun á fyrirhuguðum borsvæðum við Kröflu.</i>	Náttúrufræðistofnun Íslands
Þorkell Lindberg Þórarinnsson og Aðalsteinn Örn Snæþórsson	<i>Fuglalíf á fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum fyrirhugaðra háhitavirkjana í Þingeyjarsýslum.</i>	Náttúrustofa Norðausturlands
Rannveig Ólafsdóttir og Eva Sif Jóhannsdóttir	<i>Mat á áhrifum Kröfluvirkjunar II á ferðahjónustu og útivist 2008.</i>	Rannsóknamiðstöð ferðamála
Ómar Bjarki Smárason	<i>Kröfluvirkjun II og Bjarnaflag-námukönnun.</i>	Jarðfræðistofan Stapi
Uggi Ævarsson	<i>Deiliskráning vegna fyrirhugaðra framkvæmda við línustæði og orkuvinnslustöðvar, Krafla, Gjástykki, Þeistareykir, Bakki.</i>	Fornleifastofnun Ísland

1.4.3 KYNNING OG SAMRÁÐ

Kynning og samráð vegna mats á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II hefur verið í samræmi við það sem lög um mat á umhverfisáhrifum kveða á um. Í þessum kafla verður greint frá því kynningarferli sem fram fór við gerð matsáætlunar sem og því ferli sem fram fór á kynningartíma frummatsskýrslunnar.

Tillaga að matsáætlun

Drög að tillögu að matsáætlun voru aðgengileg á heimasíðum Landsvirkjunar og Mannvits hf. frá 20. febrúar til 6. mars 2009. Með birtingunni gafst almenningi kostur á að kynna sér fyrirhugaða framkvæmd og að koma athugasemdum á framfæri við framkvæmdaraðila. Þegar endanleg tillaga að matsáætlun var til umfjöllunar hjá Skipulagsstofnun í október og nóvember 2009 gafst almenningi aftur tækifæri á að

koma athugasemdum á framfæri til Skipulagsstofnunar. Enn fremur óskaði stofnunin eftir umsögnum frá umsagnaraðilum lögum samkvæmt.

Auk framangreindra kynninga sem eru í samræmi við lög um mat á umhverfisáhrifum var aðilum frá Skipulagsstofnun, leyfisveitendum og umsagnaraðilum boðið í vettvangsferð á fyrirhugað framkvæmdasvæði í júní 2008. Þessum aðilum var einnig boðið á fund til að ræða helstu framkvæmdaþætti og umhverfisáhrif þeirra, sem Umhverfisstofnun, Orkustofnun og fulltrúar Skútustaðahrepps þáðu.

Haldnir voru þrjár fundir með félagasamtökum, á Húsavík fyrir aðila tengda ferðamálum á Húsavíkursvæðinu og í Reykjavík fyrir Landvernd og Samtök ferðabjónustunnar (SAF). Fyrirhuguð áform voru einnig kynnt fulltrúum Norðurlands og Þingeyjarsveitar í tengslum við sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II, Þeistareykjavirkjunar, háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka og álvers á Bakka við Húsavík. Jafnframt kynntu fulltrúar framkvæmdaraðila og ráðgjafa fyrirhugaða framkvæmd og mat á umhverfisáhrifum þrívægis á opnum fundum. Hér er um að ræða fund í Ýdölum í júlí 2007, í tengslum við kynningu á aðalskipulagi Aðaldælahrepps, fund í Ljósveitningabúð í mars 2009 þegar aðalskipulag Þingeyjarsveitar var kynnt og fund í Reykjahlíð í ágúst 2009 þegar breyting á aðalskipulagi Skútustaðahrepps var kynnt.

Í kjölfar ákvörðunar Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun, dags. 6. nóvember 2009, var fundað með stofnuninni 19. nóvember og leitað sameiginlegs skilnings á fáeinum atriðum sem þar koma fram.

Umsagnaraðilar Skipulagsstofnunar í matsferlinu fyrir allt að 150 MW_e Kröfluvirkjun II hafa verið eftirtaldir:

- Skútustaðahreppur
- Ferðamálastofa
- Fornleifavernd ríkisins
- Heilbrigðiseftirlit Norðurlands
- Landgræðsla ríkisins
- Landsnet
- Orkustofnun
- Umhverfisstofnun

Frummatsskýrsla

Við gerð frummatsskýrslu var áfram öllum heimilt að koma á framfæri ábendingum og athugasemdum auk þess sem framkvæmdaraðili leitaði álits hjá Skipulagsstofnun og umsagnaraðilunum eftir þörfum. Til að mynda var í október 2009 farin önnur vettvangsferð með fulltrúum sveitarstjórnar Skútustaðahrepps, Skipulagsstofnunar, Umhverfisstofnunar og Ferðamálastofu á Kröflusvæðið. Tilgangur ferðarinnar var að gera aðilum nánari grein fyrir staðsetningu borsvæða, aðkomu að þeim og lagaleiðum frá þeim. Drög að frummatsskýrslu voru send Skipulagsstofnun til yfirlestrar og fundað með stofnuninni í kjölfar þess í febrúar 2010. Jafnframt voru drög að kafla 9.1, um jarðhitakerfi og orkuforða, send Orkustofnun til kynningar. Meðal ábendinga Orkustofnunar var ósk um skýrari umræðu um djúpförgun við niðurdælingu og að fram kæmi að reiknilíkön verði uppfærð reglulega auk þess sem bætt yrði við umfjöllun um rannsóknaholur sem boraðar hafa verið og aflgetu þeirra. Tekið hefur verið tillit til ábendinga Orkustofnunar.

Á athugunartíma Skipulagsstofnunar lá frummatsskýrslan frammi á aðgengilegum stað nærri framkvæmdasvæði og hjá Skipulagsstofnun í 6 vikur, sem jafnframt var sá frestur sem almenningi gafst til að koma skriflegum athugasemdum á framfæri við Skipulagsstofnun. Skýrslan var einnig aðgengileg á heimasíðum Landsvirkjunar (www.lv.is) og Mannvits hf (www.mannvit.is). Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum og frummatsskýrsla voru kynntar á opnum fundum á kynningartíma skýrslunnar á eftirfarandi stöðum:

- Í Ýdölum, Þingeyjarsveit, 3. maí
- Á Fosshótel, Húsavík, 3. maí
- Í Reykjahlíðarskóla, Mývatnssveit, 4. maí
- Á Hótel Nordica, Reykjavík, 10. maí

Eftir að kynningu lauk á frummatsskýrslu sem og athugun Skipulagsstofnunar á skýrslunni, tók við gerð þessarar matsskýrslu. Í henni er gerð grein fyrir umsögnum og athugasemdum sem bárust og viðbrögð framkvæmdaraðila við þeim sett fram. Eftir að matsskýrslan er send Skipulagsstofnun til athugunar líða um 4 vikur þar til stofnunin gefur sitt álit á því hvort skýrslan uppfylli skilyrði laga nr. 106/2000 m.s.br., um mat á umhverfisáhrifum, og að umhverfisáhrifum sé lýst á fullnægjandi hátt. Telji stofnunin að setja þurfi frekari skilyrði fyrir framkvæmd skal það tilgreint og rökstutt.

Skipulagsstofnun leitaði umsagna hjá þeim aðilum sem getið er í **töflu 1.3**. Einnig bárust athugasemdir frá Landvernd, Náttúruverndarsamtökum Íslands og tveimur einstaklingum sem einnig er greint frá í **töflu 1.3**. Brugðist er við þeim ábendingum sem fram komu í viðeigandi köflum í þessari matsskýrslu. Allar umsagnir og athugasemdir eru birtar í **viðauka 12**.

Tafla 1.3 (frh. á næstu síðu) Umsagnir, athugasemdir og helstu ábendingar.

Stofnun/aðili	Helstu athugasemdir og ábendingar
Skútustaðahreppur	Biður um að borsvæði F verði ekki stækkað meira en algjör nauðsyn er til.
Ferðamálastofa	Umsögn barst ekki.
Fornleifavernd ríkisins	Telur mikilvægt að Kröflunámum og Skarðsseli verði ekki raskað.
Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra	<ul style="list-style-type: none"> • Leggur áherslu á að reynt verði að komast hjá opnun nýrrar námu. • Ósátt við rök um að færa megi námu í Sandabotnaskarði rétt innan við fjarsvæði vatnsverndar. Gerir kröfur er varðar verndarflokk 1.
Orkustofnun	<p>Í umsóknum um virkjunarleyfi þarf að útfæra frekar einstök atriði er varða Orkustofnun og mikilvægt að reiknilíkan af jarðhitakerfinu og viðbrögð þess við vinnslu liggi fyrir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Í starfsleyfi verði kröfur og skilyrði um losun affallsvatns. Í matsskýrslu skal koma fram að vatnsrannsóknir vegna dælinga skulu unnar í samráði við og samkvæmt skilyrðum UST. • Telur tímakvarða of rúman, t.d. hvað varðar mögulega þróun háhitasvæða. • Sjálfbær vinnsla byggist á að hlutdeild djúpförgunar í niðurdælingu verði aukin. • Gera verður betri grein fyrir hvernig stuðlað verði að því að gufuveita falli vel að landi og hvaða þættir í umhverfinu muni hafa áhrif á hönnun, litaval og áferð.
Umhverfisstofnun (UST)	<ul style="list-style-type: none"> • Telur að sýna hefði átt breytta legu virkjunarveggar á korti í stærri mælikvarða. • Leggja á vegi að borsvæðum/með lögnum lágt í landi, án vegfláa. • Upplýsingar vantar um val og afmörkun á efnistökusvæðum, hvernig staðið verður að efnisvinnslu og frágangi svæða. Viðauka um efnistökusvæði vantar. • Hvers vegna er magnáætlun meiri en efnisþörf? Hvaðan kemur efni til steinsteypugerðar? • Gera þarf grein fyrir því hvernig aukin efnistaka úr námu við Grænagilsöxl samræmist efnistökuáætlun, tilhögun efnisvinnslu og sjónrænum áhrifum vegna rauðs gjalls.

Stofnun/aðili	Helstu athugasemdir og ábendingar
	<ul style="list-style-type: none"> Mótmælir efnistöku við Sandfell. Setja þarf kröfur á verktaka að gæta fyllstu varúðar vegna mengunarhættu. Telur að áhrif á votlendið austan Vítis verði talsvert neikvæð og að forðast beri allt rask á því. Ekki er í gangi vinna við að ákvarða þolmörk gróðurs gagnvart H₂S. Telur að lítið sé gert úr áhrifum H₂S á gróður og að skemmdir geti orðið vegna kísilútfellinga úr jarðhitagufu. Telur ekki líkur á verulegum áhrifum á fugla. Skýrsla um athugun á lífríki í hverum við Kröflu og Námafjall (2007) skal vera fylgiskjal. Telur að fjalla verði um áhrif á hveralífverur miðað við niðurstöður hennar. Telur að ekki ætti að heimila losun affallsvatns á yfirborði til verndar lækjum á svæðinu. Vekur athygli á að ekki eru tilgreindar neinar eiginlegar mótvægisáðgerðir vegna lífríkis. Ítarlegri upplýsingar vantar um magn og áhrif kvikasilfurs í jarðhitagufu. Athygli er vakin á nýrri reglugerð nr. 514/2010. Ósammála því að losun á H₂S hafi óveruleg áhrif á loftgæði í Reykjahlíð. Upplýsingar vantar um verstu mögulegu stöðu H₂S í næstu íbúðarbyggð. Skoða á styrk H₂S vegna ferðamanna í nágrenni virkjana og blásandi borhola. Yfirlitsmynd vantar sem sýni hvaðan ásýndarmyndir eru teknar og í hvaða átt. Telur hæpið að fullyrða að ásýndaráhrif, frá útsýnispalli norðan Kröflustöðvar, verði vart neikvæð. Bendir á að ekki dragi úr sjónrænum áhrifum mannvirkja á líftíma virkjunar þó umhverfisáhrif teljist afturkræf. Telur að borsvæði norðan Vítis hafi verulega neikvæð og varanleg áhrif á ásýnd svæðisins. Telur hávaðamengun frá borum/borholum í blæstri hafi verulega neikvæð áhrif á upplifun fólks norðan við Víti. Bendir á að ónæðis muni gæta á fjölförnum gönguleiðum í nágrenni Leirhnjúks vegna borsvæðis C. Bendir á að hagsmunir ferðamanna og framkvæmdaraðila fari ekki ávallt saman hvað umferð varðar. Hvergi kemur fram hver verði heildar umhverfisáhrif framkvæmda. Telur að vanti „óvissu“ í dálk í töflu 10.1 vegna óvissu um áhrif á einstaka umhverfisþætti. Ósamræmi í mati á áhrifum einstakra umhverfisþátta, endurspeglar ekki óvissu um áhrif H₂S. Ósamræmi í mati á áhrifum á ferðamenn og í mati á sjónrænum áhrifum frá útsýnisstöðum. Ósamræmi í texta á bls. 150 og í töflu 10.1 er varðar áhrif á ferðamenn við Víti. Tafla 10.1 gefur ekki nógu góða mynd af heildaráhrifum. Neikvæð áhrif metin fremur lág. Telur að framkvæmdin muni ekki hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif að teknu tilliti til athugasemda stofnunarinnar. Bendir á að vöktunaráætlun þurfi að fylgja viðbragðsáætlun, s.s. vegna arsens í grunnvatni. Leggur áherslu á að vöktun/mælingar á loftgæðum hefjist sem fyrst.
Landvernd	<ul style="list-style-type: none"> Telur áform um borsvæði nálægt Hrafninnuhrygg, Víti og Leirhnjúk óásættanleg, skáboranir frá núverandi borsvæði ættu að nægja. t hugasemd við lokun leiðar frá Kröflu norður í Gjástykki.
Náttúruverndarsamtök Íslands	Framkvæmdir á Norðausturlandi standast ekki úrskurð umhverfisráðherra 1/8 2008 um sameiginlegt mat.
Bergþóra Sigurðardóttir	<ul style="list-style-type: none"> Telur að ekki eigi að hrófla við fyrirhuguðu framkvæmdasvæði á NA landi vegna jarðvár. Spyr hve langt menn muni teygja sig eftir nýtanlegum holum. Telur mat á gildi landslagsheildar Kröflu of lítið sem og áhrif á Leirhnjúk og Kröflu. Sýna hefði þurft staurastæður og borteiga á ásýndarmyndum og nánd þeirra við Víti.
Jón Illugason	<ul style="list-style-type: none"> Mótmælir borsvæðum á Sandabotnafjalli, beita frekar skáborunum frá núverandi borsvæðum. Spilla á sem minnst útsýni frá Leirhnjúki við gerð borsvæða norðan Vítis og vanda val á lagnaleið.

1.4.4 TÍMAFERLI MATS Á UMHVERFISÁHRIFUM

Tímaferli verkefnisins tók mið af þeim framkvæmdum sem lúta að sameiginlegu mati á umhverfisáhrifum eins og fjallað er um í kafla 1.5 hér á eftir.

Eftirfarandi er tímaferli matsferlisins:

- Febrúar 2009 – drög að tillögu að matsáætlun kynnt á netinu.
- September 2009 – tillaga að matsáætlun send Skipulagsstofnun.
- Nóvember 2009 – ákvörðun Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun.
- Mars 2010 – frummatsskýrsla til Skipulagsstofnunar.
- Október 2010 – matsskýrsla til Skipulagsstofnunar.
- Nóvember 2010 – álit Skipulagsstofnunar.

Framangreint ferli er í samræmi við þá tímafresti sem settir eru í lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000.

1.5 SAMEIGINLEGT MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

Þann 13. febrúar 2008 komst Skipulagsstofnun að þeirri niðurstöðu eftir samráð við hlutaðeigandi aðila, að sameiginlegt mat skyldi ekki fara fram í samræmi við 5. gr. laga nr. 106/2000 m.s.br. um mat á umhverfisáhrifum þar sem fleiri en ein matsskyld framkvæmd er fyrirhuguð á sama svæði eða framkvæmdirnar eru háðar hver annarri. Skipulagsstofnun lagði hins vegar áherslu á að frummatsskýrslurnar yrðu til umfjöllunar á sama tíma sem og samþætting umfjöllunar.

Þann 18. mars 2008 kærði Landvernd framangreinda ákvörðun Skipulagsstofnunar frá 13. febrúar 2008 til umhverfisráðherra þess efnis að ekki skuli fara fram heildstætt umhverfismat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröfluvirkjun og Þeistareykjum til Húsavíkur. Í kærinni tekur Landvernd undir með Umhverfisstofnun að til þess að hægt sé að taka afstöðu til umhverfisáhrifa einstakra framkvæmda þurfi yfirsýn yfir heildaráhrif allra framkvæmdanna að liggja fyrir. Slík heildarsýn verði best fengin með því að meta umhverfisáhrif framkvæmdanna sameiginlega, sbr. heimildir Skipulagsstofnunar í 2. mgr. 5. gr. laganna.

Í úrskurði umhverfisráðherra frá 31. júlí 2008 var ákvörðun Skipulagsstofnunar frá 13. febrúar 2008 felld úr gildi og 2. mgr. 5. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum beitt. Í úrskurði umhverfisráðherra er kveðið á um að umhverfisáhrif álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum til Húsavíkur skuli metin sameiginlega. Ráðuneytið taldi brýna þörf á því að með ótvíráðum hætti yrði tryggt að mat á umhverfisáhrifum framkvæmdanna færi fram á sama tíma og að umhverfisáhrif þeirra allra liggi fyrir í heild sinni áður en leyfi fyrir einstökum framkvæmdum verði veitt.

Gerð frummatsskýrslu Kröfluvirkjunar II tók mið af framangreindum úrskurði umhverfisráðherra frá 31. júlí 2008 og voru frummatsskýrslur framangreindra framkvæmda lagðar fram til kynningar á sama tíma.

1.6 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARADILA

Umhverfisstofnun bendir á að edlilegt sé að kröfur og skilyrði um losun affallsvatns verði sett í starfsleyfi fyrir virkjunina. Réttilega kemur fram að Umhverfisstofnun er umsagnaradili vegna losunar affallsvatns og er slík dæling heimil enda fylgi engin hætta á mengun grunnvatns. Jafnframt bendir stofnunin á að vatnsrannsóknir vegna

dælinga skulu unnar í samráði við og samkvæmt skilyrðum sem Umhverfisstofnun setur. Umhverfisstofnun telur rétt að þetta komi fram í skýrslunni.

Bætt hefur verið úr framangreindri umfjöllun í kafla 1.3.

Orkustofnun leggur áherslu á að þegar kemur að hugsanlegum umsóknum um virkjunarleyfi, þá verði einstök atriði er koma fram í frummatsskýrslunni, er varða Orkustofnun, útfærð frekar í samráði við stofnunina. Þá sé mikilvægt að fyrirhugað reiknilíkan af jarðhitakerfinu og viðbrögð þess við vinnslu liggi fyrir.

Framkvæmdaraðili tekur undir með Orkustofnun um framangreind atriði.

Náttúruverndarsamtök Íslands gera sameiginlegar athugasemdir við allar þær framkvæmdir sem tengjast áformum um orkufrekan iðnað við Húsavík, það er Kröfluvirkjun II, Þeistareykjavirkjun, háspennulínur frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka, álver á Bakka og sameiginlegt mat þessara framkvæmda. Athugasemdirnar eru í megindráttum um það mat samtakanna að skýrslurnar standist ekki úrskurð umhverfisráðherra frá 1. ágúst 2008 [á að vera 31. júlí 2008] um að framkvæmdirnar skuli metnar sameiginlega.

Þó að athugasemdir Náttúruverndarsamtaka Íslands beinist meðal annars að Kröfluvirkjun II tengjast þær efnislega helst frummatsskýrslu um sameiginlegt mat framkvæmdanna og eru viðbrögð sett fram í matsskýrslu fyrir sameiginlegt umhverfismat.

2 STADHÆTTIR

Framkvæmdasvæði Kröfluvirkjunar er innst í Hlíðardal og á hálendinu austan og norðan við botn dalsins. Svæðið er í norðaustur af Mývatni, í rúmlega 10 km fjarlægð frá Reykjahlíð (**mynd 2.1**). Í þessum kafla er stutt staðhátalýsing á Kröflusvæðinu og næsta nágrenni. Landslagi og jarðmyndunum er lýst, auk þess sem gerð er grein fyrir veðurfari út frá nálægum veðurstöðvum. Í kafla 9 er nánari lýsing á grunnástandi annarra umhverfisþátta á svæðinu.

2.1 LANDSLAG OG JARÐMYNDANIR

Allmikið hálendi rís norðaustur af Mývatni sem einkennist af móbergshryggjum, líparítfjöllum, móbergsstöpum og hraunbreiðum (Kristján Sæmundsson, 1991). Á jöðrum fjallgarðsins eru jökulmenjar. Allt þetta umhverfi myndar ákveðna landslagsheild. Í fjallgarðinum rís megineldstöð, sem kennd er við móbergsfjallið Kröflu. Innan megineldstöðvarinnar myndaðist askja fyrir um 110 þúsund árum og setur hún ákveðið mark í landslagið með bogadregnum línunum. Í gegnum hana liggur virkur sprungusveimur með norðlæga stefnu þar sem eldar hafa brunnið á jökultíma og hlýskeyðum. Á **mynd 2.1** má sjá yfirlitskort af Kröflusvæðinu og nágrenni þess.

Á jökultíma hafa hlaðist upp móbergshryggir og stapar sem mynda megin hálendið. Að vestan mynda Námafjall, Leirhnjúkur, Dalfjall og Þríhyrningar fjallakeðju með Hlíðarfjall, gert úr líparíti, sem eins konar tákn vestan við öskjuna. Að austan liggja Halaskógafjall, Sandabotnafjall og Krafla. Þar austan við öskjuna rís líparítfjallið Jörundur sem útvörður til austurs. Ofan á Sandabotnafjalli liggja hryggir úr móbergi og súru bergi þar sem Hrafninnuhryggur er lengst til austurs. Norðan og norðaustan Kröflu eru Hágöng og Graddabunga en norðvestan öskjunnar eru Gæsafjöll, tignarlegur móbergsstapi.

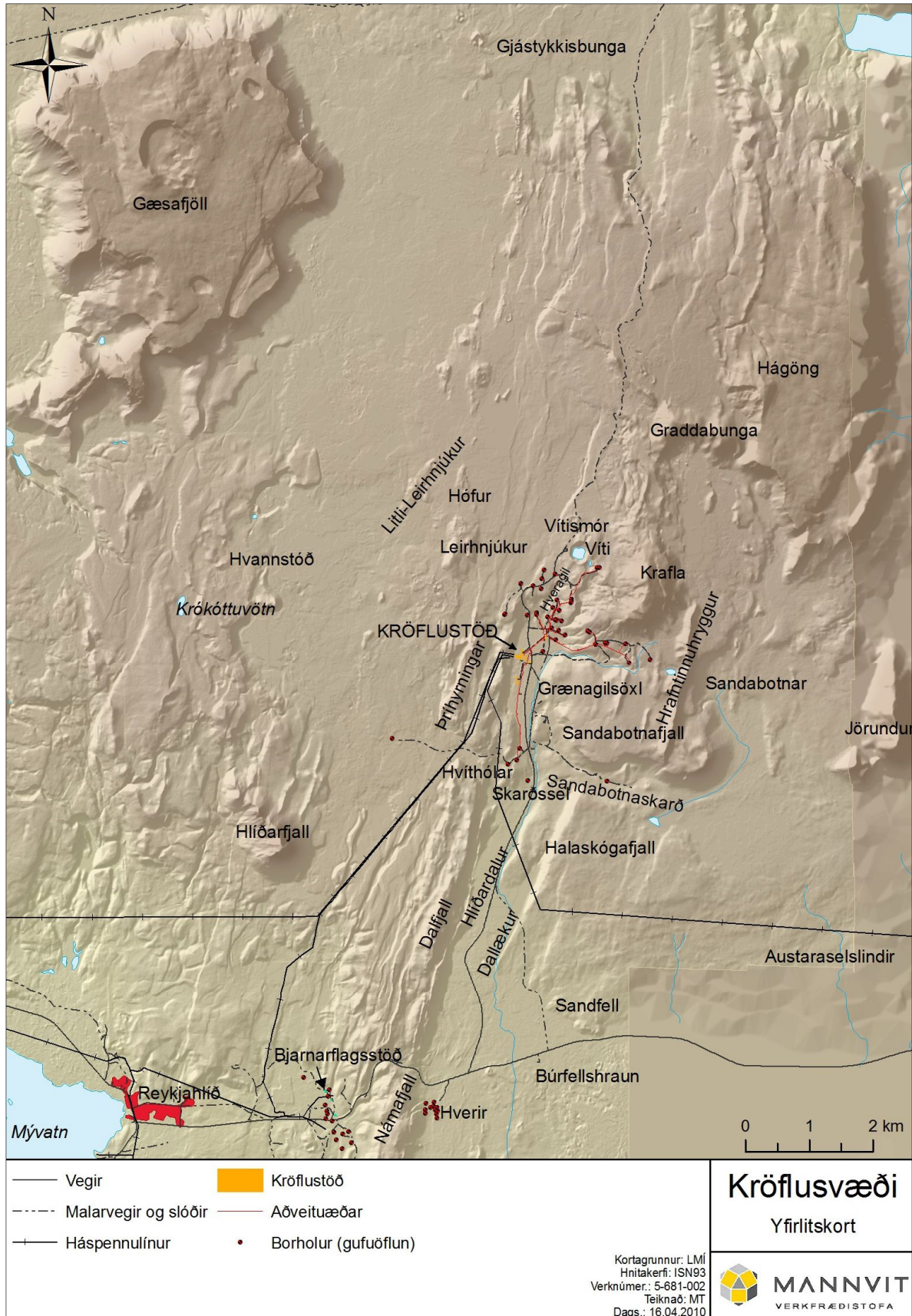
Undir lok jökultíma lögðust jökulset utan í fjallgarðinn og á komandi hlýskeyði, sem nú stendur yfir, runnu hraun yfir láglendi. Kröfluaskjan er um 80 km² að flatarmáli og hraun þekja um 60% hennar. Síðustu 3.000 árin hefur eldvirkni á Kröflu gósréininni sett áberandi svip á landslagið.

Eldvörpin liggja á N-S sprungum og mynda misvel formaða gíga. Sumir eru hálfir á kafi en aðrir eru alveg á kafi. Sprengigígurinn Víti er áberandi jarðmyndun sem varð til í upphafi Mývatnselda árið 1724 við norðurenda Hveragils við vestanverðar fjallsrætur Kröflu.

Innan Kröfluöskjunnar er víðáttumikið háhitasvæði. Jarðhitaummerkin sjást víða og eru margbreytileg. Í miðri öskjunni er öflugt uppstreymi, þar sem leir- og gufuhverir eru áberandi, og sundursoðin litrík jörð. Einnig er áberandi jarðhitasvæði utan í Kröfluhlíðum, að sunnan og vestan. Vesturhlíðarnar einkennast af gufusprengigígum og miklu ljósu úrkasti. Víða innan öskjunnar eru ljósar breiður vegna jarðhitammyndunar, útkulnaðar, volgar eða rjúkandi.

Ofan úr Kröflu renna lækjarsprænur, sem safnast saman í eitt afrennsli í Leirbotnum, Dallæk, sem rennur síðan suður Hlíðardal. Lækurinn hefur verið stíflaður sunnan við Kröfluvirkjun en þaðan liðast hann eftir dalnum nær hindrunarlaust suður í Búrfells-
hraun. Þar hverfur lækurinn ofan í hraunið, í grunnvatnið. Lækurinn hefur náttúrulegt afrennsli frá dalkvosinni sem Kröfluvirkjun er í. Að hluta til er hann afrennsli frá hverasvæðunum og að hluta lindarvatn úr Sandabotnaskarði rétt við Skarðssel. Á

Kröflusvæðinu er lítið um vatn á yfirborði, þá helst leysingavatn á vorin og oft fram eftir sumri. Úrkoma er að jafnaði lítil og hripar niður í gropin, sprungin hraunin.



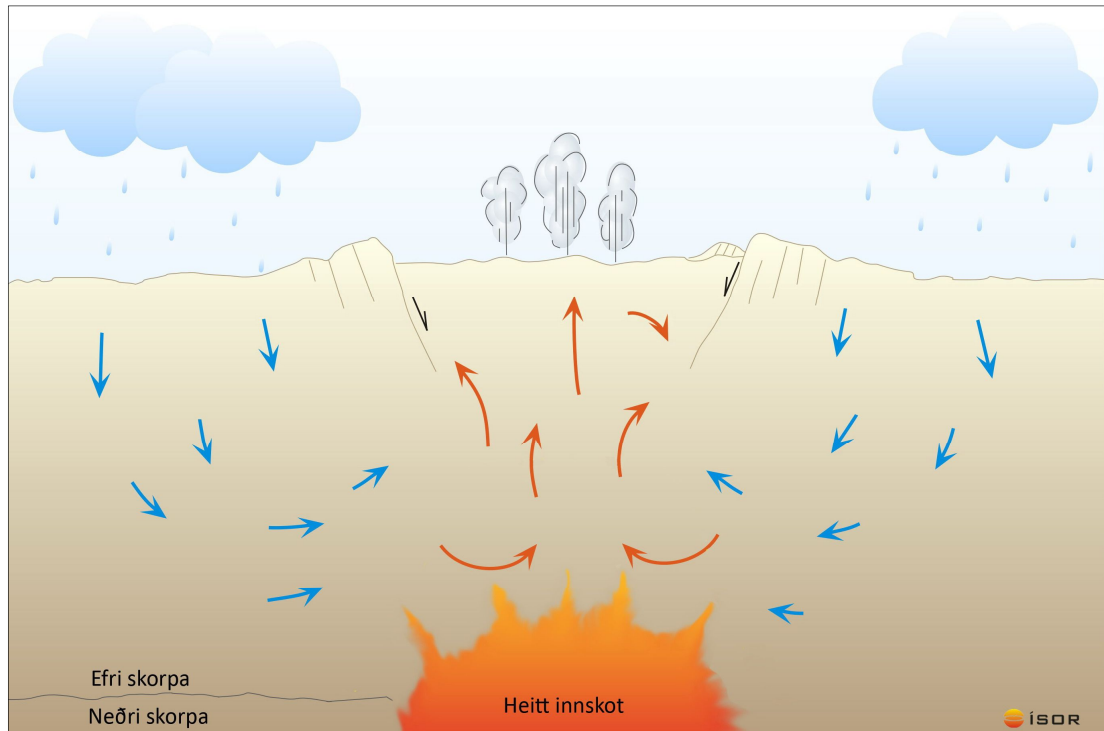
Mynd 2.1 Yfirlitskort af Kröflusvæðinu og nágrenni.

2.2 VEDURFAR

Næstu veðurathugunarstöðvar eru í Reykjahlíð, Bjarnarflagi, á Mývatnsöræfum og á Grímsstöðum á Fjöllum. Stöðin í Reykjahlíð er í 285 m hæð yfir sjó og í um 8 km fjarlægð frá Kröflusvæðinu sem er í um 460 m hæð yfir sjó. Meðalhiti í Reykjahlíð er um 2,2°C og meðalúrkoma tæpir 400 mm á ári. Meðalvindhraði er nálægt 3,6 m/s og logn er algengt í Reykjahlíð. Út frá úrkomu í Reykjahlíð og Grímsstöðum á árunum 1931-1960 útbjó Veðurstofa Íslands úrkomukort fyrir Kröflu- og Námafjallssvæðið. Lausleg athugun á gögnum frá 1961-1990 gaf ekki tilefni til mikilla breytinga. Niðurstaðan er sú að búast má við allt að tvöfalt meiri ársúrkomu við Kröflu en við Mývatn (Halldór Ármannsson, 2002). Sjálfvirka veðurathugunarstöðin í Bjarnarflagi er í 347 m hæð yfir sjó. Hún hefur verið í gangi frá 2004 og er í eigu Landsvirkjunar.

3 JARÐHITI

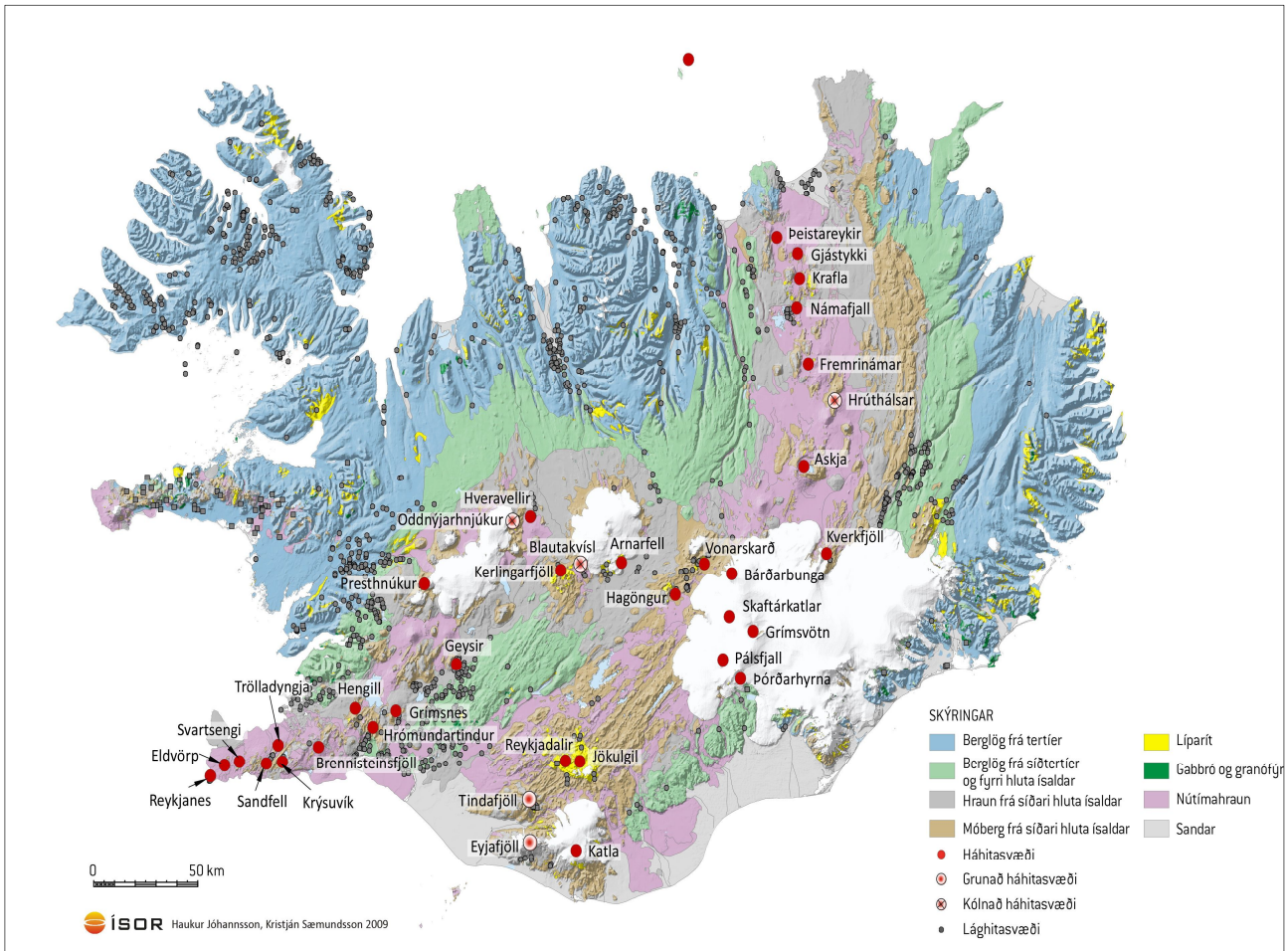
Jarðhiti er sá hiti í jörðu sem er umfram þann hita sem mælist við yfirborð hennar (Guðmundur Pálmason, 2005). Hér á landi myndast jarðhiti í tengslum við eldvirkni og jarðskorpuhreyfingar. **Mynd 3.1** sýnir á einfaldaðan hátt hvernig jarðhitakerfi myndast vegna hringrásar vatns, niðurstreymis á einum stað, upphitunar og uppstreymis á öðrum stað. Í gosbeltinu er mikið af virkum sprungum og vatnsleiðandi jarðlögum sem gerir þessa hringrás mögulega.



Mynd 3.1 Einföld skýringarmynd sem sýnir opna vatnshringrás í jarðhitakerfi. Varmagjafinn getur ýmist verið heitt berg eða kólnandi kvika.

Jarðhitasvæði eru oft flokkuð í lághita og háhita. Háhitasvæði er skilgreint á þann hátt að þar er hitinn yfir 200°C neðan við 1 km dýpi. Eins og sjá má á mynd 3.2 eru öll háhitasvæðin á Íslandi innan hins virka gosbeltis þar sem hraunkvika er víða á nokkurra kílómetra dýpi. Lághitasvæðin eru hins vegar víða um land. Gosbeltið einkennist af virkum sprungusveimum og verða eldgos og jarðhræringar tíðum innan þeirra (Guðmundur Pálmason og fl., 1985). Gliðnun landsins er um 1-2 cm á ári til austurs og vesturs út frá gosbeltinu.

Háhitasvæðin eru oftast tengd megineldstöðvum, það eru eldstöðvar sem hafa verið virkar í mjög langan tíma. Tilvist megineldstöðva tengist svokallaðri kvikuþró en það er svæði með bráðinni kviku á nokkurra kílómetra dýpi í jarðskorpunni. Jarðhitasvæði Kröflu, Námafjalls og Gjástykkis tilheyra sömu megineldstöð og eru öll á sprungu- og misgengjasveimi, svonefndu Kröflukerfi (Kristján Sæmundsson, 1991). Þeistareykir eru á sjálfstæðum sprungusveimi sem liggur nokkru vestar og er eldvirkni þar mun minni en í Kröflukerfinu. Þar varð síðast gos fyrir um 2.500 árum.



Mynd 3.2 Jarðhitasvæði á Íslandi. Öll háhitasvæðin eru í gosbeltinu, það er á jarðskorpuflekamótum.

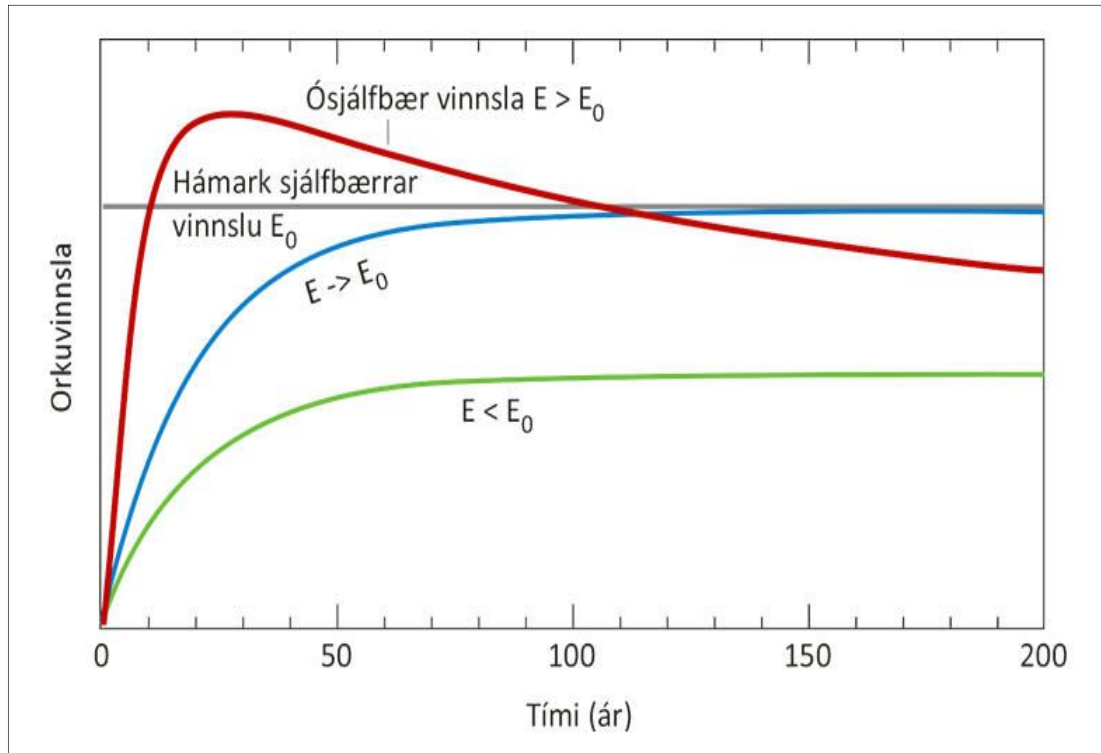
3.1 SJÁLFBÆRNI OG ENDURNÝJANLEIKI

Landsvirkjun stefnir að því að nýta jarðhitaforðann á Kröflusvæðinu með sjálfbærum hætti í samræmi við umhverfisstefnu fyrirtækisins.

Ekki er til opinber skilgreining á hugtakinu *sjálfbær vinnsla jarðhita* en Landsvirkjun hefur tekið mið af tillögu sem vinnuhópur á vegum Orkustofnunar lagði fram árið 2001 (Guðni Axelsson o.fl., 2001 og 2006). Sú skilgreining byggir á því að fyrir sérhvert jarðhitasvæði séu til eins konar vinnslumörk þannig að ef vinnsla er undir þeim sé hægt að halda henni í jafnvægi í mjög langan tíma, eða eins og hér segir orðrétt:

„Fyrir sérhvert jarðhitasvæði, og sérhverja vinnsluaðferð, er til ákveðið hámarksvinnslustig, E_0 , sem er þannig háttað að með lægra vinnslustigi en E_0 er unnt að viðhalda óbreyttri orkuvinnslu frá kerfinu yfir mjög langt tímabil (100-300 ár). Sé vinnsluálag meira en E_0 , er ekki unnt að viðhalda óbreyttri orkuvinnslu svo lengi. Jarðvarmavinnsla minni en eða jöfn E_0 er skilgreind sem sjálfbær vinnsla en vinnsla umfram E_0 er ekki sjálfbær.“

Á mynd 3.3 er framangreind skilgreining á sjálfbærni sýnd með myndrænum hætti.



Mynd 3.3 Orkuvinnsla sem fall af tíma. Ef vinnsluálag er minna en eða jafnt E_0 er um sjálfbæra vinnslu að ræða (mynd frá Guðna Axelssyni).

Lögð var áhersla á að rugla ekki saman hugtökunum sjálfbærni og endurnýjanleiki þar sem það fyrra lýsir því hvernig orkulind er nýtt, en það seinna eðli hennar. Jarðhiti er endurnýjanleg orkulind. Á háhitasvæðum samanstendur orkulindin annars vegar af stöðugum náttúrulegum orkustraumi (varmaleiðni og varmaburði) frá hitagjafa tengdum eldvirkni og hins vegar orkuforða sem safnast hefur fyrir í bergi og vökva. Við hefðbundna jarðhitavinnslu er sóttur meiri varmi í jarðhitakerfið en sem nemur náttúrulega orkustraumnum og er þá gengið á orkuforðann. Sé vinnslu hins vegar hætt endurnýjast forðinn aftur með tímanum. Vægi þessara tveggja þátta í jarðhitaorkuvinnslu er bæði háð jarðhitakerfi og vinnsluálagi. Í svokölluðum „Hot Dry Rock“ kerfum er vægi forðans yfirgnæfandi, en í öflugustu háhitakerfunum í gosbelti Íslands er vægi orkustraumsins meira.

Við vinnslu jarðhitavökva lækkar þrýstingur í jarðhitakerfinu. Ef kaldari vökvi streymir inn í kerfið frá jöðrum þess eða með niðurdælingu eykst varmastreymi frá hitagjafa. Náist nýtt þrýstijafnvægi í svæðinu, lægra en upphaflegt þrýstiástand þess, er talað um að vinnslan sé sjálfbær, en náist ekki þrýstijafnvægi í svæðinu er talað um ágenga vinnslu.

Vinnslu jarðhitans með tilliti til sjálfbærni má skoða frá ýmsum sjónarhornum (Guðni Axelsson o.fl., 2006):

1. Stöðug vinnsla (fyrir utan sveiflur vegna tímabundins álags eins og árssveiflur) í 100-300 ár. Varla raunhæfur kostur vegna þess að sjálfbær vinnslugeta jarðhitakerfa er ekki þekkt fyrirfram. Því þarf í raun eins konar reynslutímabil í upphafi þar til hún hefur verið metin.
2. Vinnsla aukin í nokkrum áföngum þar til sjálfbær vinnslugeta hefur verið metin og sjálfbæru mörkunum náð.

3. Ágeng vinnsla (ekki sjálfbær) í nokkra áratugi (um 30 ár) með algjörum hléum, e.t.v. nokkru lengri en vinnslutímabilin (um 50 ár), þar sem jarðhitakerfið nær að jafna sig að verulegu leyti í hléunum.
4. Ágeng vinnsla í 30-50 ár, síðan stöðug en minni vinnsla næstu árin, það er að segja minni en sjálfbær vinnslugeta svæðis við stöðuga vinnslu (aðferð 1).

Ástæða er til að leggja áherslu á að vinnsla úr jarðhitasvæði getur færst til á þann hátt að aukið álag á einu undirsvæði þarf ekki að hafa áhrif á vinnslu á öðru. Þannig er hægt að draga úr vinnslu eða hvíla á einum stað meðan aukið er á öðrum. Slík vinnsla viðheldur stöðugri rafmagnsframleiðslu frá jarðhitaorkuveri.

Landsvirkjun stefnir að því að auka vinnslu jarðhita á Kröflusvæðinu í áföngum til að tryggja að unnið sé innan marka sjálfbærni (aðferð 2). Þegar hefur vinnsla á svæðinu verið aukin í áföngum, fyrst var 30 MW_e náð árið 1985 og 60 MW_e árið 1999. Reynsla af rúmlega 30 ára vinnslu á Kröflusvæðinu gefur til kynna að svæðið standi undir verulega aukinni vinnslu.

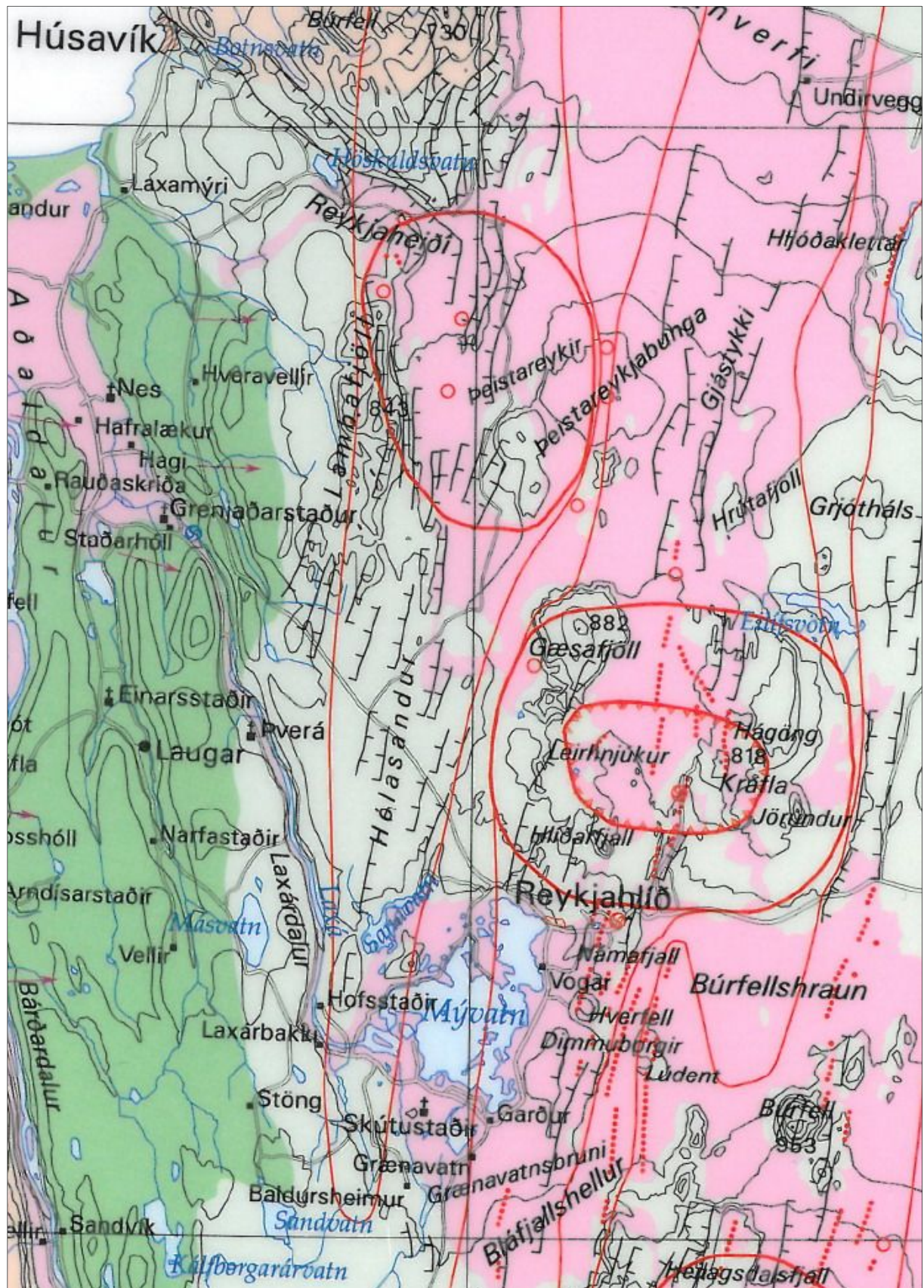
3.2 KRÖFLUKERFIÐ

Jarðhitakerfið í Kröflu er stórt og inniheldur mikla orku. Staðsetning þess í miðju gosbeltinu veldur mikilli vatnslekt innan kerfisins því að tíðir jarðskjálftar og sprunguhreyfingar halda sprungum opnum (Anette Mortensen o.fl., 2009). Jarðhitasvæðið í Kröflu liggur í gamalli öskjugeil, sem talin er hafa myndast í gríðarlegum eldsumbrotum fyrir 110.000 árum og hefur síðan fyllst af móbergi og hraunum (upplýsingar af vef www.os.is/jardhiti; Kristján Sæmundsson, 1991). **Mynd 3.4** sýnir öskjuna, 8-10 km breiða, og er hún klofin í tvo helminga af sprungustykki með NNA-SSV stefnu. Innan í öskjunni eru háhitasvæði. Undir Kröflu er kvikuhólf á um 3-7 km dýpi sem er aðal hitagjafinn (sjá á **mynd 3.5**).

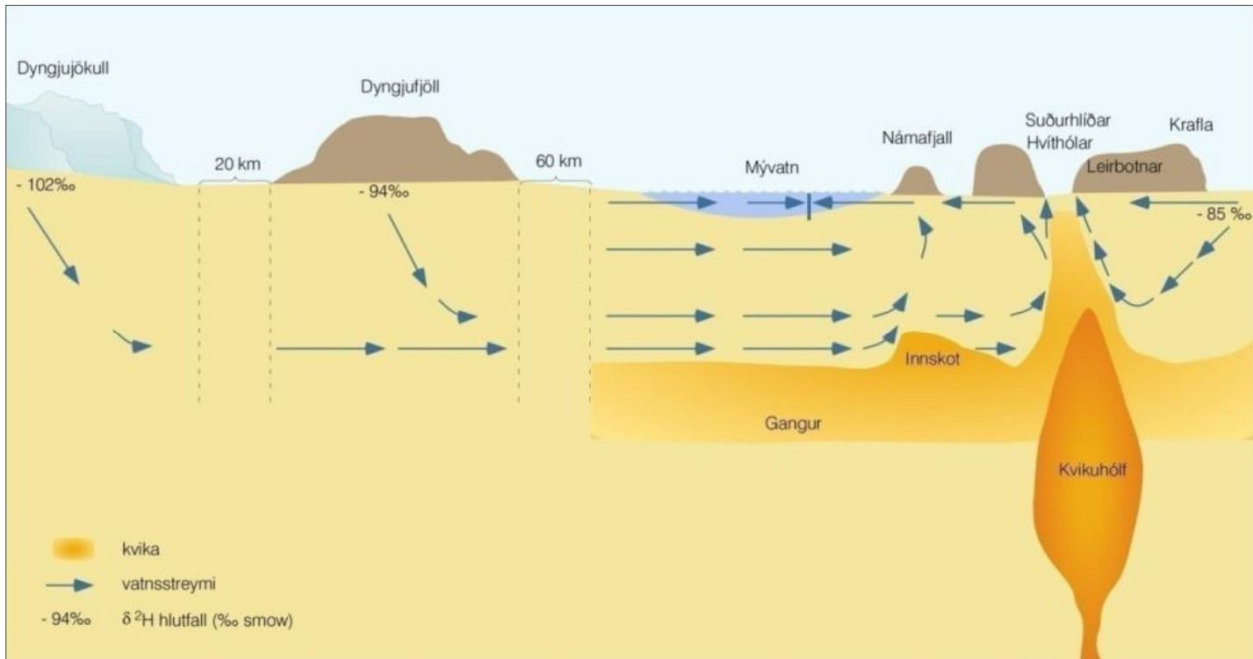
Á **mynd 3.4** má sjá að í gegnum megineldstöðina Kröflu liggur mjög langur sprungu- og misgengjasveimur með NNA-læga stefnu. Syðsti hluti þessa sveims er sunnan við Mývatn en um 90 km norðar hverfur hann ofan í Öxarfjörð. Sprungusveimurinn er 5-10 km að breidd.

Meiri háttar landreks- og eldgosahrinur verða í Kröflukerfinu á nokkur hundruð ára fresti (Axel Björnsson o.fl., 2007). Eldvirkni á svæðinu spannar um 300.000 ár og er mest frá Hverfelli/Hverfjalli og norður að Hrutafjöllum (Kristján Sæmundsson, 1991). Mest hefur gosvirknin verið innan öskjunnar og í Námafjalli. Eldvirkni á nútíma á Kröflusvæðinu (<10.000 ár) hefur gengið yfir í tveimur lotum með 4.000-5.000 ára hléi á milli. Seinni lotan hófst fyrir um 3.000 árum með sprungugosi frá Hverfelli/Hverfjalli norður í Gjástykki. Þá urðu goshrinur fyrir um 1.000 árum og fyrir um 250 árum. Seinast gaus í Kröflueldum árin 1975-1984. Á því tímabili átti sér stað 21 umbrotahrina, þar af voru níu eldgos. Fyrsta eldgosíð hófst 20. desember 1975 og hinu síðasta lauk í september 1984. Eftir það hafa litlar landhreyfingar átt sér stað á eystri hluta svæðisins.

Eins og á öðrum háhitasvæðum er á Kröflusvæðinu aðallega að finna leir- og gufuhveri. Þar er einnig töluvert um brennisteinsþúfur og þá einkum sunnan í Kröflu (Náttúrufraeðistofnun Íslands, 2009). Víða sjást tengsl jarðhitavirkni við misgengisprungur, svo sem í Leirhnjúki, Vítismó og sunnan í Kröflu. Jarðeðlisfræðilegar mælingar (TEM- og MT-viðnámsmælingar) benda til að jarðhitasvæðið innan öskjunnar sé um 40 km² að stærð (Anette Mortensen o.fl., 2009).



Mynd 3.4 Jarðfræðikort (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson, 1998). Innri rauði hringurinn („broddahringur“) við Kröflu eru útlínur Kröfluöskjunnar. Rauðu stóru hringirnir tveir eru virkar eldstöðvar. Ung misgengi og sprungur eru merkt með svörtum línum með N og NNA stefnu. Gossprungur og gígar frá nútíma eru merktir með rauðum punktálínum.



Mynd 3.5 Hugsanlegur uppruni vatns á Mývatnssvæðinu (Halldór Ármannsson, 2005).

Í Kröflu er jarðhiti og jarðhitamerki á belti í miðri öskjunni, sem liggur frá Hrafn-tinnuhrygg í austri, vestur í Krókóttuvötn (Kristján Sæmundsson, 1991). Hverir eru aðeins í eystri helmingi öskjunnar og í sprungustykkinu. Sprengigíggar og miklar leir-myndanir frá nútíma (Hvannstóð og Krókóttuvötn) vitna um öfluga hveravirkni vestast í öskjunni. Eitt af sérkennum jarðhitasvæðisins í Kröflu eru sprengigíggar kringum Víti vegna stærðar og fagurlegrar lögunar.

3.2.1 NÚVERANDI ORKUVINNSLA VIÐ KRÖFLU

Framkvæmdir við jarðhitavirkjun á Kröflusvæðinu hófust árið 1974 með tilrauna-borunum. Fyrstu tvær holurnar voru boraðar niður á um 1.200 m dýpi. Ári seinna hófust vinnsluboranir ásamt byggingu 60 MW_e jarðhitavirkjunar og 132 kV háspennulínu til Akureyrar. Áframhaldandi byggingaframkvæmdir, rannsóknir og boranir fóru fram á næstu árum í skugga Kröfluelda. Sex vinnsluholur voru boraðar árið 1976 auk þess sem unnið var að borholu- og yfirborðsrannsóknum. Jarð-hræringarnar ollu því að tærandi kvikugas streymdi inn í jarðhitakerfið og orsakaði tæringu og útfellingar sem eyðilögðu borholur.

Keyptar voru tvær 30 MW_e vélasamstæður fyrir stöðina og hús og önnur mannvirki miðuð við þær. Fyrri vélasamstæða stöðvarinnar var gangsett í ágúst 1977 en vegna gufuskorts hófst rafmagnsframleiðsla ekki fyrr en í febrúar 1978. Í upphafi var stöðin rekin með mjög takmörkuðu afli á einni vélasamstæðu en undanfarinn aldar-fjórðung hefur vélasamstæðan gengið með fullum afköstum nema þegar hugað er að viðhaldi.

Árið 1996 ákvað Landsvirkjun að ráðast í uppsetningu á seinni vélasamstæðu stöðvarinnar og aflu gufu í þágu hennar. Með endurbættri tækni var hafist handa, meðal annars var beitt stefnuborunum. Bæði voru nýjar holur boraðar og eldri endurunnar. Alls hafa nú verið boraðar 44 holur á Kröflusvæðinu, bæði vinnsluholur og rannsóknaholur, þar af voru fyrstu tvær holurnar ekki hannaðar til að nýta til vinnslu. Þess fyrir utan hafa verið boraðar grunnar rannsóknaholur í þeim tilgangi að

tékka af niðurstöður úr yfirborðsmælingum. Hér er um að ræða kjarnaboranir KH-1-KH-6 auk AE-seríunnar (holur AE-1-AE-11), en þar eru holur sérstaklega boraðar fyrir skjálftamæla, könnun á förgunarstað, leit að neysluvatni og vatn fyrir borvatnsveituna. Enn fremur eru holur sem boraðar voru í Búrfellshrauni og næsta nágrenni við það til að fylgjast með grunnvatni (LUD-holur og AB-holur).

Samanlögð afkastageta er um 90 MW_e, það er 60 MW_e fyrir núverandi Kröflustöð og um 30 MW_e upp í fyrsta áfanga fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II. Raforkuframleiðsla með seinni vélasamstæðunni hófst í nóvember 1997 með hálfum afköstum, en eftir að borun og endurbótum á gufuveitunni lauk 1999 fór Kröflustöð að starfa með tveimur vélasamstæðum og fullu 60 MW_e afli.

Kröfluvirkjun hefur frá upphafi verið vagga jarðhitarannsóknna á Íslandi og fyrirmynd annarrar háhitanýtingar hér á landi og víðar. Frá upphafi hefur verið viðhaft öflugt eftirlit með áhrifum vinnslunnar. Þá opnaði vinnsla á Kröflusvæðinu leið fyrir ferðamenn að stöðum eins og Víti og Leirhnjúki, sem eru vinsælir ferðamannastaðir. Virkjunarvegurinn er fjölfarinn og er umferð ferðamanna á svæðið um 70 þúsund ferðamenn á ári samkvæmt nýjustu upplýsingum.

3.2.2 NÁTTÚRUVÁ

Náttúruvá, tengd eldsumbrotum, er fyrir hendi á Kröflusvæðinu og er skemmst að minnast Kröfluelda í því sambandi. Mest hætta stafar af hraunrennsli sem runnið gæti frá svæðinu kringum Leirhnjúk og niður eftir vestursvæðinu í átt að Mývatni. Líkur á hraunflóði voru metnar áður en umbrotunum við Leirhnjúk lauk og var niðurstaðan sú að líkur á umtalsverðu tjóni á mannvirkjum á Kröflusvæðinu væru innan við 1%. Spennulosun eftir Kröfluelda gerir það að verkum að litlar líkur eru taldar á umtalsverðum jarðskorpuhreyfingum næstu áratugi (Helgi G. Þórðarson o.fl., 1985). Árið 1987 voru reistir varnargarðar til að beina hugsanlegu hraunrennsli frekar niður í Þríhyrningadal heldur en að það færi ótruflað niður í Hlíðardal.

Í febrúar 2007 skipuðu Landsvirkjun, Þeistareykir ehf. og Landsnet hf. hóp sérfræðinga til að meta jarðvá á fjórum háhitasvæðum á Norðausturlandi og línustæðum háspennulína frá virkjununum að iðnaðarsvæði á Bakka, norðan Húsavíkur. Virkjunarstaðirnir eru Krafla, Bjarnarflag, Þeistareykir og Gjástykki. Í skýrslu sérfræðinganna kemur fram að jarðvá tengist einkum eldvirkni, jarðskjálftum og hreyfingu vegna landreks og kvikusöfnunar í jarðskorpunni (Axel Björnsson o.fl., 2007).

Samkvæmt framangreindri skýrslu má gera ráð fyrir að eldsumbrot eigi sér stað við Kröflu á nokkur hundruð ára fresti. Kröflueldar stóðu yfir frá 1975-1984 en þar á undan varð svipuð hrina, Mývatnseldar, um 250 árum fyrr. Þar áður var eldvirkni fyrir 1.000 árum. Það tekur tíma fyrir svæðið að safna nægjanlegri spennu til þess að geta gosið aftur. Mikil gliðnun og spennuslökun varð á svæðinu í eldgosahrinunum á 18. og 20. öld og því taldar litlar líkur á nýrri stórri hrinu næstu 100-200 árin.

Jarðskjálftavá á Kröflusvæðinu er talin fremur lítil. Litlar líkur eru taldar á að jarðskjálftar stærri en 5 á Richter verði á eða í grennd við jarðhitasvæðin. Hins vegar er gert ráð fyrir að skjálftar með stærðina 6,5 á Richter geti orðið á suðausturhluta Húsavíkurmisgengisins. Misgengið liggur í SA frá sjó norðan við Húsavíkurhöfða, í gegnum Húsavíkurbæ, meðfram Húsavíkurfjalli, suður fyrir Botnsvatn og norður fyrir Höskuldsvatn og endar á svæði nokkru suðaustan við það.

Í framangreindri skýrslu er talin lítil hættu á að jarðskjálftar verði stærri en 5 á Richter á og í grennd við framkvæmdasvæðið. Þá eru taldar vera litlar líkur á umbrotahrinu á svæðinu næstu 100-200 árin í ljósi þess hve stutt er síðan Kröflueldar áttu sér stað með tilheyrandi spennulosun.

Til grundvallar mannvirkjagerð á svæðinu verða lagðar til grundvallar góðar verkfræðihéðir og dregið úr áhættu vegna jarðvár eins og mögulegt er. Mikilvægast í því sambandi er talið að staðsetja öll mannvirki á yfirborði utan virkustu miðju sprungureinanna.

3.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR OG VIÐBRÖGD FRAMKVÆMDARADILA

Umhverfisstofnun telur að sá tímakvarði sem notaður er í frummatsskýrslu sé orðinn of rúmur. Telur stofnunin til dæmis litla möguleika fyrir núlifandi menn að sannreyna fullyrðingar í frummatsskýrslu um mögulega þróun háhitasvæða í kjölfar orkunýtingar að 100-300 árum liðnum. Með því að beina mögulegum afleiðingum ákvarðana svo langt inn í framtíðina glata, að mati Umhverfisstofnunar, ýmis hugtök merkingu sinni, til dæmis ábyrgð, eftirlit og skilyrði.

Í umfjöllun um sjálfbærni (kafla 3.1) er notast við þær skilgreiningar sem settar hafa verið fram um sjálfbæra vinnslu. Samkvæmt þeim er til dæmis hægt að hugsa sér að sjálfbær vinnsla miðist við að hægt sé að viðhalda óbreyttri orkuvinnslu frá kerfinu yfir mjög langt tímabil (100-300 ár). Til þess að ná þessu markmiði er nauðsynlegt að viðhafa ítarlegt eftirlit með vinnslunni þannig að hægt sé að stilla hana af með sjálfbærni að leiðarljósi samkvæmt skilgreiningu Orkustofnunar.

Í athugasemdum Umhverfisstofnunar við sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík segir að sjálfbær vinnsla byggist á því að hlutdeild djúpförgunar í niðurdælingu affallsvatns verði augin á Kröflusvæðinu.

Hér er um misskilning að ræða sem stafar væntanlega af ónákvæmu orðalagi í kafla 9.1.2. Bætt hefur verið úr því en til skýringar þá er djúpförgun ekki forsenda sjálfbærni en getur haft áhrif á nýtingartíma jarðhitakerfisins. Ef vel tekst til við djúpförgun getur hún haft jákvæð áhrif á jarðhitakerfið sem felst í því að þrýstingi sé viðhaldið í kerfinu. Eins og fram kemur í kafla 4.2.5 er stefnt að því að auka hlutdeild djúpförgunar á Kröflusvæðinu.

Bergþóra Sigurðardóttir er á þeirri skoðun að ekki eigi að hrófla við svæðinu sem fyrirhugaðar framkvæmdir á Norðausturlandi ná til. Vísar hún til hóps sérfræðinga sem lagði mat á jarðvá fyrir svæðið og getið er um í kafla 3.2.2 hér að framan.

Í þessu samhengi vill framkvæmdaraðili benda á að umræddur sérfræðingahópur taldi litlar líkur á umbrotum á Kröflusvæðinu á næstu 100-200 árum. Jarðfræðileg vátta er vissulega til staðar eins og mjög víða á Íslandi. Hins vegar sé langsótt að hætta við framkvæmdir á þeim forsendum. Einnig er bent á að framkvæmdaraðili metur sjálfur áhættu við eigin fjárfestingar.

4 FRAMKVÆMDALÝSING

Í þessum kafla verður fjallað um fyrirhugaða framkvæmd við allt að 150 MW_e áfangaskiptrar jarðhitavirkjunar við Kröflu, Kröfluvirkjun II. Fyrirkomulag mannvirkja er sýnt á mynd 4.1. Myndin sýnir núverandi 60 MW_e Kröflustöð og þau mannvirki sem henni tengjast. Sjá má stækkun orkuvinnslusvæðisins í austur, norður og vestur og fyrirhuguð borsvæði. Borsvæðin eru átta, þar af fimm á svæðum þar sem ekki hefur verið borað áður.

Þessi kafli lýsir fyrirhugaðri framkvæmd eins og Landsvirkjun leggur til að hún verði. Í kafla 5 er rætt um aðrar útfærslur þar sem þær komu til greina og rökin fyrir því að hafa fyrirkomulag mannvirkja eins og sýnt er á mynd 4.1.

Hér á eftir verður vinnslurás fyrirhugaðrar virkjunar gerð skil og fjallað um eftirfarandi framkvæmdaþætti fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II:

- Borteigar og borholur
- Gufuveita
- Mannvirki á stöðvarhússreit
- Frárennslisveita
- Vegir og slóðir
- Vinnubúðir
- Geymslusvæði
- Efnistaka

4.1 VINNSLA JARÐHITA FYRIR KRÖFLUVIRKJUN II

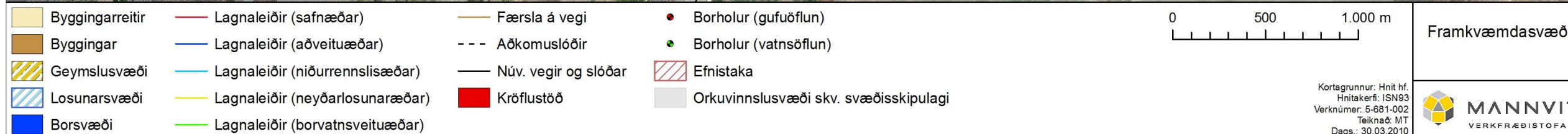
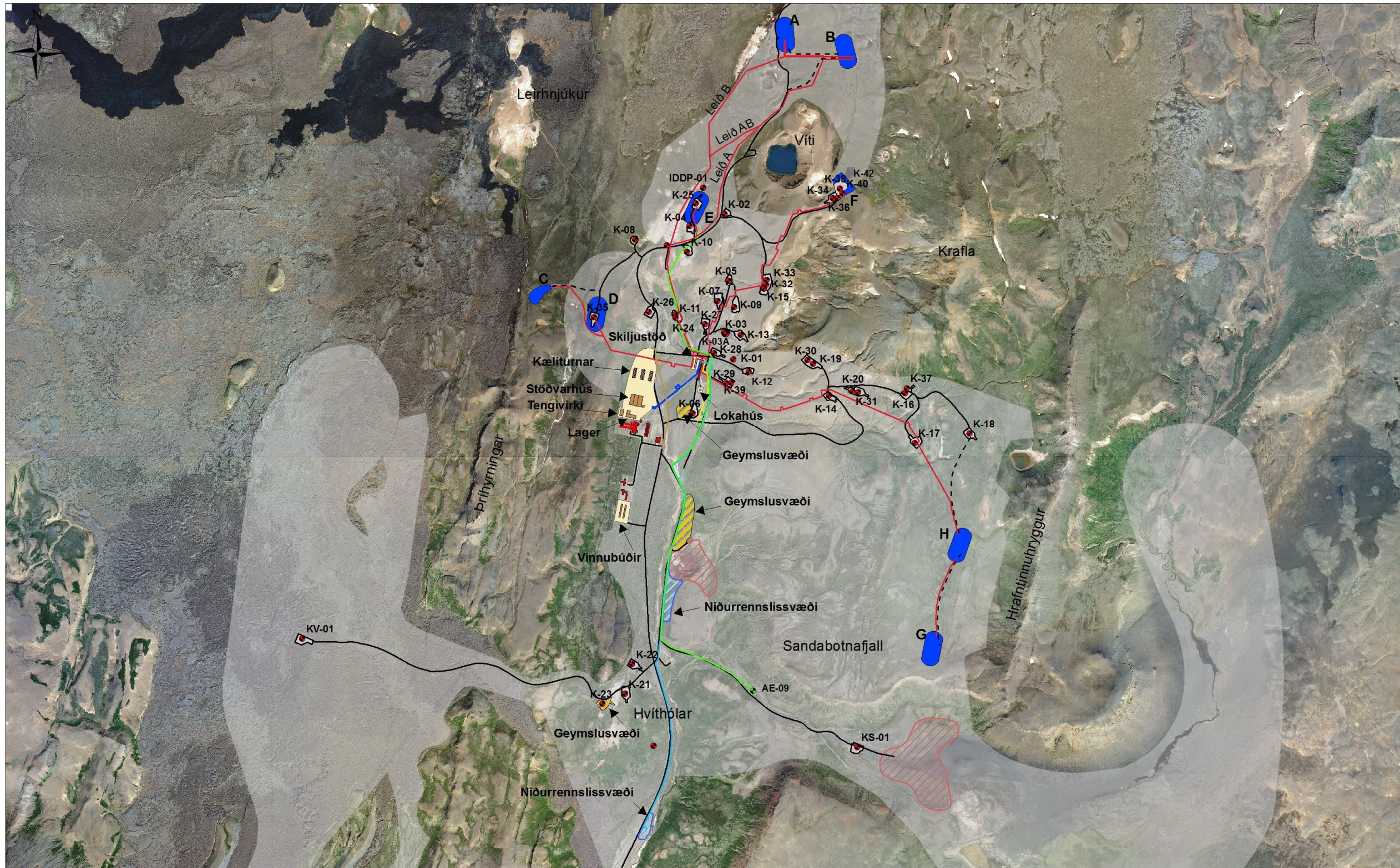
Vinnslugeta Kröflusvæðisins hefur verið metin í samráði við jarðvísindamenn og sérfræðinga um forðafærð. Byggist hún á þekkingu á eiginleikum jarðhitasvæðisins, reynslu af rekstri þess og upplýsingum sem fengist hafa úr borholum.

Miðað við að áætlað meðalafl úr hverri borholu á Kröflusvæðinu sé um 5 MW_e þarf 30 borholur fyrir fyrirhugaða Kröfluvirkjun II. Fyrir 150 MW_e virkjun, skilgreint sem afl út á net, þarf um 270 kg/s af gufu eða um 90 kg/s fyrir hverja 50 MW_e einingu. Afl borholna dalar með tímanum. Til að viðhalda nægu gufustreymi að hverflum virkjunarinnar er því gert ráð fyrir að bora þurfi nýja holu annað til fjórða hvert ár í samræmi við þá reynslu sem liggur fyrir við rekstur núverandi Kröflustöðvar.

Gert er ráð fyrir að stöðin verði keyrð á stöðugu álagi. Leitast verður við að stilla streymi úr borholum þannig að það gefi sem næst uppsettu afli og að lágmarka umframgufu sem blásið verður út um útblásturshljóðdeyfi við lokahús.

Vegna eftirlits og reglubundins viðhalds verður að gera ráð fyrir að stöðin verði stöðvuð reglulega. Áætlað er að rekstrarstopp verði að jafnaði 14 dagar á ári eða 336 klst. og að þau verði tímasett þannig að áhrif á raforkukerfi verði sem minnst. Samkvæmt því verður stöðin keyrð að lágmarki í um 8.200 klst. á ári og orkugeta hennar er áætluð í samræmi við það um 420 GWh árlega frá 50 MW_e virkjunar-áfangi og um 1.260 GWh fyrir 150 MW_e virkjun.

Í umsókn um virkjunarleyfi mun Landsvirkjun gera nánari grein fyrir frumorkunotkun virkjunarinnar, massatöku úr jarðhitageyminum og þætti niðurdælingar. Gert er ráð fyrir að leggja fram uppfært reiknilíkan fyrir fyrirhugaðri vinnslu.



Mynd 4.1 Yfirlitsmynd af Kröflusvæðinu, núverandi og fyrirhuguð mannvirki.

4.1.1 VINNSLURÁS VIRKJUNAR

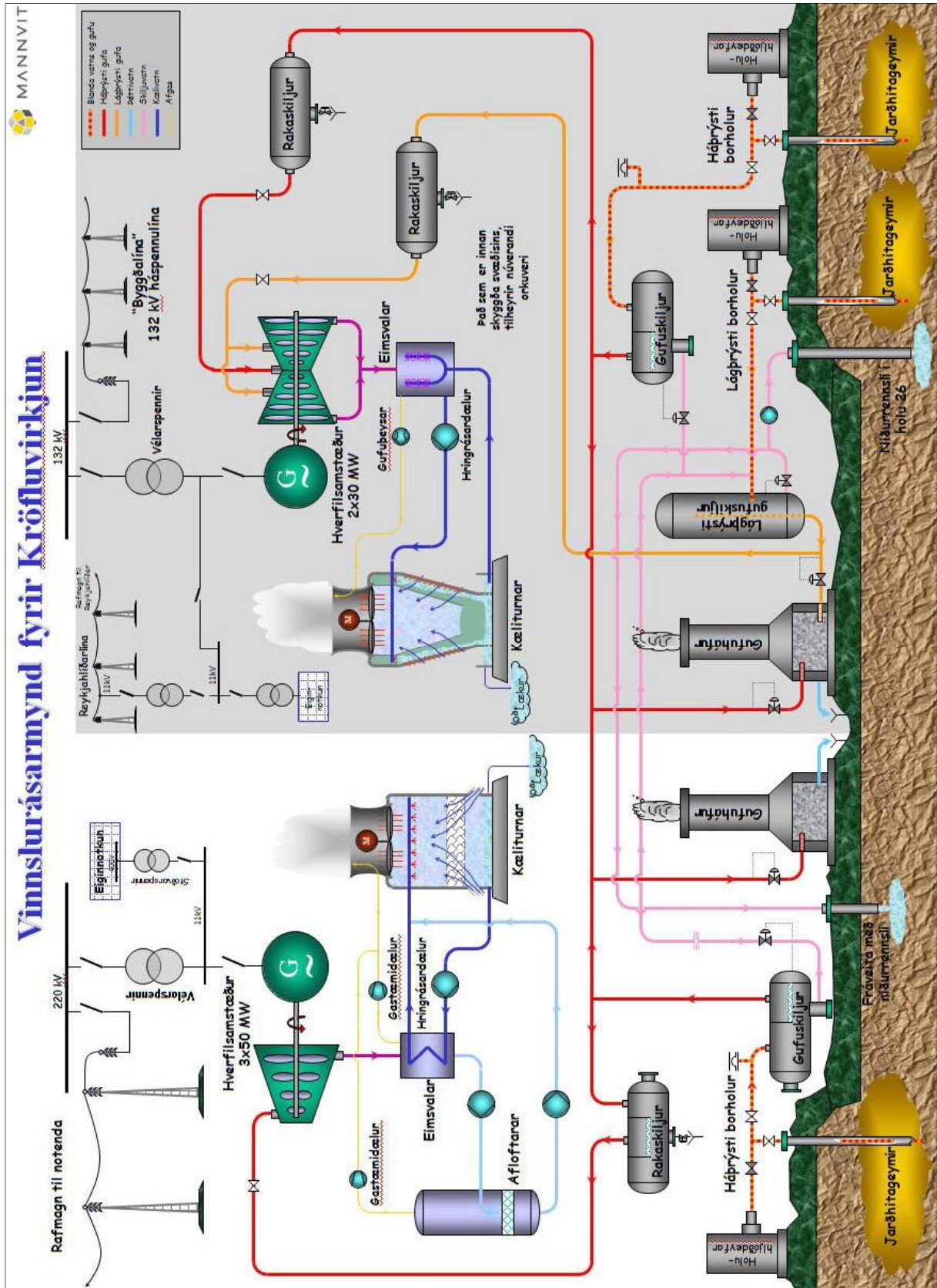
Öll helstu tæki virkjunarinnar verða innandyrja eins og fram kemur í köflunum hér á eftir. Á **mynd 4.2** er sýnd vinnslurás fyrirhugaðrar virkjunar. Einnig er þar sýnd vinnslurás núverandi virkjunar. Þegar nýta á jarðhita á háhitasvæðum þarf að bora niður í jarðhitageyminn til að fá upp jarðhitavökva. Jarðhitavökvinn úr borholunni er blanda vatns og gufu. Í gufuveitu er vökva frá borholum safnað saman og hann leiddur að skiljustöð þar sem gufan er skilin frá vatninu. Frá skiljustöð er gufa leidd um aðveituæðar að vélasölum og í gufuhverfla þar sem orka gufunnar er nýtt til rafmagnsframleiðslu. Til að nýta varmann sem best er gufa, sem streymir frá hverfli, þétt í eimsvölum. Við það myndast þéttivatn, en jarðhitalofttegundirnar þéttast ekki. Skiljuvatn er leitt frá skiljustöðvum að niðurrenslissvæðum ásamt þéttivatni, sem ekki gufar upp í kælirás.

Vinnslurás fyrirhugaðrar virkjunar er hefðbundin með einþrýstikerfi þar sem gufan er skilin frá vatni á einum þrýstingi. Venjulega er skiljuvatni frá skiljum í einþrýstikerfi fargað en í Kröfluvirkjun II verður hluti skiljuvatnsins leiddur að lágþrýstiskiljum núverandi Kröflustöðvar og það hvellsóðið. Gufan, sem þannig myndast, verður nýtt í lágþrýstiþrepum núverandi vélasamstæðna. Skiljuvatn frá lágþrýstiskiljum verður leitt að niðurrenslissvæðum. Ef núverandi vélasamstæður eru ekki í notkun, verður skiljuvatn frá nýju skiljunum leitt framhjá lágþrýstiskiljunum og að niðurrenslissvæðunum.

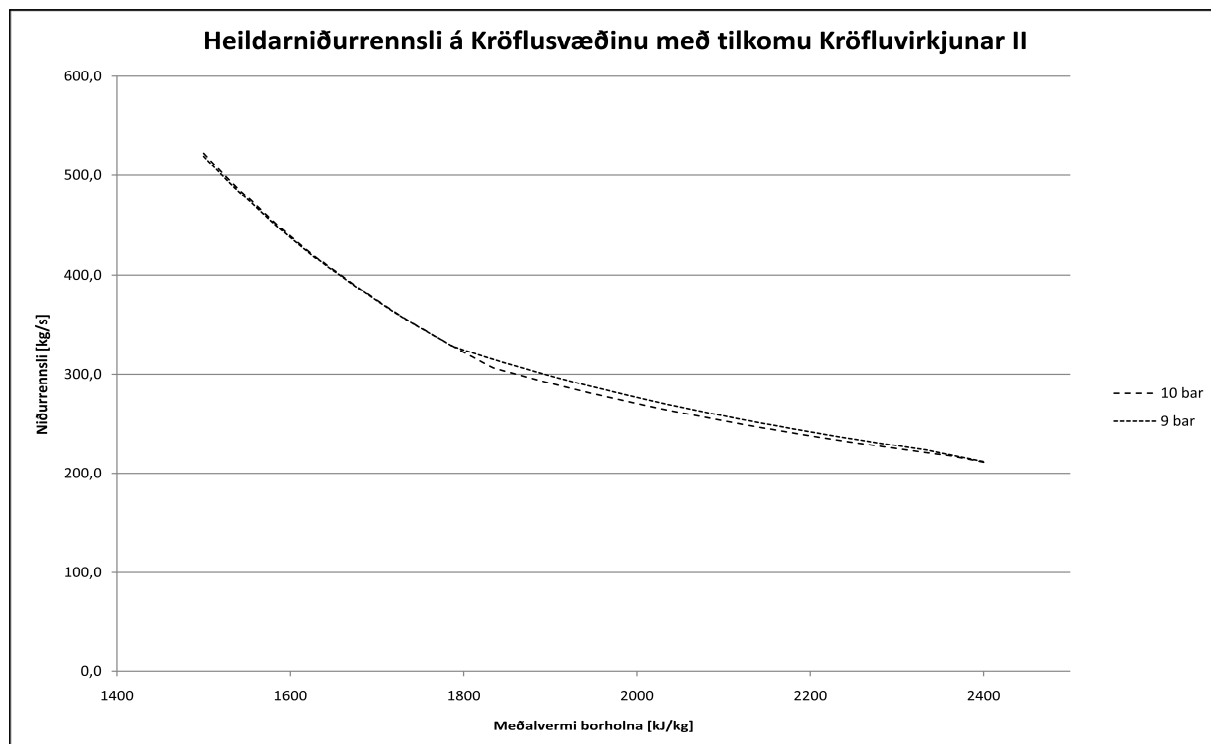
Forsendur vinnslurásar fyrirhugaðrar virkjunar eru eftirfarandi:

- Gufa frá skilju verður leidd í aðveituæð að gufuhverfli. Þar verður þrýstingur gufunnar felldur. Aflinu, sem myndast þegar vermi gufunnar lækkar í hverflinum, verður umbreytt í raforku í rafala. Virkjunin sjálf þarf raforku til að knýja kælivatns-hringrásardælur, viftur í kæliturni, gasdælur og fleira.
- Heildarniðurrenslis ræðst af vermi borholuvökva og er minna eftir því sem vermið er hærra. Á **mynd 4.3** er sambandið á milli vermis og niðurrenslis sýnt fyrir vermi borholuvökva frá 1.500 kJ/kg til 2.400 kJ/kg. Í ljósi reynslunnar frá vinnslu á Kröflusvæðinu er gert ráð fyrir að vermi borholuvökva verði að jafnaði um 1.900 kJ/kg. Ekki er vitað hvernig afköst borholnanna munu breytast með holutoppþrýstingi en vitað er að sambandið getur breyst á rekstrartíma.

Í eimsvala er gufan þétt þegar hún kemur út úr gufuhverflinum. Jafnframt er óþéttanlegum lofttegundum í gufunni dælt jafnóðum út úr eimsvalanum. Þéttivatnið frá eimsvala er síðan látið hvellsjóða í afloftara. Við það rjúka úr vatninu óþéttanlegar lofttegundir. Þessum lofttegundum, ásamt óþéttanlegum lofttegundum frá eimsvala, er dælt út í andrúmsloftið efst í kæliturni. Eftir að þéttivatnið hefur verið afloftað er því blandað í kælivatnshringrásina. Kælivatninu er dælt í gegnum eimsvalann og síðan áfram í kæliturn þar sem varminn er fjarlægður úr því.



Mynd 4.2 Fyrirhuguð vinnslurás Kröfluvirkjunar II, 3 x 50 MW_e vinstra megin við gráskeygða svæðið. Innan gráskeygða svæðisins er vinnslurás núverandi Kröfluvirkjunar.



Mynd 4.3 Samanlagt niðurrennsli frá núverandi Kröflustöð og fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II sem fall af vermi nýrra borholna.

4.2 MANNVIRKI

Hér á eftir verður fjallað um eftirfarandi mannvirki fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II:

- Borteigar og borholur
- Gufuveita
- Mannvirki á stöðvarhúsreit
- Vatnsveitur
- Frárennslisveita

Eins og sjá má á **mynd 4.1** verður stöðvarhús Kröfluvirkjunar II reist á svæði skammt norðan við núverandi Kröflustöð. Hverri vélasamstæðu fylgir kæliturn og verða þeir reistir norðan við stöðvarhúsið. Gert er ráð fyrir að tengivirki nýju stöðvarinnar verði norðan við núverandi tengivirki. Ný skiljustöð verður reist norðan við núverandi skiljustöð og nýtt lokahús ásamt gufuhljóðdeyfi verður skammt frá núverandi lokahúsi. Á **mynd 4.1** má sjá núverandi efnistökusvæði við Grænagilsöxl, nýtt efnistökusvæði í Sandabotnaskarði og legu aðkomuvegar (vegur nr. 863) að Kröflustöð.

