

Rannsóknaboranir við Kröflu í Skútustaðahreppi

Mat á umhverfisáhrifum Tillaga að matsáætlun





Landsvirkjun

Upplýsingablað

Skýrsla nr: LV-2008/187

Dags: 2008-12-05

Fjöldi síðna:	26	Upplag: 30	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
---------------	----	------------	---

Titill: Rannsóknaboranir við Kröflu í Skútustaðahreppi, Mat á umhverfisáhrifum, Tillaga að matsáætlun

Höfundar: Mannvit verkfræðistofa

Verkefnisstjóri: Albert Guðmundsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: Engir

Útdráttur: Landsvirkjun áformar borun rannsóknahola við kröflu.

Í tillögu að matsáætlun er fyrirhugaðri framkvæmd og framkvæmdasvæði lýst og fjallað um umfang og áherslur umhverfismatsins. Fjallað er um þá umhverfispætti sem teknir verða fyrir í matinu. Jafnframt er tilgreint hvaða gögn eru fyrir hendi sem nýtt verða við matið og hvaða rannsóknir standa yfir eða er fyrirhugað að ráðast í vegna mats á umhverfisáhrifum.

Lykilorð: Kröfluvirkjun, Krafla, stækkun Kröflu, Kröfluvirkjun II

ISBN nr: _____

ISSN nr: _____

Undirskrift verkefnastjóra

Albert Guðmundsson

Rannsóknaboranir við Kröflu Skútustaðahreppi

**Mat á umhverfisáhrifum
Tillaga að matsáætlun**



MANNVIT
VERKFRÆÐISTOFA

Mynd á forsíðu: Núverandi 60 MW_e Kröflustöð í júní 2008.

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	1
1.1	AÐDRAGANDI	1
1.2	MATSSKYLDA FRAMKVÆMDAR OG LEYFI	1
1.3	MARKMIÐ FRAMKVÆMDAR	2
1.4	NÚLLKOSTUR.....	3
2	STAÐHÆTTIR OG UMHVERFI	4
2.1	LANDSLAG	4
2.2	JARÐFRÆÐI	6
2.3	VATN	6
2.4	LÍFRÍKI.....	8
2.4.1	Gróður	8
2.4.2	Dýralíf	8
2.5	VEÐURFAR.....	8
2.6	NÁTTÚRUVÁ	9
2.7	MENNINGARMINJAR.....	9
3	FRAMKVÆMD	10
3.1	INNGANGUR	10
3.2	BORTEIGAR OG BORHOLUR	10
3.3	AÐKOMUSLÓÐIR	10
3.4	PRÓFANIR	11
3.5	EFNISTAKA	11
3.6	FRAMTÍÐARNÝTING	11
4	SKIPULAG OG LANDNOTKUN	12
4.1	STAÐA SKIPULAGS	12
4.2	LANDNOTKUN.....	14
4.3	VERNDARSVÆÐI	14
5	UMHVERFISÁHRIF	16
5.1	AÐFERÐAFRÆÐI OG VIÐMIÐ	16
5.2	TÍMAÁÆTLUN MATS Á UMHVERFISÁHRIFUM	17
5.3	ÁHRIFASVÆÐI OG ÁHRIFAÞÆTTIR	17

5.4	ÁÆTLUN UM MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM	17
5.4.1	Almennt	17
5.4.2	Landslag	18
5.4.3	Jarðmyndanir	18
5.4.4	Lífríki	18
5.4.5	Vatn	19
5.4.6	Skipulag og landnotkun.....	19
6	KYNNING OG SAMRÁÐ	20
6.1	TILLAGA AÐ MATSÁÆTLUN.....	20
6.2	FRUMMATSSKÝRSLA	20
6.3	ATHUGASEMDIR OG ÁBENDINGAR.....	21
7	GÖGN.....	24
7.1	RANNSÓKNIR	24
7.2	HEIMILDIR	25

MYNDIR

Mynd 1	Yfirlitskort af svæðinu við Kröflu og nágrenni.....	5
Mynd 2	Brotakerfi Kröflueldstöðvarinnar (Kristján Sæmundsson, 1991).	7
Mynd 3	Séruppráttur úr Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.....	13

TÖFLUR

Tafla 1	Athugasemdir og ábendingar við drög að tillögu að matsáætlun og viðbrögð framkvæmdaraðila við þeim.....	21
Tafla 2	Yfirlit yfir rannsóknir á Kröflusvæði 2007 til 2008.....	24

TEIKNINGAR

Teikning 1	Yfirlitsmynd af Kröflusvæðinu, fyrirhuguðum rannsóknaborunum og vegslóðum að þeim.	27
-------------------	---	----

1 INNGANGUR

Landsvirkjun áformar að bora allt að fjórar rannsóknaholur við Kröflu í Skútustaðahreppi, í Þingeyjarsýslu. Í þessari tillögu að matsáætlun er greint frá fyrirhugaðri framkvæmd og efnistöfum við mat á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar.

1.1 AÐDRAGANDI

Jarðhitasvæðið í Kröflu er talið vera eitt af þremur stærstu jarðhitasvæðum á Norðurlandi eystra. Landsvirkjun fyrirhugar að reisa nýja jarðhitavirkjun, Kröfluvirkjun II, til viðbótar við núverandi 60 MW_e Kröflustöð.

Fyrirhugaðar eru rannsóknaboranir við Kröflu til að kanna eiginleika jarðhitasvæðisins í Kröflu. Rannsóknirnar eru nauðsynlegur liður í öflun upplýsinga um hversu mikinn vinnanlegan jarðhita sé að finna.

Skipulagsstofnun tók þá ákvörðun, í febrúar 2008, að ekki þyrfti að meta sameiginlega umhverfisáhrif allra framkvæmda vegna álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum til Húsavíkur. Ákvörðunin var kærð til umhverfisráðherra. Samkvæmt úrskurði ráðherra um kærna er ákvörðun Skipulagsstofnunar felld úr gildi og skulu umhverfisáhrif fyrrgreindra framkvæmda metin sameiginlega. Landsvirkjun hefur ákveðið að draga matsáætlun fyrir allt að 150 MW_e Kröfluvirkjun II tilbaka. Áætlað er að leggja fram nýja tillögu að matsáætlun vegna fyrirhugaðrar virkjunar þegar ákvörðun Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun rannsóknaborana við Kröflu liggur fyrir.

Áform um byggingu Kröfluvirkjunar II eru liður í virkjun háhita á Norðausturlandi, það er á Þeistareykjum, í Kröflu, Bjarnarflagi og hugsanlega einnig í Gjástykki, fyrir álver á Bakka við Húsavík eða aðra orkukaupendur. Landsvirkjun, sem er framkvæmdaraðili, hefur rannsóknarleyfi í Kröflu og hefur gert samning við landeigendur um rannsóknar- og nýtingarrétt. Mannvit hf. er ráðgjafi Landsvirkjunar við mat á umhverfisáhrifum.

Framkvæmdasvæðið er í Skútustaðahreppi, sem hefur stjórnarsýsluforræði á orkuvinnslusvæði við Kröflu. 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).

1.2 MATSSKYLDA FRAMKVÆMDAR OG LEYFI

Í 6. gr. og 2. viðauka, t.l. 2 c i, í lögum nr. 106/2000 m.s.b., um mat á umhverfisáhrifum, kemur fram að djúpbörðun og þar með talin börðun rannsóknahola á háhitasvæðum, sé tilkynningarskyld framkvæmd.

Í ljósi aðstæðna óskaði Landsvirkjun hins vegar eftir því að fara með fyrirhugaðar rannsóknaboranir beint í mat á umhverfisáhrifum skv. IV. kafla laganna og hefur Skipulagsstofnun fallist á þá málsmeðferð.

Framkvæmdin er háð eftirfarandi leyfum:

- Rannsóknarleyfi frá iðnaðarráðherra samkvæmt 4. gr. laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu.
- Framkvæmdaleyfi sem Skútustaðahreppur veitir samkvæmt 27. gr. skipulags- og byggingarlaga nr. 73/1997.
- Starfsleyfi sem Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra veitir 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 9.1, 10.4 og 10.7, gr. 5 og 17 í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og IV. kafla reglugerðar nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns.
- Leyfi Fornleifaverndar ríkisins ef hrófla þarf við fornleifum, samkvæmt 10. gr. þjóðminjalaga nr. 107/2001.

1.3 MARKMIÐ FRAMKVÆMDAR

Unnið er að undirbúningi jarðhitavirkjana á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum með það að markmiði að kanna hagkvæmni þess að framleiða um 400 MW_e af rafmagni fyrir álver á Bakka við Húsavík eða aðra orkukaupendur.

Reynslan af orkunýtingu í Kröflu, ásamt rannsóknaborunum og yfirborðsrannsóknnum, gefur til kynna að Kröflusvæðið standi undir aukinni orkuvinnslu. Til að sannreyna þetta er fyrirhuguð borun allt að fjögurra rannsóknahola við Kröflu.

Tilgangur Landsvirkjunar með rannsóknaborunum við Kröflu er að vinna áfram að rannsóknnum á því hversu mikið er unnt að nýta jarðhitasvæðið þar til frekari rafmagnsframleiðslu. Niðurstöður þessara rannsóknaborana eru mikilvægar við gerð langtímaáætlunar um áfangaskipta virkjun jarðhitans við Kröflu. Slík áætlun byggir á jarðhitalíkani af svæðinu og hermireikningum sem munu byggja á reynslu af rekstri þess undanfarna þrjá áratugi.

Í frummatsskýrslu verður greint frá rannsóknaborunum á Kröflusvæðinu undanfarin ár. Gerð verður grein fyrir því hvaða vísbendingar rannsóknaboranir gefa um vinnslugetu svæðisins og hvaða upplýsinga til viðbótar er vænst með fyrirhuguðum rannsóknaborunum.