4.2.1 BORTEIGAR OG BORHOLUR

Eins og fram kemur í kafla 4.1 er gert ráð fyrir að allt að 30 borholur þurfi fyrir fyrirhugaða Kröfluvirkjun II. Til að dreifa borholum sem minnst um svæðið er ráðgert að bora margar holur frá hverjum borteig. Á **mynd 4.1** eru afmörkuð alls 8 borsvæði þar sem ráðgert er að staðsetja teigana. Þrjú svæði eru þar sem borað hefur verið á áður en fimm borsvæði eru á áður óröskuðum svæðum. Tvö þeirra eru norðan Vítis,

tvö uppi á Sandabotnafjalli og eitt vestan við Rauðhól. Hvert svæði getur orðið allt að 20.000 m² að flatarmáli. Ráðgert er að bora 4 til 6 holur frá hverjum borteig en allt að 8 borholur rúmast á hverjum teig. Undantekning á þessu eru borsvæði C og F. Á borsvæði C rúmast einungis 2 holur og er svæðið alls um 8.500 m². Á borsvæði F er gert ráð fyrir að bora 3-4 holur viðbótar þeim fjórum sem fyrir eru. Alls verður svæðið um 15.000 m² en það er í dag um 8.500 m². Á svæðum D og E eru borteigar fyrir, um 3.000 m² að umfangi hvor. Alls munu svæðin því stækka um 17.000 m². Fylliefni sem þarf fyrir hvern borteig er háð því hve margar holur verða boraðar á honum. Fyrir fyrstu holu á hverjum teig er áætluð fylliefnisþörf 5.000 m³ en 2.000 m³ fyrir hverja holu eftir það.

Með því að bora margar holur frá hverjum borteig eins og lýst er hér að framan verður minna rask á landi en ella þar sem borað er á færri svæðum. Þá verður ein meginlögn frá hverju borsvæði að lagnastofni sem liggur að skiljustöð.

Með hliðsjón af framangreindum upplýsingum eru í **töflu 4.1** settar fram upplýsingar um fjölda borholna sem gert er ráð fyrir að bora frá hverju borsvæði, áætlað umfang rasks og heildar fylliefnisþörf. Í töflunni er ekki gert ráð fyrir viðhaldsborunum. Ráðgert er að viðhaldsholur verði boraðar á sömu borsvæðum og kynnt eru í þessum kafla (sjá **mynd 4.1**).

Borteigur

Á borstað þarf að útbúa stæði fyrir borinn og fylgihluti hans. Steyptir kjallarar, um 1,5 m að dýpt, verða byggðir utan um hverja borholu. Gert er ráð fyrir svarfþró við hvern borteig, sem nýtast mun við borun allra holnanna á teignum

Tafla 4.1 Umfang rasks og efnisþörf hvers borsvæðis.

Borsvæði	Áætlaður fjöldi holna	Umfang rasks (m ²)	Efnisþörf (m ³)
A	6	20.000	15.000
B	6	20.000	15.000
C	2	8.500	7.000
D	3	17.000	9.000
E	3	17.000	9.000
F	4	6.500	11.000
G	6	20.000	15.000
H	6	20.000	15.000
Samtals	30	129.000	96.000

Á borteig verður aðstaða og geymslusvæði fyrir borverktaka og rannsóknaraðila. Settur verður upp kaffiskúr og ferðasalerni fyrir starfsmenn en ekki er þörf á annari starfsmannaáðstöðu. Affallsvatni frá borunum og blástursprófunum verður veitt í lögnum út í nálæga farvegi eða sprungur (sjá hér á eftir). Þar sem unnið er með olíur og mengandi vökva verður olúgildra á fráveitu eða lokað safnkerfi.

Þess verður gætt að mengunarvarnir verði uppfylltar í samræmi við lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og reglugerð nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun. Að öðru leyti munu mengunarvarnir á svæðinu er varða birgðir af olíu og öðrum hættulegum efnum taka mið af

ákvæðum í starfsleyfi, útgefnu af Heilbrigðiseftirliti Norðurlands eystra og þeim kröfum sem Landsvirkjun gerir til verktaka og þjónustuaðila.

Borholur

Borholur verða ýmist lóðréttar eða stefnuboraðar og tekur borun þeirra einn til tvo mánuði. Við hverja holu er komið upp hefðbundnum hljóðdeyfi. Við blástursprófanir mun skiljuvatn verða leitt frá honum í lögnum ofan í hraunsprungur, líkt og lýst er hér á eftir um förgun borvatns við boranir. Á mynd 4.4 má sjá hefðbundinn frágang við borholu. Frá hljóðdeyfinum hægra megin á myndinni mun affallsvatnið verða leitt í lög að förgunarstað eins og áður er getið en ekki verða losað á yfirborði.



Mynd 4.4 Hefðbundinn frágangur borholu. Kúluhúsið er yfir sjálfa borholuna og gufan rýkur út um hljóðdeyfinn. Hægra megin við hann rennur affallsvatnið út.

Frá dælukari borsins liggur frárennislögn í svarfþró. Í hana safnast allt borsvarf, borleðja og steypusvarf sem berst frá borun holu. Lítið vatn berst frá bornum meðan á borun stendur. Við borun efri hluta holu er oft notuð svonefnd borleðja. Henni er hringdælt og tapast því yfirleitt ekki. Þegar opnar æðar eru skornar tapast skolvökvi og svarf út í þær. Úr svarfþrónni verður borvökvi sem ekki tapast í holunni leiddur í lögnum ofan í hraunsprungur eða í farvegi nærri viðkomandi borsvæði og þess gætt að ekkert verði losað á yfirborði (**mynd 4.5**). Eftir því sem dýpi holunnar eykst tapast yfirleitt meira af skolvökvanum. Í borlok verður svarfinu í þrónni ekið í burtu og fargað á viðurkenndum stað.



Mynd 4.5 Lögn sem flytur borvatn frá borun (úr svarfþró) og síðar skiljuvatn frá hljóðdeyfi við prófanir. Myndin er tekin af núverandi borteig við Rauðhól þar sem borsvæði H er fyrirhugað.

Við borun á fyrirhuguðum borsvæðum er hugsanlegt að svelgholur verði boraðar til að farga borvatni ef sprungur taka ekki við því. Svelgholur eru 10-60 m djúpar holur, boraðar í útjaðri borplana háhitahola. Því er ekki þörf á sérstakri plangerð vegna borunar holnanna. Eftir borun mun 14 tommu fóðring og flans (kragi á pípuenda) standa 30-40 cm upp úr jörðu. Erfitt er að tilgreina nákvæmt dýpi svelgholna nema jarðlög séu mjög vel þekkt í nánasta umhverfi. Þó er gert ráð fyrir að endanlegt dýpi verði ekki meira en 60 m og holan fóðruð á um 10-20 m dýpi.

Gert er ráð fyrir að á hverju borsvæði verði hægt að bora allt að 8 holur. Kostir þess að bora holur frá sameiginlegum borteig er að yfirborðsrask verður mun minna en ef holur eru dreifðar, bæði hvað varðar sjálf borstæðin en ekki síður hvað varðar aðkomu að holum og safnæðar frá þeim. Auðveldara verður einnig að vanda frágang á borvatnsveitu og frárennsli frá bornum meðan á borun stendur. Holurnar verða ýmist boraðar beinar eða stefnuboraðar. Niðurstöður rannsókna og upplýsingar úr fyrri borholum ráða því hvar næstu holur verða boraðar.

Holur dala með tímanum og afköst þeirra minnka. Því verður að gera ráð fyrir að seinna á vinnslutímanum verði bætt við holum til að viðhalda nægu gufustreymi að hverflum. Eins og fram kemur í upphafi þessa kafla má reikna með að bora þurfi nýja holu annað til fjórða hvert ár í samræmi við þá reynslu sem liggur fyrir við rekstur núverandi Kröflustöðvar.

Stefnuborun frá sameiginlegum borteig leiðir af sér dýrari borholur en styttri safnæðar. Samnýting borteiga, lagna og minni vegagerð veiga að einhverju leyti upp þann kostnað. Erfitt eða ómögulegt er að bora við hlið holu í blæstri þar sem gufumökkur getur lagst yfir bor. Taka verður tillit til þess í framkvæmdaáætlunum.

Blástursprófanir

Að lokinni borun holu er hún látin hitna í nokkra mánuði. Á þeim tíma er hiti og þrýstingur mældur í holunni. Þannig fást upplýsingar um náttúrulegt ástand jarðhitakerfisins. Að lokum er holunni hleypt upp og hún látin „blása“. Áætlaður blásturstími er 1-6 mánuðir eins og tíðkast víðast hvar við borun eftir jarðhita. Samtímis blæstri er hegðun holunnar mæld sem gefur hugmynd um afl hennar. Einnig eru tekin sýni af jarðhitavökvanum til að meta gæði og vinnsluhæfni.

Á meðan blástursprófanir standa yfir er blástursbúnaður með hljóðdeyfi tengdur við hverja holu. Holutoppurinn verður varinn með kúluhúsi. Skiljuvatni frá borholu í blæstri verður veitt í nálægar sprungur í hrauninu eða náttúrulega farvegi, sem einkennast af jarðhitaummerkjum, eftir því sem við á (sjá mynd 4.5). Einnig er hugsanlegt að veita vatninu í svelgholur á sama hátt og borvatni við borun.

Vatn fyrir borholur

Við borun vinnsluholu þarf að meðaltali 40 til 60 l/s af vatni til kælingar og skolunar á borsvarfi upp úr holunum. Vatn til borunar verður tekið úr borvatnsveitu Kröfluvirkjunar úr borholum í Sandabotnaskarði, sunnan Sandabotnafjalls (sjá mynd 4.1).

Frágangur við borholur

Við gerð borstæða og við allar tengdar framkvæmdir verður þess vandlega gætt að valda sem minnstu jarðraski. Að borun lokinni verður borteigurinn lagfærður þannig að hann falli sem best að umhverfinu. Allt efni og búnaður sem ekki tengist nýtingu holnanna verður fjarlægð að borun lokinni. Hljóðdeyfar verða settir við holur á borteig að lokinni borun og lokuð hús sett yfir holutoppa til að verja búnað og koma í veg fyrir slys. Reglulegt eftirlit verður haft með vinnsluholum og holubúnaði. Að loknum borunum, upphleypingu og blæstri er hægt að tengja borholur við gufuveitu.

4.2.2 GUFUVEITA

Gufuveita tekur við vökvanum frá borholunum og skilur að gufu og skiljuvatn. Þrýstingi á gufuveitunni er haldið stöðugum með því að stilla afköst vinnsluholna eftir þörfum og lágmarka blástur umframgufu. Jafnframt veitir hún skiljuvatni í frárennslisveitu.

Gufuveitan er byggð samkvæmt reynslu, sem aflað hefur verið í sams konar gufuveitum á háhitasvæðum á Íslandi. Safnæðar frá borteigum tengjast sameiginlegum skiljustöðvum og fjarlægð frá þeim að stöðvarhúsi er höfð um hálfur kílómetri. Það tryggir jöfn og góð gæði á gufunni til langs tíma.

Helstu hlutar gufuveitu eru safnæðar frá borholum að safnæðastofnum, safnæðastofnar, gufuskiljur, lokahús, aðveituæðar og útblásturshljóðdeyfar.

Safnæðar

Safnæðar leiða jarðhitavökvann, sem er blanda vatns og gufu, frá borholum að skiljustöð. Safnæðar verða sameinaðar í stofnlagnir sem liggja munu að skiljustöðvum. Eins og fram kemur í töflu 4.4 í kafla 4.5.1 verður heildarlengd safnæða frá borholum um 9.000 m, að stórum hluta samsíða núverandi lögnum. Við hönnun fyrirhugaðrar virkjunar er gert ráð fyrir að allar lagnir liggi ofanjarðar á steypum undirstöðum. Lagnaleiðir, hönnun, litaval og áferð munu taka mið af umhverfi til að falla

vel að landi. Skoðaður verður sá möguleiki að setja upp jarðvegsmanir til að draga úr sýnileika á köflum þar sem það er talið sérstaklega æskilegt.

Til er tækni sem gerir kleift að grafa gufulagnir í jörðu en henni verður eingöngu beitt í takmörkuðum tilfellum, til dæmis við þverun vega. Kostnaður við að leggja gufulagnir í jörðu, til dæmis í ræsi eða steiptum stokki er mun meiri en að ganga frá lögnum á yfirborði á þann hátt, sem ætlunin er að gera við Kröflu. Gröftur lagna í jörðu hefur einnig í för með sér meira rask þar sem skurðir þurfa að vera um 2 m djúpir og um eða yfir 3 m á breidd. Hiti í jörðu kann einnig að valda erfiðleikum og gröftur getur verið erfiður ef fara þarf í gengum klappir. Þá getur verið erfitt að ganga frá ýmsum tækjum sem gufulögnum fylgja. Búast má við að breyta þurfi lögnum og tengingum, einkum ef virkjunin verður byggð í áföngum. Slíkar breytingar verða erfiðari ef lagnir eru grafnar í jörðu. Jarðvegur á Kröflusvæðinu er víða leirkenndur og getur skriðið í rigningu. Erfitt verður að tryggja að jarðvegsskrið skemmi ekki niðurgrafnar lagnir. Til viðbótar má nefna að vatn getur komist inn í stokka og tært undirstöður og lagnir utan frá. Þungar gastegundir geta einnig safnast saman í slíkum stokkum, sem er varasamt mönnum og dýrum.

Rekstur niðurgrafinna lagna er að ýmsu leyti erfiðari en lagna á yfirborði. Til dæmis verður erfiðara að tæma lagnir eða fylgjast með þeim í upphitun. Skemmist lagnir til dæmis vegna jarðvegsskriðs getur reynst erfitt að finna skemmd og laga.

Gufuskiljur - skiljustöðvar

Í skiljustöð er jarðhitavökvinn skilinn í gufu og vatn. Gufan er flutt í lögnum að stöðvarhúsi en skiljuvatnið er leitt að niðurrenslissvæði. Eins og fram kemur í **töflu 4.3** í kafla 4.5.1 verður heildarlengd aðveituæða um 450 m. Settar verða upp tvær láréttar gufuskiljur fyrir hverja 50 MW_e einingu. Byggt verður stálgrindarhús á steiptum undirstöðum yfir hluta skiljunnar og verða mælar og stjórnbúnaður, svo sem hæðargler og skynjarar, undir þaki. Í húsinu verður herbergi fyrir raf- og stjórnbúnað gufuveitunnar sem verður það loftþétt með lofthreinsibúnaði. Flatarmál skiljustöðvar verður um 600 m² og hæð hennar 10 m.

Gufustjórnlokar - lokahús

Gufustjórnlokar stjórna þrýstingi í gufuveitu með því að hleypa umframgufu út í útblásturshljóðdeyfi. Byggt verður stálgrindarhús á steiptum undirstöðum yfir gufustjórnlokana vegna hávaða frá þeim, svokallað lokahús. Lögn mun liggja frá aðveituæðinni að gufustjórnlokunum. Settir verða upp tveir gufustjórnlokar fyrir fyrstu virkjunareininguna og síðan einn fyrir hverja einingu sem bætist við. Stjórnlokar og íhlutir þeirra verða sérhannaðir með tilliti til hávaða og titrings. Flatarmál lokahúss verður um 130 m² og hæð þess 6,5 m.

Skiljuvatnið, sem streymir í gegnum skiljuvatnsstjórnlokana, verður leitt ofan í niðurrenslisholur.

Aðveituæðar

Frá skiljustöð verður gufu veitt að rafstöð í aðveituæð með 1 m þvermál fyrir hverja 50 MW_e einingu. Eins og fram kemur í **töflu 4.4** í kafla 4.5.1 verður heildarlengd aðveituæða um 450 m og í grunnatriðum hannaðar á sama hátt og safnæðar.

Útstreymi jarðhitaloftegunda

Á eldvirkum svæðum streymir gas frá kólnandi kviku sem leitar upp til yfirborðs en safnast fyrir í háhitakerfinu, uppleyst í jarðhitavökvanum, undir þéttu þakbergi. Við nýtingu háhita streyma jarðhitaloftegundir út í umhverfið. Útstreymið er tímabundið þegar borholur eru blástursprófaðar.

Eftir að jarðhitavirkjun er komin í rekstur losna jarðhitaloftegundir frá henni út um útblásturshljóðdeyfa með gufuútblastri og frá lofttæmidælum, sem draga lofttegundirnar út úr eimsvala og dæla þeim út í andrúmsloftið, annað hvort með aðstoð vifta í kæliturnum eða sérstökum útblástursháfi á gagnstæðri hlið stöðvarhúss. Þar blandast þær loftblæstri upp úr kæliturnunum og dreifast þar vel.

Árlegt heildarútstreymi jarðhitaloftegundanna koldíoxíðs og brennisteinsvetnis frá fullbyggðri 150 MW_e jarðhitavirkjun við Kröflu er áætlað í **töflu 4.2** (Trausti Hauksson, tölvupóstur 21.12.2009) samanborið við heildarútstreymi núverandi Kröflustöðvar árið 2008:

Tafla 4.2 Árlegt heildarútstreymi koldíoxíðs og brennisteinsvetnis frá núverandi Kröflustöð (rauntölur frá árinu 2008) og Kröfluvirkjun II (áætlun).

Lofteggund	Kröfluvirkjun II	Kröflustöð (2008)
Koldíoxíð (CO ₂)	108.000 t	44.300 t
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	12.800 t	5.250 t

4.2.3 MANNVIRKI Á STÖÐVARHÚSREIT

Gert er ráð fyrir að stöðvarhúsið verði tvískipt bygging, annars vegar vélasalur á einni hæð og hins vegar þjónustubygging á tveimur hæðum. Strengjakjallari verður undir þjónustubyggingunni og hluta vélasalar. Flatarmál stöðvarhúss verður um 3.900 m² og hæð þess 12 m.

Fyrirhugað er að vélasalurinn verði einangrað stálgrindarhús. Í húsinu er gert ráð fyrir hreyfanlegum krana til að hífa einingar hverfilsamstæðunnar og annan vélbúnað til viðhalds og viðgerðar. Vinnusvæði verður við enda hverfilsamstæðu og eru dyr á vélasalnum við vinnusvæðið.

Í vélasalnum er gert ráð fyrir einföldu loftræstikerfi, sem flytur burt varma sem myndast í salnum. Neyðarhitun kemur í veg fyrir frostsKemmdir, ef stöðva þarf virkjun á vetrartíma.

Til að vernda rafbúnað gegn tæringu af völdum brennisteinsvetnis, H₂S, má styrkur þess í lofti, sem leikur um hann, ekki vera meiri en 3 ppb. Til þess að fullnægja þessari kröfu er gert ráð fyrir að í þjónustubyggingu verði sérstakt loftræstikerfi, sem heldur yfirþrýstingi í byggingunni. Í loftræstisamstæðunni verða kolasíur, sem hreinsa H₂S úr loftinu. Annars staðar á virkjunarsvæðinu verður rafbúnaður í þéttum skápum og í þá verður veitt hreinsuðu lofti frá þrýstiloftskerfi, sem heldur yfirþrýstingi í skápunum. Gert er ráð fyrir, að þau rými, sem þurfa hreinsað loft verði sérstaklega vel frágengin, hvað þéttleika varðar og er meðal annars þess vegna valið að þjónustubyggingin verði steinsteypt.

Þjónustubygging hýsir allan raf- og stjórnbúnað virkjunarinnar svo sem háspennu-, millispennu- og lágspennukerfi, rafgeyma fyrir stjórnbúnað, geymslu og verkstæði fyrir rafeindabúnað, loftþjöppu og loftræstikerfi fyrir bygginguna. Spennar verða staðsettir við hlið stöðvarhúss.

Starfsmannahald og verkstjórn verður sameiginleg fyrir núverandi Kröflustöð og fyrirhugaða Kröfluvirkjun II og ýmiss konar aðstaða mun samnýttast.

Reistir verða allt að þrjú kæliturnar um 100 m norðan við stöðvarhúsið, einn fyrir hverja vélasamstæðu (hver um sig 50 MW_e). Gert er ráð fyrir kæliturni af mótstremisgerð, það er vatni er úað yfir fyllingu og undir henni er steipt þró, sem vatninu er safnað í. Loftið er dregið í gegnum op á hliðum turnsins, upp í gegnum fyllinguna og blásið upp úr turninum með rafdrifnum viftum. Hver kæliturn verður með fjórum viftum. Hluti kælivatnsins gufar upp og mettar loftið úr kæliturninum. Auk ferskvatns er gert ráð fyrir að nota þéttivatn frá eimsvala til að bæta upp vatnið, sem hverfur úr hringrásinni. Byggja þarf sérstakt skýli fyrir dælur við kæliturn þar sem verður krani fyrir dælur og loka. Dæluhúsið er stálgrindarhús á steiptum kjallara. Utanhússklæðning og þakklæðning verður málmklæðning. Flatarmál kæliturna verður um 3.000 m² og hæð þeirra 13,5 m.

Gert er ráð fyrir að skemmur og verkstæði í Kröflustöð verði endurnýjaðar. Skemmur, sem standa við innkeyrslu að núverandi virkjun, verða fjarlægðar og sameinaðar skemmu og verkstæði, sem standa mun milli núverandi og væntanlegs stöðvarhúss. Gert er ráð fyrir að sambyggt verkstæði og skemma verði stálgrindarhús, 18x40 m að grunnfleti og 8 m að hæð.

4.2.4 VATNSVEITUR

Neysluvatn þarf fyrir fyrirhugaða virkjun og vinnubúðir. Auk þess þarf vatn til áfyllingar á kælikerfi virkjunarinnar. Gert er ráð fyrir að það fáiast úr ferskvatnsveitu núverandi virkjunar án þess að afköst hennar verði augin. Ferskt vatn verður, eftir því sem aðstæður leyfa, notað til kælingar á búnaði virkjunarinnar og kemur einnig til greina að nota vatn úr borvatnsveitu til þess. Búnaður verður þó aðallega kældur með kælivatni frá kæliturnum.

Til að bæta upp vatn, sem tapast við uppgufun í kæliturni, er gert ráð fyrir að nota þéttivatn frá eimsvala. Áður er þéttivatnið hreinsað af óþéttanlegum lofttegundum.

4.2.5 FRÁRENNSLISVEITA

Frá fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II kemur töluvert vatn. Fyrst og fremst er um að ræða skiljuvatn en einnig kemur þó nokkuð þéttivatn frá virkjuninni og kælivatn frá kæliturnum. Auk þess er annað frárennsli en þar er um lítið magn að ræða. Hér á eftir fer lýsing á því hvernig fyrirkomulagi við frárennsli verður háttáð á Kröflusvæðinu með tilkomu Kröfluvirkjunar II.

Skiljuvatn

Frá núverandi skiljustöð Kröflustöðvar koma um 170 kg/s. Af því er um 40% nú dælt niður á um 2.200 m dýpi í holu K-26 og 60% þess rennur í Dallæk.

Frá 150 MW_e virkjun er áætlað að komi tæplega 200 kg/s af skiljuvatni. Hér er um hlutfallslega minna skiljuvatn að ræða en fyrir núverandi Kröflustöð. Ástæða þess er

sú að varmainnihald vökvans er hærra sem leiðir til þess að gufuhlutinn verður hærri. Skiljuvatnið verður þar af leiðandi minna. Gert er ráð fyrir að skiljuvatnið verði að hluta nýtt til uppfyllingar á skiljuvatnsþörf lágþrýstiveitu núverandi virkjunar en að megninu verði veitt í niðurrenslisholur. Með förgun skiljuvatns frá nýrri virkjun er ráðgert að farga einnig þeim hluta skiljuvatns sem kemur frá núverandi skiljustöð Kröflustöðvar, samtals um 280 kg/s. Áfram verður að minnsta kosti um 40% skiljuvatns frá núverandi skiljustöð Kröflustöðvar dælt niður á um 2.200 m dýpi í holu K-26.

Í ljósi reynslunnar frá vinnslu á Kröflusvæðinu er gert ráð fyrir að vermi borholuvökva verði um 1.900 kJ/kg. Gert er ráð fyrir að bora tvær til tíu 300-500 m djúpar niðurrenslisholur fyrir 150 MW_e virkjun neðan Skarðssels í Hlíðardal eða við námuna við Grænagilsöxl (sjá mynd 4.1). Affallsvatnið verður leitt frá skiljustöð að niðurrenslisholum í niðurgrafinni lögn meðfram aðkomuvegi að Kröflu. Holurnar verða fóðraðar niður á 200-300 m dýpi og vatninu því veitt niður í grunnvatnið og í efri lög jarðhitageymisins. Hér er um að ræða grunnförgun og taka fóðringarnar á holunum mið af því að förgunin verði vel neðan yfirborðs Mývatns (278 m h.y.s.). Gert er ráð fyrir að hver niðurrenslisbola taki við 50-100 kg/s af vatni. Með grunnförgun er ekki verið að bæta nýtingu jarðhitakerfisins heldur koma á móts við óskir um að affallið frá fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II sem og núverandi Kröflustöð renni ekki beint út í Dallæk. Áfram verður unnið að rannsóknum á djúpförgun með niðurdælingu í holu K-26. Hugsanlegt er að stærri hluta skiljuvatns verði fargað djúpt ef það hefur jákvæð áhrif á jarðhitageyminn.

Reiknað er með að lokið verði við borun tveggja niðurrenslisholna áður en fyrsta eining nýrrar virkjunar verður tekin í gagnið. Fleiri holur yrðu svo boraðar eftir því sem þörf krefur. Komi eitthvað upp á þannig að niðurrenslis virki ekki sem skyldi verður skiljuvatn tímabundið leitt út í Dallæk við skiljustöð (neyðarlosun).

Þéttivatn og kælivatn

Frá núverandi Kröflustöð rennur, auk skiljuvatns, þéttivatn og kælivatn í Dallæk frá kæliturnum, samtals um 80 kg/s. Frá kæliturnum fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II er reiknað með að um 90 kg/s bætist við rennsli í Dallæk. Eins og kom fram í kafla 4.2.4 um vatnsveitur verður þéttivatn afloftað og bætt í kælivatnshringrás sem og upphitað ferskvatn. Til greina kemur að blanda hluta þéttivatns saman við skiljuvatn og veita í niðurrenslisholur. Við það mun frárennsli frá kæliturnum Kröfluvirkjunar II minnka en vegna nauðsynlegrar útskolunar í kælivatnshringrás verður frárennsli þó ekki minna en 8 kg/s frá hverjum kæliturni eða 24 kg/s frá 3x50 MW_e virkjun. Við skiljuvatnið myndu þá bætast við 66 kg/s og yrði heildarmagn skiljuvatns og þéttivatns sem fargað yrði um niðurrenslisholur þá allt að 350 kg/s.

Annað frárennsli

Auk frárenslis, sem talið er upp hér að framan, myndast þéttivatn í rakaskiljum, gufuaðveitu, í gufuhljóðdeyfum og við upphitun safnæða. Hér er um lítið magn að ræða. Gert er ráð fyrir að þéttivatn, sem tekið verður út úr gufulögnum á stöðvarhússvæðinu verði sameinað þéttivatni frá hverfli en þéttivatn annars staðar á virkjunarsvæði verði losað í grjótfyllingar á yfirborði.

Skólp og frárennsli úr niðurföllum verður tengt inn á frárensliskerfi núverandi virkjunar, sem verður stækkað eftir þörfum. Til staðar eru rotþrær fyrir skólp frá stöðvarhússvæði annars vegar og fyrir skólp frá starfsmannahúsi hins vegar.

Frárennsli frá niðurföllum í vélasal verður veitt í olúskilju núverandi virkjunar sem og frárennsli frá þvottaplani við stöðvarhús. Með þessu fyrirkomulagi telur framkvæmdaraðili að frárennsli sé meðhöndlað í samræmi við viðeigandi reglur og ákvæði sem starfsleyfisútgefandi setur fyrirtækinu.

4.3 AÐRIR ÞÆTTIR FRAMKVÆMDAR

4.3.1 VEGIR

Virkjunarvegur er þegar fyrir hendi inn á orkuvinnslusvæðið við Kröflu. Hann nýtist sem aðkomuvegur að Kröfluvirkjun II og munu flutningar fólks, tækja og búnaðar fara um hann á framkvæmda- og rekstrartíma. Við nyrðri enda stöðvarhúsreitsins er lítil færsla á veginum áður en hann liggur upp úr Hlíðardalnum en að öðru leyti breytist hann ekki (sjá mynd 4.1). Innan framkvæmdasvæðis er gert ráð fyrir að leggja vegi að nýjum borsvæðum eins og sýnt er á mynd 4.1 og slóðir meðfram lögnum þar sem engir vegir eru fyrir. Til að byrja með, eða meðan á rannsóknaborunum stendur, verður framkvæmdum haldið í lágmarki. Þetta felur í sér að vegum verður ekki rutt upp heldur efni keyrt í þá í takmörkuðu magni þannig að ekki verði um uppbyggða vegi að ræða. Með þessu móti er hægt að moka efni úr vegum og færa svæði aftur í fyrra horf ef umrædd svæði þykja ekki álitleg. Ef árangur borana verður góður og borholur nýtast sem vinnsluholur verða aðkomuvegir bættir með því að byggja þá betur upp svo hægt sé að aka um þá stærstan hluta ársins án þess að raska svæðum utan vegarstæðanna.

Vegir að borteigum verða að hámarki 6 m breiðir en slóðir meðfram lögnum um 4 m breiðar. Í töflu 4.4 í kafla 4.5.1 er greint frá heildarlengd og efnispörf í ráðgerða vegi og slóðir.

4.3.2 VINNUBÚÐIR OG GEYMSLUSVÆÐI

Vinnubúðir vegna framkvæmda við Kröfluvirkjun II verða staðsettar við núverandi starfsmannahús og mötuneyti Kröflustöðvar. Þar er til staðar fráveita sem nýtt verður. Gert er ráð fyrir að um 150 starfsmenn verði á svæðinu þegar framkvæmdir eru í hámarki. Sá verktaki sem vinnur að framkvæmdinni mun reisa vinnubúðirnar í samvinnu við Landsvirkjun og í samræmi við reglugerð nr. 941/2002 um hollustu-hætti.

Afmörkun geymslusvæðis er við núverandi námu við Grænagilsöxl og á svæði við holu K-6, sunnan við lokahús eins og sjá má á mynd 4.1. Einnig er hugsanlegt að notast við eldra geymslusvæði við Hvíthóla. Áformað er að geyma rör og annað efni vegna framkvæmda á geymslusvæðunum. Þess verður gætt að nýting geymslusvæðanna einskorðist við það efni sem við kemur framkvæmdunum og að svæðin verði rýmd eftir því sem kostur er að framkvæmdum loknum.

4.3.3 EFNISTAKA

Áætluð efnispörf vegna Kröfluvirkjunar II er um 170.000 m³ af burðarefni og um 100.000 m³ af fyllingarefni, samtals 270.000 m³. Steinsteypupörf í byggingar er áætluð 3.900 m³. Sumarið 2007 voru könnuð hugsanleg efnistökusvæði vegna Kröfluvirkjunar II (Ómar Bjarki Smáráson, 2009). Niðurstaðan var sú að afla efnis

fyrst og fremst úr núverandi námu við Grænagilsöxl og úr námu í Sandabotnaskarði (**mynd 4.1**). Auk þess er hugsanlegt að opnuð verði ný náma austan við afleggjarann að Kröflu (sjá **mynd 7.2**), við Þjóðveg 1. Gerð verður áætlun um efnistöku í samræmi við ákvæði í VI. kafla laga nr. 44/1999 um náttúruvernd og sótt um framkvæmdaleyfi fyrir opnun nýrra náma.

Leitað var að vinnanlegu efni fyrir fyrirhugaðar framkvæmdir í nágrenni Kröflusvæðisins. Við val á efnistökusvæðum er almennt litið til eftirfarandi atriða:

- Efnisgæði og vinnsluhæfni.
- Flutningsvegalegd.
- Verndargildi, sýnileiki og sjónræn áhrif.

Í **töflu 4.3** er yfirlit yfir framangreind efnistökusvæði. Greint er frá staðsetningu þeirra, áætluðu flatarmáli, magnáætlun, jarðmyndun, efnisgerð og verndarflokkun. Verndargildi efnistökusvæðanna hefur verið greint samkvæmt verndarflokkun Vegagerðarinnar. Flokkarnir eru fimm, frá fyrsta flokki með mjög hátt verndargildi og niður í fimmta flokk með mjög lágt verndargildi. Flokkunin gefur vísbendingu um hve viðkvæmt fyrirhugað efnistökusvæði er og hversu líklegt er að efnistaka kunní að hafa umhverfisáhrif (Vegagerðin, 2002).

Tafla 4.3 Yfirlit yfir fyrirhuguð efnistökusvæði.

Náma	Fjarlægð frá virkjun	Flatarmál (ha)	Magnáætlun (m ³)	Jarðmyndun	Efnisgerð	Verndarflokkur
Grænagilsöxl	2 km	2	100.000	Gjallgígur	Gjall	3
Sandabotnaskarð	4 km	6,8	500.000	Malarhjallar	Möl og sandur	4 (1)*
Sandfell	10 km	2,3	50.000	Jökulurð	Möl og sandur	4

* Sjá umfjöllun í texta hér að neðan um verndargildi efnistökusvæðisins.

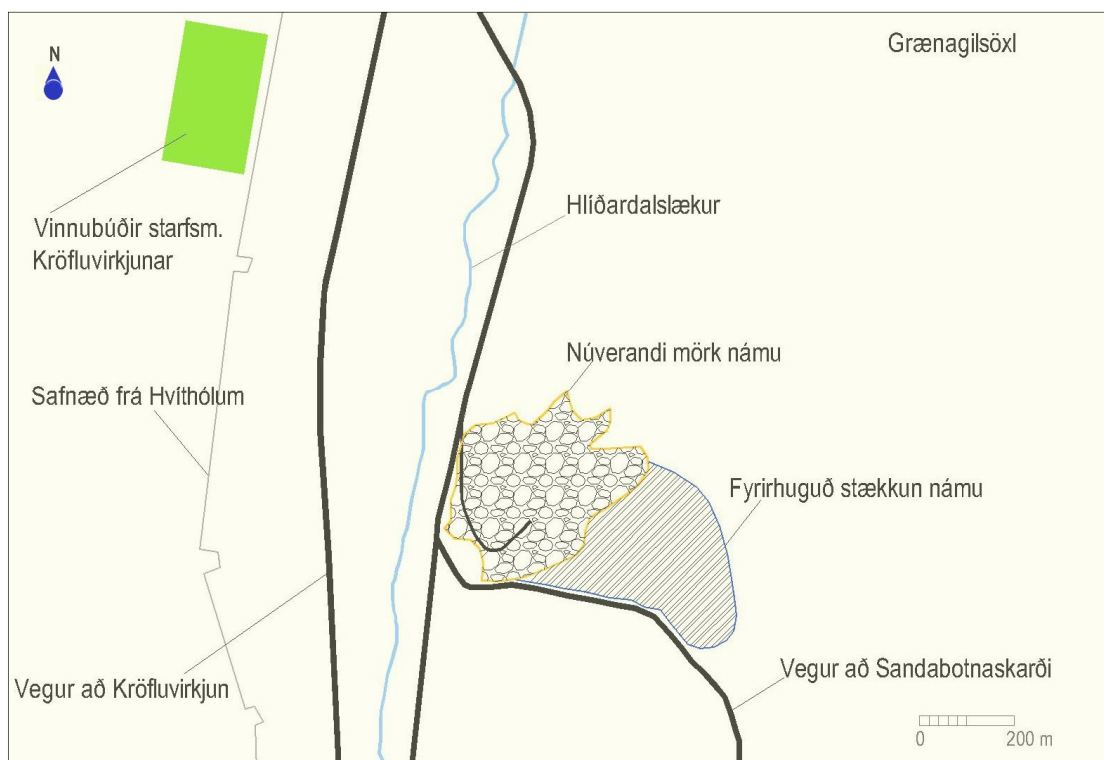
Núverandi efnistökusvæði við Grænagilsöxl má sjá á **mynd 4.6**. Náman er í dag nokkuð áberandi frá virkjunarveginum. Stækkun námunnar verður ekki jafn áberandi þar sem hún verður opnuð meira til suðurs inn í daldrag á milli hólsins suðvestan námunnar og hlíðar Sandabotnafjalls. Stækkunin nemur um 3 ha frá því sem nú er og er hún í samræmi við afmörkun námunnar á deiliskipulagi (**mynd 4.7**). Náman var orðin nokkuð áberandi, en byrjað er að græða upp þann hluta námunnar sem blasir við frá heimreiðinni. Vegna áframhaldandi vinnslu verður náman opnuð meira til suðurs inn í daldrag á milli hóls og hlíðar Sandabotnafjalls, en ekki verður tekið efni úr hlíðum hólsins sem yrði of áberandi. Brúnir námunnar munu ekki ná hærra upp en núverandi námubrúnir. Raski á yfirborði vegna námuvinnslunnar verður haldið í lágmarki og vegna öryggissjónarmiða verður náman unnin með bröttum fláum, en ekki í stöllum eða með þverhnípi (Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf. og Orkustofnun, 2001).

Á **mynd 4.8** má sjá hjallana í Sandabotnaskarði þar sem efnistaka er fyrirhuguð. Jarðlögin sem mynda hjallana eru talin vera 10-11 þúsund ára gömul og mynduð við jökulsporð sem gekk upp að Kröflusvæðinu úr suðri. Sams konar malarhjalla er að finna á Reykjahlíðarheiði. Afmörkun námunnar er sýnd á **mynd 4.1**. Á syðri hluta svæðisins virðist vera meira um grófa og hnullungaríka möl en því nyrðra og í dalbotninum er eingöngu foksandur og fokmold. Fyrir vikið er talið æskilegt að keyra efnið í gegnum brjót til að fá í það betri kornadreifingu fyrir burðarlög og eins

er talið æskilegra að ýta efninu saman til að fá í það betri blöndun frekar en að nota eingöngu gröfur við efnistöku. Þykkt malarhjallans í norðurhluta Sandabotnaskarðs er að lágmarki 6 m að meðaltali og er talið hugsanlegt að vinnsludýpið sé á bilinu 6-10 m. Á sunnanverðu svæðinu er vinnsludýpið heldur minna eða að jafnaði um 5 m (Ómar Bjarki Smáráson, 2009).



Mynd 4.6 Núverandi náma við Grænagilsöxl (ljósmynd Emil Þór, 2009). Fyrirhuguð stækkun námunnar er til suðurs (niður og til hægri á mynd), á milli hólsins og hlíðarinnar (sjá afmörkun námunnar á mynd 4.1).



Mynd 4.7 Efnisnáma sunnan Grænagilsaxlar við Kröflu (VGK og Orkustofnun, 2001).



Mynd 4.8 Malarhjalli í Sandabotnaskarði þar sem efnistaka er fyrirhuguð, séð ofan af Sandabotnafjalli (sjá afmörkun námunnar á mynd 4.1) (ljósmynd, Mannvit).

Eins og sjá má í **töflu 4.3** lendir náman í Sandabotnaskarði í 1. verndarflokki vegna staðsetningar hennar skammt innan við mörk grannsvæðis vatnsverndar. Eins og færð eru rök fyrir í kafla 9.4 er grannsvæði vatnsbólsins dregið óþarflega stórt og á náman með réttu að vera rétt innan við mörk fjarsvæðis vatnsverndar (sjá **mynd 9.20**). Við endanlegt mat á verndargildi námunnar lendir náman í 4. flokki þar sem talið er réttlætánlegt að horfa fram hjá vatnsverndinni. Rökin fyrir því eru að sýnt þykir að efnisvinnsla þarna hafi óveruleg áhrif á vatnsverndina, svæðið er úr alfaraleið og er því lítt áberandi. Auk þess hefur áður verið tekið efni á þessum stað, en saga um fyrri efnistöku kemur til lækkunar á verndargildi.

Hugsanlega námu í hjalla fyrir austan Sandfell má sjá á **mynd 4.9**. Jarðmyndunin er jökulrænt set, möl, sandur og grágryti frá síðari hluta ísaldar. Náman er um 200 m norðan við þjóðveg 1 og sést frá honum austan við Sandfellið. Á framkvæmdatíma verður náman áberandi en ganga má frá henni á þann hátt að sjónræn áhrif verði í lágmarki. Náman nýtur ekki sérstakrar verndar vegna jarðmyndunar eða náttúrufars.

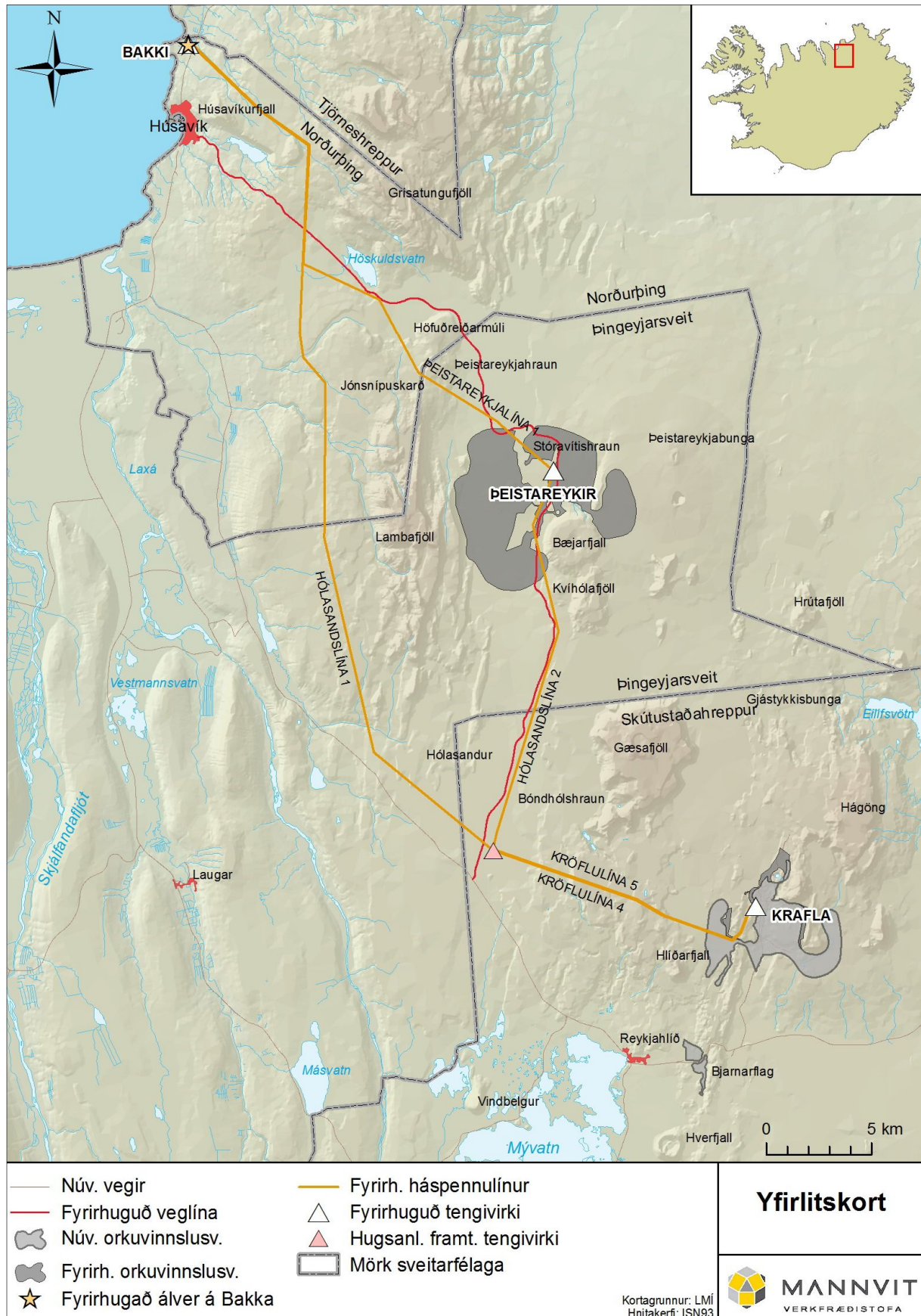


Mynd 4.9 Sandfell og hugsanleg náma í hjalla þar fyrir austan (Ómar Bjarki Smárason, 2009).

Við frágang efnistökusvæðis verður landið mótað og slétt á sem náttúrulegastan hátt þannig að það falli inn í landslag og á þann hátt að vatn renni af og ekki sé hætta á rofi. Þar sem jarðvegshula og gróðurþekja er til staðar verður svarðlagi haldið til haga og því dreift yfir að efnistöku lokinni og landið þannig grætt upp. Með þessu fyrirkomulagi eru varanleg sýnileg áhrif lágmrkuð.

4.4 TENGDAR FRAMKVÆMDIR – FLUTNINGUR RAFORKU

Flutningur raforku frá Kröfluvirkjun II verður í höndum Landsnets hf. í samræmi við raforkulög nr. 65/2003. Gert er ráð fyrir afhendingu raforku frá fyrirhugaðri virkjun á 220 kV spennu til nýs tengivirkis sem verður byggt á orkuvinnslusvæðinu. Frá tengivirkinu er ráðgert að leggja tvær 220 kV háspennulínur, Kröflulínur 4 og 5 (**mynd 4.10**). Línurnar koma til með að liggja samsíða að hugsanlegu framtíðar-tengivirki á Hólasandi. Þar mun önnur línan, Hólasandslína 1 halda áfram til norðurs, vestur fyrir Lambafjöll. Hin línan, Hólasandslína 2 mun liggja í norður, austan Lambafjalla, að tengivirki fyrirhugaðrar 200 MW_e jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum. Þaðan liggur Þeistareykjalína 1 til norðvesturs að Hólasandslínu 1, vestan Höskuldsvatns. Þaðan liggja línurnar samsíða í norður og svo í norðvestur að stóriðjulóðinni á Bakka, þar sem Alcoa ráðgerir að reisa álver. Umhverfisáhrif allra þessara framkvæmda, það er Kröfluvirkjunar II, Þeistareykjavirkjunar, háspennulínanna og álversins á Bakka eru metin sameiginlega í sjálfstæðu matsferli (sjá nánar í kafla 1.5).



Mynd 4.10 Yfirlitskort af virkjunarframkvæmdum og línuleiðum í tengslum við áform um álver á Bakka, norðan Húsavíkur.

4.5 HELSTU KENNISTÆRÐIR OG ÁÆTLANIR

Í þessum kafla verður greint frá helstu kennistærðum fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II ásamt áætlunum um magntölur við framkvæmdirnar. Því næst er sett fram framkvæmdaáætlun þar sem reynt er að áætla þann tíma sem það tekur að reisa virkjunina og að lokum mannaflaáætlun sem tekur mið af framkvæmdaáætluninni.

4.5.1 MAGNTÖLUÁÆTLUN

Í töflu 4.4 hafa helstu kennitölur fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II verið teknar saman, þar á meðal magntöluáætlun fyrirhugaðrar framkvæmdar.

Tafla 4.4 (frh. á næstu síðu) Helstu kennistærðir fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.

Kröfluvirkjun II allt að 150 MW _e		
Afl og orka	Uppsett afl	3*50 MW _e
	Vermi	1.500-2.400 kJ/kg
	Orkugeta	1.280 GWh/ári
Borsvæði	Fjöldi	8
	Meðalflatarmál borplans	1.816 m ²
	Heildarflatarmál borteiga	54.500 m ²
Borholur	Fjöldi	Allt að 30
	Dýpi	Allt að 3.000 m
<i>Safnæðar:</i>		
	Þvermál	DN 400 - 1000
	Heildarlengd lagna, leið A	8.915 m
	Heildarlengd lagna, leið B	8.784 m
	Heildarlengd lagna, leið AB	8.899 m
<i>Skiljustöð:</i>		
	Hæð	10 m
	Flatarmál	600 m ²
Gufuveita	<i>Lokahús:</i>	
	Hæð	6,5 m
	Flatarmál	130 m ²
<i>Útblásturshljóðdeyfar:</i>		
	Fjöldi	2
	Hæð	12 m
<i>Aðveituæðar:</i>		
	Fjöldi	3
	Þvermál	DN 1000
	Heildarlengd lagna	450 m
<i>Niðurrennslisholur:</i>		
Frárennsli sveita	Fjöldi	2-10
	<i>Niðurrennsliæðar:</i>	
	Fjöldi	1
	Heildarlengd lagna	3.060 m

Kröfluvirkjun II allt að 150 MW_e			
<i>Aðkomuvegir að borsvæðum:</i>			
Vegir og slóðir	Lengd m.v. leið AB	1.815 m	
	Lengd m.v. leið B	1.726 m	
	Lengd m.v. leið A	1.270 m	
	Breidd	4-6 m	
<i>Efnistökusvæði:</i>			
Efnistaka	Fjöldi	2-3	
	Flatarmál	212.000 m ²	
	<i>Byggingar og borteigar:</i>		
	Fyllingar- og burðarlagsefni	246.000 m ³	
	<i>Vegir á framkvæmdasvæði:</i>		
	Fyllingar- og burðarlagsefni	10.000 m ³	
	<i>Breyting á virkjunarvegi:</i>		
	Fyllingar, burðarlag og slitlag	14.000 m ³	
	<i>Stöðvarhús:</i>		
	Hæð	12 m	
Flatarmál	3.900 m ²		
<i>Þjónustubygging:</i>			
Hæð	8 m		
Flatarmál	900 m ²		
<i>Kæliturnar:</i>			
Hæð	13,5 m		
Flatarmál	3 x 1.000 m ²		
<i>Kælivatnsdæluhús:</i>			
Hæð	5,5 m		
Flatarmál	360 m ²		
<i>Skemmur og verkstæði:</i>			
Hæð	8 m		
Flatarmál	1.600 m ²		

4.5.2 FRAMKVÆMDAÁÆTLUN

Áform um Kröfluvirkjun II gera ráð fyrir að reisa í áföngum allt að 150 MW_e jarðhitavirkjun norðan núverandi Kröflustöðvar í 50 MW_e einingum. Nú þegar eru til staðar um 30 MW_e upp í fyrstu virkjunareininguna eins og greint er frá í kafla 3.2.1. Áætlun um uppbyggingu fyrirhugaðrar virkjunar ræðst af raforkuþörf markaðarins og áætlaðri vinnslugetu jarðhitasvæðisins, byggðri á hugmyndalíkani af því, rannsóknaborunum og síðar hermireikningum, þegar reynsla hefur fengist af rekstri þess. Byggingarhraði virkjunarinnar fer eftir árangri við frekari orkuöflun með vinnslaborunum. Gert er ráð fyrir að haft verði samráð við Orkustofnun um áfangaskiptingu virkjunar við Kröflu.

Hér á eftir er gerð grein fyrir framkvæmdaáætlun fyrir fyrstu einingu 150 MW_e Kröfluvirkjunar II. Gert er ráð fyrir að ákvörðun um virkjun verði tekin í upphafi árs. Undirbúningur verður þá hafinn og helstu verkþættir boðnir út um vorið og um sumarið. Boranir munu byrja að vori, hlé gert á borunum yfir háveturinn, og þeim lokið sumarið á eftir. Fyrsta sumarið er gert ráð fyrir að jarðvegsframkvæmdir hefjist og vinna við byggingarnar í framhaldinu sem reiknað er með að verði lokið sumarið á eftir. Gert er ráð fyrir að samið verði við verktaka um vél- og rafbúnað

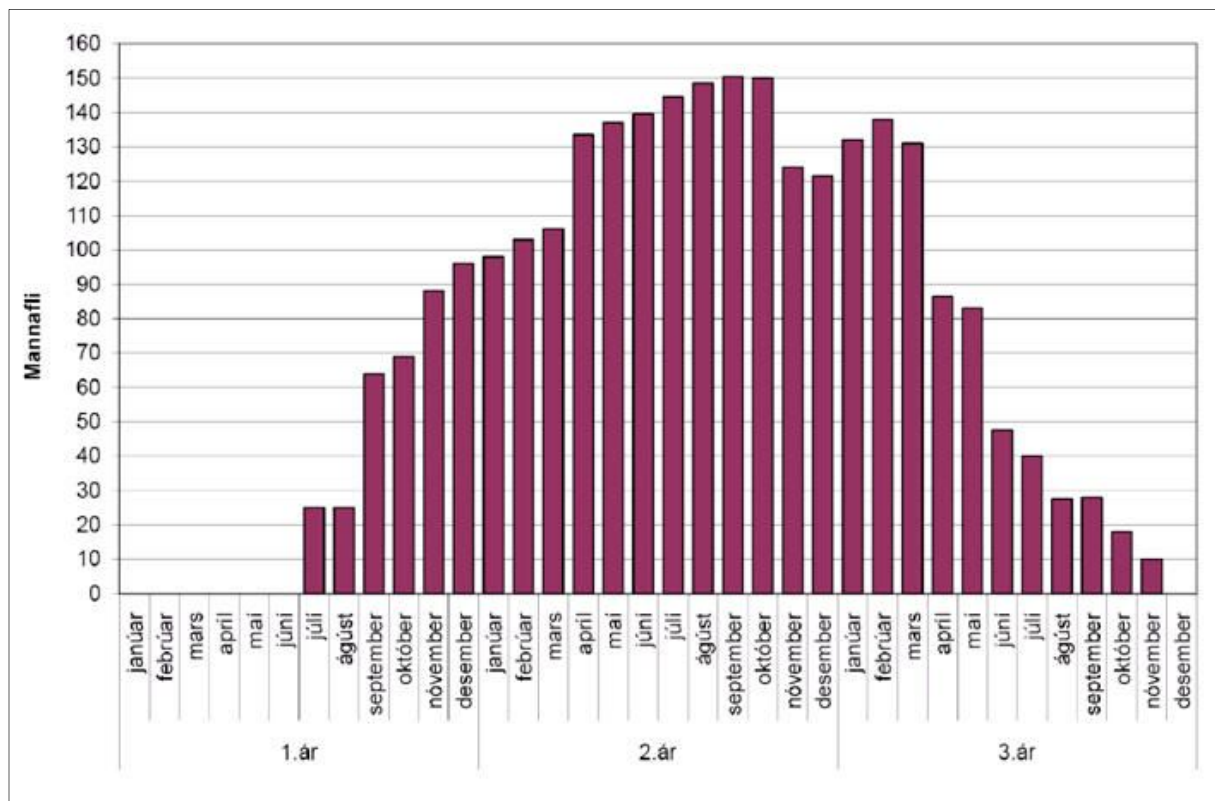
undir lok fyrsta árs framkvæmdanna. Gert er ráð fyrir að uppsetningu vélasamstæðna, hjálparkerfa hennar og rafbúnaðar ljúki um mitt sumar þriðja árið. Þá hefst gangsetning og prófanir. Gert er ráð fyrir að stöðin verði tilbúin í rekstur á 4. ársfjórðungi á þriðja ári framkvæmdanna eða um 33 mánuðum eftir að ákvörðun var tekin um virkjunina.

Þegar álit Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II liggur fyrir og aflað hefur verið tilskilinna leyfa geta framkvæmdir hafist. Í grófum dráttum er framkvæmdaáætlun fyrir fyrstu einingu 150 MW_e Kröfluvirkjunar II eftirfarandi:

1. ár: Vegagerð, jarðvinna og boranir. Vinna við byggingar hefst.
2. ár: Byggingar, gufuveita og boranir, ásamt forsmíði vél- og rafbúnaðar.
3. ár: Uppsetning vél- og rafbúnaðar. Gangsetning og prófanir.

4.5.3 MANNAFLAÁÆTLUN

Ársverk vegna fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II eru um 220 við byggingu hverrar 50 MW_e einingar. Hámarki framkvæmda verður náð á öðru ári miðað við þá framkvæmdaáætlun sem lagt er upp með eða 150 starfsmenn. Áætluð mannaflapörf við byggingu hverrar einingar er sýnd á mynd 4.11.



Mynd 4.11 Mannaflaáætlun við byggingu hverrar 50 MW_e virkjunareiningar Kröfluvirkjunar II.

4.6 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ FRAMKVÆMDA-LÝSINGU OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA

Umhverfisstofnun telur að gera verði betri grein fyrir hvernig stuðlað verði að því að gufuveita falli vel að landi, hvort litaval og áferð verði frábrugðin því sem gerist með þau mannvirki sem fyrir eru á svæðinu og hvaða þættir það eru í umhverfinu sem hafa áhrif á hönnun, litaval og áferð.

Að mati framkvæmdaraðila þarf bæði að taka mið af umhverfinu sem og þeim mannvirkjum sem til staðar eru þegar útlit og lega gufuveitu er ákvörðuð. Um er að ræða útfærsluatriði sem vinna þarf í nánu samráði við sveitarfélagið sem leyfisveitanda og eftirlitsaðila þegar þar að kemur, það er þegar hönnun gufuveitunnar er lengra komin og samráðsvettvangi hefur verið komið á laggirnar. Hér er til dæmis um að ræða hvaða þættir í umhverfinu skuli vera ráðandi við val á lit og áferð og hvaða lega verður fyrir valinu þar sem val stendur um fleiri en eina leið. Til að mynda eru í kafla 5.1.2 sýndar þrjár mögulegar lagnaleiðir frá borsvæðum norðan Vítis og kostir þeirra og gallar teknir saman í **töflu 5.1**. Af hálfu Landsvirkjunar eru allar þrjár leiðirnar lagðar fram sem jafngildir kostir. Samráð í slíkum tilvikum er því sérstaklega mikilvægt.

Umhverfisstofnun telur að eðlilegt hefði verið að sýna breytta legu virkjunarvegarins áður en hann liggur upp úr Hlíðardalnum á korti í stærri mælikvarða þannig að betur kæmi fram hvernig vegurinn mun liggja í landi ásamt vegfyllingum og skeringum. Stofnunin telur jafnframt að fram ætti að koma hvers vegna færsla vegarins er talin nauðsynleg.

Þar sem hér er einungis um lítils háttar hliðrun að ræða á stuttum kafla á sléttlendi, eða frá 0-55 m færsla á 800 m kafla, þótti ekki þörf á jafn nákvæmum upplýsingum um færslu virkjunarvegarins og Umhverfisstofnun telur eðlilegt. Ástæða færslunnar eru þrengsli, einkum með tilkomu nýrra kæliturna Kröfluvirkjunar II. Sjá má betur útlit vegarins á **mynd 9.38** sem sýnir ásýnd frá útsýnispalli, norðan Kröflustöðvar, fyrir og eftir fyrirhugaðar framkvæmdir.

Umhverfisstofnun telur að leggja eigi nýja vegi að borsvæðum, sem og vegi meðfram lögnum, þannig að þeir liggi lágt í landi, án vegfláa, og gróðurhulu komið aftur fyrir meðfram vegunum. Í því sambandi bendir stofnunin á það verklag sem var haft við lagningu vegar að nýjustu borholu Orkuveitu Reykjavíkur við Hverahlíð þar sem vegurinn liggja vel í landi og sé lítt áberandi.

Framkvæmdaraðili vekur athygli á því að orkuvinnslusvæðið við Kröflu er yfir 600 m h.y.s. þar sem það liggur hæst. Snjóþyngsli geta verið töluverð og því ekki um sambærilegar aðstæður að ræða og við borholu Orkuveitu Reykjavíkur við Hverahlíð. Eins og fram kemur í skýrslunni og Umhverfisstofnun vitnar til verða nýjir vegir að borsvæðum ekki byggðir upp nema svæðin þyki álitleg við prófanir. Uppbygging veganna er nauðsynleg til að hægt sé að aka um þá stærstan hluta ársins án þess að svæðum utan vegarstæðanna verði raskað.

Umhverfisstofnun telur vanta upplýsingar um val á efnistökusvæðum, afmörkun efnistökusvæða og hvernig í meginatriðum verður staðið að efnisvinnslu og frágangi á svæðunum. Telur stofnunin ekki nægjanlegt að vísa þeirri umfjöllun alfarið til efnistökuáætlunar sem leggja verður fram samkvæmt lögum nr. 44/1999 um náttúruvernd. Stofnunin vekur jafnframt athygli á að ekki fylgir með frummatsskýrslu

sérstakur viðauki um efnistökusvæði líkt og með frummatsskýrslu um Þeistareykjavirkjun.

Framkvæmdaraðili telur sig hafa fært rök fyrir vali á efnistörustöðum í kafla 4.3.3. Þar er greint frá helstu sjónarmiðum við val á efnistökusvæðunum, afmörkun þeirra og frágangi. Tekið skal fram að val efnistökusvæðanna hefur farið fram í samráði við sveitarfélagið þar sem færa þurfti námurnar í Sandabotnaskarði og við Sandfell inn á aðalskipulag.

Um frágang efnistökusvæðanna kemur eftirfarandi fram í lokin á kafla 4.3.3: „Við frágang efnistökusvæðis verður landið mótað og slétt á sem náttúrulegastan hátt þannig að það falli inn í landslag og á þann hátt að vatn renni af og ekki sé hætta á rofi. Þar sem jarðvegshula og gróðurþekja er til staðar verður svarðlagi haldið til haga og því dreift yfir að efnistöku lokinni og landið þannig grætt upp. Með þessu fyrirkomulagi eru varanleg sýnileg áhrif lágmarkuð.“

Bætt hefur verið inn tilvísunum í **mynd 4.1** sem sýnir afmörkun námanna við Grænagilsöxl og í Sandabotnaskarði auk þess sem bætt hefur verið inn **mynd 4.7** sem sýnir afmörkun námunnar við Grænagilsöxl samkvæmt gildandi deiliskipulagi.

Bætt hefur verið við umfjöllun um efnisvinnslu í kafla 4.3.3Að mati framkvæmdaraðila er ekki þörf á frekari umfjöllun í matsskýrslu en gerð verður efnistökuáætlun fyrir námurnar þegar að framkvæmdum kemur. Slík áætlun er nauðsynleg svo sveitarfélagið geti veitt framkvæmdaleyfi fyrir efnistöku en nú þegar hefur Skútustaðahreppur veitt leyfi fyrir vinnslu allt að 40.000 m³ úr námunni í Sandabotnaskarði.

Ástæða þess að sérstakur viðauki um efnistökusvæðin fylgir ekki með skýrslunni er sú að umrædd athugun náði einnig til Bjarnarflagsvirkjunar og var óþarflega ítarleg til að fylgja með sem viðauki. Þess í stað er vitnað til hennar sem heimildar.

*Umhverfisstofnun telur að gera verði betur grein fyrir hvers vegna magnáætlun samkvæmt **töflu 4.3** er meiri en áætluð efnisþörf vegna framkvæmdanna. Jafnframt telur stofnunin að gera eigi grein fyrir hvaðan efni til steinsteypugerðar verði sótt.*

Við mat á efnistörustöðum er gert ráð fyrir að einhver óvissa sé með vinnanlegt magn og efnistökgæði á hverjum stað. Því er nauðsynlegt að magnáætlun efnistökusvæða sé talsvert hærri en ráðgerð efnisþörf. Með því skapast svigrúm svo ekki komi til þess að afla þurfi nýrra efnistökusvæða eftir að framkvæmdir eru hafnar.

Á þessu stigi er ekki vitað hvert steypa í mannvirki verður sótt og því ekki hægt að fjalla um hvar fylliefni í steypu verður tekið.

Umhverfisstofnun telur að gera verði grein fyrir hvernig aukin efnistaka úr námu við Grænagilsöxl samræmist fyrri áætlunum um efnistöku og tilhögun efnisvinnslu í námunni, sbr. athugasemdir hér að framan. Stofnunin bendir jafnframt á að í námunni við Grænagilsöxl, er aðallega rautt gjall, en út frá sjónrænum áhrifum hentar það misvel sem efni í veg og borsvæði, allt eftir aðstæðum hverju sinni. Stofnunin telur að gera ætti grein fyrir sjónrænum áhrifum þess að nota slíkt efni á fyrirhuguðum borsvæðum.

Fyrirhuguð stækkun námunnar við Grænagilsöxl er í samræmi við afmörkun námunnar á deiliskipulagi. Bætt hefur verið inn **mynd 4.7** sem sýnir afmörkunina. Að mati framkvæmdaraðila getur rauðleitt gjall hentað ágætlega í vegi og borsvæði á Kröflusvæðinu. Jarðvegur á svæðinu einkennist víða af rauðleitum hlíðum og gígum

og hefur nýting efnisins hingað til ekki haft neikvæð sjónræn áhrif. Erfitt er að gera grein fyrir sjónrænum áhrifum af nýtingu þessa efnis þar sem sjónarhorn helstu útsýnisstaða eru yfirleitt í sama plani og borsvæðin. Hugsanlega mætti setja yfirborðslag úr annars konar efni í sum borsvæði ef þau þykja skera sig frá umhverfinu.

*Umhverfisstofnun vekur athygli á að við Sandfell er um að ræða nýja námu þar sem efni hefur ekki verið tekið áður. Samkvæmt upplýsingum í frummatsskýrslu er náman um 200 m norðan við þjóðveg og sést frá honum austan við Sandfellið. Umhverfisstofnun vekur athygli á að miðað við það magn sem hægt er að taka í öðrum námum, sbr. **töflu 4.3**, virðist ekki vera þörf á efnistöku í námu við Sandfell. Til að halda efnistökusvæðum í lágmarki telur stofnunin því ekki rétt að gera ráð fyrir efnistöku á þessum stað.*

Að mati framkvæmdaraðila er óvíst hvort sótt verði efni í námuna við Sandfell. Við mat á efnistörustöðum verður hins vegar að gera ráð fyrir að einhver óvissa sé með vinnanlegt magn og efnistökgæði á hverjum stað. Náman við Sandfell er því sett fram í matinu til vara ef hin svæðin bregðast.

Umhverfisstofnun telur að með því að leiða affallsvatn í leysingarfarvegi skapist hætta á útfellingum úr vatninu sem hafi neikvæð áhrif á gróður og sé til mikilla lýta í landinu. Stofnunin telur því ekki ásættanlegt að leiða affallsvatn út í leysingarfarvegi á svæðinu. Umhverfisstofnun telur að gera eigi ráð fyrir að affallsvatn verði leitt í svelgholur ef ekki er unnt að leiða það í sprungur sem eru nægjanlega góðir viðtakar. Mikilvægt sé þó að fylgst verði vel með því hvort svelgholur eða sprungur virki sem viðtaki meðan á borun stendur og að gripið verði til einhverra ráðstafana ef svo reynist ekki vera.

Það er rétt að hætta er á útfellingum úr skiljuvatni frá blásandi borholum. Annað affallsvatn inniheldur hins vegar lítið magn steinefna og veldur því ekki útfellingum. Framkvæmdaraðili mun reyna eftir fremsta megni að verða við óskum Umhverfisstofnunar að leiða ekki skiljuvatn út í leysingarfarvegi á svæðinu. Ef ekki reynist unnt að koma vatninu niður um sprungur eða svelgholur verður það leitt í lögnum að næsta farvegi sem einkennist af jarðhitaummerkjum.

Umhverfisstofnun telur að líta verði á förgun affallsvatns í farvegi sem förgun á yfirborði sem síðar rennur í grunnvatn og því mótsagnakennt þegar rætt er um að leiða borvökva í farvegi nærri borsvæði en um leið að þess verði gætt að ekkert verði losað á yfirborði. Þá telur stofnunin ekki ljóst hvað átt er við með að þéttivatn verði losað í grjótfyllingar á yfirborði, sbr. umfjöllun á bls. 34 í frummatsskýrslu.

Gera þarf greinarmun á förgun affallsvatns við boranir og þess sem kemur frá virkjun. Við boranir er um lítið magn affallsvatns að ræða og tímabundna förgun. Öðru máli gegnir um sjálfa virkjunina þegar hún er komin í rekstur. Frá henni kemur mun meira vatn sem ráðgert er að losa í niðurrennslisholur.

Með losun þéttivatns frá kæliturnum í grjótfyllingar á yfirborði er um að ræða að grafin er hola í jörðina og hún fyllt af grjóti. Þéttivatnið, sem er undir þrýstingi, er leitt inn í grjóthrúguna. Hluti af þéttivatninu sýður og rís sem gufa úr hrúgunni en vatnið hripar niður. Grjóthrúgan virkar sem skilja og ekki síður sem hljóðdeyving.

Umhverfisstofnun vekur athygli á ósamræmi í umfjöllun um förgun affallsvatns við borun og prófanir. Bendir stofnunin á texta á bls. 108 í frummatsskýrslu þar sem segir að frárennsli frá borholum við borun og prófanir verði leitt í nálæga farvegi

eða ofan í svelgi við hvert borsvæði. Þetta sé í samræmi við umfjöllun í kafla 4.2.5 en að þar sé ekki fjallað um frárennsli frá borholum við borun og prófanir heldur í kafla 4.2.1. Í þeim kafla komi hins vegar fram að affallsvatni verði veitt í lögnum út í nálæga farvegi eða sprungur og hugsanlega svelgholur ef sprungur taki ekki við vatninu.

Framkvæmdaraðili á erfitt með að sjá ósamræmið sem Umhverfisstofnun vísar til. Það er rétt að í textanum á bls. 108 er ranglega vísað í kafla 4.2.5 í stað kafla 4.2.1. Annað er rétt þó svo að ekki sé getið þess möguleika að leiða frárennslið út í nálægar sprungur á bls. 108.

Umhverfisstofnun bendir á ósamræmi um magn skiljuvatns sem nú rennur í Dallæk. Í kafla 4.2.5 segir að 60% skiljuvatns Kröflustöðvar renni í Dallæk en í kafla 9.4.2 að um sé að ræða 40% skiljuvatns.

Framkvæmdaraðili þakkar ábendinguna. Fyrri talan er rétt, það er um 60% skiljuvatns rennur nú í Dallæk.

Umhverfisstofnun bendir á að í kafla 4.2.5 sé fjallað um förgun affallsvatns með öðrum hætti en í kafla 9.1. Þar sé fjallað um djúpförgun í þeim tilgangi að lengja nýtingartíma jarðhitakerfisins í Kröflu og aukna hlutdeild djúpförgunar í niðurdælingu affallsvatns. Stofnunin telur umfjöllun um losun affallsvatns mótsagna-kennda þar sem ekki er unnt að farga sama vatni bæði með grunnförgun og djúpförgun.

Hér virðist um að ræða einhvern misskilning. Í kafla 9.1 er fjallað um sjálfbærni jarðhitánýtingar og hlutverk djúpförgunar í því sambandi. Fram kemur að með áframhaldandi rannsóknum og aukinni hlutdeild djúpförgunar í niðurdælingu affallsvatns á réttum stöðum megi lengja nýtingartíma jarðhitakerfisins í Kröflu og að nýting jarðhita verði sjálfbær til lengri tíma litið. Þetta er í fullkomnu samræmi við það sem fram kemur í kafla 4.2.5 um að áfram verði unnið að rannsóknum á djúpförgun og að hugsanlegt sé að stærri hluta skiljuvatns verði fargað djúpt ef það hafi jákvæð áhrif á jarðhitageyminn.

Umhverfisstofnun segir að í umfjöllun um mótvægisáðgerðir á bls. 114 í frummatsskýrslu segi að á rekstrartíma sé núna ráðgert að farga öllu skiljuvatni frá núverandi Kröflustöð og fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II niður á um 300 m dýpi með grunnförgun eða með djúpförgun. Í kafla 4.2.5 sé hins vegar eingöngu gert ráð fyrir förgun skiljuvatns frá Kröfluvirkjun II með grunnförgun. Þarna gæti því ósamræmis.

Þetta er ekki rétt. Í kafla 4.2.5 segir orðrétt: „Með förgun skiljuvatns frá nýrri virkjun er ráðgert að farga einnig þeim hluta skiljuvatns sem kemur frá núverandi skiljustöð Kröflustöðvar“. Í framhaldinu er svo nánari lýsing á förgun um niðurrennslisholur og að áfram verði unnið að rannsóknum á djúpförgun (sjá nánar umfjöllun um mótvægisáðgerðir í kafla 9.4.2).

Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra (HNE) leggur áherslu á að reynt verði að komast hjá því að ný náma verði opnuð þar sem hinar tvær séu líklegar til að dekkja efnisþörfina.

Það er hagur framkvæmdaraðila að vegalengdir í efnisnámu séu sem stýstar. Það verður því reynt að komast hjá því að opna nýja námu sé þess nokkur kostur (sjá nánar svar við umsögn Umhverfisstofnunar framfar í þessum kafla).

Bergþóra Sigurðardóttir bendir á að ekki hafi allar holur á Kröflusvæðinu verið gjöfular. Í því ljósi spyr hún hve langt menn muni þá teygja sig eftir nýtanlegum holum?

Framkvæmdaraðili bendir á að árangur borana á Kröflusvæðinu hefur í flestum tilvikum verið ágætur. Hins vegar eru sums staðar vandamál við nýtingu vökvans sem upp kemur vegna þess að hann er súr og tærandi (sjá kafla um borsögu Kröflusvæðisins í kafla 9.1.1). Vonir standa þó til að unnt verði að nýta súra vökvann og er unnið að lausn þess. Varðandi það „hve langt menn muni þá teygja sig eftir nýtanlegum holum“ þá er ekki um önnur borsvæði að ræða en fram koma í frummatsskýrslunni.

5 KOSTIR

Vinnsluboránir hófust á Kröflusvæðinu árið 1974 og rafmagnsframleiðsla hefur verið í gangi á svæðinu frá árinu 1978. Gufuöflun gekk ekki vel til að byrja með en úr því hefur ræst og er nú fyrir hendi næg gufa umfram þau 60 MW_e sem Kröflustöð framleiðir. Með þeim áformum sem kynnt eru í þessari skýrslu er gert ráð fyrir að reisa nýja virkjun, Kröfluvirkjun II, í stað áður ráðgerðrar stækkunar núverandi Kröflustöðvar (sjá kafla 1.1). Ástæðan fyrir þessari breytingu á fyrirhuguðum áformum um frekari nýtingu á Kröflusvæðinu er sú að jarðhitakerfið hefur sýnt sig vera það öflugt að það þoli meiri vinnslu en áður var ráðgert (sjá umfjöllun í kafla 9.1). Aukning um 150 MW_e rúmast ekki í núverandi Kröflustöð og því er nauðsynlegt að reisa þar nýja virkjun.

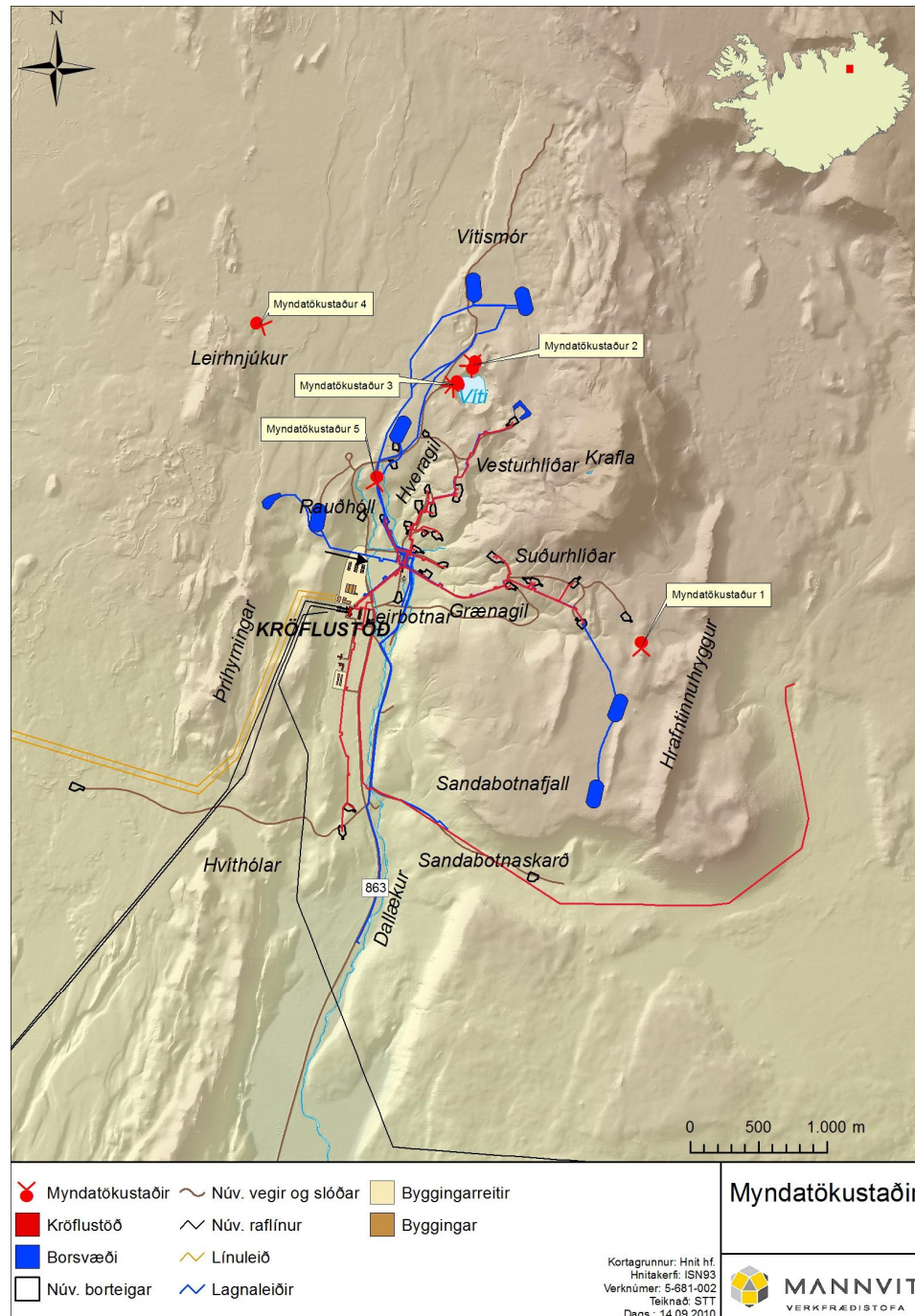
Virkjunaráformin á Kröflusvæðinu eru liður í verkefni um virkjun háhita á Norðausturlandi fyrir orkufrekan iðnað við Húsavík. Sveitarfélög á svæðinu hafa í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 markað þá stefnu að orkuvinnslan fari fram á fjórum svæðum, það er Bjarnarflagi, Kröflu, Þeistareykjum og í Gjástykki. Í skipulaginu er sérstaklega tekið fram að ekki verði virkjað í Gjástykki nema hin svæðin gefin ekki nægjanlega orku fyrir starfsemi og atvinnuuppbyggingu á skipulagssvæðinu.

Hér á eftir verður fjallað um mismunandi útfærsluhugmyndir sem komið hafa fram á ákveðnum svæðum fyrirhugaðrar virkjunar. Hér er um að ræða svæði sem ekki hefur verið farið inn á áður, það er svæðið uppi á Sandabotnafjalli og svæðið norðan Vítis. Fjallað er um hvaða sjónarmið komu upp á matsáætlunarstigi varðandi staðsetningu borsvæða, legu aðkomuvega og legu lagna frá svæðunum. Sýndar verða helstu útfærslur sem skoðaðar voru og færð rök fyrir þeirri leið sem valin var og lýst er í kafla 4 hér á undan.

Í lok þessa kafla verður fjallað um hvers konar þróunar er að vænta á svæðinu ef ekki verður af byggingu Kröfluvirkjunar II.

5.1 AÐRAR ÚTFÆRSLUR

Hér á eftir verður greint frá hugmyndum og athugasemdum sem fram hafa komið um staðsetningu borsvæða uppi á Sandabotnafjalli, aðkomuleiða að þeim og legu gufulagna frá þeim. Einnig verður fjallað um staðsetningu borsvæða á svæðinu norðan Vítis og legu gufulagna frá þeim. Til að umfjöllunin sé sem skýrust eru sýndar ljósmyndir frá nokkrum stöðum. Yfirlitsmynd sem sýnir hvaðan ásýndarmyndirnar eru teknar og í hvaða átt má sjá á **mynd 5.1**.



Mynd 5.1 Myndatökustaðir og sjónarhorn mynda.

5.1.1 SANDABOTNAFJALL

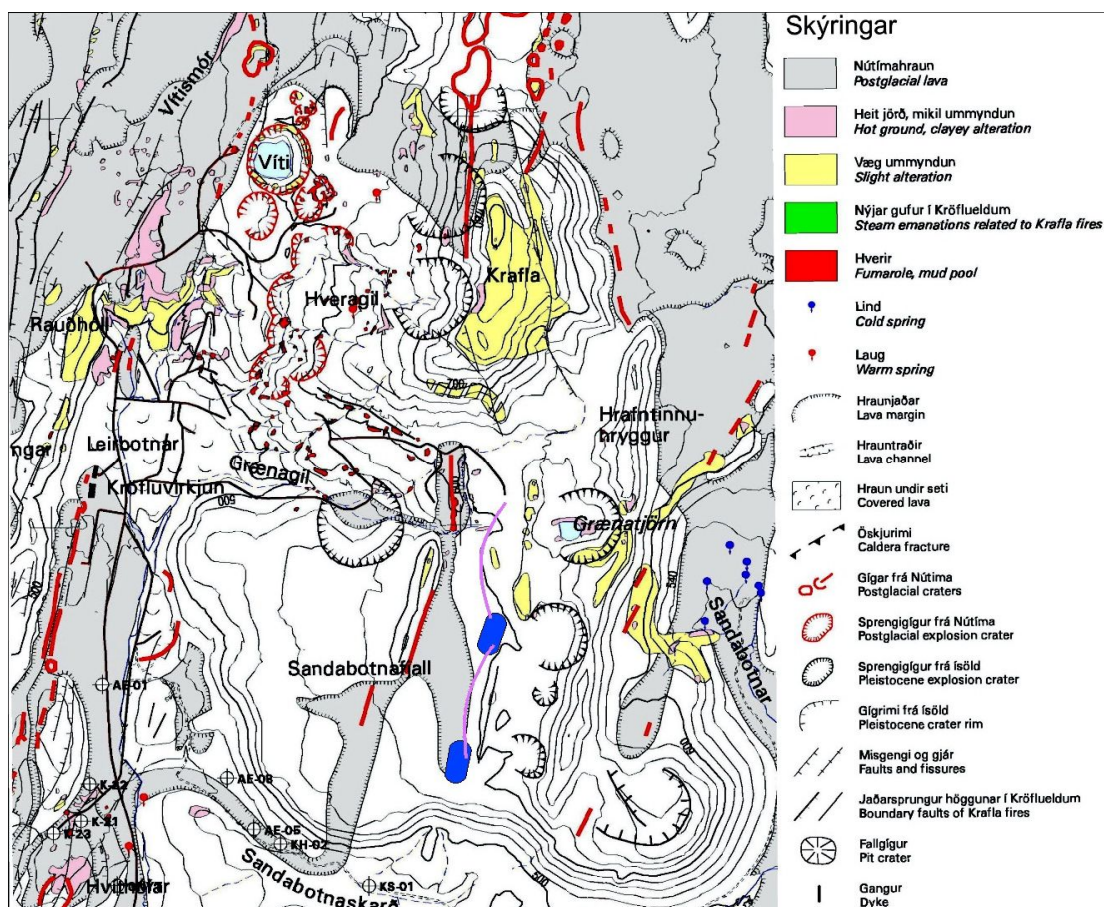
Í ákvörðun Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun er óskað eftir að gerð verði grein fyrir og mat lagt á þann valkost að staðsetja borsvæði fjær Hrafninnuhrygg, það er í að minnsta kosti 500 m fjarlægð frá fjallsrótum. Ástæða þessarar óskar er sú að Náttúrufræðistofnun Íslands telur óviðunandi að fara í slíka framkvæmd svo nálægt merkri jarðfræðimyndun sem Hrafninnuhryggur er og taldi stofnunin að hryggurinn þyrfti helgunarsvæði sem væri ekki minna en 500 m frá fjallsrótum. Bæði Umhverfisstofnun og Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ) hafa lagt til að Hrafninnuhryggur verði friðaður.

Í tengslum við framangreint álit um fjarlægð borsvæða frá Hrafninnuhrygg telur Skipulagsstofnun eðlilegt að gerð sé grein fyrir þeim valkosti að bora frá þeim borteigum sem þegar eru til staðar í grennd við svæðið, það er borteigum K-17 og K-18.

Hér á eftir verður gerð nánari grein fyrir vali á staðsetningu borsvæða á Sandabotnafjalli (sjá mynd 4.1) með hliðsjón af þeim fjarlægðarviðmiðum sem NÍ leggur til og því að bora frá nálægum borteigum. Einnig verður fjallað um kosti sem skoðaðir hafa verið á aðkomuleiðum að fyrirhuguðum borsvæðum og legu lagna frá þeim.

Boranir frá nálægum borsvæðum

Holur K-17 og K-18 á svokölluðu Suðurhlíðasvæði, staðsettar í norðurkanti Sandabotnafjalls, stóðust ekki væntingar og var því ákveðið að prófa svæði í Sandabotnaskarði. K-17 reyndist vera viðsnúin og sveiflast í afli vegna samspils vatnsríkra æða djúpt í holunum og hávermisæða ofar. Hóla K-18 er áberandi kaldari í efstu 1.000 m en aðrar vinnsluholur í Suðurhlíðum og þar neðan við hækkar hitinn rólega. Jafnframt er holan með mjög lélega vatnslekt í vinnsluhlutanum. Í Sandabotnaskarði, þegar borhóla KS-01 var prófuð, komu fram vísbendingar um betri lekt jarðlaga á sprungurein sem liggur samsíða Hrafninnuhrygg. Sprungureinin liggur samsíða hryggnum og næsta hrygg vestan við hann og á milli þeirra er sprengigígargöð (sjá sprengigígargöð frá Grænutjörn vestan til í Hrafninnuhrygg á mynd 5.2).



Mynd 5.2 Hluti af korti af Kröflusvæðinu sem sýnir dreifingu jarðhita, staðsetningu gossprungna, giga og jarðhnika (tektónik) (gögn frá Landsvirkjun, mars 2009). Á myndina hafa verið sett inn fyrirhuguð borsvæði á Sandabotnafjalli og aðkomuvegur að þeim.