Gangi rannsóknaboranir að óskum hyggst Landsvirkjun undirbúa allt að 150 MW_e jarðhitavirkjun, Kröfluvirkjun II, en öll undirbúningsvinna er unnin á grundvelli eftirtalinna samninga, stefnu og leyfa:

- Rannsóknarleyfi útgefið af iðnaðar- og viðskiptaráðuneyti þann 31. maí 2002. Leyfið gildir til 31. maí 2009.
- 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 fylgir í kjölfar samkomulags frá því í mars 2006 um staðarval fyrir

hugsanlegt álver á Bakka við Húsavík. Viljayfirlýsingin kveður á um þá vinnu sem Alcoa, ríkisstjórnin og Húsavíkurbær skuldbinda sig til að fara í svo unnt verði að ná niðurstöðu um hvort Alcoa reisir álver á Bakka, sjá heimasíðu ivr.is. Viljayfirlýsingin var framlengd þann 26. júní 2008 af fulltrúum Alcoa, ríkisstjórnar Íslands og Norðurlands, til 1. október árið 2009. Um er að ræða framlengingu og uppfærslu á fyrri viljayfirlýsingu. Í henni kemur fram að haldið verði áfram þeim verkefnum sem aðilar settu sér árið 2006, áður en lokaákvörðun verði tekin um byggingu álvers á Bakka.

- 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. Meðal annars vegna óvissuástands á fjármálamörkuðum er það sameiginleg niðurstaða fyrirtækjanna að fresta rannsóknaborunum um sinn, sem þýðir að ákvörðun um framhald borana mun bíða fram til haustsins 2009. Viljayfirlýsing Landsvirkjunar og Alcoa rann út nú um mánaðamótin október/nóvember. Fyrirtækin munu engu að síður hafa náð samband og samráð um framvindu mála með það að leiðarljósi að framlengja viljayfirlýsingu og halda verkefninu áfram þegar aðstæður leyfa. Framangreind viljayfirlýsing milli ríkisstjórnar, Norðurlands og Alcoa stendur óbreytt og það sama gildir um viljayfirlýsingu milli Landsnets og Alcoa.

Landsvirkjun, Alcoa, Þeistareykir ehf. og Landsnet munu vinna áfram við mat á umhverfisáhrifum verkefnanna; orkufyrirtækin við mat á umhverfisáhrifum rannsóknaborana og virkjana á Kröflu- og Þeistareykjasvæðinu, Alcoa við mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka og Landsnet vegna flutningslína. Þessi vinna er liður í endanlegu mati á umhverfisáhrifum þessara framkvæmda og sameiginlegu mati á þeim.

- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 sem var staðfest af umhverfisráðherra 16. janúar 2008.

1.4 NÚLLKOSTUR

Í frummatsskýrslu verður fjallað um núllkost, það er að ekki verði boraðar rannsóknaholur við Kröflu eins og hér er lagt til.

2 STAÐHÆTTIR OG UMHVERFI

Kröflusvæðið er eitt mest rannsakaða jarðhitasvæðið á Íslandi. Yfirgripsmiklar rannsóknir hafa farið fram á svæðinu undanfarna þrjú áratugi samhliða framleiðslu á 60 MW_e í Kröflustöð I, sem nýtast við að greina umhverfisáhrif frekari rannsóknaborana. Á vegum Landsvirkjunar hafa verið stundaðar ýmsar náttúrufarsrannsóknir í gegnum tíðina. Jafnframt hefur viðamikil vöktun verið í gangi á rekstrartíma Kröflustöðvar til að afla upplýsinga um eðlisástand jarðhitakerfisins.

Hér á eftir verður greint frá staðhættum á svæðinu út frá þeim upplýsingum sem liggja fyrir. Fjallað verður um landslag, jarðfræði, vatn, lífríki, veðurfar, náttúruvá og menningarminjar. Á mynd 1 má sjá yfirlitskort af Kröflusvæðinu og nágrenni.

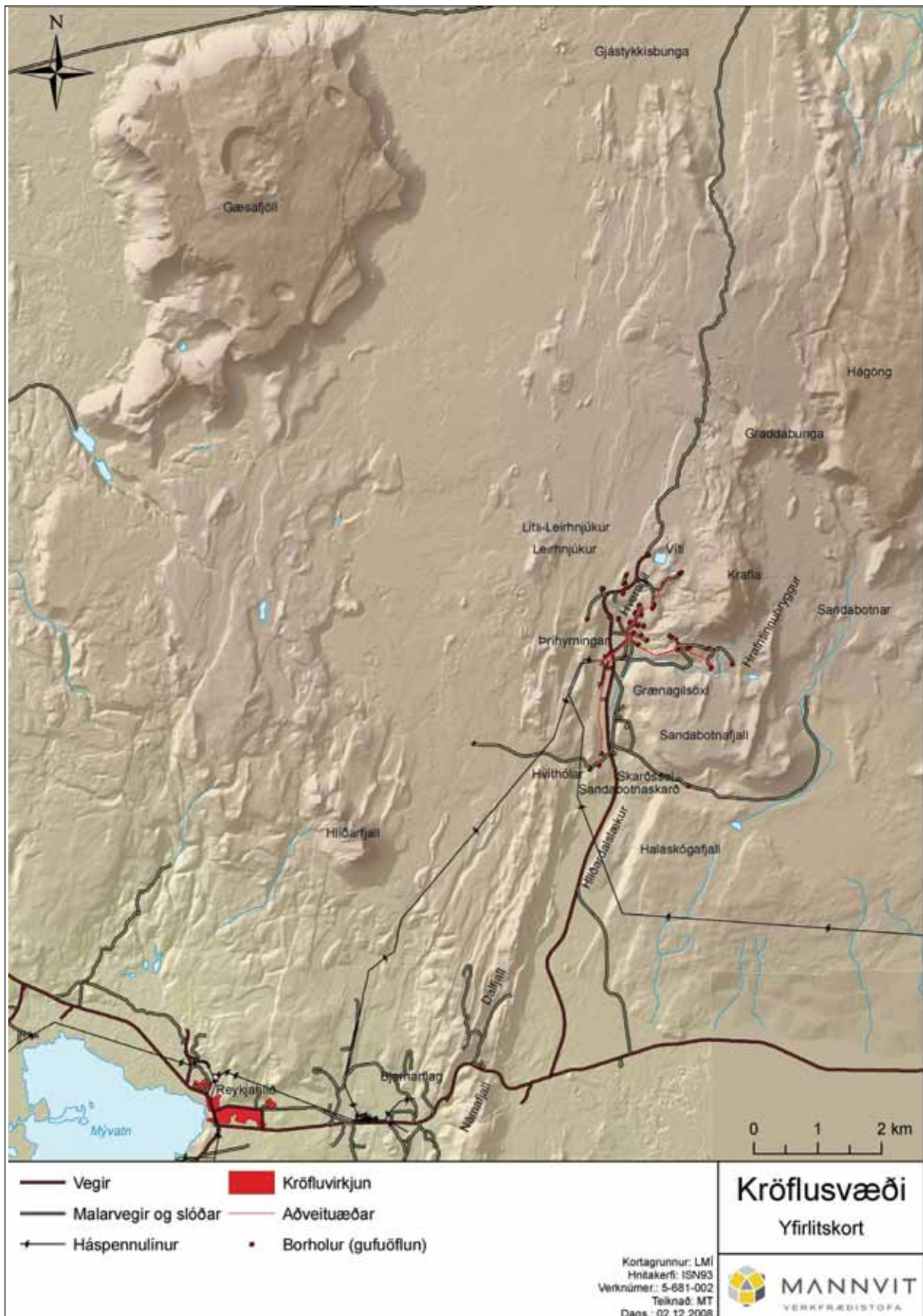
2.1 LANDSLAG

All mikið hálendi rís norðaustur af Mývatni sem einkennist af móbergshryggjum, líparítfjöllum, móbergsstöpum og hraunbreiðum. 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 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 láglandi. Kröfluaskjan er um 80 km² að flatarmáli og hraun þekja um 60% hennar. Síðustu þrjúþúsund árin hefur eldvirkni á Kröflu gosreininni verið alltið og sett áberandi svip á landslagið. Eldvörpin liggja á norðursuður sprungum og mynda misvel formaða gíga. Sumir eru hálfir á kafi en aðrir hafa kaffærst að fullu. Þeir yngstu eru eins og kastalar á hraunbreiðunum. Sprengigígurinn Víti er áberandi jarðmyndun sem varð til í upphafi Mývatnselda 1724 við norðurenda Hveragils við vestanverðar fjallsrætur Kröflu.

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



Mynd 1 Yfirlitskort af svæðinu við Kröflu og nágrenni.

2.2 JARÐFRÆÐI

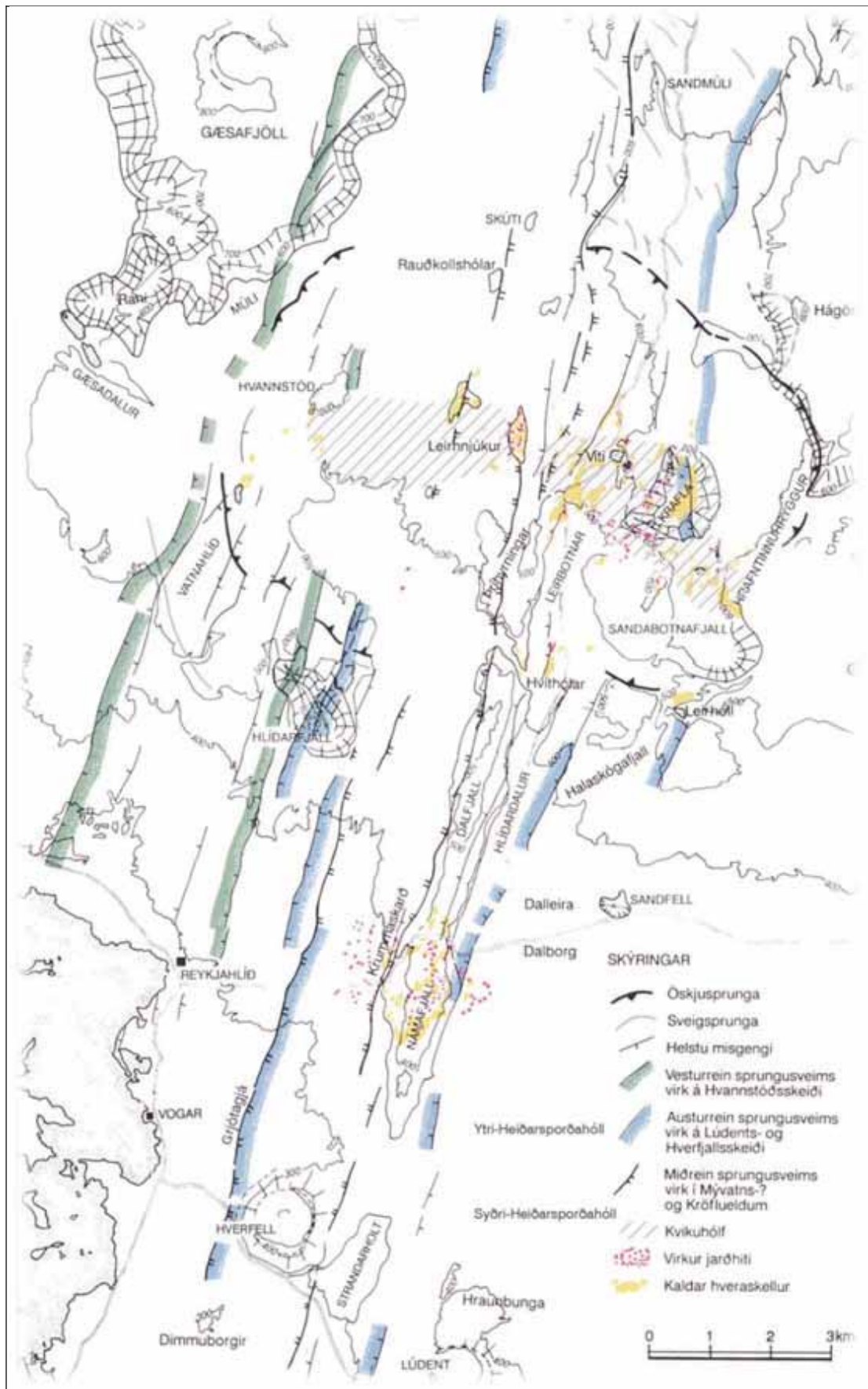
Samkvæmt Kristjáni Sæmundssyni (1991), er megineldstöð á Kröflusvæðinu. Aðdragandi Kröfluhálendisins að vestan, sunnan og austan eru hlíðar þessa eldfjalls. Í því miðju er 8-10 km víð askja og í tengslum við hana kerfi af sveigsprungum. Sprungusveimur liggur langsum eftir jarðhitakerfinu í Kröflu og nær frá Jökulsár-söndum fyrir botni Óxarfjarðar allt suður á móts við Bláfjall. Eldstöðvakerfið allt er þannig nálægt 100 km á lengd. Jarðhiti í Kröflukerfinu er einkum á tveimur svæðum þ.e. í Kröfluöskjunni og kringum Námafjall. Aðal jarðhitasvæðið við Kröflu liggur frá NV til SA austanvert í öskjunni. Þriðja jarðhitasvæðið er í Gjástykki, um 15 km norðar.

Á Kröflusvæðinu eru yfirborðsmerki um jarðhita svo til eingöngu innan öskjunnar og ná yfir um 15 km² svæði (Guðmundur Ómar Friðleifsson o.fl., 2003). Byggt á yfirborðsvirkni og eiginleikum borholuvökva er jarðhitasvæðinu skipt í fimm undirsvæði. Þau eru norðursvæði, Leirbotnar, Suðurhlíðar og Sandabotnar, vestursvæði og Hvíthólar. Aðal jarðhitasvæðið er í eystri sprungusveimnum, austanvert í öskjunni, og liggur frá NV til SA. Mestur er jarðhitinn vestan og sunnan Kröflu og í Leirhnjúki.

Jarðskjálftamælingar hafa sýnt að undir Kröfluöskjunni eru kvikuhólf á 3-7 km dýpi (Páll Einarsson, 1978, 1991). Einhvers konar mitti skilur á milli kvikuhólfanna, austan við Leirhnjúk þar undir sem sprunguvirknin er hvað mest. Jarðhiti er yfir öllu eystra kvikuhólfinu og teygir sig yfir á það vestra þar sem eru Leirhnjúkur og Litli-leirhnjúkur. Síðasta stóra líparítgosið á Kröflusvæðinu var þegar Hrafninnuhryggur myndaðist fyrir um 20 þúsund árum. Kvikuhólfinn og innskotin í rótum jarðhitakerfisins eru varmagjafinn sem heldur svæðinu virku. Innskotapéttleikinn neðan við 1.000 m dýpi er allt að 80% eins og fram hefur komið við rannsóknaboranir. Mörg dæmi eru um hliðstæður í rofnum megineldstöðvum. Á mynd 2, sem er úr grein Kristjáns Sæmundssonar (1991) um jarðfræði Kröflukerfisins, má sjá helstu sprungur og jarðhita á Kröflu- og Námafjallssvæði. Sprungusveimurinn suður úr öskjunni er tvískiptur. Jarðhitinn í öskjunni virðist nátengdur kvikuhólfum í rótum hennar. Kringum öskjuna er kerfi af sveigsprungum (misgengjum, göngum og gossprungum) sem gefa til kynna keilugangasveim (Kristján Sæmundsson, 1991).

2.3 VATN

Ofan úr Kröfluhálendinu renna lækjarsprænur, sem safnast saman í eitt afrennsli í Leirbotnum og rennur þaðan suður Hlíðardal. Hlíðardalslækur, eins og hann er nefndur, tekur auk þess lindarvatn úr Sandabotnaskarði rétt við Skarðssel. Hann liðast eftir dalnum og hverfur að lokum niður í Búrfellshraun, þar sem hann hefur myndað tjarnir, um 4 km sunnan við Þjóðveg eitt. Frá uppbyggingu Kröflustöðvar og eftir að hún fór í rekstur hefur skiljuvatni og þéttivatni frá kæliturnum verið veitt í lækinn. Frá upphafi árs 2002 hefur um 40% skiljuvatns (50-60 l/s) verið dælt niður í jarðhitakerfið. Annars er lítið um vatn á yfirborði, helst leysingarvatn á vorin og oft fram eftir sumri. Úrkoma er að jafnaði lítil og hripar niður í gropin, sprungin hraunin.



Mynd 2 Brotakerfi Kröflueiðstöðvarinnar (Kristján Sæmundsson, 1991).

2.4 LÍFRÍKI

2.4.1 GRÓÐUR

Mývatnssveit, þar með talið Kröfluhálendið, hefur ekki farið varhluta af uppblæstri og áfoki frá móbergs- og eldfjallasvæðum í nágrenninu (Hörður Kristinsson og Helgi Hallgrímsson, 1991). Hins vegar hefur loftslag miklu meiri áhrif á tegundasamsetningu en berggrunnurinn. Svæðið er í 280-600 m y.s. Láglandari hlutinn er fremur snjóléttur eftir því sem gerist á Norðurlandi og því vantar flestar tegundir sem einkenna snjóþung svæði. Kröfluhálendið er hins vegar snjóþungt og þar því ekki mikil fjölbreytni í gróðri.

Náttúrufræðistofnun Íslands tók saman upplýsingar um gróðurfur á jarðhitaréttinda-svæði Landsvirkjunar við Kröflu sem nær yfir u.þ.b. 35 km² lands (Inga Dagmar Karlsdóttir og Guðmundur Guðjónsson, 2002). Gróðurkort í mælikvarðanum 1:25.000 var teiknað ofan á myndkort frá Ísgrafi. Tvö gróðurlendi einkenna Kröflusvæðið, þ.e. mosagróður og mólendi. Undirgróðurlendin eru nokkru fleiri og flokkast öll undir mólendi, það er lyngmói, fjalldrapamói, víðimói, þursaskeggsmói, starmói og fléttumói.

Engar friðaðar plöntutegundir fundust á Kröflusvæðinu í rannsókn sem fram fór árið 2000. Ekki fundust heldur tegundir sem sjaldgæfar geta talist en við Hlíðardalslæk, um tvo kílómetra sunnan við stöðvarhúsið, fannst hvítstör. Sú tegund telst sjaldgæf á Mývatnssvæðinu þó hún finnst víða um norðanvert landið (Halldór Sverrisson og Jón Guðmundsson, 2000).

2.4.2 DÝRALÍF

Fuglalíf á svæðinu umhverfis Kröfluvirkjun var kannað sumarið 2000 (Halldór Walter Stefánsson, 2000) vegna mats á umhverfisáhrifum stækkunar virkjunarinnar og aftur sumarið 2007 (Þorkell Lindberg Þórarinsson og Aðalsteinn Örn Snæþórsson, 2007). Niðurstöður eru sambærilegar við niðurstöður könnunar á fuglalífi á Námafjallssvæðinu sem gerð var í tengslum við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar virkjunar í Bjarnarflagi, það er að fuglalíf á athugunarsvæðinu sé fremur fábreytt. Nánar verður greint frá niðurstöðum athugana í frummatsskýrslu.

Smádýr voru rannsökuð við Hvíthóla í tengslum við gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Alls fannst 131 tegund smádýra á svæðinu. Af þessum tegundum er engin eiginleg jarðhitategund og engin sem telst sjaldgæf á landsvísu (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003).