Líklegt er að umrótið í kringum sprengigígana og goshyggina sé ástæða betri lektar á því svæði en austan og vestan við. Þá er vandamál að leggja lagnir frá holu KS-01 að skiljustöð í Leirbotnum vegna hæðarmismunar. Staðsetning fyrirhugaðra borsvæða á Sandabotnafjalli, um 3-400 m vestan við Hrafninnuhrygg, gefur möguleika á að skáborá frá báðum svæðum með þeim hætti að mest allur vinnsluhluti holnanna verði innan framangreindrar lekareinar.

Af framangreindu má sjá að staðsetning fyrirhugaðra borsvæða uppi á Sandabotnafjalli er talin líklegust til árangurs. Lakur árangur borana frá borteigum í grennd við svæðið (K-17 og K-18) sýna hins vegar að ekki er fýsilegt að bora þaðan.

Fjarlægð frá Hrafninnuhrygg

Staðsetning borsvæðanna tveggja uppi á Sandabotnafjalli er valin með tilliti til þess að sem bestar líkur verði á árangri borana. Til að hafa borsvæðin sem minnst sýnileg var valið að staðsetja þau við nyrðri og syðri enda lágs hryggjar, vestan Hrafninnuhryggjar. Með þessari staðsetningu eru borsvæðin minna áberandi, séð frá Hrafninnuhrygg, en ef þau eru færð vestar, út á flatann sem þar er (**mynd 5.3**, myndatökustaður 1 á **mynd 5.1**). Á **mynd 5.4** má enn fremur sjá afstöðu borsvæðanna til Hrafninnuhryggjar ásamt tveimur þversniðum og einu langsniði.

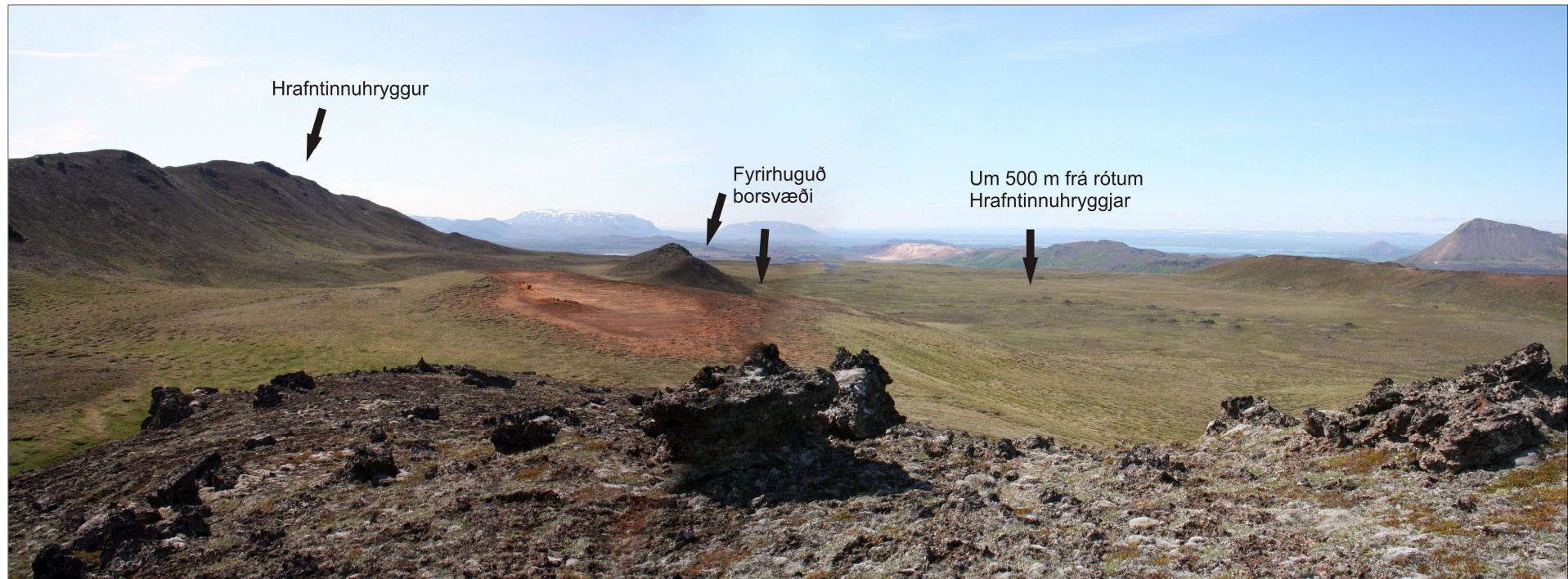
Að mati framkvæmdaraðila hafa fjarlægðarviðmið ekki afgerandi áhrif á verndargildi Hrafninnuhryggjar og koma fyrirhuguð borsvæði ekki til með að spilla fyrir hugmyndum um friðun hryggjarins. Ef svæðin yrðu færð 200 m vestar væru þau á opnara svæði og þar með meira áberandi, séð frá Hrafninnuhrygg (**mynd 5.3**, myndatökustaður 1 á **mynd 5.1**).

Aðkomu- og lagnaleiðir

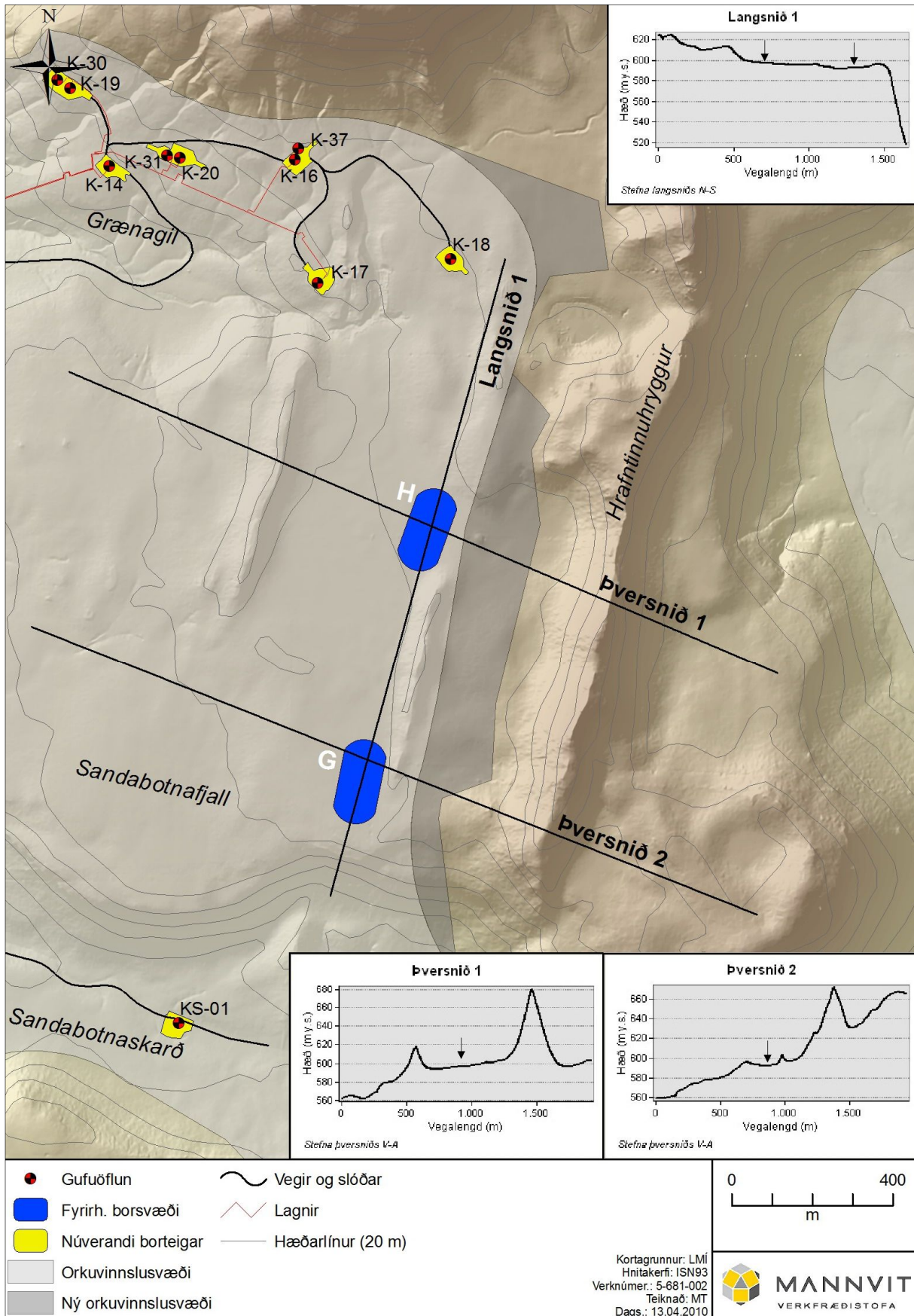
Í tillögu að matsáætlun voru lagðir fram tveir valkostir á aðkomuleið að fyrirhuguðum borsvæðum uppi á Sandabotnafjalli.

Valkostur 1 er að fara upp úr Grænagili út frá núverandi vegi (**mynd 5.5**). Slóðin lægi fyrst um 1,5 km leið upp úr gilinu að syðra borsvæðinu og um 0,5 km eru á milli borsvæðanna. Helstu kostir þessarar legu eru greiðara aðgengi að borsvæðunum þar sem engar krappar beygjur eru á leiðinni né borteigar sem þarf að fara um. Á þessari leið eru snjóþyngsli álitin minni en á núverandi leið um borteiga K-14, K-16 og K-18. Ókostir þessarar leiðar eru að vegslóðin færi inn á óraskað svæði í Grænagili og á Sandabotnafjalli og kæmi til með að sjást frá útsýnispalli, norðan Kröflustöðvar.

Valkostur 2 er að fara núverandi leið upp að borholu K-18 en þaðan út á fjallið að fyrirhuguðum borsvæðum (**mynd 5.5**). Um 0,7 km eru að nyrðra borsvæðinu og um 0,5 km þaðan að syðra borsvæðinu. Helstu kostir við valkost 2 eru að veglínan kemur ekki til með að sjást af útsýnispalli, norðan Kröflustöðvar auk þess að vera ódýrari en valkostur 1. Ókostirnir eru þeir að snjóþyngsli geta verið töluverð á þessari leið eins og fram hefur komið og farið er um óraskað svæði frá holu K-18. Aðgengi að borsvæðunum er ekki jafn greitt og samkvæmt valkosti 1 þar sem krappar beygjur eru á núverandi vegi auk þess sem farið yrði um núverandi borteiga K-14, K-16 og K-18.



Mynd 5.3 Ljósmynd tekin til suðurs (myndatökustaður 1 á mynd 5.1). Hrafninnuhryggur er vinstra megin á myndinni. Vinstra megin við miðju er lági hryggurinn en undir honum að sunnan- og norðanverðu eru fyrirhuguð borsvæði staðsett. Vestan við lága hrygginn sést hve landið er flatt. Borsvæði þar yrðu því töluvert meira áberandi en við lága hrygginn.



Mynd 5.4 Afstaða fyrirhugaðra borsvæða uppi á Sandabotnafjalli til Hrafninnuhryggjar. Örvarnar á sniðmyndunum sýna staðsetningu borsvæðanna.



Mynd 5.5 Valkostir aðkomuleiðar að fyrirhuguðum borsvæðum uppi á Sandabotnafjalli. Á myndinni er einnig sýnd fyrirhuguð lagnaleið meðfram vegi á milli borsvæða og áfram meðfram valkosti 2a og þaðan að holu K-17.

Að teknu tilliti til kosta og galla framangreindra valkosta er ráðgert að aðkomuleið verði samkvæmt valkosti 2. Reyndar er lítil útfærslubreyting á leiðinni, svokallaður valkostur 2a sem ætlunin er að fara. Ástæða þess er sú að reynt er að hafa lagnaleiðir og vegi samhliða þar sem það er mögulegt til að lágmarka rask vegna slíkra mannvirkjabelta. Með því að færa veglínuna vestur fyrir litla hæð næst betri samnýting, það er lögn frá borsvæðunum er þá lengur samhliða veginum. Lögnin getur hins vegar ekki fylgt veginum alla leið vegna þess að hana má ekki leggja upp í mótí. Leiðir skiljast því norðan við nyrðra borsvæðið, vegurinn liggur að borplani K-18 en lögnin að borplani K-17 og þaðan samhliða núverandi lögn að skiljustöð.

5.1.2 SVÆÐIÐ NORÐAN VÍTIS OG LAGNALEIÐIR

Tvö borsvæði eru fyrirhuguð norðan Vítis (sjá mynd 4.1). Frá þeim þarf að leggja lagnir að nýrri skiljustöð í Leirbotnum (sjá kafla 4.2.2). Hér á eftir verður fjallað um staðsetningu borsvæðanna með hliðsjón af nálægð við Víti og greint frá mögulegum lagnaleiðum frá þeim.

Staðsetning borsvæða

Staðsetning borsvæðanna norðan Vítis (sjá mynd 4.1) er valin með tilliti til þess að kanna frekar álitlegt svæði sem viðnámsmælingar hafa leitt í ljós þar norður undan. Á þessu svæði er sléttlendi og því lítið sem skyggir á sýn fyrirhugaðra borsvæða og mannvirkja ef gengið er upp á norðurbrún Vítis (sjá kafla 9.7). Æskilegt er talið að vera ekki of nálægt jafn merkri jarðfræðimyndun sem Víti er. Staðsetningin miðar

að því að raska ekki jarðmyndunum, eldhrauni og öðrum þáttum sem vert er að vernda en jafnframt að hámarka árangur borana út frá jarðhitafræðilegu sjónarmiði. Borsvæðin eru staðsett 6-700 m norður af Víti. Fjarlægð til sprengigíga sem mynduðust um leið og megingígurinn Víti er eitthvað minni en þó vel frá mörkum hverfisverndar sem mörkuð er um Víti.

Náttúrufræðistofnun Íslands hefur lagt til að mannvirki verði ekki nær Víti og tilheyrandi sprengigígum en 500 m samanber fjarlægðarviðmið borsvæða uppi á Sandabotnafjalli við Hrafninnuhrygg. Þó svo að fjarlægð til þeirra gíga sem næstir eru sé minni en 500 m telur framkvæmdaraðili fyrirhugaða staðsetningu borsvæðanna norðan Vítis ekki hafa afgerandi áhrif á verndargildi Vítis þar sem fjarlægðin að megingígnum er talsvert meiri. Þá munu ferðamenn eingöngu sjá svæðin af norðurbrún Vítis (**mynd 5.6**, myndatökustaður 2 á **mynd 5.1**, horft til norðurs) en við útsýnispallinn á vesturbrún Vítis sést ekki norður fyrir gígbarminn. Til samanburðar má geta þess að töluvert lengra er að fyrirhuguðum borsvæðum en að núverandi borsvæði, austsuðaustan við Víti (sjá **mynd 4.1**). Þá er álíka langt frá Víti í suðvestur að djúpborunarholunni (IDDP-1) og er frá fyrirhuguðum borsvæðum að næstu gígum, norðan Vítis (**mynd 5.7**, myndatökustaður 3 á **mynd 5.1**, horft til suðvesturs).



Mynd 5.6 Ljósmynd tekin af norðurbrún Vítis (myndatökustaður 2 á **mynd 5.1**, horft til norðurs). Á myndina hafa fyrirhuguð borsvæði verið sett inn og mögulegar lagnaleiðir frá þeim.



Mynd 5.7 Djúpborunarahola (IDDP-1), séð frá útsýnispalli á vesturbrún Vítis (myndatökustaður 3 á mynd 5.1, horft til suðvesturs).

Eins og sjá má á mynd 5.8 hefur vestara borsvæðið verið fært frá upphaflegri tillögu lítið eitt til norðurs. Þar er land sléttara auk þess sem svæðið er þá ekki fast við gígmmyndun sem þarna er. Austara borsvæðið hefur einnig verið fært lítið eitt frá upphaflegri tillögu. Færsla þess er til austurs upp að brekkurótunum sem þar eru. Gerð var athugun á því að færa svæðið upp í hlíðina með það að markmiði að leggja lagnir frá því austur fyrir Víti. Það reyndist hins vegar ekki tæknilega mögulegt eins og sjá má á appelsínugulu línunni, sem er jafnhalla lína, til að ná rennsli þessa leið. Borsvæðið hefði því þurft að færa sunnar og austar, út fyrir orkuvinnslusvæðið, til að þessu markmiði yrði náð.

Lagnaleiðir

Eins og sjá má á mynd 5.8 hafa verið kannaðar mismunandi lagnaleiðir vestan Vítis. Um er að ræða tvær meginleiðir, leið A og leið B. Leið A liggur meðfram aðkomuvegi að borsvæðunum og áfram meðfram veginum upp að Víti. Leið B er vestar, ofan í slakka sem misgengisstallur myndar við Vítismó. Þaðan er farið meðfram slakkanum til suðurs og vestur fyrir djúpborunaraholuna (IDDP-1).

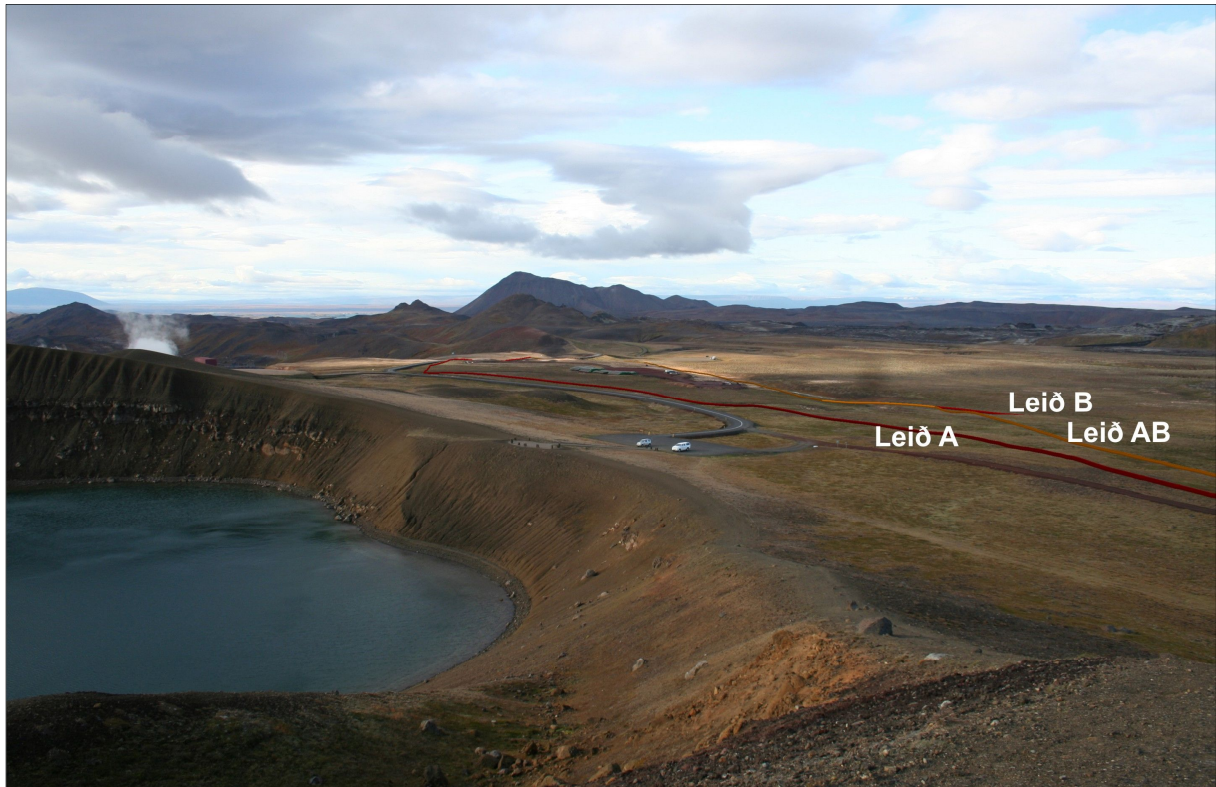
Helstu kostir leiðar A er að lögnin er þar að mestu leyti meðfram núverandi vegi, land tiltölulega slétt og rask á landi því í lágmarki. Lögnin kemur hins vegar til með að verða vel sýnileg ferðamönnum á leið upp að Víti og eins frá útsýnispallinum á vesturbrún gígsins (myndir 5.9 til 5.12).



Mynd 5.8 Yfirlitsmynd sem sýnir breytta staðsetningu fyrirhugaðra borsvæða norðan Vítis frá upphaflegri tillögu. Þrír kostir á lagnaleið eru sýndir auk þess sem appelsínugula línan austast á myndinni sýnir hversu langt þarf að fara til að ná halla á lögnum austur fyrir Víti.

Með leið B er reynt að vera fjær Víti og meira í hvarfi við misgengisstallinn sem þar er. Þetta markmið næst ágætlega þar til komið er á móts við útsýnispallinn á vesturbrún Vítis (**myndir 5.9, 5.12 og 5.13**). Með leið B er rask á landi hins vegar talsvert meira en eftir leið A þar sem lögnin liggur niður og í halla á fyrri hluta leiðarinnar. Þá þarf að leggja þarf vinnuslóð meðfram allri lögninni.

Til greina kemur einnig að fara bil beggja leiða, það er fyrst eftir leið A sem sveigir yfir á leið B þegar komið er á móts við norðurbrún Vítis. Með þessum valkosti er lögnin áfram vel sýnileg frá útsýnispallinum við vesturbrún Vítis. Hún liggur þó heldur fjær auk þess sem hún er þá ekki ofan í aðkomuveginum að Víti (**myndir 5.9, 5.12 og 5.13**).



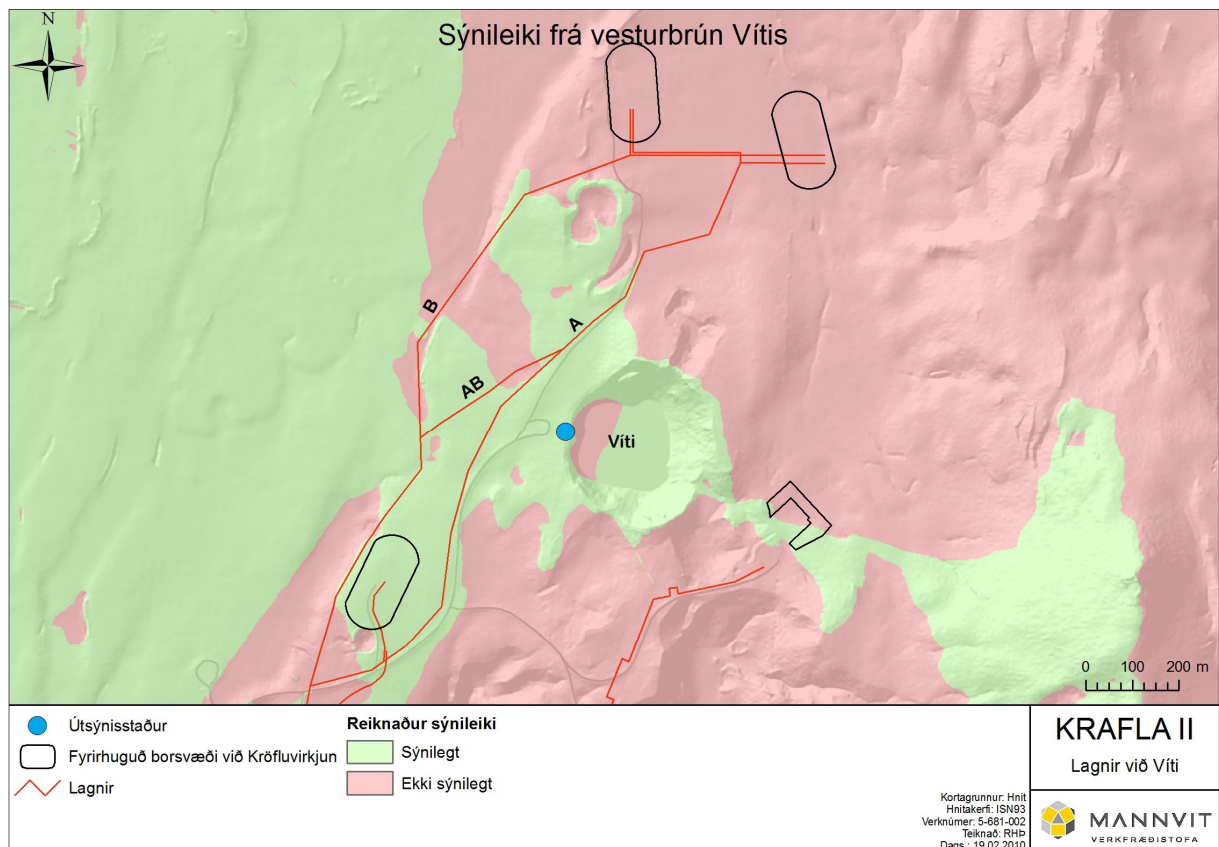
Mynd 5.9 Ljósmynd af norðurbrún Vítis (myndatökustaður 2 á mynd 5.1, horft til suðvesturs). Lagnaleið A er næst vegi en B fjær þar sem hún kemur undan misgengisstallinum. Á myndinni sést einnig hvar leið A sveigir yfir á leið B (leið AB). Lagnirnar eru hafðar í áberandi litum til glöggvunar.



Mynd 5.10 Ljósmynd af útsýnispalli við vesturbrún Vítis (myndatökustaður 3 á mynd 5.1, horft til suðvesturs). Rauða línan sýnir hvar lögn færi meðfram vegi (leið A). Fjær sér í lagnaleið B. Lagnirnar eru hafðar í áberandi litum til glöggvunar.



Mynd 5.11 Ljósmynd af útsýnispalli við vesturbrún Vítis (myndatökustaður 3 á mynd 5.1, horft til vesturs) í átt að Leirhnjúki. Rauða línán sýnir hvar lögn færi meðfram vegi (leið A). Lögnin er höfð í áberandi lit til glöggvunar.



Mynd 5.12 Sýnileiki frá útsýnispalli við vesturbrún Vítis til lagnaleiða A, B og AB.



Mynd 5.13 Ljósmynd af útsýnispalli við vesturbrún Vítis (myndatökustaður 3 á mynd 5.1, horft til vesturs) í átt að Leirhnjúki. Rauðbrúna línun sýnir hvernig leið AB færi neðar í landi heldur en með leið A (mynd 5.11). Með leið B sér fyrst í lögnina þar sem hún verður appelsínugul. Lögnin er höfð í áberandi litum til glöggvunar.

Eins og sjá má á mynd 5.12 sér í lögnina samkvæmt leið B þar sem hún kemur undan misgengisstallinum og áfram þar sem hún liggur til suðurs, vestur fyrir djúpborunarholuna (IDDP-1). Þar hverfur sýn til hennar á ný. Sýnileiki leiðar B frá Víti er því töluvert minni en leiðar A (sjá myndir 5.11 og 5.13, myndatökustaður 3 á mynd 5.1, horft til vesturs). Á mótí kemur að rask á landi er töluvert meira þar sem leggja þarf vinnuveg meðfram lögninni megnið af þessari leið auk þess sem farið er út á svæði sem að öðrum kosti væri óraskað. Sé horft að Víti frá Leirhnjúki kemur lögnin til með að sjást, sama hvaða leið verður valin (mynd 5.14, myndatökustaður 4 á mynd 5.1). Fjarlægðin er hins vegar það mikil að þar skiptir meira máli litur og áferð á lögninni heldur en hvaða leið verður valin.



Mynd 5.14 Ljósmynd af göngustíg að Leirhnjúki, séð til austurs að Kröflu (myndatökustaður 4 á mynd 5.1). Á myndinni sést lagnaleið AB. Lögnin er höfð í áberandi lit til glöggvunar.

Niðurstaða

Samanburður á lagnaleiðum A, B og AB lýtur að ásýnd og raski á landi og gróðri. Helstu niðurstöður eru dregnar fram í **töflu 5.1**.

Tafla 5.1 Samanburður lagnaleiða A, B og AB.

Umhverfispáttur	Lagnaleið A	Lagnaleið B	Lagnaleið AB
Ásýnd	Sést vel frá aðkomuvegi að Víti og frá Víti vegna nálægðar.	Sést lítið frá vegi og að hluta til frá Víti.	Sést frá aðkomuvegi að Víti þar sem lögnin liggur niður slakkann, vestan Vítis, og að hluta til frá Víti.
Rask	Lítið rask þar sem ekki þarf að leggja vinnuslóð meðfram lögn auk þess sem land er tiltölulega slétt.	Talsvert rask þar sem lögnin liggur niður og í halla á fyrri hluta leiðarinnar. Leggja þarf vinnuslóð meðfram lögninni.	Nokkurt rask þar sem leggja þarf vinnuslóð meðfram lögninni að hluta.

Eins og sjá má í **töflu 5.1** vega ásýndaráhrif frá Víti mest á lagnaleið A. Á mótí kemur að jarðrask er minnst á þeirri leið. Ásýndaráhrifin eru lágmörkuð með lagnaleið B en á þeirri leið yrði jarðrask talsvert meira. Með lagnaleið AB er farið bil beggja hvað varðar áhrif vegna ásýndar og jarðrasks.

5.2 NÚLLKOSTUR

Þær hugmyndir sem settar eru fram í kafla 4 miðast við að lágmarka fjölda borsvæða eins og kostur er og hlífa þannig Kröflusvæðinu að stórum hluta. Í svæðisskipulagi háhitasvæða er umfang nýrra orkuvinnslusvæða takmarkað verulega í þessum tilgangi. Því er til að mynda ekki unnt að bora vestan og norðan við Leirhnjúk né í Vítismó, en ef eingöngu er tekið tillit til jarðhitafræðilegra sjónarmiða liggur beinast við að kanna þessi svæði nánar.

Vegna þeirra takmarkana sem staðsetningu borsvæða eru settar koma aðrir staðarvalskostir ekki til greina. Ef hins vegar boranir á svæðinu gefa ekki góða raun eða ef ekki reynist markaður fyrir orkuna gæti farið svo að ekki yrði virkjað frekar á Kröflusvæðinu. Í því tilviki er um svokallaðan núllkost að ræða, það er ekkert frekar yrði aðhafst á svæðinu umfram viðhaldsboranir fyrir núverandi orkuvinnslu.

Með núllkosti kemur ekki til aukins útstreymis jarðhitalofttegunda og magn skiljuvatns breytist lítið. Á móti kemur að samfélagsleg áhrif tengd iðnaðaruppbyggingu í Þingeyjarsýslum og á landsvísu verða af hugsanlegum efnahagslegum ávinningi af framkvæmdum og orkunýtingu. Án frekari orkuvinnslu á Kröflusvæðinu mun auk þess draga úr rannsóknum á svæðinu. Á Kröflusvæðinu myndi þar með tapast einstakt tækifæri til áframhaldandi rannsókna sem án alls efa myndu bæta umtalsvert þekkingu manna á eðli jarðhitakerfa.

5.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ KOSTI OG AÐRAR ÚTFÆRSLUR OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA

Umhverfisstofnun telur að ekki eigi að koma fleiri mannvirkjum fyrir í sjónlínu milli Leirhnjúks og Vítis eða norðan við Víti. Vísar stofnunin til þess að staðsetning borsvæðanna sé innan þeirra fjarlægðarviðmiða sem Náttúrufræðistofnun Íslands lagði til, það er að mannvirki verði ekki staðsett nær Víti og tilheyrandi sprengigígum en 500 m. Þá sé staðsetning borsvæðanna einnig innan þess svæðis sem Umhverfisstofnun lagði til að verði friðlýst, það er svæðið „Leirhnjúkur, Hverir (Hverarönd) við Námafjall og Eldá“. Telur stofnunin að borsvæðin ásamt mannvirkjum sem þeim tengjast muni breyta ásýnd svæðisins verulega og nýjar leiðslur verða á svæðinu milli Leirhnjúks og Vítis sem nú sé svo til laust við mannvirki. Orðrétt segir um Víti og aðra sprengigíga í umsögn Umhverfisstofnunar:

„Fyrirhugað er samkvæmt tillögu framkvæmdaraðila að tvö ný borsvæði verði norðan Vítis. Fram kemur í frummatsskýrslu að staðsetning þeirra sé valin með tilliti til þess að kanna frekar álitlegt svæði sem viðnámsmælingar hafi leitt í ljós þar norður undan. Samkvæmt framangreindu fela boranir á þessum borsvæðum í sér könnun á svæðunum og því óvíst með árangur fyrirhugaðra borana. Dæmi eru um að svæði sem hafa verið talin álitleg til borana og jarðhitanýtingar hafi ekki reynst gjöful, sbr. rannsóknaboranir á Vestursvæði við Kröflu. Það vekur upp spurningar hvernig brugðist verður við ef ekki reynist unnt að afla nægrar orku á þessum svæðum í samræmi við áætlanir framkvæmdaraðila.“

Í bréfi Náttúrufræðistofnunar Íslands til Umhverfisstofnunar, dags. 12. janúar 2009, varðandi verndargildi jarðmyndana á á fyrirhuguðum borsvæðum við Kröflu, segir m.a.: „Ummerki um einn athyglisverðan þátt Mývatnselda er sprengigigurinn Víti en hann og Víti í Öskju eru einu gígarnir af þessu tagi sem þekkt er með vissu að hafi myndast eftir að landið byggðist. Samkvæmt Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 á svo að heita að Víti njóti hverfisverndar en verndarmörkin eru dregin fast við jaðra megingígsins þannig að hann fær engan veginn notið sín ef framkvæmdir ganga nærri honum eins og þegar hefur reyndar gerst með borteig fast austsuðaustan við

gíginn. Við Víti eru einnig minni sprengigígar sem myndast hafa um leið og megingígurinn og eru þeir óaðskiljanlegur hluti af þessari jarðmyndun. Tryggja þarf að ekki verði fleiri mannvirkjum komið fyrir fast upp við sprengigígana og leggur Náttúrufræðistofnun til að ekki verði staðsett mannvirki nær Víti og tilheyrandi sprengigígum en 500 m.“

Staðsetning borsvæðanna er einnig innan svæðis sem Umhverfisstofnun hefur lagt til að verði friðlýst, þ.e. svæðið „Leirhnjúkur, Hverir (Hverarönd) við Námafjall og Eldá“, en það nær frá hverasvæðinu við Námafjall sunnan við Þjóðveg allt norður fyrir Hrutafjöll. Meðal jarðmyndana innan svæðisins eru Dalfjall, Þríhyrningar, Víti, Hveragil, Leirhnjúkur, Leirhnjúkshraun, Hvannstóð og Eldá. Svæðið hefur mikið verndargildi, einkum vegna jarðmyndana, landmótunar (s.s. eldvirknisprungna og gliðnunar), landslags, útivistar og fræðslugildis. Tillaga Umhverfisstofnunar um friðlýsingu er sett fram í samræmi við ákvæði til bráðabirgða í lögum nr. 97/2004 um verndun Mývatns og Laxár í S-Þingeyjarsýslu.

Umhverfisstofnun hefur ítrekað gert athugasemdir við stækkun orkuvinnslusvæðis við Kröflu á Vestursvæði, við Leirhnjúk, við Víti og á Sandabotnasvæðinu, sbr. umsagnir stofnunarinnar við tillögur að breytingum á aðalskipulagi Skútustaðahrepps og svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum. Svæðið við Kröflu er fjölsóttur ferðamanna staður, en þangað koma þúsundir ferðamanna árlega. Fyrst og fremst eru það jarðhitasvæðið við Leirhnjúk og Víti sem laða ferðamenn að svæðinu. Að mati stofnunarinnar hefur stækkun orkuvinnslusvæðis við Víti frá því sem þegar hefur verið samþykkt í mati á umhverfisáhrifum, sbr. stækkun Kröfluvirkjunar um allt að 40 MW, neikvæð áhrif á svæði sem hefur náttúruverndargildi og nýtingu þess til útivistar og ferðamennsku. Með fyrirhuguðum borunum á nýjum svæðum norðan Vítis verður Víti, sem er merk jarðmyndun og þúsundir ferðamanna skoða á ári hverju, nánast umlukið með mannvirkjum og orkuvinnslusvæði. Borsvæðin ásamt mannvirkjum sem þeim tengjast munu breyta ásynnd svæðisins verulega og nýjar leiðslur verða á svæðinu milli Leirhnjúks og Vítis sem nú er svo til laust við mannvirki. Umhverfisstofnun telur að ekki eigi að koma fleiri mannvirkjum fyrir í sjónlínu milli Leirhnjúks og Vítis eða norðan við Víti.

Umhverfisstofnun telur einnig vert að hafa í huga að hávaðamengun frá borum og borholum í blæstri hefur neikvæð áhrif á upplifun fólks svæðinu, sbr. umfjöllun um hljóðvist hér á eftir. Boranir á borteig suðaustan við Víti og á Vestursvæði hafa leitt í ljós að hávaði vegna borunar borhola og vegna borhola í blæstri veldur ferðamönnum ónæði en hávaði frá borholu K-34 við Víti hafði til dæmis truflandi áhrif á suma ferðamenn meðan holan var í blæstri, sjá einnig umfjöllun um hljóðstig hér á eftir.“

Framkvæmdaraðili bendir á að öll fyrirhuguð borsvæði eru innan afmarkaðs orkuvinnslusvæðis samkvæmt staðfestu svæðisskipulagi og því í samræmi við stefnu sveitarfélagsins um landnotkun á svæðinu. Framkvæmdaraðili ítrekar einnig afstöðu sína sem fram kemur í kafla 5.1.2 um að staðsetning borsvæðanna norðan Vítis hafi ekki afgerandi áhrif á verndargildi Vítis þar sem fjarlægðin að megingígnum er talsvert meiri en 500 m fjarlægðarviðmið Náttúrufræðistofnunar Íslands. Þá komi ferðamenn eingöngu til með að sjá svæðin af norðurbrún Vítis. Lagnir frá borsvæðunum verða öllu meira sýnilegar en með skynsamlegu vali á lagnaleið, litavali og áferð ættu áhrif þess að vera lágmörkuð. Þá er hugsanlegt, eins og fram kemur í kafla 4.2.2 að setja upp jarðvegsmanir til að draga úr sýnileika ef það er talið æskilegt.

Framkvæmdaraðili vekur athygli á að svæðið sem Umhverfisstofnun hefur lagt til að verði friðlýst inniheldur ekki aðeins umrædd borsvæði heldur öll mannvirki núverandi Kröflustöðvar og fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.

Umhverfisstofnun vekur athygli á að samkvæmt mynd 5.3 verða borsvæðin við nyrðri og syðri enda Hrafninnuhryggjar eins og fram kemur í frummatsskýrslu. Borsvæði H sé þó ekki í hvarfi við hrygginn og aðeins nyrðri hluti borsvæðis G. Því megi gera ráð fyrir að fyrirhuguð staðsetning borsvæða verði sjáanleg frá Hrafninnuhrygg. Mat Umhverfisstofnunar er því að rétt sé að fara að tillögum Náttúru-

fræðistofnunar Íslands þess efnis að mannvirki verði í að minnsta kosti 500 m fjarlægð frá fjallsrótum. Stofnunin telur ekki rétt að þrengja að fyrirbærum sem hafa verndargildi. Orðrétt segir um Hrafninnuhrygg í umsögn Umhverfisstofnunar:

„Náttúrufræðistofnunin Íslands hefur bent á að Hrafninnuhryggur er ein athyglisverðasta myndunin innan Kröflumegineldstöðvarinnar, sbr. framangreint bréf stofnunarinnar til Umhverfisstofnunar dags. 12. janúar 2009. Hryggurinn er allur úr líparíti og þykir fersk hrafninnur úr Hrafninnuhrygg sérlega falleg.

Í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2006, *Hrafninnur í Hrafninnuhrygg, Hrafninnuskeri og Austurbjöllum*, er verndargildi hrafninnuhryggs talið mjög hátt. Að mati Náttúrufræðistofnunar Íslands er staðsetning fyrirhugaðra borteiga við Hrafninnuhrygg of nálægt þeirri merku jarðfræðimyndun sem hryggurinn er og telur stofnunin að Hrafninnuhryggur þurfi helgunarsvæði sem er ekki minna en 500 m frá fjallsrótum. Í frummatsskýrslu (bls. 45) kemur fram að staðsetning borsvæðanna tveggja uppi á Sandabotnafjalli er valin með tilliti til þess að sem bestar líkur verði á árangri borana. Þau hafi verið staðett við nyrðri og syðri enda lágs hryggjar, vestan Hrafninnuhryggjar, til að borsvæðin yrðu sem minnst sýnileg. Framkvæmdaraðili bendir á að þessi staðsetning geri það að verkum að borsvæðin verði minna áberandi, séð frá Hrafninnuhrygg, en ef þau verði færð vestar, út á flatann sem þar er. Í frummatsskýrslu segir einnig: „*Að mati framkvæmdaraðila hafa fjarlægðarviðmið ekki afgerandi áhrif á verndargildi Hrafninnuhryggjar og koma fyrirhuguð borsvæði ekki til með að spilla fyrir hugmyndum um friðun hryggjarins. Ef svæðin yrðu færð 200 m vestar væru þau á opnara svæði og þar með meira áberandi, séð frá Hrafninnuhrygg.*“

Umhverfisstofnun vekur athygli á að samkvæmt mynd 5.3 verða borsvæðin við nyrðri og syðri enda hryggjarins eins og fram kemur í frummatsskýrslu en borsvæði H þó ekki í hvarfi við hrygginn, sbr. einnig þversnið 1, og aðeins nyrðri hluti borsvæðis G. Því má gera ráð fyrir að fyrirhuguð staðsetning borsvæða verði sjáanleg frá Hrafninnuhrygg.

Að framansögðu er það mat Umhverfisstofnunar að rétt sé að fara að tillögum Náttúrufræðistofnunar Íslands þess efnis að mannvirki verði í a.m.k. 500 m fjarlægð frá fjallsrótum. Stofnunin telur ekki rétt að þrengja að fyrirbærum sem hafa verndargildi.

Umhverfisstofnun er sammála því vali framkvæmdaraðila að velja kost 2 fyrir aðkomuleið að borsvæðunum við Hrafninnuhrygg, þ.e. að vegur verði lagður frá borholu K-18, þar sem kostur 1 felur í sér veg um óraskað svæði í Grænagili og vegurinn kæmi til með að sjást frá útsýnispalli norðan Kröflustöðvar. Lögnin frá borsvæðunum mun þó ekki liggja meðfram veginum alla leið, sbr. umfjöllun í matsskýrslu, og því verða á kafla lagðir tveir vegir. Annars vegar 6 m breiður aðkomuvegur og hins vegar 4 m breiður vegur meðfram lögninni, sbr. umfjöllun um vegi í kafla 4.3.1 í frummatsskýrslu. Leiðir skiljast norðan við nyrðra borsvæðið og mun vegurinn liggja þaðan að borplani K-18 en lögnin að borplani K-17 og þaðan samhliða núverandi lögn að skiljustöð. Samkvæmt upplýsingum í frummatsskýrslu getur lögnin ekki fylgt aðkomuvegi að borsvæðum alla leið þar sem hana megi ekki leggja upp í móti. Umhverfisstofnun telur að rask aukist verulega með þessu fyrirkomulagi og telur að skoða eigi þann kost að grafa lögnina niður á kafla til að hægt verði að leggja hana alla leiðina meðfram aðkomuvegi. Þrátt fyrir að framkvæmdaraðili telji ýmislegt því til fyrirstöðu að leggja lagnir í jörð, sbr. umfjöllun þess efnis í frummatsskýrslu, hljóti að mega koma því við á stuttum köflum til að draga úr sjónrænum áhrifum og umfangi framkvæmdasvæðis.“

Framkvæmdaraðili bendir á að þó svo að fyrirhuguð borsvæði séu ekki algjörlega í hvarfi af litla hryggnum geti hryggurinn skyggt á svæðin eftir því hvaðan af Hrafninnuhrygg er horft. Tilgangurinn með þessari staðsetningu er að vera sem næst sprungusvæðinu sem stendur til að bora í, sem liggur vestan við Hrafninnuhrygg. Færsla borsvæðanna út á flatann dregur úr möguleikum á árangri. Einnig verða borsvæðin þá mun meira áberandi en ella.

Umhverfisstofnun er sammála vali framkvæmdaraðila á aðkomuleið að borsvæðunum við Hrafninnuhrygg, það er að vegur verði lagður frá borholu K-18. Lögnin frá borsvæðunum muni þó ekki liggja meðfram veginum alla leið, sbr. umfjöllun í matsskýrslu, og því verði á kafla lagðir tveir vegir. Annars vegar sé um að ræða 6 m breiðan aðkomuveg og hins vegar 4 m breiðan veg meðfram lögninni,

sbr. umfjöllun um vegi í kafla 4.3.1 í frummatsskýrslu. Leiðir skiljast norðan við nyrðra borsvæðið og mun vegurinn liggja þaðan að borplani K-18 en lögnin að borplani K-17 og þaðan samhliða núverandi lögn að skiljustöð. Samkvæmt upplýsingum í frummatsskýrslu getur lögnin ekki fylgt aðkomuvegi að borsvæðum alla leið þar sem hana megi ekki leggja upp í móti. Umhverfisstofnun telur að rask aukist verulega með þessu fyrirkomulagi og telur að skoða eigi þann kost að grafa lögnina niður á kafla til að hægt verði að leggja hana alla leiðina meðfram aðkomuvegi.

Framkvæmdaraðili bendir á að á þessum kafla þar sem fyrirhugaður aðkomuvegur að borsvæðunum og gufulögn skiljast að, er ekki þörf á slóð meðfram gufulögn. Ástæðan er sú að hægt er að þjónusta lögnina beggja megin frá, það er frá aðkomuveginum og frá borplani við holu K-17. Þetta kom ekki nógu skýrt fram í frummatsskýrslu.

Ef grafa ætti lögnina niður til að hún verði alla leiðina meðfram aðkomuvegi yrði um að ræða mikið jarðrask frá þeim stað þar sem ráðgert er að leiðir skiljist, að borplani K-18 og áfram meðfram núverandi vegi, að borplani K-16 og K-37. Áform um að leggja lögnina að borplani K-17 eru því skynsamlegri að mati framkvæmdaraðila og hefur í för með sér mun minni umhverfisáhrif. Eins og fram kemur í kafla 4.6 í viðbrögðum framkvæmdaraðila varðandi útlit og legu gufuveitu er um að ræða útfærsluatriði sem vinna þarf í nánú samráði við sveitarfélagið sem leyfisveitanda og eftirlitsaðila þegar þar að kemur.

Umhverfisstofnun segir fullyrðingu framkvæmdaraðila um að án frekari orkuvinnslu á Kröflusvæðinu dragi úr rannsóknum á svæðinu, villandi og að hún eigi vart heima í frummatsskýrslu. Bendir stofnunin á að hægt sé að stunda rannsóknir á jarðhitasvæðum án þess að til komi jarðhitanýting og telur að aukin nýting jarðhita geti vart verið forsenda fyrir áframhaldandi rannsóknum á Kröflusvæðinu. Þá sé ekki rökstutt hvers vegna rannsóknir á Kröflusvæðinu eru svo mikilvægar miðað við rannsóknir á öðrum jarðhitasvæðum hér á landi, sem og annars staðar í heiminum.

Hægt er að stunda rannsóknir á jarðhitasvæðum án þess að til komi jarðhitanýting. Hvatinn og fjármagnið í slíkar rannsóknir er hins vegar af skornum skammti án orkuvinnslu þar sem rannsóknir eru þá undirstaða og forsenda frekari nýtingar svæðisins. Ástæða mikilvægis rannsókna á Kröflusvæðinu er sú hve löng rannsóknasaga svæðisins er og áralöng reynsla af viðbrögðum kerfisins við þeirri vinnslu sem þar hefur verið stunduð.

Landvernd telur áform um borsvæði nálægt Hrafninnuhrygg, Víti og Leirhnjúk óásættanleg. Telja samtökin núverandi borsvæði nægja með skáborunum. Landvernd fer fram á að gerðar verði kröfur í ákvörðun Skipulagsstofnunar um breytingar á þessu, ella gerðar kröfur um samanburð á kostum hvað þennan þátt varðar.

Framkvæmdaraðili telur sig hafa fært rök fyrir mikilvægi staðsetningar umræddra borsvæða í kafla 5.1 og hafnar því alfarið að árangur borana yrði fullnægjandi með skáborunum af núverandi borsvæðum.

Jón Illugason gerir athugasemdir við staðsetningu borsvæðis uppi á Sandabotnafjalli. Hann telur framkvæmdir þar spilla ósnortnu útivistarsvæði og fögru útsýni frá Hrafninnuhrygg til Mývatns. Hvetur Jón til þess að þess í stað verði skáborunum beitt í auknum mæli á þessu svæði, frá þegar röskuðum svæðum, eftir því sem unnt er.

Eins og fram kemur í kafla 5.1.1 er staðsetning fyrirhugaðra borsvæða uppi á Sandabotnafjalli talin líklegust til árangurs. Lakur árangur borana frá borteigum í grennd við svæðið (K-17 og K-18) sýna hins vegar að ekki er fýsilegt að bora þaðan. Þá hafnar framkvæmdaraðili því að árangur borana yrði fullnægjandi með skáborunum eins og fram kemur hér á undan í svari við athugasemd Landverndar.

Í kafla 5.1.1 kemur einnig fram að staðsetning borsvæðanna við nyrðri og syðri enda lágs hryggjar, vestan Hrafnntinnuhryggjar, var valin með tilliti til þess að þau yrðu minna áberandi en ef þau væru færð vestar (sjá **mynd 5.2**).

6 FRÁVIK FRÁ MATSÁÆTLUN

Helstu frávik frá matsáætlun eru eftirfarandi:

- Hætt hefur verið við skiljustöð suðvestan við Rauðhól.
- Fallið hefur verið frá aðkomuleið upp að borsvæðum G og H á Sandabotnafjalli samkvæmt valkosti 1.
- Aðkomuleið upp á Sandabotnafjall samkvæmt valkosti 2 hefur verið hliðrað lítið eitt til vesturs á kaflanum frá holu K-18 að borsvæði H.
- Staðsetning borsvæða A og B, norðan Vítis, hefur verið endurskoðuð.

Hér á eftir verður greint frá ástæðu framangreindra frávika.

6.1 SKILJUSTÖÐ SUÐVESTAN VIÐ RAUÐHÓL

Með því að reisa skiljustöð suðvestan við Rauðhól, sem taka myndi við jarðhitavökva frá holum á borsvæðum C og D, var ætlunin að minnka álag á nýrri skiljustöð í Leirbotnum. Skiljustöðin þar yrði minni, lagnir færri og fyrirkomulag einfaldara. Nánari skoðun leiddi hins vegar í ljós að ýmsar flækjur verða samfara nýrri skiljustöð og sparnaður í lögnum var ofmetinn. Enn fremur var fyrirséð að óhagkvæmni yrði fólgin í að reka skiljustöðvar á tveimur stöðum. Vegna þessa var ákvörðun um skiljustöð suðvestan við Rauðhól endurskoðuð og ákveðið að aðeins yrði reist ný skiljustöð í Leirbotnum.

6.2 AÐKOMULEIÐ AÐ BORSVÆÐUM Á SANDABOTNAFJALLI

Eins og fram kom í kafla 5.1.1 eru helstu ókostir aðkomuleiðar að borsvæðum G og H uppi á Sandabotnafjalli þeir að vegslóðin færi inn á óraskað svæði í Grænagili og á Sandabotnafjalli og kæmi til með að sjást frá útsýnispalli, norðan Kröflustöðvar. Í ljósi þess var ákveðið að nýta frekar núverandi veg upp að holu K-18 þrátt fyrir að hann sé vegtæknilega verri vegna krappa beygja og snjóþyngsla auk þess sem þá er farið um núverandi borteiga K-14, K-16 og K-18. Frá borteig holu K-18 var einnig ákveðið að gera litla útfærslubreytingu á valkosti 2 með því að hliðra veglínunni lítið eitt til vesturs (sjá mynd 5.5). Ástæða þess var fyrst og fremst sú að hafa lagnaleið frá fyrirhuguðum borsvæðum uppi á Sandabotnafjalli sem lengst samhliða aðkomuvegi.

Nánari umfjöllun um þessi frávik er í kafla 5.1.1.

6.3 STAÐSETNING BORSVÆÐA NORÐAN VÍTIS

Staðsetning borsvæða A og B, norðan Vítis, er valin með tilliti til þess að kanna frekar álitlegt svæði sem viðnámsmælingar hafa leitt í ljós þar norður undan. Borsvæðin hafa verið færð lítið eitt frá því sem kynnt var í matsáætlun. Vestara svæðið (borsvæði A) var fært til norðurs á sléttara land og fjær gígum sem þarna eru. Austara svæðið (borsvæði B) var fært til austurs, upp að brekkurótunum til að halda fjarlægð milli svæðanna sem mestri og til að minnka áhrif á ásýnd þess.

Nánari umfjöllun um þessi frávik er í kafla 5.1.2.

7 SKIPULAG OG LANDNOTKUN

Orkuvinnslusvæðið við Kröflu er í Skútustaðahreppi. Hér á eftir er greint frá stöðu skipulags, landnotkunar og verndar á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði.

7.1 STAÐA SKIPULAGS

Á orkuvinnslusvæði Kröflustöðvar eru í gildi svæðisskipulag, aðalskipulag og deiliskipulag. Fyrirhuguð Kröfluvirkjun II kallar á breytingar á Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015 og deiliskipulagi fyrir Kröflusvæðið (sjá umfjöllun síðar í þessum kafla).

Svæðisskipulag

Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði Kröfluvirkjunar II er í gildi ein svæðisskipulagsáætlun, Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025, og er fyrirhuguð framkvæmd í samræmi við það skipulag. Hér er um að ræða fyrsta skipulag sinnar tegundar á Íslandi. Svæðisskipulagið markar sameiginlega stefnu viðkomandi sveitarstjórna um orkuvinnslu og vernd á jarðhitasvæðum í Þingeyjarsýslum. Skipulagið var unnið í samræmi við lög um umhverfismat áætlana. Við mótnun þeirrar stefnu sem fram kemur í skipulaginu var haft samráð við stofnanir, hagsmunaaðila og félagasamtök. Afmörkuð eru orkuvinnslusvæði byggt á niðurstöðum rannsókna, náttúrufars, náttúruverndar og menningarminja. Til áréttingar stefnu um vernd eru sett hverfisverndarákvæði vegna náttúru- og menningarminja. Jafnframt er mörkuð stefna um legu aðkomuvega og flutningslína.

Á mynd 7.1 er séruppráttur fyrir orkuvinnslusvæðið við Kröflu. Þar er fyrirhugað framkvæmdasvæði fyrir Kröfluvirkjun II skilgreint sem orkuvinnslusvæði. Umhverfisráðherra staðfesti svæðisskipulagið 16. janúar 2008.

Aðalskipulag

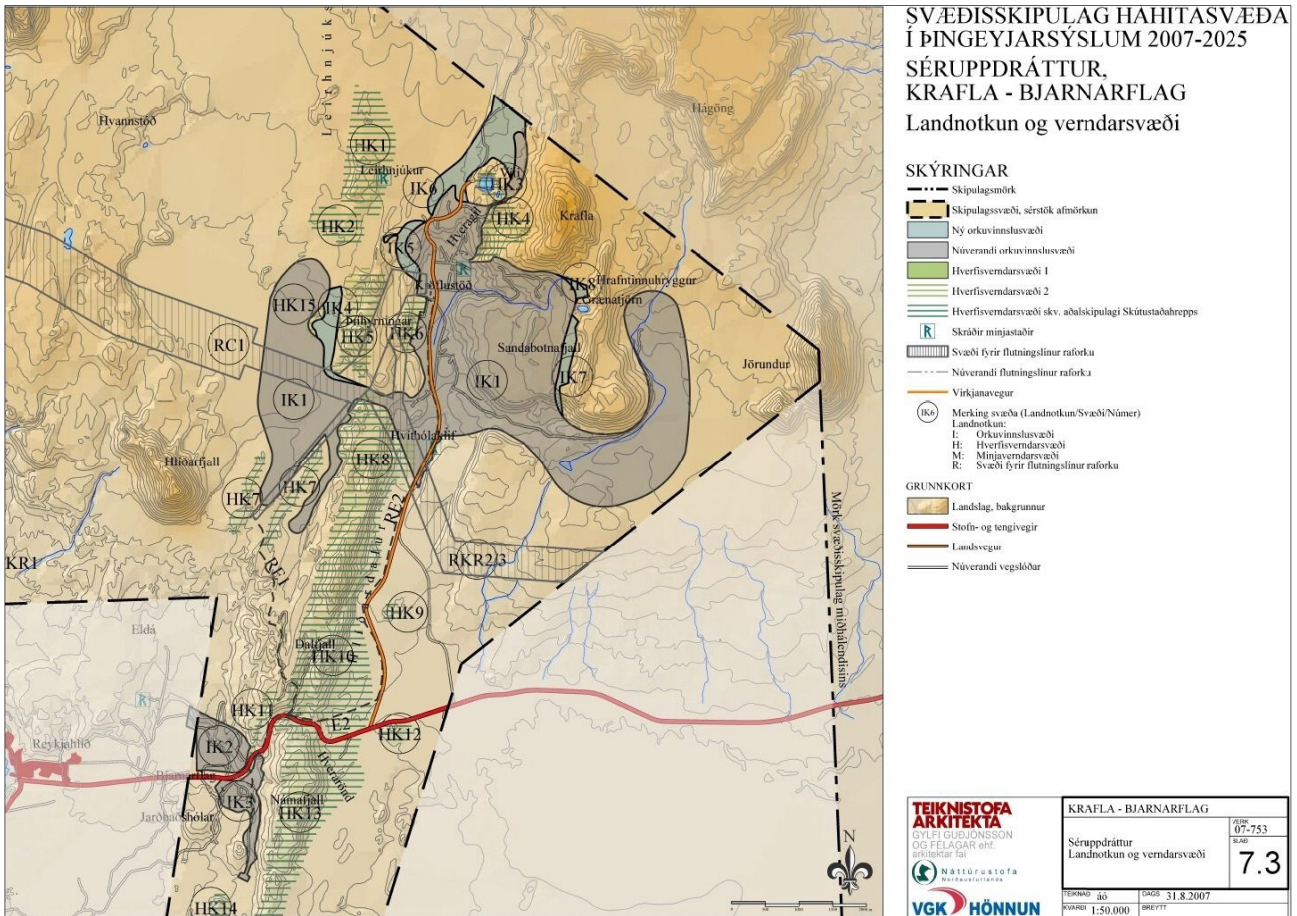
Aðalskipulag Skútustaðahrepps 1996-2015 var upphaflega staðfest 31. desember 1997. Eftirfarandi breytingar hafa verið gerðar á skipulaginu: Jarðbaðshólar 19. mars 2003, Kröflusvæðið 31. ágúst 2004 og Bjarnarflag 19. desember 2005.

Áform um aukna orkuvinnslu á Kröflusvæðinu og stækun orkuvinnslusvæðis kallaði á breytingu á Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015. Tillaga að aðalskipulagsbreytingu var auglýst í júlí 2009 og rann athugasemdatími út 7. september. Samkvæmt upplýsingum frá Skútustaðahreppi hefur samþykkt skipulagsbreyting verið send Skipulagsstofnun til yfirferðar. Skipulagið öðlast gildi við staðfestingu ráðherra að lokinni yfirferð Skipulagsstofnunar.

Með skipulagsbreytingunni voru gerðar breytingar á iðnaðar- og orkuvinnslusvæðum, hverfisverndarsvæðum, svæðum fyrir flutningslínur, efnistökusvæðum og skilgreindur nýr virkjunarvegur um Hólasand (Landslag ehf. og Mannvit hf., 2009).

Samráð var haft við Skútustaðahrepp um Kröfluvirkjun II og að stækka þyrfti orkuvinnslusvæðið í aðalskipulaginu. Breytingar í aðalskipulaginu á orkuvinnslusvæði við Kröflu og hverfisverndarsvæðum á svæðinu var í samræmi staðfest Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Einnig þyrfti að skilgreina og afmarka fleiri efnistökusvæði vegna fyrirhugaðrar framkvæmdar. Sett hefur verið inn ný efnisnáma í Sandabotnaskarði og önnur við Sandfell. Á mynd 7.2 er tillaga

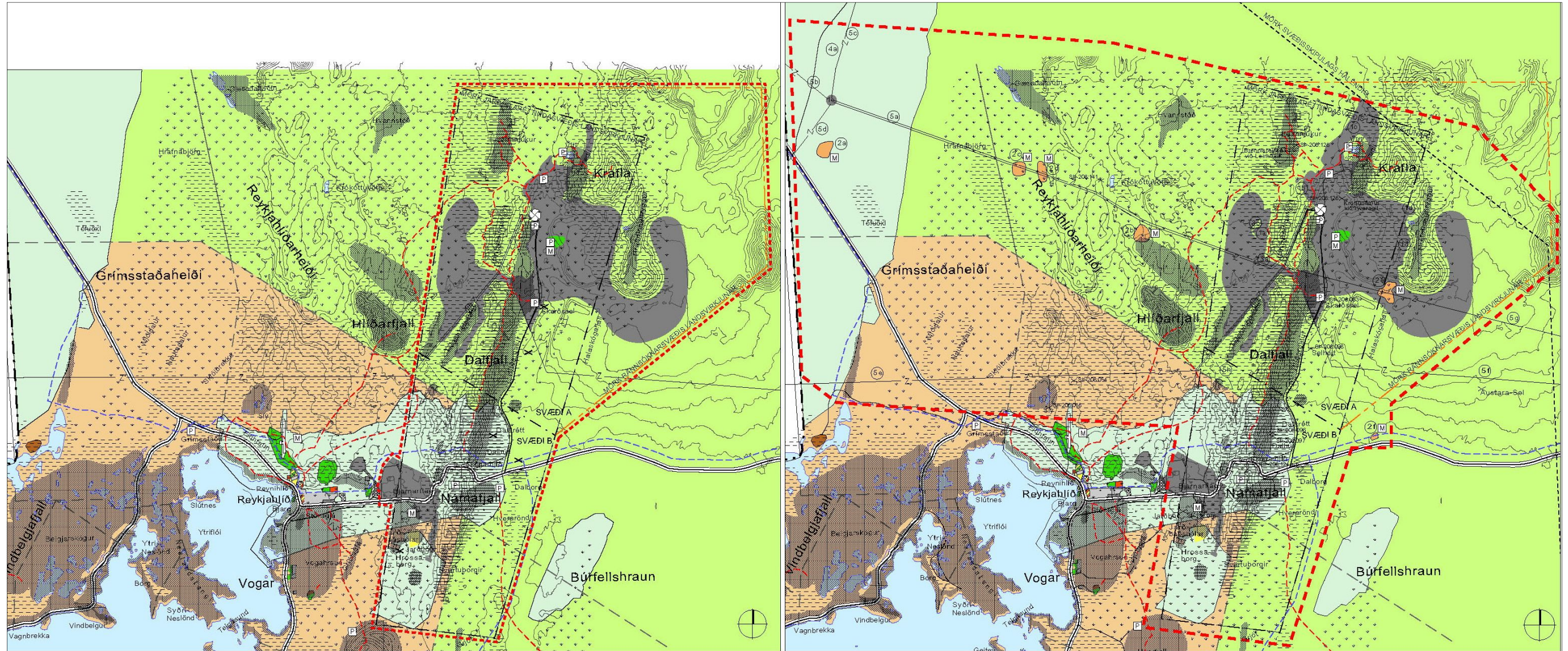
að breyttu aðalskipulagi sýnd og má þar sjá stækkað orkuvinnslusvæði við Kröflu og nýju efnistökusvæðin. Fyrirhuguð framkvæmd samræmist stefnu gildandi aðalskipulags og tillögu að breyttu aðalskipulagi um að nýta jarðhitaauðlindir.



Mynd 7.1 Séruppdráttur úr Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

Deiliskipulag

Gildandi deiliskipulag fyrir Kröflusvæðið er í samræmi við gildandi aðalskipulag, Aðalskipulag Skútustaðahrepps 1996-2015. Vegna stækkunar orkuvinnslusvæðis og framkvæmda við Kröfluvirkjun II þarf að breyta deiliskipulaginu svo það samræmist tillögu að breyttu aðalskipulagi. Sú vinna er að hefjast í samvinnu við Skútustaðahrepp og framkvæmdaraðila, Landsvirkjun.



Mynd 7.2 Hluti af uppdretti sem sýnir tillögu að breyttu Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015. Mörk skipulagsbreytinga eru afmörkuð með rauðri brotalínu (Landslag, 2009). Tillagan var auglýst í júní 2009.

7.2 LANDNOTKUN

Fyrirhuguð framkvæmd er í samræmi við núverandi landnotkun á orkuvinnslu-svæðinu við Kröflu. Á svæðinu fer fram orkuvinnsla og þangað liggur töluverður straumur ferðamanna. Kröflustöð er opin almenningi og í samvinnu við hagsmunaaðila hafa verið útbúin bílastæði og salernisaðstaða á svæðinu ásamt því sem reistir hafa verið tréþallar við leirhverina á Leirhnjúki til að bæta öryggi ferðamanna. Í næsta nágrenni Kröflustöðvar eru nokkrir vinsælir ferðamannastaðir, þar helst að nefna Víti og Leirhnjúk. Þá hafa gönguleiðir verið merktar og lagðar timbri þar sem álag er mikið vegna bleytu og átroðnings (sjá staðsetningu gönguleiða á mynd 7.3). Ýmis ferðafélög bjóða upp á skipulagðar gönguferðir/skíðagönguferðir á svæðinu og er algengt að vélsleðamenn fari þar um (sjá kafla 9.8 um samfélag).

Í svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum er gert ráð fyrir að þjónusta við ferðamenn verði fyrst og fremst utan fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis, til dæmis við Mývatn, Húsavík og Ásbyrgi. Á orkuvinnslusvæðum er þó heimilt að gera ráð fyrir aðstöðu og þjónustu fyrir ferðamenn og útivistarfólk.

7.3 VERND

Hverfisvernd

Í núgildandi Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015 eru afmörkuð hverfisverndarsvæði vegna náttúrufars og menningarminja (sjá mynd 7.3), alls fjórtán svæði. Í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 voru gerðar lítils háttar breytingar á afmörkun hverfisverndarsvæða og einu bætt við á Kröflusvæðinu, það er hrauntröð inni á Leirhnjúkshrauni, vestan Þríhyrninga (HK15). Tilgangur með hverfisvernd er að áréttu stefnu skipulagsáætlana og að draga úr hugsanlegum neikvæðum áhrifum. Hverfisvernd felur ekki í sér lögformlega friðun.

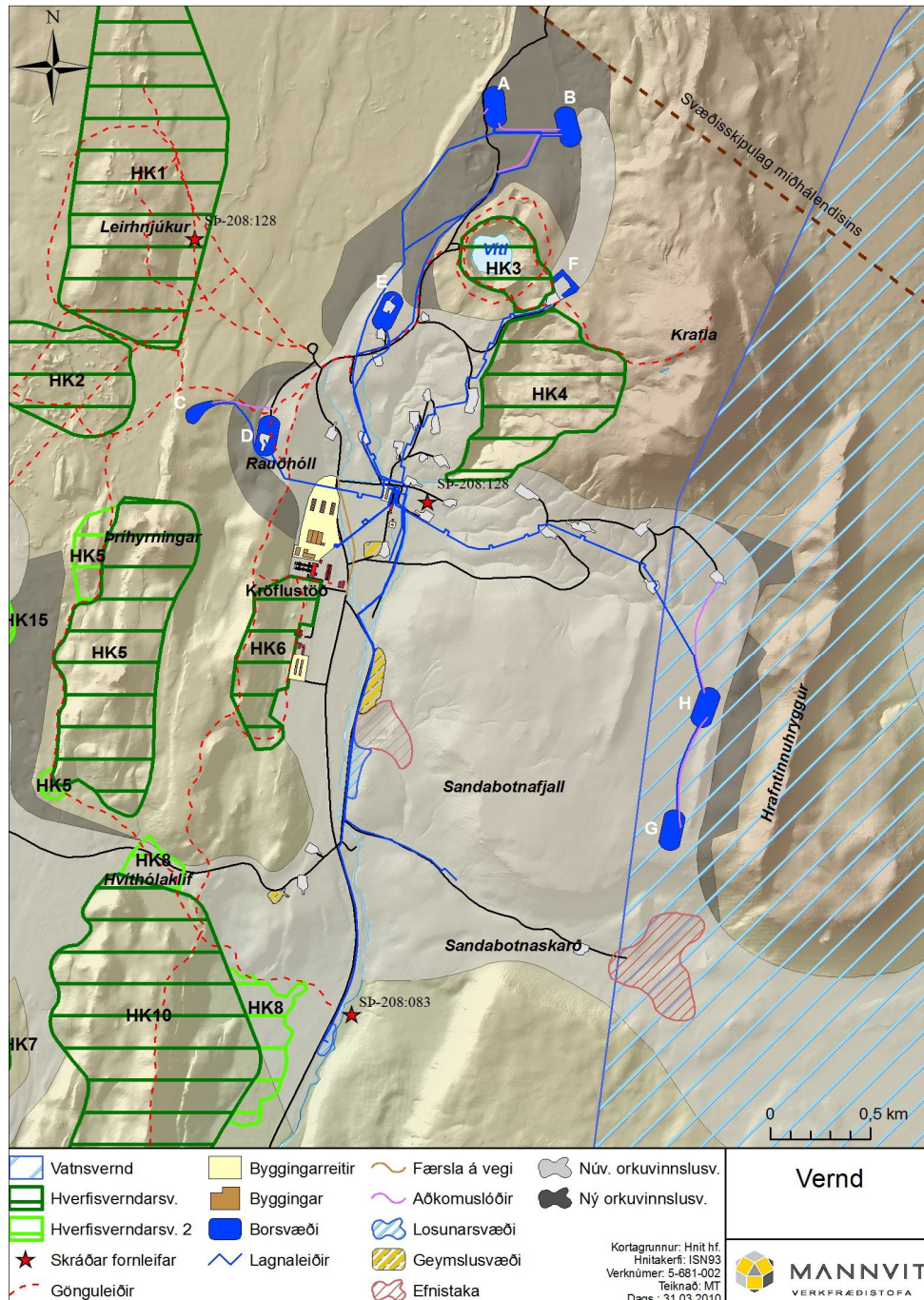
Fyrirhuguð Kröfluvirkjun II og tilheyrandi mannvirki, borsvæði, lagnir, niðurrennslissvæði, vegir og slóðir munu liggja utan við svæði sem njóta hverfisverndar. Við ákvörðun á mörkum hverfisvernduðu svæðanna á skipulagsstigi var gert ráð fyrir borsvæði suðaustan Vítis, borsvæði F. Borsvæðið, lögn og slóð að því, er staðsett á mjóu svæði á milli tveggja svæða sem njóta hverfisverndar (sjá á mynd 7.3). Um er að ræða Víti og nánasta umhverfi (HK3) og Hveragil vestan í Kröflu (HK4).

Almenn ákvæði um hverfisvernd í skipulaginu kveða á um að jarðrask sé óheimilt á svæðunum en almenn umferð gangandi fólks sé heimil. Ekki er gert ráð fyrir skipulagðri göngustígagerð nema á þeim stöðum þar sem álag er mest og þá fyrst og fremst til að tryggja verndun svæðanna samfara öryggi vegfarenda.

Hverfisverndarsvæði í grennd við Kröflu eru talin upp hér á eftir og sýnd á mynd 7.3:

- Víti og nánasta umhverfi (HK3).
- Hveragil, vestan í Kröflu (HK4).
- Leirhnjúkur og gígaröð til norðurs (HK1).
- Hituhóll, gígaröð frá Mývatnseldum (HK2).
- Gígaröð og misgengi sunnan við Kröflustöð (HK6).

- Þríhyrningar (HK5, Hvíthólar eru innan þessa svæðis).
- Dalbjall norður undir Hvíthólaklif (HK8).
- Austurhlíð Dalbjalls og láglandið að Kröflu afleggjara.
- Hvannahólsdalur og Þríhyrningar (HK7).
- Leirhnjúkshraun vestan Þríhyrnings (HK15).



Mynd 7.3 Svæði sem njóta verndar í grennd við Kröflu. Vesturmörk vatnsverndar vatnsbóls þéttbýlisins í Mývatnssveit, í Austaraselslindum, eru sýnd á myndinni en ekki mörk vatnasviðs Mývatns og Laxár því það nær yfir allt Kröflusvæðið. Grænstrikuðu svæðin njóta hverfisverndar. Framkvæmdasvæði Kröfluvirkjunar II, lagnaleiðir, borsvæði, niðurrennslissvæði, vegir slóðir og efnistökusvæði er afmarkað og gönguleiðir sýndar á svæðinu.

Vatnsvernd

Mörk vatnsverndar vatnsból þéttbýlisins í Mývatnssveit, í Austaraselslindum, eru sýnd á mynd 7.3. Mörk vatnsverndar eru inni á tillögu að breyttu aðalskipulagi Skútustaðahrepps. Vatnsból Kröflustöðvar í Sandabotnum er einnig innan vatnsverndarsvæðisins.

Samkvæmt lögum nr. 97/2004 nýtur vatnasvið Mývatns og Laxár vatnsverndar, bæði yfirborðsvatn og grunnvatn, og nær það yfir allt Kröflusvæðið. Talið er að vatnaskil liggja nokkuð norðan Kröflusvæðisins og að grunnvatn renni þaðan til suðurs í átt að Mývatni (Vatnaskil, 2008). Í lögnum eru ákvæði um varnir gegn hvers konar mengun á vatnasviðinu, þar á meðal á grunnvatnskerfi.

Fjallað er um aðra vernd í viðeigandi undirköflum í kafla 9.

7.4 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ SKIPULAG OG VERND OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA

Umhverfisstofnun vekur athygli á að samkvæmt 9. gr. reglugerðar nr. 1000/2005 um kortlagningu hávaða og aðgerðaáætlanir skal sveitarstjórn, með hliðsjón af niðurstöðu hávaðakortlagningar, afmarka kyrrlát svæði eins og það er skilgreint í reglugerð um hávaða innan sveitarfélagsins bæði í þéttbýli og dreifbýli. Jarðhitanýting á þeim svæðum þar sem fyrirhuguð borsvæði eru staðsett myndi takmarka hvar hægt væri að skilgreina kyrrlát svæði í framtíðinni.

Kyrrlát svæði er skilgreint sem svæði ætlað til útivistar og afmarkað er í skipulagi. Engin slík svæði eru afmörkuð á áhrifasvæði Kröfluvirkjunar II.

Landvernd gerir athugasemd við lokun leiðarinnar frá Kröflu norður í Gjástykki með keðju og bannskilti.

Framkvæmdaraðili bendir á að umrædd lokun er ekki á vegum Landsvirkjunar heldur er hér um að ræða lokun af hálfu landeiganda.

8 AÐFERÐAFRÆÐI VIÐ MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

Þessi frummatsskýrsla er unnin eftir þeirri forskrift sem sett er í matsáætlun. Matsáætlun samanstendur af tillögu að matsáætlun framkvæmdaraðila auk þess sem fram kemur í ákvörðun Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun.

Í þessum kafla er fjallað um aðferðafræði mats á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II. Fyrst er greint frá athugunarsvæði mögulegra beinna áhrifa og áhrifasvæði afmarkað. Því næst er umfjöllun um hvaða framkvæmdaþættir eru helst taldir hafa áhrif á umhverfið og á hvaða umhverfisþætti er lögð áhersla við mat á áhrifum. Einnig er greint frá þeim viðmiðum sem liggja til grundvallar mati á umhverfisáhrifum og hugtökum sem notuð eru við greiningu á einkennum og vægi áhrifa.

Í kafla 9 er fjallað um hvern umhverfisþátt fyrir sig. Fyrst er stutt umfjöllun um grunnástand viðkomandi umhverfisþáttar og svo lagt mat á hugsanleg áhrif fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II út frá rannsóknum og upplýsingum sem liggja fyrir. Ef mögulegt er að beita mótvægisáðgerðum til að lágmarka hugsanleg neikvæð áhrif á umhverfið verður þeirra getið þar sem við á.

8.1.1 ATHUGUNAR- OG ÁHRIFASVÆÐI

Yfirlitsmynd af Kröflusvæðinu, núverandi og fyrirhuguð mannvirki, er sýnd á mynd 4.1.

Athugunarsvæði vegna hugsanlegra áhrifa á umhverfi nær út fyrir orkuvinnslusvæðið. Má þar nefna áhrif á vatn, loft, landslag og samfélag. Athugunarsvæði vegna náttúrufars- og fornleifarannsóknna á orkuvinnslusvæðinu við Kröflu og á háspennulínuleiðum þaðan og frá Bjarnarflagi er sýnt á mynd 8.1.

Skipta má þýðingarmestu áhrifum fyrirhugaðra virkjunarframkvæmda í fjóra eftirfarandi þætti sem afmarka svokallað áhrifasvæði:

- Bein áhrif vegna rasks á borsvæðum, lagnaleiðum og slóðum meðfram þeim, vegarstæðum og byggingarreitum.
- Áhrif á loftgæði og vatn vegna útstreymis jarðhitalofttegunda og losunar jarðhitavökva.
- Sjónræn áhrif varanlegra mannvirkja og áhrif hljóðs frá borholum á framkvæmdatíma og virkjun á rekstartíma (ríkjandi hljóðuppsprettur).
- Áhrif á samfélag á nærliggjandi svæðum.

Í kafla 9 er lagt mat á umhverfisáhrif fyrirhugaðra framkvæmda. Heildaráhrifin eru sett fram í kafla 10 sem er þá jafnframt nánari lýsing á eiginlegu áhrifasvæði fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.



Mynd 8.1 Athugunarsvæði náttúrufars- og fornleifarannsókna við Kröflu og á háspennulínuleiðum þaðan og frá Bjarnarflagi.

8.1.2 ÁHRIFAPÆTTIR

Fyrirkomulag mannvirkja Kröfluvirkjunar II er sýnt á mynd 4.1. Með hugtakinu áhrifapáttur er vísað til þeirra þátta framkvæmdar og starfsemi sem henni fylgir sem líklegir eru til að valda umhverfisáhrifum. Áhrifapættir eru greindir út frá upplýsingum um umfang og tilhögun framkvæmdar. Eftirfarandi framkvæmdapættir (áhrifapættir) eru taldir geta valdið umhverfisáhrifum á framkvæmdatíma annars vegar og á rekstrartíma hins vegar:

Framkvæmdatími	Rekstrartími
<ul style="list-style-type: none"> • Vegir og slóðir • Borteigar • Vatnsveitur • Borholur • Gufuveita • Stöðvarhús • Kæliturnar • Frárennslisveita • Umferð • Efnistaka 	<ul style="list-style-type: none"> • Vinnsla jarðhita • Borholur • Vatnsvinnsla • Losun affallsvatns • Útstreymi jarðhitalofttegunda • Varanleg mannvirki • Umferð

8.1.3 UMHVERFISPÆTTIR

Mikilvægt er að greina eins fljótt og hægt er hvaða áhrif fyrirhuguð framkvæmd getur haft á helstu umhverfisþætti. Sú vinna hefst með gerð matsáætlunar þar sem einnig er metið hvaða hlutar framkvæmdarinnar eru taldir líklegastir til að valda mestum umhverfisáhrifum og hvers eðlis þau áhrif eru. Við greiningu áhrifa er meðal annars stuðst við

- reynslu Landsvirkjunar af uppbyggingu og rekstri jarðhitavirkjana.
- reynslu Landsvirkjunar af borun rannsóknaholna og vinnsluholna.
- upplýsingar um staðhætti og umhverfi.
- ábendingar umsagnaraðila, leyfisveitenda, sérfræðinga og annarra er málið varðar.
- niðurstöðu Skipulagstofnunar úr ákvörðunum og úrskurðum vegna rannsóknaborana við Kröflu, stækkunar Kröfluvirkjunar og rannsóknaborana á vestursvæði við Kröflu.

Í kafla 9 hér á eftir verða metin umhverfisáhrif á þá umhverfisþætti sem framangreind greiningarvinna leiddi í ljós. Um er að ræða eftirfarandi umhverfisþætti:

- Jarðhitakerfi og orkuforði
- Landslag
- Jarðmyndanir
- Vatn
- Lífríki
- Loft

- Ásýnd
- Samfélag
- Fornleifar

Ef niðurstaða mats á umhverfisáhrifum leiðir í ljós neikvæð áhrif er gerð grein fyrir hugsanlegum mótvægisáðgerðum til að draga úr umfangi þeirra. Í ljósi niðurstöðu mats á umhverfisáhrifum eru settar fram tillögur um vöktun áhrifa ef þörf krefur.

8.1.4 VIÐMIÐ UMHVERFISÞÁTTA

Til að greina og meta áhrif virkjunar á umhverfið er gerð grein fyrir framkvæmdinni og grunnástandi umhverfisins á og í nágrenni virkjunarsvæðisins. Við mat á áhrifum framkvæmdar á umhverfisþætti er stuðst við eftirfarandi viðmið:

- Lög og reglugerðir.
- Gildandi skipulagsáætlanir.
- Aðra stefnumörkun stjórnvalda.
- Sérfræðiskýrslur (sjá **töflu 1.2**).
- Umsagnir og athugasemdir sem koma fram við samráð og kynningu.

Viðmið í **töflu 8.1** eru notuð við mat umhverfisáhrifa þeirra umhverfisþátta sem getið er í kafla 8.1.3. Við mat á umhverfisáhrifum eru einnig notaðar niðurstöður úr sérfræðiskýrslum og umsagnir og athugasemdir sem komu fram við samráð og kynningu. Auk þess eru markmið Landsvirkjunar í umhverfismálum ávallt höfð til hliðsjónar, til að mynda að vinna verkefnið í sátt við lífríki og náttúru og stuðla að sem bestri nýtingu auðlinda.

8.1.5 EINKENNI OG VÆGI ÁHRIFA

Við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar framkvæmdar eru stuðst við leiðbeiningar Skipulagsstofnunar um flokkun umhverfisáhrifa, viðmið, einkenni og vægi. Í hverjum áhrifakafla eru einkenni og vægi áhrifa metin með tilliti til umfangs og skilgreindra viðmiða. Í samantektartöflu í lok skýrslunnar eru einkenni og vægi umhverfisáhrifa dregin saman fyrir hvern umhverfisþátt. Eftirfarandi skilgreiningar á einkennum og vægi áhrifa eru notuð eftir því sem við á:

Einkenni umhverfisáhrifa

- Bein og óbein áhrif
- Jákvæð og neikvæð áhrif
- Sammögnuð áhrif
- Varanleg áhrif
- Tímabundin áhrif
- Afturkræf og óafturkræf áhrif

Vægi umhverfisáhrifa

Til að skilgreina vægi áhrifanna er notast við hugtök sem byggja á leiðbeiningum Skipulagsstofnunar. Í **töflu 8.2** eru hugtökin sett fram ásamt skýringum.

Tafla 8.1 Umhverfispættir og viðmið.

Umhverfispættir	Viðmið
Jarðhitakerfi og orkuforði	<ul style="list-style-type: none"> Lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu. Velferð til framtíðar, sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, stefnumörkun til ársins 2020, gefið út af umhverfisráðuneytinu.
Landslag og ásjýnd	<ul style="list-style-type: none"> V. kafli laga nr. 44/1999 um náttúruvernd. Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.
Jarðmyndanir	<ul style="list-style-type: none"> 37. gr. laga um náttúruvernd nr. 44/1999. Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Velferð til framtíðar, sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, stefnumörkun til ársins 2020, gefið út af umhverfisráðuneytinu.
Vatn	<ul style="list-style-type: none"> Lög um verndun Mývatns og Laxár, nr. 97/2004. Lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu. Fyrirliggjandi grunnvatnslíkan fyrir svæðið. Reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns m.s.br. Reglugerð nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns. Reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn. Reglugerð nr. 35/1994 um varnir gegn olíumengun frá starfsemi í landi.
Lífriki	<ul style="list-style-type: none"> Lög nr. 44/1999 um náttúruvernd. Válisti 1 - Plöntur, 1996. Válisti 2 - Fuglar, 2000. Alþjóðasamningar sem varða líffræðilega fjölbreytni og vernd votlendis, svo sem Ramsarsamningurinn. Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.
Loft	<ul style="list-style-type: none"> Viðmið Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar (WHO). Reglugerð nr. 390/2009 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum. Lög um losun gróðurhúsalofttegunda nr. 65/2007. Lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengun. Reglugerð nr. 787/1999 um loftgæði. Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar. Reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.
Samfélag	<ul style="list-style-type: none"> Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Viljayfirlýsing ríkisstjórnar Íslands, Norðurþings, Skútustaða-hrepps og Þingeyjarsveitar. 22. október 2009. Reglugerð nr. 724/2008, um hávaða.
Fornleifar	<ul style="list-style-type: none"> Þjóðminjalög nr. 107/2001.

Tafla 8.2 Hugtök um vægi áhrifa ásamt skýringum.