2.5 VEÐURFAR

Næstu veðurathugunarstöðvar eru í Reykjahlíð, Bjarnarflagi, á Mývatnsöræfum og á Grímsstöðum. Stöðin í Reykjahlíð er í 285 m hæð yfir sjó og í um 8 km fjarlægð frá Kröflustöð, sem er í um 460 m hæð yfir sjó. Meðalhiti í Reykjahlíð er um 2,2°C og meðalúrkoma aðeins um 395 mm á ári. Meðalvindhraði er nálægt 3,6 m/s og logn er algengt í Reykjahlíð. Út frá úrkomu í Reykjahlíð og Grímsstöðum frá 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 að búast má við talsvert meiri úrkomu við Kröflu heldur 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.

2.6 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 árið 1985 áður er umbrotunum við Leirhnjúk lauk. Niðurstaðan þá var 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).

Í febrúar 2007 skipuðu Landsvirkjun, Þeistareykir ehf. og Landsnet hf. hóp sérfræðinga til þess að meta jarðvá fyrir virkjunarstaðina Þeistareyki, Gjástykki, Kröflu og Bjarnarflag á Norðausturlandi, auk línustæða háspennulína frá virkjununum að iðnaðarsvæði við Bakka norðan Húsavíkur (Axel Björnsson o.fl., 2007). Greint verður frá niðurstöðum framangreindrar athugunar í frummatsskýrslu.

2.7 MENNINGARMINJAR

Fornleifaskráning var gerð í Skútustaðahreppi á árunum 1995-1999 (Orri Vésteinsson, 2000). Í síðasta áfanga voru fornleifar skráðar í landi Reykjahlíðar þar sem Kröflustöð er. Engar fornleifar fundust á sjálfu vinnslusvæðinu eða í næsta nágrenni þess. Svæðið í kringum Leirhnjúk var einnig kannað í sambandi við mat á umhverfisáhrifum Bjarnarflagsvirkjunar haustið 1999 en engar mannvistarleifar fundust þar (Orri Vésteinsson, 1999).

Þeir minjastaðir sem næstir eru vinnslusvæðinu eru eftirfarandi:

- Kröflunámur- heimild um brennisteinsnámur. Kröflunámur voru suðvestan við Kröflu og við Leirhnjúk. Á hvorugum staðnum sjást ótvíræð merki brennisteinsnáms.
- Skarðssel-seltóftir. Skarðssel á Hlíðardal. Rústir á austurbakka Dallækjar, vestan undir Sandabotnaskarði.

3 FRAMKVÆMD

3.1 INNGANGUR

Landsvirkjun áformar að bora 3-4 rannsóknaholur á allt að þremur borteigum á Kröflusvæðinu. Fyrirhugaðir borteigar eru annars vegar norður af Víti og hins vegar austur af Sandabotnafjalli (sjá **teikningu 1**).

Virkjunarvegir eru þegar fyrir hendi inn á orkuvinnslusvæði Kröflustöðvar sem koma til með að nýtast að hluta til sem aðkomuvegir. Eins og sjá má á **teikningu 1** þarf þó að bæta við slóðum frá virkjunarvegi að fyrirhuguðum borteigum.

Framkvæmd vegna rannsóknaborana við Kröflu felur í sér gerð aðkomuslóða og borteiga, borun og prófun á rannsóknaholum og efnistöku fyrir borteiga og slóðir.

3.2 BORTEIGAR OG BORHOLUR

Gert er ráð fyrir gerð þriggja borteiga undir fyrirhugaðar rannsóknaborholur. Flatarmál borteiganna verður um 3.500 m².

Borteigur 1 er um 6-700 m norðaustan við Víti og borteigar 2 og 3 á Sandabotnafjalli, um 200 m vestan við Hrafninnuhrygg.

Á borteigum eru útbúin borstæði fyrir hverja borholu. Útbúa þarf stæði fyrir borinn og fylgihluti hans og setja upp svarfþró. Frá dælukari borsins liggur frárennislögn í svarfþróna þar sem allt borsvarf, borleðja og steypusvarf safnast. Úr svarfþrónni verður borvatn sem ekki tapast í holunni leitt í vatnsfarvegi nærri borteig. Í borlok verður svarfi í þrónni ekið burtu og fargað á viðurkenndum stað.

Áætlað er að bora 3-4 rannsóknaholur á borteigunum og eru holurnar boraðar á sama hátt og vinnsluholur. Borun hverrar holu tekur einn til tvo mánuði og má gera ráð fyrir að þær verði um eða yfir 2 km djúpar. Við borun þarf að meðaltali um 40 l/s af vatni til kælingar og skolunar á borsvarfi upp úr holunum. Vatn til borunar verður tekið úr borvatnsveitu í Kröflu um yfirborðslögn. Lögnin verður fjarlægð þegar borun er lokið.

3.3 AÐKOMUSLÓÐIR

Til að komast að borteig 1 yrði farið eftir vegslóð sem liggur frá Víti til norðurs meðfram sprungustykkinu að Hrutafjöllum. Styrkja þarf núverandi vegslóð til norðurs og leggja nýja slóð til austurs inn að borteig til að koma tækjum að (sjá **teikningu 1**). Sú vegslóð yrði um 0,5 km, um 4 m breið og allt fylliefni flutt á staðinn en ekki rutt upp.

Líklegasti kostur á vegslóð að borteigum 2 og 3 á Sandabotnafjalli er út frá núverandi vegi í Grænagili (sjá **teikningu 1**). Að borteig 2 yrði vegslóðin um 1,5 km og þaðan um 0,5 km að borteig 3. Eins og fyrir borteig 1 yrði vegslóðin um 4 m breið og allt fylliefni flutt á staðinn en ekki rutt upp.

3.4 PRÓFANIR

Að lokinni borun eru holurnar láttnar hitna í nokkra mánuði, þeim síðan hleypt upp og þær láttnar „blása“. Samtíms er hegðun holanna mæld sem gefur hugmynd um afl þeirra. Einnig eru tekin sýni af jarðhitavökvanum til að meta gæði og vinnsluhæfni.

Á meðan prófanir standa yfir er hefðbundnum blástursbúnaði og hljóðdeyfi komið fyrir við holurnar en búnaðinn má fjarlægja síðar. Holutopparnir verða varðir með loftuðum skýlum að borun og prófunum loknum. Skiljuvatni frá borholum í blæstri verður fargað með sama hætti og borvatni, það er með plastlögn í nærliggjandi farveg þaðan sem það kemur til með að renna í Hlíðardalslæk. Reynsla þessarar aðferðar er góð og hún hefur verið notuð undanfarna fjóra áratugi á Kröflusvæðinu.

3.5 EFNISTAKA

Á **teikningu 1** eru sýndar námur við Grænagilsöxl og í Sandabotnaskarði. Náman við Grænagilsöxl er opin og í Sandabotnaskarði liggur fyrir framkvæmdaleyfi sveitarstjórnar Skútustaðahrepps fyrir allt að 40.000 m³ efnistöku.

Áætluð efnisþörf vegna rannsóknaborana er um 15.000 m³. Gerð verður áætlun um efnistöku í samræmi við ákvæði í VI. kafla laga nr. 44/1999 um náttúruvernd og sótt um framkvæmdaleyfi ef opna þarf nýjar námur.

3.6 FRAMTÍÐARNÝTING

Fyrirhugaðar rannsóknaboranir við Kröflu eru liður í könnun á því hversu mikinn vinnanlegan jarðhita svæðið býður upp á með það að markmiði að reisa þar nýja jarðhitavirkjun, Kröfluvirkjun II. Gangi þessi áform eftir er gert ráð fyrir að tengja fyrirhugaðar rannsóknaholur við hana.

Eiginleikar jarðhitasvæðis ráða miklu um staðsetningu virkjunarmannvirkja. Einnig skiptir landfræðileg lega máli þegar litið er til flutnings á gufu, rafmagni og heitu vatni. Erfitt getur reynst að flytja vökva frá vinnsluholum upp í móti, þannig að skiljustöð verður helst að liggja lægra í landi en holurnar. Þá getur efnasamsetning jarðhitavökvans valdið því að tæknilega sé erfiðara að virkja jarðhita á sumum svæðum en öðrum. Jafnframt skiptir máli við hönnun og staðsetningu mannvirkja að virkjunin verði hagkvæm og áhrifum hennar á umhverfi verði haldið í lágmarki.

Í frummatsskýrslu um rannsóknaboranir verður birt afstöðumynd sem mun sýna mannvirkjareiti fyrir helstu byggingar, svo sem stöðvarhús, kæliturn og skiljustöðvar Kröfluvirkjunar II. Einnig verða sýndar fyrstu hugmyndir að hugsanlegum borteigum, legu vega innan orkuvinnslusvæðis og lagnaleiða frá borholum að skiljustöðvum og þaðan að stöðvarhúsi. Hvorki er gert ráð fyrir að sýna útlit mannvirkja né gera grein fyrir mati á umhverfisáhrifum jarðhitavirkjunar í frummatsskýrslu um rannsóknaboranir við Kröflu.

4 SKIPULAG OG LANDNOTKUN

Orkuvinnslusvæðið við Kröflu er í Skútustaðahreppi. Í þessum kafla er greint frá stöðu skipulags, landnotkun á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði og fjallað um hvort svæðið njóti verndar samkvæmt gildandi skipulagsáætlunum og lögum.

4.1 STAÐA SKIPULAGS

Á orkuvinnslusvæði Kröflustöðvar er í gildi ein svæðisskipulagsáætlun, aðalskipulag og deiliskipulag. Auk þess liggur Svæðisskipulag miðhálandis Íslands 2015 að orkuvinnslusvæðinu við Kröflu. Unnið er að breytingu á því með það að markmiði að opna fyrir rannsóknir á jarðvarma vegna hugsanlegrar stækkunar orkuvinnslusvæðis við Kröflu og fyrirhugaðrar orkuvinnslu í Gjástykki (Samvinnunefnd um miðhálandi Íslands, 2008).