Vægi áhrifa	Skýringar
Verulega jákvæð	<ul style="list-style-type: none"> Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt bæta hag mikils fjölda fólks og/eða hafa jákvæð áhrif á umfangsmikið svæði. Breyting eða ávinningur sem hlýst af framkvæmd er oftast varanleg. Áhrifin eru oftast á svæðis-, lands- og/eða heimsvísu en geta einnig verið staðbundin. Áhrifin samræmast ákvæðum laga og reglugerða, almennri stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að.
Talsvert jákvæð	<ul style="list-style-type: none"> Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt taka ekki til umfangsmikils svæðis, en svæðið kann að vera viðkvæmt fyrir breytingum, m.a. vegna náttúrufars og fornminja. Áhrifin geta verið jákvæð fyrir svæðið og/eða geta verið jákvæð fyrir fjölda fólks. Áhrifin gera verið varanleg. Áhrif geta verið staðbundin, svæðisbundin og/eða á landsvísu. Áhrifin samræmast ákvæðum laga og reglugerða, almennri stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að.
Nokkuð jákvæð	<ul style="list-style-type: none"> Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt eru minni háttar, með tilliti til umfangs svæðis og viðkvæmni þess fyrir breytingum ásamt fjölda fólks sem verður fyrir áhrifum. Áhrifin eru í mörgum tilfellum tímabundin Áhrifin eru oftast staðbundin eða svæðisbundin. Áhrifin samræmast ákvæðum laga og reglugerða, almennri stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að.
Óveruleg/engin	<ul style="list-style-type: none"> Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt eru lítil og taka til lítills afmarkaðs svæðis. Verndargildi umhverfisþáttar er óverulegt. Áhrif á fólk eru óveruleg. Áhrif staðbundin og yfirleitt afturkræf. Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt eru engin á skilgreindu áhrifasvæði. Áhrifin samræmast ákvæðum laga og reglugerða, almennri stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að.
Nokkuð neikvæð	<ul style="list-style-type: none"> Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt eru minni háttar með tilliti til umfangs svæðis og viðkvæmni þess fyrir breytingum ásamt fjölda fólks sem verður fyrir áhrifum. Áhrifin eru í mörgum tilfellum tímabundin og að mestu afturkræf. Áhrifin eru oftast staðbundin eða svæðisbundin. Áhrif geta að einhverju leyti verið í ósamræmi við ákvæði laga og reglugerða, almenna stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamninga sem Ísland er aðili að.
Talsvert neikvæð	<ul style="list-style-type: none"> Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt taka ekki til umfangsmikils svæðis, en svæðið kann að vera viðkvæmt fyrir breytingum, m.a. vegna náttúrufars og fornminja. Áhrifin geta verið neikvæð fyrir svæðið og/eða geta valdið fjölda fólks ónæði eða óþægindum. Áhrifin geta verið varanleg og í sumum tilfellum óafturkræf. Áhrif geta verið staðbundin, svæðisbundin og/eða á landsvísu. Áhrif geta verið í ósamræmi við ákvæði laga og reglugerða, almenna stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamninga sem Ísland er aðili að.
Verulega neikvæð	<ul style="list-style-type: none"> Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt skerða umfangsmikið svæði og/eða svæði sem er viðkvæmt fyrir breytingum, m.a. vegna náttúrufars og fornminja, og/eða rýra hag mikils fjölda fólks. Breyting eða tjón sem hlýst af framkvæmdinni er oftast varanleg og yfirleitt óafturkræf. Áhrifin eru oftast á svæðis-, lands- og/eða heimsvísu en geta einnig verið staðbundin. Áhrifin eru í ósamræmi við ákvæði laga og reglugerða, almenna stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamninga sem Ísland er aðili að.
Óvissa	<ul style="list-style-type: none"> Ekki er vitað um eðli eða umfang umhverfisáhrifa á tiltekna umhverfisþætti, meðal annars vegna skorts á upplýsingum, tæknilegra annmarka eða skorts á þekkingu. Það getur verið unnt að afla upplýsinga um áhrifin með frekari rannsóknnum eða markvissri vöktun.

8.1.6 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ AÐFERÐAFRÆÐI MATS Á UMHVERFISÁHRIFUM OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARADILA

*Umhverfisstofnun bendir á að hugtökin um vægi áhrifa sem skilgreind eru í **töflu 8.2** samræmist ekki skilgreiningum í leiðbeiningum Skipulagsstofnunar. Telur stofnunin eftirtektarvert að skilgreining á nokkuð neikvæðum áhrifum virðist sambærileg skilgreiningu Skipulagsstofnunar á óverulegum áhrifum. Þá séu í **töflu 8.2** skilgreind nokkuð jákvæð og nokkuð neikvæð áhrif en þau hugtök sé ekki að finna í framangreindum leiðbeiningum Skipulagsstofnunar. Telur Umhverfisstofnun að setja verði fram rökstuðning fyrir skilgreiningu hugtaka í **töflu 8.2**, þar á meðal hvers vegna óveruleg áhrif séu ekki skilgreind með þeim hætti sem gert er í leiðbeiningum Skipulagsstofnunar og hvers vegna hugtökum er fjölgað.*

Við mat á umhverfisáhrifum framkvæmda hafa skýrsluhöfundar notast við hugtakið „**nokkuð**“ frá árinu 2006. Ástæðan er sú að bilið á milli „óverulegra“ áhrifa og „talsverðra“ áhrifa er of breitt að mati skýrsluhöfunda. Því var ákveðið að bæta hugtakinu „**nokkuð**“ við þar á milli. Ákvörðunin þar um var tekin í samráði við Skipulagsstofnun á sínum tíma vegna frummatsskýrslu Alcoa Fjarðaáls en hægt er að víkja frá þeirri aðferðafræði sem lögð er til í leiðbeiningum Skipulagsstofnunar að viðhöfðu samráði við stofnunina. Í samræmi við þessa ákvörðun voru hugtökin í **töflu 8.2** skilgreind að nýju með leiðbeiningar Skipulagsstofnunar til hliðsjónar.

9 GRUNNÁSTAND OG UMHVERFISÁHRIF

Í kafla 8 er fjallað um aðferðafræði mats á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II. Greint er frá athugunarsvæði vegna hugsanlegra umhverfisáhrifa, hvaða framkvæmdaþættir eru taldir hafa áhrif á umhverfið og á hvaða umhverfisþætti er lögð áhersla við mat á áhrifum. Í köflum 9.1 til 9.9 er fjallað um mismunandi umhverfisþætti. Fyrst er greint frá grunnástandi út frá rannsóknum og upplýsingum sem liggja fyrir. Yfirgripsmiklar rannsóknir á Kröflusvæðinu undanfarna þrjú áratugi, samhliða reynslu af framleiðslu á 60 MW_e í Kröflustöð, eru nýttar við að meta umhverfisáhrif fyrirhugaðrar framkvæmdar. Einnig eru í því sambandi notaðar niðurstöður viðamikils eftirlits á rekstrartíma Kröflustöðvar. Þar sem við á eru lagðar til mótvægisáðgerðir til að minnka hugsanleg umhverfisáhrif. Einkenni og vægi umhverfisáhrifa eru metin út frá skilgreindum viðmiðum og ef við á, mótvægisáðgerðum.

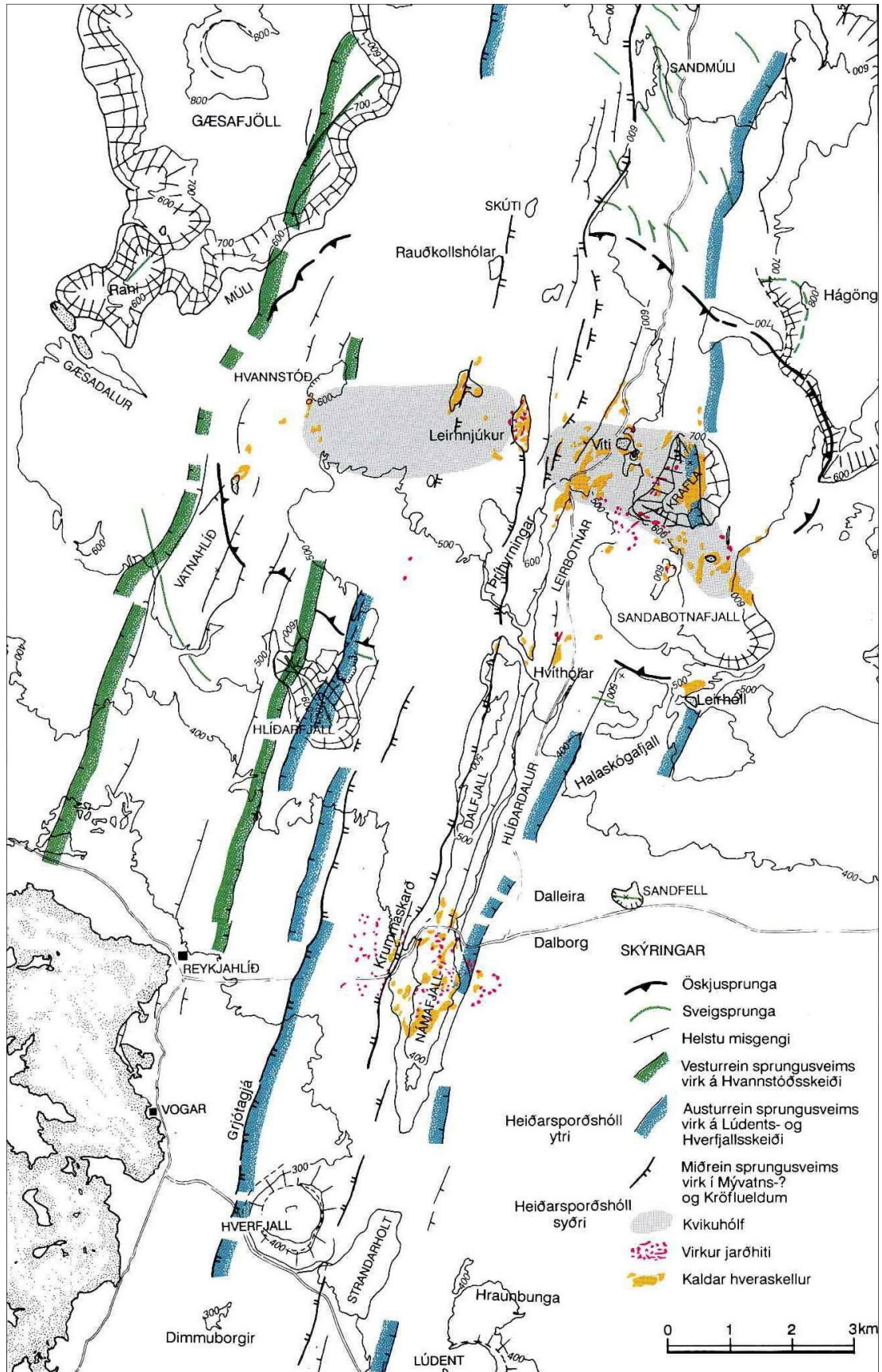
9.1 JARÐHITAKERFI OG ORKUFORÐI

9.1.1 GRUNNÁSTAND

Jarðfræði Kröflukerfisins

Krafla er þroskuð megineldstöð með 8x10 km stóra öskju og virkt jarðhitakerfi. Sprungusveimur liggur langsum í gegnum Kröfluöskjuna, og nær frá Jökulsár-söndum fyrir botni Öxarfjarðar allt suður á móts við Bláfjall. Eldstöðvakerfið allt er nálægt 100 km á lengd. Sprungusveimurinn er tvískiptur í vestur- og austurrein eins og sjá má á **mynd 9.1**. Eldvirknin eftir að síðustu ísöld lauk hefur verið á víxl í vestur- og austurreininni. Undanfarin 3.000 ár hefur eldvirknin eingöngu verið úr austari sprungureininni en í um það bil 5.000 ár þar á undan var sú vestari virk. Eldvirkni í vestari gosreininni er mun minni en í þeirri austari (Kristján Sæmundsson, 1991).

Undir Kröflu eru kvikuhólf talin vera á um 3-7 km dýpi. Undir Leirhnjúki, þar sem sprunguvirknin er hvað mest, virðist vera nokkurs konar mitti á milli kvikuhólfanna. Kvikuhólfín eða innskot og gangar ofan þeirra eru aðal hitagjafi jarðhitakerfisins. Samkvæmt greiningu jarðskjálfta undir megineldstöðinni liggja kvikuhólfín á austur-vesturbelti í öskjunni sem fellur vel að yfirborðsummerkjum virks jarðhita (yfirborðsjarðhiti og ummyndanir) sem nær yfir um 30 km² svæði. Jarðhitinn er virkastur um miðbik svæðisins, Litli-Leirhnjúkur og Leirhnjúkur, og að austanverðu við Víti og Hveragil (Einarsson, P., 1978; Anette K. Mortensen o.fl., 2009).



Mynd 9.1 Brotakerfi Kröflueldstöðvarinnar. Vesturrein sprungusveimsins er sýnd með grænum lit og austurreinin með bláum lit (Kristján Sæmundsson, 1991).

Borsagan

Eftirfarandi umfjöllun er úr endurskoðun á hugmyndalíkani Kröflusvæðisins (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Boranir á Kröflusvæðinu hófust sumarið 1974 þegar boraðar voru tvær rannsóknaholur á svæðinu með bornum Glaumi. Holurnar náðu niður á 1.138 og 1.204 m dýpi. Á niðurstöðum rannsókna á þessum tveimur holum mælti Orkustofnun með virkjun svæðisins. Árið 1975 hófst borun vinnsluholna og sama ár var byrjað að reisa stöðvarhús virkjunarinnar. Í lok ársins hófust eldsumbrot í Leirhnjúki með ófyrirsjáanlegum afleiðingum fyrir framkvæmdirnar.

Sumarið 1976 hófust boranir að nýju. Boraðar voru 6 holur með tveimur borum, gufubornum Dofra og Jöttni, sem þá var nýjasti bor landsins. Árangur þessara borana var ekki samkvæmt væntingum og varð mönnum þá ljóst að Kröflusvæðið væri mjög flókið jarðhitakerfi. Mikið lærðist á þessu sem hefur nýst síðan. Þannig kom í ljós að Leirbotnasvæðið, sem borað hafði verið í fram til þessa (Vítismór þar með talinn) reyndist tvískipt í efra og neðra kerfi, sem var illmögulegt að keyra saman í sömu holunni. Hönnun fódringa var því endurskoðuð og unnið samkvæmt því árið 1977.

Haustið 1978 var hola K-12 boruð austan við skiljustöðina. Hún varð 2.222 m djúp og var lengi vel dýpsta holan á Kröflusvæðinu. Holan reyndist skila yfirhitaðri gufu og með svæsna klórið tæringu. Í ljós kom að jarðhitakerfið undir Leirbotnasvæðinu var undir áhrifum kvikugasa og því nauðsynlegt að útvíkka borsvæðið.

Næst var haldið inn á nýtt borsvæði í suðurhlíðum Kröflu. Hola K-14 var boruð og heppnaðist vel. Holan skilaði um 7 MW_e afls og sýndi nýja eðliseiginleika fyrir þennan hluta svæðisins.

Sumarið 1981 voru boraðar holur K-16, 17 og 18 í Suðurhlíðum með misjöfnum árangri. Í ljós kom að mikill munur var á hita við holu K-18 og við hinar Suðurhlíðaholurnar þar sem hún var mun kaldari í efri hlutanum. Ári síðar voru holur K-19 og 20 boraðar í Suðurhlíðum. Með holu K-20 urðu þáttaskil í borunum þegar ný bortækni var tekin upp, svokölluð stefnuborun. Holan varð 1.823 m djúp og náði um 650 m út í borstefnuna.

Með tilkomu stefnuborunartækni og gírómælinga varð ákveðin stefnubreyting við borframkvæmdir. Með gírómælingum á nokkrum eldri holum kom í ljós að margar þeirra höfðu skekkst í borun og hallaði eins og um stefnuborun væri að ræða.

Árið 1982 var haldið yfir á nýtt borsvæði á Hvíthólum sem var laust við kvikugös. Þar var haldið áfram árið 1983.

Næstu árin var tiltölulega rólegt í borframkvæmdum eða þar til hola K-24 var boruð sumarið 1988. Sumarið 1990 var svo hola K-25 boruð í Vítismó. Ákveðnar vísbendingar voru um endurbata á þessum slóðum í jarðhitakerfinu. Borunin gekk vel og markmið með boruninni gengu upp þar til að í ljós kom að vökvinn þar var enn súr og tærandi. Þetta sumar var einnig forborað fyrir holu K-26 og svo á borplani austan Vítis þar sem níu árum síðar var boruð hola K-34.

Vökvinn í holu K-26 reyndist súr og var því ákveðið að kæfa holuna til að forða henni frá skemmdum. Frá því snemma árs 2002 hefur holan verið notuð sem niðurdælingarhola.

Árið 1996 var ákveðið að setja niður vél 2 í Kröflustöð og bora til að fullnægja gufuþörfinni. Á næstu árum voru ýmsar holur boraðar eða endurunnar. Sumar uppfylltu væntingar á meðan aðrar gerðu það ekki. Þróunarvinna við stefnuboranir var þá enn í þróun sem sést á því að hola K-32, sem átti að bora til norðausturs, hafði leitað til norðurs og síðan vesturs. Þrátt fyrir það er hún góð vinnsluhola.

Síðustu tvær holurnar sem boraðar voru vegna stækkunar Kröflu voru K-33 og K-34. Sú síðarnefnda var boruð lóðrétt niður á 2.000 m dýpi skammt austan við Vítí. Allt gekk að óskum og er hola sú öflugasta sem boruð hefur verið á Kröflusvæðinu. Upphaflega svaraði afl hennar til um 18 MW_e.

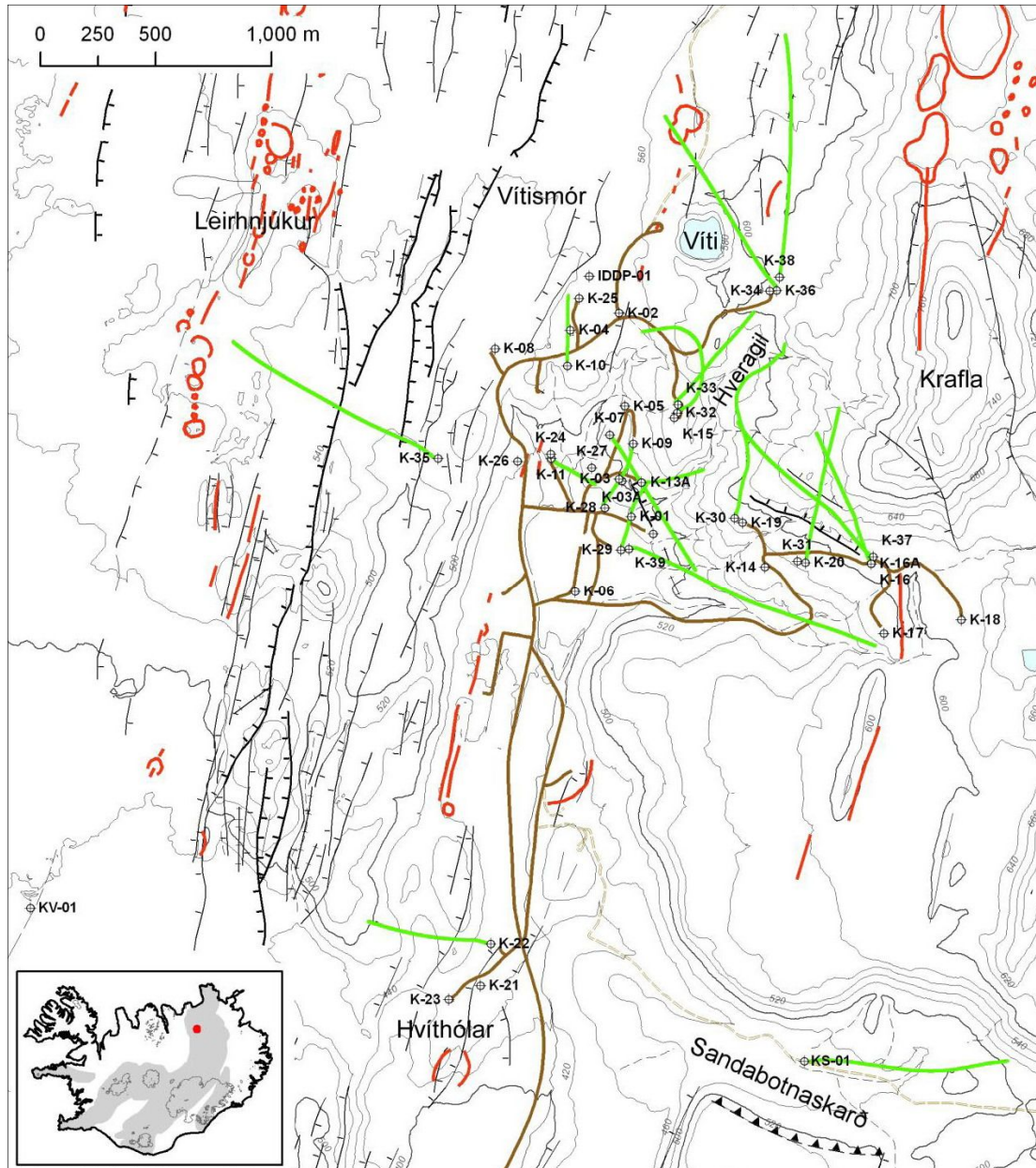
Eftir þessar framkvæmdir á Kröflusvæðinu kom langt hlé þar til árið 2006 er verkefni um rannsóknaboranir hófst á Norðausturlandi. Verkefnið náði yfir háhitasvæðin á Norðausturlandi frá Námafjalli til Þeistareykja að báðum meðtöldum. Á Kröflusvæðinu hófust rannsóknaboranir á vestursvæðinu í Leirhnjúkshrauni árið 2006. Hola KV-1 var boruð lóðrétt niður á tæpa 3.000 m. Þar var botnhiti ekki hærrí en 240°C og því ekki eftir neinu að slægjast. Kjarnahola KH-6 var boruð vestan Þríhyrninga til frekari upplýsingaöflunar. Hún gaf frekari vonir um norðurhluta vestursvæðisins, en þangað má ná með borunum, austan frá núverandi borsvæði við Rauðhóla (borsvæði D).

Árið 2007 var hola KS-1 stefnuboruð í Sandabotnaskarði til austurs, samsíða öskjumisgenginu og þvert á N-S brotastrúktúr, sem liggur meðfram Hrafninnuhrygg. Hún var rétt í meðallagi í afköstum en sýndi bæði góðan hita og lekt. Með þessari holu var leitað út fyrir þáverandi vinnslusvæði.

Næst var borað fyrir vestan Rauðhól, á gömlu borplani sem þar er. Hola K-35 var stefnuboruð þaðan til vestnorðvesturs, með stefnu undir megingíga Mývatnselda. Í ljós kom að súr tærandi vökvi var í botnæðum hennar. Hola K-36 var stefnuboruð frá borplani K-34, austan Vítis, vestnorðvestur undir Vítis- og Hólseldasprungurnar. Undir Hólseldasprungunni kom í ljós mjög öflugt en tærandi jarðhitakerfi sem þurfti að steypa í. Aftur á móti var vökvinn úr Vítissprungunni góður til vinnslu á 1.400-1.600 m dýpi. Í lok ársins og fram yfir áramót var hola K-37 boruð í Suðurhlíðum en hún gaf lítið.

Árið 2008 voru boraðar tvær holur. Sú fyrri var 2.700 m löng, á borteignum austan Vítis, stefnuboruð til norðurs. Hún sá efra kerfið ná dýpra niður og einng að tærandi vökvi var neðan 2.000-2.500 m dýpis. Hola K-39 var boruð frá borteig K-29 með stefnu til austurs undir Grænagil. Hún varð tæplega 2.900 m löng en lenti í kviku. Steypt var í botninn á henni en vökvinn sem fékkst úr holunni reyndist samt tærandi.

Sjá má staðsetningu borholna á mynd 9.2. Grænar línur sýna stefnu borana og hversu langt þær ná.



Mynd 9.2 Staðsetning borholna á Kröflusvæðinu (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

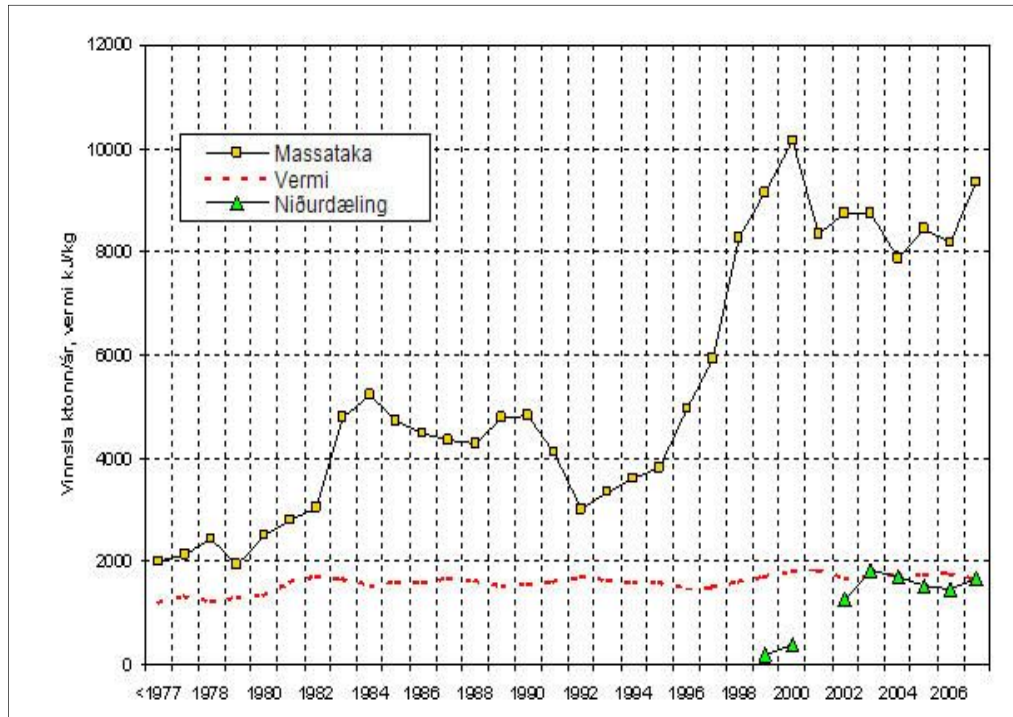
Vinnslugeta Kröflukerfisins – afköst borholna

Afköst borholna á Kröflusvæðinu hafa verið mæld reglulega samfara vinnslu úr þeim. Niðurstöður þessara mælinga eru birtar í árlegum eftirlitsskýrslum (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2009). Í **töflu 9.1** er yfirlit um afköst einstakra holna.

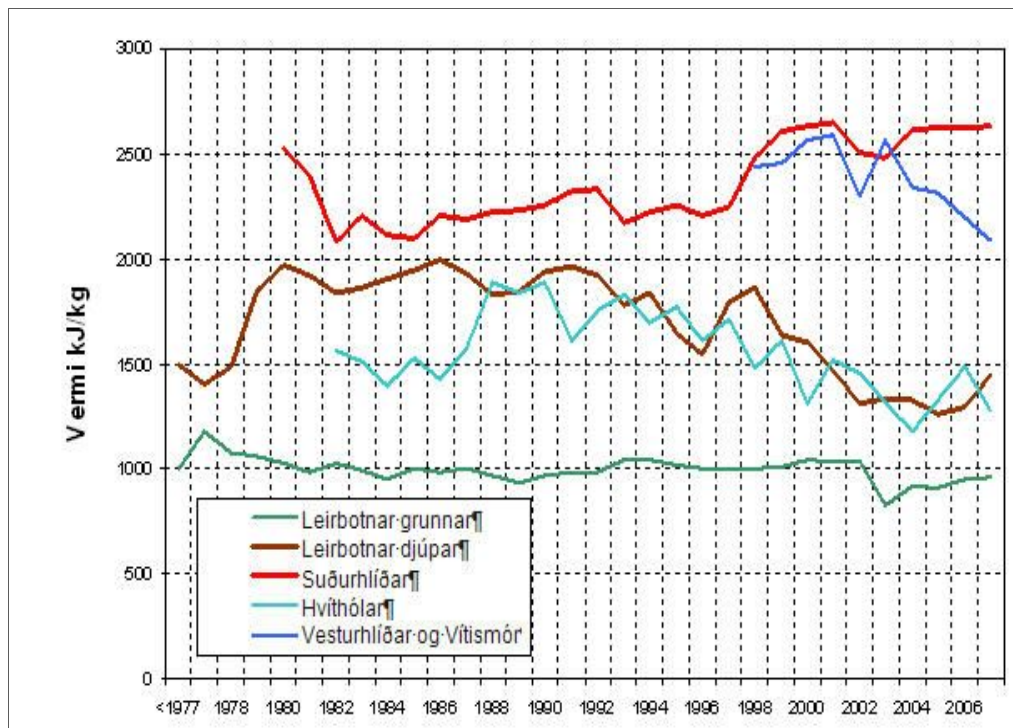
Samanlögð vinnsla úr jarðhitasvæðinu í Kröflu er sýnd á **mynd 9.3** og vermi rennslis frá borsvæðunum á **mynd 9.4** (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2008). Vermi hefur haldist stöðugt í grynri hluta Leirbotnasvæðisins. Vermi rennslis úr djúpum holum í Leirbotnum og Hvíthólum hefur minnkað eftir að vinnsla úr kerfinu var tvöfölduð frá 1997–1999. Vermi hefur aukist frekar í Suðurlíðum en minnkað í holum í Vesturlíðum og Vítismóum frá því að vinnsla hófst þar.

Tafla 9.1 Yfirlit yfir afköst borholna á Kröflusvæðinu (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Hola	Borað ár	Dýpi m	Vermi kJ/kg	Rennsli kg/s	Varmaafll MW	Rafafll MW _e	Athugasemdir
K-01	1974	1.138	1.676	4,7	7,1	1,2	
K-02	1974	1.204	903	16,8	12,4	1,5	
K-03	1975	1.720	1.070	80	71,4	6,2	
K-03!	1983	985	903	20,2	14,9	1,8	
K-04	1975	2.000					Sjálfskaparviti
K-05	1975	1.299	925	20,2	15,3	1,4	
K-06	1976	2.000	1.673	10,6	15,9	2,3	
K-07	1976	2.165	1.624	17,1	24,8	3,5	
K-08	1976	1.658	871	13,7	10,7	1,0	
K-09	1976	1.101	939	18,1	13,9	1,3	Fyrir dýpkun
K-09	1977	1.280	1.316	41,3	47,5	6,1	Fóðruð og dýpkuð
K-10	1976	2.082	1.331	48,2	56,1	7,2	
K-11	1976	2.217	2.121	6,5	12,6	2,0	Eftir endurfóðrun
K-12	1978	2.222	2.891	9,8	27,0	4,5	
K-13	1980	2.050	2.668	6,0	15,1	2,5	
K-13A	1983	1.780	2.202	14,6	29,8	4,7	Stefnuboruð að Hveragili
K-14	1980	2.107	2.630	17,0	41,9	6,9	
K-15	1980	2.097	2.675	4,2	10,4	1,7	
K-16	1981	1.981	1.695	7,9	12,1	1,8	
K-16A	1998	2.191	2.203	5,3	10,1	1,6	Stefnuboruð undir Kröflu
K-17	1981	2.190	1.814	8,9	14,2	2,1	
K-18	1981	2.215					Þétt – hefur ekki blásið
K-19	1982	2.150	2.658	8,7	21,7	3,6	
K-20	1982	1.823	1.714	14,0	21,7	3,2	
K-21	1982	1.200	1.683	34,8	53,8	7,6	
K-22	1983	1.876	1.213	20,9	21,9	2,6	
K-23	1983	1.968					Þétt – hefur ekki blásið
K-24	1988	1.400	891	22,4	16,2	1,4	
K-25	1.990	2.105	1.938	41,5	73,5	11,2	
K-26	1991	1.200	1.013	21,1	17,9	1,8	Fyrir dýpkun
K-26	1991	2.127	2.595	8,0	19,4	3,2	Fóðruð og dýpkuð
K-27	1997	1.771	1.163	31,1	30,9	3,6	
K-28	1996	1.003	1.047	60,6	53,3	5,7	
K-29	1997	2.103	2.674	10,3	25,8	4,3	
K-30	1997	2.054	2.389	33,2	73,9	11,9	
K-31	1997	1.440	2.676	7,1	17,9	3,0	
K-32	1998	1.875	2.676	13,2	33,2	5,5	
K-33	1999	2.011	2.676	25,4	63,6	10,5	
K-34	1999	2.002	2.632	45,7	112,7	18,4	
K-35	2007	2.508	2.562	19,1	45,8	7,5	
K-36	2007	2.501	2.676	45,1	113	18,7	
K-36	2008	1.700	2.027	11,3	21,0	3,2	Steypt upp að 1.700 m
K-37	2008	2.194	2.672	9,4	23,6	2,6	
K-38	2008	2.700	2.305	16,7	35,6	6,4	
K-39	2008	2.822	2.450	14,9	34,1	5,5	Steypt upp í 2.612 m
KS-01	2007	2.502	1.623	14,2	20,7	3,0	Sandabotnaskarð
KV-01	2006	2.894					Leirhnjúkshraun-köld
Samtals				900	1.413	206	
Meðaltal				19,6	30,7	4,5	



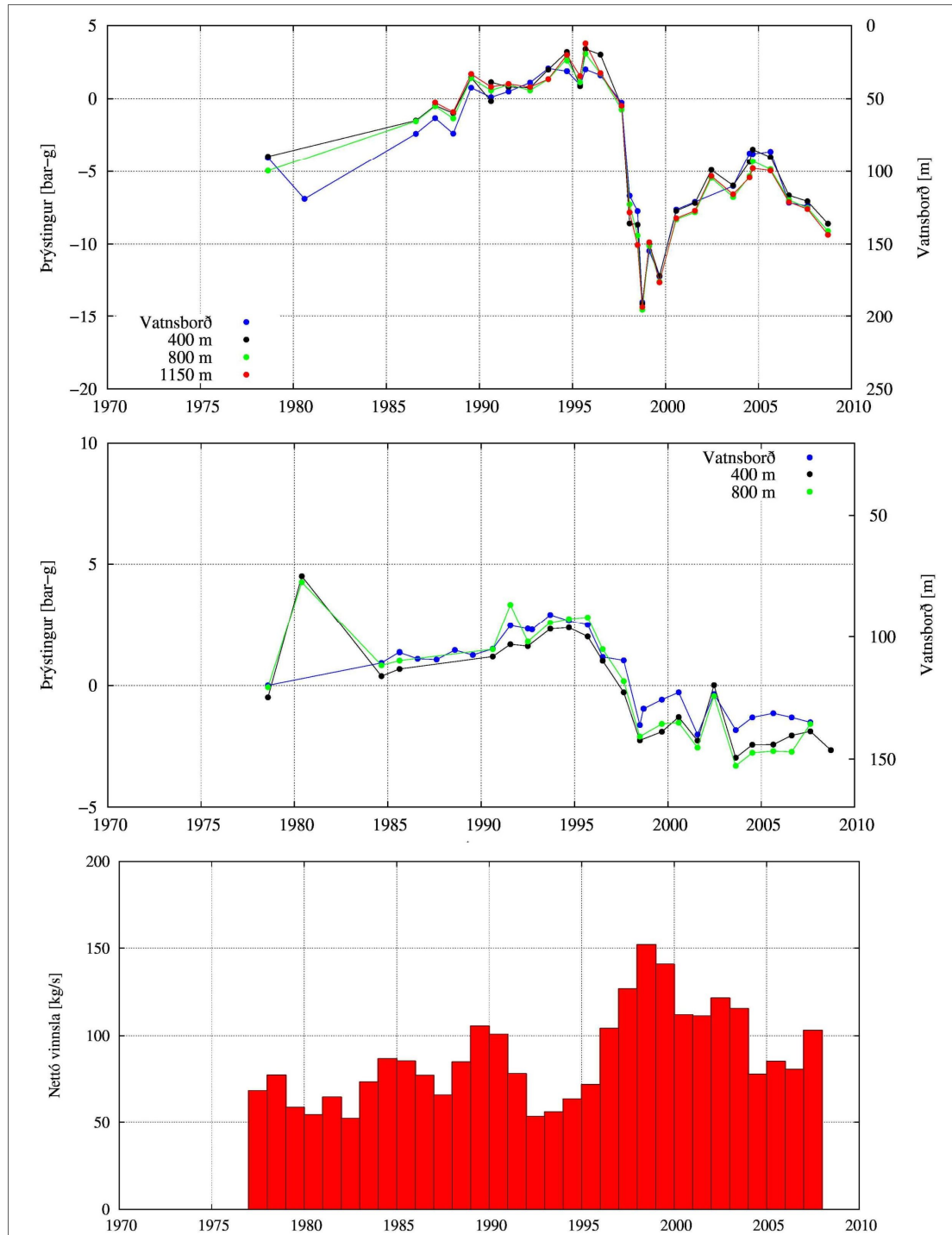
Mynd 9.3 Vinnsla og niðurdæling á jarðhitasvæðinu í Kröflu (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).



Mynd 9.4 Vermí borholuvökva eftir borsvæðum (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Afköst grunnra holna í Leirbotnum: Hóla K-9 var boruð 1976 og K-28 1996 eða 20 árum síðar. Þær hafa stíflast af kalki og voru hreinsaðar reglulega. Eftir að tálma-búnaði var komið í þær þá hættu útfellingarnar. Afköstin hafa verið óregluleg, bæði vegna útfellinga og óstöðugar notkunar. Að jafnaði hefur þó dregið úr afköstunum í holu K-9. Holur K-5 og K-24 hafa lítið breyst. **Mynd 9.5** sýnir eftirlitsmælingar í

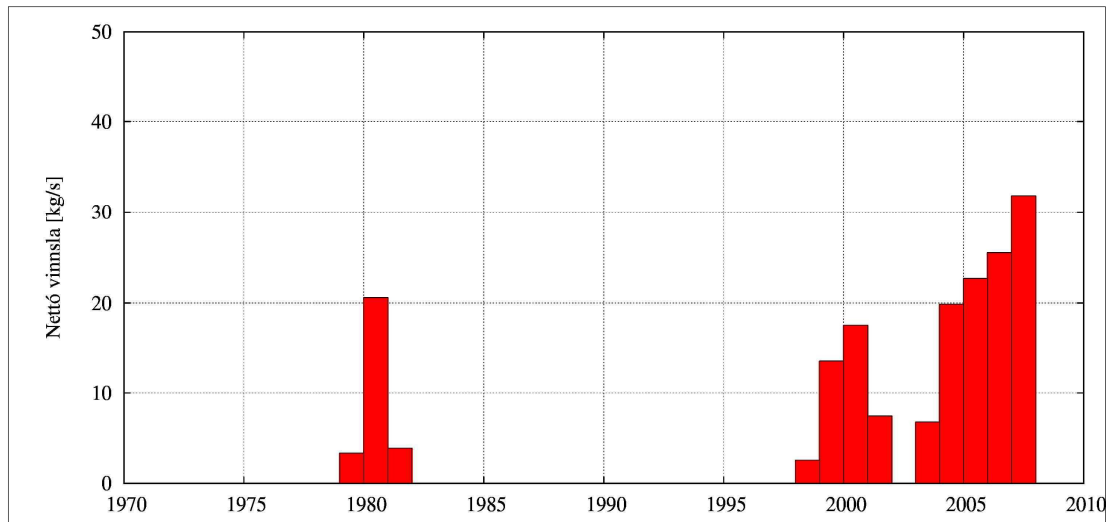
holu K-6 og vinnslusögu Leirbotna. Mælingarnar endurspeglar mjög skýrt viðbrögð vegna blásturs efra kerfis holna í Leirbotnum. Þrátt fyrir tengingu í neðri hluta svæðisins þá sjást engin merki um vinnslu þar í eftirlitsmælingunum. Sama er að segja um eftirlitsmælingar í holu K-10 sem nemur norðurhluta efra kerfisins og hefur einnig tengingu í neðra kerfi Leirbotna (**mynd 9.5**). Hola K-10 svarar bæði til kerfisins í Leirbotnum og í Vítismó.



Mynd 9.5 Þrýstingsþróun í eftirlitsmælingum í holum K-6 og K-10 í samanburði við vatnsborðsmælingar frá 1976 til 2008. Á neðstu myndinni má sjá vinnslusögu Leirbotna til samanburðar (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

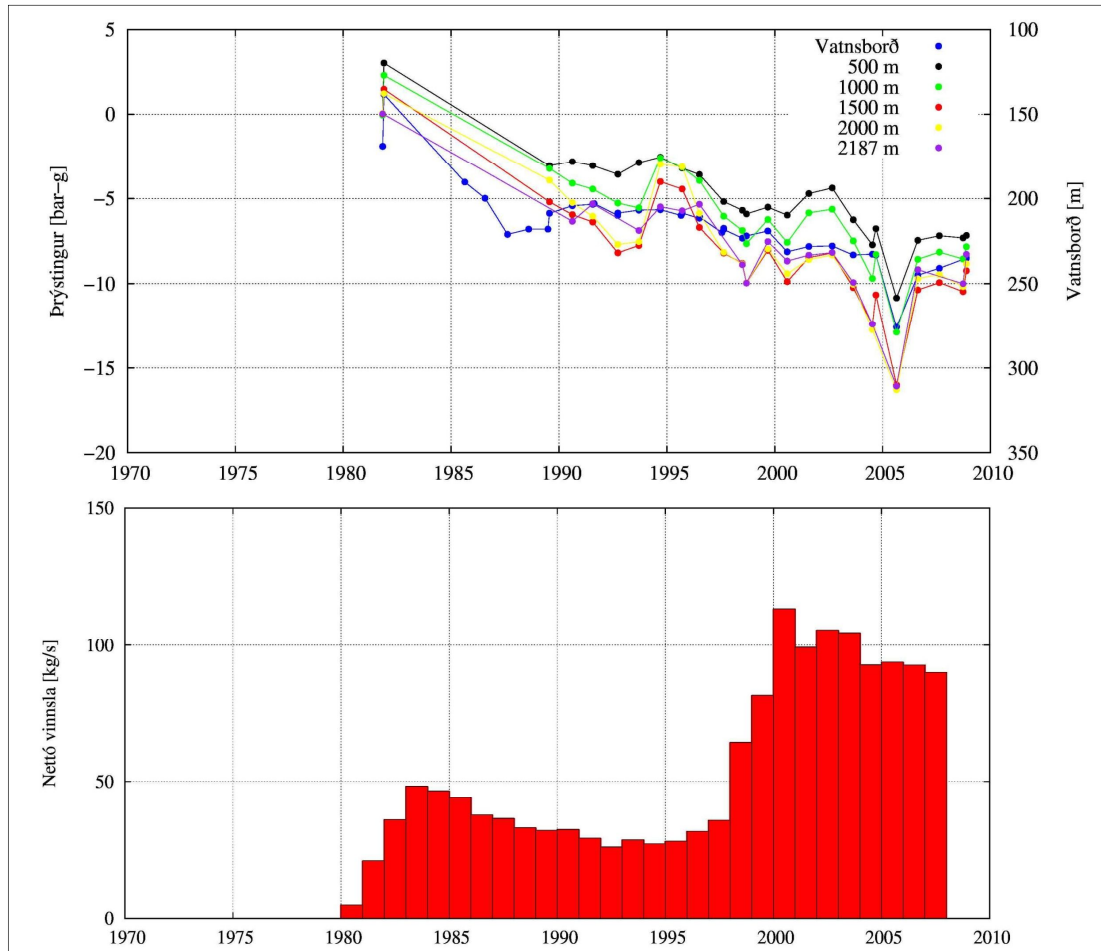
Afköst djúpra holna í Leirbotnum: Rennsli hefur aukist úr holunum og vermi lækkað samhliða, væntanlega vegna aðstreymis kaldari vökva. Hægt hefur á þessu hin síðustu ár. Þróun þessi hófst löngu áður en byrjað var að dæla í holu K-26 og því erfitt að tengja kólnunina við niðurdælinguna.

Afköst holna í Vesturhlíðum og Vítismó: Vermi rennslis úr holu K-32 í Vítismó hefur minnkað jafnt og þétt undanfarin ár vegna aukins vatnsrennslis og minnkandi gufurennslis úr holunni. Afköst holu K-34 hafa minnkað jafnt og þétt frá því hún var tekin í notkun. Vatnsrennsli hefur verið lítið og vermi hátt. Á mynd 9.6 má sjá vinnslusögu Vítismós.



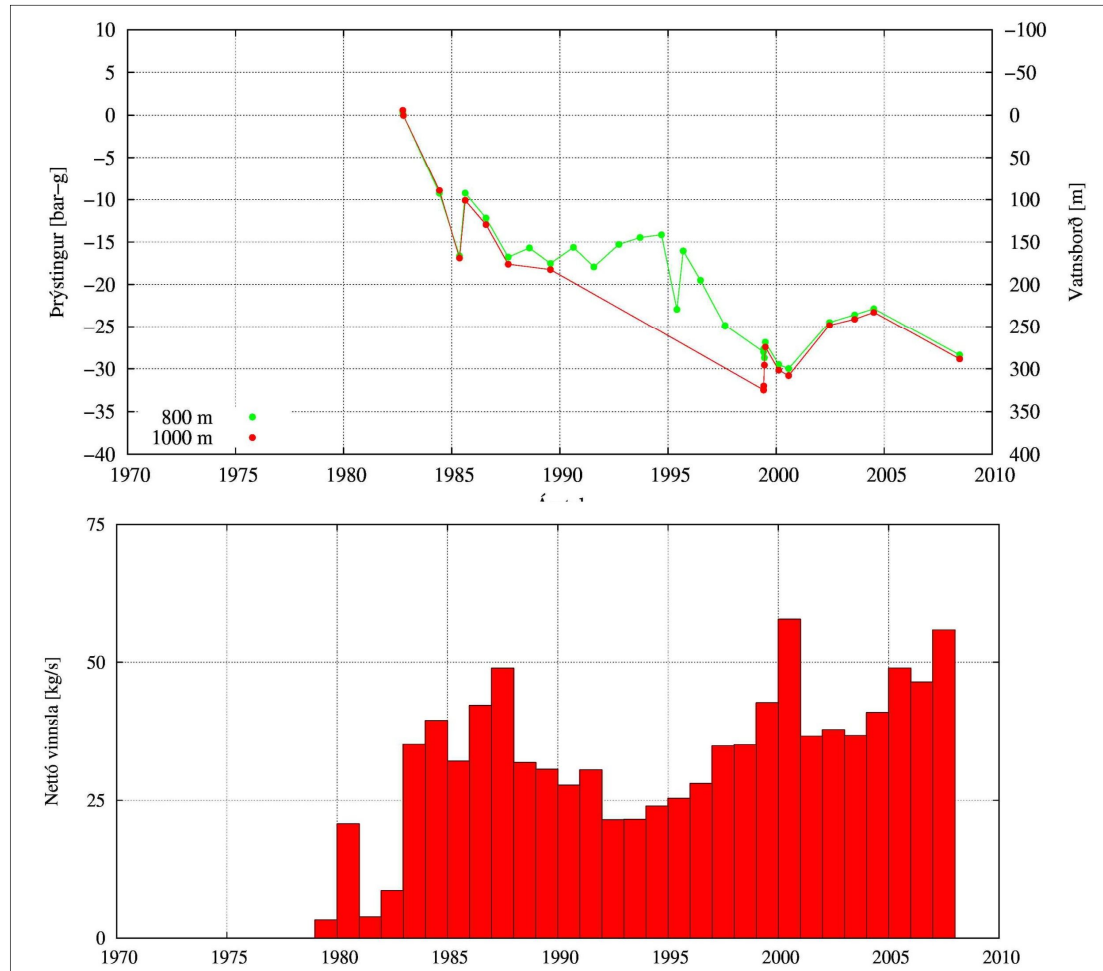
Mynd 9.6 Vinnslusaga Vítismós (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Afköst holna í Suðurhlíðum: Fyrsta holan, K-14, var boruð þar 1980 og á næstu þremur árum voru holur K-16, K-17, K-18, K-19 og K-20 boraðar. Hóla K-18 er austast á svæðinu og hefur alla tíð frá lokum borunar verið notuð sem eftirlitshola. Árin 1997 og 2007 voru holur K-31 og K-37 boraðar í Suðurhlíðum og hafa reynst afkastalitlar þrátt fyrir að hafa ágætan ádælingarstuðul. Vermi rennslis hefur verið hátt í öllum holunum frá upphafi nema holu K-20. Vermið í henni hefur þó hækkað jafnt og þétt og er hún nú næstum þurr. Vermið er hæst í holum K-14, K-19 og K-31, sem eru næstum þurrar. Afköst hafa minnkað í nær öllum holunum í Suðurhlíðum, nema holum K-17 og K-20 sem hafa haldið afli. Það bendir til þess að aflminnkun borholna í Suðurhlíðum sé vegna þrýstilækkunar í jarðhitageyminum frekar en vegna borholuskemmda eða stíflunar. **Mynd 9.7** sýnir þrýstingsbreytingar í holu K-18 mest allan vinnslutímamann og vinnslusögu Suðurhlíða. Afgerandi breyting eða þrýstifall er mælt árið 2006, sem var skýrt á þann hátt að köld gusa hafi komið inn í eftirlitsholuna. Árið eftir var ástandið komið í fyrra horf.



Mynd 9.7 Þrýstingsþróun í eftirlitsmælingum í holu K-18 í samanburði við vatnsborðsmælingar. Á neðri myndinni má sjá vinnslusögu Suðurhlíða til samanburðar (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Afköst í Hvíthólum: Hóla K-21 var boruð 1982 og hefur verið í notkun með stuttum hléum síðan. **Mynd 9.8** sýnir þrýstingsbreytingar í holu K-21 mest allan vinnslutímann og vinnslusögu Suðurhlíða. Vermis rennslis úr holu K-21 hefur verið að lækka undanfarið ár. Þetta stafar bæði af auknu vatnsrennslis úr holunni og einnig minnkandi gufurennslis.



Mynd 9.8 Þrýstingsþróun í eftirlitsmælingum í holu K-21 í samanburði við vatnsborðsmælingar. Á neðri myndinni má sjá vinnslusögu Hvíthóla til samanburðar (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Í kjölfar ákvörðunar um stækkun Kröfluvirkjunar 1996 var farið í gerð þrívíðs líkans af Kröflusvæðinu í heild sinni og var unnið að því næstu árin. Líkanið var byggt á nýju hugmyndalíkani og samanstóð af 5.500 kubbum í 10 lögum, skipt í 26 bergtegundir. Líkanið var enn á vinnslustigi þegar áfangaskýrsla var skrifuð og gekk illa að herma afkastamælingar (Grímur Björnsson o.fl., 1997a). Síðar hafa verið skrifaðar þrjár greinargerðir um stöðu verkefnisins (Grímur Björnsson o.fl., 1997b; Grímur Björnsson og Ómar Sigurðsson, 1999; Ómar Sigurðsson, 2001) og er þar greint frá framförum í hermun svæðisins en ekki var gerð nein lokaskýrsla um verkefnið.

Lengi vel voru vissir erfiðleikar við hermun Kröflukerfisins vegna grunnra kvikuinnskota og kvikuhólfa. Það olli meðal annars skammvinnum líftíma margra borholna vegna tæringar og útfellinga. Eftir að virkjunin var stækkuð upp í 60 MW_e var ljóst að víða mátti afla gufu með venjubundnum aðferðum, en annars staðar var þörf á tæknilegum úrlausnum við að nýta gufuna inn á hverfla virkjunarinnar. Eins og fram kemur hér á undan þá er þrýstifall óverulegt í neðri hluta Leirbotnasvæðisins, sem upphaflega var gert ráð fyrir að staði undir upphaflegum hugmyndum um Kröfluvirkjun.

Endurskoðun á hugmyndalíkani jarðhitakerfisins í Kröflu (Anette K. Mortensen o.fl. 2009) rekur rannsóknarsögu Kröflu og lýsir stöðu þekkingar á svæðinu. Ekki er mögulegt að meta afkastagetu jarðhitakerfisins í Kröflu af mikilli nákvæmni, bæði vegna þess hve kerfið er flókið og vegna vinnslutæknilegu vandamálanna sem við er að etja, en styðjast má við þrennt:

1. Niðurstöður rúmmáls matsins (jarðvarmamatsins) sem rætt er um hér á eftir, en þær gefa reyndar mjög vítt bil vegna óvissunnar í ýmsum þáttum matsins og eðlis aðferðarinnar. Niðurstöður rúmmáls matsins benda þó til þess að orkuforði Kröflukerfisins sé mjög mikill.
2. Þrýstibreytingarnar sem orðið hafa í jarðhitakerfinu í gegnum tíðina. Þær hafa verið breytilegar milli mismunandi hluta kerfisins, en almennt frekar litlar, sem sýnir að kerfið þolir töluvert aukna vinnslu. Eina undantekningin er Suðurhlíðarnar, en þar hefur orðið einna mest þrýstingslækkun, sem bendir til þess að sá hluti kerfisins þoli ekki verulega aukningu í vinnslu, nema gripið verði til niðurdælingar þar. Aukinni vinnslu á Kröflusvæðinu þyrfti þó að dreifa markvisst um svæðið auk þess sem aukin niðurdæling myndi styðja við aukna vinnslu.
3. Reiknilíkan var sett upp fyrir Kröflukerfið á tíunda áratug síðustu aldar, en á þeim tíma tókst ekki að herma kerfið mjög nákvæmlega vegna þess hve flókið það er og vegna ýmissa þátta sem hafa áhrif á afköst og viðbrögð einstakra holna og líkanið getur ekki hermt. Þó má geta þess að í Suðurhlíðum virðast þrýstibreytingar ekki hafa orðið eins miklar og líkanið spáði, sem þýðir eitthvað meiri afkastagetu en líkanið benti til. Jafnvel má yfirfæra þá niðurstöðu á allt líkanið.

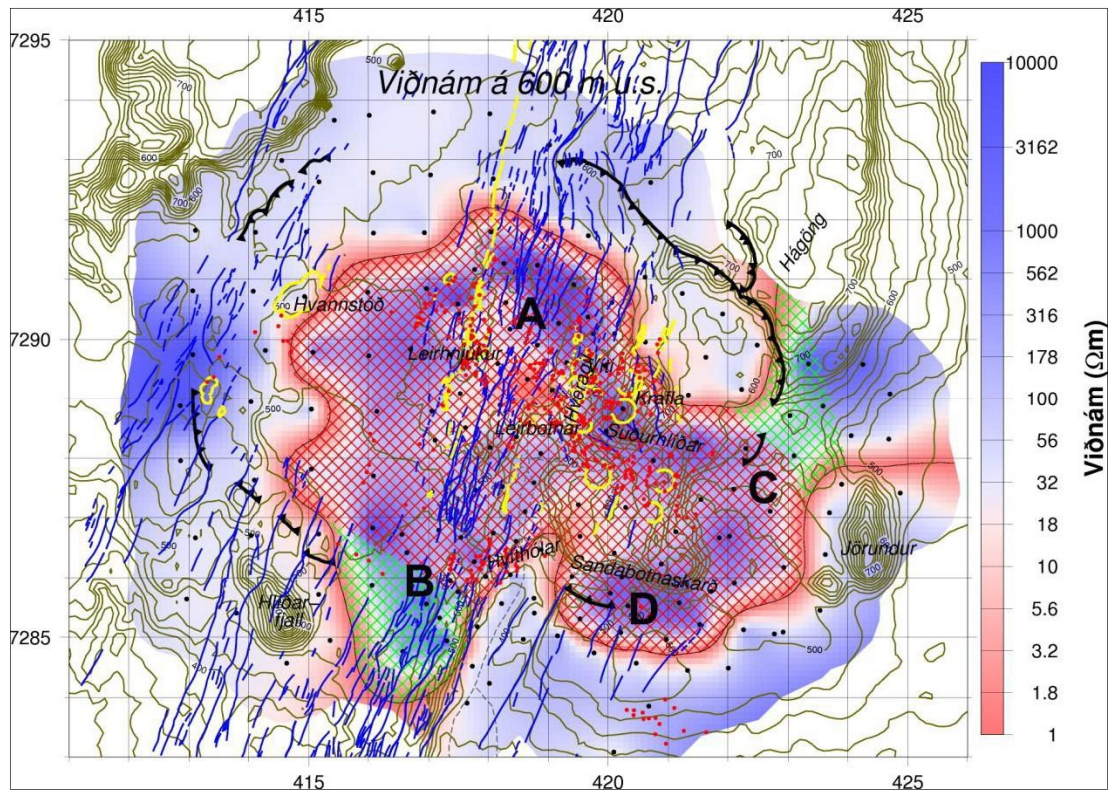
Rannsóknir og hugmyndalíkan af jarðhitakerfinu

Eins og fram hefur komið var hugmyndalíkan af jarðhitakerfinu í Kröflu uppfært á árunum 2008-2009 (Anette K. Mortensen o.fl., 2009) vegna áforma um frekari orkuvinnslu á Kröflusvæðinu. Árið 1977 var lagt fram fyrsta hugmyndalíkanið af jarðhitakerfinu (Valgarður Stefánsson o.fl., 1977) og árið 1997 endurskoðað og nákvæmara hugmyndalíkan (Grímur Björnsson o.fl., 1997). Hugtakið hugmyndalíkan vísar til samræmds samsafns hugmynda um gerð og eðli jarðhitakerfis sem byggir á öllum tiltækum gögnum frá viðkomandi kerfi á hverjum tíma. Í stuttu máli á slíkt líkan að segja til um hitagjafa jarðhitakerfisins, uppstreymi jarðhitavökvans og rennislísiðir hans. Aðferðin, ásamt líkani af jarðhitakerfinu, var notuð til að meta með sem nákvæmustum hætti vinnslugetu jarðhitasvæðisins og hugsanleg áhrif á auðlindina. Hér á eftir verður fjallað um helstu niðurstöður hugmyndalíkansins.

Stærð jarðhitakerfisins var kortlögð með Schlumberger-, TEM- og MT-viðnámsmælingum. Viðnámsmælingar í Kröflu endurspeglar hitaummyndun í jarðhitakerfinu og sýna jarðhitakerfið sem háviðnámskjarna þar sem hitinn er hæstur og utanáliggjandi lágviðnámskápu. Viðnámsmælingar ásamt djúprannsóknnum með borunum sýna virkan jarðhita á svæðum A og D, en kólnandi fyrrum virk svæði B og C. Í Kröflu má segja að lágviðnámskápan hylji fjóra toppa háviðnámskjarna, sem litið er á sem sérstök svæði (viðnámsfrávik) tengd jarðhita (**mynd 9.9**):

- A er stærst og nær allt frá suðurhlíðum Kröflu, yfir Víti, Vítismó og Leirhnjúk (Krafla-Leirhnjúkur).

- **B** er á vestursvæði Kröflu, vestur af Þríhyrningum og teygir sig til suðurs.
- **C** er kennt við Hágöng austan við Hrafninnuhrygg og norðan við Jörund.
- **D** liggur undir Sandabotnaskarði.



Mynd 9.9 Viðnám 600 m undir sjávarmáli á Kröflusvæðinu samkvæmt TEM-mælingum. Viðnámsfrávikin (háviðnámskjarnar undir lágviðnámi) fjögur eru merkt A–D. Svæði sem boranir sýndu að eru köld eru græn rúðstrikud á myndinni (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Ekkert viðnámsfrávik sést í mælingum við Hvannstóð og Krókóttuvötn, vestanvert í öskjunni, þrátt fyrir að þar sjáist kaldar jarðhitaummyndanir á yfirborði.

Jarðhitakerfið er samkvæmt viðnámsmælingum og borunum að hámarki 40 km² að flatarmáli. MT-mælingar sýna að undir svæðum A og D eru djúpstæð lágviðnámsfrávik sem tengjast hitagjöfum og heitu uppstreymi. Slík frávik sjást ekki undir svæðum B og C.

Alls hafa verið boraðar 44 háhitaholur á Kröflusvæðinu. Flestar holurnar eru á svæðinu við Vítismó og Leirbotna og vestan- og sunnanvert við fjallið Kröflu, en einnig hafa nokkrar holur verið boraðar á þremur svæðum við suðurbrún öskjunnar, við Hvíthóla, í Sandabotnaskarði og á vestursvæðinu í Leirhnjúkshrauni. Fjallað er ýtarlega um hita- og þrýstingsmælingar og fleiri mæliþætti í borholunum í hugmyndalíkaninu (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Boranir gefa til kynna að tvö megin uppstreymi í Kröflu eru undir Víti-Hveragili og Leirhnjúki, sem samræmist yfirborðsummerkjum og MT-viðnámsmælingum. Boranir hafa sýnt að öflugustu holurnar á Kröflusvæðinu, fyrir utan K-21 á Hvíthólum, eru við Hveragil og í Vesturhlíðum. Einnig var öflugt uppstreymi undir

Leirhnjúki staðfest með holu K-35. Auk þess sýndi hola KS-01 hita og lekt undir Sandabotnaskarði og að þar sé vinnsluhæft jarðhitakerfi.

Hitamælingar benda til sérstakrar upprennislistotu til Suðurhlíða úr aðaluppstreymi í Kröflu. Þá er áætlaður upphafsþrýstingur í Suðurhlíðum hærrí en upphafsþrýstingur í Vesturhlíðum, sem gæti bent til þess að aðaluppstreymið sé nær Suðurhlíðum en Vesturhlíðum. Hitamælingar sýna jafnframt uppstreymi í Sandabotnaskarði fyrir austan Hvíthóla. Uppstreymisrásin fyrir Hvíthóla er ekki þekkt og jarðhitinn þar gæti verið afrennsli úr Leirbotnum, staðbundið eða ef til vill úr Sandabotnaskarði.

Í hugmyndalíkaninu (Anette K. Mortensen o.fl., 2009) er gerð nánari grein fyrir innri byggingu jarðhitakerfisins í Kröflu, kerfisskiptingu og eiginleika kerfa byggt á jarðfræðilegum og jarðeðlisfræðilegum gögnum frá yfirborðsránsóknum og borholuránsóknum. Til einföldunar eru helstu niðurstöður ránsókna settar í þrívítt, einfaldað hugmyndalíkan fyrir Kröflukerfið og er það sýnt á **myndum 9.10-9.12**. Auk hitaástands jarðhitakerfisins eru í líkaninu sýndir hitagjafir, uppstreymissvæði og helstu streymisleiðir jarðhitavökvans eftir misgengjum og gossprungum.

Nánar um yfirborðsflatarmál jarðhitakerfisins

Gufu fyrir Kröflustöð hefur hingað til verið aflað úr eftirfarandi fjórum vinnslusvæðum:

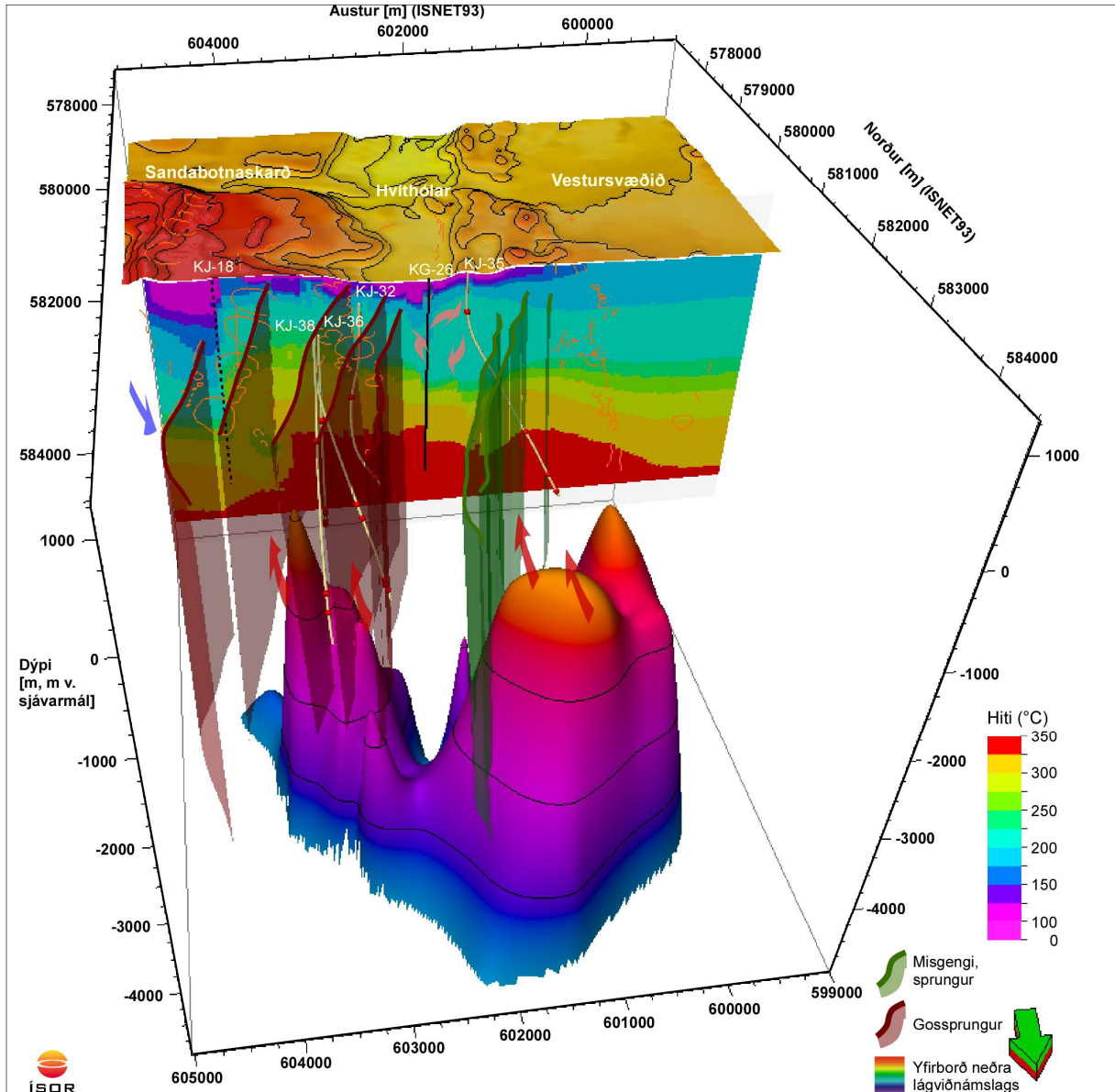
- Leirbotnar-Vítismór
- Vesturhlíðar
- Suðurhlíðar
- Hvíthólar

Hvert þessara svæða hefur sín sérstöku einkenni og er fjallað nánar um hvert þeirra í hugmyndalíkaninu.

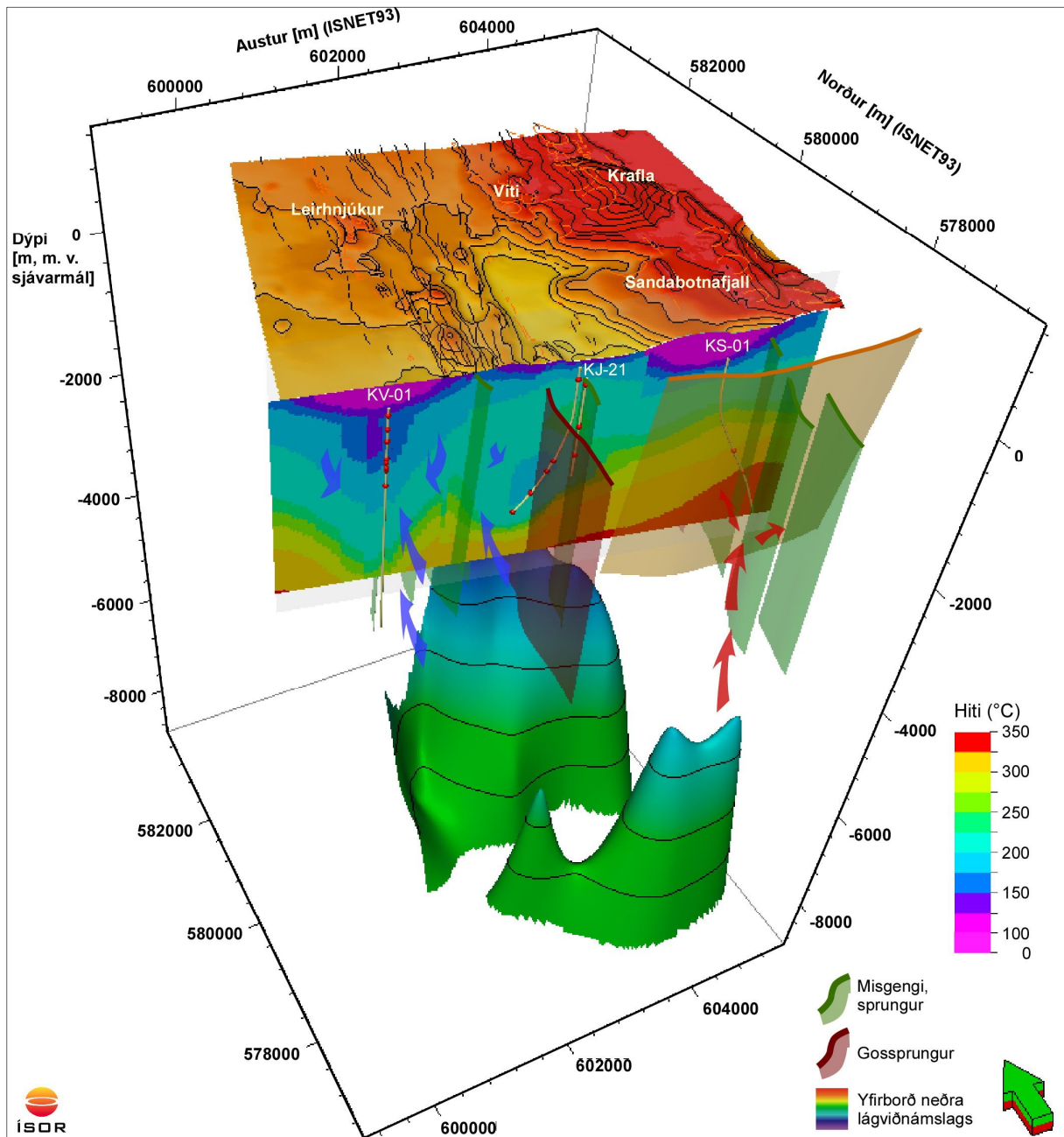
Tilvist háhitakerfis hefur verið staðfest á núverandi fjórum vinnslusvæðum (sjá hér að framan). Að auki hefur verið boruð hola við Sandabotnaskarð sem sýnir yfir 260°C hita á 400 m undir sjávarmáli og yfir 300°C hita á 900 m undir sjávarmáli. Gert er ráð fyrir að stærð svæðanna sé eftirfarandi (Anette K. Mortensen o.fl., 2009):

- Leirbotnar 3 km²
- Vítismór 3 km²
- Vesturhlíðar 3 km²
- Suðurhlíðar 3 km²
- Hvíthólar 2 km²
- Sandabotnaskarð 2 km²

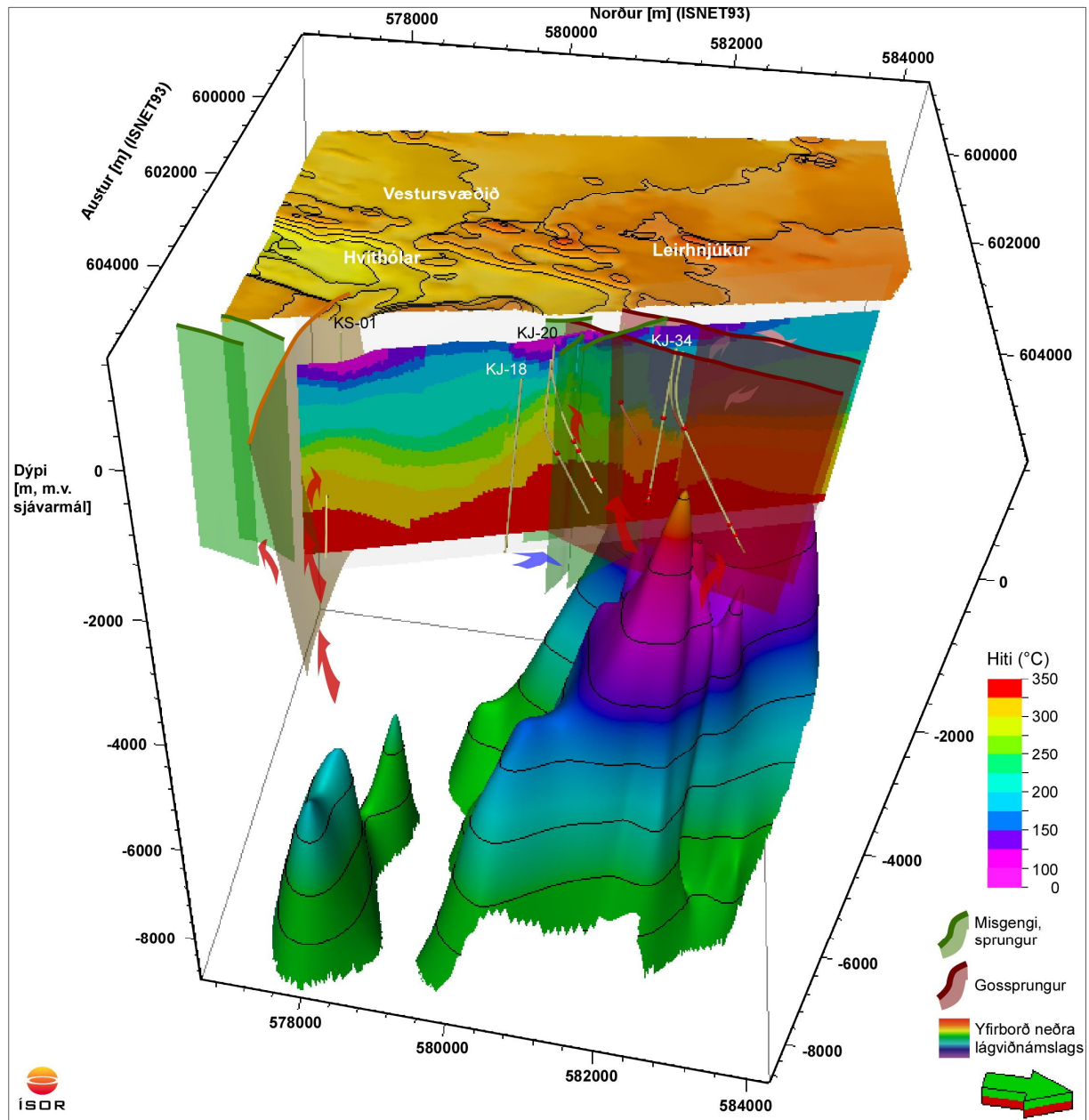
Samtals hefur jarðhiti þannig verið staðfestur með borunum á alls 16 km² svæði. Líklegt verður að teljast að jarðhitakerfið nái yfir stærri hluta viðnámsfráviksins. Í reikningunum er hámarksstærð svæðisins talin vera 40 km² og lágmarksstærð 16 km². Líklegasta stærðin er meðaltal þessara stærða, það er 28 km².



Mynd 9.10 Tilgátumynd af innri gerð jarðhitakerfisins í Kröflu, horft til suðurs í austur-vestur snið um miðbik Kröfluöskjunnar um Suðurhlíðar, Leirbotna og Vítismó. Tveir áberandi toppar í neðra lágviðnámslaginu (blár-rauður flötur neðst með jafndýpislínur á 1.000 m bili) við Leirhnjúk og vestan við Kröflufjall tengjast meginhitagjafa og jarðhitauppstreyminu í Kröflu. Jarðhitavökvinn leitar til yfirborðs meðfram lekum strúktúrum, svo sem misgengjum (grænir fletir) og gossprungum (rauðir fletir). Á myndinni er einnig sýnt austur-vestur hitasnið um Suðurhlíðar-Leirbotna-Vítismó og valdar borholur þar sem rauðir blettir merkja helstu æðar í holunum. Rauðar örvar sýna rennislíeið jarðhitavökvans upp til yfirborðs eftir sprungunum og misgengjum. Bleikar örvar tákna vatnshræringu í efra kerfinu í Leirbotnum og Vítismó, en innrennsli af kaldari vökva austanvert í Suðurhlíðum er skilgreint með blárri ör. Græn/rauð ör neðst til hægri bendir til norðurs (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).



Mynd 9.11 Tilgátumynd af uppbyggingu jarðhitakerfisins í Kröflu, horft til norðurs í vestur-austur snið eftir suðurjaðri Kröfluöskjunnar um vestursvæðið, Hvíthóla og Sandabotnaskarð. Toppur í neðra lágviðnámslaginu (grænn-blár flötur neðst með jafndýpislínu á 1.000 m bili) undir Sandabotnaskarði tengist meiri djúpstæðum hitagjafa og jarðhitauppstreymi. Á myndinni er sýnt vestur-austur hitasnið um Sandabotnaskarð-Hvíthóla-vestursvæðið og nokkrar valdar borholur, þar sem rauðir blettir merkja helstu æðar í holunum. Jarðhitavökvinn leitar til yfirborðs meðfram lekum strúktúrum, svo sem misgengjum (grænir fletir), gossprungum (rauðir fletir) og öskjubrotinu (ljósbrúnn flötur), einkum í skurðpunktum milli lekra strúktúra. Rauðar örvar sýna rennislíði jarðhitavökvans upp til yfirborðs eftir sprungum og misgengjum undir Sandabotnaskarði. Innrennsli af kaldari vökva um sprungusveiminn á vestursvæðinu er skilgreint með bláum örnum, sem hefur valdið verulegri kælingu þar. Viðsnúning í hita við Hvíthóla má tengja kælingu úr sprungusveimnum á vestursvæðinu, en jarðhitakerfið við Hvíthóla má mögulega tengja við uppstreymi meðfram öskjubrotinu frá austri úr Sandabotnaskarði. Græn/rauð ör neðst til hægri bendir til norðurs (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).



Mynd 9.12 Tilgátumynd af uppbyggingu jarðhitakerfisins í Kröflu, horft til vesturs í norður-suður snið austarlega á borsvæðinu um Vítismó, Vesturhlíðar, Suðurhlíðar og í Sandabotnaskarði. Áberandi toppur í neðra lágviðnámslaginu (grænn-blár-rauður flötur neðst með jafndýpislínur á 1.000 m bili) vestan við Kröflufjall tengist djúpstæðum hitagjafa og meginjarðhitaupstreymi í Hveragili á meðan toppur undir Sandabotnaskarði tengist djúpstæðum hitagjafa þar og jarðhitaupstreymi, en einnig eru minni toppar í neðra lágviðnámslaginu til vesturs frá Sandabotnaskarði. Á myndinni er sýnt norðvestur-suðaustur hitasnið um Vítismó-Vesturhlíðar-Suðurhlíðar-Sandabotnaskarð og útvaldar borholur, þar sem rauðir blettir merkja helstu æðar í holunum. Jarðhitavökvinn leitar til yfirborðs meðfram lekum strúktúrum, svo sem misgengjum (grænir fletir), gossprungum (rauðir fletir) og óskjubrotinu (ljósbrúnn flötur), einkum í skurd-punktum milli lekra strúktúra. Rauðar örvar sýna rennslisleið jarðhitavökvans upp til yfirborðs eftir sprungum og misgengjum undir Vesturhlíðar, Suðurhlíðar og Sandabotnaskarð. Innrennsli af kaldari vökva úr austri í Suðurhlíðum er skilgreint með bláum örnum á meðan bleikar örvar tákna vatnshræringu í efra kerfinu við Vítismó. Græn/rauð ör neðst til hægri bendir til norðurs (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Mat á vinnslugetu jarðhitakerfisins

Til að mögulegt væri að spá fyrir um viðbrögð jarðhitakerfisins við áframhaldandi nýtingu var reiknuð möguleg raforkuvinnslugeta jarðhitakerfisins til 30, 50 og 100 ára (sjá í **töflu 9.2**) með ákveðnum vilmörkum. Reikningarnir voru miðaðir við að líklegasta stærð jarðhitasvæðisins væri 28 km² að flatarmáli og að framleiðsla rafmagns yrði úr þeim hluta jarðhitageymisins sem er heitari en 170°C miðað við 12% raforkunýtingu.

Tafla 9.2 Gildi á tölfræðilegum stærðum fyrir líkindadreifinguna fyrir rafafli úr áætluðum jarðhitageymi í Kröflu til 30, 50 og 100 ára.

Tölfræðistærðir	Gildi [MW _e] (til 30 ára)	Gildi [MW _e] (til 50 ára)	Gildi [MW _e] (til 100 ára)
Líklegasta gildið:	340 (7% líkur)	200 (7% líkur)	110 (7% líkur)
90% öryggisbil:	190-580	120-350	60-180
Meðaltal:	370	220	110
Miðgildi:	360	220	110
Staðalfrávik	110	70	30
90% mörk	250	150	70

Í **töflu 9.2** kemur eftirfarandi fram:

- Ef jarðvarminn er nýttur á 30 árum verður rafaflið á bilinu 190-580 MW_e (90% öryggisbil) og 90% líkur eru á að rafaflið verði að minnsta kosti 250 MW_e.
- Ef jarðvarminn er nýttur á 50 árum verður rafaflið á bilinu 120–350 MW_e (90% öryggisbil) og 90% líkur eru á að rafaflið verði meira en 150 MW_e.
- Ef jarðvarminn er nýttur á 100 árum verður rafaflið á bilinu 60–180 MW_e (90% öryggisbil) og 90% líkur eru á að rafaflið verði meira en 70 MW_e.

Þess ber að geta að ekki er hægt að segja fyrir um sjálfbærni út frá rúmmálsmatinu sem greint er frá í **töflu 9.2**. Matið er háð töluverðri óvissu og tekur ekki tillit til ýmissa þátta, svo sem til áhrifa breytilegrar lektar og innstreymis vegna þrýstingsniðurdráttar né núverandi efnatæknilegra erfiðleika við nýtingu dýpri hluta kerfisins (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Nánar er fjallað um niðurstöður rúmmáls matsins í kafla 9.1.2 í tengslum við mat á hugsanlegum áhrifum áframhaldandi vinnslu á jarðhitageyminn.

9.1.2 UMHVERFISÁHRIF

Viðmið umhverfisþátta

- Lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu.
- Velferð til framtíðar, sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, stefnumörkun til ársins 2020, gefið út af umhverfisráðuneytinu.

Umfang, einkenni og vægi áhrifa

Hér á eftir verður fjallað um hugsanleg áhrif fyrirhugaðrar vinnslu á jarðhitageyminn með tilliti til sjálfbærni fyrirhugaðrar nýtingar.

Eins og kom fram í kafla 9.1.1 hafa á Kröflusvæðinu farið fram yfirgrípsmiklar rannsóknir og mælingar á viðbrögðum/hegðun jarðhitakerfisins við orkuvinnslu sem nýtast við að greina umhverfisáhrif aukinnar vinnslu við Kröflu.

Reynsla á jarðhitasvæðum sýnir að jarðhitavirkni á yfirborði háhitasvæða getur breyst, annars vegar af náttúrulegum orsökum og hins vegar vegna orkuvinnslu. Þrýstingslækkun í jarðhitakerfum vegna vinnslu getur valdið því að innstreymi í kerfin aukist nokkurn veginn í hlutfalli við það magn sem upp er tekið (Guðni Axelsson o.fl., 2001 og 2006). Einnig getur ágeng vinnsla í nokkra áratugi valdið því að upptaka úr svæðinu er meiri en sem nemur innstreymi í það, sem veldur því að þrýstingur lækkar og vinnslugeta minnkar.

Niðurstöður rúmmálmats í **töflu 9.2** benda til þess að jarðhitakerfið á Kröflusvæðinu muni geta staðið undir 190-580 MW_e virkjun næstu 30 árin og að 90% líkur séu á að rafaflið verði meira en 250 MW_e. Samanlögð orkuvinnsla núverandi Kröflustöðvar og fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II, 210 MW_e, rúmast innan þessara marka. Þó má gera ráð fyrir breytilegri vinnslu við áratuga langan rekstur. Ef ágeng vinnsla er stunduð tímabundið á ákveðnu svæði þarf að draga úr henni síðar meir til að viðhalda sjálfbærri nýtingu (Guðni Axelsson o.fl, 2006; Guðni Axelsson, 2009).

Nýting jarðhitakerfa á ýmsum stöðum í heiminum síðustu áratugi hefur sýnt að nýting jarðhita getur verið sjálfbær. Þannig er mögulegt að haga vinnslu úr jarðhitakerfi þannig að kerfið nái jafnvægisástandi á nýjan leik, jafnvel eftir að stórfellda vinnslu, og að henni megi halda í langan tíma (Guðni Axelsson, Sveinbjörn Björnsson og Valgarð Stefánsson, erindi á Orkuþingi 2006). Hér á eftir er fjallað um þá þætti sem þarf að hafa í huga svo að jarðhitanyting geti talist sjálfbær (Guðni Axelsson o.fl., 2006):

- A. Sjálfbær vinnslugeta jarðhitakerfa er óþekkt við upphaf vinnslu, en hana má meta út frá fyrirliggjandi gögnum um innri gerð og eðli kerfanna (stærð jarðhitakerfis og hitaástand) og gögnum um viðbrögð þeirra við vinnslu. Áætlanir verða áreiðanlegri eftir því sem vinnslusaga viðkomandi jarðhitakerfis lengist (meiri gögn safnast um viðbrögð við vinnslu).
- B. Sjálfbær vinnslugeta er háð vinnslutækni, jafnt vinnsluaðferðinni og tækni-framförum. Niðurrennsli/niðurdæling affallsvatns getur dregið úr þrýstingslækkun í jarðhitageyminum og þar með lengt endingartíma jarðhitakerfisins til orkuvinnslu.
- C. Reikna má með að með dýpri borholum í framtíðinni (4-5 km í stað 2-3 km í dag) megi vinna meiri orku úr mörgum jarðhitakerfum, ekki síst háhitakerfum tengdum eldstöðvakerfum.

Á Kröflusvæðinu hafa fyrirliggjandi gögn verið nýtt til að meta niðurdælingu affallsvatns (djúpförgun) aftur niður í jarðhitageyminn í þeim tilgangi að lengja nýtingartíma jarðhitakerfisins í Kröflu. Í því sambandi er mikilvægt að hugað sé vel að staðsetningu niðurdælingar og vanda vel til verka því annars er hætt á að niðurrennsli í jarðhitageyminn stuðli að kælingu og skertri nýtingu hans.

Niðurdæling affallsvatns hófst fyrir áratug, í fyrstu í litlum mæli og með hléum, en síðustu árin er hún orðin fastur liður í rekstri jarðhitakerfisins og nokkuð veruleg. Árin 1999 og 2000 var affallsvatni dælt í takmörkuðu magni niður í holu K-22 við Hvíthóla. Árið 2002 hófst niðurdæling í holur K-11 og K-26 í Leirbotnum, en niður-

dælingu í þá fyrrnefndu var hætt 2005. Frá árinu 2002 hefur niðurdæling í holu K-26 verið umtalsverð og árið 2007 nam hún um 18% af heildarmassatökunni úr Kröflusvæðinu. Niðurdælingin í holuna hefur gengið vel og virðist viðtökugeta holunnar heldur fara vaxandi en hitt. Í raun hefur hún um það bil tífaldast frá fyrstu dögum niðurdælingarinnar.

Niðurstaða ferilprófunar með jodíði í holu K-26 sýndi að niðurdæling affallsvatnsins kemur ekki fram í nálægum holum, það er hvorki er um að ræða breytingu á efna-samsetningu né á vermi vökvans. Niðurdælingin hefur því góð áhrif á kerfið þar sem hluti af þeim massa sem tekinn er úr kerfinu er bætt í það aftur án þess að neikvæðra áhrifa affallsvatnsins gætir í nálægum holum. Ferilprófunin hófst í desember 2005 og stóð til loka júlí 2007. Notuð voru 450 kg af kalíumjodíði í holuna og var sýnum safnað með reglulegu millibili í 9 nálægum vinnsluholum allan tímann. Ekki varð marktæk endurheimta á jodíðinu í nálægum holum í prófuninni. Hluti af jodíðinu skilaði sér þó í styrk undir greiningarmörkum sem er eingöngu lítið brot jodíðsins. Tvær mögulegar skýringar eru á þessu. Annars vegar er mögulegt að suða vatns í berginu umhverfis K-26 valdi því að jodíðið berst ekki langt, en jodíð er vatnssækið og situr ef til vill eftir í kyrrstæðum vatnsfasanum þó gufan streymi greiðlega um kerfið. Hins vegar er mögulegt að tengslin milli K-26 og hinna holnanna séu einfaldlega ekki greiðari. Hver sem ástæðan er þá bendir óveruleg endurheimta jodíðsins til þess að jarðhitakerfið þoli vel niðurdælingu affallsvatnsins í holu K-26 og að ekki sé ástæða til að hafa áhyggjur af hugsanlegri kólnun jarðhitakerfisins vegna djúpförgunar í holu K-26 á næstu árum.

Eins og greint er frá í kafla 3.1 um sjálfbæra vinnslu jarðhita getur vinnsla úr jarðhitasvæði færst til á þann hátt að aukið álag á einu undirsvæði þarf ekki að hafa áhrif á vinnslu á öðru. Þannig er hægt að draga úr vinnslu eða hvíla á einum stað meðan aukið er á öðrum og haldið þannið stöðugri rafmagnsframleiðslu í virkjuninni. Landsvirkjun stefnir að því að byggja upp frekari vinnslu jarðhita á Kröflusvæðinu í áföngum til að tryggja að unnið sé innan marka sjálfbærni (Guðni Axelsson o.fl., 2006). Þetta verður gert með því að auka vinnslu í nokkrum áföngum þar til sjálfbær vinnslugeta hefur verið metin og sjálfbæru mörkunum náð.

Í skýrslu ÍSOR, Jarðhitakerfið í Kröflu – Samantekt rannsókna á jarðhitakerfinu og endurskoðað hugmyndalíkan (Anette K. Mortensen o.fl., 2009), er farið yfir þróun reiknilíkana fyrir Kröflusvæðið. Það sem hefur valdið ákveðnu vandamáli við notkun reiknilíkana í Kröflu er vökví með lágu pH-gildi, sem hefur kallað á vinnslu-tæknilegar lausnir. Nýtt reiknilíkan liggur ekki fyrir og er því ekki hægt að nýta við mat á áhrifum Kröfluvirkjunar II á jarðhita og orkuforða. Í samræmi við ábendingar frá Orkustofnun sem fram komu þegar Landsvirkjun hafði samráð vegna frummats-skýrslu er gert ráð fyrir að fyrir liggja nýtt reiknilíkan byggt á núverandi hugmynda-líkani þegar sótt verður um virkjunarleyfi fyrir Kröfluvirkjun II.

Ef framangreindar niðurstöður eru teknar saman má ætla að með áframhaldandi rann-sóknum og aukinni hlutdeild djúpförgunar í niðurdælingu affallsvatns á réttum stöðum megi lengja nýtingartíma jarðhitakerfisins í Kröflu og að nýting jarðhita verði sjálfbær til lengri tíma lítið.

Mótvægisáðgerðir

Aukin hlutdeild djúpförgunar í niðurdælingu affallsvatns er hugsuð sem mótvægisáðgerð til að lengja nýtingartíma jarðhitakerfisins í Kröflu.

Niðurstaða

Við áframhaldandi vinnslu jarðhita á Kröflusvæðinu verður miðað að því að halda áfram sjálfbærri nýtingu. Ef vel tekst til í þeim efnunum má búast við að frekari raforkuvinnsla á svæðinu muni hafa óveruleg áhrif á jarðhitakerfið. Þetta mat er þó háð óvissu.

9.1.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ ÁHRIF Á JARÐHITAKERFI OG ORKUFORÐA OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA

Umhverfisstofnun vekur athygli á því sem segir á bls. 81 í frummatsskýrslu um að ekki sé mögulegt að meta afkastagetu jarðhitakerfisins í Kröflu af mikilli nákvæmni. Þetta vekur upp spurningar um hversu mikið sé hægt að fullyrða um orkuvinnslu á Kröflusvæðinu og hvort þær forsendur sem framkvæmdaraðili gefur sé muni halda. Það sé þó forsendan fyrir því að mat á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar sé rétt.

Framangreint atriði sem Umhverfisstofnun dregur fram um óvissu á afkastagetu jarðhitakerfisins lýsir því vandamáli sem framkvæmdaraðilar eiga almennt við að etja við nýtingu jarðhitasvæða. Óvissan er sérstaklega mikil á Kröflusvæðinu vegna þess hve flókið svæðið er og ákveðinna vinnslutæknilegra vandamála. Þrátt fyrir óvissuna bendir þó margt til þess að orkuforði Kröflukerfisins sé mjög mikill og telja sérfræðingar Landsvirkjunar á sviði forðafræði að svæðið beri nýja, allt að 150 MW_e virkjun. Mat á umhverfisáhrifum er því miðað við þá stærð en jafnframt tekið fram að endanleg stærð komi til með að ráðast út frá niðurstöðum borana og frekari rannsóknna í samráði við Orkustofnun.

Umhverfisstofnun veltir upp þeirri spurningu um hvernig brugðist verði við ef ekki reynist unnt að afla nægrar orku á borsvæðunum norðan Vítis í samræmi við áætlanir framkvæmdaraðila. Vísar stofnunin til þess að dæmi séu um að svæði sem talin hafi verið álitleg til borana og jarðhitanýtingar hafi ekki reynst gjöfult.

Spurningin sem Umhverfisstofnun veltir hér upp lýsir þeirri óvissu sem uppi er um nýtingu jarðhita áður en boranir fara fram. Ef svæðið norðan Vítis reynist ekki gjöfult er stefnt að því að koma svæðinu aftur í fyrra horf. Meðan á rannsóknaborunum stendur verður framkvæmdum því haldið í lágmarki, til að mynda með því að ryðja ekki upp vegum heldur keyra efni í þá í takmörkuðu magni eins og fram kemur í kafla 4.3.1. Með því móti verður unnt að moka í burtu og skafa upp að mestu leyti það efni sem keyrt hefur verið í vegi og borplön. Með tímanum skolast það sem eftir situr í burtu og náttúrulegur gróður tekur við sér. Ummerki um rask á yfirborði minnka því með tímanum. Við frágang rannsóknaholu sem ekki verður nýtt sem vinnsluhola er gert ráð fyrir að fylla í borholukjallarann þannig að sjáanlegur hluti holunnar á yfirborði verði eingöngu stútur upp úr jörðinni með holuloka. Með slíkum frágangi er unnt að nýta holuna til mælinga.

9.2 LANDSLAG

9.2.1 GRUNNÁSTAND

Við mat á umhverfisáhrifum á Íslandi hefur ekki mikið farið fyrir samræmdri aðferðafræði við mat á áhrifum á landslag. Sú aðferðafræði sem stuðst er við hér er að miklu leyti mótuð eftir þeim aðferðum sem beitt hefur verið á Bretlandseyjum. Í **viðauka 1** eru nánari upplýsingar um þá aðferðafræði sem beitt var við að meta áhrif á landslag.

Hugtakið landslag hefur verið skilgreint á mismunandi hátt í gegnum árin. Sú skilgreining sem stuðst er við hér á eftir kemur úr evrópska landslagssáttmálanum. Sáttmálinn var samþykktur af Evrópuráðinu árið 2000 og öðlaðist gildi 1. mars 2004, en hann hljóðar svo¹:

„Landsvæði sem skynjað er af manningum og einkenni þess eru tilkomin vegna víxlverkandi áhrifa náttúrulegra og mannlegra þátta. Landslagið getur breyst með tíma eftir því sem áhrif náttúrunnar eða mannsins breytast.“

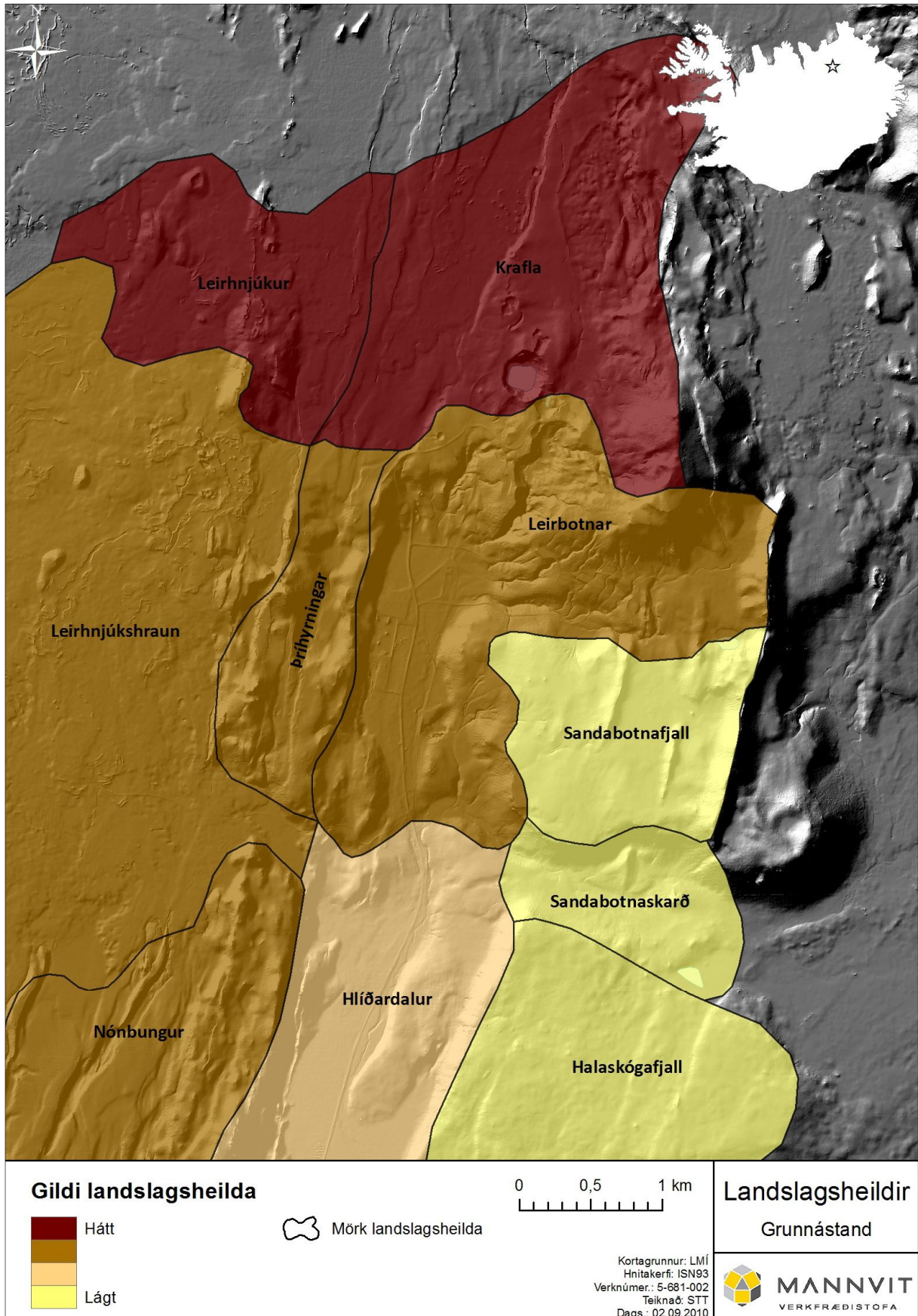
Landslag við Kröflu og Kröflustöð einkennist af jarðmyndunum í eldfjallaumhverfi þar sem jarðhitaummerki setja sterkan svip á með litadýrð og gufuústreymi. Gróðurinn er frekar tegundasnaður enda hæð yfir sjávarmáli á bilinu 400-700 m. Stærstur hluti núverandi jarðhitavirkjunar stendur við Leirbotna en aðrir hlutar ná upp í hlíðar Kröflu og á nærliggjandi sléttur.

Landslag á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði hefur verið flokkað niður í landslagsheildir. Landslagsheildir má hugsa sér sem svæði með ákveðin einkenni sem setja svip sinn á umhverfið. Við flokkunina er stuðst við ákveðna þætti sem mynda það landslag sem leggja á mat á hverju sinni. Eftirfarandi þættir eru bornir/lagðir saman:

- Jarðfræði
- Gróðurfar
- Vatnafar
- Landnotkun
- Landform

Í hverri landslagsheild fyrir sig er hluti framangreindra þátta ráðandi og skilgreina stærð og lögun hvernar heildar. Samspil ákveðinna þátta er einnig mikilvægt, til dæmis ræður berggrunnur miklu um hvaða gróður þrífst á viðkomandi svæði. Afmörkun hvernar heildar getur einnig ráðist af landformum. Þetta geta til að mynda verið fjallgarðar, hólar eða hryggir. Mörk landslagsheilda eru í fæstum tilfellum greinileg en eru samt táknuð með mjórri línu á korti til einföldunar. Hverri landslagsheild er gefið nafn sem dregið er af þekktu örnefni innan hvernar heildar. Á **mynd 9.13** má sjá landslagsheildir sem afmarkaðar hafa verið ásamt gildi þeirra.

¹ European Council, 2000. Evrópski landslagssáttmálinn. <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Reports/Html/176.htm>. Skoðað 17. desember 2009.



Mynd 9.13 Gildi landslagsheilda við Kröflu.

Gildi hvernar landslagsheildar er fengið með því að leggja saman nokkra þætti, en þeir eru eftirfarandi:

- Ósnortin víðerni
- Nýting til útivistar og annarrar afþreyingar
- Sérstök vernd
- Jarðhiti á yfirborði

Hugtakið ósnortin víðerni á sér ákveðna tengingu við mat á landslagi auk þess sem hugtakið er skilgreint í lögum um náttúruvernd nr. 44 frá 1999. Þar segir um ósnortin víðerni: „Landsvæði sem er a.m.k. 25 km² að stærð eða þannig að hægt sé að njóta þar einveru og náttúrunnar án truflunar af mannvirkjum eða umferð vélknúinna farartækja á jörðu, er í a.m.k. 5 km fjarlægð frá mannvirkjum og öðrum tæknilegum ummerkjum, svo sem raflinum, orkuverum, miðlunarlónum og þjóðvegum, og þar sem ekki gætir beinna ummerkja mannsins og náttúran fær að þróast án álags af mannlegum umsvifum.“

Hægt er með einföldum hætti að kortleggja ósnortin víðerni út frá þessari skilgreiningu með því að reikna fjarlægð frá viðkomandi fyrirbærum. Hér skal þó tekið fram að þjóðvegur er samkvæmt skilgreiningu Vegagerðarinnar vegur sem hefur vegnúmer í vegaskrá og haldið er við af Vegagerðinni. Upplýsingar um ósnortin víðerni er hér notað til að meta gildi landslagsheilda. Sé landslagsheild hluti af ósnertu víðerni hækkar gildi hennar í samanburði við aðrar sem eru það ekki.

Þau svæði sem flokkuð hafa verið niður í landslagsheildir eru sum nýtt til útivistar. Stuðst er við upplýsingar úr þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið á nýtingu svæðisins til útivistar (**viðauki 1**). Séu landslagsheildir nýttar til útivistar á einn eða annan hátt hækkar gildi þeirra.

Nokkur svæði njóta sérstakrar verndar á því svæði sem flokkað hefur verið í landslagsheildir. Þær landslagsheildir sem innihalda sérstök verndarsvæði fá herra gildi af þeim sökum.

Jarðhita á yfirborði má meðal annars finna í grennd við Leirhnjúk. Jarðhitinn er eitt af einkennum heildarinnar sem nær yfir það svæði. Jarðhiti á yfirborði og þær ummyndanir sem honum fylgja hækka gildi landslags þar sem útlit svæðanna sker sig úr nánasta umhverfi.

Í **viðauka 1** má finna nánari upplýsingar um flokkun landslags og gildismat landslagsheilda.

9.2.2 UMHVERFISÁHRIF

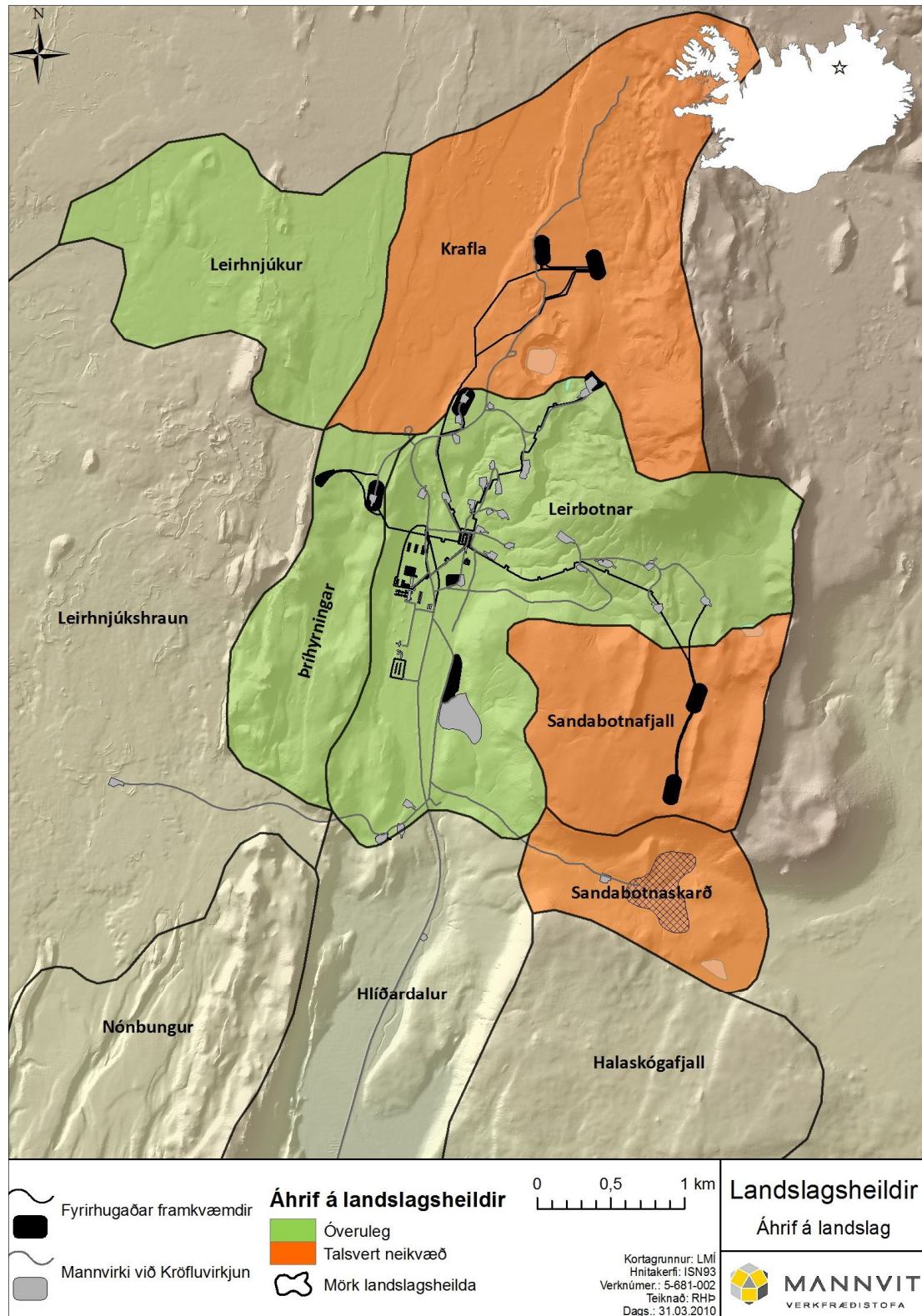
Viðmið umhverfispáttá

- V. kafli laga nr. 44/1999 um náttúruvernd.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

Umfang, einkenni og vægi áhrifa

Áhrif fyrirhugaðrar framkvæmdar við Kröflu á landslag eru talin talsvert neikvæð eða óveruleg. Á mynd 9.14 er kort með landslagsheildum ásamt áhrifum á landslag. Áhrif á landslag eru metin með tilliti til umfangs þeirra framkvæmda sem lenda

innan hvernar heildar og grunnástands. Gildi landslags sem lýst er í kafla 9.2.1 (sjá mynd 9.13) er einn af nokkrum þáttum sem ráða vægi áhrifa. Þannig geta umhverfisáhrif á tvær landslagsheildir verið metin jöfn þó svo að gildi þeirra sé ekki það sama.



Mynd 9.14 Áhrif á landslagsheildir á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði við Kröflu.

Talsvert neikvæð áhrif: Þrjár landslagsheildir er taldar verða fyrir talsvert neikvæðum áhrifum. Það eru landslagsheildirnar Sandabotnaskarð, Sandabotnafjall og Krafla.

Innan landslagsheildarinnar Sandabotnaskarð er fyrirhuguð náma sem mun hafa áhrif á upplifun þeirra sem um svæðið fara. Landslagsheildin er ekki stór og naman verður því stór hluti heildarinnar. Þar af leiðandi eru áhrifin talin talsvert neikvæð.

Borsvæði eru fyrirhuguð innan landslagsheildarinnar Sandabotnafjall. Innan heildarinnar eru áhrifin talin talsvert neikvæð þar sem fyrirhuguð borsvæði ásamt lögnum og aðkomuslóðum eru staðsett í miðri heildinni.

Fyrirhuguð borsvæði norðan Vítis eru staðsett innan landslagsheildarinnar Kröflu, en lítill hluti núverandi virkjunar er staðsettur innan heildarinnar. Mannvirkjum kemur því til með að fjölga og mannleg áhrif á landslagið aukast. Talsverður fjöldi fólks heimsækir gíginn Víti, en upplifun þess ætti ekki að breytast að neinu marki.

Óveruleg áhrif: Þrjár landslagsheildir er taldar verða fyrir óverulegum áhrifum vegna fyrirhugaðra framkvæmda. Þær eru Leirbotnar, Þríhyrningar og Leirhnjúkur.

Innan landslagsheildarinnar Leirbotnar er stærstur hluti núverandi virkjunar við Kröflu. Fyrirhugaðar framkvæmdir munu bæta við það manngerða landslag sem er þar fyrir og því verða áhrifin aðeins óveruleg.

Landslagsheildin Þríhyrningar er vestan við núverandi virkjun við Kröflu. Þar eru fyrir nokkrar háspennulínur sem eru eitt af einkennum heildarinnar. Fyrirhuguð framkvæmd mun aðeins hafa í för með sér óveruleg áhrif og mun ekki breyta einkennum heildarinnar.

Gildi landslagsheildarinnar Leirhnjúkur er hátt samkvæmt landslagsgreiningu. Fyrirhuguð framkvæmd nær ekki inn fyrir mörk heildarinnar, en liggur þó nálægt mörkum hennar á vissum stöðum. Ekki er talið að fyrirhuguð framkvæmd breyti einkennum heildarinnar og því eru áhrifin talin verða óveruleg.

Aðrar landslagsheildir á athugunarsvæðinu verða fyrir litlum sem engum áhrifum.

Mótvægisáðgerðir

Engar eiginlegar mótvægisáðgerðir eru fyrirhugaðar í tengslum við áhrif á landslag.

Niðurstaða

Áhrif á landslag verða mest fyrir norðan og austan núverandi virkjun. Landslagsheildir á því svæði verða fyrir talsvert neikvæðum áhrifum þar sem lítið eða ekkert er af mannvirkjum fyrir eða önnur ummerki framkvæmda. Líklega verða áhrif á landslag hvað mest norðan við Víti sem tilheyrir landslagsheildinni Kröflu. Það skal þó nefnt að þar eru fyrir mannvirki tengd borholum og ferðamönnum.

Af þeim landslagsheildum sem greindar voru í grennd við Kröflu fengu Krafla og Leirhnjúkur hæsta gildið. Leirhnjúkur verður aðeins fyrir óverulegum áhrifum þar sem fyrirhugaðar framkvæmdir ná ekki inn á heildina.

9.2.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ ÁHRIF Á LANDSLAG OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA

Að mati Umhverfisstofnunar virðist sem að við afmörkun landslagsheilda sé þess ekki gætt nógu vel að láta jarðmyndanir eða jarðfræðilegar heildir vera innan sama svæðis, s.s. Víti og Hveragil, sem eru sams konar jarðmyndanir og leggja ætti áherslu á að vernda sem eina heild. Mörk landslagsheildarinnar Leirhnjúkur liggja þvert yfir hrygg og ekki ljóst hvers vegna mörkin eru dregin um hann.

Í athugasemdum Umhverfisstofnunar við sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík kemur enn fremur fram að þeir þættir sem miðað sé við þegar gildi landslagsheilda er metið séu of takmarkandi og gefi ekki rétta mynd af gildi landslagsheildanna. Í því sambandi er bent á að Hrafninnuhryggur sé talinn hafa hátt verndargildi en njóti þó ekki sérstakrar verndar samkvæmt lögum.

Eins og fram kemur í kafla 9.2.1 er notast við ákveðna aðferðafræði við skilgreiningu landslagsheilda. Fram kemur að mörk landslagsheilda eru í fæstum tilfellum greinileg en eru samt táknuð með mjórri línu á korti til einföldunar. Það kann að vera að sums staðar hefði mátt færa til mörk landslagsheilda. Það breytir þó ekki matinu á áhrifum á landslagsheildir að mati framkvæmdaraðila.

Hvað varðar verndargildi Hrafninnuhryggjar, þá nýtur hann hvorki verndar samkvæmt lögum né er hann afmarkaður með formlegum hætti í skipulagsáætlunum sem verndarsvæði. Burtséð frá því þá kemur framkvæmdin ekki til með að hafa áhrif á Hrafninnuhrygg þannig að skoðanir um hvort hryggurinn eigi að njóta verndar hafa ekki áhrif á matið.

Umhverfisstofnun vekur athygli á að samkvæmt töflu 2 í viðauka 1 fær landslagsheildin Leirhnjúkshraun ekki gildi fyrir útivist þrátt fyrir að vinsæl gönguleið frá Reykjahlíð liggja um hraunið og einnig liggur gönguleið vestan við Þríhyrninga. Landslagsheildin Krafla fær ekkert gildi fyrir útivist þrátt fyrir að Víti sé innan svæðisins, en það er vinsæll áfangastaður ferðamanna. Því ættu báðar þessar landslagsheildir að hækka um flokk frá því sem sýnt er á mynd 6.7 í frummatsskýrslu.

Framkvæmdaraðili þakkar þessar ábendingar Umhverfisstofnunar. Við nánari skoðun á töflu 2 í viðauka 1 hefur komið í ljós ákveðið ósamræmi við þau gildi sem sýnd eru á mynd 9.13 í frummatsskýrslu (mynd 6 í viðaukanum). Þetta hefur verið leiðrétt. Ekki er ljóst hvaða myndanúmer Umhverfisstofnun er að vísa til en væntanlega á það að vera framangreind mynd. Leiðréttingar sem gerðar hafa verið á mynd 9.13 eru eftirfarandi:

- Landslagsheildin *Krafla* fer úr næst hæsta gildi í hæsta gildi (hækkar um flokk).
- Landslagsheildin *Leirbotnar* fer úr næst lægsta gildi í næst hæsta gildi (hækkar um flokk).
- Landslagsheildin *Þríhyrningar* fer úr næst lægsta gildi í næst hæsta gildi (hækkar um flokk).

Umhverfisstofnun er ósammála þeirri fullyrðingu sem fram kemur í matsskýrslu að upplifun fólks sem heimsækir gíginn Víti „ætti ekki að breytast að neinu marki“. Eins og fram kemur í frummatsskýrslu kemur mannvirkjum til með að fjölga og mannleg áhrif á landslagið aukast. Það er mat Umhverfisstofnunar að með tilkomu nýrra borsvæða norðan Vítis, stækkun borsvæðis suðaustan Vítis ásamt tilheyrandi vegum og lögnum muni hafi umtalsverð neikvæð áhrif í för með sér á upplifun ferðamanna enda verður þá nánast búið að umkringja Víti með mannvirkjum og orkuvinnslusvæði.

Eðlilegt er að uppi séu skiptar skoðanir á því hvort og þá hvernig upplifun ferðamanna breytist vegna framkvæmda. Í frummatsskýrslu var litið svo á að ferðamenn sem koma að Víti fara um virkjunarsvæði í dag og eru því undir þeim formerkjum að svæðið er ekki ósnortið. Helstu breytingar gagnvart ferðamönnum sem verða með fyrirhuguðum framkvæmdum eru lagnaleiðirnar frá borsvæðunum norðan Vítis en eins og fram hefur komið er hugsanlegt að setja upp jarðvegsmanir til að draga úr sýnileika ef það er talið æskilegt. Borsvæðin norðan Vítis koma hins vegar ekki til með að sjást nema gengið sé upp á norðurbrún Vítis. Í ljósi þessa er talið að upplifun ferðamanna breytist tiltölulega lítið.

Í frummatsskýrslu segir meðal annars að engar eiginlegar mótvægisáðgerðir séu fyrirhugaðar í tengslum við áhrif á landslag. Ekki kemur fram hvort framkvæmdaraðili telur engar slíkar mótvægisáðgerðir mögulegar eða ekki þörf á mótvægisáðgerðum.

Engar mótvægisáðgerðir eru mögulegar vegna áhrifa á landslag. Hægt er að beita ýmsum mótvægisáðgerðum til að láta mannvirki fara vel í landi, draga úr sýnileika og þar með áhrif á ásýnd og fleira en slíkar áðgerðir breyta ekki matinu á sjálfar landslagsheildirnar.

Umhverfisstofnun telur að æskilegt hefði verið að sýna hvert gildi landslagsheildanna verður eftir framkvæmdir miðað við gefnar forsendur. Vísar stofnunin í þessu samhengi til myndar 9.13 sem sýnir mat framkvæmdaraðila á gildi landslagsheilda og mynd 9.14 sem sýnir mat á áhrifum á landslagsheildir (áhrif óveruleg eða talsvert neikvæð).

Gildi landslagsheilda er metið út frá útivist, víðerni, vernd og hvort jarðhita sé að finna á yfirborði. Þessi gildi breytast hvergi við framkvæmdir þannig að gildi landslagsheildanna verður óbreytt.

Umhverfisstofnun bendir á að í umsögn sinni um drög að tillögu að matsáætlun vegna jarðhitavirkjunar, allt að 150 MW_e, við Kröflu í Skútustaðahreppi kom fram að stofnunin teldi að í frummatsskýrslu ætti að gera grein fyrir hvaða áhrif landslag og landslagsheildir hefðu haft á skipulag framkvæmdasvæðisins og staðsetningu mannvirkja. Umhverfisstofnun saknar slíkrar umfjöllunar í frummatsskýrslu.

Í tengslum við framangreinda athugasemd Umhverfisstofnunar má segja að landslagsheildir hafi ekki haft teljandi áhrif á skipulag framkvæmdasvæðis og staðsetningu mannvirkja að öðru leyti en því að gætt var að því að fara ekki með mannvirki nærri Leirhnjúki. Landslag, aftur á móti, hefur meiri áhrif, einkum hvað varðar staðsetningu mannvirkja. Þetta á meðal annars við um staðsetningu borsvæða, vegi að þeim og lagnir frá þeim uppi á Sandabotnafjalli og norðan Vítis eins og lýst er í kafla 5.

Bergþóra Sigurðardóttir segir að Krafla með Víti fái næst lægsta gildi af fjórum þegar metin eru gildi landslagsheilda og telur það of lítið. Þá segir hún að landslagsheildin Leirhnjúkur fái næst hæsta gildi og Leirhnjúkshraun lægsta gildi landslags. Varðandi sjálft áhrifamatið telur Bergþóra of lítið gert úr áhrifum á Leirhnjúk og Kröflu.

Sé **mynd 9.13** í frummatsskýrslu skoðuð sést að þetta er ekki alls kostar rétt. Leirhnjúkur fær þar hæsta gildi landslagsheilda en Krafla og Leirhnjúkshraun næst hæsta gildi landslagsheilda. Með þeim breytingum sem gerðar hafa verið og lýst er hér að framan í viðbrögðum framkvæmdaraðila vegna umsagnar Umhverfisstofnunar er Krafla komin með hæsta gildi landslagsheilda. Í **viðauka 1** eru færð rök fyrir einkunnagjöfni.

Varðandi áhrifamatið þá er það unnið út frá ákveðinni aðferðafræði sem lýst er í **viðauka 1**.

9.3 JARÐMYNDANIR

9.3.1 GRUNNÁSTAND

Í tengslum við fyrirhugaðar framkvæmdir á Kröflusvæðinu var unnið nýtt jarðfræðikort (Kristján Sæmundsson, 2008) sem sýnt er á **mynd 9.15**. Afmörkun fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis má sjá á kortinu. Um er að ræða stöðvarhús og tilheyrandi virkjunarmannvirki, borsvæði, vegi að borsvæðum, lagnir og slóðir meðfram þeim, og nýjan efnistökuastað í Sandabotnaskarði. Hér á eftir eru upplýsingar um hraun/jarðlög sem lenda undir mismundandi framkvæmdaþáttum.

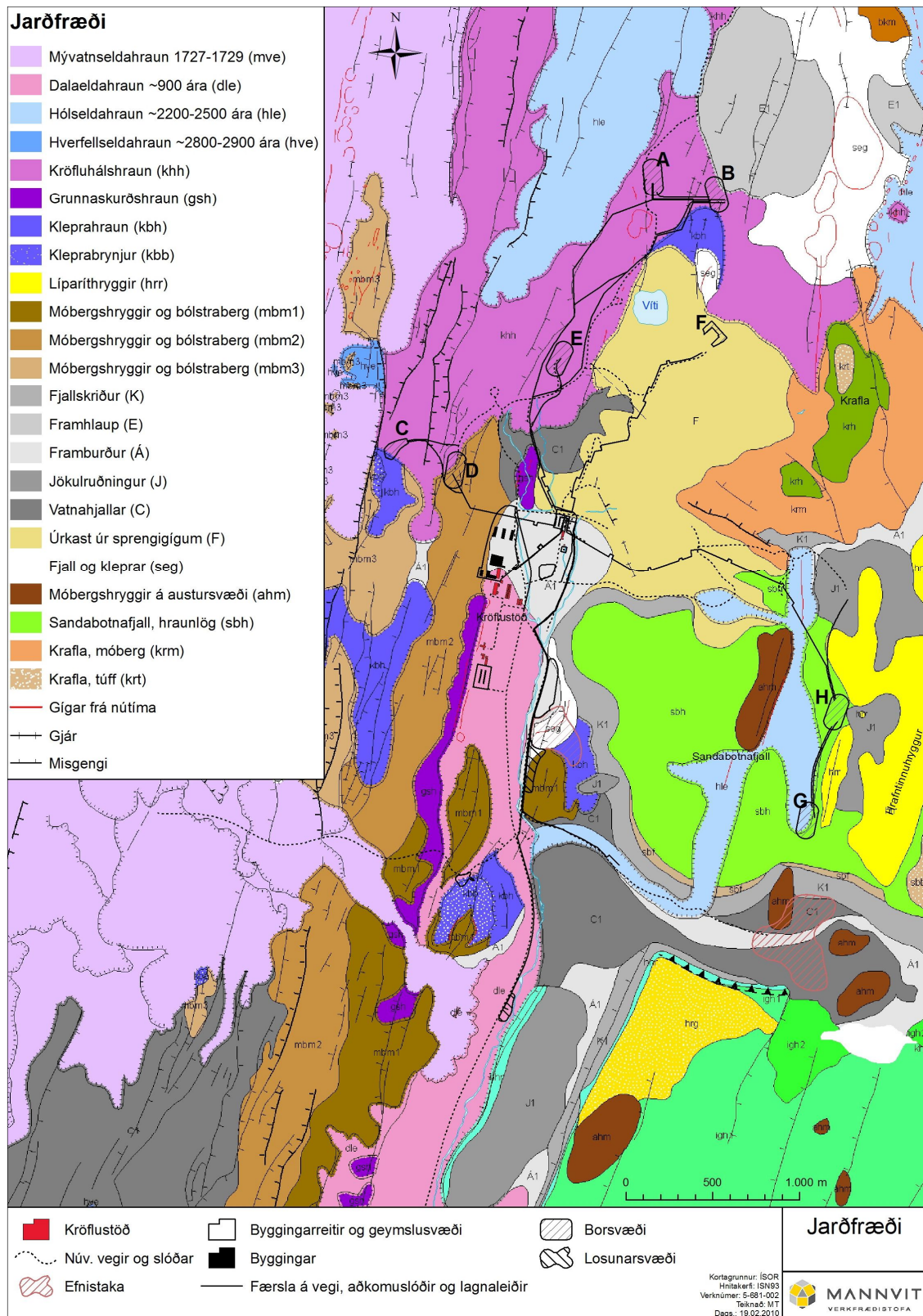
- **Mannvirki á stöðvarhúsreit:** Svæði raskað að hluta. Að mestu árframburður (Á) en undir vestasta hlutanum eru móbergshryggir og bólstraberg (mbm2) sem rann á síðasta jökulskeiði.
- **Skiljustöðvar, lokahús, dæluhús:** Raskað svæði, árframburður (Á).
- **Vinnubúðir:** Árframburður (Á).
- **Geymslusvæði:**
 - **Norðan við námu við Grænagilsöxl:** Árframburður (Á).
 - **Svæði sunnan við lokahús:** Árframburður (Á).
- **Borsvæði:**
 - **Vestara borsvæði norðan Vítis, borsvæði A:** Kröfluhálshraun (khh) sem er talið hafa runnið snemma á nútíma (telst til eldhrauna).
 - **Austara borsvæði norðan Vítis, borsvæði B:** Kröfluhálshraun (khh).
 - **Borsvæði C:** Kröfluhálshraun (khh). Syðsti hluti borsvæðisins fer inn á kleprahraun sem er talið vera mun eldra, frá síðjökultíma (kbh).
 - **Borsvæði D:** Núverandi borsvæði er að hluta á Kröfluhálshrauni (khh) og að hluta á móbergshrygg og bólstrabergi (mbm2). Stækkun borsvæðis fer inn á móbershrygginn og bólstrabergið (mbm2).
 - **Borsvæði suðvestan við Víti, borsvæði E:** Stækkun borsvæðisins mun fara yfir Kröfluhálshraun (khh) eins og núverandi borsvæði.

- **Borsvæði suðaustan við Víti, borsvæði F:** Stækkun borsvæðisins mun fara yfir úrkast úr sprengigígum (F) eins og núverandi borsvæði.
- **Syðra borsvæði á Sandabotnafjalli, borsvæði G:** Hólseldahraun (hle) frá nútíma (2200-2500 ára gamalt, eldhraun) og eldri hraun, það er hraunlög frá síðasta jökulskeiði (sbh).
- **Nyrðra borsvæði á Sandabotnafjalli, borsvæði H:** Hraunlög frá síðasta jökulskeiði (sbh).
- **Lagnaleiðir og slóðir**
 - **Frá borsvæðum A og B:** Kröfluhálshraun, vatnahjallar (C), úrkast úr sprengigígum (F) á báðum leiðum (þrjár leiðir inni). Eystri leiðin er að hluta í jaðri kleprahrauns (kbh).
 - **Frá borsvæði D:** Móbergshryggir og bólstraberg (mbm2), árframburður (Á).
 - **Frá borsvæði C að borsvæði D:** Kröfluhálshraun (khh) og móbergshryggir og bólstraberg (mbm2).
 - **Frá borsvæði E að lögn/slóða frá borsvæðum A og B:** Kröfluhálshraun (khh).
 - **Frá borsvæði F:** Úrkast úr sprengigígum (F).
 - **Frá borsvæðum H og G:** Hraunlög frá síðasta jökulskeiði (sbh), Hólseldahraun (hle, 2200-2500 ára gamalt), úrkast úr sprengigígum (F), árframburður (Á).
- **Niðurrennsislögn og niðurrennsliðsvæði fyrir skiljuvatn:**
 - **Við Grænagilsöxl:** Lögn að svæðinu verður í mestu í árframburði (Á) en hlykkur á henni fer inn á Daleldahraun (dle). Niðurrennsliðsvæðið verður á fjalli og kleprum (seg) og á móbergshryggjum og bólstrabergi (mbm1).
 - **Við Skarðssel:** Lögn frá framangreindu niðurrennsliðsvæði verður í árframburði (dle) nyrst en að stærstum hluta í Daleldahrauni (dle). Niðurrennsliðsvæðið verður einnig á Daleldahrauni (dle).
- **Efnistökusvæði í Sandabotnaskarði:** Vatnahjallar (C), árframburður (Á) og að litlum hluta yfir móbergshrygg á austursvæði (ahm).

Í nágrenni framkvæmdasvæðisins eru ýmsar formfagar og áberandi jarðmyndanir. Þar ber að nefna sprengigíginn Víti, sem liggur í hlíðum Kröflu og myndaðist í sprengigosi í upphafi Mývatnselda 1724-1729, og minni sprengigíga norðan og suðaustan við Víti (sjá á mynd 5.2) sem mynduðust um leið og hann og eru óaðskiljanlegur hluti af þessari jarðmyndun (Kristján Sæmundsson, 1991).

Norðvestur af framkvæmdasvæðinu er móbergshryggurinn Leirhnjúkur. Í austurhlíð hans er gufuhituð tjörn með leirhverum og brennisteinsþúfum á bakkanum. Í hlíðinni þar suður af er heit jörð með gufuaugum, hverasöltum, brennisteini og áberandi gulbrúnum svæðum í kringum heitu blettina. Norður frá Leirhnjúki gengur slitrótt hraungígaröð, meðal annars hinn formfagri Hófur.

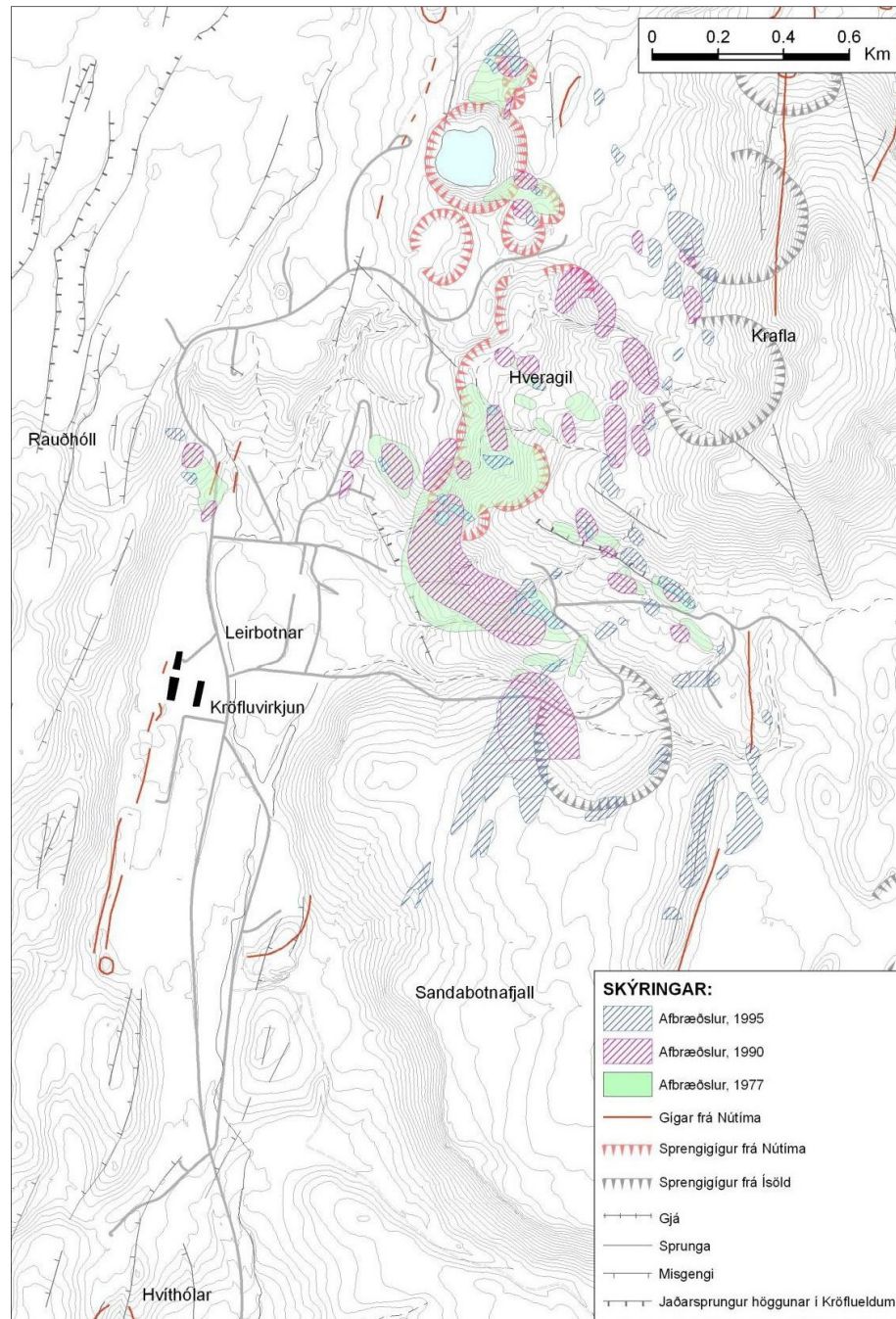
Hraftinnuhryggur er austan við Sandabotnafjall, um 2,5 km langur, fremur mjór og brattur með N-S stefnu, og rís allt að 100 m yfir fjallsflötinni umhverfis, Sandabotnafjalli. Hraftinnuhryggur er allur úr líparíti og hraftinna, sem er ein af ásýndum líparíts, er í beltum og á jöðrum hleina í háhryggnum.



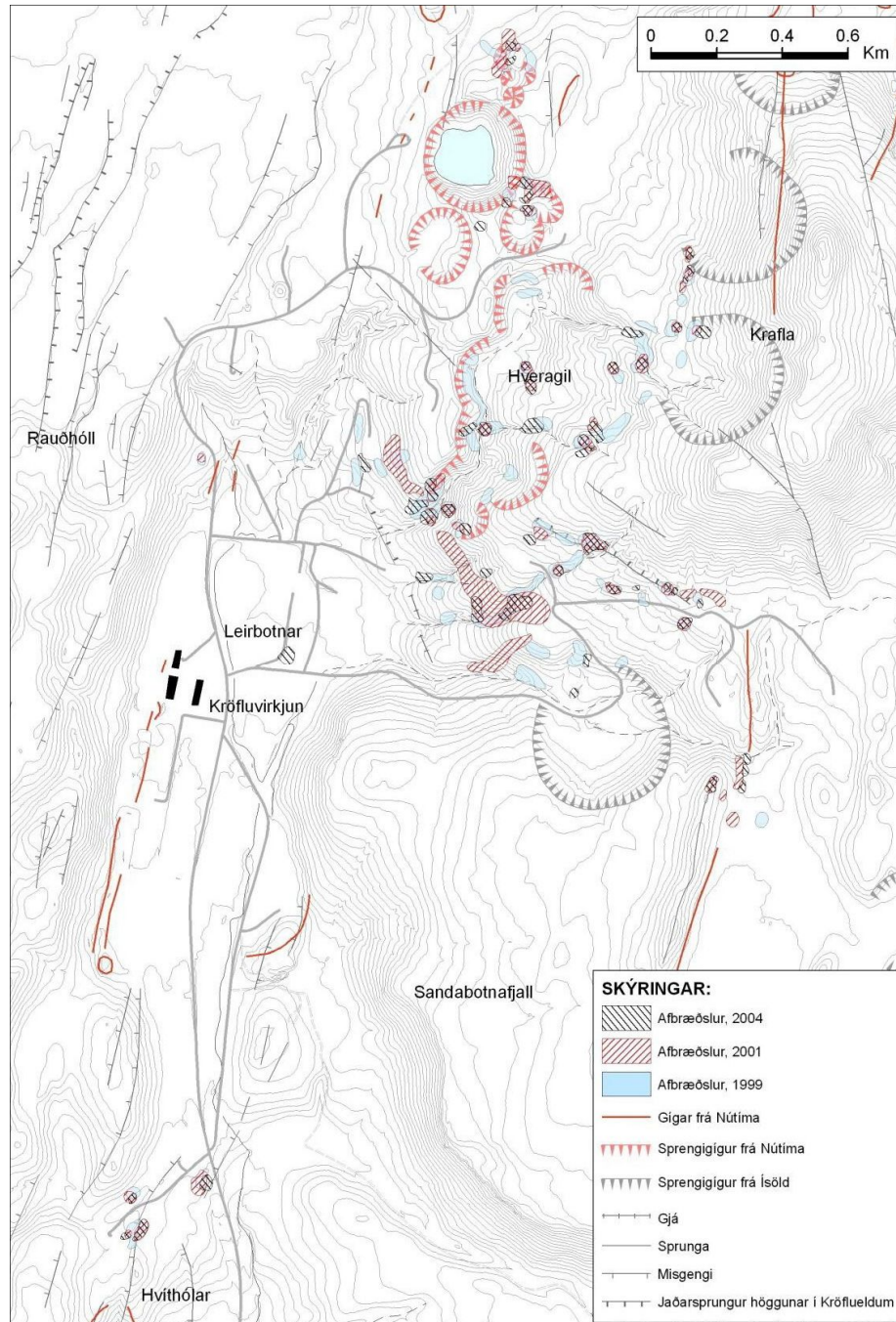
Mynd 9.15 Jarðfræðikort af Kröflusvæðinu (Kristján Sæmundsson, 2008). Fyrirhugað framkvæmdasvæði Kröfluvirkjunar II, lagnaleiðir, borsvæði, vegir slóðir og efnistöku-svæði er afmarkað á kortið.

Yfirborðsvirkni á Kröflusvæðinu

Yfirborðsvirkni á jarðhitasvæðinu í Kröflu fylgir í stórum dráttum kvikuhólfinu sem liggur undir svæðinu. Þetta á við um hvergi og gufuaugu svo og jarðhitaummyndun. Í kjölfar eldsumbrota í Kröflukerfinu og orkunýtingar á svæðinu, hefur verið fylgst ítarlega með breytingum á yfirborðsvirkni frá árinu 1977 með því að kanna afbræðslur snjóá á svæðinu við heppileg veðurskilyrði (Anette K. Mortensen o.fl., 2009). Athuganir á afbræðslu fóru fram árin 1990, 1995, 1999, 2001 og 2004. Á mynd 9.16 eru snjóafbræðslur í Kröflu sýndar á árunum 1977, 1990 og 1995 og á mynd 9.17 á árunum 1999, 2001 og 2004.



Mynd 9.16 Snjóafbræðslur í Kröflu á árunum 1977, 1990 og 1995 (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).



Mynd 9.17 Snjóafbræðslur í Kröflu á árunum 1999, 2001 og 2004 (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

Við samanburð á myndum 9.16 og 9.17 má sjá að ýmsar breytingar hafa orðið á yfirborðsvirkni á Kröflusvæðinu frá árinu 1977, aukning hefur orðið á sumum stöðum og minnkun á öðrum. Athuganirnar benda til þess að ólíklegt sé að á heildina litið hafi orðið aukning á yfirborðsvirkni á þessum árum. Nýjustu athuganir, haustið 2004, sýndu að afbræðslur og gufustreymi var með minnsta móti á svæðinu og á Leirbotnasvæðinu voru einungis tveir auðir staðir. Reyndar hafði gufustreymi aukist við Leirhnjúk og Hrafninnuhrygg, en minnkað víðast hvar á Hveragilssvæði, í Vesturhlíðum og í efri hluta Suðurhlíða. Þá hafði gufustreymi minnkað við hverinn í Hvíthólum en aukist úr misgenginu þar.

9.3.2 UMHVERFISÁHRIF

Viðmið umhverfispáttá

- 37. gr. laga um náttúruvernd nr. 44/1999.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.
- Velferð til framtíðar, sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, stefnumörkun til ársins 2020, gefið út af umhverfisráðuneytinu. Markmið úr 8. kafla skýrslunnar sem hljóðar svo: „*Fjölbreytni jarðmyndana verði varðveitt með því að vernda þær sem eru sérstakar eða einstakar á svæðis-, lands- eða heimsvísu.*“

Umfang, einkenni og vægi áhrifa

Jarðrask, og þar með rask á jarðmyndunum, fylgir lagningu slóða meðfram lögnunum, lagningu vega að borsvæðum, gerð eða stækkun borsvæða, byggingu mannvirkja Kröfluvirkjunar II, lagersvæðum, niðurrenslissvæðum og efnistöku-svæðum. Hluti af fyrirhuguðum svæðum undir mannvirki er nú þegar raskaður eins og fram kemur í kafla 9.3.1, svo sem svæði sem fer undir skiljustöðvar, lokahús og vinnubúðir og lagersvæði við Hvíthóla.

Samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd njóta jarðmyndanir á borð við eldhraun, eldvörp, gervigíga, hveru, hrúður og hrúðurbreiður (100 m² að stærð eða stærri) sérstakrar verndar og skal forðast röskun þeirra eins og kostur er. Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði eru eldhraun sem falla undir framangreinda grein laganna og hafa þau verið kortlögð (sjá á mynd 9.15). Eldhraun eru hraun sem runnið hafa eftir að jöklar hurfu af landinu í ísaldarlok.

Náttúrufræðistofnun Íslands hefur lokið umfangsmiklum rannsóknum á náttúrufari og verndargildi 18 háhitasvæða landsins í tengslum við 2. áfanga rammaáætlunar (Trausti Baldursson o.fl., 2009). Í matinu er Leirhnjúkur meðal átta svæða sem metið er hafa hátt verndargildi á heimsvísu. Hin svæðin eru Reykjanes, Grændalur, Geysir, Torfajökull/Landmannalaugar, Askja, Gjástykki og Brennisteinsfjöll. Af þessum svæðum er Torfajökulssvæðið talið hafa hæst verndargildi. Orkuvinnslu-svæðið við Kröflu er í um 700 m fjarlægð frá rótum Leirhnjúks og fara fyrirhugaðar framkvæmdir því hvergi nærri honum, tjörninni, leirhverunum eða ummynduðu svæðunum í austurhlíð hans.

Á Daleldahrauni, sem talið er vera um 900 ára gamalt verða vinnubúðir og lögn að niðurrenslissvæðum. Núverandi Kröflustöð, vinnubúðir, virkjunarvegur og ljósleiðari eru á þessu hrauni. Við mat á umhverfisáhrifum er vert að hafa í huga að nú þegar hefur þessu eldhrauni verði raskað. Þannig verða vinnubúðirnar vegna Kröfluvirkjunar II reistar þar sem vinnubúðir voru vegna framkvæmda við Kröflustöð.

Syðra borsvæðið á Sandabotnafjalli, borsvæði G, verður að hluta á Hólseldahrauni, sem talið er vera 2.200-2.500 ára gamalt. Þetta er óraskað svæði.

Borsvæði A, B, C og E verða á mun eldra eldhrauni, svonefndu Kröfluhálshrauni, sem talið er hafa runnið snemma á nútíma (fyrir tæplega 10.000 árum). Núverandi borsvæði E og D, sem verða stækkuð, eru á sama hrauni en fyrirhuguð stækkun á borsvæði D mun þó ekki fara yfir eldhraunið. Ný borsvæði verða á óröskuðum svæðum.

Hluti lagna og slóða frá borsvæðum verður einnig lagður yfir eldhraun (sjá nánar í kafla 9.3.1).

Leita skal umsagnar Umhverfisstofnunar og náttúruverndarnefndar viðkomandi sveitarfélags, Skútustaðahrepps, áður en veitt er framkvæmda- eða byggingarleyfi til framkvæmda sem hafa í för með sér röskun jarðmyndana sem njóta sérstakrar verndar. Þess gerist þó ekki þörf vegna framkvæmda á Kröflusvæðinu því að í gildi er aðalskipulag þar sem umsögn liggur fyrir skv. 33. gr. laga nr. 44/1999.

Yfirborð framangreindra eldhrauna er að mestu slétt þar sem fyrirhuguð mannvirki verða og þau eru að hluta gróin. Í lögum nr. 44/1999 er ekki tekið fram hvort slík eldhraun séu metin með jafn hátt verndargildi og yngri og, oft og tíðum, úfnari hraun. Sé litið til framkvæmda sem hafa undirgengist mat á umhverfisáhrifum virðist þó vera tilhneiging til að meta verndargildi meira eftir því sem hraunin eru úfnari.

Í **töflu 9.3** hafa verið teknar saman upplýsingar um áætlað hámarksrask jarðmyndana sem njóta verndar, það er eldhrauna. Til samanburðar er heildarstærð viðkomandi hrauna (Kristján Sæmundsson, 1991; Árni Hjartarson, 2003).

Tafla 9.3 Rask á eldhraunum vegna fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.

Hraun	Heildarflatarmál km ² (ha)	Rask vegna fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II ha	Hlutfall sem raskast %
Daleldahraun	10 (1.000)	3,3	0,33
Hólseldahraun	15 (1.500)	2,6	0,17
Kröfluhálshraun	60 (6.000)	11,0	0,18
Alls	85 (8.500)	16,9	0,20

Í ljósi framangreinds og að eldhraunum á Kröflusvæðinu hefur að hluta til verið raskað, er talið að áhrif vegna óhjákvæmilegs rasks á að mestu sléttum og að hluta til grónum hraunum verði minni en ef hraunin væru úfin með áberandi og formfögrum jarðmyndunum. Mannvirki og efnistökuástandur í Sandabotnaskarði eru ekki fyrirhuguð á svæðum þar sem eru aðrar jarðmyndanir sem njóta verndar samkvæmt framangreindum lögum um náttúruvernd.

Áhrif af frekari jarðhitavinnslu á yfirborðsvirkni á Kröflusvæðinu

Í skýrslu Axels Björnssonar (2008) er samanburður á niðurstöðum athugana á breytingum á yfirborðsvirkni á háhitasvæðum sem nýtt eru hér á landi. Breytingar á yfirborðsvirkni eru ýmist litlar sem engar á sumum svæðum en á öðrum hefur orðið umtalsverð aukning á yfirborðsvirkni vegna þrýstlækkunar og aukinnar suðu efst í jarðhitakerfinu. Hvergi hefur dregið úr virkni á yfirborði háhitasvæðis vegna borana og vinnslu. Bjarnarflag er dæmi um svæði þar sem litlar breytingar hafa orðið (Ásgrímur Guðmundsson, 1999; Gestur Gíslason, 1999). Þar hefur eingöngu orðið vart þrýstingslækkunar í jarðhitageyminum í næsta nágrenni vinnsluhola þrátt fyrir allumfangsmikla jarðhitavinnslu í hátt í 30 ár. Virkjunarsvæði Reykjanesvirkjunar er dæmi um svæði þar sem miklar breytingar á yfirborðsvirkni hafa orðið frá því að vinnsla hófst. Myndast hefur gufupúði með háan þrýsting efst í jarðhitakerfinu vegna borana og vinnslu jarðhita sem hefur orðið til þess að hveravirkni hefur aukist mikið á yfirborði (VSÓ, 2009).

Einnig er vel þekkt að náttúrulegar breytingar verða á jarðhitavirkni á jarðhitasvæðum frá einum tíma til annars sem ekki eru nýtt. Þannig hafa athuganir frá árinu 1981 sýnt að á Þeistareykjum hafa orðið töluverðar breytingar, meðal annars á gufu- augum, brennisteins- og ummyndunarskellum, leirhverum og laugum (Axel Björnsson, 2008). Af framangreindu er ljóst að þar sem jarðhitavinnsla er til staðar er erfitt að greina á milli hvort breytingar á yfirborðsvirkni séu af náttúrulegum orsökum eða af völdum vinnslunnar.

Eins og sjá má á **myndum 9.16** og **9.17** hefur yfirborðsvirkni á Kröflusvæðinu breyst nokkuð frá árinu 1977 og er talið að á heildina lítið hafi yfirborðsvirkni ekki aukist á svæðinu á undanförunum árum, jafnvel minnkað. Eins og fram hefur komið, hefur ekki orðið vart þrýstingslækkunar í jarðhitageyminum á Kröflusvæðinu fram til þessa.

Í skýrslu Axels Björnssonar (2008) er fjallað um möguleg áhrif virkjunar á Þeistareykjum. Þar er talið að breytingar á hverasvæðinu vegna vinnslu verði vart meiri en búast megi við vegna náttúrulegra orsaka og jafnvel verulega minni eða svipaðar árstíðabundnum sveiflum. Erfitt er að yfirfæra framangreint mat á Kröflusvæðið sem og að spá fyrir um hvort og hve miklar breytingar á yfirborðsvirkni geta orðið við frekari vinnslu. Athuganir hafa sýnt að engin tvö jarðhitasvæði/jarðhitakerfi eru nákvæmlega eins (Axel Björnsson, 2008). Niðurstaðan er því sú að óvissa ríkir um hvort frekari jarðhitanýting á Kröflusvæðinu geti orsakað breytingar á yfirborðsvirkni svæðisins. Líklegt er þó talið að litlar breytingar verði þar á ef mótvægis- aðgerðir til að takmarka þrýstingslækkun í jarðhitageyminum heppnast vel. Ljóst er að við fyrirhugaðar framkvæmdir verður ekkert rask á yfirborði svæða þar sem yfirborðsvirkni er þekkt. Landsvirkjun mun áfram fylgjast með yfirborðsvirkni á Kröflusvæðinu með reglubundnum hætti eins og fram kemur í kafla 11.

Mótvægisáðgerðir

Ekki er um eiginlegar mótvægisáðgerðir að ræða vegna jarðrask. Framkvæmdar- aðili leggur mikla áherslu á að farið verði um svæðið með fyllstu aðgát til að lágmarka allt jarðrask eins og kröfur Landsvirkjunar til verktaka og þjónustuaðila segja til um.

Niðurstaða

Á framkvæmdatíma er á nokkrum stöðum óhjákvæmilegt að eldhraun raskist. Yfirborð þessara hrauna er tiltölulega slétt og þarf því lítið að slétta/skafa þau. Áhrif á þessi hraun eru óafturkræf og metin nokkuð neikvæð. Að öðru leyti verða áhrif á jarðmyndanir óveruleg.

Á rekstrartíma fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II verða áhrif á jarðmyndanir óveruleg.

Líklegt er talið að frekari jarðhitanýting hafi óveruleg áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita ef mótvægisáðgerðir til að takmarka þrýstingslækkun í jarðhitageyminum heppnast vel. Þetta mat er þó háð óvissu.

9.3.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ ÁHRIF Á JARÐMYNDANIR OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA

Umhverfisstofnun telur að forðast beri að raska eldhraunum í samræmi við lög nr. 44/1999 um náttúruvernd og stefnu stjórnvalda þar um. Stofnunin gerir athugasemdir við borsvæði A, B og C og telur jafnframt að færa eigi borsvæði G þannig að Hólseldahrauni verði ekki raskað með framkvæmdum þar. Orðrétt segir í umsögn Umhverfisstofnunar um eldhraun:

„Fyrirhugaðar framkvæmdir vegna Kröfluvirkjunar II munu raska eldhraunum sem njóta skulu verndar samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd. Vinnubúðir og lögð að niðurrenslissvæðum verða á Daleldahrauni sem er talið vera um 900 ára gamalt. Í frummatsskýrslu er vakin athygli á að hrauninu hafi verið raskað og að vinnubúðirnar verði reistar þar sem vinnubúðir voru vegna framkvæmda við Kröflustöð. Syðra borsvæðið á Sandabotnafjalli verður að hluta á Hólseldahrauni, sem talið er vera 2.200-2.500 ár gamalt en svæðið er óraskað. Borsvæði A, B, C og E verða á mun eldra hrauni, þ.e. Kröfluhálshrauni sem talið er hafa runnið snemma á nútíma. Þá verður hluti lagna og slóða frá borsvæðum lagur yfir eldhraun. Í **töflu 9.3** í frummatsskýrslu er gefið upp hlutfall hrauna sem raskast við framkvæmdir miðað við heildarflatarmál þeirra.

Í skýrslunni kemur fram það álit að í ljósi þeirra upplýsinga og að eldhraunum á Kröflusvæðinu hefur að hluta til verið raskað sé talið að áhrif vegna óhjákvæmilegs rasks á að mestu sléttum og að hluta til grónum hraunum verði minni en ef hraunin væru úfin með áberandi og formfögurum jarðmyndunum.

Umhverfisstofnun telur að við mat á áhrifum framkvæmda á eldhraun eigi ekki eingöngu að líta til þess hversu margir fermetrar af hrauni raskast eða hversu mikið hlutfallslegt rask eldhrauna verður. Við mat á áhrifum framkvæmda skipta önnur atriði einnig máli, s.s. hvar hrauni er raskað, hvort raskið veldur því að hrauninu er skipt upp í margar minni einingar o.s.frv. Einnig þarf að hafa í huga að jarðfræðileg fyrirbæri eða jarðmyndanir geta myndað eina heild sem æskilegt er að vernda sem slíka, s.s. gígur/gígaráðir, hraun, hrauntraðir, misgengi og gjár. Því getur rask sem ekki er umfangsmikið hlutfallslega skert verndargildi jarðmyndana töluvert.

Þá verður jafnframt að hafa í huga að óraskað eða tiltölulega óraskað hraun hefur meira verndargildi en hraun sem þegar búið er að raska en hins vegar er rask á hrauni ekki réttlætning fyrir meira raski. Þegar búið er að raska einhverju fyrirbæri hafa sambærileg fyrirbæri sem eftir eru meira verndargildi en áður, þar sem óröskuðum fyrirbærum hefur fækkað. Umhverfisstofnun vekur einnig athygli á að í almennum viðmiðunum, lögum eða reglum er ekkert sem segir að slétt eldhraun hafi minna verndargildi en úfið hraun. Verndargildið sem slíkt þarf ekki að vera minna þó um helluhraun sé að ræða heldur er raskið minna áberandi en ef framkvæmdir eru í úfnu hrauni. Því hefur verið reynt að finna t.d. vegi leið um sem sléttasta hluta hrauns ef óhjákvæmilegt er talið að leggja veg um hraun. Sögulegt gildi getur einnig haft áhrif á verndargildi hrauna eða ákveðinna staða í hrauni.

Forðast ber að raska eldhraunum í samræmi við lög nr. 44/1999 um náttúruvernd og stefnu stjórnvalda þar um, sbr. stefna um sjálfbæra þróun. Umhverfisstofnun gerir athugasemdir við borsvæði A, B, og C, sbr. athugasemdir í öðrum köflum þessarar umsagnar, og telur jafnframt að færa eigi borsvæði G þannig að Hólseldahrauni verði ekki raskað með framkvæmdum þar.“

Á svæðum eins og Kröflusvæðinu er ekki gerlegt að komast hjá því að raska eldhraunum þar sem þau þekja meirihluta svæðisins. Þess í stað hefur þess verið gætt að fara ekki á svæði sem raskað gætu merkilegum jarðfræðilegum fyrirbærum eða jarðmyndunum. Að mati framkvæmdaraðila hefur það tekist vel og skerðast jarðmyndanir á svæðinu lítið vegna rasksins. Auk þess vísast í kafla 5.1.1 um rök fyrir staðsetningu borsvæðis G.

Umhverfisstofnun telur að þó náttúrulegar breytingar á hverasvæðum geti verið töluverðar réttlæti það ekki að jarðhitányting hafi í för með sér breytingar ef hjá því verði komist. Stofnunin telur jákvætt að fylgst verði með yfirborðsvirkni á Kröflusvæðinu með reglubundnum hætti en vekur athygli á að í frummatsskýrslu komi ekki fram hvort sú vöktun muni leiða til einhverra aðgerða ef í ljós koma breytingar vegna vinnslunnar.

Engar eiginlegar mótvægisáðgerðir eru fyrirhugaðar vegna áhrifa á jarðmyndanir. Mótvægisáðgerðir eru flóknar í orðsins fyllsta skilningi. Fyrir virkjunaraðila skiptir miklu máli að halda uppi virku umhverfiseftirliti með viðeigandi skrásetningu til að meta allar þær breytingar sem geta orðið á yfirborðsvirkni. Viðbrögð við breytingum verður að meta hverju sinni.

Nefna má sem dæmi náttúrulegar breytingar sem urðu á yfirborðsvirkni í Hveragerði í kjölfar Suðurlandsskjálftanna árið 2008 (Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson, 2009). Þar kemur upp fjöldi vatnshvera og kísilhvera í röskuðum hrúðurbreiðum. Aðallega er um tvö svæði að ræða, það er í miðju bæjarins og við Reyki. Leirhverir, leirugir vatnshverir og gufuhverir eru einnig algengir. Goshverir voru á nokkrum stöðum en nú er aðeins Grýla virk. Við Reyki urðu verulegar breytingar þar sem vatnshverir breyttust í leirhveri og virkni jókst mikið.

9.4 VATN

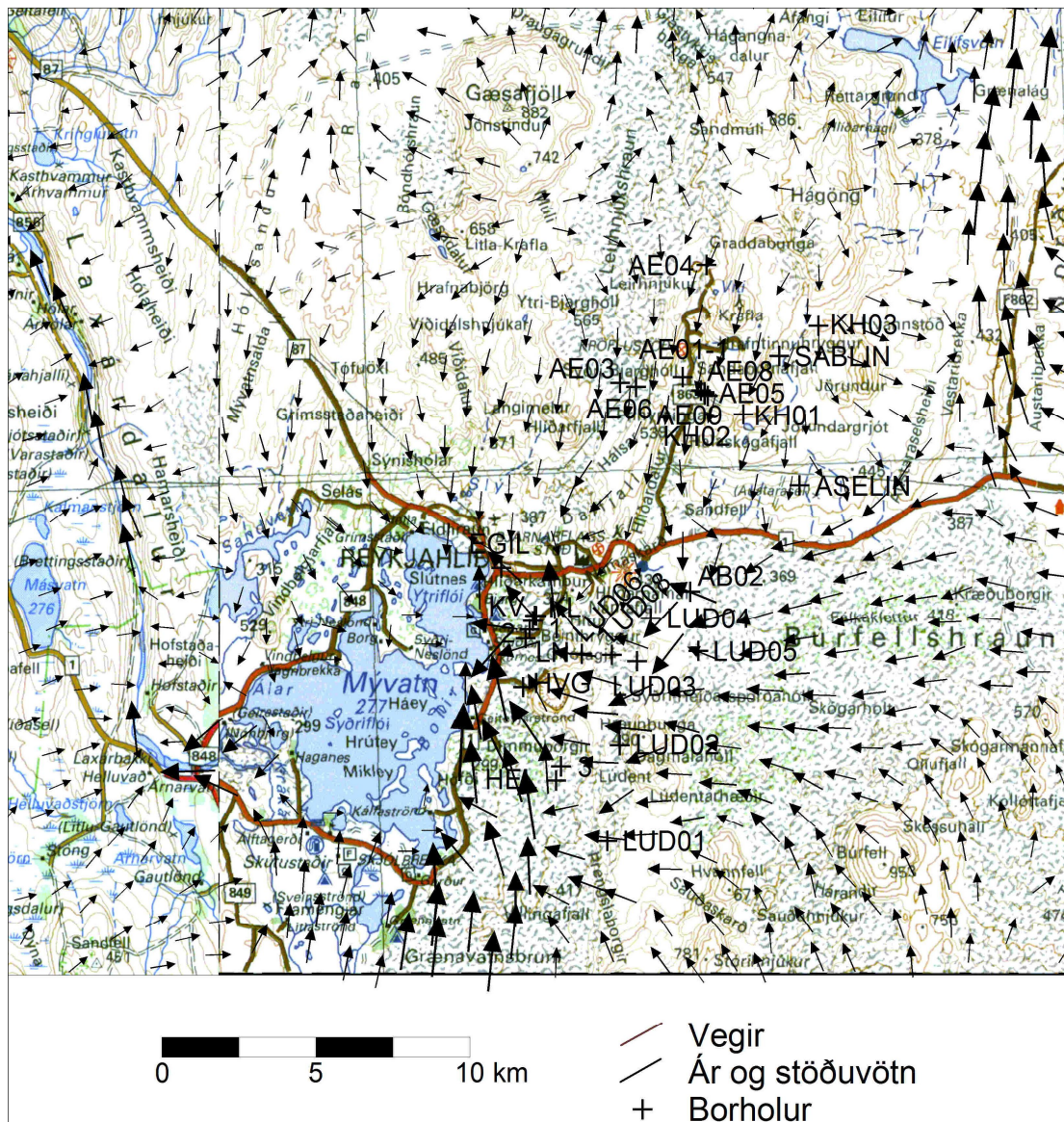
9.4.1 GRUNNÁSTAND

Grunnvatn og yfirborðsvatn á Kröflusvæðinu

Miklar rannsóknir á grunnvatnsrennsli og eiginleikum grunnvatns á Norðausturlandi hafa farið fram á undanförunum áratugum. Að frumkvæði Landsvirkjunar var fyrst gert fremur gróft grunnvatnslíkan af öllu svæðinu frá jöklum og fram í sjó og síðar var unnið nákvæmara líkan af vatnasvæði Mývatns og Laxár (Vatnaskil, 1999). Vegna áforma um aukna orkuvinnslu á Norðausturlandi var líkanið uppfært á árunum 2007-2008 með áherslu á svæðið í næsta nágrenni Mývatns og norðan vatnsins, allt norður í Öxarfjörð (Vatnaskil, 2008).

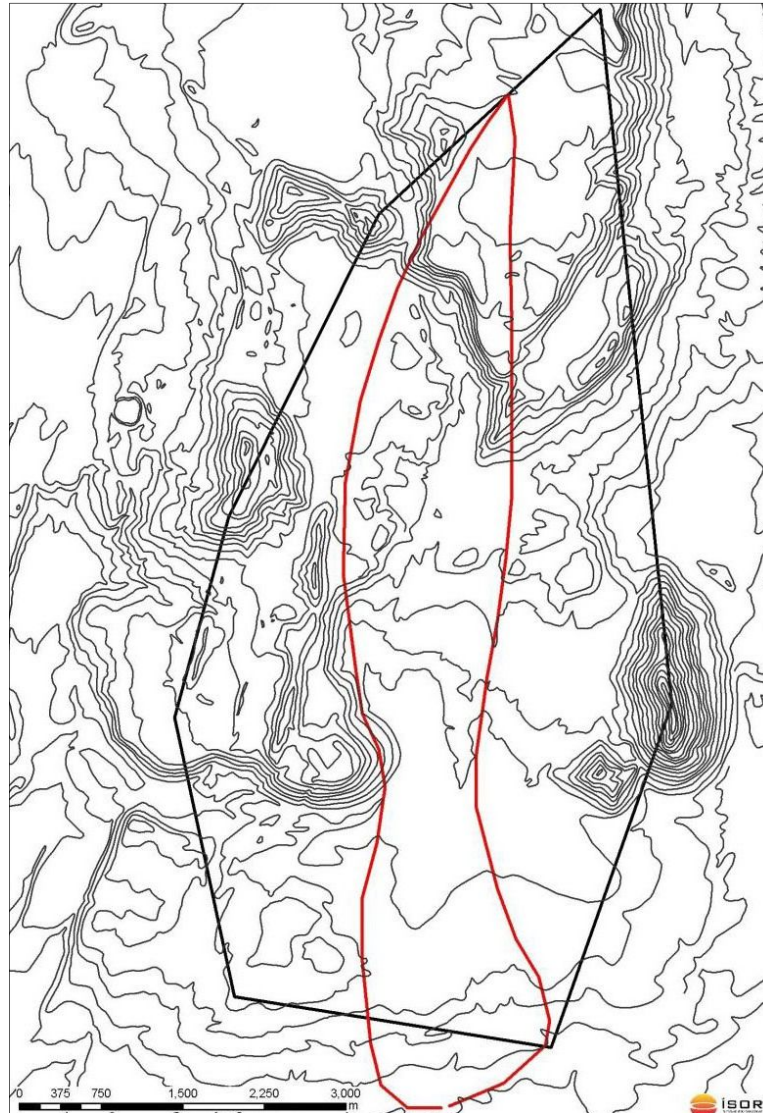
Á mynd 9.18 er sýnt reiknað grunnvatnsrennsli á svæðinu samkvæmt grunnvatnslíkani Vatnaskila. Flókin jarðfræði svæðisins, jarðhitavirkni og fleira veldur því að grunnvatnskerfin eru margbreytileg og nokkuð flókin þar sem megin grunnvatnsstraumar renna um sprungureinar.

Eins og sjá má á mynd 9.18 er reiknað með að grunnvatnsstreymi á Kröflusvæðinu komi úr norðri og austri, það er frá Hágöngum (Freyr Þórarinsson og Bára Björgvinsdóttir, 1980). Á myndinni sést að hindrun virðist vera á streymi grunnvatns til vesturs af Kröflusvæðinu þannig að það streymir til suðurs, austan við Mývatn. Efnagreiningar á affallsvatni, holuvatni og lindarvatni á svæðinu styðja þessa niðurstöðu. Ekki hafa fundist merki um affallsvatn frá Kröflu í lindum við Mývatn og hafa niðurstöður ferilefnaprófana á svæðinu stutt þá tilgátu að affallsvatn frá Kröflu renni til suðurs, austan Mývatns, og blandist þar miklum grunnvatnsstraumi að sunnan (Halldór Ármannsson o.fl. 1998; Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1999).



Mynd 9.18 Reiknað grunnvatnsrennsli á Mývatnssvæðinu samkvæmt grunnvatnslíkani Vatnaskila (2008).

Eins og fram kemur hér að framan er grannsvæði vatnsverndarinnar skilgreint nokkuð rúmt. Þetta má sjá á mynd 9.19 þar sem vatnsverndarsvæðið er sýnt ásamt aðrenslissvæði Austaraselslinda, eins og það reiknast í grunnvatnslíkani Vatnaskila (2008). Af myndinni að dæma beinist grunnvatn meira í suður-norður stefnu enda er aðrenslissvæði Sandabotna- og Austaraselslinda nánast á vatnaskilum, þar sem grunnvatn streymir annars vegar suður til Mývatns en norður í Öxarfjörð á hinn bóginn. Minni hættu er því á að vatn spillist vegna aðrenslis úr austri og vestri. Í Sandabotnaskarði er að auki lækur sem alla jafnan getur beint yfirborðsvatni vestur úr skarðinu (viðauki 2).



Mynd 9.19 Afmörkun núverandi grannsvæðis er sýnd með svartri línu samkvæmt tillögu Freysteins Sigurðssonar frá 1997. Rauða línan sýnir aðdráttarsvið Austaraselslinda samkvæmt grunnvatnslíkani Vatnaskila (**viðauki 2**).

Verndarsvæði umhverfis vatnsból er yfirleitt skipt í þrjá flokka, brunnsvæði, grannsvæði og fjarsvæði. Í ljósi skilgreininga þessara flokka samkvæmt reglugerð hefur verið sett fram tillaga að slíkri skiptingu vegna vatnsverndar fyrir Austarasels- og Sandabotnalindir. Skiptingin er eftirfarandi (**viðauki 2**):

- **Brunnsvæði.** Rétt er að girða af einstök vatnsból en ekki er talin vera þörf á að afgirt svæði þurfi að vera stórt. Þarna þarf frekar að fella girðingar þannig að landi að þær standi sæmilega og skemmist ekki í vetrarsnjóum.
- **Grannsvæði.** Hér er grannsvæði í stórum dráttum skilgreint í samræmi við aðdráttarsvið Austaraselslinda, eins og það kemur fram í grunnvatnslíkaninu og sýnt er á mynd 9.19. Að auki er talið rétt að vesturmörkin fylgi Hrafninnhrygg. Lækurinn vestur úr Sandabotnaskarði er talinn draga verulega úr óæskilegum áhrifum yfirborðsvatns á efri hluta svæðisins. Að sama skapi verður því að gæta meiri varúðar á svæðinu næst Austaraselslindum.

- **Fjarsvæði.** Um er að ræða yfirborðsvatnasvið lindanna eins og það kemur fram í landslagi. Þar skal gæta fyllstu snyrtimennsku og ekki geyma skaðleg efni.

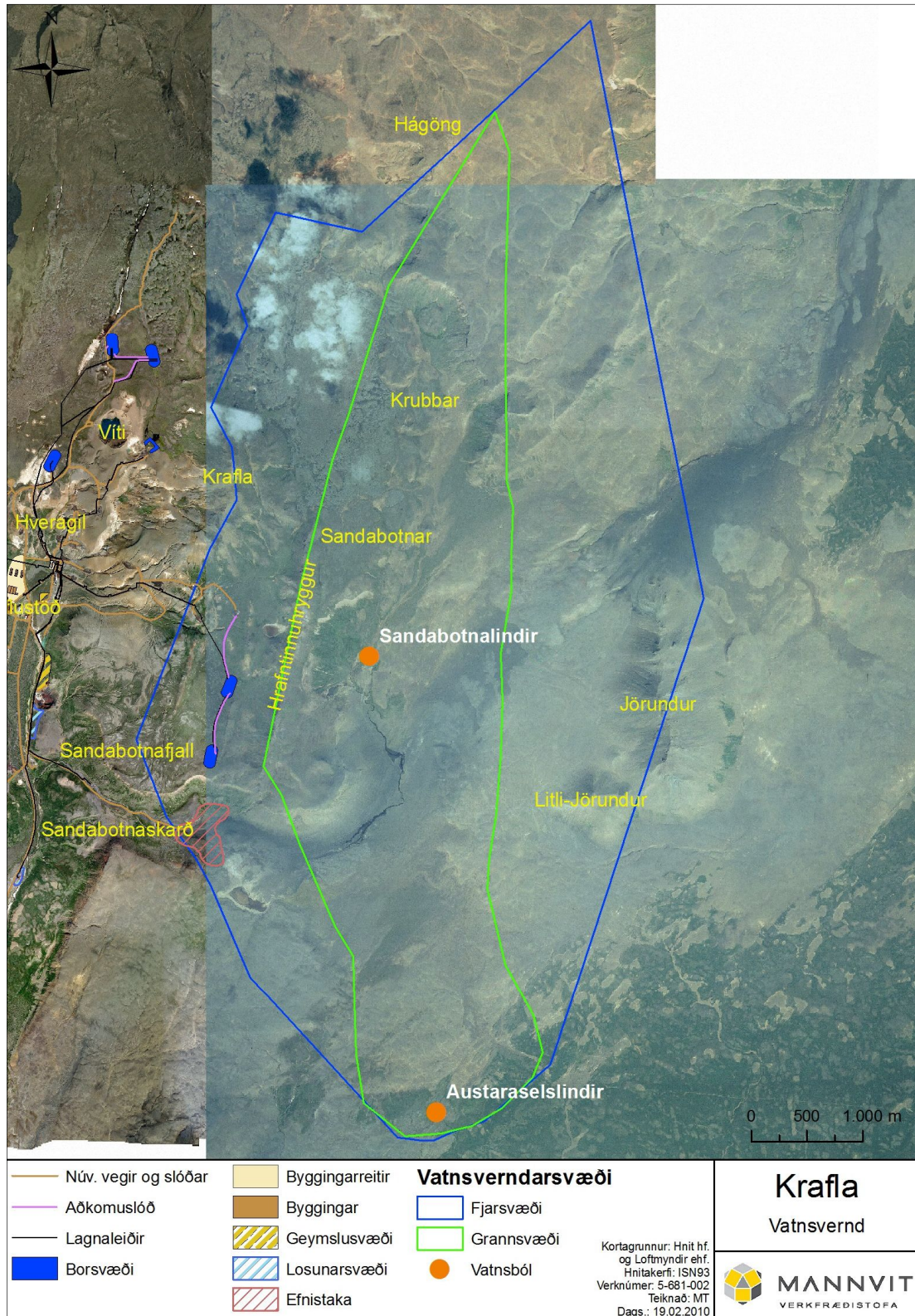
Framangreind tillaga að vatnsvernd er sýnd á **mynd 9.20 (viðauki 2)**. Samkvæmt tillögunni tekur grannsvæðið yfir aðrennslissvæði grunnvatnsins eins og það kemur fram í líkani Vatnaskila (sjá **mynd 9.19**) en að auki er tekið tillit til áhrifa yfirborðs-afrennslis.

Vatnasvið Laxár og Mývatns nær yfir allt framkvæmdasvæðið. Laxá er í rúmlega 20 km fjarlægð frá framkvæmdasvæðinu og Mývatn í rúmlega 10 km fjarlægð. Mývatn og Laxá eru vernduð samkvæmt lögum nr. 97/2004, nánar tiltekið 2. mgr. 4. gr. laganna, með eyjum, hólum og kvíslum, allt að ósi árinna við Skjálfandaflóa, ásamt 200 m breiðum bakka meðfram Mývatni öllu og Laxá báðum megin, auk ákveðinna votlendissvæða og 200 m bakka meðfram ákveðnum vötnum, ám og lækjum. Samkvæmt lögnum nýtur einnig allt vatnasvið Mývatns og Laxár vatnsverndar, bæði yfirborðsvatn og grunnvatn. Þar eru ákvæði um varnir gegn hvers konar mengun á vatnasviðinu, þar á meðal á grunnvatnskerfi. Mývatn og Laxá njóta verndar samkvæmt Ramsarsamningnum, sem er fjölþjóðlegt samkomulag um verndun votlendis sem hefur alþjóðlegt gildi vegna fuglalífs. Mörk vatnasviðs Mývatns og Laxár eru ekki sýnd á **mynd 7.3** því það nær yfir allt Kröflusvæðið og er fyrirhugað framkvæmdasvæði innan þess.