Fyrirhugaðar rannsóknaboranir kalla á breytingar á aðal- og deiliskipulagi.

Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum

Fyrirhugað framkvæmdasvæði er skilgreint sem orkuvinnslusvæði í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Í áætluninni eru afmörkuð iðnaðarsvæði til orkuvinnslu ásamt hverfisverndarsvæðum vegna náttúru- og menningarminja. Jafnframt er mörkuð stefna um legu aðkomuvega og flutningslína. Á mynd 3 má sjá sérupprátt fyrir orkuvinnslusvæðið við Kröflu (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

Fyrirhugaðar rannsóknaboranir eru í samræmi við Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

Aðalskipulag

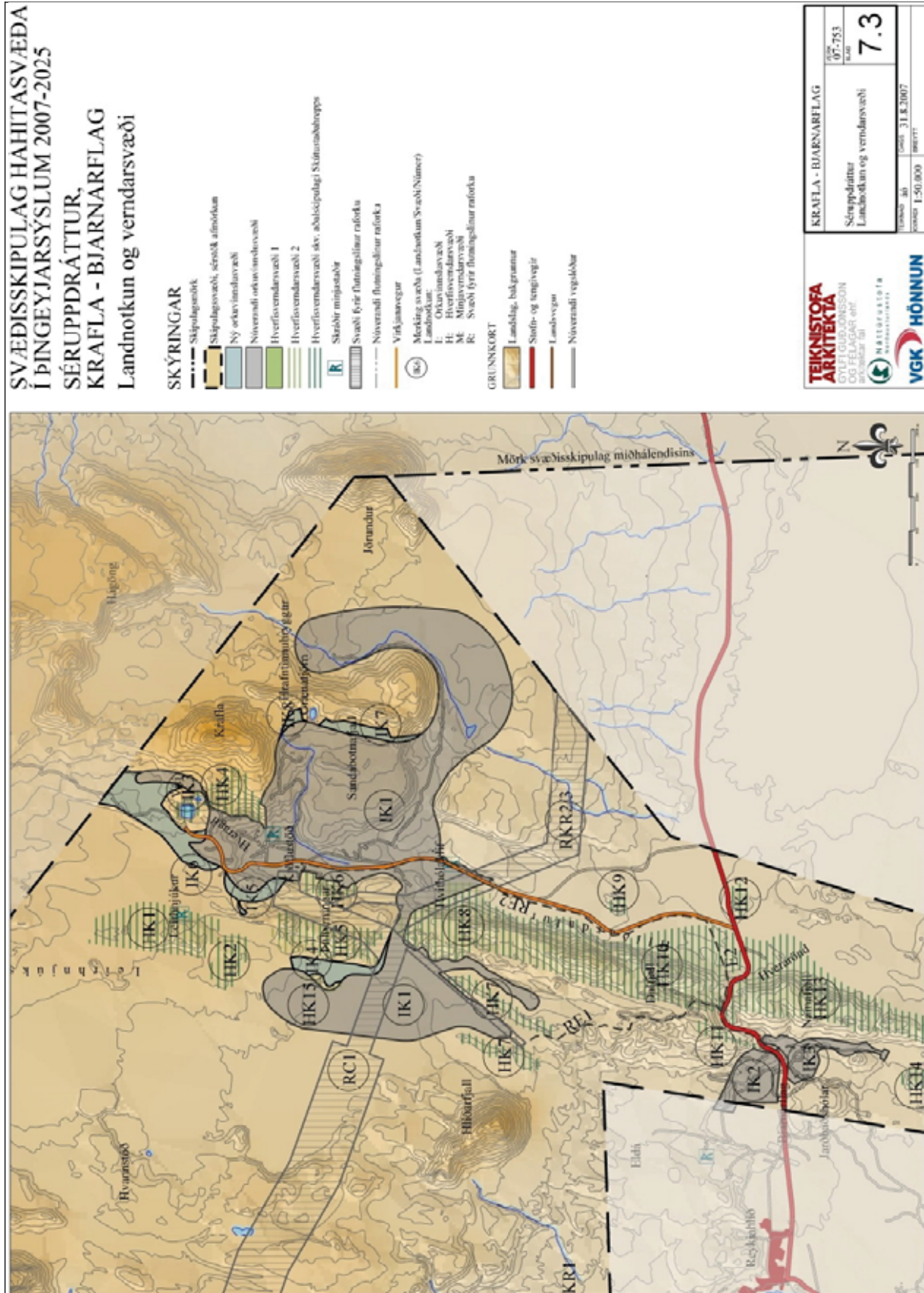
Orkuvinnslusvæði Kröflustöðvar er skilgreint sem iðnaðar- og orkuvinnslusvæði samkvæmt gildandi Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015. Aðalskipulagið var staðfest af umhverfisráðherra þann 31. desember 1996 (Teiknistofa Gylfa Guðjónssonar og Sigurðar J. Jóhannssonar, 1997). Því var breytt vegna stækkunar Kröfluvirkjunar, Bjarnarflagsvirkjunar og Bjarnarflagslínu 1. Þær breytingar voru staðfestar 31. ágúst 2004 og 19. desember 2005 (Landslag, 2004a og 2005).

Áform um rannsóknaboranir á Kröflusvæðinu kalla á breytingu á aðalskipulagi vegna borsvæðis norðan Vítis, sem er utan skilgreinds orkuvinnslusvæðis í Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015.

Deiliskipulag

Gildandi deiliskipulag fyrir Kröflusvæðið er í samræmi við gildandi aðalskipulag (Landslag, 2004b).

Vegna rannsóknaborana þarf að staðsetja nýja borteiga, norðan Vítis og á Sandabotnafjalli á deiliskipulagsupprætti.



Mynd 3 Séruppdráttur úr Svæðisskipulagi háhtasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

4.2 LANDNOTKUN

Núverandi landnotkun á orkuvinnslusvæðinu einkennist af orkuvinnslu og ferðamennsku. Svæðið er hluti af afrétti Skútustaðahrepps og er nýtt sem upprekstrarland fyrir sauðfé (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007). Mikill straumur ferðamanna er í Mývatnssveit á hverju ári og er Kröflusvæðið einn af áfangastöðunum. Kröflustöð er opin almenningi og í samvinnu hagsmunaaðila hafa verið útbúin bílastæði og salernisaðstaða á svæðinu. Þá hafa gönguleiðir verið merktar og lagðar timbri þar sem álag er mikið og hætta er á gróðurskemmdum vegna bleytu og átroðnings.

4.3 VERNDARSVÆÐI

Í frummatsskýrslu verður gerð grein fyrir verndarsvæðum, áhrifum framkvæmdar á þau og samræmi framkvæmdar við verndarákvæði.

Verndun Mývatns og Laxár

Mývatn og Laxá í Suður-Þingeyjarsýslu eru vernduð samkvæmt lögum nr. 97 frá 9. júní 2004. Ákvæði laganna taka til Mývatns og Laxár með eyjum, hólum og kvíslum, allt að ósi árinna við Skjálfandaflóa, ásamt 200 m breiðum bakka meðfram Mývatni öllu og Laxá báðum megin. Auk þess ná lögin til ákveðinna votlendissvæða, ásamt 200 m bakka meðfram vötnum, ám og lækjum. Þá taka lögin enn fremur til vatnsverndar á vatnasviði Mývatns og Laxár.

Mývatn og Laxá eru einnig skráð samkvæmt Ramsarsamningnum, sem er fjölpjóðlegt samkomulag um verndun votlendis sem hefur alþjóðlegt gildi vegna fuglalífs.

Fyrirhugaðar rannsóknaboranir eru utan verndarsvæðis Mývatns og Laxár og er ekki talin hafa áhrif á Mývatn, Laxá eða ofangreind votlendissvæði. Við framkvæmdir verður tekið tillit til þess að vatnsverndarsvæði Mývatns og Laxár nær til Kröflusvæðisins samanber lög nr. 97/2004.

Lög um náttúruvernd

Samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd njóta jarðmyndanir og vistkerfi sérstakrar verndar og skal forðast röskun þeirra eins og kostur er. Þar á meðal eru eldvörp, gervigígar og eldhraun, hverir og aðrar heitar uppsprettur. Hróður og hrúðurbreiður, 100 m² að stærð eða stærri, falla einnig undir vernd en slíkar jarðmyndanir er að finna á Kröflusvæðinu.

Leita skal umsagnar Umhverfisstofnunar og náttúruverndarnefndar viðkomandi sveitarfélags áður en veitt er framkvæmda- eða byggingarleyfi til framkvæmda sem hafa í för með sér röskun jarðmyndana sem njóta sérstakrar verndar. Ekki þarf að leita slíkrar umsagnar ef í gildi er aðalskipulag þar sem umsögn liggur fyrir skv. 33. gr. laga um náttúruvernd að því gefnu að fram hafi farið úttekt á því hvar þær jarðmyndanir er að finna.

Hverfisvernd

Í Aðalskipulagi Skútustaðahrepps 1996-2015 eru afmörkuð hverfisverndarsvæði vegna náttúruvinnu. 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. Alls eru fjórtán svæði afmörkuð sem hverfisverndarsvæði í aðalskipulaginu (Landslag, 2004a og 2005). Í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 eru gerðar lítils háttar breytingar á afmörkun hverfisverndarsvæða og einu bætt við á Kröflusvæðinu (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

5 UMHVERFISÁHRIF

Í þessum kafla er fjallað um aðferðafræði mats á umhverfisáhrifum fyrirhugaðra rannsóknaborhola við Kröflu. Greint er frá því hvaða framkvæmdaþættir eru helst taldir hafa áhrif á umhverfið og á hvaða umhverfisþætti er lögð áhersla við mat á áhrifum.