Ofan við Kröflustöð, úr Hveragili og nærliggjandi giljum, renna nokkrir volgir lækir sem sameinast í grennd við núverandi Kröflustöð og mynda einn læk, Dallæk. Lækirnir eru volgir frá náttúrunnar hendi því í þá rennur heitt jarðhitavatn. Við borun og prófun borholna hefur affallsvatni verið veitt tímabundið frá borholum í lækina. Í kafla 9.5, í tengslum við umfjöllun um athugun á dýralífi í lækjunum, er fjallað um hitastig og sýrustig í lækjunum.

Dallækur hefur nú þegar orðið fyrir verulegum áhrifum frá núverandi Kröflustöð, nyrsti hluti lækjarins hefur hitnað, rennsli hans aukist, pH gildi sýrustigs lækkað, efnasamsetning vatnsins breyst og útfellingar á botni aukist (sjá síðar) (Landsvirkjun, 2009a). Í nyrsta hluta Dallækjar rennur vatn frá skiljustöð og kæliturnum (yfirborðsförgun), eða um 125 kg/s af um 100°C skiljuvatni og 40-80 kg/s af um 40°C kæli- vatni. Í Búrfellshrauni, þar sem Dallækur fer ofan í hraunið, hafa myndast tjarnir eftir að framangreind förgun hófst. Frá upphafi árs 2002 varð breyting á en síðan þá hefur um 40% skiljuvatns (50-70 l/s) verið dælt niður í jarðhitakerfið, í holu K-26, með djúpförgun.

Umfangsmikið eftirlit hefur verið með grunnvatni og efnainnihaldi þess í austanverðu Mývatni til að fylgjast með hvort efnamengunar verði vart vegna affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Til að mynda var gerð ferilefnakönnun með kalíumjodíði 2000-2001 (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 2001) og var þá sett ferilefni niður í affallssvelginn frá Bjarnarflagi. Helstu niðurstöður voru þær að engin merki komu fram um hratt streymi, heldur reyndist affallsvatnið dreifast mjög vel um grunnvatnskerfið. Boraðar voru fimm holur í Búrfellshrauni 1999 og 2002 og árið 2002 var gerð efnarannsókn á vatni þessara holna. Niðurstaða varð eins og í ferilefnakönnuninni sú að þynning væri gífurleg þegar jarðhitaaffall blandast grunnvatni (Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson 2002).



Mynd 9.20 Tillaga að vatnsvernd við Austarasels- og Sandabotnalindir. Tillagan lýsir sér í því að grannsvæði taki yfir aðrennslissvæði grunnvatnsins eins og það kemur fram í grunnvatnslíkani Vatnaskila. Að auki er tekið tillit til áhrifa yfirborðsafrennslis. Fjarsvæðisafmörkun fylgir í höfuðdráttum landslagi (**viðauki 2**).

Árið 2002 var sett fram endurskipulögð eftirlitsáætlun með áhrifum losunar skiljuvatns frá Kröflustöð á Dallæk og grunnvatn á Mývatnssvæðinu austanverðu (sjá síðar). Áætlunin var unnin í samráði við Umhverfisstofnun og Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra. Umhverfisstofnun fær árlega skýrslu um niðurstöður eftirlitsins. Sýnum er safnað til efnamælinga úr frárennsli skiljustöðva, úr Dallæk, nokkrum borholum í Búrfellshrauni, niðurfalli frá Bjarnarflaglóni, Grjótagjá og lindum í Langavogi og Vogafloa við Mývatn. Í niðurstöðuskýrslu fyrir árið 2008 (Halldór Ármannsson o.fl., 2008) er styrkur ýmissa efna í vatnssýnum borinn saman við tiltæk umhverfismörk. Megin niðurstöður eru þær að áhrifa affallsvatnsins hefur ekki orðið vart í grunnvatni á svæðinu né í grunnvatni í námunda við Mývatn. Tvö efni, arsen (As) og ál (Al), hafa verið notuð sem leiðarefni við túlkun niðurstaðna. Aukning hefur orðið á styrk snefilefna í nyrsta hluta Dallækjar. Þar ber helst að nefna að styrkur arsens hefur aukist í læknum næst Kröflustöð. Í reglugerð nr. 796/1999 er fjallað um mengun af völdum arsens með tilliti til lífríkis og er styrk arsens þar skipað í fimm mengunarflokka eftir mögulegri skaðsemi, frá I. flokki (mjög lítil eða engin hættu á áhrifum) til V. flokks (ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði). Árið 2008 mældist styrkur arsens í nyrsta hluta Dallækjar, næst stöðvarhúsinu, við lægstu skaðsemismörk, það er í mengunarflokki II (lítil hættu á áhrifum; Landsvirkjun, 2009a).

9.4.2 UMHVERFISÁHRIF

Viðmið umhverfisþátta

- Lög um verndun Mývatns og Laxár, nr. 97/2004.
- Lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu.
- Reglugerð nr. 796/1999 (nr. 533/2001 og 913/2003) um varnir gegn mengun vatns m.s.br.
- Reglugerð nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns.
- Reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn.
- Reglugerð nr. 35/1994 um varnir gegn olíumengun frá starfsemi í landi.

Umfang, einkenni og vægi áhrifa

Kælivatni frá kæliturenum Kröflustöðvar II verður veitt í nyrsta hluta Dallækjar (yfirborðsförgun) eins og gert er við kælivatn frá núverandi Kröfluvirkjun. Breyting verður á förgun skiljuvatns frá skiljustöð eins og fram kom í kafla 4.4. Hingað til hefur um 60% skiljuvatns verið veitt í Dallæk en nú er fyrirhugað að leggja lög að niðurrenslissvæðum sunnar þar sem skiljuvatni verður fargað (sjá niðurrenslissvæði á mynd 4.1), bæði frá núverandi Kröflustöð og fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II, í stað þess að veita því í Dallæk. Á niðurrenslissvæðunum verður skiljuvatnið leitt niður í borholur með grunnförgun, niður fyrir efstu grunnvatnslög, niður á um 300 m dýpi. Gert er ráð fyrir að halda áfram vinnu við að auka hlutdeild djúpförgunar.

Frárennsli frá fyrirhuguðum borholum við borun og prófanir verður, eins og kom fram í kafla 4.2.1, leitt ofan í sprungur eða svelgi við hvert borsvæði þar sem það er mögulegt. Ef það reynist ekki unnt verður það leitt í lögnum út í næsta lækjarfarveg sem einkennist af jarðhitaummerkjum.

Áhrif á vatnsból

Á mynd 7.3 eru sýnd vesturmörk verndarsvæðis vatnsbóls þéttbýlisins í Mývatnsveit, í Austaraselslindum. Innan þess er einnig vatnsból Kröflustöðvar. Fyrirhugað framkvæmdasvæði er að mestu utan við umrætt vatnsverndarsvæði. Borsvæði á Sandabotnafjalli, vegur að þeim, og náma í Sandabotnaskarði verða þó innan þess. Um grannsvæði vatnsbóla gilda reglur sem tilgreindar eru í reglugerðum nr. 536/2001 og nr. 796/1999.

Við mat á áhrifum á vatnsból vegna fyrirhugaðra framkvæmda uppi á Sandabotnafjalli og í Sandabotnaskarði var sett fram ný tillaga að vatnsvernd við Austarasels- og Sandabotnalindir (sjá mynd 9.20). Ástæðan er sú að þegar núverandi vatnsvernd var skilgreind þótti ekki ástæða til að afmarka fjarsvæði auk þess sem grunnvatnslíkan Vatnaskila (sjá mynd 9.18) lá þá ekki fyrir. Í nýrri tillögu er verndin flokkuð í þrjú svæði, brunnsvæði, grannsvæði og fjarsvæði, eins og oftast er gert við afmörkun vatnsverndarsvæða (sjá mynd 9.20). Samkvæmt þessari tillögu eru fyrirhuguð borsvæði G og H uppi á Sandabotnafjalli sem og náman í Sandabotnaskarði rétt innan fjarsvæðis vatnsverndar. Hætta á óæskilegum áhrifum fyrirhugaðra framkvæmda er því minni en ef framkvæmdasvæðin væru innan grannsvæðis þó svo að þar skuli gæta fyllstu snyrtimennsku og ekki geyma skaðleg efni eins og fram kemur í kafla 9.4.1.

Með framangreindri tillögu að vatnsvernd er Landsvirkjun ekki að kalla eftir skipulagsbreytingu heldur að leggja mat á hvar fyrirhuguð framkvæmdasvæði lenda innan verndarsvæða vatnsbóla eins og sérfræðingar telja, samkvæmt nýjustu upplýsingum, að réttara væri að skilgreina þau. Samkvæmt gildandi aðalskipulagi eru borsvæðin á Sandabotnafjalli og náman í Sandabotnaskarði innan grannsvæðis vatnsverndar.

Hvað námu í Sandabotnum varðar gæti verið hætt á því að olía berist í jarðveg og þaðan í grunnvatn frá vélum, þungaflutningabílum og öðrum ökutækjum. Samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. skal gæta fyllstu varúðar í meðferð ýmissa efna, þar á meðal olíu, einkum ef vitað er um sprungur eða misgengi. Ekki er vitað til þess að sprungur liggja undir fyrirhuguðu efnistökusvæði í Sandabotnaskarði. Til að fyrirbyggja hættu á neikvæðum áhrifum efnistökkunnar á grunnvatn, vatnsverndarsvæði og vatnsból í nágrenninu verður þess gætt eins og kostur er að olía og önnur efni úr ökutækjum og þungavinnuvélum komist ekki í snertingu við jörð. Við efnistökkuna verður farið eftir kröfum í reglugerð nr. 35/1994 um varnir gegn olíumengun frá starfsemi á landi.

Áhrif á grunnvatn

Förgun affallsvatns fylgir hættu á efnamengun grunnvatns. Skiljuvatn inniheldur meginhluta þeirra uppleystu steinefna sem eru í jarðhitavökvanum. Ekki er ástæða til að óttast áhrif þessara efna þó svo að styrkur nokkurra efna í Dallæk sé um eða yfir mörkum fyrir drykkjarvatn. Þar sem lækurinn liggur mun lægra en vatnsból í Austaraselslindum og í Sandabotnum er engin hættu á að jarðhitavatn komist í þau frá læknum.

Styrkur mengunarefna (snefilefna) hefur verið mældur árlega á Kröflusvæðinu frá árinu 2002 í samráði við Umhverfisstofnun. Niðurstöður ársins 2008 (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2008) á styrk mengunarefna í yfirborðsvatni frá skiljustöð, kæliturnum og í Dallæk, þar sem hann rennur undir Austurlandsveg, eru

sýndar í **töflu 9.4**. Til samanburðar er birt **tafla 9.5**, sem notuð er til að flokka yfirborðsvatn með tilliti til mengandi efna samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 m.s.br., um varnir gegn mengun vatns, og reglugerð nr. 797/1999 m.s.br., um varnir gegn mengun grunnvatns.

Tafla 9.4 Styrkur mengunarefna (snefilefna) í yfirborðsvatni á Kröflusvæðinu 2008 (feitlettruð gildi eru yfir umhverfismörkum, sjá **töflu 9.5**).

	Hg	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr	Ni	As	P
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg
Frá skiljustöð	0,00	0,26	1,52	0,00	0,03	0,04	0,25	28,1	0,00
Frá kæliturenum	0,03	0,11	2,09	0,00	0,03	0,89	0,56	1,4	0,01
Dallækur	0,09	0,31	1,55	0,00	0,04	0,46	0,65	11,7	0,05

Tafla 9.5 Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.

	Hg	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr	Ni	As	P
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg
Flokkur I <		0,5	5	0,01	0,2	0,3	0,7	0,4	0,02
Flokkur II <		3	20	0,1	1	5	1,5	5	0,04
Flokkur III <		9	60	0,3	3	15	4,5	15	0,09
Flokkur IV <		45	300	1,5	15	75	22,5	75	0,15
Flokkur V >	1	45	300	1,5	15	75	22,5	75	0,15

Umhverfismörk I: Mjög lítil eða engin hætta á áhrifum.

Umhverfismörk II: Lítil hætta á áhrifum.

Umhverfismörk III: Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.

Umhverfismörk IV: Áhrifa að vænta.

Umhverfismörk V: Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði.

Eins og sjá má fer króm (Cr) yfir umhverfismörk fyrir I. flokk í frárennsli frá kæliturenum og í Dallæk. Arsen (As) fer yfir umhverfismörk fyrir I. flokk í frárennsli frá kæliturenum, yfir umhverfismörk fyrir II. flokk í Dallæk og yfir umhverfismörk fyrir III. flokk í frárennsli frá skiljustöð. Í öllum tilfellum er hætta á áhrifum lítil, mjög lítil eða engin. Styrkur arsens í frárennsli frá skiljustöð og í Dallæk er hins vegar það mikill að áhrifa er að vænta, í það minnsta á viðkvæmt lífríki.

Með því að dæla affallsvatni, bæði frá núverandi Kröflustöð og fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II, niður í grunnvatnið á um 300 m dýpi er hætta á mengun í efri grunnvatnslögum minnkuð. Grunnvatnslíkan Vatnaskila var notað til að kanna nánar áhrif grunnförgunar, bæði með tilliti til dreifingar og þynningaráhrifa (**viðauki 3**). Grunnförgun var reiknuð fyrir tvö niðurrennsli svæði, annað við Námur (náman við Grænagilsöxl) og hitt sunnan við Skarðssel (hjá holu AE-10). Niðurrennsli svæðin má sjá á **mynd 4.1**. Á hvorum niðurrennsli stað voru tvö tilfelli skoðuð, annars vegar að farga 280 kg/s og hins vegar 350 kg/s. Þetta er í samræmi við umfjöllun í kafla 4.3.5 en með því að auka affallsvatnið í 350 kg/s er frárennsli frá kæliturenum út í Dallæk minnkað. Niðurstaða reikninganna sýnir hvernig dreifingin er orðin að 30 árum liðnum og sýna ystu mörk dreifingarmyndanna hvar styrkurinn er orðinn 10%

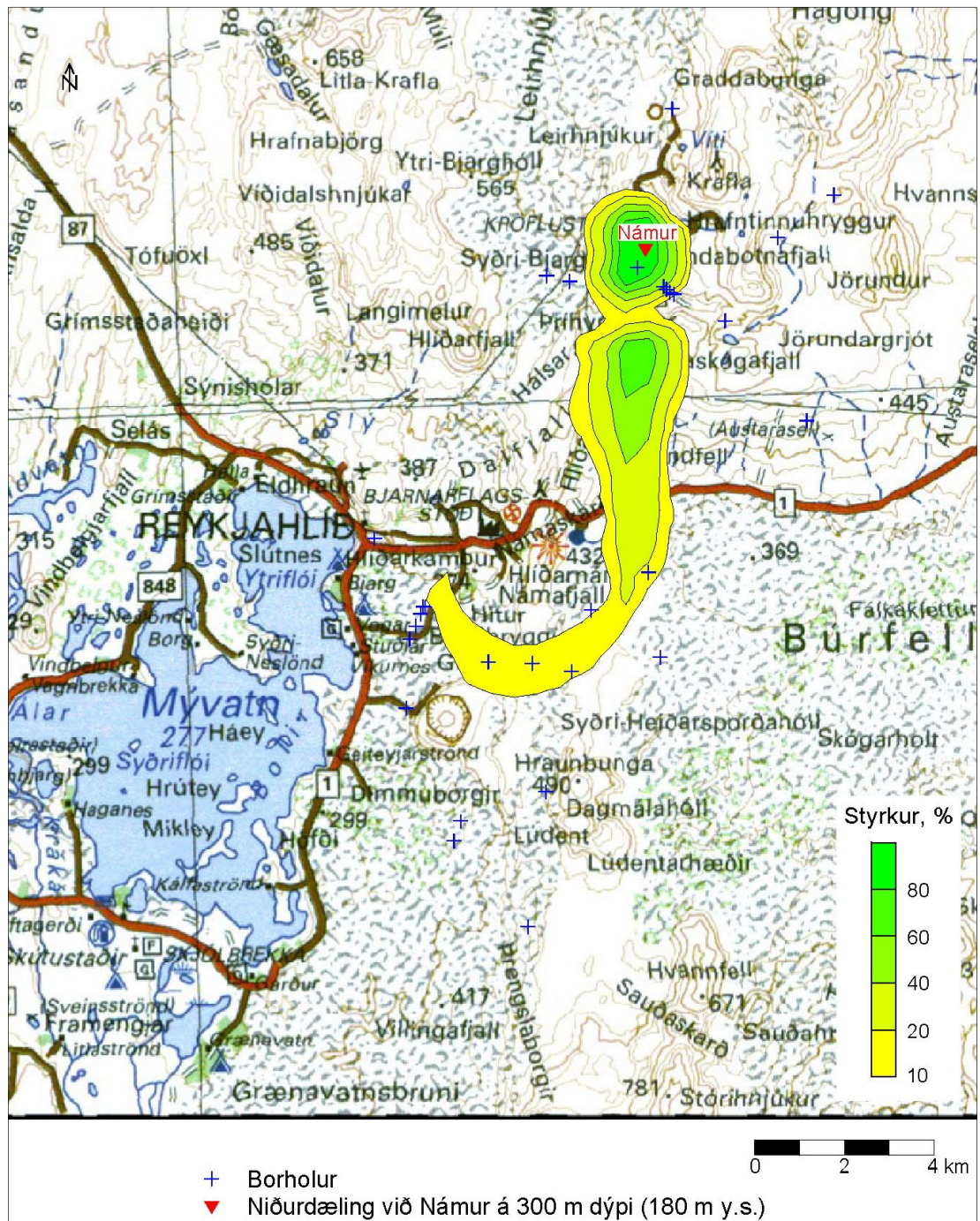
af upphaflegum styrk. Hér er eingöngu um þynningu að ræða. Ekki er tekið á þeim efnaferlum sem eiga sér stað á leið vatnsins, til dæmis ef eitthvað fellur út eða annað kemur inn. Að 30 árum liðnum er þynningin orðin það mikil að lítil hætta er talin á áhrifum á lífríki. Til að gæta fyllsta öryggis og koma í veg fyrir að dreifing affallsvatnsins nái til Mývatns er ráðgert að dæla öllu affallsvatninu við Námur. Niðurrennsli þar er auk þess hagkvæmara vegna styttri vegalengdar frá skiljustöð. Ef svæðið við Námur tekur ekki við öllu affallsvatninu er mögulegt að skipta því upp, til dæmis til helminga, það er að setja niður 50% við Námur og 50% við holu AE-10. Eins og sjá má á myndum 9.21-9.23 er talið að grunnförgun affallsvatns tryggji lágmarksáhrif á grunnvatn og þar með lífríki á yfirborði þó svo að dreifingin nái alveg upp að grunnvatnsborði með tímanum. Þá má gera ráð fyrir að magn affallsvatns sem ætlunin er að farga með grunnförgun minnki með tímanum eftir því sem hlutdeild djúpförgunar eykst.

Út frá niðurstöðum eftirlits á grunnvatni allt frá árinu 2002 er metið svo að litlar líkur séu á að tímabundinna áhrifa affallsvatns frá borholum muni gæta á framangreindu verndarsvæði (grannsvæði vatnsbóla, vatnasvið Laxár og Mývatns) eða í grunnvatni almennt. Þess má geta að styrkur arsens er mjög hár í Bjarnarflagslóni, 103 µg/kg árið 2008 (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2008). Þrátt fyrir það hefur áhrifa þess ekki gætt í gjánum austan við Mývatn og á innstreymisstöðum við vatnið sjálf í árlegum eftirlitsmælingum frá árinu 2002. Í ljósi þess má draga þá ályktun að ákaflega ólíklegt sé að efnamengunar frá Kröflusvæðinu komi til með að gæta í nánd við Mývatn. Áfram er ráðgert árlegt eftirlit með áhrifum af förgun affallsvatns.

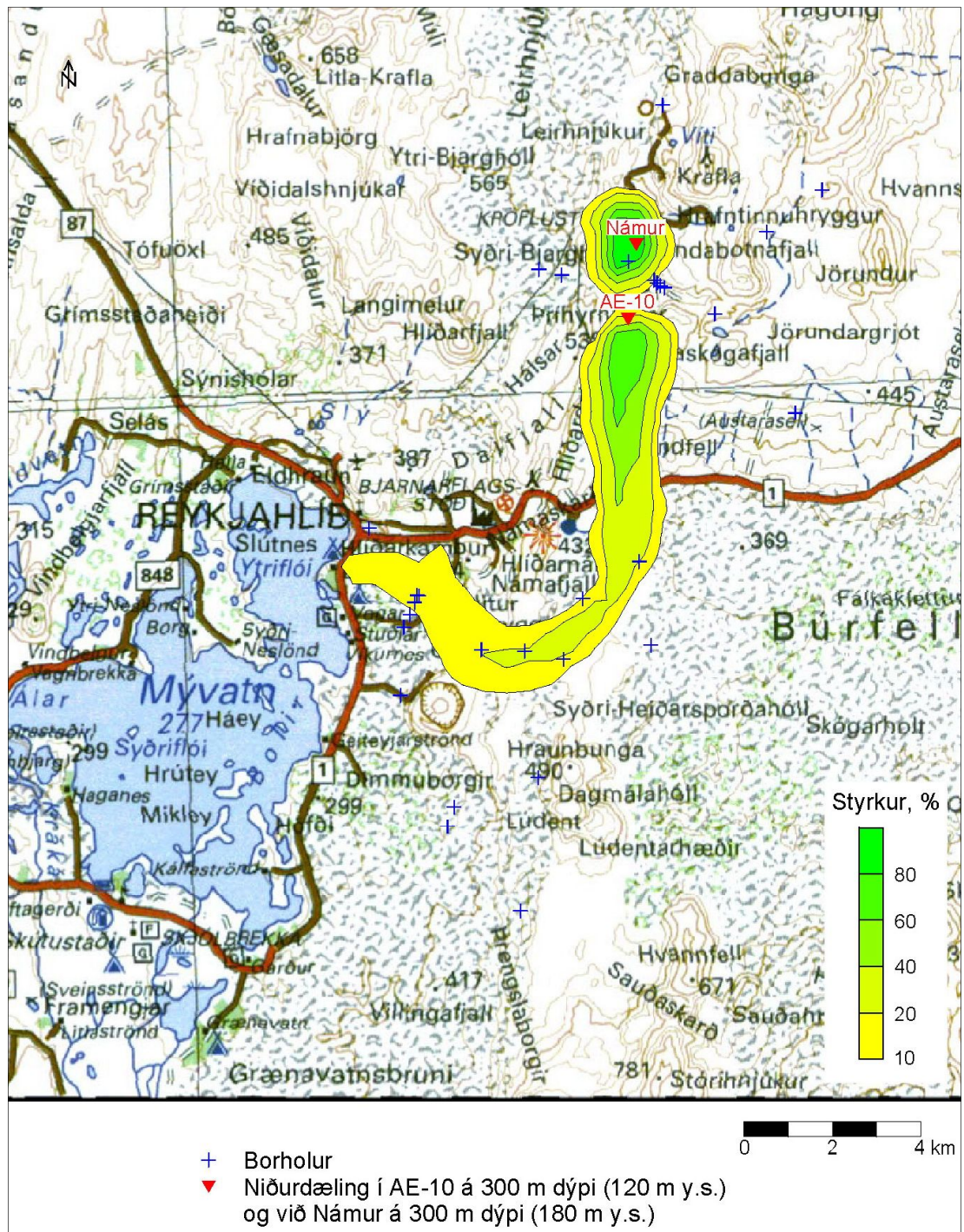
Áhrif á Dallæk og aðra læk

Norðurhluti Dallækjar hefur nú þegar orðið fyrir verulega neikvæðum áhrifum frá núverandi Kröflustöð eins og niðurstöður athugunar á dýralífi sýna (Jón S. Ólafsson o.fl., í kafla 9.5). Magn kælivatns frá fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II verður nokkru meira en frá núverandi Kröflustöð (sjá umfjöllun í kafla 4.2.5). Gert er ráð fyrir að hitastig og sýrustig þess verði svipað og nú er. Þar sem að eingöngu verður veitt kælivatni, um 40°C heitu, í nyrsta hluta Dallækjar mun vatnsmagn í læknum minnka, hitastig í nyrsta hluta hans lækka talsvert og pH gildi sýrustigs hækka frá því sem nú er. Einnig má búast við að styrkur uppleystra efna muni minnka og að það hægist eitthvað á myndun útfellinga á botni lækjarins með tímanum. Erfitt er að segja til um hvort að framangreindar breytingar muni bæta skilyrði í norðurhluta Dallækjar sem búsvæði fyrir botndýr og aðrar lífverur. Eins og fram kom fyrr í þessum kafla fundust eingöngu 1-4 tegundir botndýra með mjög lítinn þéttleika (5 dýr/m²) í norðurhluta lækjarins árin 2002 og 2003. Hugsanlegt er að með tímanum verði lífríkið í norðurhluta lækjarins líkara því sem er sunnar. Þar er líklegt að það sé líkara því sem er í lækjunum ofan við Kröflustöð, í Hveragili „vestara“ og „austara“. Niðurstöður athugunar á dýralífi í þeim hluta lækjarins liggja ekki fyrir eins og fram kemur í kafla 9.5.1. Niðurstöður athugunar á þörungum í Dallæk (sjá í kafla 9.5.1) benda til þess að áhrif kælivatns/þéttivatns séu staðbundin og að um 2 km neðar er ástand lækjarins að mestu orðið „náttúrulegt“ af völdum þynningaráhrifa í læknum.

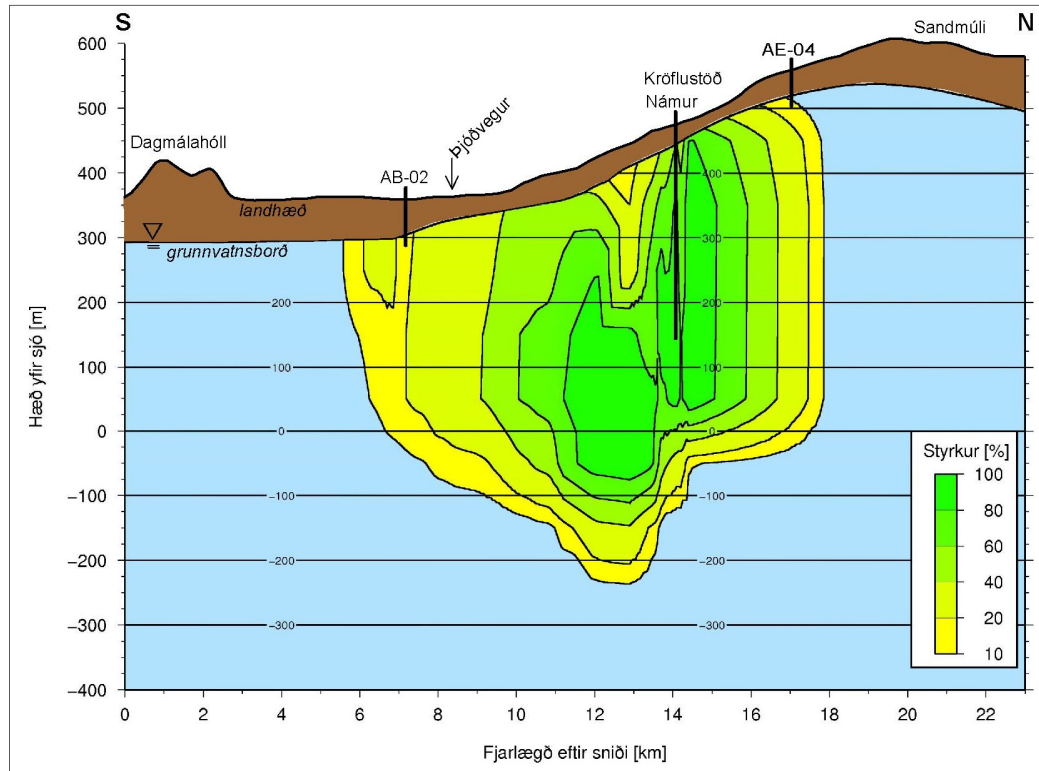
Út frá framangreindu er metið svo að kælivatnið hafi staðbundin áhrif á efna- og eðlisþætti lækjarins og að áhrifa þess gæti því ekki í yfirborðsvatni sunnar á vatnasviði Mývatns og Laxár.



Mynd 9.21 Niðurdæling við Námur (350 kg/s). Reiknaður styrkur í 200-300 m y.s. sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni (viðauki 3).



Mynd 9.22 Niðurdæling við Námur (175 kg/s) og við holu AE-10, sunnan Skarðsels (175 kg/s). Reiknaður styrkur í 200-300 m y.s. sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni (viðauki 3).



Mynd 9.23 Niðurdæling við Námur (350 kg/s). Reiknaður styrkur í þversniði í gegnum Kröflu sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni (viðauki 3).

Framburður í Dallæk sem og uppleyst steinefni hafa þétt botn Dallækjar. Þá er rennsli lækjarins jafnara en fyrir virkjun á Kröflusvæðinu. Fyrir vikið hefur lækurinn borist lengra til suðurs og myndað grunnar tjarnir vestan undir Búrfellshrauni. Með förgun skiljuvatns á niðurrensslissvæðum mun rennsli lækjarins minnka, framburður ekki berast jafn langt og áður auk þess sem minna verður um uppleyst efni í læknum. Í ljósi framangreinds er ekki ástæða til að ætla að lækurinn taki breytingum frá því sem nú er. Áfram verði tiltölulega jafnt rennsli í honum þó það verði minna. Þá er ólíklegt að tjarnirnar í Búrfellshrauni taki breytingum þar sem botn þeirra er orðinn þéttur og svo virðist sem syðsta tjörnin hafi gott niðurfall um sprungur niður í hraunið (Halldór Sverrisson og Jón Guðmundsson 2000).

Til athugunar á áhrifum affallsvatns frá fyrirhuguðum borholum og Kröfluvirkjun II verður áfram haft eftirlit með grunnvatni og yfirborðsvatni eins og áður með reglubundnum hætti á Kröflusvæðinu og innan svæða sem njóta verndar, það er innan grannsvæðis vatnsbóls Reykjahlíðar og á vatnasviði Mývatns og Laxár. Nánar er fjallað um eftirlit í kafla 11.

Mótvægisáðgerðir

Með því að leiða borvökva við boranir og affallsvatn við blástursprófanir á bor-teigum í sprungur eða svelgi eru áhrif vatns og jarðhitavökva á yfirborði lágmarkuð, bæði gagnvart gróðri, og ásynd vegna útfellinga. Ef ekki reynist unnt að koma vatninu niður um sprungur eða svelgholur verður það leitt í lögnum að næsta farvegi sem einkennist af jarðhitaummerkjum.

Á rekstartíma Kröfluvirkjunar II er ráðgert að farga um 60% skiljuvatns frá núverandi Kröflustöð og öllu skiljuvatni fyrirhugaðrar virkjunar niður á um 300 m

dýpi með grunnförgun. Áfram verður að minnsta kosti 40% skiljuvatns frá núverandi Kröflustöð dælt niður á um 2.200 m dýpi með djúpförgun. Með þessu móti eru áhrif á grunnvatn og þar með áhrif á lífríki á yfirborði lágmarkuð en í dag fara um 60% skiljuvatns frá núverandi Kröflustöð út í Dallæk. Fyrir vikið munu uppleyst steinefni í skiljuvatni hætta að berast út í Dallæk, en þau hafa þétt botn hans og leitt til þess að lækurinn hefur borist sífellt lengra til suðurs. Nú myndar hann grunnar tjarnir vestan undir Búrfellshrauni.

Niðurstaða

Borvökvi frá borun og affallsvatn frá blástursprófunum borholna mun hafa óveruleg áhrif á vatnsverndarsvæði, vatnsból og á vatnafar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

Efnistaka í Sandabotnaskarði hefur óveruleg áhrif á yfirborðsvatn, vatnsverndarsvæði, vatnsból og á vatnafar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

Fyrirhugaðar breytingar á förgun skiljuvatns frá núverandi Kröflustöð munu hafa nokkuð jákvæð áhrif á norðurhluta Dallækjar.

Grunnförgun skiljuvatns frá núverandi Kröflustöð og fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II er talin hafa óveruleg áhrif á yfirborðsvatn, vatnsverndarsvæði, vatnsból og á vatnafar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

9.4.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ ÁHRIF Á VATN OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA

Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra (HNE) geldur varhug við þeim rökum að færa megi námuna í Sandabotnaskarði rétt innan við fjarsvæði vatnsverndar út frá nýrri skilgreiningu á fjarsvæði vatnsbólans við Austaraselslindir. HNE telur ekki réttlætjanlegt annað en að halda vatnsverndinni inni og gerir þær kröfur til framkvæmdaraðila sem gerðar eru varðandi verndarflokk 1.

Framkvæmdaraðili tekur undir með HNE um að ekki verði dregið úr kröfum um mengunarvarnir vegna efnistöku úr námu í Sandabotnaskarði þrátt fyrir að færð hafi verið rök fyrir því að svæðið eigi heima í verndarflokki 4 en ekki verndarflokki 1. Þessi rök, sem fram koma í þessum kafla, voru fyrst og fremst sett fram til að sýna að líklega er um ofmat á vernd að ræða. Við framkvæmdir verður eftir sem áður gengið út frá því að náman sé í verndarflokki 1.

Umhverfisstofnun telur ekki réttlætjanlegt að gera ráð fyrir framkvæmdum í tengslum við orkuvinnslu á Kröflusvæðinu innan skilgreinds grannsvæðis. Það er því mat stofnunarinnar að það sé sveitarfélagsins að taka ákvörðun um hugsanlegar breytingar á vatnsverndarsvæði sbr. tillögur sem kynntar eru í frummatsskýrslu.

Hér að framan segir að líklega er um ofmat á vatnsvernd að ræða á þeim hluta framkvæmdasvæðisins sem er innan skilgreinds grannsvæðis. Með hliðsjón af samþykkt um verndarsvæði vatnsbóla helstu þéttbýlisstaða á höfuðborgarsvæðinu² verður sótt um leyfi heilbrigðisnefndar sem setur nánari skilyrði um mengunarvarnir

² <http://new.eftirlit.is/index.php?pid=69>

vegna framkvæmdanna. Algjört bann við framkvæmdum í Sandabotnaskarði og á Sandabotnafjalli er því óþarft að mati framkvæmdaraðila enda víða framkvæmt á slíkum svæðum.

Umhverfisstofnun telur að setja verði þær kröfur á verktaka hverju sinni að fyllstu varúðar sé gætt og gera kröfu um að olía sé ekki geymd á námusvæðinu í Sandabotnum. Einnig er nauðsynlegt að tryggja að ekki verði hætta á að olía frá tækjum berist niður í grunnvatn og að fylgst verði vel með starfsemi á námusvæðinu. Það sama gildi um fyrirhuguð borsvæði á Sandabotnafjalli. Umhverfisstofnun telur að gera verði kröfu um að á grannsvæðum vatnsverndar verði notast við dúk eða aðra þéttingu þar sem hætta er á að jarðvegur geti mengast og að þannig verði tryggt að mengun berist ekki í jarðveg og þar af leiðandi í grunnvatn. Umhverfisstofnun telur jafnframt að ekki eiga að geyma olíu innan vatnsverndarsvæðisins til að stuðla að því að ekki skapist hætta á mengun grunnvatns.

Framkvæmdaraðili þakkar framangreindar tillögur Umhverfisstofnunar. Við framkvæmdir innan grannsvæðis vatnsverndar verður farið eftir þeim verklagskröfum sem heilbrigðisnefnd svæðisins setur sem væntanlega verða á svipuðum nótum.

9.5 LÍFRÍKI

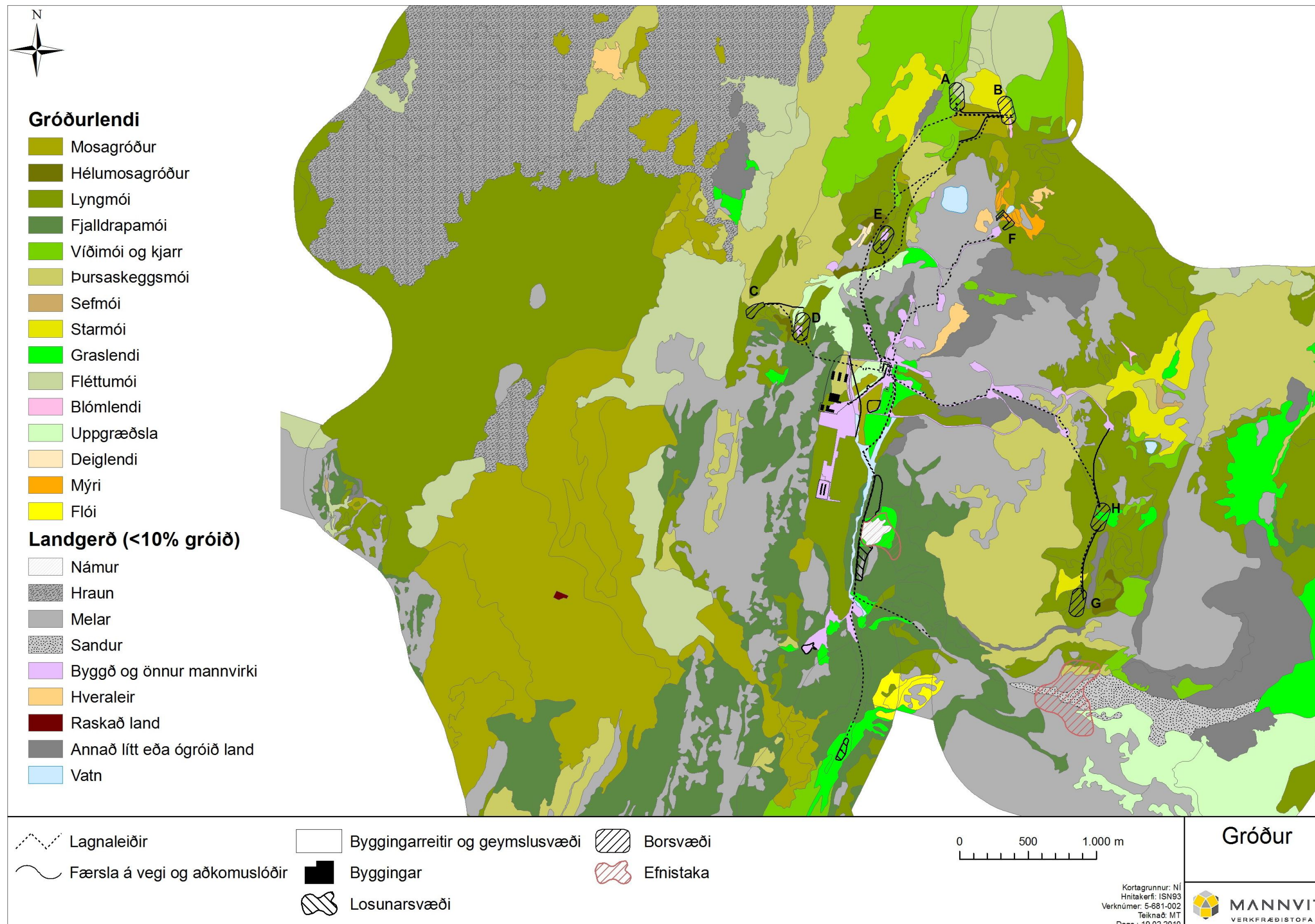
9.5.1 GRUNNÁSTAND

9.5.1.1 GRÓÐUR

Sumarið 2001 fór fram athugun á gróðurfari við Kröflu á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands (Inga Dagmar Karlsdóttir og Guðmundur Guðjónsson, 2002). Eftir vettvangsvinnu á svæðinu sumarið 2007 uppfærði stofnunin gróðurkort af orkuvinnslusvæðinu og á öðrum fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum í Þingeyjarsýslum (**viðauki 4**). Sumarið 2008 fór fram viðbótar gróðurathugun á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands á Kröflusvæðinu sem náði yfir svæði þar sem borsvæði eru fyrirhuguð (**viðauki 5**). Á þeim svæðum var gróður kortlagður mjög nákvæmlega í stærri mælikvarða en áður. Í tengslum við rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma árið 2009 var gert kort, í minni mælikvarða, byggt á fyrirliggjandi og eldri gögnum, sem nær talsvert út fyrir fyrirhugað framkvæmdasvæði (Trausti Baldursson o.fl., 2009).

Við gróðurkortagerðina var gróðurfari og útbreiðsla háplantna athuguð og gróður flokkaður eftir ríkjandi og/eða einkennandi tegundum á gróðurkortum. Einnig fór fram úttekt á sjaldgæfum plöntum á svæðum þar sem talið var að þær væri að finna.

Á mynd 9.24 er gróðurkort af Kröflusvæðinu. Gróðurfarslega er svæðið fjölbreytt miðað við önnur svæði í Þingeyjarsýslum. Ástæða þess er meðal annars landslagið þar sem skiptist á lítt gróið fjalllendi með melum, grónar hlíðar með ógrónum skriðum á milli og flatara land sem er ýmist missamfelt gróið hraun, vel gróið mólendi, eða lítt- eða ógróið land með melum og öðrum landgerðum. Gróðurfari er almennt frekar ósamfelt, einkum í ánum ofan við Kröflustöð og sunnan við og austan í Sandabotnafjalli. Austan við Víti eru tvær fágætar tjarnir og umhverfis þær votlendisgróður og svo flói sunnan við Sandabotnaskarð. Algróið land á Kröflusvæðinu er um 30% en gróður með skerta þekju um 42%.



Mynd 9.24 Gróðurkort af Kröflusvæðinu og nágrenni. Niðurstaða vettvangsvinnu sumrin 2007 til 2009. Fyrirhugað framkvæmdasvæði Kröfluvirkjunar II, lagnaleiðir, borsvæði, vegir, slóðir, niðurrenslissvæði og efnistökusvæði er afmarkað á kortið.

Eftirfarandi sex gróðurlendi eru álíka algeng á athugunarsvæðinu, það er fjalldrapamói (19% af grónu landi), mosagróður (15%), lyngmói (15%), þursaskeggsmói (15%), fléttumói (14%) og starmói (9%). Útbreiðsla mosagróðurs er mikil miðað við önnur athugunarsvæði í Þingeyjarsýslum. Önnur helstu gróðurlendi eru víðimói og kjarr (5%), graslendi (2%) og uppgræðsla (2%). Alls eru 12 ha votlendis á athugunarsvæðinu, það er mýri (4 ha) við tjarnir austan Vítis og flói við Sandabotna-skarð (8 ha).

Lítt- eða ógróið land er aðallega melur (65% af ógrónu landi) en einnig eru stórgrýtt land (8%), hraun (6%) og sandar (5%) nokkuð áberandi landgerðir. Aðrar landgerðir hafa minni eða mjög óverulega útbreiðslu. Í athugun á gróðri og smádýrum á sex háhitasvæðum vegna rammaáætlunar (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003) var svæði umhverfis hverri við Hvíthóla rannsakað. Hvíthólar eru hluti af háhitasvæði Kröflu. Athugunin fór fram til að afla grunnupplýsinga um áhrif jarðhita á gróður og smádýralíf við misháan jarðvegshita innan hvers svæðis. Á athugunarsvæðinu við Hvíthóla umlukti mólendi nær allan leir og einkenndist það af krækilyngi, fjalldrapa og blóðbergi. Graslendi var einnig áberandi og víða meðfram vegum og slóðum hafði land verið grætt upp með grösom. Þar sem jarðvegshiti er á bilinu 22-80°C vex naðurtunga.

Gróðurfar á framkvæmdasvæði

Fyrirhugað framkvæmdasvæði Kröfluvirkjunar II, lagnaleiðir, borsvæði, vegir, slóðir, niðurrenslissvæði og efnistökusvæði er afmarkað á gróðurkortu á mynd 9.24. Hér á eftir eru upplýsingar um hvers konar gróðurlendi og landgerðir fara undir mis-munandi framkvæmdaþætti.

- **Mannvirki á stöðvarhúsreit:** Svæði raskað að hluta, náttúrulegt gróðurlendi er þursaskeggsmói, lyngmói og fjalldrapamói. Gróðurþekja að meðaltali yfir 90%, en minni, 75%, í fjalldrapamóanum.
- **Skiljustöðvar, lokahús, dæluhús:** Raskað svæði, að hluta uppgræðsla, gras.
- **Vinnubúðir:** Raskað svæði.
- **Lagersvæði:**
 - **Ofan við námu við Grænagilsöxl:** Fjalldrapamói, gróðurþekja að meðaltali 75%.
 - **Við Hvíthóla:** Raskað svæði, gamalt borsvæði.
 - **Austan við fyrirhugað stöðvarhús:** Mosagróður, gróðurþekja að meðaltali 50%.
- **Borsvæði:**
 - **Vestara borsvæðið norðan Vítis, borsvæði A:** Svæðið er gróðurfarslega nokkuð margbrotið og samanstendur af mosagróðri, fjalldrapamóa, fléttumóa og sefsmóa. Gróðurþekja að meðaltali yfir 90%.
 - **Austara borsvæðið norðan Vítis, borsvæði B:** Gróðurfarið einkennist af starmóa, mosagróðri og sefmóa. Gróðurþekja að meðaltali yfir 90%.
 - **Borsvæði C:** Lyngmói, gróðurþekja að meðaltali 75%. Norðurjaðar borsvæðisins verður í þursaskeggsmóa.
 - **Borsvæði D:** Stækkun á borsvæðinu fer að mestu yfir lyngmóa, gróðurþekja að meðaltali yfir 90%, en að hluta yfir uppgræðslu, gras og gróðurþekja að meðaltali 75%.

- **Borsvæði suðvestan við Víti, borsvæði E:** Stækkun á borsvæðinu fer yfir lyngmóa. Gróðurþekja að meðaltali yfir 90%.
- **Borsvæði F, suðaustan við Víti:** Melur að mestu leyti þar sem núverandi borsvæði er og mýri í nyrsta hlutanum þar sem stækkun á borsvæðinu er fyrirhuguð (núverandi borsvæði er þó komið inn á hluta mýrarinnar). Gróðurþekja í mýrinni er yfir 90%.
- **Syðra borsvæðið á Sandabotnafjalli, borsvæði G:** Lyngmói, gróðurþekja að meðaltali 75%, en minni, 50%, í syðsta hlutanum þar sem er töluvert grýtt.
- **Nyrðra borsvæðið á Sandabotnafjalli, borsvæði H:** Lyngmói og graslendi, gróðurþekja að meðaltali yfir 90%.
- **Lagnaleiðir og slóðir**
 - **Frá borsvæðum A og B:** Mosagróður, víðimói og kjarr, lyngmói, þursaskeggsmói, fléttumói, melar, fjalldrapamói, gróðurþekja að meðaltali yfir 90% þar sem gróður er. Raskað svæði allra syðst.
 - **Frá borsvæði D:** Lyngmói, fjalldrapamói, melar, þursaskeggsmói, uppgræðsla (gras). Gróðurþekja að meðaltali yfir 90% þar sem gróður er, en minni, 75%, í fjalldrapamóanum.
 - **Frá borsvæði C að borsvæði D:** Þursaskeggsmói, fjalldrapamói/uppgræðsla (gras), gróðurþekja að meðaltali yfir 90% þar sem gróður er.
 - **Frá borsvæði E að lögn/slóða frá borsvæðum A og B:** Fjalldrapamói, uppgræðsla (gras) og melur. Gróðurþekja að meðaltali yfir 90%.
 - **Frá borsvæði F:** Melur og raskað svæði.
 - **Frá borsvæðum G og H:** Lyngmói og þursaskeggsmói á milli borteigana, en síðan lyngmói, þursaskeggsmói og raskað svæði, gróðurþekja að meðaltali 75-90% þar sem gróður er.
- **Niðurrennsislögn og niðurrennslistvæði fyrir skiljuvatn:**
 - **Við Grænagilsöxl:** Lögn að svæðinu verður í graslendi og fjalldrapamóa. Niðurrennslistvæðið verður yfir fjalldrapamóa, graslendi og mel. Gróðurþekja á þessum svæðum, þar sem gróður er, er að meðaltali 75%.
 - **Við Skarðssel:** Lögn frá framangreindu niðurrennslistvæði að svæðinu við Skarðssel verður í fjalldrapamóa og graslendi. Niðurrennslistvæðið verður yfir graslendi. Gróðurþekja að meðaltali 75% í fjalldrapamóanum.
- **Efnistökuastaður í Sandabotnaskarði:** Að mestu sandur og melar, en í nyrsta hluta svæðisins er þursaskeggsmói, lyngmói og fjalldrapamói. Uppgræðsla á litlu svæði í austurjaðrinum.

Gróðurfur við og í Dallæk

Í athugun á gróðurfari sumarið 2000 (Halldór Sverrisson og Jón Guðmundsson, 2000) kom í ljós að í nyrsta hluta lækjarins, næst Kröflustöð, er hitastig hátt vegna affallsvatns (kælivatn og skiljuvatn) frá stöðinni og um 2 km sunnar er hitastigið komið í sæmilegt jafnvægi og í takt við umhverfið. Heita vatnið ber með sér uppleyst efni og fínkorna jarðefni sem hafa viss áburðaráhrif á gróður og virðast þetta farveg lækjarins og tjarnanna sem hann endar í vestur undir Búrfellshrauni. Þar sem mestra áhrifa heita affallsvatnsins gætir í Dallæk ber mest á hvítsmára, fjalldrapa,

skarífíflí, skriðlíngresi, krækilyngi, ljóastör, mýrastör, mýrasefi og lógresi við bakkana. Þar finnst einnig dýragras, hvítstör og einir. Lækurinn er einnig vatnsmeiri en áður en starfsemi Kröflustöðvar hófst, sem talið er hafa leitt til hærri grunnvatnsstöðu umhverfis farveginn. Við það hafa skapast betri skilyrða fyrir rakakærar plöntur meðfram læknum á borð við skriðlíngresi, skarífífil, bjúgstör og mýrarsauðlauk.

Á botni norðurhluta lækjarins, næst Kröflustöð, vex nokkurt magn blágrænþörunga sem bendir til þess að þar sé sérstakt lífríki svo sem er á hverasvæðum. Þörungum í læknum fækkar hratt þegar sunnar dregur.

9.5.1.2 DÝRALÍF

Fuglar

Fuglalíf á svæðinu umhverfis Kröflustöð var kannað sumarið 2000 (Halldór Walter Stefánsson, 2000) á vegum Náttúrustofu Austurlands. Á vegum Náttúrustofu Norðausturlands fór einnig fram athugun á fuglalífi innan orkuvinnslusvæðisins við Kröflu sumarið 2007 (**viðauki 6**). Þá var farið vítt og breitt um svæðið og tegundir skráðar sem sáust. Lögð var áhersla á þrjú svæði, það er vestur undir Þríhyrningum, vestan í Sandabotnafjalli og norðan Vítis. Einnig voru fuglar taldir á tveimur sniðum norðan og vestan Vítis til að kanna þéttleika varpfugla og annarra fugla. Ekki þótti ástæða til að telja fugla á sniðum á hinum tveimur svæðunum þar sem um mjög lítil svæði er að ræða. Búsvæði fugla voru flokkuð eftir gróðurfari og þéttleiki fugla metinn á mismunandi búsvæðum. Rætt var við Ólaf K. Nielsen dýravistfræðing um sjaldgæfa fugla á svæðinu, sérstaklega um fálka.

Athugun sumarið 2007 sýndi að fuglalíf á orkuvinnslusvæðinu er fremur fábreytt. Alls sáust 12 tegundir fugla, allar líklegir varpfuglar að undanskilinni heiðagæs og grágæs. Þá eru rjúpa, skógarpröstur og sendlingur líklegir varpfuglar á svæðinu þrátt fyrir að þær tegundir hafi ekki sést í vettvangsferðum. Á athugunarsvæðinu vestan í Sandabotnafjalli sáust þrjár tegundir varpfugla, heiðlóa, hrossagaukur og snjó-tittlingur. Vestan Þríhyrninga sáust tvær tegundir varpfugla, heiðlóa og smyrill. Á sniðum norðan og vestan Vítis (1,9 km) var heildarfjöldi varppara 19 pör af alls þremur tegundum fugla, heiðlóu, kjóa og snjó-tittlingi, og var þéttleiki fugla þar metinn 55,5 pör/km².

Niðurstöður athugunarinnar sumarið 2000 voru mjög líkar niðurstöðum sumarið 2007. Á mólendissvæðum í nágrenni Vítis var þó meiri fjöldi þúfutittlinga sumarið 2000 og þá fannst einnig sendlingur. Skýringin er talin vera sú að vorið 2006 gerði slæmt hret á Norðausturlandi og eftir það fundust margir dauðir fuglar, mest þúfu-tittlingar.

Fálkar, smyrlar og hrafnar hafa talsvert verið rannsakaðir í Þingeyjarsýslum undanfarna áratugi og eru ódul og ábúð þeirra nokkuð vel þekkt (**viðauki 6**). Í grennd við Kröflusvæðið er þekktur varpstaður þessara tegunda í Dalbjalli, suðvestan við núverandi Kröflustöð.

Smádýr (skordýr og áttfætlur)

Í athugun á smádýrum á háhitasvæði við Hvíthóla (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003) fannst alls 131 tegund smádýra, þar af 103 tegundir skordýra og 25 tegundir áttfætla. Engin af þessum tegundum er eiginleg jarðhitategund og engin telst sjaldgæf á lands-

vísu. Gert er ráð fyrir að smádýralíf innan háhitasvæða á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði við Kröflu sé svipað og við Hvíthóla.

Dýralíf í lækjum

Eftirfarandi umfjöllun byggir á athugunum á vatnadýrum á Kröflusvæðinu og í Henglinum. Tilgangur rannsókna var að afla grunnupplýsinga um lífríki á afrennslissvæðum háhitasvæða með það að markmiði að skoða hvaða lífverusamfélög finnast á slíkum svæðum. Ekki er fjallað um Hengilsvæðið í skýrslu þessari. Fyrri hluti athugunar á Kröflusvæðinu fór fram árin 2002 og 2003 þegar sýni voru tekin til athugunar á dýralífi í lækjum ofan við núverandi Kröflustöð (í Hveragili) og í norðurhluta Dallækjar, neðan við stöðvarhúsið. Seinni hluti athugunar á dýralífi hófst nýlega þar sem sýnataka til athugunar á dýralífi á nokkrum stöðum sunnar í Dallæk fór fram sumarið 2009. Skýrsla með niðurstöðum fyrri rannsóknarinnar verður tilbúin til birtingar á næstunni. Eftirfarandi niðurstöður fyrri hluta athugunarinnar á Kröflusvæðinu byggja á erindi sem Jón S. Ólafsson, verkefnisstjóri rannsókna, hélt fyrir starfsmenn Landsvirkjunar og Mannvits 29. okt. 2009 og eru birtar hér með hans leyfi. Seinni hluti athugunarinnar er ekki komin á það stig að hægt sé að birta niðurstöður hér en úrvinnsla sýna er í gangi.

Vor og sumar 2002 og vor 2003 voru sýni tekin til athugunar á samfélögum botndýra úr tveimur lækjum í gili sem nefnt er hér Hveragil „vestara“ og úr einum læk í gili sem nefnt er hér Hveragil „austara“. Lækirnir eru ofan við (norðaustan við) stöðvarhús núverandi Kröfluvirkjunar og voru sýnatökustaðirnir í 473-477 m y.s. Einnig voru sýni tekin á einum stað í Dallæk neðan við stöðvarhús núverandi Kröflustöðvar í 466 m y.s. Skipulagning sýnatöku miðaðist við að skoða breytileika lífríkis innan árs (2002) og á milli ára (2002-2003). Til viðmiðunar voru sýni tekin í einum köldum læk sunnar, nálægt Skarðsseli. Settar voru upp flugnagildir við lækina og látnar standa frá vori 2002 fram á haust 2003.

Eins og kom fram fyrr í þessum kafla eru lækirnir í Hveragili volgir frá náttúrunnar hendi. Á sýnatökustöðunum í lækjunum sýndu punktmælingar um 20°C heitt vatn. Í vettvangsskoðun á læk í Hveragili „vestara“ mældist hitastig hans um 50°C í nokkra daga sumarið 2002. Þetta eru áhrif affallsvatns frá borholu sem var verið að prófa/hleypa upp í grenndinni. Punktmælingar á hitastigi í norðanverðum Dallæk sýndu mjög breytilegt hitastig vatnsins, frá 14°C upp í 40°C sem sýnir áhrif skiljuvatns og kælivatns frá núverandi Kröflustöð.

Helstu niðurstöður fyrri hluta athugunar á dýralífi lækjanna eru eftirfarandi:

- Fjölbreytni botndýra er mest í kalda læknum, mest 24-28 tegundir/hópar, en minnst neðan við Kröflustöð, í Dallæk, 1-4 tegundir/hópar. Í volgu lækjunum ofan við Kröflustöð var fjöldi tegunda/hópa mestur 16 í „vestara“ Hveragili og 12 í „austara“ Hveragili. Munur á fjölbreytni botndýra var marktækt meiri í lækjunum ofan Kröflustöðvar en í Dallæk neðan hennar ($P=0,036$).
- Þéttleiki botndýra var einnig mestur í kalda læknum, tæplega 30.000 dýr/m², og minnstur í Dallæk, neðan Kröflustöðvar, 5 dýr/m². Munur á fjölbreytni botndýra var marktækt meiri ofan Kröflustöðvar en neðan hennar ($P<0,001$).

Niðurstöðurnar sýna að fjölbreytni og þéttleiki vatnadýra í volgu lækjunum ofan Kröflustöðvar var marktækt meiri en neðan hennar. Auk þess sýna niðurstöðurnar að fjölbreytni og þéttleiki dýra var að jafnaði meiri í kalda læknum, sem hafður var til viðmiðunar, en í þeim volgu. Niðurstöður rannsóknarinnar sýna einnig sérstöðu líf-

ríkisins í volgu lækjunum sem felst í töluverðu magni annarra tegunda en í kalda læknum sem lifa eingöngu svo hátt yfir sjávarmáli vegna hitans. Þannig finnst í volgu lækjunum meira af bitmýi, ákveðnum rykmýstegundum, vatnabobbum og vatnamaurum á meðan skelkrabbar, steinflugur, bessadýr og vorflugur einkenna lífríki kalda lækjarins.

Ljóst er að núverandi Kröflustöð hefur haft verulega neikvæð áhrif á dýralíf í Dallæk. Þar er tegundafjölbreytni og þéttleiki botndýra mun minni en í volgu lækjunum ofar. Erfitt er á þessu stigi að meta hvað veldur þessum mun en hugsanlegt er að súrara vatn úr skiljustöð og kæliturnum og sveiflur í hita hafi þau áhrif að nyrsti hluti Dallækjar er óhagstæðara búsvæði fyrir vatnadýr en volgu lækirnir ofan við. Einnig má nefna miklar útfellingar í botni lækjarins en svo einsleitt umhverfi býður upp á minni fjölbreytni lífvera en til dæmis þar sem er leðju- eða sandbotn. Út frá niðurstöðum athugunarinnar er ekki mögulegt að álykta um það hvort lífríki lækjanna ofar, í Hveragili, hafi breyst eftir að affallsvatni frá borholum var veitt í þá.

9.5.1.3 ÖRVERUR Í HVERUM

Árið 2007 fór fram athugun á lífríki í hverum við Kröflu og Námafjall (Sólveig K. Pétursdóttir o.fl., 2007). Sú rannsókn er fjórði áfangi verkefnis um lífríki á hverasvæðum á Íslandi sem er hluti af rammaáætlun um nýtingu á vatnsafla og jarðvarma á háhitasvæðum.

Í rannsókninni voru tekin alls 20 sýni af vökva, jarðvegi eða lífmassa víðs vegar á Kröflusvæðinu og einnig í Jarðbaðshólum, Bjarnarflagi og Grjótagjá. Mögulegt var að greina tegundasamsetningu í 13 sýnum. Ríkjandi tegundir í Kröflusýnum voru frumbjarga og efnatillíffandi af fylkingum *Aquificae* og *β-Proteobacteria*. Í langflestum tilvikum eru þetta tegundir sem fundist hafa á öðrum hverasvæðum í heiminum. Tegundasamsetning er mismunandi í sýnum úr Kröflu og Jarðbaðshólum sem kemur ekki á óvart í ljósi þess hve gerð sýna og sýnatökustaðir voru fjölbreyttir.

Nýjar bakteríutegundir fundust í nokkrum sýnum, meðal annars frumbjarga *Hydrogenobacter* tegund í sýni úr afrennsli frá skiljustöð við Kröflu. Einn stofn, náskyldur ($\geq 98\%$), af tegundinni *Thermus aquaticus* fannst í sýni af Kröflusvæðinu, en þessi tegund hefur verið talin einlend í Bandaríkjunum.

Líffræðileg fjölbreytni í sýnunum var áætluð 1,0-5,8 á skalanum 1-10. Algengt er að gildið sé 1-2 í sýnum úr jaðarvistkerfum þar sem umhverfisálag er mikið, meðal annars í nokkrum jarðvegssýnum úr Suðurhlíðum Kröflu, í vökvasýni úr afrennslislæk í Kröflu og í leirhver við Víti. Skýringin á lágrí fjölbreytni á röskuðum stöðum er líklega miklar kísilútfellingar sem einkenna þá.

9.5.2 UMHVERFISÁHRIF

Viðmið umhverfispátta

- Lög nr. 44/1999 um náttúruvernd.
- Válisti 1 - Plöntur, Náttúrufræðistofnun Íslands, 1996.
- Válisti 2 - Fuglar, Náttúrufræðistofnun Íslands, 2000.
- Alþjóðasamningar sem varða líffræðilega fjölbreytni og vernd votlendis, svo sem Ramsarsamningurinn.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

Umfang, einkenni og vægi áhrifa

Gróður

Við gerð fyrirhugaðra mannvirkja mun gróður fara forgörðum vegna jarðraskis á byggingarreitum mannvirkja, á borsvæðum, á lagnaleiðum, í stæðum vega og slóða, á lagersvæðum, á niðurrenslissvæðum og á efnistökusvæðum. Í þessum tilvikum er um að ræða verulega neikvæð, staðbundin áhrif á gróður. Mýri og vatn er austan Vítis og fer fyrirhugað framkvæmdasvæði inn á hluta hennar. Votlendisgerðin sem um ræðir er fátíð, finnst aðeins á litlum blettum á landinu og hefur hátt verndargildi á svæðisvísu (**viðauki 5**). Fyrirhuguð stækkun núverandi borsvæðis, borsvæðis F, mun fara yfir hluta mýrarinnar eins og sjá má á gróðurkortu (**mynd 9.24**, appelsínugult svæði). Heildarstærð mýrarinnar er um 4 ha eða 40.000 m². Þar eru mýrarstör/tjarnastör og klófífa ríkjandi tegundir. Á deiliskipulagi af Kröflusvæðinu er afmörkun þessa borsvæðis sýnd með þeim hætti að það fari ekki út í mýrina. Nú þegar er búið að stækka borsvæðið umfram afmörkun á deiliskipulagi og nær það út í mýrina. Alls hafa um 1.100 m² mýrarinnar orðið fyrir raski eða tæp 3% mýrarinnar. Fyrirhuguð stækkun borsvæðisins nemur tæpum 2.100 m² þannig að í heildina hafa þá um 3.400 m² raskast eða rúmlega 8% mýrarinnar. Samkvæmt lögum nr. 44/1999 um náttúruvernd og Ramsarsamningnum nýtur mýri, 3 ha að stærð eða stærri sérstakrar verndar. Mýrin sem raskast við stækkun borsvæðis F er yfir þessum stærðarmörkunum. Í ljósi þess og vegna þess hve mýri, yfirborðsvatn, er sjaldgæf á Kröflusvæðinu eru áhrif vegna röskunar hennar hér metin talsvert neikvæð þrátt fyrir að flatarmál rasks sé lítið. Grunnvatnsstaðan liggur eingöngu svo hátt á einum stað til viðbótar á svæðinu, það er í Sandabotnaskarði þar sem er flói.

Ekki er talin hætt á að sjaldgæf gróðursamfélög eða tegundir plantna á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands geti raskast eða farið forgörðum á framkvæmdatíma fyrir utan skerðingu votlendisins austan Vítis. Ekki fundust neinar slíkar tegundir plantna í gróðurathugun á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði sumarið 2008 (**viðauki 3**). Við Dallæk, um tvo kílómetra sunnan við Kröflustöð, fannst hvítstör (Halldór Sverrisson og Jón Guðmundsson, 2000). Sú tegund finnst víða um norðanvert landið en telst sjaldgæf á Mývatnssvæðinu. Ólíklegt er að viðbótar affallsvatn frá Kröfluvirkjun II, sem leitt verður í Dallæk, muni hafa neikvæð áhrif á hvítstör sem vex í grennd við lækinn.

Ein tegund á válista 1, naðurtunga (*Ophiloglossum azoricum*), flokkuð í nokkurri hættu, hefur fundist á orkuvinnslusvæðinu við Kröflu, nánar tiltekið við Hvíthóla í ofanverðum Hlíðardal. Svæðið nýtur hverfisverndar samkvæmt gildandi skipulagi (sjá svæði merkt HK5 á **mynd 7.3**). Naðurtunga vex í volgum leirjarðvegi og er útbreiðsla hennar því tengd volgum jarðvegi/jarðhita. Útbreiðsla hennar við Hvíthóla er ekki þekkt og eru mörk HK5 því sett með fyrirvara. Fyrirhugaðir framkvæmda-þættir við Kröfluvirkjun II, utan geymslusvæðis, eru fjarri Hvíthólum. Í vettvangs-sköðunum á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands var kannað hvort naðurtunga vaxi í grennd við hveraleirasvæði sitt hvorum megin við mýrina austan Vítis, í grennd við borsvæði F (sjá svæðin, hveraleir, á **mynd 9.24**). Naðurtunga fannst ekki á þessum svæðum né á öðrum svæðum þar sem framkvæmdir eru fyrirhugaðar. Að mati sérfræðinganna hjá Náttúrufræðistofnun Íslands eru fremur litlar líkur taldar á því að naðurtunga vaxi í grennd við hveraleirsvæðin (**viðauki 3** og tölvupóstur frá Kristbírni Egilssyni, 3/11 2009) enda ólíklegt að jarðvegur sé volgur á svæðunum. Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á tegundir plantna á válista eru taldar óverulegar.

Í gagnagrunni Náttúrufræðistofnunar Íslands kemur fram að frekar sjaldgæf háfjalla- tegund, héluvorblóm (*Draba nivalis*) hafi fundist á Sandabotnafjalli árið 1974 en ekki nákvæmlega hvar. Búsvæði hennar er í klettum þar sem hún vex yfirleitt strjált (finnst nokkuð víða en er yfirleitt sjaldgæf á hverjum stað). Hjá Náttúrufræðistofnun er héluvorblóm flokkað með verndargildi 4 af 10 mögulegum (sjaldgæfustu tegundirnar hafa verndargildið 10) og er því ekki talin vera í hættu. Tegundin fannst ekki í gróðurathugun á Kröflusvæðinu sumarið 2008 og er að mati sérfræðings hjá Náttúrufræðistofnun ekki talin mikil hættu á að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa áhrif á útbreiðslu þessarar tegundar (tölvupóstur frá Kristbirni Egilssyni, 2/12 2009).

Á rekstrartíma er hugsanlegt að jarðhitavökvi og gufa frá blásandi borholum, gufuveitu og kæliturnum hafi áhrif á gróður. Einkum er það brennisteinn úr jarðhitaloft- tegundinni brennisteinsvetni (H_2S) sem talinn er geta haft neikvæð áhrif á viðkvæman gróður eins og mosa. Ekki hafa verið ákvörðuð þolmörk mosa gagnvart brennisteini né gróðurverndarmörk gagnvart H_2S hér á landi.

Orkuveita Reykjavíkur (OR) lét rannsaka tengsl H_2S frá Hellisheiðarvirkjun og skemmdir á grámosa sem hafa komið í ljós víða á Hellisheiði. Tekin voru sýni af mosa síðla hausts 2008 á svæðum þar sem áhrifa af H_2S er að vænta í grennd við virkjunina, í grennd við aðrar jarðhitavirkjanir og til samanburðar á svæðum þar sem ekki er að vænta áhrifa af H_2S , svo sem í Bláfjöllum³. Marktæk hækkun á styrk brennisteins mældist í mosa næst Hellisheiðarvirkjun, í innan við 700 m fjarlægð, miðað við í mosa í Bláfjöllum. Styrkur brennisteins lækkaði eftir því sem lengra var farið frá virkjuninni. Í um 1.500 m fjarlægð frá stöðvarhúsi til suðvesturs, við Suðurlandsveg, var styrkur brennisteins enn nokkuð hærri miðað við í Bláfjöllum sem bendir til að áhrifa útblásturs frá stöðvarhúsi gætir ennþá í þessari fjarlægð. Hins vegar benda sýnilegar skemmdir í mosanum í þeirri fjarlægð frá virkjuninni ekki til efnaskemmda (enginn dauður mosi sjáanlegur) heldur rofskemmda af völdum veðráttu. Rofskemmdir í mosabreiðum voru greinilegar undan megin úrkomuátt. Einnig sáust álíka rofskemmdir í mosabreiðum í Bláfjöllum. Þekkt er að laus jarðefni sem fjúka frá framkvæmdasvæðum veikja gróður og auka líkur á rofskemmdum. Í niðurstöðuskýrslu OR eru leiddar líkur að því að mosaskemmdir í grennd við Hellisheiðarvirkjun megi að hluta rekja til áhrifa frá brennisteini og að hluta til rofs af völdum lausra jarðefna.

Ekki hefur orðið vart mosaskemmda í grennd við núverandi Kröfluvirkjun. Á gróðurkorti á mynd 9.24 kemur fram að gróðursamfélagið mosagróður á Kröflusvæðinu þekur einungis lítinn hluta athugunarsvæðisins, eða um 15%. Hafa verður þó í huga að nokkurn mosa má finna í mólendi. Mosabemba er hins vegar megin gróðurlendið í nágrenni Hellisheiðavirkjunar og gerir þessi munur á gróðurfari á Kröflusvæðinu og á Hellisheiði samanburð á áhrifum virkjananna tveggja á gróður erfiðan.

Í ljósi þess að þolmörk gróðurs gagnvart uppsöfnun á H_2S í vefi eru ekki þekkt er erfitt að spá fyrir um hvort jarðgufa frá fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II og laus jarðefni frá framkvæmdasvæðinu geti haft neikvæð áhrif á mosa eða annan viðkvæman gróður. Miðað við staðsetningu mannvirkja og ríkjandi vindátt má þó gera ráð fyrir

³ <http://www.or.is/UmOR/Fjolmidlatorg/Frettir/Lesafrett/1671;>
<http://sunnlendingur.is/frettir/comments/151>

að áhrif H_2S á gróður verði ekki mikil. Þó ríkir óvissa um áhrifin þar sem framan- greind þolmörk eru ekki þekkt.

Í **töflu 9.6** er tekið saman áætlað hámarksrask fyrirhugaðra framkvæmda á gróðurlendi samkvæmt gróðurkortu Náttúrufræðistofnunar Íslands (sjá **mynd 9.24**).

Tafla 9.6 Rask á gróðurlendum vegna fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II.

Gróðurlendi	Raskað flatarmál m ² (ha)
Blómlendi	975 (0,1)
Fjalldrapamói	63.500 (6,4)
Fléttumói	8.160 (0,8)
Graslendi	30.630 (3,1)
Héluosagróður	2.750 (0,3)
Lyngmói	118.480 (11,8)
Melar	27.180 (2,7)
Mosagróður	16.810 (1,7)
Mýri	2.075 (0,2)
Starmói	16.080 (1,6)
Uppgræðsla	14.730 (1,5)
Víðimói og kjarr	14.290 (1,4)
Pursaskeggsmói	39.070 (3,9)
Alls	354.730 (35,5)

Af þeim gróðurlendum sem raskast og taldar eru upp í **töflu 9.6** er það einungis gróðurlendategundin *mýri* sem nýtur verndar.

Fuglar

Í athugun á Kröflusvæðinu sumarið 2007 sást ein tegund sem er á válista 2, smyrill (eitt par), nánar tiltekið vestan Þríhyrninga sem er fjarri fyrirhuguðu framkvæmdasvæði. Aðrar tegundir fugla sem fundust á athugunarsvæðum við Kröflu eru algengar á landsvísu. Vitað er að þrjár tegundir á válista verpa í Dalfjalli, sem er töluvert sunnan við orkuvinnslusvæðið við Kröflu. Um er að ræða smyrila, fálka og hrafna.

Að mati sérfræðinga hjá Náttúrustofu Norðausturlands (**viðauki 4**) er talið að framkvæmdirnar muni hafa lítil áhrif á fugla. Kröflusvæðið er nú þegar töluvert raskað og þar hefur verið starfrækt jarðhitavirkjun til margra ára. Truflun á framkvæmdatíma vegna hávaða við byggingu mannvirkja, aukinnar umferðar, hávaða við rannsóknaboranir og blástursprófanir borholna er þó talin geta haft tímabundin nokkuð neikvæð áhrif á fugla, einkum á áður óröskuðum svæðum norðan Vítis og á Sandabotnafjalli. Mest hætta er á neikvæðum áhrifum á fugla á varptíma. Hætta er á að fuglar færi sig um set frá eldri hreiðurstæðum og finni sér ný fjær framkvæmdasvæðum.

Til lengri tíma litið, á rekstrartíma Kröfluvirkjunar II og borholna, eru áhrifin á fugla talin verða óveruleg. Þar með taldar eru tegundir fugla á válista en þekktir varpstaðir þeirra eru vel utan við fyrirhugað framkvæmdasvæði, það er vestan Þríhyrninga og í Dalfjalli.

Smádýr (skordýr og áttfætlur)

Þar sem jarðrask verður vegna mannvirkjagerðar, til að mynda þegar möl er lögð yfir jörð við gerð borsvæða, vega og slóða, verða staðbundin, verulega neikvæð áhrif á lítt hreyfanleg smádýr. Óveruleg áhrif eru talin verða á smádýr á öðrum svæðum.

Ekki er til íslenskur válisti fyrir smádýr. Nokkrar tegundir smádýra, sem fundust á volgum eða heitum svæðum í athugun á sex háhitasvæðum (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003), hafa litla útbreiðslu, finnast venjulega sunnar á landinu og á láglandi eða eru sérstakar að öðru leyti. Ein tegund fannst við Hvíthóla, fiðrildið *Bryotropha similis*, sem finnst víða á Suður- og Suðausturlandi og á láglandi víða um land. Líklegt er að fundur hennar við Hvíthóla sé eingöngu vegna jarðhitans og að hún sé óalgeng á svæðisvísu. Gert er ráð fyrir að annars staðar á Kröflusvæðinu, þar sem ekki er volgur jarðvegur, lifi eingöngu algengar tegundir smádýra. Ekki er vitað til þess að innan framkvæmdasvæðisins sé volgur jarðvegur. Talið er að áhrif verði óveruleg á sjaldgæf smádýr á framkvæmdatíma.

Ekki er talið að smádýr verði fyrir áhrifum á rekstrartíma Kröfluvirkjunar II.

Hveralífverur

Við fyrirhugaða mannvirkjagerð á Kröflusvæðinu verður hverasvæðum ekki raskað. Ef aukning verður á yfirborðsvirkni við aukna jarðhitavinnslu er hætta á að neikvæð áhrif verði á hveraörverur. Í kafla 9.3.1 kemur fram að frá árinu 1977 hefur yfirborðsvirknin færst nokkuð til. Aukning hefur orðið á sumum stöðum og minnkun á öðrum sem erfitt er að vita hvort eru náttúrulegar sveiflur eða vegna vinnslunnar. Athuganirnar benda til þess að ólíklegt sé að á heildina litið hafi orðið aukning á yfirborðsvirkni á þessum árum.

Ef fyrirhuguð jarðhitavinnsla orsakar breytingar á yfirborðsvirkni hvera getur lífríki í og við hverina hugsanlega orðið fyrir áhrifum.

Í kafla 9.3.2 um áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita kemur fram að óvissa ríkir um hugsanleg áhrif frekari jarðhitanýtingar á yfirborðsvirkni á Kröflusvæðinu en að búast megi við að erfitt geti orðið að greina hvort breytingar á yfirborðsvirkni megi rekja til vinnslunnar eða til náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna.

Af framangreindu leiðir að óvissa ríkir um áhrif fyrirhugaðrar jarðhitavinnslu á örverur á hverasvæðum við Kröflu en búast megi þó við að þau verði ekki meiri en geta orðið vegna náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna.

Mótvægisáðgerðir

Við allar framkvæmdir verður þess vandlega gætt að farið verði um svæðið með fyllstu aðgát til að lágmarka jarðrask og gróðurskemmdir, til dæmis með því að afmarka athafnasvæði verktaka. Í grennd við svæði þar sem er volgur jarðvegur verður fyllstu varúðar gætt hvað jarðrask varðar vegna möguleika á að þar vaxi sjaldgæfar tegundir plantna og smádýra.

Votlendi verður endurheimt annars staðar ef mýrin, austan Vítis, skerðist.

Engar eiginlegar mótvægisáðgerðir eru fyrirhugaðar í tengslum við hugsanleg áhrif á örverur í hverum.

Niðurstaða

Gróður

Á framkvæmdatíma verða staðbundin talsvert neikvæð áhrif á mýri austan Vítis við stækkun borsvæðis F. Slík gróðurlendi eru mjög sjaldgæf á Kröflusvæðinu.

Áhrif verða staðbundin, verulega neikvæð á gróður á byggingarreitum mannvirkja, á borsvæðum, á lagnaleiðum, í stæðum vega og slóða, á lagersvæðum, á niðurrennsliðum og á efnistökusvæðum. Áhrif á önnur sjaldgæf gróðursamfélög eða tegundir plantna á valista eru talin verða óveruleg.

Á rekstrartíma er talið að áhrif H₂S frá jarðhitavinnslu á Kröflusvæðinu á viðkvæman gróður séu óveruleg. Þó ríkir óvissa um áhrifin þar sem þolmörk gróðurs gagnvart H₂S eru ekki þekkt.

Fuglar

Áhrif Kröfluvirkjunar II eru talin verða óveruleg á varplendi og afkomu fugla.

Smádýr (skordýr og áttfætlur)

Á framkvæmdatíma eru talin verða staðbundin, verulega neikvæð áhrif á smádýr á byggingarreitum mannvirkja, á borsvæðum, á lagnaleiðum, í stæðum vega og slóða, á lagersvæðum, á niðurrennsliðum og á efnistökusvæðum. Óveruleg áhrif eru talin verða á sjaldgæfar tegundir smádýra.

Á rekstrartíma Kröfluvirkjunar II eru áhrif á smádýr talin verða óveruleg.

Hveralífverur

Óvissa ríkir um áhrif fyrirhugaðrar jarðhitavinnslu á örverur á hverasvæðum á Kröflusvæðinu en búast má við að þau verði ekki meiri en geta orðið vegna náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna. Áhrif eru því talin verða óveruleg.

9.5.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ ÁHRIF Á LÍFRÍKI OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARADILA

Umhverfisstofnun tekur undir ábendingar Náttúrufræðistofnunar Íslands þess efnis að forðast beri allt rask á votlendinu austan Vítis, vegna þess hve einstakt það er á svæðisvísu, og að reynt verði að endurheimta þann hluta þess sem nú þegar er búið að spilla. Þá telur stofnunin áhrif á mýrina vera talsvert neikvæð í ljósi þess að mýrin telst vera einstök á svæðisvísu. Í frummatsskýrslu eru áhrifin metin nokkuð neikvæð. Samkvæmt upplýsingum í frummatsskýrslu er hugsanlegt að votlendi verði endurheimt annars staðar vegna skerðingarinnar á mýri austan Vítis en það sé þó háð því að Landsvirkjun eigi aðgang að slíku svæði. Umhverfisstofnun telur að ef mýrinni verður raskað frekar verði að setja það skilyrði fyrir framkvæmdum að endurheimt verði að minnsta kosti jafn stórt svæði og það sem raskað hefur verið og það svæði sem raskast við frekari framkvæmdir. Orðrétt segir í umsögn Umhverfisstofnunar um gróðurfar, austan Vítis:

„Með frummatsskýrslu fylgja tvær skýrslur Náttúrufræðistofnunar Íslands um gróður frá nóvember 2008 og apríl 2009. Í skýrslu stofnunarinnar, *Gróðurfar á fyrirhuguðum borsvæðum við Kröflu*, kemur fram það álit að á borsvæði við Víti hafi við þær framkvæmdir sem þegar eru hafnar ekki verið tekið nægjanlegt tillit til umhverfisins. Bent er á að borsvæðið sé staðsett utan í náttúruferlu sem sé fjölfarinn ferðamanna- staður en auk þess teygji athafnasvæðið sig út í votlendi sem hafi mjög hátt verndargildi

á svæðisvísu. Í skýrslunni segir enn fremur: „*Votlendisgerðin sem um ræðir er fátíð og finnst aðeins á mjög litlum blettum á landinu. Þarna hefur það mjög hátt verndargildi á svæðisvísu vegna stærðar og þess að í a.m.k. 10 km radius finnst ekkert votlendi sem er nógu stórt til þess að hægt sé að sýna það á hefðbundnu gróðurkortu í mælikvarða 1:15.000 eða minna. Náttúrufræðistofnun telur að forðast beri allt rask á þessu votlendi vegna þess hve einstakt það er á svæðisvísu. Æskilegt er að reyna að endurheimta þann hluta votlendisins sem þegar er búið að spilla.*“ Í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2008, *Gróðurfar á háhitasvæðum og fyrirhuguðum línu- og vegstæðum á Norðausturlandi*, er einnig lögð áhersla á að tveimur fágætum tjörnum austan Vítis og votlendisgróðri umhverfis þær verði ekki spillt og engar framkvæmdir leyfðar í nágrenni þeirra.

Í frummatsskýrslu kemur fram að á deiliskipulagi af Kröflusvæðinu sé afmörkun þessa borsvæðis sýnd með þeim hætti að það fari ekki út í mýrina, en jafnframt kemur fram að nú þegar er búið að stækka borsvæðið umfram afmörkun á deiliskipulagi og nær það út í mýrina. Alls hefur um 1.100 m² af mýri verið raskað eða tæpum 3% mýrarinnar. Sú stækkun borsvæðisins sem fyrirhuguð er raskar mýrinni enn frekar og verður heildarraskið þá alls um 3.400 m² eða 8% mýrarinnar. Með hliðsjón af verndargildi votlendisins telur stofnunin ekki ásættanlegt að mýrinni verði raskað enn frekar eins og ráð er fyrir gert samkvæmt upplýsingum í frummatsskýrslu. Umhverfisstofnun tekur undir ábendingar Náttúrufræðistofnunar Íslands þess efnis að forðast beri allt rask á votlendum og að reynt verði að endurheimta þann hluta þess sem nú þegar er búið að spilla.

Í frummatsskýrslu kemur m.a. fram að þrátt fyrir að flatarmál rasks sé lítið séu áhrif vegna röskunar á mýrinni metin nokkuð neikvæð þar sem mýrin sé yfir þeim stærðarmörkum sem tilgreind eru í lögum nr. 44/1999 um náttúruvernd og vegna þess hve mýri er sjaldgæf á Kröflusvæðinu. Umhverfisstofnun telur í ljósi þess að mýrin telst vera einstök á svæðisvísu séu áhrifin talsverð neikvæð.

Samkvæmt upplýsingum í frummatsskýrslu er hugsanlegt að votlendi verði endurheimt annars staðar vegna skerðingarinnar á mýri austan Vítis en það sé þó háð því að Landsvirkjun eigi aðgang að slíku svæði. Umhverfisstofnun telur að ef mýrinni verður raskað frekar verði að setja það skilyrði fyrir framkvæmdum að endurheimt verði a.m.k. jafn stórt svæði og það sem raskað hefur verið og það svæði sem raskast við frekari framkvæmdir. Í því sambandi vekur stofnunin athygli á að í úrskurðum vegna mats á umhverfisáhrifum vegagerðar sem hefur í för með sér skerðingu á votlendi hefur verið sett það skilyrði að framkvæmdaraðili endurheimti votlendi sem er a.m.k. jafn mikið að flatarmáli og það votlendi sem raskast. Umhverfisstofnun telur að það sama verði að eiga við um aðrar framkvæmdir sem skerða votlendi. Eins og að framan greinir telur Umhverfisstofnun þó að ekki eigi að raska mýrinni vegna verndargildis hennar. Endurheimt votlendis er mótvægisáðgerð sem gripið er til ef ekki verður hjá því komist að raska votlendi en kappkosta á að raska ekki votlendi í samræmi við stefnu stjórnvalda og haga framkvæmdum þannig að þess gerist ekki þörf.“

Skútustaðahreppur, í umsögn sinni, bendir framkvæmdaraðila á að fara með sérstakri varúð um borsvæði F þannig að það verði ekki stækkað meira en algjör nauðsyn er til.

Fallist er á rök Umhverfisstofnunar um að áhrif á mýrina teljist talsvert neikvæð vegna gildis hennar á svæðisvísu og hafa þær breytingar verið gerðar í þessari skýrslu. Framkvæmdaraðili mun forðast rask mýrarinnar ef það er mögulegt. Annars er framkvæmdaraðili reiðubúinn að endurheimta votlendi annars staðar í samræmi við ábendingu Umhverfisstofnunar ef ekki verður komist hjá raski á mýrinni.

Umhverfisstofnun vekur athygli á að ekki er í gangi vinna hjá stofnuninni við að ákvarða þolmörk gróðurs gagnvart brennisteinsvetni eins og fram kemur í frummatsskýrslu. Þá telur stofnunin að fremur lítið sé gert úr mögulegum áhrifum brennisteinsvetnis á gróður miðað við þær upplýsingar sem fram koma í frummatsskýrslu og þá fullyrðingu framkvæmdaraðila að þolmörk gróðurs séu ekki þekkt. Í þessu

sambandi vísar stofnunin til mosaskemmda í grennd við Hellisheiðarvirkjun sem megi að líkindum að hluta til rekja til áhrifa frá brennisteini.