5.1 AÐFERÐAFRÆÐI OG VIÐMIÐ

Vinna við mat á umhverfisáhrifum hefst með gerð tillögu að matsáætlun. Mikilvægt er að greina eins fljótt og hægt er hvaða áhrif fyrirhuguð framkvæmd getur haft á helstu umhverfisþætti. Einnig fer fram mat á því 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 uppbygginu og rekstri jarðhitavirkjana.
- upplýsingar um staðhætti og umhverfi.
- ábendingar umsagnaraðila, leyfisveitenda, sérfræðinga og annarra er málið varðar.
- niðurstöðu Skipulagsstofnunar úr ákvörðunum og úrskurðum vegna rannsóknaborana í Kröflu, stækkunar Kröfluvirkjunar og rannsóknaborana á Vestursvæði við Kröflu.

Tillaga að matsáætlun er kynnt umsagnaraðilum og almenningi. Eftir það er hún lögð fyrir Skipulagsstofnun til ákvörðunar innan fjögurra vikna að fenginni umsögn leyfisveitenda og annarra aðila. Fallist Skipulagsstofnun á tillögu að matsáætlun er vinnu við mat á umhverfisáhrifum virkjunarinnar haldið áfram með gerð frummatsskýrslu. Telji Skipulagsstofnun að frummatsskýrslan sé í samræmi við matsáætlun og uppfylli þær kröfur sem eru gerðar auglýsir stofnunin framkvæmdina og frummatsskýrsluna. Þar með hefst opinbert kynningarferli. Að því loknu lýkur matsferli með gerð endanlegrar matsskýrslu sem lögð er fyrir Skipulagsstofnun sem gefur sitt álit á því hvort skýrslan uppfylli skilyrði laga nr. 106/2000 m.s.b., 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.

Til að greina og meta áhrif rannsóknaborana á umhverfið er gerð grein fyrir þeim og grunnástandi umhverfisins á og í nágrenni framkvæmdasvæða. Við mat á áhrifum framkvæmda á umhverfisþætti er stuðst við eftirfarandi viðmið:

- Lög og reglugerðir.
- Gildandi skipulagsáætlanir.
- Aðra stefnumörkun stjórnvalda.
- Sérfræðiskýrslur (sjá 7. kafla).
- Umsagnir og athugasemdir sem koma fram við samráð og kynningu.

5.2 TÍMAÁÆTLUN MATS Á UMHVERFISÁHRIFUM

Eftirfarandi er tímaáætlun matsferlisins:

- Nóvember 2008 – drög að tillögu að matsáætlun kynnt á netinu.
- Desember 2008 – tillaga að matsáætlun send Skipulagsstofnun.
- Janúar 2009 – ákvörðun Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun.
- Mars 2009 – frummatsskýrsla til Skipulagsstofnunar.
- Maí 2009 – matsskýrsla til Skipulagsstofnunar.
- Júní 2009 – álit Skipulagsstofnunar.

Ofangreind áætlun er sett fram í samræmi við þá tímafresti sem settir eru í lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 m.s.br.

5.3 ÁHRIFASVÆÐI OG ÁHRIFAÞÆTTIR

Drög að fyrirkomulagi fyrirhugaðra borteiga og aðkomuslóða eru sýnd á **teikningu 1**. Áhrifasvæði vegna rannsóknaborana er næsta nágrenni borteiganna, aðkomuslóðir og möguleg efnistökusvæði.

Lagning vegslóða að borteigunum og gerð þeirra geta valdið beinum áhrifum á umhverfið vegna rasks. Þá munu rannsóknaboranir geta haft áhrif á umhverfið auk þess sem vart getur orðið áhrifa vegna efnistöku í tengslum við framkvæmdirnar ef nýir efnistökuastaðir verða opnaðir. Ekki er gert ráð fyrir öðrum áhrifaþáttum vegna rannsóknaborana.

5.4 ÁÆTLUN UM MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

5.4.1 ALMENNT

Í þessum kafla er greint frá því hvaða umhverfisáhrif fyrirhugaðar rannsóknaboranir geta hugsanlega haft. Fjallað er um hvers konar umhverfisáhrifa er að vænta, hvernig fyrirhugað er að standa að matinu, hvaða gögn og rannsóknir verða nýtt og þær rannsóknir sem talið er að gera þurfi vegna matsins. Eftir því sem við á er einnig fjallað um hvar og hvenær athuganir munu fara fram, hvernig unnið verður úr gögnum til að meta umhverfisáhrifin og með hvaða hætti niðurstöðurnar verða settar fram í frummatsskýrslu. Gerð verður grein fyrir mati á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar á eftirfarandi umhverfisþætti:

- Landslag
- Jarðmyndanir
- Lífríki
- Vatn
- Skipulag og landnotkun

Rannsóknaboranir vegna fyrirhugaðrar aukinnar vinnslu í Kröflu hefur staðið yfir frá árinu 2006. Boraðar hafa verið 7 holur og einni verður bætt við fyrir árslok 2008. Ekki hefur orðið vart umtalsverðra umhverfisáhrifa vegna þessa, hvorki vegna vatnsöflunar og förgunar affallsvatns né vegna útblásturs við prófanir holanna. Ekki

er talin þörf á að meta sérstaklega áhrif fyrirhugaðra rannsóknaborana á loft þar sem um verður að ræða umfangslitla losun jarðhitaloftegunda í takmarkaðan tíma við blástursprófanir á holum.

Að sama skapi verða ekki metin sérstaklega áhrif á samfélag þar sem um er að ræða fá tímabundin störf auk þess sem ferðamenn ættu ekki að verða fyrir meiri áhrifum en vegna núverandi vinnslu og þeirra rannsóknaborana sem í gangi eru og fram hafa farið undanfarin ár.

Ekki er þörf á að meta áhrif á menningarminjar þar sem engar fornleifar fundust á sjálfu vinnslusvæðinu eða í næsta nágrenni þess eins og fram kemur í kafla 2.7.

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

5.4.2 LANDSLAG

Mannvirki núverandi Kröflustöðvar hafa breytt ásýnd svæðisins. Í nágrenni svæðisins liggja einnig háspennulínur. Til viðbótar mannvirkjum á stöðvarhússreit eru meðal annars efnistökusvæði, borholur, skiljustöð, safnæðar og aðveituæðar núverandi virkjunar.

Í frummatsskýrslu verður kannað hvort fyrirhugaðar rannsóknaboranir auki á ásýndaráhrifin, meðal annars með því að setja upplýsingar um sýnileika framkvæmdarinnar fram á korti. Þá verða útbúnar myndir á ljósmyndagrunni sem sýna ásýnd umhverfisins fyrir og eftir boranir. Einnig verður lagt mat á sýnileika frá helstu ferðaleiðum og útsýnisstöðum og hvernig þau áhrif gætu haft áhrif á upplifun ferðamanna á svæðinu.

5.4.3 JARÐMYNDANIR

Fyrirhugaðar rannsóknaboranir geta haft áhrif á jarðmyndanir sé þeim raskað. Jarðmyndanir sem njóta verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd nr. 44/1999 hafa verið kortlagðar og eru merktar inn á skipulagsuppdraetti. Stefnt er að því að rannsóknaboranirnar valdi sem minnstu raski á jarðmyndunum og svæðum þar sem yfirborðsvirkni er til staðar.

Í frummatsskýrslu verður afstaða mannvirkja til sérstæðra jarðmyndana sýnd á uppdráttum. Í ljósi þess verður gerð grein fyrir því hvort og þá hvaða áhrif framkvæmdir kunni að hafa á jarðmyndanir.

5.4.4 LÍFRÍKI

Gróður

Vegslóðar, gerð borteiga sem og jarðhitavökvi og gufa frá blásandi borholum getur raskað gróðri.

Í frummatsskýrslu verður gerð grein fyrir gróðurfari á áhrifasvæði framkvæmda við Kröflu og lagt mat á hugsanleg áhrif á gróður. Mat á áhrifum á gróður mun byggjast

á fyrirbyggjandi gögnum, gróðurkortum og nýlegum vettvangsathugunum Náttúrufræðistofnunar Íslands (sjá kafla 7).

Birt verða gróðurkort og tegundalistar háplantna og gerð grein fyrir plöntutegundum sem teljast sjaldgæfar og eru á válista.

Dýralíf

Framkvæmdir vegna rannsóknaborana geta haft tímabundin áhrif á fugla vegna hávaða við boranir og prófanir auk þess sem búsvæði skerðast.

Í frummatsskýrslu verður gerð grein fyrir dýralífi á áhrifasvæði fyrirhugaðra rannsóknaboranna. Ekki er gert ráð fyrir sérstökum athugunum í þeim tilgangi heldur verður fjallað um hugsanleg áhrif út frá fyrirbyggjandi gögnum, þar á meðal athuganir Náttúrustofu Norðausturlands.

5.4.5 VATN

Í frummatsskýrslu verða áhrif förgunar affallsvatns metin, til að mynda hvort losun vatnsins hafi áhrif á Hlíðardalslæk og á grunnvatn. Greint verður frá þeirri vöktun sem fram hefur farið á áhrifum þessarar förgunar en reynsla þessarar aðferðar er góð eins og fram kemur í kafla 3.4. Því er ekki talin þörf á að skoða aðra kosti við förgun vatns á þessu stigi.

5.4.6 SKIPULAG OG LANDNOTKUN

Framkvæmdin er í samræmi við svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum en ekki í samræmi við aðalskipulag Skútustaðahrepps. Óskað hefur verið eftir breytingum á þessari skipulagsáætlun og er vinna þegar hafin. Fyrirbyggjandi deiliskipulagi orkuvinnslusvæðisins þarf hugsanlega einnig að breyta vegna fyrirhugaðra borsvæða.

Í frummatsskýrslu verður gerð grein fyrir hugsanlegum áhrifum framkvæmda á skipulag og landnotkun. Vísað er til frekari umfjöllunar um skipulag og landnotkun í kafla 4.