Um misskilning er að ræða í frummatsskýrslu þar sem segir að vinna sé í gangi hjá Umhverfisstofnun við að ákvarða þölmörk gróðurs og hefur það verið leiðrétt. Að öðru leyti kemur fram í skýrslunni að óvissa sé um áhrif á gróður þar sem þölmörkin eru ekki þekkt. Einnig er bent á að á svæðinu liggur fyrir löng reynsla án þess að áhrifa á mosagróður hafi orðið vart auk þess sem staðsetning mannvirkja og ríkjandi vindátt er hagstæð gróðri.

Umhverfisstofnun vekur athygli á að gróðurskemmdir geti einnig orðið vegna kísil-útfellinga úr jarðhitagufu (úða) frá blásandi borholum eins og dæmi eru um á Hellisheiði. Við rannsóknaboranir á Hellisheiði varð þess einnig vart að útstreymi heits vatns grunnt undir yfirborði hefði neikvæð áhrif á gróður í nágrenni við borsvæði.

Í frummatsskýrslu kemur fram á bls. 123 að hugsanlegt sé að jarðhitavökvi og gufa frá blásandi borholum hafi tímabundin áhrif á gróður. Ekki hefur komið fram í rannsóknum á gróðri áhrif á gróður frá blásandi borholum við Kröflu (**viðauki 5**).

Umhverfisstofnun telur ekki líkur á að fyrirhugaðar framkvæmdir vegna Kröfluvirkjunar II hafi í för með sér veruleg áhrif á fugla.

Framkvæmdaraðili tekur undir framangreint mat Umhverfisstofnunar.

Umhverfisstofnun vísar í umfjöllun frummatsskýrslu um að árið 2007 hafi farið fram athugun á lífríki í hverum við Kröflu og Námafjall. Sú rannsókn hafi verið fjórði áfangi verkefnis um lífríki á hverasvæðum á Íslandi og hluti af rammaáætlun um nýtingu á vatnsafla og jarðvarma á háhitasvæðum. Þrátt fyrir að vísað sé í skýrsluna sé hún ekki fylgiskjal með frummatsskýrslu en Umhverfisstofnun telur eðlilegt að svo hefði verið.

Bent er á að þær skýrslur sem fylgja með sem viðaukar eru verkefni sem unnin voru í tengslum við mat á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II. Vísað er í aðrar rannsóknir í heimildaskrá, þar á meðal umrædda rannsókn á lífríki í hverum.

Umhverfisstofnun telur að vart sé hægt að fullyrða mikið um áhrif á hveralífverur ef óvissa ríkir um áhrif framkvæmda á yfirborði. Stofnunin telur jafnframt að þó náttúrulegar breytingar verði á hverasvæðum og hveravirkni firri það framkvæmdaraðila ekki þeirri ábyrgð að reyna að meta áhrif framkvæmda á hveralífverur. Ekki sé hægt að leggja að jöfnu náttúrulegar breytingar og breytingar sem verða vegna mannvirkjagerðar/framkvæmda. Stofnunin telur að gera verði grein fyrir hversu neikvæð umhverfisáhrif aukin eða breytt yfirborðsvirkni gæti haft á hveralífverur miðað við niðurstöður þeirrar úttektar sem fór fram á lífríki í hverum við Kröflu.

Eins og fram kemur í frummatsskýrslunni hefur verið fylgst með yfirborðsvirkni á Kröflusvæðinu í áratugi. Niðurstaða þeirrar vöktunar er að erfitt er að segja til um hvort breytingar séu vegna náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna. Þar sem hveravirkni hefur bein áhrif á hveralífverur á sama óvissa við um áhrif á þær. Í ljósi þessarar óvissu telur framkvæmdaraðili ógerlegt að leggja mat á áhrif framkvæmda á hveralífverur eins og Umhverfisstofnun óskar eftir. Hins vegar er vakin athygli á því að áfram verður fylgst með yfirborðsvirkni á svæðinu og þar með hægt að framkvæma rannsóknir á hveralífverum.

Umhverfisstofnun segir að með hliðsjón af upplýsingum í frummatsskýrslu um smádyralíf séu litlar líkur á að framkvæmdin hafi veruleg áhrif á smádyralíf.

Væntanlega verði aukin umhverfisgæði í Dallæk ef losun skiljuvatns í lækinn minnkar. Til að koma í veg fyrir áhrif í lækjum á svæðinu vegna framkvæmda ætti ekki að heimila losun affallsvatns á yfirborði.

Tilmæli Umhverfisstofnunar um að heimila ekki losun affallsvatns á yfirborði eru í samræmi við áform framkvæmdaraðila um að dæla öllu skiljuvatni í niðurrennslisholur. Áfram er þó gert ráð fyrir að losa þétti- og kælivatn í Dallæk frá kæliturnum, allt að 90 kg/s. Þetta vatn inniheldur lítið magn uppleystra efna en megnið af þeim er í skiljuvatninu. Losun þétti- og kælivatns út í Dallæk er því með öllu hættulaus að mati framkvæmdaraðila og óþarfi að banna losun þess á yfirborði.

Umhverfisstofnun vekur athygli á að í umfjöllun um mótvægisáðgerðir á bls. 125 í frummatsskýrslu eru í raun ekki tilgreindar neinar eiginlegar mótvægisáðgerðir. Að gæta varúðar við framkvæmdir og lágmarka jarðrask og gróðurskemmdir teljist til dæmis vart til mótvægisáðgerða heldur eðlilegra og sjálfsagðra vinnubragða við framkvæmdir. Í því sambandi megi benda á að samkvæmt leiðbeiningum Skipulagsstofnunar geti það ekki talist til mótvægisáðgerða í mati á umhverfisáhrifum að fara að lögum eða viðhafa að öðru leyti sjálfsögð vinnubrögð við framkvæmdir.

Tekið er að hluta undir framangreinda skoðun Umhverfisstofnunar. Þessi umfjöllun er þó áfram í kaflanum enda um að ræða aðgerðir til að koma í veg fyrir umhverfisáhrif og draga úr þeim sbr. skilgreiningu á mótvægisáðgerðum í 3. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum

9.6 LOFT

9.6.1 GRUNNÁSTAND

Útstreymi frá jarðhitavirkjunum er skráð í útstreymisbókhaldi Íslands vegna ramma-samnings Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar. Jarðhitavirkjanir eru þó ekki háðar losunarheimildum samkvæmt lögum um losun gróðurhúsalofttegunda nr. 65/2007. Helstu lofttegundir í jarðhitagufu, sem valda umhverfisáhrifum, eru koldíoxíð (CO_2), brennisteinsvetni (H_2S) og metan (CH_4). Auk þess teljast nitur (N_2) og vetni (H_2) til jarðhitaloфтtegunda. Brennisteinsvetni getur valdið eituráhrifum við háan styrk en koldíoxíð og metan eru gróðurhúsalofttegundir. Af sporefnum, sem berast með gufu, hafa menn einkum áhyggjur af kvikasilfri (Hg).

Hafa ber í huga að útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá jarðhitavirkjunum er að hluta til náttúrulegt útstreymi því koltvísýringur og aðrar gastegundir sem valda gróðurhúsaáhrifum verða ekki til í orkuvinnslunni heldur í kvikuhólfi undir virkjuðu svæði. Þar sem gas er léttara en vatn og jarðlög leitar gasið ávallt auðveldustu leiðar að yfirborði og streymir því upp gegnum borholur orkuvinnslunnar.

Koldíoxíð og metan

Koldíoxíð, sem er aðal jarðhitaloфтtegundin (yfirleitt > 90%), og metan eru gróðurhúsalofttegundir. Heildarútstreymi CO_2 í andrúmsloft frá Kröflustöð á árinu 2008 nam um 44.000 t (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2008). Þrátt fyrir að metan sé margfalt öflugri gróðurhúsalofttegund en koldíoxíð er útstreymi þess hverfandi samanborið við CO_2 .

Brennisteinsvetni

Efnasambandið brennisteinsvetni (H_2S) er ein af jarðhitalofteggundunum sem berst frá flestum háhitasvæðum og eykst streymi þess út í andrúmsloftið við vinnslu jarðhita og prófun vinnsluholna. Loftteggundin er lyktarsterk og eitruð í miklu magni. Loftteggundinni fylgir hin svokallaða hveralykt sem finnst á flestum háhitasvæðum landsins vegna náttúrulegs útstreymis loftteggundarinnar um gufuaugu, hveru og aðra yfirborðsvirkni. Engar reglur eru í gildi um hámarksstyrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti aðrar en um mengunarmörk vinnustaða. Íslensk reglugerð mun þó vera í vinnslu. Á alþjóðavísu eru í gildi heilsuverndarviðmið frá Alþjóða heilbrigðismálastofnuninni (WHO) en þau eru $150 \mu g/m^3$ að meðaltali á sólarhring. Þó má geta þess að lykt finnst af H_2S við mjög lágan styrk eða einungis $7 \mu g/m^3$. Við þennan styrk finnur um helmingur fólks einhverja lykt. Fæstir þeirra bera þó kennsl á lyktina sem brennisteinslykt. Helmingur fólks finnur ekki lykt við þennan styrkleika. Til þess að þorri almennings finni lykt þarf styrkurinn að vera mun hærri. Til að mynda hafa sums staðar verið sett óþægindamörk við $42-50 \mu g/m^3$, en rannsóknir sýna að við þann styrk skynji um 80% almennings lyktina sem brennisteinslykt. Enn fleiri finna einhverja lykt.

Í **töflu 9.7** eru sýnd íslensk viðmiðunarmörk fyrir skaðsemi af völdum H_2S í vinnuumhverfi og heilsuverndarviðmið WHO. Eins og sjá má eru vinnuverndarmörkin margfalt hærri en heilsuverndarviðmið WHO. Ástæða þess er sú að langtímaáhrif H_2S á heilsu fólks eru ekki vel þekkt. Mörkin eru því höfð í lægri kantinum til að enginn vafi leiki á að fólki sé engin hættu búin ef styrkurinn er innan þessara marka. Ekki er enn til íslensk reglugerð en hún er í vinnslu.

Tafla 9.7 Tiltæk viðmiðunarmörk fyrir styrk brennisteinsvetnis (H_2S).

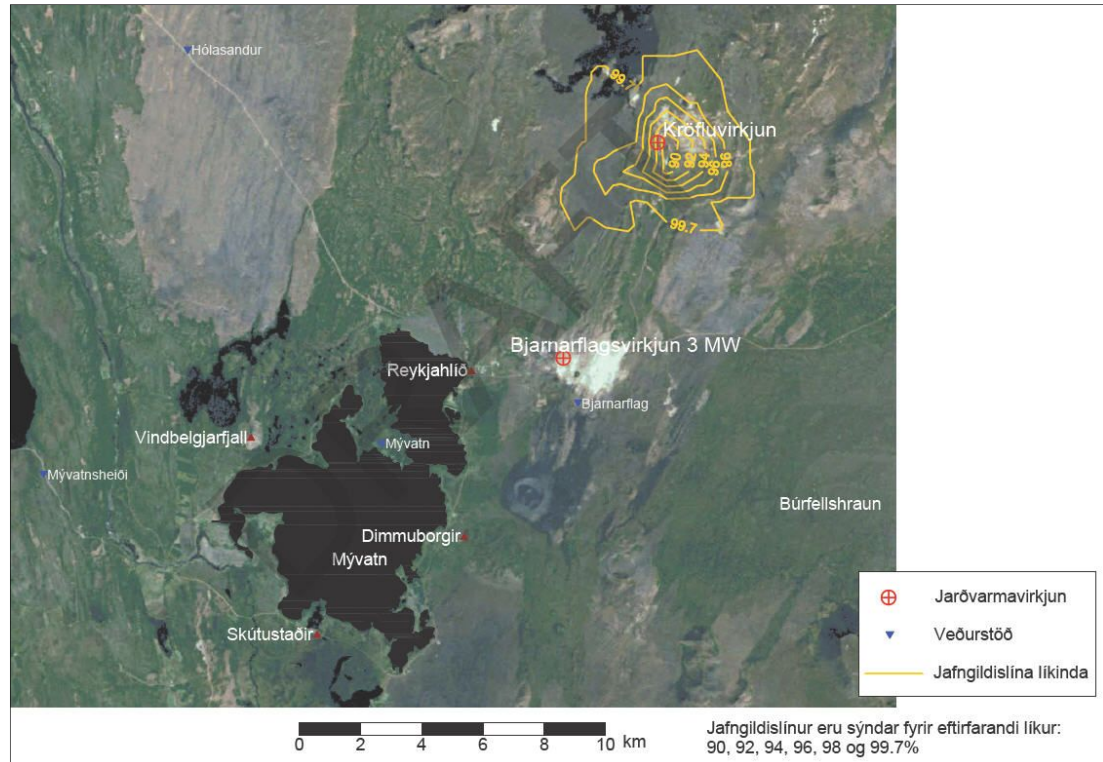
Styrkur H_2S $\mu g/m^3$	Viðmið/stofnun eða reglugerð
150	Heilsuverndarmörk, leiðbeinandi sólarhringsmeðaltal, viðmiðunargildi/WHO*.
14.000	Viðmiðunarmörk m.v. 8 klst. meðaltal á vinnustað skv. reglugerð nr. 390/2009, um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum.
20.000	Viðmiðunarmörk m.v. 15 mín. meðaltal á vinnustað skv. reglugerð nr. 390/2009, um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum.

*Alþjóða heilbrigðismálastofnunin.

Á Kröflusvæðinu eru reglulega tekin sýni úr gufuaugum, borholum og framleiðslurás til að fylgjast með efnasamsetningu gass og hlutfalli gufu. Mældar eru helstu gastegundir og samsætuhlutföll gufu í náttúrulegu útstreymi frá jarðhitasvæðinu. Styrkur H_2S er mældur reglulega í andrúmslofti umhverfis jarðhitavirkjanir Landsvirkjunar og inni í stöðvarhúsum. Samkvæmt mælingum ársins 2008 (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2008) er heildarútstreymi H_2S í andrúmsloft frá Kröflustöð tæplega 5.000 t á ári.

Vegna áforma um Kröfluvirkjun II og aðrar virkjanir á Norðausturlandi reiknaði verkfræðistofan Vatnaskil dreifingu H_2S í lofti sem koma mun frá fyrirhuguðum virkjunum (**viðauki 7**). Til samanburðar var reiknaður styrkur H_2S frá núverandi virkjunum við Kröflu og í Bjarnarflagi. Virkjunin í Bjarnarflagi er lítil eða einungis 3 MW_e en skiptir engu að síður máli, einkum í næsta nágrenni hennar. Með tilkomu

nýrrar virkjunar í Bjarnarflagi (sjá kafla 9.6.2) er ráðgert að afleggja litlu virkjunina. Eins og sjá á **mynd 9.25** eru engar líkur á að núverandi styrkur H_2S í byggð við Mývatn fari yfir heilsuverndarviðmið WHO en meðaltalsstyrkur í Reykjahlíð er einungis um $2 \mu g/m^3$ (**viðauki 7**).



Mynd 9.25 Líkur á að sólarhringsmeðaltal styrks brennisteinsvetnis (H_2S) í lofti frá núverandi $60 MW_e$ virkjun við Kröflu og $3 MW_e$ virkjun í Bjarnarflagi sé undir $150 \mu g/m^3$ (**viðauki 7**).

9.6.2 UMHVERFISÁHRIF

Viðmið umhverfispáttá

- Viðmið Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar (WHO).
- Reglugerð nr. 390/2009 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum.
- Lög um losun gróðurhúsalofttegunda nr. 65/2007.
- Lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengun.
- Reglugerð nr. 787/1999 um loftgæði.
- Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar.
- Reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.

Umfang, einkenni og vægi áhrifa

Við nýtingu jarðhita streyma jarðhitalofttegundir út í umhverfið. Útstreymi þeirra er tímabundin þegar borholur verða blástursprófaðar. Eftir að jarðhitavirkjun er komin í rekstur berast jarðhitalofttegundir frá henni út um útblásturshljóðdeyfa og frá

lofttæmidælum, sem draga lofttegundirnar út úr eimsvala og blása út í sérstaka háfa við stöðvarhús eða út í kæliturna.

Heildarústreymi jarðhitaloftegunda frá 150 MW_e Kröfluvirkjun II er að megninu til koltvíoxíð (CO₂) og brennisteinsvetni (H₂S). Aðrar lofttegundir eru köfnunarefni (N₂), vetni (H₂) og metan (CH₄) en ústreymi þeirra er lítið samanborið við CO₂ og H₂S.

Gróðurhúsalofttegundir

Það er háð alþjóðasamningum hversu mikið má losa af gróðurhúsalofttegundum út í andrúmsloftið og því nauðsynlegt að fylgjast með því magni sem þangað fer. Hins vegar er ekki nauðsynlegt að mæla styrk þeirra í andrúmslofti í nágrenni virkjunarsvæða eins og styrk eittraðra lofttegunda. Þó verður að hafa vara á því að koldíoxíð er þyngra en andrúmsloft og getur safnast saman í lægðir þegar ekki hreyfir vind. Þótt styrkur CO₂ sé allnokkur er ústreymi þess á orkueiningu mun minni en í olúeða kolakyntum orkuverum (Landsvirkjun, 2009b).

Jarðhitasvæði eru breytileg hvað varðar gasinnihald og magn CO₂ í gufunni. Til að mynda er hlutfallið töluvert hærra á Kröflusvæðinu en við Þeistareyki. Miðað við sambærilegt ústreymi gróðurhúsalofttegunda og er í dag frá núverandi Kröflustöð má gera ráð fyrir að heildarústreymi nemi um 150.000 t á ári frá jarðhitavirkjunum við Kröflu þegar Kröfluvirkjun II verður fullbyggð. Til samanburðar var heildarústreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi ígildi 4.482.000 t af CO₂ árið 2007. Ústreymi CO₂ vegna virkjana á Kröflusvæðinu kemur því til með að nema um 3,3% af heildarlosun á Íslandi árið 2007.

Þrátt fyrir talsvert ústreymi jarðhitaloftegunda er nýting jarðhita með bestu kostum til rafmagnsframleiðslu með tilliti til losunar gróðurhúsalofttegunda. Á Kröflusvæðinu er ústreymið til að mynda margfalt minni en verður við sambærilega rafmagnsframleiðslu með jarðefnaeldsneyti.

Brennisteinsvetni

Eins og fram hefur komið eykst ústreymi brennisteinsvetnis (H₂S) út í andrúmsloftið við vinnslu jarðhita og prófun vinnsluholna. Áætlað magn H₂S frá hverri einingu Kröfluvirkjunar II er 115 g/s og fyrir allar þrjár, alls 150 MW_e, er magnið 345 g/s. Gert er ráð fyrir að ústreymið verði frá stöðvarhúsi og þremur kæliturnum með fjórum viftum. Miðað við þetta streyma árlega um 10.900 t af H₂S frá Kröfluvirkjun II.

Hjá verkfræðistofunni Vatnaskil var metin dreifing H₂S miðað við fyrirhugaða Kröfluvirkjun II auk annarra virkjunaráforma á Norðausturlandi vegna hugsanlegra samlegðaráhrifa (**viðauki 7**). Auk þess var núverandi Kröflustöð tekin með í reikninginn. Slíkt mat gefur vísbendingu um útbreiðslumörk og styrk loftdreifingar. Virkjanirnar sem um ræðir eru eftirfarandi:

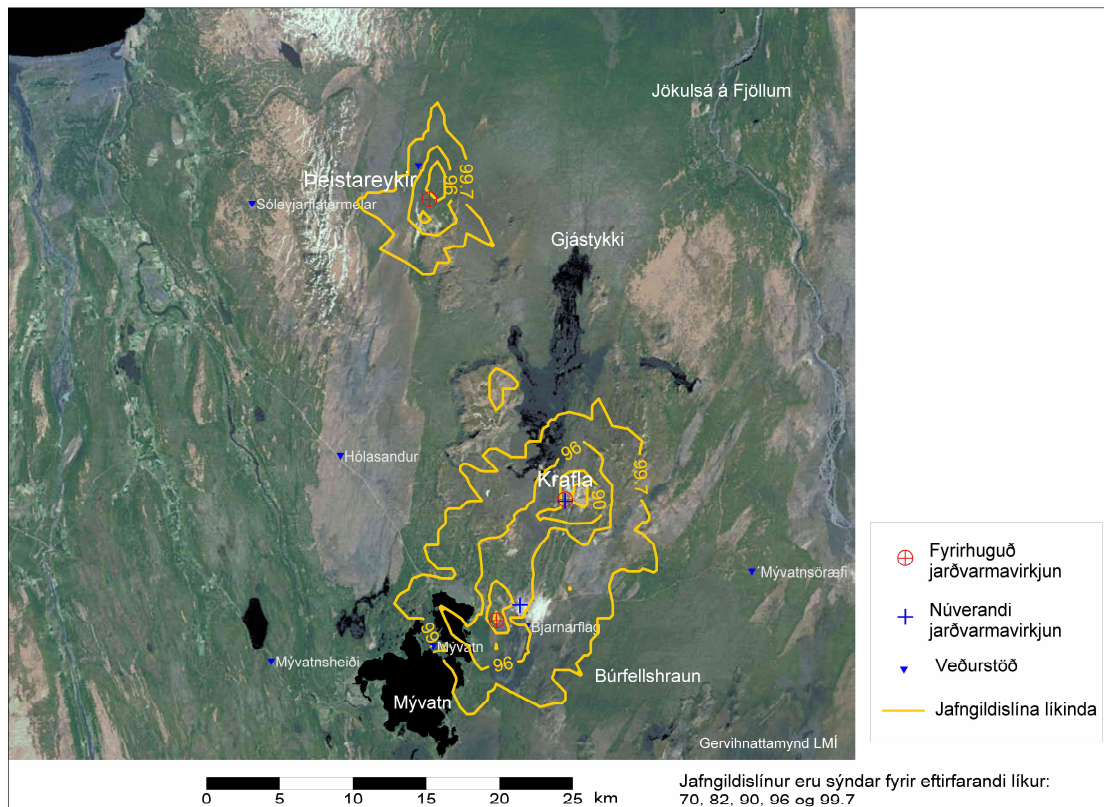
- Núverandi 60 MW_e Kröflustöð.
- 150 MW_e Kröfluvirkjun II.
- 90 MW_e Bjarnaflagsvirkjun.
- 200 MW_e Þeistareykjavirkjun.

Hér er um sammögnunaráhrif að ræða og því nauðsynlegt að horfa til dreifingar H₂S frá öllum virkjunum samtímis í fullri stærð. Við mat á áhrifum H₂S frá framan-

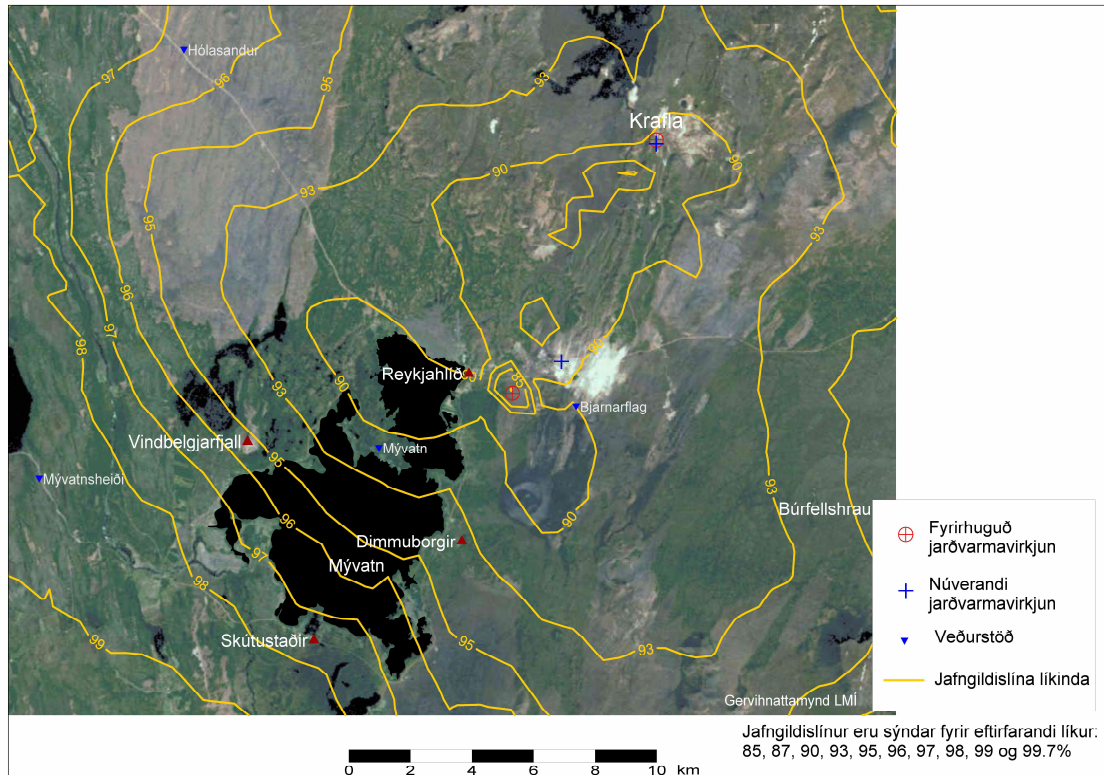
greindum virkjunum er fyrst og fremst horft til heilsuverndarviðmiðs WHO, það er hvort, hvar og hversu oft styrkur H_2S nær $150 \mu g/m^3$ að meðaltali á sólarhring. Í ljósi þessa viðmiðs er nauðsynlegt að horfa til þeirrar byggðar þar sem styrkurinn gæti orðið hvað hæstur. Þar sem fyrst og fremst er verið að horfa til langtímaáhrifa á fólk vegna lágs styrks H_2S þótti ekki þörf á að skoða sérstaklega gönguleiðir á virkjunarsvæðinu þar sem dvöl fólks er nær undantekningalaust tímabundin.

Í tilfelli fyrirhugaðra virkjana á Norðausturlandi er það Reykjahlíð við Mývatn sem er nálægasta þéttbýlið. Til viðmiðunar eru einnig sýndar dreifingarmyndir miðað við óþægindamörk, það er $42 \mu g/m^3$ fyrir klukkustundarmeðaltal.

Sólarhringsmeðalstyrkur H_2S frá fyrirhuguðum virkjunum á Norðausturlandi ásamt núverandi Kröflustöð er sýndur á mynd 9.26. Miðað við þennan styrk eru líkur á að meðalstyrkur H_2S sé undir heilsuverndarmörkum um 95% í Reykjahlíð. Til samanburðar eru líkur á að styrkur H_2S sé undir óþægindamörkum í Reykjahlíð um 90% (mynd 9.27).



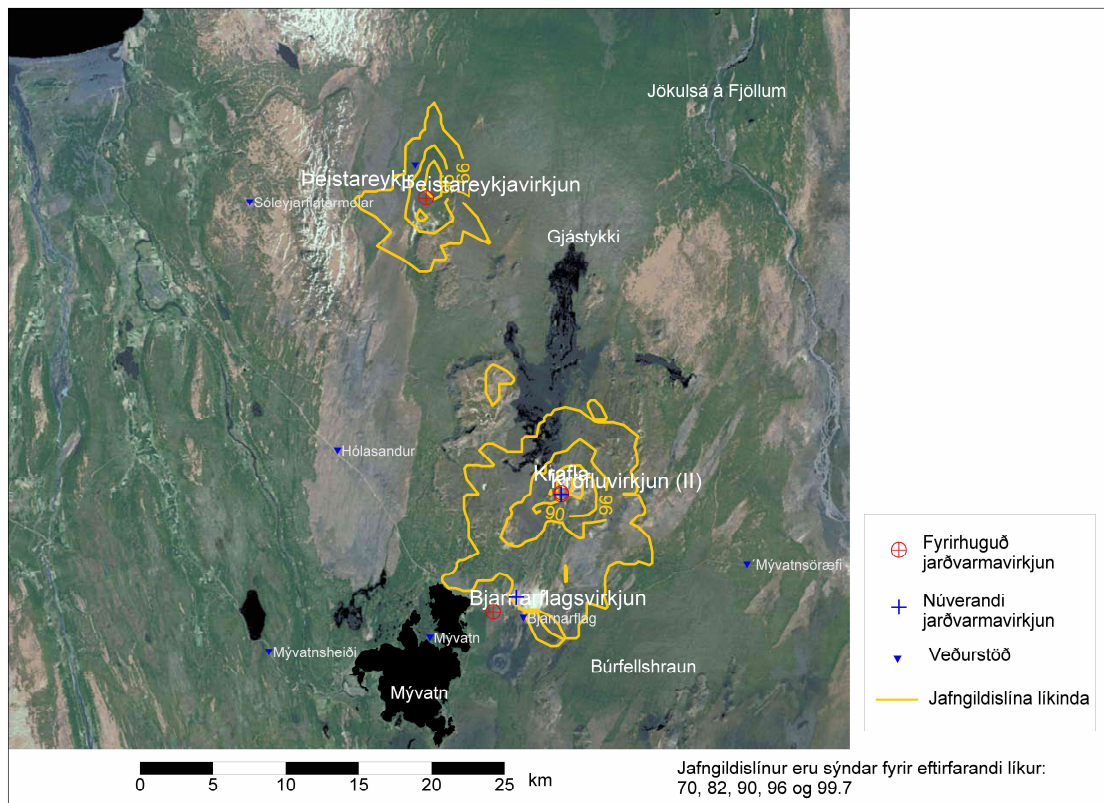
Mynd 9.26 Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð (60 MW_e), Kröfluvirkjun II (150 MW_e), Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e) og Þeistareykjavirkjun (200 MW_e) sé undir $150 \mu g/m^3$ (viðauki 7).



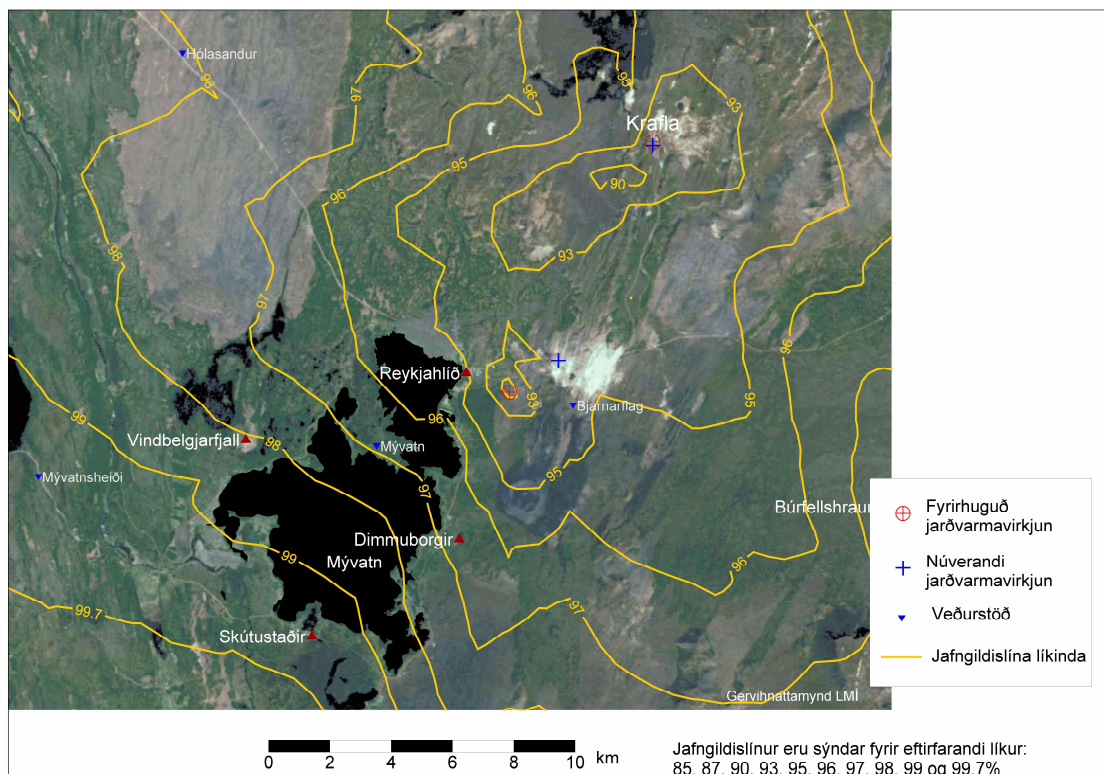
Mynd 9.27 Líkur á að klukkustundarmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð ($60 MW_e$), Kröfluvirkjun II ($150 MW_e$), Bjarnarflagsvirkjun ($90 MW_e$) og Þeistareykjavirkjun ($200 MW_e$) sé undir $42 \mu g/m^3$ (**viðauki 7**).

Ýmsar leiðir eru til við hreinsun H_2S úr útblæstri jarðhitavirkjana. Í ljósi þess að heilsuverndarviðmið fyrir sólarhringsmeðaltal H_2S er náð í um 5% tilvika í þéttbýlinu í Reykjahlíð eða í um 18 daga, hefur Landsvirkjun kannað áhrif þess að hreinsa H_2S úr útblæstri jarðhitavirkjana. Til að byrja með voru gerðir útreikningar miðað við að hreinsa H_2S úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar en ekki annarra virkjana. Gert var ráð fyrir 95% árangri í hreinsun en helstu hreinsunaraðferðir hreinsa á bilinu 95-98% úr útblæstri. Eins og sjá má á **mynd 9.28** eru engar líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis nái við þessar aðstæður heilsuverndarmörkum í Reykjahlíð. Óþægindamörkum yrði þó náð í um 5% tilvika (**mynd 9.29**) samanborið við um 10% tilvika án hreinsunar (sjá **mynd 9.27**).

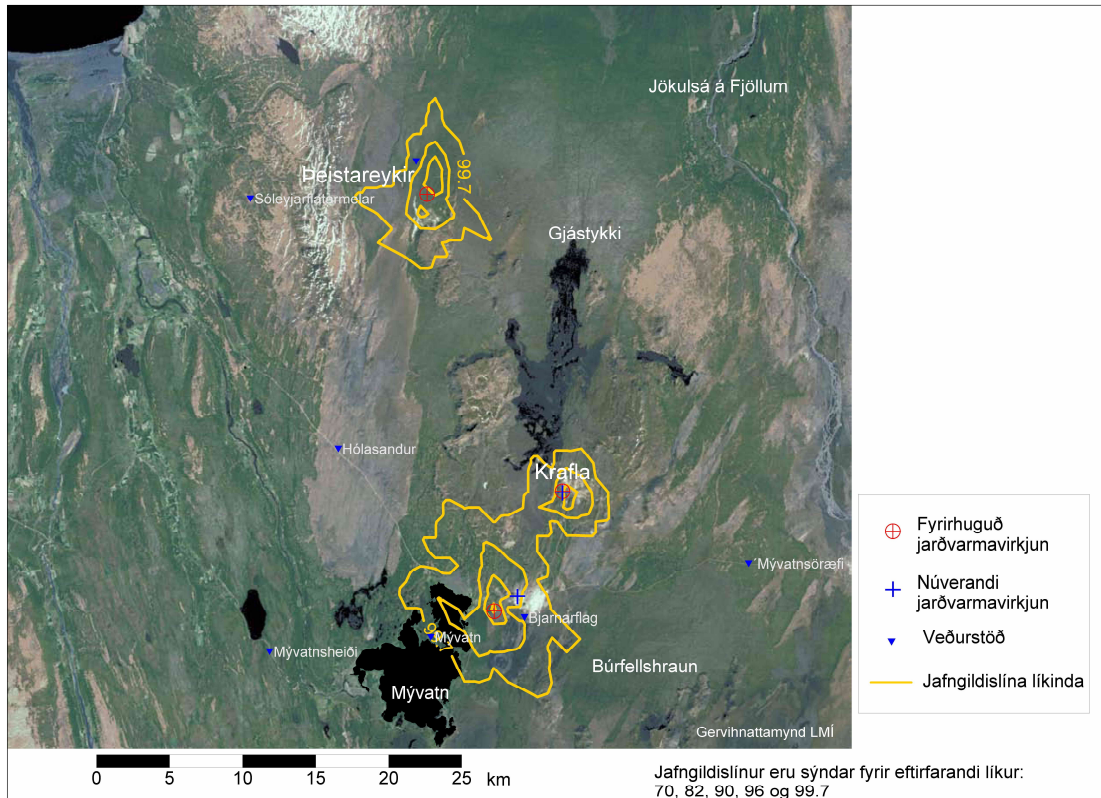
Ef H_2S er hreinsað úr útblæstri fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II en ekki í öðrum virkjunum sést að styrkur í Reykjahlíð færi yfir heilsuverndarmörk í um 5% tilfella eða svipað og án nokkurrar hreinsunar. Það sama á við um óþægindamörkin en þeim yrði náð í Reykjahlíð í um 7% tilvika samanborið við um 10% án nokkurrar hreinsunar (**myndir 9.30** og **9.31**). Ýmis fleiri afbrigði hreinsunar voru skoðuð, svo sem hreinsun á útblæstri frá bæði Kröfluvirkjun II og Bjarnarflagsvirkjun. Við það verða líkandi þess að sólarhringsmeðaltal H_2S fari yfir heilsuverndarmörk einungis á tiltölulega litlu svæði umhverfis núverandi Kröflustöð. Líkur á að óþægindamörkum verði náð í Reykjahlíð verða um 2%.



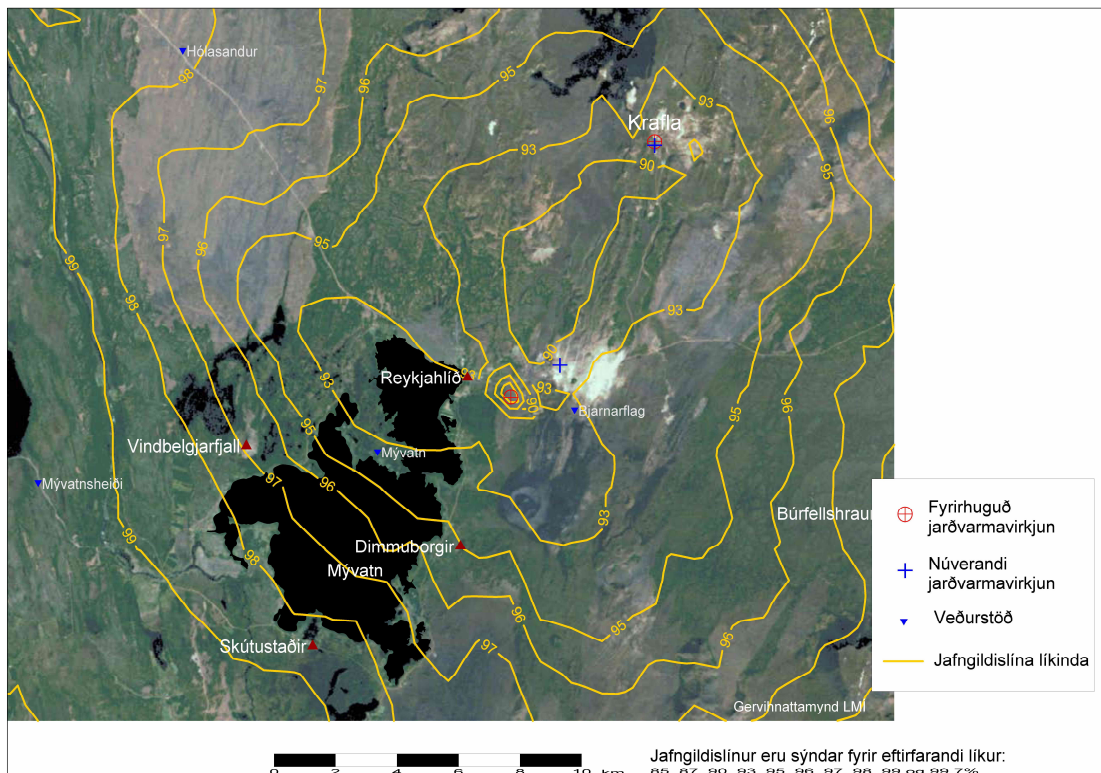
Mynd 9.28 Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð (60 MW_e), Kröfluvirkjun II (150 MW_e), Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e) og Þeistareykjavirkjun (200 MW_e) sé undir 150 µg/m³ miðað við 95% hreinsun H_2S úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar (viðauki 7).



Mynd 9.29 Líkur á að klukkustundarmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð (60 MW_e), Kröfluvirkjun II (150 MW_e), Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e) og Þeistareykjavirkjun (200 MW_e) sé undir 42 µg/m³ miðað við 95% hreinsun H_2S úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar (viðauki 7).



Mynd 9.30 Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð (60 MW_e), Kröfluvirkjun II (150 MW_e), Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e) og Þeistareykjavirkjun (200 MW_e) sé undir $150 \mu g/m^3$ miðað við 95% hreinsun H_2S úr útblæstri Kröfluvirkjunar II (**viðauki 7**).



Mynd 9.31 Líkur á að klukkustundarmeðalstyrkur brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð (60 MW_e), Kröfluvirkjun II (150 MW_e), Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e) og Þeistareykjavirkjun (200 MW_e) sé undir $42 \mu g/m^3$ miðað við 95% hreinsun H_2S úr útblæstri Kröfluvirkjunar II (**viðauki 7**).

Í ljósi þess sem hér hefur verið fjallað um þykir sýnt að hreinsun útblásturs úr Kröfluvirkjun II hafi takmörkuð áhrif á hversu oft styrkur H_2S fer yfir heilsuverndarmörk í Reykjahlíð, næsta þéttbýli við Kröflusvæðið. Hreinsun H_2S úr útblæstri fyrirhugaðrar Bjarnarflagsvirkjunar, sem er staðsett nær þéttbýlinu í Reykjahlíð, hefur mun meiri áhrif. Samkvæmt reikningum er hreinsun útblásturs Bjarnarflagsvirkjunar nægjanleg til að uppfylla nauðsynleg viðmiðunarmörk. Að mati framkvæmdaraðila er þó ekki nauðsynlegt að ráðast strax í slíka hreinsun þar sem reiknilíkön hafi frekar tilhneigingu til að oftúlka útbreiðslumörk og styrk loftdreifingar. Til að mynda er ekki tekið tillit til efnahvarfa í framangreindum reikningum þó svo að lausleg athugun bendi ekki til þess að þau skipti verulegu máli. Lagt er til, eins og fram kemur í kafla 11 um eftirlit, að settur verði upp síritandi mælir í Reykjahlíð til að mæla styrk brennisteinsvetnis (H_2S) í lofti. Ef styrkurinn fer jafn oft yfir heilsuverndarviðmið og reikningar segja til um verður gripið til frekari aðgerða til mótvægis.

Mótvægisáðgerðir

Mótvægisáðgerðir vegna útstreymis jarðhitaloftegunda eru ekki fyrirhugaðar. Settur verður upp síritandi mælir í Reykjahlíð til að mæla styrk brennisteinsvetnis (H_2S) í lofti. Ef styrkurinn fer jafn oft yfir heilsuverndarviðmið og reikningar segja til um verður gripið til frekari aðgerða til mótvægis.

Þess má geta að Landsvirkjun stendur fyrir umfangsmikilli landgræðslu í nágrenni virkjana, meðal annars til að stuðla að bindingu kolefnis til mótvægis við útstreymi og losun gróðurhúsalofttegunda vegna athafna fyrirtækisins. Árleg binding kolefnis fer vaxandi og er stefnt að áframhaldandi aðgerðum í þeim tilgangi.

Niðurstaða

Áhrif vegna aukins útstreymis jarðhitaloftegunda, einkum koldíoxíðs (CO_2) og brennisteinsvetnis (H_2S) verða óveruleg.

9.6.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ ÁHRIF Á LOFT OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARADILA

Umhverfisstofnun telur að gera verði betur grein fyrir kvikasilfri í tengslum við útblástur frá virkjuninni og vísar í því samhengi í kafla 9.6.1 þar sem segir að af sporefnum hafi menn mestar áhyggjur af kvikasilfri.

Hverfandi litlar líkur eru á að kvikasilfur berist með gufu frá kæliturnum (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2009), samanber efnagreiningar á sýnum úr borholum með hreinni gufu. Kvikasilfur greinist eingöngu í vatnsmettaðri gufu.

Umhverfisstofnun vekur athygli á að eftir að frummatsskýrslur voru unnar, er komin út reglugerð sem takmarkar hámarksstyrk brennisteinsvetnis við $50 \mu g/m^3$ að meðaltali yfir 24 klukkutíma. Bent er á að fjarlægð núverandi og fyrirhugaðra virkjana á Norðausturlandi eru í innan við 30 km frá þorpinu í Reykjahlíð. Því megi velja upp þeirri spurningu hvort hægt sé að segja að losun tæplega 30 þúsund tonna af brennisteinsvetni hafi óveruleg áhrif á loftgæði á svæðinu. Orðrétt segir í umsögn Umhverfisstofnunar:

„Eftir að frummatsskýrslan var unnin er komin út reglugerð, nr. 514/2010, sem takmarkar hámarksstyrk brennisteinsvetnis við $50 \mu g/m^3$ að meðaltali yfir 24 klukkutíma.

Heildarlosun Þeistareykjavirkjunar, Kröflustöðvar (núverandi), Kröfluvirkjunar II og Bjarnarflagsvirkjunar á brennisteinsvetni verður um 29.600 tonn á ári. Það er nokkuð meira en virkjanir á Hellisheiði og Nesjavöllum losuðu samanlagt árið 2008. Losun frá þeim hefur skapað ýmis konar óþægindi fyrir íbúa á höfuðborgarsvæðinu eins og t.d. lyktarmengun og aukna tæringu á rafeindatækjum. Byggð á höfuðborgarsvæðinu er í um 20-30 km fjarlægð frá Hellisheiðarvirkjun. Allar núverandi og fyrirhugaðar virkjanir í umræddum matsskýrslum eru innan við 30 km frá þorpinu í Reykjavíki. Því má alveg velta upp þeirri spurning hvort hægt sé að segja að losun tæplega 30 þúsund tonna af brennisteinsvetni hafi óveruleg áhrif á loftgæði á svæðinu.“

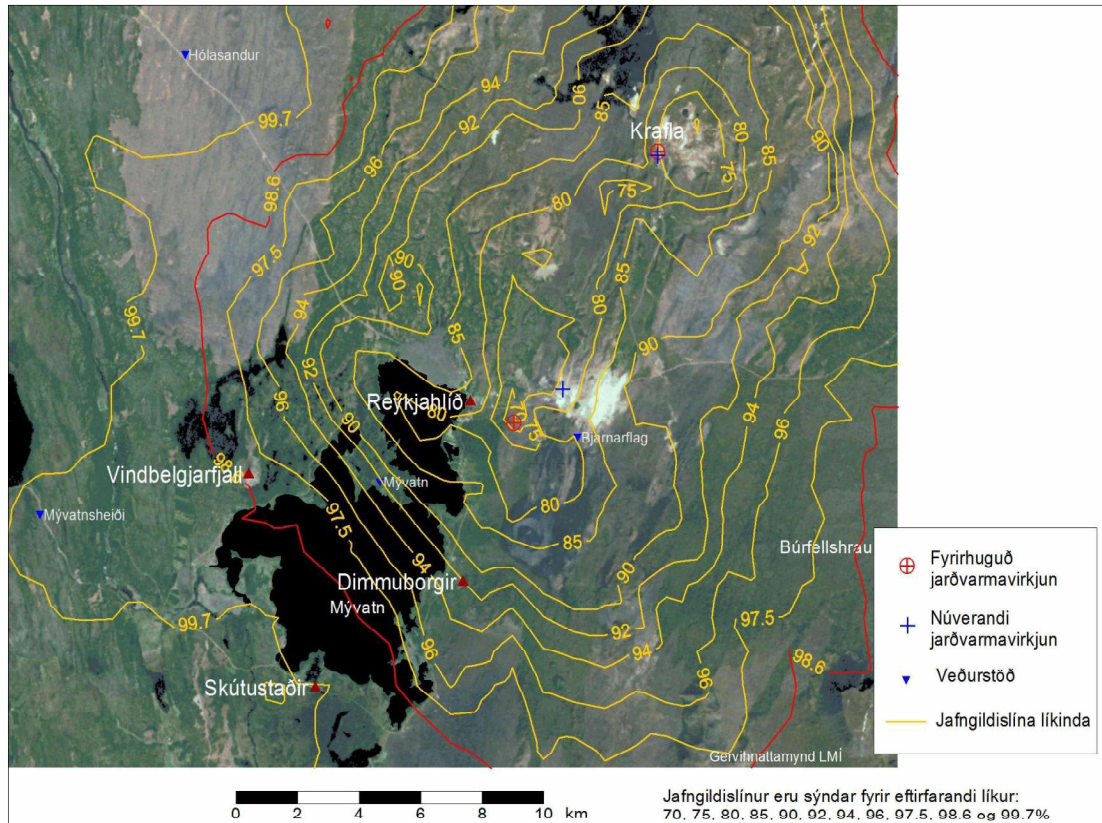
Fyrir útgáfu reglugerðar voru ekki til íslensk heilsuverndarmörk og var tekið mið af viðmiðunarmörkum Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar (WHO) við mat á umhverfisáhrifum, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fyrir sólarhringsmeðaltal, og gerð grein fyrir áhrifum brennisteinsvetnis á loftgæði út frá því í frummatsskýrslu. Samkvæmt 5. gr. reglugerðar nr. 514/2010 skal styrkur brennisteinsvetnis, sem mældur er í samræmi við almennt viðurkenndar greiningaraðferðir sem Umhverfisstofnun samþykkir, ekki vera yfir umhverfismörkum sem tilgreind eru í I. viðauka með reglugerðinni (**tafla 9.8**).

Tafla 9.8 Umhverfismörk fyrir brennisteinsvetni samkvæmt reglugerð nr. 514/2010.

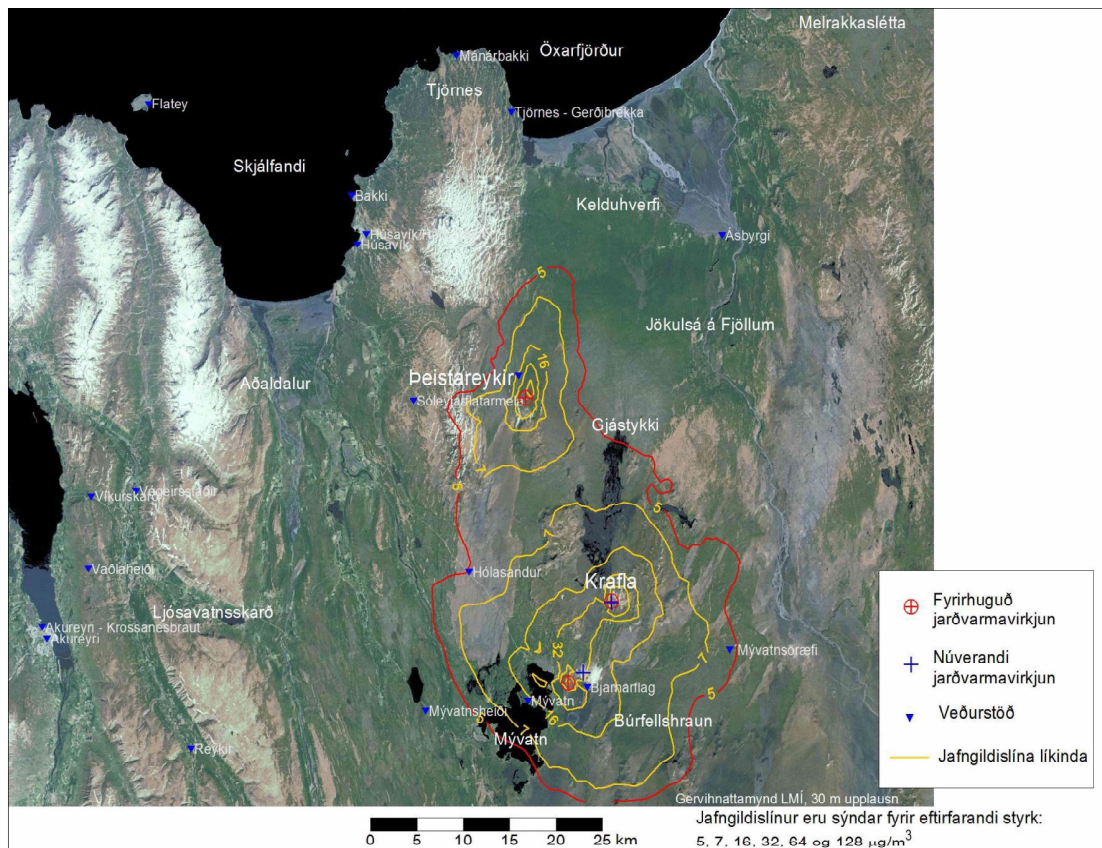
Umhverfismörk	Viðmiðunartími	Mörk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega	Gildir frá
Heilsuverndarmörk	Hámark daglegra hlaupandi 24 stunda meðaltala	50	5	18. júní 2010
Heilsuverndarmörk	Hámark daglegra hlaupandi 24 stunda meðaltala	50	0	1. júlí 2014
Heilsuverndarmörk	Ár	5		

Verkfræðistofan Vatnaskil var fengin til að útbúa nýjar loftdreifingarmyndir miðað við nýju reglugerðina, byggt á fyrri líkanreikningum sem lýst er í frummatsskýrslu (**viðauki 11**). Helstu niðurstöður loftdreifingarreikninga frá Kröfluvirkjun II auk annarra virkjunaráforma á Norðausturlandi voru eftirfarandi:

- Líkur á að 24 klst. hlaupandi meðaltal H_2S sé undir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (viðmið úr reglugerð) eru um 80% í Reykjavíki (**mynd 9.32**).
- Ársmeðaltalsstyrkur H_2S fer yfir $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (viðmið úr reglugerð) nánast á öllu Mývatnssvæðinu. Meðaltalsstyrkurinn er um $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í Reykjavíki (**mynd 9.33**).



Mynd 9.32 Líkur á að hlaupandi 24 klst. meðaltal styrks brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð (60 MW_e), Kröfluvirkjun II (150 MW_e), Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e) og Þeistareykjavirkjun (200 MW_e) sé undir 50 µg/m³.

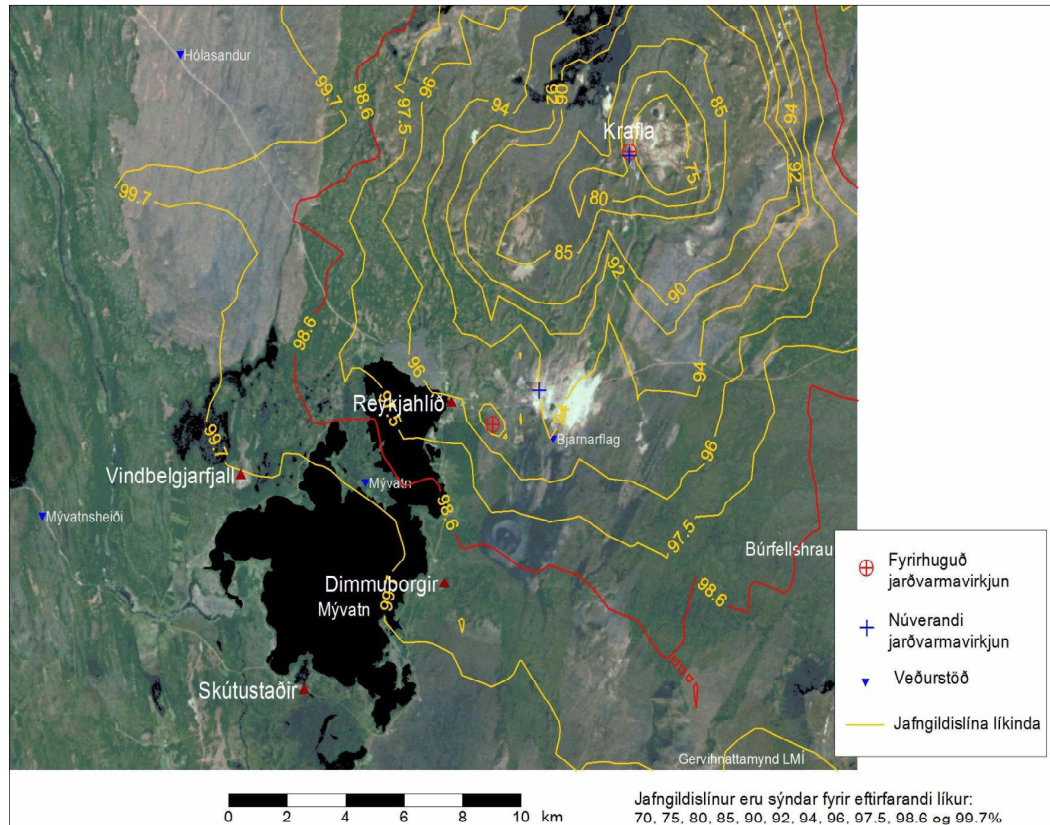


Mynd 9.33 Meðalstyrkur brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð (60 MW_e), Kröfluvirkjun II (150 MW_e), Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e) og Þeistareykjavirkjun (200 MW_e).

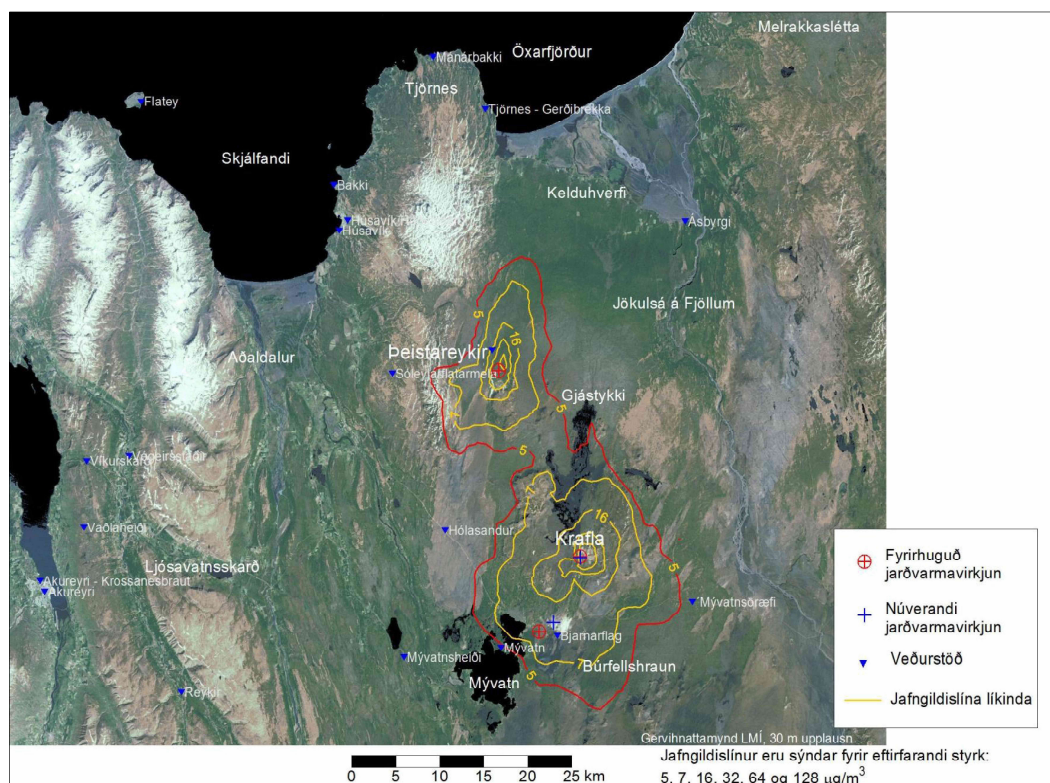
Með hliðsjón af því að styrkur H_2S fer yfir heilsuverndarmörk í um 20% tilvika á ári í stað 5% miðað við heilsuverndarmörk WHO var ákveðið að kanna sem fyrr áhrif þess að hreinsa H_2S úr útblæstri virkjananna. Áfram var gert ráð fyrir 95% árangri í hreinsun. Eins og áður hefur komið fram er árangursríkast að hreinsa útblástur úr Bjarnarflagsvirkjun vegna nálægðar hennar við Reykjahlíð. Hreinsun útblásturs Kröfluvirkjunar II hefur hins vegar takmörkuð áhrif á loftgæði í Reykjahlíð samkvæmt dreifingarspá. Helstu niðurstöður loftdreifingarreikninganna miðað við hreinsun í Bjarnarflagsvirkjun voru eftirfarandi:

- Líkur á að 24 klst. hlaupandi meðaltal H_2S sé undir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eru 97,5% í Reykjahlíð (**mynd 9.34**).
- Ársmeðaltalsstyrkur H_2S er yfir $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á Ytriflóa Mývatns. Meðaltalsstyrkurinn er um $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í Reykjahlíð (**mynd 9.35**).

Í ljósi framangreinds gerir Landsvirkjun ráð fyrir að grípa til viðeigandi ráðstafana í tengslum við fyrirhugaða 90 MW_e Bjarnarflagsvirkjun. Ekki er talin þörf á hreinsun H_2S úr útblæstri Kröfluvirkjunar II. Rökin fyrir því eru þau sömu og sett eru fram í kafla 9.6.2, það er að setja ekki upp hreinsibúnað að óþörfu þar sem reiknilíkön hafi frekar tilhneigingu til að oftúlka útbreiðslumörk og styrk loftdreifingar. Framkvæmdaraðili mun eftir sem áður tryggja að styrkur brennisteinsvetnis í andrúmslofti verði innan við umhverfismörk í lögum og reglugerðum, samanber viðmið í upphafi kafla 9.6.2. Því er gert ráð fyrir að setja upp síritandi mæli í Reykjahlíð svo unnt verði að grípa til frekari aðgerða til mótvægis, til dæmis hreinsunar á útblæstri í Kröfluvirkjun II, ef mældur styrkur fer yfir heilsuverndarviðmið. Tækniþekking við hreinsun á brennisteinsvetni úr útblæstri sambærilegra virkjana er vel þekkt í heiminum í dag. Til upplýsingar er áætluð stærð byggingar sem hreinsun útheimtir á við fjórðung úr vélasal fyrir hverja 50 MW_e virkjunareiningu. Áætlað er að stofn- og rekstrarkostnaður virkjunar muni hækka allt að 4,5-6% og rekstrarkostnaður á bilinu 50-100%. Flokka má hreinsunaraðferðir í þrennt eftir því hvers eðlis þær eru. Þekktar eru líffræðilegar aðferðir, sem byggja á notkun brennisteinsbaktería, efnafræðilegar aðferðir sem byggja á notkun efna til að oxa brennisteinsvetni og eðlisfræðilegar aðferðir sem byggja á ísogi eða ásogi brennisteinsvetnis. Þá er í gangi tilrauna- og verkfærni sem snýst um að skilja H_2S úr gasi frá virkjun, blanda því við skiljuvatn og dæla því niður í bergið (Orkuveita Reykjavíkur, 2010). Ekki liggur fyrir niðurstaða hvaða aðferð muni henta best íslenskum aðstæðum.



Mynd 9.34 Líkur á að hlaupandi 24 klst. meðaltal styrks brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð (60 MW_e), Kröfluvirkjun II (150 MW_e), Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e) og Peistareykjavirkjun (200 MW_e) sé undir 50 µg/m³ miðað við 95% hreinsun H_2S úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar.



Mynd 9.35 Meðalstyrkur brennisteinsvetnis (H_2S) frá Kröflustöð (60 MW_e), Kröfluvirkjun II (150 MW_e), Bjarnarflagsvirkjun (90 MW_e) og Peistareykjavirkjun (200 MW_e) miðað við 95% hreinsun H_2S úr útblæstri Bjarnarflagsvirkjunar.

Umhverfisstofnun tekur fram að þær dreifingarspár sem settar eru fram í skýrslunni séu skýrar, vel fram settar og gagnlegar til að átta sig á áhrifum af jarðhitanytingu á svæðinu. Stofnunin saknar þó upplýsinga um verstu mögulegu stöðu í næstu íbúðarbyggð. Umhverfisstofnun óskar því sérstaklega eftir upplýsingum um hæstu klukkustundargildi líkanreikninganna fyrir Reykjahlíð fyrir öll sjö tilvikin sem skoðuð voru. Orðrétt segir í umsögn Umhverfisstofnunar:

„Ítarleg dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá Þeistareykjavirkjun og Kröfluvirkjun II fylgir frummatsskýrslunni þar sem skoðuð eru 7 mismunandi tilvik við hreinsun mismunandi virkjana og þar sem sagt er skilmerkileg frá líkum á að klukkustundar meðaltal sé undir $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (lyktarmörkum), $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og að sólarhringsstyrkur sé undir $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO mörk). Umhverfisstofnun vill taka sérstaklega fram að þessar dreifingarspár eru skýrt og vel fram settar og mjög gagnlegar til að átta sig á áhrifum af jarðhitanytingu á svæðinu.

Umhverfisstofnun saknar þó upplýsinga sem sérstaklega var óskað eftir á samráðsfundum fyrr í matsferlinu. Þá óskaði Umhverfisstofnun sérstaklega eftir að reiknaðir yrðu styrkir fyrir verstu mögulegu stöðu í næstu íbúðarbyggð. Vissulega er skilgreiningaratriði hvað er versta mögulega staða en að baki þeim kortum sem lögð eru fram í frummatsskýrslu voru reiknuð klukkustundargildi fyrir heilt ár. Auðvelt ætti því að vera að kalla fram hæstu klukkutímagildin. Umhverfisstofnun óskar sérstaklega eftir að fá upplýsingar um hæstu klukkustundargildi sem komu út úr líkanreikningum fyrir Reykjahlíð fyrir öll sjö tilvikin sem skoðuð voru.“

Í upphafi kafla 9.6.2 eru talin upp ýmis viðmið, sem notuð eru við mat á umhverfisáhrifum á loft. Hámarksgildi eins og Umhverfisstofnun óskar eftir gefa villandi mynd af hugsanlegum áhrifum að mati framkvæmdaraðila auk þess sem hvergi er tekið mið af hámarksgildum í þeim viðmiðum sem notuð eru í matskaflanum. Framkvæmdaraðili telur því eðlilegast og fullnægjandi að gera grein fyrir umhverfisáhrifum í samræmi við þær kröfur og umhverfismörk sem sett eru í nýttkominni reglugerð um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti (sjá **töflu 9.8**).

Umhverfisstofnun telur fulla ástæðu til að skoða styrk H_2S sem ferðamenn geta orðið fyrir í næsta nágrenni virkjana og blásandi borhola. Bendir stofnunin á að þó ekki sé um að ræða langtímaáhrif á ferðamenn geti styrkur orðið mjög hár í næsta nágrenni virkjana. Til dæmis megi búast við háum styrk á útsýnisstað norðan við Kröfluvirkjun. Nefnir Umhverfisstofnun sem dæmi að aðstæður hafi komið upp í næsta nágrenni við jarðhitavirkjanir hér á landi þar sem styrkur brennisteinsvetnis hefur farið yfir 15 mínútna viðmiðunarmörk Vinnueftirlitsins. Orðrétt segir í umsögn Umhverfisstofnunar:

Á bls. 130 í frummatsskýrslu um Kröfluvirkjun II er talað um að ekki hafi verið ástæða til að skoða styrk brennisteinsvetnis við gönguleiðir á virkjunarsvæðinu því þar sé dvöl fólks tímabundin og því ekki um nein langtímaáhrif að ræða. Umhverfisstofnun vill benda á að þó ekki sé um að ræða langtímaáhrif ferðamenn þá getur styrkur orðið mjög hár í næsta nágrenni virkjana. Til dæmis mætti búast við háum styrk á útsýnisstað norðan við Kröfluvirkjun. Sem dæmi um aðstæður sem geta skapast í næsta nágrenni virkjana má nefna að komið hafa upp aðstæður í næsta nágrenni við jarðhitavirkjanir hér á landi þar sem styrkur brennisteinsvetnis hefur farið yfir 15 mínútna viðmiðunarmörk Vinnueftirlitsins. Í þeim tilfellum hefur þurft að rýma hluta vinnusvæðis. Umhverfisstofnun telur því einmitt fulla ástæðu til að skoða þann styrk sem ferðamenn geta orðið fyrir í næsta nágrenni virkjana og blásandi borhola.

Vakin er athygli á að umræddur útsýnisstaður er innan iðnaðarsvæðis samkvæmt skipulagi. Framkvæmdaraðili mun fylgjast með og upplýsa um styrk brennisteinsvetnis í nágrenni Kröfluvirkjunar II. Uppfyllt verða ákvæði reglugerðar nr. 514/2010, um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti þar sem hún gildir,

reglugerð nr. 390/2009, um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum og reglugerð nr. 787/1999, um loftgæði.

9.7 ÁSÝND

9.7.1 GRUNNÁSTAND

Innan Kröfluöskjunnar er víðáttumikið háhitasvæði. Jarðhitaummerkin sjást víða og eru margbreytileg. Í miðri öskjunni er öflugt uppstreymi, þar sem leir- og gufuhverir eru áberandi, og sundursoðin litrík jörð. Einnig er áberandi jarðhitasvæði utan í Kröfluhlíðum, að sunnan og vestan. Vesturhlíðarnar einkennast af gufusprengigígum og miklu ljósu úrkasti. Víða innan öskjunnar eru ljósar breiður vegna jarðhitaummyndunar, útkulnaðar, volgar eða rjúkandi (Kristján Sæmundsson, 1991). Á Kröflusvæðinu eru ýmis mannvirki sem hafa nú þegar breytt ásýnd og töluvert mann-gert landslag og jarðrask. Þar eru meðal annars borholur, stöðvarhús, skiljustöð og lagnir núverandi Kröflustöðvar. Einnig er þar virkjanavegur, vegir að borsvæðum, slóðir meðfram lögnum, háspennulínur og efnistökusvæði.

9.7.2 UMHVERFISÁHRIF

Viðmið umhverfispáttá

- Greining á landslagi á Kröflusvæðinu.
- V. kafli laga nr. 44/1999 um náttúruvernd.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

Umfang, einkenni og vægi áhrifa

Við mat á sjónrænum áhrifum var horft til sýnileika fyrirhugaðra mannvirkja Kröfluvirkjunar II frá aðkomuleiðum og helstu útsýnisstöðum sem ferðamenn koma á. Helstu staðir sem um ræðir eru Leirhnjúkur, Víti og útsýnispallur norðan Kröflustöðvar. Í kafla 5 var ítarlega fjallað um ásýndarbreytingar vegna borholna á nýju borsvæðum, lagnaleiða frá þeim og aðkomuvega. Hér er einkum um að ræða borsvæði A og B, norðan Vítis, og borsvæði G og H, uppi á Sandabotnafjalli.

Ekki sést til borsvæðanna uppi á Sandabotnafjalli frá helstu útsýnisstöðum. Frá útsýnispalli, norðan Kröflustöðvar hefði verið möguleiki að sjá hluta aðkomuleiðar upp úr Grænagili ef valkostur 1 hefði orðið fyrir valinu (sjá mynd 5.5). Þar sem sú varð ekki raunin eru það helst gufubólstrar sem sést gætu þegar borholur eru í blæstri.

Norðan Vítis koma borteigar og lagnir frá þeim til með að sjást frá Víti. Borteigarnir sjást ef gengið er upp á norðurbrún gígsins (sjá mynd 5.6, myndatökustaður 2 á mynd 5.1). Lagnirnar sjást einnig þaðan og frá útsýnispalli á vesturbrún Vítis. Töluverðar vangaveltur hafa verið um hvaða lagnaleið sé best að fara og eru lagðir til þrjár möguleikar í kafla 5.1.2. Eins og þar kemur fram eru ásýndaráhrifin mest ef lögnin fylgir aðkomuveginum að Víti (lagnaleið A), einkum fyrir ferðamenn á leið upp að Víti. Ef farið er vestar niður í misgengisstallinn er lögnin minna sjáanleg en jarðrask verður meira (sjá myndir 5.10-5.13, myndatökustaður 3 á mynd 5.1). Þess má geta að Landsvirkjun hefur kynnt sér steiningu á borholuhús og lagnir sem Orkuveita Reykjavíkur hefur hafið tilraunir með á Hellisheiði. Að mati

Landsvirkjunar mun litaval og áferð gegna sambærilegu hlutverki við lágmörkun ásýndaráhrifa og steining.

Frá Leirhnjúki kemur lögnin til með að sjást, sama hvaða leið verður fyrir valinu (sjá **mynd 5.14**, myndatökustaður 4 á **mynd 5.1**). Fjarlægðin er hins vegar það mikil að þar skiptir meira máli litur og áferð á lögninni heldur en hvaða leið verður valin. Frá Leirhnjúki munu borsvæðin norðan Vítis ekki sjást, eingöngu gufa frá blásandi holum. Á **mynd 9.36** hefur gufa frá blásandi borholu á borsvæði A verið sett inn á ljósmynd frá Leirhnjúki (myndatökustaður 4 á **mynd 5.1**). Hér er um tímabundið ástand að ræða þar sem borholur eru yfirleitt eingöngu láttnar blása í 1-6 mánuði meðan á prófun þeirra stendur.



Mynd 9.36 Ásýnd frá Leirhnjúki að Víti. Norðan Vítis sér í gufumökk frá blásandi borholu á borsvæði A.

Borsvæði C er eina nýja borsvæðið utan svæðanna á Sandabotnafjalli og norðan Vítis. Á þessu borsvæði er ætlunin að kanna jarðhitakerfið undir Leirhnjúki. Vel var vandað til staðsetningar þess svo að það sæist ekki frá Leirhnjúki og var því valinn staður ofan í slakka, þar sem það er í hvarfi.

Frá útsýnispalli, norðan Kröflustöðvar sér vel yfir vinnslusvæðið í suðurhlíðum Kröflu og yfir virkjunarmannvirki núverandi Kröflustöðvar í Hlíðardal. Á þessum stað verða töluverðar ásýndarbreytingar með nýjum mannvirkjum. Áhrifin geta þó vart talist neikvæð þar sem mannvirki eru nú þegar til staðar á svæðinu. Á **myndum 9.37** og **9.38** (myndatökustaður 5 á **mynd 5.1**) má sjá fyrir/eftir ásýnd frá útsýnispallinum til suðurs.



Mynd 9.37 Núverandi ásjón frá útsýnispalli, norðan Kröflustöðvar (myndatökustaður 5 á mynd 5.1).



Mynd 9.38 Ásjón frá útsýnispalli, norðan Kröflustöðvar með tilkomu Kröfluvirkjunar II (myndatökustaður 5 á mynd 5.1). Kæliturnar nýju virkjunarinnar eru sýndir án gufu til að skyggja ekki á önnur virkjunarmannvirki.

Mótvægisáðgerðir

Engar eiginlegar mótvægisáðgerðir eru fyrirhugaðar vegna ársýnd.

Niðurstaða

Borsvæði, lagnir og aðkomuvegur að borsvæðum uppi á Sandabotnafjalli koma til með að hafa óveruleg áhrif á ársýnd frá helstu útsýnisstöðum ferðamanna.

Borsvæði, lagnir og aðkomuvegur borsvæða norðan Vítis koma til með að sjást frá norðurbrún Vítis. Lögnin kemur einnig til með að sjást af útsýnispalli á vesturbrún gígsins. Áhrif hér eru nokkuð neikvæð en afturkræf í öllum tilvikum nema fyrir ferðamenn á leið að Víti. Fyrir þá eru áhrifin talsvert neikvæð en afturkræf ef lögnin fylgir veginum alla leið.

Frá Leirhnjúki koma mannvirki til með að sjást tiltölulega lítið. Það verður helst að gufa sjáist tímabundið frá blásandi borholum. Áhrif eru metin óveruleg.

Frá útsýnispalli norðan Kröflustöðvar eru áhrif á ársýnd óveruleg vegna þeirra mannvirkja sem fyrir eru á svæðinu.

9.7.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ ÁHRIF Á ÁSÝND OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA

Að mati Umhverfisstofnunar hefði átt að fjalla um ásýndarbreytingar vegna allra borsvæða/framkvæmdasvæða í kafla 9.7. Bendir stofnunin á að einnig vanti yfirlitsmynd sem sýni hvaðan ásýndarmyndir eru teknar og í hvaða átt. Umhverfisstofnun segist hafa bent á það í umsögn um drög að tillögu að matsáætlun að í umfjöllun um sjónræn áhrif út frá ljósmyndum væri mikilvægt að fram kæmi af hverju viðkomandi staðir hefðu verið valdir og að sýnd yrði á korti staðsetning myndatökustaða og sjónarhorn mynda.

Þar sem umfjöllun um ásýndarbreytingar er tiltölulega einföld þótti ekki ástæða til að sýna staðsetningu myndatökustaða og sjónarhorn mynda. Í texta kemur skýrt fram af hverju framangreindir myndatökustaðir voru valdir. Önnur borsvæði/framkvæmdasvæði sjást lítið eða ekki frá aðkomuleiðum og helstu útsýnisstöðum nema frá Víti. Í kafla 9.7.2 er vísað í umfjöllun þar um í kafla 5. Ekki þótti þörf á að endurtaka þá umfjöllun hér þó skiptar skoðanir kunni að vera á því.

Umhverfisstofnun telur hæpið að fullyrða að ásýndaráhrif, séð frá útsýnispalli norðan Kröflustöðvar, verði vart neikvæð með tilkomu nýrra mannvirkja þar sem mannvirki séu nú þegar til staðar á svæðinu. Með nýju stöðvarhúsi, kæliturnum, skiljustöð og lögnum fer aukið svæði undir mannvirki með tilheyrandi jarðraski og veldur ásýndarbreytingum ásamt auknu gufuústreymi. Þær breytingar hljóta að teljast neikvæðar þrátt fyrir að leiða megi líkum að því að áhrifin verði ekki veruleg.

Ásýndaráhrif er ávallt erfitt að meta og getur það verið mjög persónubundið hvort fólki finnist breytt ársýnd vera jákvæð eða neikvæð. Að mati framkvæmdaraðila er hér um óveruleg áhrif að ræða og það mat rökstutt í kaflanum.

Umhverfisstofnun vekur athygli á niðurstöðu frummatsskýrslu um að áhrif borsvæða, lagna og aðkomuvegar borsvæða norðan Vítis séu nokkuð neikvæð en afturkræf í öllum tilvikum nema fyrir ferðamenn á leið að Víti. Fyrir þá séu áhrifin verulega neikvæð en afturkræf ef lögnin fylgi veginum alla leið. Bendir stofnunin á að það dragi ekki úr sjónrænum áhrifum mannvirkja á líftíma virkjunarinnar þó umhverfis-

áhrifin teljist vera afturkræf. Í því sambandi megi þó benda á að í viðbótargögnum frá framkvæmdaraðila vegna borana á vestursvæði við Kröflu kom fram að við slóðagerð og borteigagerð verði nokkur óafturkræf áhrif. Sú veglagning og borteigagerð var á eldhrauni, en að mati Umhverfisstofnunar á það sama við um gróin svæði enda óvíst með endurheimt þess gróðurs.

Framkvæmdaraðili er ekki sammála því að leggja megi að jöfnu möguleika á afturkræfni áhrifa vegna rasks á gróðri og vegna rasks á úfnu eldhrauni eins og raunin var á vestursvæði við Kröflu. Gróin svæði hljóti að jafna sig með tímanum, einkum ef vel er að verki staðið við frágang þeirra. Sár í úfnum hraunum er hins vegar erfitt að afmá.

Umhverfisstofnun telur að borsvæði norðan Vítis muni hafa í för með sér verulega neikvæð og varanleg áhrif á ásýnd svæðisins.

Framkvæmdaraðili er ekki sammála þessu mati Umhverfisstofnunar. Eins og sjá má á **mynd 5.6** (myndatökustaður 2 á **mynd 5.1**, horft til norðurs) eru borsvæðin á sléttu landi og valda því lágmarksraski. Þau sjást eingöngu ef gengið er upp á norðurbrún Vítis, falla vel að landinu og ber í land sem gerir þau minna áberandi en ef þau bæri við himin.

Jón Illugason bendir á að taka þurfi tillit til útsýnis frá Leirhnjúki varðandi borsvæði norðan Vítis, það er að því verði sem allra minnst spillt þegar horft er þaðan til Kröflu. Einnig bendir Jón á að vanda þurfi sérstaklega til vals á lagnaleið frá þeim borsvæðum til suðurs, þannig að útsýni frá Víti verði ekki spillt.

Eins og fram kemur fyrr í þessum kafla munu borsvæðin norðan Vítis ekki sjást frá Leirhnjúki. Eingöngu mun gufa sjást frá blásandi borholum. Þar er um tímabundið ástand að ræða þar sem borholur eru yfirleitt eingöngu láttnar blása í 1-6 mánuði meðan á prófun þeirra stendur.

Lagðir eru fram þrír valkostir á lagnaleið frá borsvæðunum norðan Vítis (sjá kafla 5.1.2). Lögnin kemur til með að sjást, sama hvaða leið verður fyrir valinu (sjá **mynd 5.14**, myndatökustaður 4 á **mynd 5.1**). Hins vegar er talið að vegna fjarlægðar skipti litur og áferð á lögninni meira máli heldur en hvaða leið verður valin.

Bergþóra Sigurðardóttir segir að aðeins séu tvær myndir frá Kröflusvæðinu og þær af stöðvarbyggingum. Sýna hefði þurft staurastæður og borteiga í landslaginu og nánd þeirra við Víti.

Þetta er ekki alls kostar rétt. Í þessum kafla er auk mynda af stöðvarhússvæðinu og Leirbotnum sýnd mynd frá Leirhnjúki í átt að Víti. Hvað varðar borsvæði og nánd þeirra við Víti er vísað í kafla 5 en þar er ítarleg umfjöllun um þetta atriði. Mat á sjónrænum áhrifum staurastæða er tekið fyrir í matsferli háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka og í sameiginlegu mati á umhverfisáhrifum virkjana, háspennulína og álvers á Bakka.

9.8 SAMFÉLAG

9.8.1 GRUNNÁSTAND

Útivist og ferðapjónusta

Athugun á áhrifum nýrrar virkjunar við Kröflu á ferðapjónustu og útivist fór fram árið 2008 á vegum Rannsóknamiðstöðvar ferðamála (**viðauki 8**). Markmið með könnuninni var að meta möguleg áhrif fyrirhugaðra framkvæmda vegna Kröfluvirkjunar II á ferðamennsku og útivist í grennd við Kröflu. Viðhorf aðila innan helstu hagsmunahópa, það er ferðapjónustuaðila og félagasamtaka, til frekari orkuöflunar á Kröflusvæðinu var athugað í viðtölum.

Ferðapjónusta á sér langa sögu á Norðurlandi eystra og hefur ferðamennska á svæðinu verið í mikilli sókn á undanförunum áratugum (**viðauki 8**). Kröflusvæðið einkennist af orkuvinnslu, ferðamennsku og útivist. Núverandi nýting Kröflusvæðisins og gildi svæðisins fyrir ferðamennsku og útivist felst fyrst og fremst í náttúruupplifun, skoðun náttúruperla, fjölbreyttri náttúru, einstakri jarðfræði, góðu aðgengi að þessum stöðum, og að einhverju leyti gönguferðamennsku. Staðir á borð við Víti og Leirhnjúk hafa lengi dregið til sín ferðamenn. Á árum áður var aðgengi að svæðinu torvelt og því lögðu ekki margir leið sína á svæðið. Aðgengi opnaðist með tilkomu núverandi Kröflustöðvar og er Kröflusvæðið nú vinsæll áfangastaður ferðamanna. Nú liggur vegur að Víti og vestan við það er gott bílastæði. Göngu-leiðir á Kröflusvæðinu eru sýndar á **mynd 7.3**. Frá bílastæðinu við Víti liggur göngustígur upp á brún Vítis, umhverfis gíginn og til suðausturs frá Víti og upp á hábungu Kröflu. Nokkrir göngustígar liggja að Leirhnjúki, umhverfis hann og að svæðum suður af honum. Við upphaf göngustígs að Leirhnjúki, mitt á milli borsvæðis E og fyrirhugaðs borsvæðis D, er bílastæði. Í austurhlíð Leirhnjúks, við tjörnina og leirhverina, lét Landsvirkjun smíða palla á hluta göngustígsins til að bæta öryggi ferðafólks (**mynd 9.39**) og vernda svæðið fyrir átroðningi sem er töluverður vegna ferðamanna en nýjustu talningar sýna að um 70 þúsund ferðamenn komi að svæðinu ár hvert.

Langflestir viðmælenda telja Kröflusvæðið vera mikilvægt fyrir ferðamennsku á Norðurlandi eystra, einkum vegna þess hve stutt er síðan eldsumbrot voru þar og vegna möguleika á að sjá hvernig orkan er beisluð. Margir töldu svæðið auka fjölbreytileika í afþreyingu. Aðrir viðmælendur telja hins vegar virkjanir með tilheyrandi raski almennt ekki hafa aðdráttarafl fyrir ferðamenn en talsvert rask hefur orðið á núverandi orkuvinnslusvæði (sjá nánar um niðurstöður úr viðtölum við ferðapjónustuaðila og félagasamtök í kafla 9.8.2 um umhverfisáhrif).

Núverandi hljóðstig frá útblásturshljóðdeyfum við Kröflustöð og borholum í rekstri er sýnt á **mynd 9.45** í kafla 9.8.2 (reiknað hljóðstig).



Mynd 9.39 Við tjörn og leirhveri í austurhlíð Leirhnjúks lét Landsvirkjun smíða palla á hluta göngustígs til að bæta öryggi ferðafólks. Göngustígurinn sést á vinstri hluta myndarinnar (Ljósmynd: Mannvit, 2008).

9.8.2 UMHVERFISÁHRIF

Viðmið umhverfispáttá

- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.
- Viljayfirlýsing ríkisstjórnar Íslands, Norðurlands, Skútustaðahrepps og Þingeyjarsveitar. 22. október 2009.
- Reglugerð nr. 724/2008, um hávaða.

Umfang, einkenni og vægi áhrifa

Atvinna

Störf munu skapast við virkjunina á framkvæmdatíma. Áætlað er að uppbygging hvers áfanga virkjunarinnar taki um 3 ár (**kafli 4.5**) og er reiknað með að mest verði þar um 150 manns þegar byggingarframkvæmdir við virkjunina standa sem hæst.

Gert er ráð fyrir að samvinna verði um rekstur jarðvarmavirkjana á Norðausturlandi þannig að þær njóti góðs hver af annarri. Áætlað er að fjölga þurfi starfsmönnum á Kröflusvæðinu um allt að 7 með tilkomu Kröfluvirkjunar II.

Ný störf sem skapast vegna uppbyggingar og reksturs Kröfluvirkjunar II samræmast stefnu sveitarfélaga í Þingeyjarsýslum um að styrkja atvinnulíf í Þingeyjarsýslum. Uppbygging Kröfluvirkjunar II er talin hafa nokkuð jákvæð áhrif á atvinnulíf í Þingeyjarsýslum. Á rekstartíma getur aukin raforkuframleiðsla á Kröflusvæðinu haft óbein, veruleg jákvæð áhrif á atvinnulíf á svæðinu ef orkan verður nýtt til atvinnuuppbyggingar þar.

Útivist og ferðaðþjónusta

Helstu áhrif fyrirhugaðra framkvæmda samkvæmt **viðauka 8** eru talin vera eftirfarandi:

- Viðmælendur hafa ólík viðhorf og væntingar til Kröfluvirkjunar II. Rúmur helmingur viðmælenda (61%) er jákvæður í garð fyrirhugaðra framkvæmda, 15% er neikvæður og fjórðungur (24%) er óákveðinn.
- Af þeim sem eru jákvæðir hefur um helmingur áhyggjur af neikvæðum umhverfisáhrifum. Þeir telja þó fyrirhugaða virkjun nauðsynlega til að styrkja atvinnuþróun og sjá fyrir sér að á Kröflusvæðinu aukist uppbygging ferðamennsku í takt við uppbyggingu virkjunar, möguleikar opnast á að tengja saman afþreyingu og fræðslu.
- Rúmlega fjórðungur viðmælenda (27%) nefndi að sú orka sem unnin er á svæðinu sé talin umhverfisvæn og að vinnsla slíkrar orku geti mögulega verið aðdráttarafl fyrir ferðamenn.
- Aðrir viðmælendur (25%) telja aftur á móti að fyrirhuguð virkjun muni hafa neikvæð áhrif á ímynd svæðisins sem ferðamannastaðar og benda á að aðrar tegundir ferðamanna muni sækja á svæðið. Helstu áhyggjur viðmælenda beinast að því að náttúrurask, hávaði og sjónmengun hafi neikvæð áhrif á upplifun ferðamanna af svæðinu og það muni missa aðdráttarafl sitt og erfitt verði að markaðssetja það sem visthæft ferðamannasvæði.
- Sú staðreynd að á Kröflusvæðinu sé nú þegar virkjun telja fleiri að vegi þó þyngra en framangreindar áhyggjur þar sem að svæðið sé þegar raskað og að rétt væri að nýta svæðið áfram í stað þess að ganga á önnur.

Þær staðreyndir að á Kröflusvæðinu er nú þegar virkjun, svæðið talsvert raskað og að margir viðmælenda telja að rétt sé að nýta svæðið áfram, vega mikið þegar áhrif fyrirhugaðra framkvæmda eru metin á ferðaðþjónustu og útivist. Þó verður að hafa í huga að með framkvæmdunum er farið inn á tvö „ný“ svæði, það er svæði norðan við Víti og á Sandabotnafjall austanvert, sem eru nær óröskuð svæði. Á Sandabotnafjalli vega áhrif af raski og stækkun orkuvinnslusvæðis minna en við Víti því að fjallið og Hrafninnuhryggur er fáfarnara.

Hljóðstig

Unnin hafa verið hljóðkort til að leggja mat á breytingar á hljóðvist vegna uppbyggingar og reksturs Kröfluvirkjunar II (**viðauki 9**).

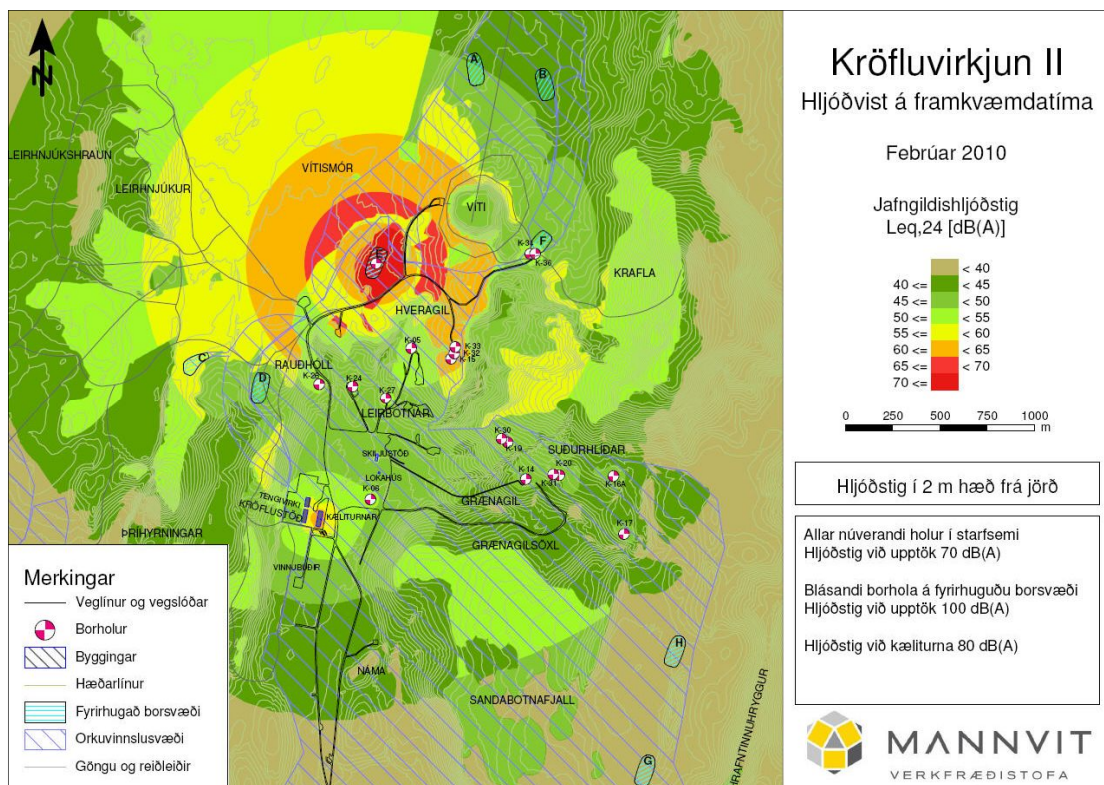
Til að áætla hljóðstig frá borholum, blásandi og í rekstri auk hávaða frá stöðvarhúsi, kæliturnum, útblásturshljóðdeyfum og þess háttar var miðað við eldri mælingar og úttektir á slíku (**viðauki 9**). Auk þess var notast við mælingar frá Svartsengi og Reykjanesvirkjun og upplýsingar úr gagnagrunni SoundPlan til að áætla tíðni-dreyfingu. Við reikningana er gert ráð fyrir 100 dB(A) frá blásandi borholu (með hljóðdeyfi), 70 dB(A) frá starfandi borholu (með hljóðdeyfi) og 80 dB(A) frá kæliturnum. Áhrif annarra hljóðgjafa voru metin hverfandi í samanburði við þessa. Það er þó gert ráð fyrir um 55 dB(A) frá stöðvarhúsi og skiljustöðvum í útreikningum.

Áhrif á framkvæmdatíma: Framkvæmdum mun fylgja hávaði af ýmsum toga, svo sem hávaði við sprengingar á klöpp, frá tækjum, vinnuvélum, borun hola og prófun þeirra (borholum í blæstri). Almenn tekur borun holna um einn mánuð og prófun

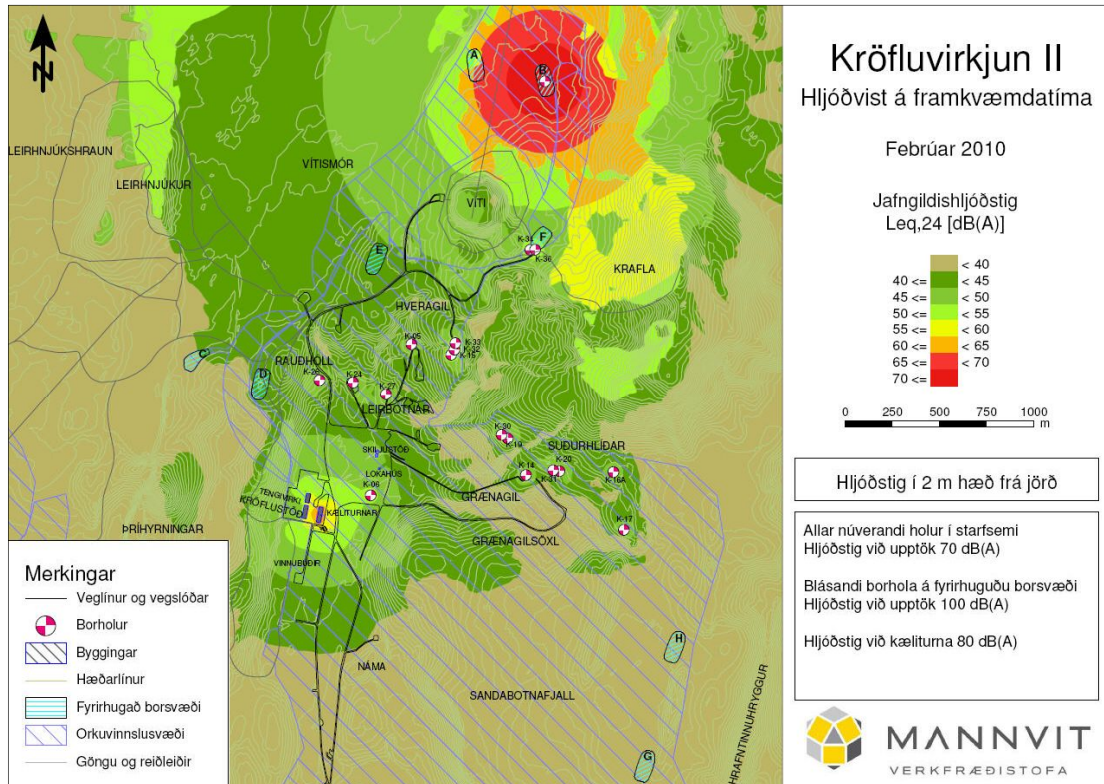
borholna 1-6 mánuði. Til að draga úr hávaða frá borholum í blæstri eru notaðir hljóðdeyfar á útblástursrör.

Á myndum 9.40-9.44 er sýnt hljóðstig frá borholum í blæstri á fimm borsvæðum (hljóðstig við önnur borsvæði má sjá í viðauka 9). Um er að ræða eftirfarandi borsvæði:

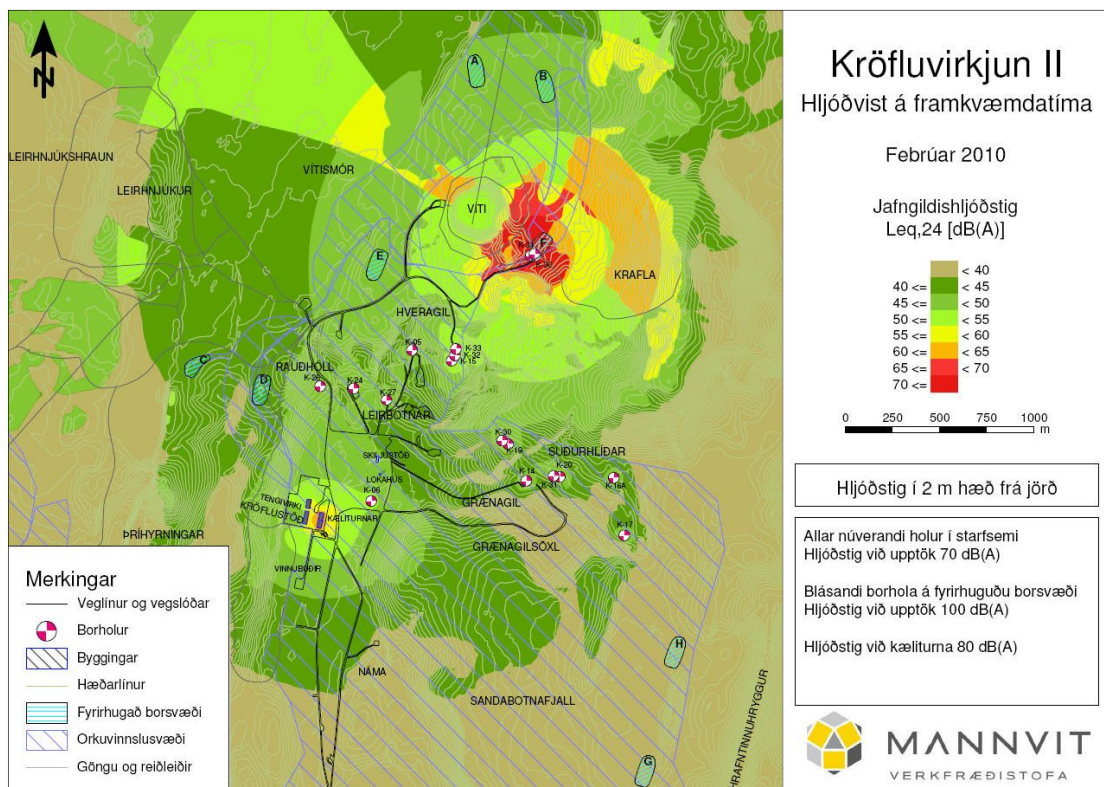
- **Mynd 9.40:** Borsvæði E, þaðan sem mestra áhrifa mun gæta við Víti.
- **Mynd 9.41:** Borsvæði B, norðan Vítis.
- **Mynd 9.42:** Borsvæði F, þaðan sem mestra áhrifa mun gæta í vesturhlíð Kröflu.
- **Mynd 9.43:** Borsvæði C, þaðan sem mestra áhrifa mun gæta í grennd við Leirhnjúk, einkum suður af honum.
- **Mynd 9.44:** Borsvæði H, þaðan sem mestra áhrifa mun gæta við Hrafninnuhrygg.



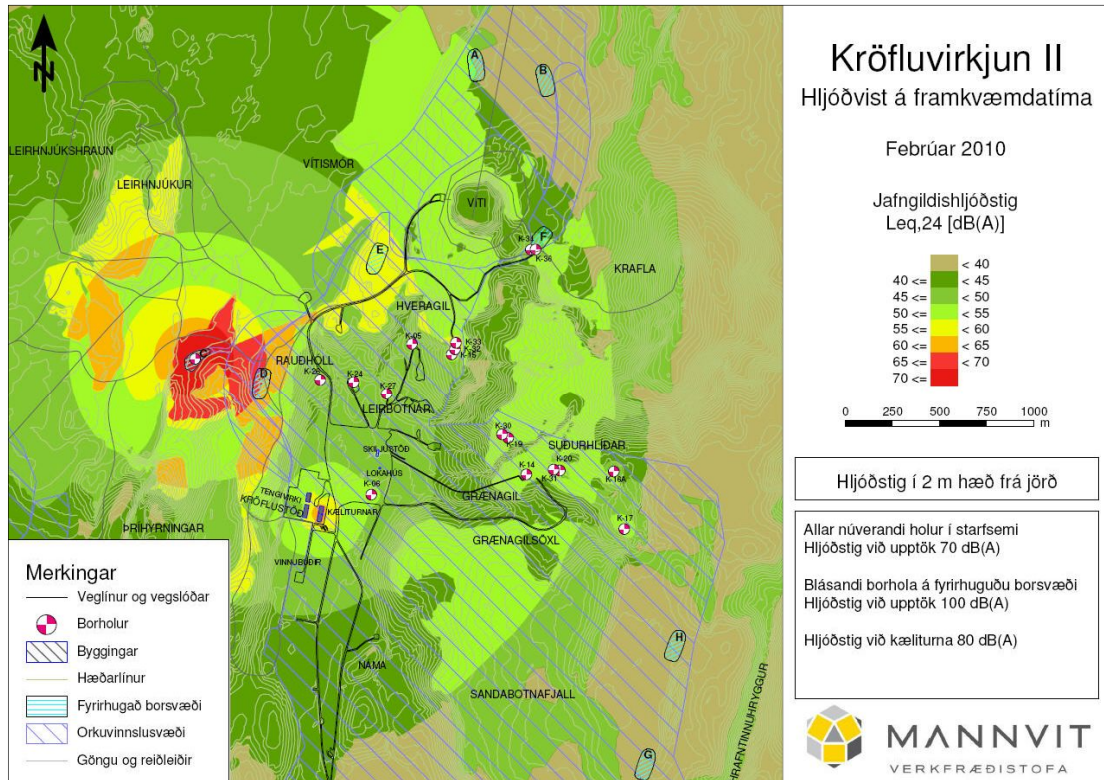
Mynd 9.40 Reiknað hljóðstig frá borsvæði E í blæstri. Hljóðstig næst borsvæðinu verður um 100 dB(A). Einnig er sýnt hljóðstig við kæliturna við Kröflustöð og borholur í rekstri (viðauki 9).



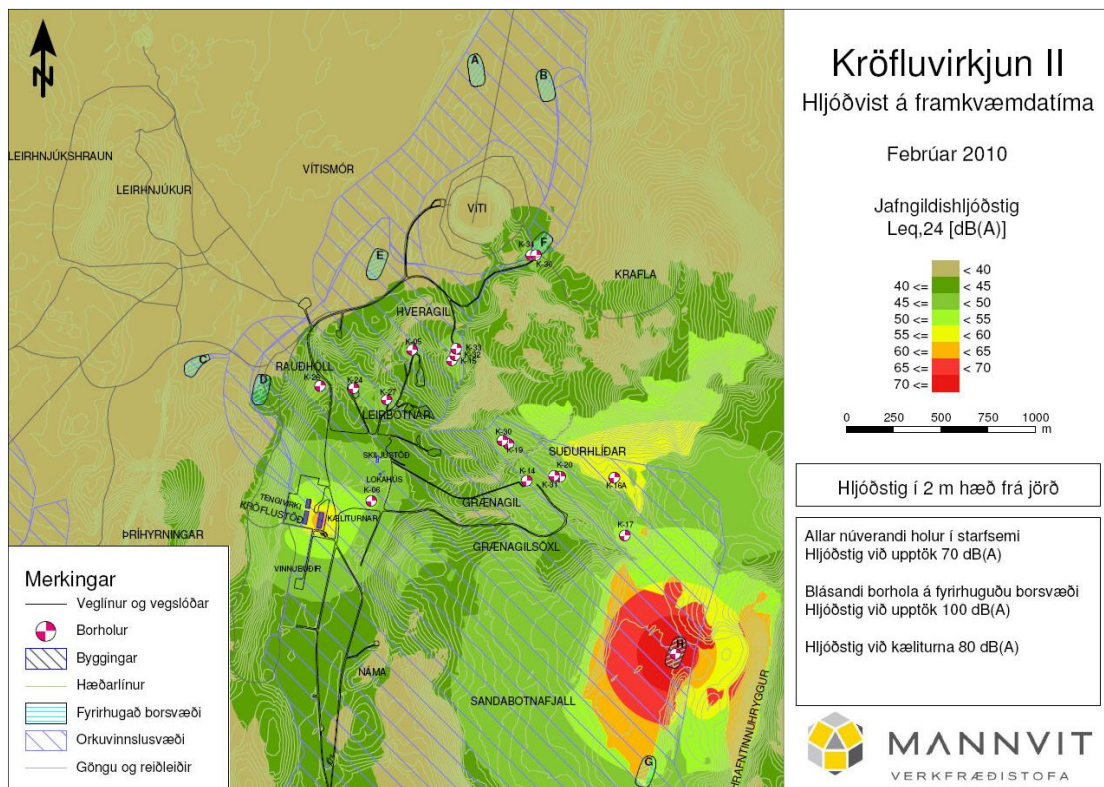
Mynd 9.41 Reiknað hljóðstig frá borsvæði B í blæstri. Hljóðstig næst borsvæðinu verður um 100 dB(A). Einnig er sýnt hljóðstig við kæliturna við Kröflustöð og borholur í rekstri (viðauki 9).



Mynd 9.42 Reiknað hljóðstig frá borsvæði F í blæstri. Hljóðstig næst borsvæðinu verður um 100 dB(A). Einnig er sýnt hljóðstig við kæliturna við Kröflustöð og borholur í rekstri (viðauki 9).



Mynd 9.43 Reiknað hljóðstig frá borsvæði C í blæstri. Hljóðstig næst borsvæðinu verður um 100 dB(A). Einnig er sýnt hljóðstig við kæliturna við Kröflustöð og borholur í rekstri (viðauki 9).



Mynd 9.44 Reiknað hljóðstig frá borsvæði H í blæstri. Hljóðstig næst borsvæðinu verður um 100 dB(A). Einnig er sýnt hljóðstig við kæliturna við Kröflustöð og borholur í rekstri (viðauki 9).

Samkvæmt reglugerð nr. 724/2008 um hávaða má hljóðstig á iðnaðarsvæði ekki fara yfir 70 dB (A) og ekki yfir 40 dB(A) á útivistarsvæðum í dreifbýli. Þetta á til dæmis við um svæði eins og Víti, Leirhnjúk, Kröflu og Hrafninnuhrygg. Reikningar á hljóðstigi við helstu ferðamannastaði á Kröflusvæðinu sýna að hljóðstig mun fara yfir viðmiðunarmörkin á meðan borholur verða í blæstri. Um tímabundið ástand er að ræða en borholur eru yfirleitt látnar blása í 1-6 mánuði að borun lokinni.

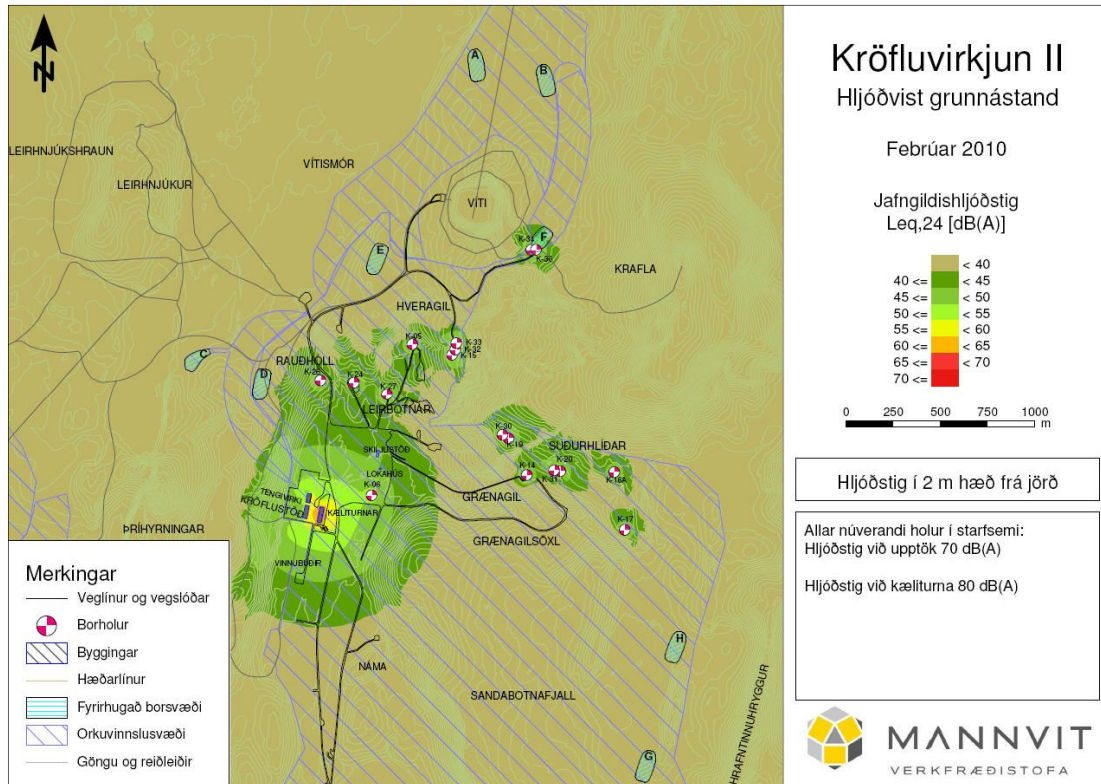
Hér á eftir er fjallað um áhrif á helstu ferða- og útivistarsvæði í grennd við framan-greind borsvæði:

- Blásandi borholur á borsvæði E munu hafa mest áhrif á nágrenni Vítis (**mynd 9.40**). Meðfram hluta Vítis fer hljóðstig yfir 60 dB(A), eða yfir viðmiðunarmörkin, meðal annars á stórum hluta göngustígs að og í grennd við Víti og á bílastæðinu vestan við. Á hluta gönguleiðar norðan Vítis verður hljóðstig 60-64 dB(A) vegna hávaða frá borholum í blæstri á borsvæði B sem er einnig yfir viðmiðunarmörkunum (**mynd 9.41**).
- Í vesturhlíð Kröflu mun hávaði frá borholum í blæstri á borsvæði F fara yfir 60 dB(A) (**mynd 9.42**) sem er yfir viðmiðunarmörkunum.
- Í suður- og austurhlíð Leirhnjúks, á gönguleiðum og leirhverasvæði, verður hljóðstigið yfir viðmiðunarmörkunum vegna hávaða frá nokkrum borholum í blæstri. Mestu áhrifin á þessu svæði verða frá borsvæði C. Vegna hávaða þaðan verður hljóðstig í suður- og austurhlíð Leirhnjúks 55-59 dB(A) og 60-64 dB(A) nokkru sunnar (**mynd 9.43**). Gönguleiðir að Leirhnjúki og nágrenni liggja vestan við borsvæði E og norðan við borsvæði D (sjá **mynd 7.3**). Hljóðstig á gönguleiðinni sem er næst borsvæði D verður yfir 70 dB(A).
- Út frá borsvæðum á Sandabotnafjalli mun hávaði berast yfir hrygginn á milli borsvæðanna og Hrafninnuhryggjar. Hljóðstig í vesturhlíð Hrafninnuhryggjar verður 60-65 dB(A) þegar borholur á borsvæði H verða prófaðar (**mynd 9.44**) sem er yfir viðmiðunarmörkunum.

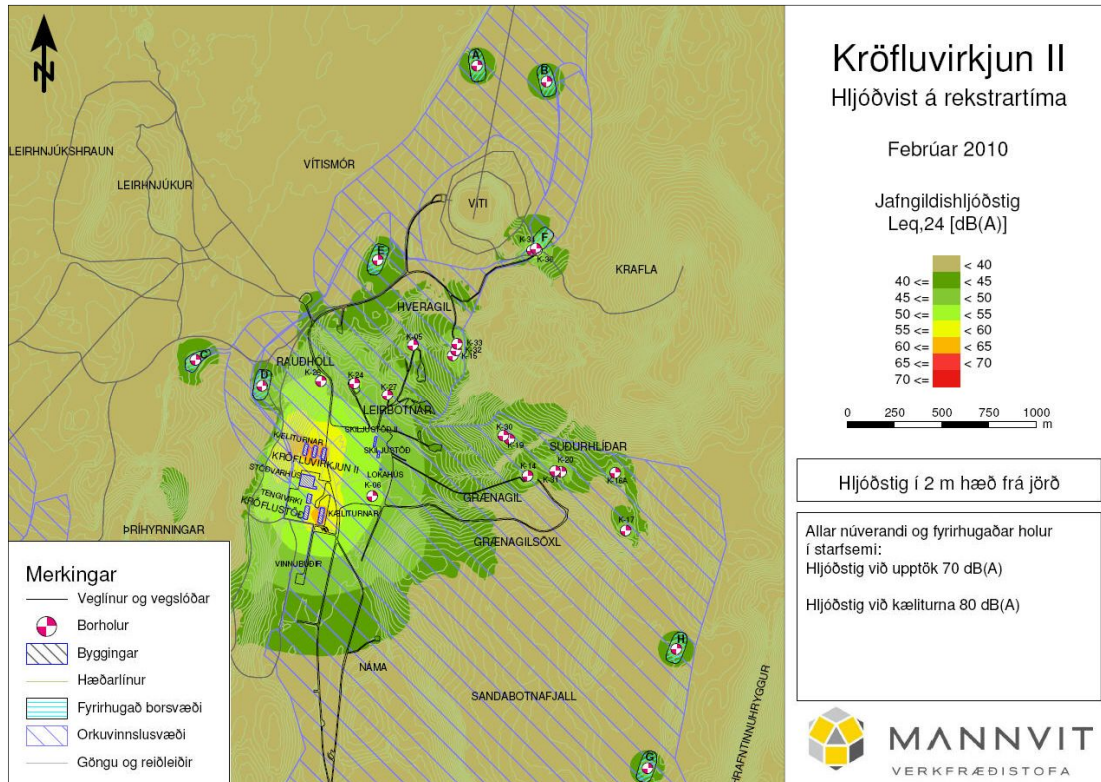
Talið er að hávaði við framkvæmdir muni hafa talsvert truflandi tímabundin áhrif á ferðamenn. Einnig mun aukin umferð þungaflutningabíla með byggingarefni og jarðefni úr námum hafa nokkuð neikvæð tímabundin áhrif á upplifun þessara ferðamanna. Um sjónræn áhrif á ferðamenn er fjallað í kafla 9.7.

Áhrif á rekstartíma: Á rekstartíma er búist við að hljóðstig á Kröflusvæðinu verði nokkuð stöðugt. Helstu hljóðuppsprettur frá fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II verða stöðugur niður frá útblásturshljóðdeyfum við stöðvarhús, kæliturnum, vélasal og borholum í rekstri. Búist er við að umferð á rekstartíma Kröfluvirkjunar II verði lítið meiri en nú er á svæðinu. Því er talið að áhrif aukinnar umferðar á rekstartíma Kröfluvirkjunar II verði óveruleg.

Í tengslum við mat á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II var reiknað núverandi hljóðstig frá kæliturnum við Kröflustöð og núverandi borholum í rekstri (sjá **mynd 9.45**) og borið saman við hljóðstig frá kæliturnum við stöðvarhús fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II og fyrirhuguðum borholum í rekstri (**mynd 9.46**).



Mynd 9.45 Reiknað núverandi hljóðstig frá útblásturshljóðdeyfum við Kröflustöð og borholum í rekstri. Næst Kröflustöð (frá kæliturnum) er hljóðstig 80 dB(A) og næst borholum í rekstri 70 dB(A) (**viðauki 9**).

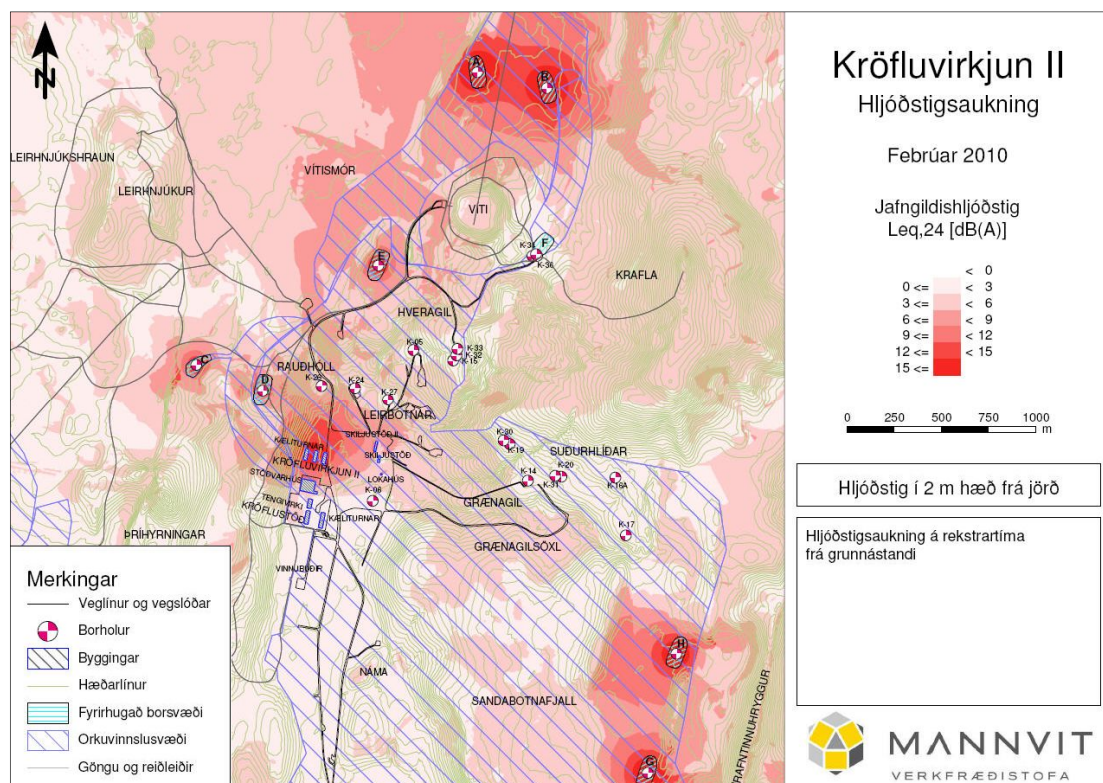


Mynd 9.46 Reiknað hljóðstig frá kæliturnum við fyrirhugaða Kröfluvirkjun II og borholum í rekstri. Næst núverandi og fyrirhugaðri Kröflustöð er hljóðstig 80 dB(A) og næst núverandi og fyrirhuguðum borholum í rekstri 70 dB(A). Á myndinni er einnig sýnt reiknað hljóðstig frá kæliturnum við Kröflustöð og núverandi borholum (**viðauki 9**).

Á mynd 9.47 er sýnd reiknuð aukning á hljóðstigi á Kröflusvæðinu að loknum fyrirhuguðum framkvæmdum frá því sem nú er, það er þegar Kröfluvirkjun II og fyrirhugaðar borholur eru í rekstri. Eins og gefur að skilja er mesti munur á hljóðstigi á „nýjum“ svæðum, það er þar sem ekkert er fyrir í dag. Mesta aukningin á hljóðstigi verður við borsvæðin norðan Vítis (borsvæði A og B), á Sandabotnafjalli (borsvæði G og H) og við kæliturna Kröfluvirkjunar II. Á þessum svæðum verður hækkun hljóðstigs á bilinu 6-14 dB(A). Hækkun á hljóðstigi á öðrum nýjum svæðum verður svipuð í hljóðstigum talið en á mun minna svæði. Annars staðar á Kröflusvæðinu, þar á meðal við Leirhnjúk og í grennd við Víti, breytist hljóðstig lítið, hækkar eingöngu um 2-4 dB(A).

Af framangreindu leiðir að áhrif hávaða á rekstrartíma á ferðamenn eru talin verða óveruleg á svæðum þar sem starfsemi/borholur eru nú til staðar. Við mat áhrifum af völdum hávaða á nýjum svæðum er haft í huga að þau eru fáfarnari en önnur svæði á Kröflusvæðinu. Áhrif hávaða frá borsvæðum A og B á ferðamenn sem leggja leið sína upp á Víti eða um göngustíga við Víti eru talin verða lítil.

Hvað varðar borsvæði á Sandabotnafjalli má ætla að ferðamenn sem leggja leið sína á Hrafninnuhrygg geti orðið fyrir nokkuð neikvæðum áhrifum vegna hávaða frá borholum í rekstri á fjallinu. Mismunur á hljóðstigi í vesturhlíð Hrafninnuhryggjar og ofan á honum fyrir og eftir framkvæmdir verður 6-8 dB(A).



Mynd 9.47 Mismunur á núverandi hljóðstigi mannvirkja í rekstri og hljóðstigi eftir að fyrirhuguðum framkvæmdum líkur (reiknað hljóðstig) (viðauki 9).

Mótvægisáðgerðir

Leitast verður við að láta borholur sem næstar eru vinsælum ferðamannastöðum (borsvæði B, A, C og D) blása utan megin ferðamannatímans. Framkvæmdaraðili leggur

mikla áherslu á að farið verði um svæðið með fyllstu aðgát til að lágmarka allt jarð-rask eins og Landsvirkjun gerir kröfur um til verktaka og þjónustuaðila.

Niðurstaða

Áhrif eru talin nokkuð jákvæð vegna fjölda atvinnutækifæra sem skapast á framkvæmdatíma. Á rekstrartíma getur aukin raforkuframleiðsla á Kröflusvæðinu haft óbein, veruleg jákvæð áhrif á atvinnulíf í Þingeyjarsýslum ef orkan verður nýtt til atvinnuuppbyggingar þar.

Á framkvæmdatíma er talið að áhrif aukinnar umferðar, ónæðis og hávaða frá borholum í blæstri muni hafa talsvert neikvæð, tímabundin áhrif á ferðamenn.

Á rekstrartíma Kröfluvirkjunar II eru áhrif af auknum umsvifum, svo sem aukinni umferð, á ferðamenn talin verða óveruleg. Áhrif hávaða frá borholum í rekstri á nýjum svæðum (þar sem engin starfsemi er nú) eru talin verða óveruleg til nokkuð neikvæð á ferðamenn.

9.8.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ ÁHRIF Á SAMFÉLAG OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARADILA

Umhverfisstofnun telur hávaðamengun frá borum og borholum í blæstri hafa neikvæð áhrif á upplifun fólks á svæðinu norðan við Víti.

Umhverfisstofnun hefur miðað við að almennt eigi að tryggja að hljóðstig á útivistarsvæðum fari ekki yfir 50 dB(A). Miðað við reynslu af borholum almennt og hljóðkortum í frummatsskýrslu verður hávaði frá borholum töluvert yfir þeim mörkum. Umhverfisstofnun telur því líkur á að hávaði frá borholum í blæstri muni valda þeim sem njóta vilja útivistar á svæðinu ónæði og hafa neikvæð áhrif á upplifun fólks svæðinu og vísar í því samhengi til reynslu af borunum á vestursvæði og á borteig suðaustan við Víti. Þrátt fyrir að sá hávaði verði tímabundinn hverju sinni, verði að líta til þess að um er ræða skilgreint orkuvinnslusvæði en ekki rannsóknaboranir og gert ráð fyrir að boraðar verði viðhaldsholur reglulega.

Mat Umhverfisstofnunar á að hávaði frá borholum í blæstri valdi neikvæðum áhrifum á upplifun ferðamanna virðist vera huglægt og er ekki stutt neinum rannsóknum. Ítrekað er að um tímabundin áhrif er að ræða sem valda því að hljóðstig fer um og yfir 60 dB(A) sums staðar meðan á borunum og prófunum stendur. Eftir að virkjunin er komin í gagnid er gert ráð fyrir viðhaldsborunum á 2-4 ára fresti.

Umhverfisstofnun telur að taka verði mið af því að orkuvinnslusvæðið er nú þegar komið inn á það svæði sem er eftirsóknarverðast til skoðunar fyrir ferðamenn, til að mynda borteigur suðaustan við Víti. Stofnunin telur það hafa veruleg neikvæð áhrif í för með sér að gera ráð fyrir enn fleiri borsvæðum í nánd við þau svæði sem hafa mest gildi fyrir ferðamennsku, enda er það fyrst og fremst náttúra svæðisins sem hefur aðdráttarafl fyrir ferðamenn. Taka verði tillit til hagsmuna ferðamanna í þessu sambandi því eins og fram kemur í frummatsskýrslu sýna nýjustu talningar að um 70 þúsund ferðamenn komi að Kröflusvæðinu ár hvert.

Upplýsingar sem Umhverfisstofnun vísar til um að Víti sé eftirsóknarverðast til skoðunar fyrir ferðamenn eru huglægar þar sem engar talningar liggja þar að baki. Sé litið til talna úr teljara, sem settur var upp árið 2000 á göngustíg að Leirhnjúki, má

sjá að ferðamönnum hefur fjölgað stöðugt. Þannig var fjöldinn, sem fór um hliðið þar sem teljarinn er, um 40.000 árið 2000, 56.000 árið 2007, 62.000 árið 2008 og 75.000 árið 2009. Á þessum tíma stóðu yfir borframkvæmdir með tilheyrandi prófunum. Þrátt fyrir að í niðurstöðu komi fram að áhrif á framkvæmdatíma séu talin verulega neikvæð á ferðamenn, vegna umferðar, ónæðis og hávaða frá borholum í blæstri þá er það skoðun framkvæmdaraðila að hávaði frá blástursprófunum hafi ákveðið aðdráttarafl og veki einnig athygli ferðamanna.

Framkvæmdaraðili mun taka tillit til hagsmuna ferðamanna og sjá til þess aðgengi að Víti og öðrum ferðamannastöðum verði gott meðan á framkvæmdum stendur. Náttúru svæðisins verður ekki breytt að hálfu framkvæmdaraðila við þá ferðamanna-staði sem um er rætt. Þetta er í samræmi við meginmarkmið svæðisskipulags háhitasvæða þar sem fram kemur að „við alla mannvirkjagerð og framkvæmdir skuli taka mið af sérstöðu svæðisins og þess gætt að ekki verði raskað sérstökum jarðmyndunum eða náttúruminum, fágætum tegundum dýra og plantna og búsvæðum þeirra. Þess skuli gætt að viðhalda landslagsheildum eins og framast er kostur.“

Umhverfisstofnun bendir á að fjölfarin gönguleið liggur milli Reykjahlíðar og Leirhnjúks, en frá henni sést ekki í byggðina í Reykjahlíð. Því sé eins og komið sé í óbyggðir eftir að hafa verið í manngerða umhverfinu við Kröflu. Gönguleið liggur einnig vestan Þríhnúka og á hún vaxandi vinsælda að gæta. Þó ekki verði beint rask á gönguleiðum geti ónæðis gætt í nágrenni við Leirhnjúk vegna borsvæðis C.

Hér er fyrst og fremst um tímabundin áhrif að ræða við boranir og blástursprófanir á borsvæði C. Vakin er athygli á að umrætt borsvæði er lítið áberandi frá gönguleið að Leirhnjúki og gönguleiðum frá Leirhnjúki að Reykjahlíð. Þá er svæðið minna en önnur að flatarmáli og rúmar einungis tvær holur. Tímabundið ónæði er því í lágmarki vegna þessa borsvæðis.

Umhverfisstofnun bendir á að hafa verði í huga að umferð um orkuvinnslusvæði er yfirleitt takmörkuð og bönnuð innan ákveðinna svæða vegna hagsmuna framkvæmdaraðila. Hagsmunir ferðamanna og framkvæmdaraðila fari því ekki ávallt saman.

Framkvæmdaraðili hefur lagt áherslu á að aðgangur ferðamanna að vinsælustu ferðamannastöðum við Kröflu sé gott. Í þeim tilgangi hefur meðal annars verið útbúið bílastæði og aðstaða fyrir ferðamenn við upphaf gönguleiðar að Leirhnjúki. Í stöðvarhúsi Kröflustöðvar er rekin upplýsingamiðstöð um virkjunina og náttúru svæðisins. Að mati framkvæmdaraðila getur orkuvinnsla og ferðamennska farið vel saman. Framkvæmdasvæði Kröfluvirkjunar II er á orkuvinnslusvæði samkvæmt staðfestu svæðisskipulagi háhitasvæða og því í samræmi við stefnu sveitarfélagsins um landnotkun á svæðinu.

9.9 FORNLEIFAR

9.9.1 GRUNNÁSTAND

Sumarið 2007 voru fornleifar skráðar á Kröflusvæðinu í tengslum við áform um aukna orkuvinnslu þar sem og á fleiri framkvæmdasvæðum í Þingeyjarsýslum á vegum Fornleifastofnunar Íslands (**viðauki 10**). Áður höfðu fornleifar verið skráðar í Skútustaðahreppi á árunum 1995-1999 (Orri Vésteinsson, 1999, 2000). Í

skráningunum fundust engar fornleifar á núverandi vinnslusvæði Kröfluvirkjunar. Þeir minjastaðir sem fundust í grennd við Kröflu eru Kröflunámur (númer SP 208-128 í fornleifaskrá), sem er heimild um brennisteinsnámur suðvestan við Kröflu og undir austurhlíð Leirhnjúks, og Skarðssel töluvert sunnar (númer SP 208-083 í fornleifaskrá) (sjá staðsetningu á mynd 7.3). Skarðssel eru seltóftir á austurbakka Dal-lækjar, um 150 m austan við núverandi veg að Kröflustöð.

9.9.2 UMHVERFISÁHRIF

Viðmið umhverfispáttá

- Þjóðminjalög nr. 107/2001.

Umfang, einkenni og vægi áhrifa

Fyrirhugað niðurrenslissvæði fyrir skiljuvatn frá Kröfluvirkjun II verður staðsett suður af Skarðsseli (númer SP 208-083) og verður niðurrenslislögn að svæðinu grafin niður í austurjaðri núverandi vegar að Kröflustöð. Lagnarstæðið verður í um 75 m fjarlægð frá Skarðsseli (sjá á mynd 7.3). Vegna fjarlægðar verður Skarðssel ekki fyrir raski þegar lögnin verður grafin niður auk þess sem selið er austan Dal-lækjar.

Önnur minjaverndarsvæði, fyrrum Kröflunámur (númer SP 208-128) suðvestan við Kröflu eru nokkru norðan við fyrirhugaða lagnaleið frá borsvæði H á Sandabotna-fjalli. Litlar líkur eru á því að námurnar raskist við framkvæmdir við borsvæðið. Nú þegar hafa farið fram framkvæmdir í grennd við Kröflunámur og eru þar borsvæði og slóðir. Við allar framkvæmdir hefur þess verið vandlega gætt að hrófla ekki við námunum.

Mótvægisáðgerðir

Ekki er þörf á mótvægisáðgerðum vegna fornleifa þar sem talið er unnt að fara í fyrirhugaðar framkvæmdir án þess að raska þeim.

Niðurstaða

Talið er að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa óveruleg áhrif á fornleifar.

9.9.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ ÁHRIF Á FORNLEIFAR OG SVÖR FRAMKVÆMDARAÐILA

Fornleifavernd ríkisins telur mikilvægt að áfram verði kappkostað að raska ekki því svæði þar sem talið er að Kröflunámur hafi verið. Þá bendir stofnunin á að við Skarðssel (SP 208-083) er um fjölda rústa að ræða. Sú rúst sem næst sé veginum sé í einungis 40 m fjarlægð frá honum Hins vegar skilji Dallækur á milli rústanna og þess svæðis þar sem niðurrenslislögnin verði grafin niður. Þetta ætti að varna því að leifar selsins, tóftir, hleðslur og gata, verði fyrir raski. Engu að síður telur Fornleifavernd ríkisins mikilvægt að verktökum verði gerð grein fyrir tilvist fornleifanna til að koma í veg fyrir að þær raskist af vangá.

Framkvæmdaraðili tekur undir mikilvægi þess að verktökum verði gerð grein fyrir tilvist fornleifa og mun sjá til þess að það verði gert.

10 HEILDARÁHRIF

10.1 SAMANTEKT UMHVERFISÁHRIFA

Jarðhitakerfi og orkuforði:

Við áframhaldandi vinnslu jarðhita á Kröflusvæðinu verður miðað að því að halda áfram sjálfbærri nýtingu. Ef vel tekst til í þeim efnum má búast við að frekari raforkuvinnsla á svæðinu muni hafa óveruleg áhrif á jarðhitakerfið. Þetta mat er þó háð óvissu.

Landslag:

Áhrif á landslag verða mest fyrir norðan og austan núverandi virkjun. Landslagsheildir á því svæði verða fyrir talsvert neikvæðum áhrifum þar sem lítið eða ekkert er af mannvirkjum fyrir eða önnur ummerki framkvæmda. Líklega verða áhrif á landslag hvað mest norðan við Víti sem tilheyrir landslagsheildinni Kröflu. Það skal þó nefnt að þar eru fyrir mannvirki tengd borholum og ferðamönnum.

Af þeim landslagsheildum sem greindar voru í grennd við Kröflu fengu Krafla og Leirhnjúkur hæsta gildið. Leirhnjúkur verður aðeins fyrir óverulegum áhrifum þar sem fyrirhugaðar framkvæmdir ná ekki inn á heildina.

Jarðmyndanir:

Á framkvæmdatíma er á nokkrum stöðum óhjákvæmilegt að eldhraun raskist. Yfirborð þessara hrauna er tiltölulega slétt og þarf því lítið að slétta/skafa þau. Áhrif á þessi hraun eru því metin nokkuð neikvæð. Að öðru leyti verða áhrif á jarðmyndanir óveruleg.

Á rekstrartíma fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II verða áhrif á jarðmyndanir óveruleg.

Líklegt er talið að frekari jarðhitanýting hafi óveruleg áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita ef mótvægisáðgerðir til að takmarka þrýstingslækkun í jarðhitageyminum heppnast vel. Þetta mat er þó háð töliverðri óvissu.

Vatn:

Borvökvi frá borun og affallsvatn frá blástursprófum borholna mun hafa óveruleg áhrif á vatnsverndarsvæði, vatnsból og á vatnafar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

Efnistaka í Sandabotnaskarði hefur óveruleg áhrif á yfirborðsvatn, vatnsverndarsvæði, vatnsból og á vatnafar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

Fyrirhugaðar breytingar á förgun skiljuvatns munu hafa nokkuð jákvæð áhrif á norðurhluta Dallækjar.

Grunnförgun skiljuvatns frá núverandi Kröflustöð og fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II er talin hafa óveruleg áhrif á yfirborðsvatn, vatnsverndarsvæði, vatnsból og á vatnafar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

Lífríki - gróður:

Á framkvæmdatíma verða staðbundin talsvert neikvæð áhrif á mýri austan Vítis við stækkun borsvæðis F. Slík gróðurlendi eru mjög sjaldgæf á Kröflusvæðinu.

Áhrif verða staðbundin, verulega neikvæð á gróður á byggingarreitum mannvirkja, á borsvæðum, á lagnaleiðum, í stæðum vega og slóða, á lagersvæðum, á niðurrenslissvæðum og á efnistökusvæðum. Áhrif á önnur sjaldgæf gróðursamfélög eða tegundir plantna á valista eru talin verða óveruleg.

Á rekstrartíma er talið að áhrif H_2S frá jarðhitavinnslu á Kröflusvæðinu á viðkvæman gróður séu óveruleg. Þó ríkir óvissa um áhrifin þar sem þolmörk gróðurs gagnvart H_2S eru ekki þekkt.

Lífriki - fuglar:

Áhrif Kröfluvirkjunar II eru talin verða óveruleg á varplendi og afkomu fugla.

Lífriki – smádýr:

Á framkvæmdatíma eru talin verða staðbundin, verulega neikvæð áhrif á smádýr á byggingarreitum mannvirkja, á borsvæðum, á lagnaleiðum, í stæðum vega og slóða, á lagersvæðum, á niðurrennsliðum og á efnistökusvæðum. Óveruleg áhrif eru talin verða á sjaldgæfar tegundir smádýra.

Á rekstrartíma Kröfluvirkjunar II eru áhrif á smádýr talin verða óveruleg.

Lífriki - Hveralífverur:

Óvissa ríkir um áhrif fyrirhugaðrar jarðhitavinnslu á örverur á hverasvæðum á Kröflusvæðinu en búast má við að þau verði ekki meiri en geta orðið vegna náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna. Áhrif eru því talin verða óveruleg.

Loft:

Áhrif vegna aukins útstreymis jarðhitalofttegunda, einkum koldíoxíðs (CO_2) og brennisteinsvetnis (H_2S) verða óveruleg.

Ásýnd:

Borsvæði, lagnir og aðkomuvegur að borsvæðum uppi á Sandabotnafjalli koma til með að hafa óveruleg áhrif á ásýnd frá helstu útsýnisstöðum ferðamanna.

Borsvæði, lagnir og aðkomuvegur borsvæða norðan Vítis koma til með að sjást frá norðurbrún Vítis. Lögnin kemur einnig til með að sjást af útsýnispalli á vesturbrún gígsins. Áhrif hér eru nokkuð neikvæð en afturkræf í öllum tilvikum nema fyrir ferðamenn á leið að Víti. Fyrir þá eru áhrifin talsvert neikvæð en afturkræf ef lögnin fylgir veginum alla leið.

Frá Leirhnjúki koma mannvirki til með að sjást tiltölulega lítið. Það verður helst að gufa sjáist tímabundið frá blásandi borholum. Áhrif er metin óveruleg.

Frá útsýnispalli norðan Kröflustöðvar eru áhrif á ásýnd óveruleg vegna þeirra mannvirkja sem fyrir eru á svæðinu.

Samfélag:

Áhrif eru talin nokkuð jákvæð vegna fjölda atvinnutækifæra sem skapast á framkvæmdatíma. Á rekstrartíma getur aukin raforkuframleiðsla á Kröflusvæðinu haft óbein, veruleg jákvæð áhrif á atvinnulíf í Þingeyjarsýslum ef orkan verður nýtt til atvinnuuppbyggingar þar.

Á framkvæmdatíma er talið að áhrif aukinnar umferðar, ónæðis og hávaða frá borholum í blæstri muni hafa talsvert neikvæð, tímabundin áhrif á ferðamenn.

Á rekstrartíma Kröfluvirkjunar II eru áhrif af auknum umsvifum, svo sem aukinni umferð, á ferðamenn talin verða óveruleg. Áhrif hávaða frá borholum í rekstri á „nýjum“ svæðum (þar sem engin starfsemi er nú) eru talin verða óveruleg til nokkuð neikvæð á ferðamenn.

Fornleifar:

Talið er að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa óveruleg áhrif á fornleifar.

Í **töflu 10.1** er samantekt á helstu umhverfisáhrifum fyrirhugaðra framkvæmda á einstaka umhverfisþætti að teknu tilliti til viðmiða, umfangs og einkenna áhrifa.

Tafla 10.1 Samantekt á helstu umhverfisáhrifum fyrirhugaðra framkvæmda á einstaka umhverfisþætti að teknu tilliti til viðmiða og einkenna áhrifa.

Umhverfis- þættir	Jarðhitakerfi og orkuforði	Landslag	Jarð- myndanir	Vatn	Lífriki (kafla 9.5)				Loft	Ásýnd	Samfélag	Fornleifar
	Kafla 9.1	Kafla 9.2	Kafla 9.3	Kafla 9.4	Gróður	Fuglar	Smádýr	Hvera- lífverur	Kafla 9.6	Kafla 9.7	Kafla 9.8	Kafla 9.9
Verulega jákvæð											X ¹⁵	
Talsvert jákvæð												
Nokkuð jákvæð											X ¹⁴	
Óveruleg	X ¹	X ³	X ⁵	X	X ⁸	X	X ¹⁰	X ¹	X ¹	X ¹³	X ¹⁷	X
Nokkuð neikvæð			X ⁴							X ¹¹		
Talsvert neikvæð		X ²			X ⁷					X ¹²	X ¹⁶	
Verulega neikvæð					X ⁶		X ⁹					

¹ Háð óvissu.

² Áhrif á landslagsheildir austan og norðan núverandi virkjunar, það er landslagsheildirnar *Sandabotnafjall*, *Sandabotnaskarð* og *Krafla*.

³ Óveruleg áhrif á aðrar landslagsheildir, það er *Leirhnjúkur*, *Príhryrnigar* og *Leirbotnar*.

⁴ Áhrif á eldhraun.

⁵ Óveruleg áhrif á aðrar jarðmyndanir og á yfirborðsvirkni jarðhita (háð óvissu).

⁶ Staðbundin áhrif á gróður þar sem jarðrask verður.

⁷ Áhrif á mýri, austan Vítis.

⁸ Óveruleg áhrif á gróðursamfélög eða tegundir á válista sem og á viðkvæman gróður á rekstrartíma. Háð óvissu um áhrif af völdum H₂S í gufu.

⁹ Staðbundin áhrif á smádýr þar sem jarðrask verður.

¹⁰ Óveruleg áhrif á sjaldgæfar tegundir smádýra sem og á smádýr á rekstrartíma.

¹¹ Áhrif á ferðamenn vegna borsvæða, lagna og aðkomuvegar norðan Vítis.

¹² Áhrif á ferðamenn á leið að Víti ef lögnin fylgir veginum alla leið.

¹³ Óveruleg áhrif frá helstu útsýnisstöðum ferðamanna, til að mynda frá Leirhnjúki.

¹⁴ Áhrif vegna fjölda atvinnutækifæra á framkvæmdatíma.

¹⁵ Áhrif á rekstrartíma ef raforkuframleiðslan verður nýtt til atvinnuuppbyggingar í Þingeyjarsýslum.

¹⁶ Áhrif á ferðamenn vegna aukinnar umferðar, ónæðis og hávaða frá borholum í blæstri á framkvæmdatíma.

¹⁷ Óveruleg áhrif á ferðamenn af auknum umsvifum á rekstrartíma. Áhrif vegna hljóðs frá borholum á „nýjum“ svæðum eru talin verða óveruleg til nokkuð neikvæð.

10.2 NIÐURSTAÐA MATS Á UMHVERFISÁHRIFUM

Sé litið til **töflu 10.1** sést að þar sem áhrif á umhverfisþátt eru metin talsvert eða verulega neikvæð er í öllum tilvikum um að ræða staðbundin og/eða tímabundin áhrif. Niðurstaða mats á umhverfisáhrifum er því sú að umhverfisáhrif Kröfluvirkjunar II séu innan viðunandi marka. Framkvæmdin mun því ekki hafa umtalsverð umhverfisáhrif.

10.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ HEILDARÁHRIF OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARAÐILA

*Umhverfisstofnun vekur athygli á að hvorki í **töflu 10.1** né umfjöllun um heildaráhrif í kafla 10 er mat á því hver verði umhverfisáhrif framkvæmda í heild sinni að teknu tilliti til áhrifa á alla umhverfisþætti heldur eingöngu mat á heildaráhrifum framkvæmda á tiltekna umhverfisþætti eða áhrifa einstakra framkvæmda á tiltekna umhverfisþætti.*

Bætt hefur verið úr þessu með nýjum kafla hér að framan, kafla 10.2.

*Umhverfisstofnun telur að í **töflu 10.1** vanti „óvissu“ í dálkinn áhrif. Óvissa ríkir um áhrif á einstaka umhverfisþætti s.s. á yfirborðsvirkni og hveraörverur, og því vart hægt að fullyrða að umhverfisáhrif verði óveruleg.*

Að mati framkvæmdaraðila er ekki þörf á dálki um „óvissu“. Vissulega er ekki hægt að fullyrða um að umhverfisáhrifin verði óveruleg enda er í öllum tilvikum í **töflu 10.1** um mat að ræða, háð mismikilli óvissu. Eins og hugtakið ber með sér snýst mat á umhverfisáhrifum um að „meta“ möguleg umhverfisáhrif. Í því mati er ávallt falin óvissa, enda oft byggt á útreikningum, líkangerð og fyrri reynslu af svipuðum framkvæmdum ásamt öðru. Aðferðafræði matsins gengur þó út á að draga úr óvissu eins og kostur er en geta þess um leið á hvaða fyrirvörum matið byggir. Framkvæmdaraðili telur ekki að „raunveruleg“ umhverfisáhrif hljóti alltaf að verða meiri og neikvæðari eins og Umhverfisstofnun heldur fram, þau geta líka orðið minni. Í þessari skýrslu er á nokkrum stöðum getið um óvissuna en ályktanir við mat á áhrifum þó byggt á þeim þáttum sem að ofan greinir.

*Að mati Umhverfisstofnunar gætir ósamræmis í mati á umhverfisáhrifum fyrir einstaka umhverfisþætti. Samkvæmt **töflu 10.1** verða staðbundin áhrif á jarðvegsdýr þar sem jarðrasks gætir talsvert neikvæð en það sama á ekki við um gróður, þ.e. að staðbundin áhrif verði talsvert neikvæð. Mat á áhrifum á gróður virðist heldur ekki endurspegla að óvissu gætir um umhverfisáhrif framkvæmda vegna hugsanlegra áhrifa brennisteinsvetnis. Umhverfisstofnun útrekar fyrri ábendingar um að áhrif á votlendi við Víti hljóti að teljast meira en nokkuð neikvæð miðað við hve verndargildið er metið hátt, sbr. skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands.*

Aftur skal bent á að um er að ræða mat á áhrifum, háð mismikilli óvissu. Að öðru leyti þakkar framkvæmdaraðili framangreindar ábendingar sem eru réttmætar. Leiðréttingar hafa verið gerðar í kafla 9.5.2 og **töflu 10.1**.

*Umhverfisstofnun bendir á að samkvæmt mati fyrir ásýnd í **töflu 10.1** eru áhrif á ferðamenn á leið að Víti nokkuð neikvæð ef lögnin fylgir veginum alla leið og áhrifin talsvert neikvæð vegna borsvæða, lagna og aðkomuvegar norðan Vítis. Þrátt fyrir það séu áhrif frá helstu útsýnisstöðum ferðamanna talin óveruleg. Umhverfisstofnun*

*bendir á að hér sé um ósamræmi að ræða í umfjölluninni þar sem verið er að breyta ásjón lands með nýjum borsvæðum og mannvirkjum, sem sýnileg eru frá helstu útsýnisstöðum þó vissulega verði þau misvel sýnileg. Umhverfisstofnun vekur einnig athygli á að í texta á bls. 150 í frummatsskýrslu segir í umfjöllun um ásjón að áhrifin verði verulega neikvæð fyrir ferðamenn á leið að Víti ef lögnin fylgir veginum alla leið en samkvæmt **töflu 10.1** séu áhrifin talsvert neikvæð (gert ráð fyrir að X^7 í dálknum ásjón eigi að vera X^9 , sbr. skýringar við töflu).*

Í skýrslunni eru helstu útsýnisstaðir ferðamanna skilgreindir. Þetta eru staðirnir Leirhnjúkur, Víti og útsýnispallur norðan Kröflustöðvar. Áhrif frá þessum stöðum eru metið óveruleg. Á öðrum svæðum geta áhrif á ferðamenn verið af öðrum toga, til að mynda á leiðinni upp að Víti og frá norðurbrún Vítis vegna borsvæða, lagna og aðkomuvegar norðan Vítis. Hér er því ekki um ósamræmda umfjöllun að ræða.

Í frummatsskýrslu voru gerð mistök í **töflu 10.1** og í texta á bls. 150 í frummatsskýrslu sem nú hafa verið leiðrétt. Niðurstaða matsins er sú að áhrif á ferðamenn að Víti eru talin talsvert neikvæð ef lögnin fylgir veginum alla leið en nokkuð neikvæð vegna borsvæða, lagna og aðkomuvegar norðan Vítis.

*Umhverfisstofnun telur að **tafla 10.1** gefi ekki nógu góða mynd af heildaráhrifum framkvæmdarinnar og að neikvæð umhverfisáhrif séu metin fremur lágt. Það vekur athygli að algengasta „einkunnin“ í töflunni er „óveruleg áhrif“.*

Settur hefur verið inn nýr niðurstöðukaflí, kaflí 10.2, þar sem lagt er mat á heildaráhrif framkvæmdarinnar. Sú gagnrýni sem er að finna í umsögn Umhverfisstofnunar á að í sumum tilvikum séu umhverfisáhrif metin „fremur lágt“ hefur verið skoðuð vandlega. Í ljósi athugasemda Umhverfisstofnunar hefur matinu verið breytt fyrir gróður á framkvæmdasvæðum og á mýrina austan Vítis. Þessar breytingar hafa ekki áhrif á heildarniðurstöðu matsins.

Að mati framkvæmdaraðila er ekkert óeðlilegt við það að algengasta einkunnin í töflunni séu „óveruleg áhrif“. Um er að ræða svæði þar sem fyrir eru virkjunarmannvirki og reynt hefur verið að takmarka stærð orkuvinnslusvæðis til að hlífa Kröflusvæðinu að stórum hluta.

Umhverfisstofnun kemst að þeirri niðurstöðu, í umsögn sinni, að ef tekið verði tillit til athugasemda stofnunarinnar muni framkvæmdin ekki hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif.

Framkvæmdaraðili ítrekar afstöðu sína, sem fram kemur í kafla 10.2, um að framkvæmdin, eins og henni er lýst í þessari skýrslu, muni ekki hafa umtalsverð umhverfisáhrif. Í því sambandi má benda á að í því ferli sem fram hefur farið með mati á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II hafa umhverfisáhrif verið lágmörkuð eins og framast er unnt án þess að setja framkvæmdasvæðinu skorður umfram það sem ákveðið hefur verið í svæðisskipulagi háhitasvæða og í breyttu aðalskipulagi Skútustaðahrepps sem nú hefur verið auglýst. Þá er framkvæmdin í samræmi við meginmarkmið svæðisskipulags háhitasvæða þar sem fram kemur að við alla mannvirkjagerð og framkvæmdir skuli taka mið af sérstöðu svæðisins og þess gætt að ekki verði raskað sérstökum jarðmyndunum eða náttúruminjum, fágætum tegundum dýra og plantna og búsvæðum þeirra. Þá skuli þess gætt að viðhalda landslagsheildum eins og framast er kostur.

11 EFTIRLIT

Landsvirkjun leggur áherslu á að þekkja umhverfisáhrif starfsemi sinnar og leitast við að draga úr þeim. Til þess að ná stöðugt betri árangri á þessu sviði eru þýðingarmiklir umhverfisþættir vaktaðir og markvisst unnið að úrbótum. Umfangsmikið eftirlit hefur farið fram í tengslum við jarðhitanýtingu á Kröflusvæðinu og verður því haldið áfram með fyrirhugaðri Kröfluvirkjun II.

Í umhverfisstefnu Landsvirkjunar eru skilgreindir þýðingarmiklir umhverfisþættir í starfsemi fyrirtækisins. Upplýsingar um hvern þátt er að finna á heimasíðu fyrirtækisins⁴. Hér á eftir er fjallað um mismunandi þætti í tengslum við áhrif fyrirhugaðrar Kröfluvirkjunar II. Ef eftirlit leiðir í ljós neikvæð áhrif á þá þætti sem skoðaðir eru verður fyrirkomulag viðeigandi rekstrarþáttar endurskoðað í samráði við leyfisveitendur.

Jarðhitasvæðið – Nýting jarðhitaforðans

- Gerðar verða mánaðarlegar mælingar á holutoppsprýstingi og vatnsborði borholna sem og á afli borholna sem blása í hljóðdeyfi.
- Reglulega verður fylgst með afköstum vinnsluhola.
- Fylgst verður áfram reglulega með þrýstingi og hita í jarðhitakerfinu með því að mæla þrýsting og hita niðri í völdum vinnslu- og eftirlitsholum.
- Fylgst verður áfram reglulega með hugsanlegum breytingum á virkni yfirborðsjarðhita með því að kortleggja nýjar jarðhitastöðvar sem og útkulnaðar hitaskellur innan háhitasvæðisins. Tekin verður áfram innrauð mynd úr flugvél á fimm ára fresti til samanburðar við mælingar á jörðu niðri.
- Jarðhitalíkan vinnslusvæða verður endurskoðað á 5 ára fresti, eins og nú er gert ráð fyrir, eða oftar ef þörf krefur og niðurstöður sendar Orkustofnun. Síðan verður gerð vinnsluspá og áhrif hennar á jarðhitakerfið metin til næstu ára.
- Fylgst verður áfram reglulega með hugsanlegum áhrifum djúpförgunar affallsvatns niður í jarðhitageyminn.
- Fylgst verður áfram með skjálftum í jarðhitageyminum á jarðskjálftamælum sem komið hefur verið fyrir í grunnum borholum. Auk þess er svæðið vaktað sérstaklega í landskerfinu (SIL) fyrir Landsvirkjun sem Veðurstofa Íslands rekur.

Frárennsli – Þétti- og skiljuvatn

- Fram munu fara reglulegar mælingar á magni og efnastyrk borholuvökva, skilju-, þétti- og affallsvatns frá Kröfluvirkjun II.

Breyting á landi við vinnslu – Röskun lands

- Fylgst verður áfram með landbreytingum með nákvæmum landmælingum til að fylgjast með hugsanlegu landrasi eða landsigi, ásamt þyngdarbreytingum. Tíðni verður svipuð og undanfarin ár en hún byggir á þeim breytingum sem orðið hafa.

⁴ <http://www.landsvirkjun.is/umhverfismal/umhverfisstjornun/thydingarmiklir-umhverfistaettir/>

Loftgæði – Gas frá jarðhitavirkjunum

- Áfram verða reglulega tekin sýni úr gufuaugum, borholum og í framleiðslurás til að fylgjast með efnasamsetningu gass og hlutfalli gufu. Til viðmiðunar verða áfram mældar helstu gastegundir og samsætuhlutföll gufu í náttúrulegu útstreymi frá jarðhitasvæðinu.
- Áfram verða reglulegar mælingar á styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti umhverfis Kröfluvirkjanir og inni í stöðvarhúsum.
- Settur verður upp síritandi mælir í Reykjahlíð til að mæla styrk brennisteinsvetnis (H₂S) í lofti.

Hávaði

- Fylgst verður með hávaða frá vélum, tækum og öðrum hávaðauppsprettum á framkvæmdasvæðinu.

Yfirborðsvatn og grunnvatn – Nýting grunnvatns

- Fylgst verður áfram með vatnsborði tjarna vestan undir Búrfellshrauni og grunnvatnshæð í borholum í Búrfellshrauni tvisvar á ári.
- Áfram munu fara fram reglulegar efnamælingar í sýnum af yfirborðsvatni, úr Dallæk, nokkrum borholum í Búrfellshrauni, niðurfalli frá Bjarnarflagslóni, Grjótagjá og lindum í Langavogi og Vogaflóa við Mývatn.
- Grunnvatnslíkan af Kröflusvæðinu verður endurskoðað með nýjum gögnum eftir því sem þörf er á.

11.1 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR VIÐ EFTIRLIT OG VIÐBRÖGÐ FRAMKVÆMDARADILA

Umhverfisstofnun leggur áherslu á mikilvægi vöktunar og að liggja verði fyrir aðgerðaáætlun áður en virkjunin tekur til starfa til að hægt verði að grípa strax til viðeigandi aðgerða ef eitthvað bendir til þess styrkur arsens sé meiri en líkanreikningar geri ráð fyrir. Bent er á að Mývatn er Ramsarsvæði og að lífríki við Mývatn sé einstak. Þá segir stofnunin að samkvæmt 4 gr. laga nr. 97/2004 um verndun Mývatns og Laxár skuli forðast að valda spjöllum á vatnasviði Mývatns og Laxár sem raskað gætu vernd vatnsins og árinna samkvæmt ákvæðum laganna, sérstaklega gæðum og rennsli grunnvatns.

Umhverfisstofnun bendir á að ef styrkur arsens reynist hærri en áætlað var væri ekki ásætlanlegt að halda áfram losun affallsvatns út í grunnvatn um óákveðinn tíma þar til búið væri að finna raunhæfar lausnir. Mikilvægt sé vegna sérstöðu Mývatns og við mat á hugsanlegum áhrifum að í því tilviki þar sem Mývatn er „viðtaki“ fyrir þessa losun (með grunnvatnsstraumum), að skoða ekki aðeins styrk efna eftir þynningu í aðrennslisstraumum, heldur leggja einnig mat á heildarákomu þeirra í Mývatn og meta hlut þessarar viðbótar í henni. Losun efna af listum I og II er annað hvort bönnuð eða að það gilda um hana strangar reglur. Þar sem slík losun er leyfð þurfi að setja reglur um hámarksstyrk og/eða leyfilegt hámarksmagn yfir tilgreint tímabil eða á framleiðslueiningu, sjá 12. grein reglugerðar nr. 796/1999 og 11. og 12. gr. reglugerðar nr. 797/1999. Vegna efna af lista I, eins og kvikasilfurs, er mikilvægt að setja upp vöktunaráætlun til þess að fylgjast með hugsanlegum breytingum í styrk efnanna í umhverfinu.

Eins og fram kemur fyrr í þessum kafla munu áfram fara fram reglulegar efna-
mælingar í sýnum af yfirborðsvatni, úr Dallæk, nokkrum borholum í Búrfellshrauni,
niðurfalli frá Bjarnarflaglóni, Grjótagjá og lindum í Langavogi og Vogaflóa við
Mývatn. Að mati framkvæmdaraðila uppfylla þessar mælingar kröfur Umhverfis-
stofnunar um mikilvægi þess að fylgjast með styrk arsens og kvikasilfurs. Hingað til
hafa þessar mælingar ekki sýnt neina aukningu í styrk þessara efna. Þá vill
framkvæmdaraðili benda á að þar sem ráðgert er að farga öllu affallsvatni niður fyrir
vatnsborð Mývatns megi enn síður búast við aukningu í styrk þessara efna með
tilkomu Kröfluvirkjunar II (sjá nánar um förgun skiljuvatns í kafla 4.2.5).
Framkvæmdaraðili telur miðað við rannsóknir á svæðinu að förgun skiljuvatns
grunnt eða djúpt sé það trygg að ekki sé þörf á sérstakri aðgerðaáætlun. Skammtíma
losun á yfirborði (neyðarlosun) kemur ekki til með að hafa áhrif á næsta nágrenni
Mývatns eins og fram kemur í árlegum eftirlitsmælingum. Í ljósi framangreinds er
enn frekar dregið úr líkum þess að efni úr affallsvatni komi fram í Mývatni (sjá nánar
í kafla 9.4.2). Grundvöllur fyrir mati á heildarákomu er því ekki fyrir hendi.

Rétt er að benda á að fyrirliggjandi er samkomulag á milli Landsvirkjunar og
Umhverfisstofnunar um vöktun grunnvatns á Mývatnssvæðinu. Niðurstöðurnar eru
birtar árlega í skýrslu sem sendar eru Umhverfisstofnun.

*Umhverfisstofnun bendir á að vöktunaráætlun þarf að fylgja viðbragðsáætlun, s.s.
vegna vöktunar á arsen í grunnvatni.*

Sjá framangreinda umfjöllun um samkomulag Landsvirkjunar og Umhverfis-
stofnunar um vöktun grunnvatns á Mývatnssvæðinu.

*Í athugasemdum Umhverfisstofnunar við sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum
álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennu-
lína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík segir að fylgjast þurfi með
áhrifum brennisteinsvetnis á gróður og búsvæði sjaldgæfra tegunda og tegunda á
válista á rekstrartíma virkjananna (Kröfluvirkjunar II og Þeistareykjavirkjunar).*

Í kafla 11 er greint frá umfangsmiklu eftirliti sem hefur farið fram í tengslum við
jarðhitánytingu á Kröflusvæðinu. Ítarlegu eftirliti verður haldið áfram með tilkomu
Kröfluvirkjunar II. Eins og fram kemur í kafla 9.3.3 verða mótvægisáðgerðir ekki
settar fram á þessu stigi en viðbrögð við breytingum metin hverju sinni. Ef eftirlit og
rannsóknir leiða í ljós að breytingar á yfirborðsvirkni megi sannanlega rekja til
vinnslu verður leitað leiða til að draga úr áhrifum í samráði við viðkomandi
yfirvöld. *Í athugasemdum Umhverfisstofnunar við sameiginlegt mat á umhverfis-
áhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og
háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík segir að stofnunin
telji mikilvægt að vöktun og mælingar á loftgæðum verði hafnar sem fyrst svo fáist
mælingar til að hafa til samanburðar við mælingar á loftgæðum þegar starfsemi er
hafin.*

Framkvæmdaraðili tekur undir athugasemd Umhverfisstofnunar og undirbýr áætlun
um eftirlitsmælingar.

12 HEIMILDIR

- Anette K. Mortensen, Ásgrímur Guðmundsson, Guðni Axelsson, Halldór Ármannsson, Héðinn Björnsson, Kristján Ágústsson, Kristján Sæmundsson, Magnús Ólafsson, Ragna Karlsdóttir, Sæunn Halldórsdóttir, Trausti Hauksson, Þráinn Friðriksson, 2008. *Jarðhitakerfið í Kröflu. Samantekt rannsókna á jarðhitakerfinu í Kröflu og endurskoðað hugmyndalíkan. ÍSOR-2009/057. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2009/111.*
- Axel Björnsson, 2008. *Jarðhiti á Þeistareykjum, möguleg áhrif virkjunar á jarðhitasvæðið. Háskólinn á Akureyri, raunvísindaskor.*
- Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Freysteinn Sigmundsson, Páll Halldórsson, Jónas Ragnar Sigbjörnsson og Jónas Þór Snæbjörnsson, 2007. *Geothermal Projects in Iceland at Krafla, Bjarnarflag, Gjástykki and Theistareykir. Assessment of geohazards affecting energy production and transmission systems emphasizing structural design criteria and mitigation of risk. Unnið fyrir Þeistareyki ehf., Landsnet hf. og Landsvirkjun.*
- Árni Hjartarson, 2003. *Postglacial Lava Production in Iceland. Í: The Skagafjörður Unconformity, North Iceland, and its Geological History. PhD-thesis, University of Copenhagen. 140 bls. og kort.*
- Ásgrímur Guðmundsson, 1999. *Athugun á mögulegum áhrifum virkjunar í Bjarnarflagi á yfirborðshita í Hverarönd. Orkustofnun, greinargerð ÁsG-99/03.*
- Ásrún Elmarsdóttir, María Ingimarsdóttir, Iris Hansen, Jón S. Ólafsson og Sigurður H. Magnússon, 2003. *Gróður og smádýr á sex háhitasvæðum. Náttúrufræðistofnun Íslands og Líffræðistofnun Háskólans, NÍ-03015. Unnið fyrir Orkustofnun, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun.*
- Freysteinn Sigurðsson, 1997. *Vatnsvernd í Mývatnssveit – Samantekt vegna aðalskipulags. Orkustofnun, FS-97/03.*
- Freyr Þórarinnsson og Bára Björgvinsdóttir, 1980. *Krafla - Námafjall. Grunnvatnshæð. Orkustofnun, greinargerð FP-BB-80/01.*
- Gestur Gíslason, 1999. *Ósnortin hverasvæði. Orkan - innanhússfréttir Orkuveitu Reykjavíkur, nr. 24.*
- Grímur Björnsson og Ómar Sigurðsson, 1999. *Þrívítt reiknilíkan af Kröflusvæðinu. Staða og horfur í janúar 1999. Orkustofnun, greinargerð GrB/Ómar-99/02.*
- Grímur Björnsson, Guðmundur S. Böðvarsson, Helga Tulinius, Ómar Sigurðsson og Sigvaldi Thordarson, 1997. *Áhrif nýborana á suðurhlíðar Kröflu. Áfangaskýrsla um þrívítt reiknilíkan. Orkustofnun. Unnið fyrir Landsvirkjun.*
- Guðmundur Pálmason, 2005. *Jarðhitabók – eðli og nýting auðlindar. Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík, 298 bls.*
- Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Jónsson, 1985. *Mat á jarðvarma Íslands. Orkustofnun, OS-85076/JHD-10.*
- Guðni Axelsson, 2009. *Hugleiðingar um líklega afkastagetu jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og sjálfbæra nýtingu þess. Greinargerð, ÍSOR-09001. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.*

- Guðni Axelsson, Sveinbjörn Björnsson og Valgarður Stefánsson, 2006. *Hvernig á að meta sjálfbæra vinnslugetu jarðhitasvæða?* Erindi og kynningar á Orkuþingi 12.–13. október 2006. Samorka.
- Guðni Axelsson, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Pálmason, Halldór Ármannsson, Helga Tulinius, Ólafur G. Flóvenz, Sveinbjörn Björnsson og Valgarður Stefánsson, 2001. *Um sjálfbæra vinnslu jarðhita.* Erindi og veggspjöld á Orkuþingi 11.–13. október 2001. Orkustofnun.
- Halldór Ármannsson, 2002. *Nokkur atriði varðandi mat á umhverfisáhrifum vegna tilraunaborana á vestursvæði Kröflu.* Orkustofnun, greinargerð HÁ- 2002/01. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Halldór Ármannsson, Magnús Ólafsson og Mozghan Bagheri, 2008. *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2007.* LV-2008/064.
- Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson, 2002. *Efnarannsóknir á vatni úr holum, lindum og gjám í Búrfellshrauni og nágrenni. Undirstöður vöktunar vegna affalls frá jarðhitavirkjunum, Kröflu og Námafjalli.* Orkustofnun, OS-2002/076. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Halldór Ármannsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Magnús Ólafsson, 1998. *Krafla-Námafjall. Áhrif eldvirkni á grunnvatn.* Orkustofnun, OS-98066.
- Halldór Walter Stefánsson, 2000. *Athuganir á fuglum á áhrifasvæði Kröfluvirkjunar.* Náttúrustofa Austurlands fyrir Landsvirkjun.
- Halldór Sverrisson og Jón Guðmundsson, 2000. *Gróðurfar við Kröflu.* Rannsóknastofnun landbúnaðarins fyrir Landsvirkjun.
- Helgi G. Þórðarson, Axel Björnsson og Þorvaldur Vestmann 1985. *Hraunflóðavarnir við Kröflu og Bjarnarflag. Álit nefndar á vegum iðnaðarráðuneytis.*
- Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Sigurgeirsson, Halldór Ármannsson, Hreinn Hjartarson, Magnús Ólafsson, 1999. *Sulfur gas emissions from geothermal power plants in Iceland.* Geothermics, 29 (2000), 525-538.
- Inga Dagmar Karlsdóttir og Guðmundur Guðjónsson, 2002. *Gróðurfar við Kröflu.* Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-02005. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson, 2009. *Jarðminjar á háhitasvæðum Íslands – Jarðfræði, landmótun og yfirborðsummerki jarðhita.* Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09012. Unnið fyrir Orkustofnun.
- Kristján Sæmundsson, 2008. *Krafla Jarðfræðikort, 1:25000.* Landsvirkjun og ÍSOR.
- Kristján Sæmundsson, 1991. *Jarðfræði Kröflukerfisins.* Bls. 24-95 í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), Náttúra Mývatns. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík.
- Landslag ehf. og Mannvit hf., 2009. *Breyting á Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015 vegna Kröfluvirkjunar II og orkuflutningslína. Uppdráttur, greinargerð og umhverfisskýrsla. Tillaga.* Unnið fyrir Skútustaðahrepp.
- Landsvirkjun, 2009a. *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2008.* LV-2008-064.
- Landsvirkjun, 2009b. *Kolefnisspor Landsvirkjunar – Loftslagsbókhald 2008.* LV-2009/065.
- Orkuveita Reykjavíkur, 2010. *Umhverfisskýrsla Orkuveitu Reykjavíkur 2009.*

- Orri Vésteinsson, 2000. *Fornleifar á vinnslusvæði Kröfluvirkjunar*. Fornleifastofnun Íslands. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Orri Vésteinsson, 1999. *Fornleifakönnun -jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi*. Fornleifastofnun Íslands. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Ómar Sigurðsson, 2001. *Áhrif niðurdælingar í holu KG-26 - Spá reiknilíkans um breytingar*. Orkustofnun, greinargerð Ómar-2001/05.
- Ómar Bjarki Smáráson, 2009. *Kröfluvirkjun II og Bjarnarflag - Námukönnun 2008. Hugsanlegar námur fyrir vegi og borplön*. Greinargerð ÓBS/08-09. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Einarsson, P., 1978. *S-wave shadows in the Krafla caldera NE-Iceland, evidence for a magma chamber in the crust*. Bull. Volcanol. 41. 1-9.
- Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007. *Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025*. Unnið af Teiknistofu arkitekta, Gylfi Guðjónsson og félagar ehf., Náttúrustofu Norðausturlands og VGK-Hönnun hf. Sótt af www.teikna.is, 1. febrúar 2008.
- Sólveig K. Pétursdóttir, Snædís Björnsdóttir, Sólveig Ólafsdóttir og Guðmundur Óli Hreggviðsson, 2007. *Lífríki í hverum við Kröflu og Námafjall*. Matís 02-08. Unnið fyrir Orkustofnun.
- Teiknistofa Gylfa Guðjónssonar og Sigurðar J. Jóhannssonar, 1997. *Skútustaðahreppur, Suður-Þingeyjarsýslu. Aðalskipulag 1996–2015*. Greinargerð. Unnið fyrir Skútustaðahrepp með þátttöku Náttúruverndar ríkisins og Skipulagsstofnunar.
- Trausti Baldursson, Ásrún Elmarsdóttir, Kristján Jónasson, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Sigmundur Einarsson, 2009. *Mat á verndargildi 18 háhitasvæða*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09014. Unnið fyrir Orkustofnun.
- Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2009. *Krafla og Bjarnarflag – Afköst borhola og efnainihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2008*. Landsvirkjun, LV-2009/083.
- Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2008. *Krafla og Bjarnarflag – Afköst borhola og efnainihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2007*. Landsvirkjun, LV-2008/071.
- Valgarður Stefánsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Gestur Gíslason, 1977. *Holubréf nr. 7*. Orkustofnun 10 bls.
- Vatnaskil, 2008. *Norðausturland, lokaskýrsla um gerð grunnvatnslíkans í gosbeltinu norðan við Kröflu*. Unnið fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.
- Vatnaskil, 1999. *Mývatn -Grunnvatnslíkan af vatnasviði Mývatns*. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Vegagerðin, 2002. *Verndarflokkun Vegagerðarinnar í: Námur. Efnistaka og frágangur*. Embætti veiðimálastjóra, Hafrannsóknastofnunin, iðnaðarráðuneytið, Landgræðsla ríkisins, Landsvirkjun, Náttúruvernd ríkisins, Samband íslenskra sveitarfélaga, Siglingastofnun Íslands, umhverfisráðuneytið, Vegagerðin og Veiðimálastofnun.
- Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf. og Orkustofnun, 2001. *Stækkun Kröfluvirkjunar í Skútustaðahreppi, Suður-Þingeyjarsýslu um 40 MW, matsskýrsla*. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- VSÓ ráðgjöf, 2009. *Stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýting jarðhitavökvu, matsskýrsla*. Unnið fyrir HS Orku hf.