6 KYNNING OG SAMRÁÐ

6.1 TILLAGA AÐ MATSÁÆTLUN

Kynning og samráð við gerð tillögu að matsáætlun hefur verið í samræmi við það sem lög um mat á umhverfisáhrifum kveða á um. Auk þess var Skipulagsstofnun, leyfisveitendum og öðrum umsagnaraðilum boðið í vettvangsferð á fyrirhugað framkvæmdasvæði. Þeim stóð einnig til boða að fá fund til að ræða helstu framkvæmdaþætti og umhverfisáhrif fyrirhugaðra rannsóknaborana. Fundað var með fulltrúum Skútustaðahrepps, Umhverfisstofnunar og Orkustofnunar auk skipulags- og byggingarfulltrúa Þingeyinga.

Drög að tillögu að matsáætlun voru aðgengileg á heimasíðum Landsvirkjunar (www.lv.is) og Mannvits hf. (www.mannvit.is) frá 8. nóvember til 26. nóvember 2008. Með birtingunni gafst almenningi kostur á að kynna sér fyrirhugaða framkvæmd og að koma athugasemdum á framfæri við framkvæmdaraðila.

Skipulagsstofnun fær endanlega tillögu að matsáætlun til athugunar. Stofnunin leitar eftir umsögn leyfisveitenda og eftir atvikum annarra aðila. Þá er almenningi einnig heimilt að senda Skipulagsstofnun skriflegar athugasemdir um tillögu að matsáætlun innan tilgreinds tímafrests sem stofnunin setur. Umsagnaraðilar Skipulagsstofnunar fyrir rannsóknaboranir við Kröflu eru eftirtaldir:

- Skútustaðahreppur
- Ferðamálastofa
- Fornleifavernd ríkisins
- Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra
- Orkustofnun
- Umhverfisstofnun

Skipulagsstofnun ber að taka ákvörðun um tillögu að matsáætlun innan fjögurra vikna frá því að tillagan berst stofnuninni.

6.2 FRUMMATSSKÝRSLA

Við gerð frummatsskýrslunnar verður áfram öllum heimilt að koma á framfæri ábendingum og athugasemdum auk þess sem framkvæmdaraðili mun leita álits hjá umsagnaraðilum og Skipulagsstofnun ef þörf krefur.

Á athugunartíma Skipulagsstofnunar mun frummatsskýrslan liggja frammi á aðgengilegum stað nærri framkvæmdasvæði og hjá Skipulagsstofnun í sex vikur, sem jafnframt er sá frestur sem almenningi gefst til að koma skriflegum athugasemdum á framfæri við Skipulagsstofnun. Frummatsskýrslan verður einnig aðgengileg á heimasíðum Landsvirkjunar (www.lv.is) og Mannvits hf. (www.mannvit.is). Gert er ráð fyrir að niðurstöður mats á umhverfisáhrifum og frummatsskýrsla verði kynnt á opnum kynningarfundum.

6.3 ATHUGASEMDIR OG ÁBENDINGAR

Við kynningu og yfirllestur á drögum að tillögu að matsáætlun bárust athugasemdir og ábendingar frá Skipulagsstofnun, Umhverfisstofnun, Skútustaðahreppi Heilbrigðiseftirliti Norðurlands eystra og skipulags- og byggingarfulltrúa Þingeyinga. Þá komu viðbrögð frá Vegagerðinni um að engar athugasemdir séu gerðar við drög að tillögu að matsáætlun. Framkvæmdaraðili þakkar fyrir þessar góðu og gagnlegu athugasemdir og ábendingar. Í **töflu 1** er efni þeirra tekið saman og viðbrögð við þeim sett fram.

Tafla 1 Athugasemdir og ábendingar við drög að tillögu að matsáætlun og viðbrögð framkvæmdaraðila við þeim.

Athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
<i>Skipulagsstofnun:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Að mati Skipulagsstofnunar þurfa í frummatsskýrslu að koma fram upplýsingar um fyrirliggjandi niðurstöður um vinnslugetu Kröflusvæðisins og hvaða niðurstöður til viðbótar þurfa að liggja fyrir til þess að uppfylla það sem segir um tilgang rannsóknaborana. 	Bætt hefur verið inn texta í kafla 1.3 þar sem fram kemur að þessar upplýsingar muni verða settar fram í frummatsskýrslu.
<ul style="list-style-type: none"> Bent er á að í tillögu að matsáætlun verði greint frá því að fjallað verði um hugsanlega framtíðarnýtingu jarðhitasvæðisins við Kröflu í frummatsskýrslu. 	Bætt hefur verið úr þessu með kafla 3.5.
<ul style="list-style-type: none"> Skipulagsstofnun telur að ítarlegri upplýsingar vanti í tillögu að matsáætlun, m.a. nánari upplýsingar um áætlaða stærð borteiga og borstæða, áætlaða dýpt borhola, umfang nýrra vega, borvatnslögn, tímabil prófana og blásturs og áætlaða efnistökuastaði við Grænagilsöxl og í Sandabotnaskarði, það er hvort um opnar námur sé að ræða. 	<p>Bætt hefur verið úr þessu í kafla 3. Þó er ekki fjallað sérstaklega um stærð borstæða heldur borteiga. Hver borteigur er áætlaður um 3.500 m². Áætlað er að bora eina holu á hverjum borteig. Fyrir hverja holu til viðbótar á borteigi þyrfti að stækka hann um 1.000 m².</p> <p>Þá er ekki fjallað sérstaklega um tímabil prófana og blásturs heldur eingöngu lengd slíks tímabils. Hvenær prófanir og blástur fara fram ræðst af því hvenær lokið verður við boranir.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Bent er á að á teikningu 1 þurfi að koma fram öll þau örnefni sem fjallað er um í tillögunni. Stofnunin telur að yfirlitsmyndin mætti vera í stærri mælikvarða, það er á A-3. 	Bætt hefur verið við yfirlitskortu af Kröflusvæði og nágrenni í kafla 2 (mynd 1). Ekki er talin þörf á að hafa yfirlitsmyndina stærri þar sem einungis er verið að horfa til borteiganna þriggja, aðkomuslóða og efnistökusvæða.
<ul style="list-style-type: none"> Skipulagsstofnun telur eðlilegt að í tillögu að matsáætlun verði gerð grein í frummatsskýrslu fyrir losun affallsvatns frá borholum og hvaða áhrif það hafi á Hlíðardalslæk og grunnvatn. 	<p>Umræddir þættir tengjast sjálfum rannsóknaborunum og hefur þeim verið bætt inn sem áhrifaþætti.</p> <p>Vatni hefur verið bætt inn sem áhrifaþætti í kafla 5.4 auk þess sem greint er frá því að metin verði áhrif á Hlíðardalslæk og grunnvatn</p>
<ul style="list-style-type: none"> Bent er á að í kafla 5.3 sé borunar og blásturs sem áhrifaþátta ekki getið. 	Umræddir þættir tengjast sjálfum rannsóknaborunum og hefur þeim verið bætt inn sem áhrifaþætti.
<ul style="list-style-type: none"> Skipulagsstofnun bendir á að við mat á sjónrænum áhrifum og áhrifum á landslag og þá um leið á ferðamenn þurfi að hafa í huga að bæði þau svæði sem fyrirhugað er að bora á eru í nokkurri fjarlægð frá núverandi mannvirkjasvæði Kröfluvirkjunar. 	Framkvæmdaraðili mun taka tillit til þessarar ábendingar við gerð frummatsskýrslu.
<ul style="list-style-type: none"> Bent er á að í kafla 5.4.4 megi koma tilvísun í kafla 7, um fyrirliggjandi gögn um fuglalíf. 	Bætt hefur verið úr þessu.

Tafla 1 (frh.)

Athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
<i>Umhverfisstofnun:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Umhverfisstofnun tekur undir það að ljósmyndagrunnur verði útbúinn sem sýni ásýnd umhverfisins fyrir og eftir boranir. Farið er fram á að sýnt verði hvernig hægt sé að haga borframkvæmdum þannig að sem minnst röskun verði á landi. 	<p>Í kafla 5.4.1 kemur fram að ef niðurstaða mats á umhverfisáhrifum leiðir í ljós neikvæð áhrif verður í frummatsskýrslu gerð grein fyrir hugsanlegum mótvægisáðgerðum til að draga úr umfangi þeirra.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Farið er fram á skýra umfjöllun í frummatsskýrslu um umhverfisáhrif þess að veita skiljuvatni í Hlíðardalslæk. Auk þess fer Umhverfisstofnun fram á að skoðaðir verði aðrir kostir við förgun skiljuvatns. 	<p>Ákveðið hefur verið að meta áhrif þess að veita skiljuvatni í Hlíðardalslæk eins og fram kemur í kafla 5.4.5 í ljósi þeirrar reynslu sem er til staðar á þessari aðferð. Ekki er talin þörf á að skoða aðra kosti við förgun skiljuvatns á þessu stigi.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Þar sem sjaldgæfa gróðurtegundir finnast stundum á jarðhitasvæðum og þar sem brennisteinsmengun virðist drepa mosa telur Umhverfisstofnun mikilvægt að gróður verði kannaður sérstaklega á þeim svæðum sem borteigar munu rísa og að vöktunaráætlun fylgi frummatsskýrslu. 	<p>Eins og fram kemur í kafla 5.4.4 verður í frummatsskýrslu gerð grein fyrir gróðurfari á áhrifasvæði framkvæmda við Kröflu og lagt mat á hugsanleg áhrif á gróður. Í ljósi niðurstöðu mats á umhverfisáhrifum verða í kafla 5.4.1 í frummatsskýrslu settar fram tillögur um vöktun áhrifa ef þörf krefur.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Umhverfisstofnun fer fram á að lögð verði fram gögn í frummatsskýrslu sem sýni að ekki hafi orðið vart neikvæðra umhverfisáhrifa vegna vatnsöflunar og förgunar vegna rannsóknaborana undanfarin ár. Það sama eigi við um útblástur við prófanir á holunum. Þá fer stofnunin fram á að sambærileg könnun verði gerð fyrir nýju holunum. 	<p>Umrædd gögn eru niðurstöður rannsókna og vöktunar á Kröflusvæðinu. Fjallað verður um þessar niðurstöður í frummatsskýrslu. Gert er ráð fyrir að við mat á umhverfisáhrifum rannsóknaborana verði metin áhrif vegna förgunar affallsvatns eins og fram kemur í kafla 5.4.1. Hins vegar er ekki talin ástæða til að skoða sérstaklega áhrif útblásturs við prófanir á holunum þar sem áhrifin eru umfangslítill og tímabundin. Í ljósi reynslunnar eru taldar litlar líkur á umtalsverðum áhrifum.</p>
<i>Skútustaðahreppur:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Sveitarstjórn beinir því til Landsvirkjunar að kannaður verði sá kostur að fara með veg frá holu K-18 að borteig 3 og þaðan á borteig 2 frekar en að fara úr Grænagili að borteig 2 og þaðan að borteig 3. 	<p>Helstu ókostir þess að fara með veg frá holu K-18 eru þeir að á þessari leið eru krappar beygjur, mikið snjóálag í hlíðinni og þungaflutningar þyrftu að fara yfir núverandi borteiga til að komast á borteiga 2 og 3. Fyrirhuguð leið úr Grænagili að borteig 2 og þaðan að borteig 3 sneiðir hjá þessum ókostum.</p>
<i>Skipulags- og byggingarfulltrúi Þingeyinga:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Ekki virðist getið hversu djúpar fyrirhugaðar rannsóknaholur yrðu. 	<p>Bætt hefur verið úr þessu í kafla 3.2.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Ekki virðist fjallað um stærð eða gerð fyrirhugaðra borplana. 	<p>Bætt hefur verið úr þessu í kafla 3.2.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Ekki virðist fjallað um förgun frárennslisvatns í framhaldi af svarfþró. 	<p>Bætt hefur verið úr þessu í kafla 3.2.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Í matsáætlun er óveruleg umfjöllun um fyrirhugaða nýja vegslóða sem fram koma á uppdrætti. Minnt er á að í svæðisskipulagi er gert ráð fyrir sem mestri samþættingu á aðkomuleiðum og lagnaleiðum mögulegrar virkjunar sem hafa skuli í huga þegar aðkomuleiðir að borteigum eru ákvarðaðar. 	<p>Bætt hefur verið úr umfjöllun um vegslóðir í kafla 3.3. Eins og fram kemur í kafla 3.6 verður í frummatsskýrslu birt afstöðumynd sem sýnir mannvirki hugsanlegrar virkjunar, þar með talið lagnaleiðir. Í kafla 5.4.1 kemur fram að ef niðurstaða mats á umhverfisáhrifum leiðir í ljós neikvæð áhrif verði gerð grein fyrir hugsanlegum mótvægisáðgerðum til að draga úr umfangi þeirra.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Óskað er upplýsinga um hvort efnistöknámur við Grænagilsöxl og í Sandabotnaskarði séu opnar eða nýjar. 	<p>Bætt hefur verið úr þessu í kafla 3.5.</p>

Tafla 1 (frh.)

Athugasemdir og ábendingar	Viðbrögð
<i>Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra:</i> <ul style="list-style-type: none">• Heilbrigðiseftirlitið gerir ekki athugasemdir á þessu stigi en vitnar þó til mengunarvarna á eftirlitssvæði sínu er varðar birgðir af olíu og öðrum hættulegum efnum m.t.t. lekabyttna og olíuskilja, frárennislögnum frá húsum/skúrum o.fl. Einnig fráveitumálum sbr. reglugerð nr. 798/1999 um fráveitur og skólp.	Framkvæmdaraðili mun taka tillit til ábendinga Heilbrigðiseftirlitsins um að mengunarvarnir séu uppfylltar auk skilyrða reglugerðar um fráveitur og skólp.

7 GÖGN

7.1 RANNSÓKNIR

Vegna áforma um aukna orkuvinnslu á Kröflusvæðinu hafa ýmsar rannsóknir verið gerðar undanfarin tvö ár eða eru í vinnslu (**tafla 2**). Rannsóknaniðurstöðurnar verða nýttar við matsvinnuna eftir því sem þörf krefur. Auk rannsókna sem getið er í **töflu 2** liggja fyrir ýmis gögn og heimildir sem nýtt verða við mat á umhverfis-áhrifum rannsóknaborana við Kröflu.

Tafla 2 Yfirlit yfir rannsóknir á Kröflusvæði 2007 til 2008.

Umhverfisþáttur	Lýsing á rannsóknum
Jarðhitakerfið og orkuforði	Íslenskar orkurannsóknir vinna að endurskoðun hugmyndalíkans og reiknilíkans fyrir jarðhitakerfið á Kröflusvæðinu til að meta vinnslugetu jarðhitasvæðisins og hugsanleg áhrif á auðlindina. Eftirtaldar rannsóknaholur hafa verið boraðar: KV-01 á vestursvæði, KS-01 í Sandabotnaskarði, K-35 og K-36 á norðurhluta Kröflusvæðisins og K-37 í Suðurhlíðum. Árið 2007 var aukið við viðnámsmælingar bæði með TEM og MT aðferð með áherslu á vestursvæði Kröflu. Auk þess var austurhluti vestursvæðis rannsakaður með kjarnaborunum.
Hveravirkni	Axel Björnsson (Háskólanum á Akureyri) mun leggja mat á áhrif aukinnar vinnslu á yfirborðsvirkni Kröflusvæðisins.
Loft	Verkfræðistofan Vatnaskil hefur reiknað dreifingu brennisteinsvetnis (H ₂ S) af hugsanlegri aukinni orkuvinnslu. Skýrsla liggur fyrir
Landslag	Mannvit hf. vinnur að flokkun landslagsheilda og mati á gildi landslags. Lagt verður mat á áhrif framkvæmda á landslag og sýnileika mannvirkja. Jarðfræðistofan Stapi er að vinna úttekt á opnum námum og mögulegum nýjum efnistöðum fyrir orkuvinnslusvæðið í Kröflu.
Lífriki	Náttúrufræðistofnun Íslands hefur uppfært gróðurkort. Vettvangsskoðun fór fram sumarið 2007. Skýrsla liggur fyrir. Sumarið 2007 var fuglalíf kannað á orkuvinnslusvæði Kröflu af Náttúrustofu Norðausturlands. Skýrsla liggur fyrir.
Menningarminjar	Deiliskráning vegna fyrirhugaðra framkvæmda við línustæði og orkuvinnslu á Norðausturlandi var unnin árið 2007. Skýrsla liggur fyrir.
Hættur	Á árinu 2007 var unnið mat á jarðvá fyrir virkjunarstaði á fjórum háhitasvæðum á Norðausturlandi og línustæðum háspennulína frá virkjununum að iðnaðarsvæði að Bakka við Húsavík. Skýrsla liggur fyrir.
Ferðaþjónusta og útivist	Úttekt á núverandi ferðaþjónustu og útivist á svæðinu og nágrenni var unnin árið 2007 af Ferðamálasetri Íslands. Skýrsla liggur fyrir. Rannsóknamiðstöð ferðamála mun auk þess vinna könnun meðal ferðaþjónustuaðila á Norðausturlandi.

7.2 HEIMILDIR

Eftirfarandi heimildir voru notaðar við gerð þessarar tillögu að matsáætlun.

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.

Ásrún Elmarsdóttir, María Ingimarsdóttir, Íris Hansen, Jón S. Ólafsson og Erlingur Ólafsson, 2003. *Vegetation and invertebrates at three geothermal areas in Iceland.* International Geothermal Conference, Reykjavík, Iceland.

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Halldór Ármannsson, Knútur Árnason, Ásgrímur Guðmundsson og Kristján Sæmundsson, 2008. *Re-evaluation of the first IDDP drill site in Krafla.* Report. ÍSOR-08021.

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Halldór Ármannsson, Knútur Árnason, Ingi Þ. Bjarnason og Gestur Gíslason, 2003. *PART I. Geosciences – Site selection.* Í: Iceland Deep Drilling Project, Feasibility Report, ritstjórn. Guðmundur Ómar Friðleifsson. Skýrsla Orkustofnun OS-2003-007.

Halldór Ármannsson, 2002. *Nokkur atriði varðandi mat á umhverfisáhrifum vegna tilraunaborana á vestursvæði Kröflu.* Orkustofnun fyrir Landsvirkjun. Greinargerð HÁ-2002/01.

Halldór Sverrisson og Jón Guðmundsson, 2000. *Gróðurfar við Kröflu.* Rannsóknastofnun Landbúnaðarins. Unnið fyrir Landsvirkjun.

Helgi G. Þórðarson, Axel Björnsson og Þorvaldur Vestmann 1985. *Hraunflóðavarnir við Kröflu og Bjarnarflag.* Álit nefndar á vegum Iðnaðarráðuneytis. Hrefna Kristmannsdóttir 1997. *Umhverfisáhrif jarðhitanýtingar.* Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Hitaveita Suðurnesja, Landsvirkjun og Umhverfisráðuneytið.

Hörður Kristinsson og Helgi Hallgrímsson, 1991. *Gróður í Mývatnssveit.* Í Náttúru Mývatns, ritstj. Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson. Hið íslenska náttúrufræðifélag. Reykjavík 1991.

Inga Dagmar Karlsdóttir og Guðmundur Guðjónsson, 2002. *Gróðurfar við Kröflu.* Náttúrufræðistofnun Íslands NÍ-02005. Unnið fyrir Landsvirkjun.

Kristján Sæmundsson, 1991. *Jarðfræði Kröflukerfisins.* Bls. 24-95 í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), Náttúra Mývatns. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík.

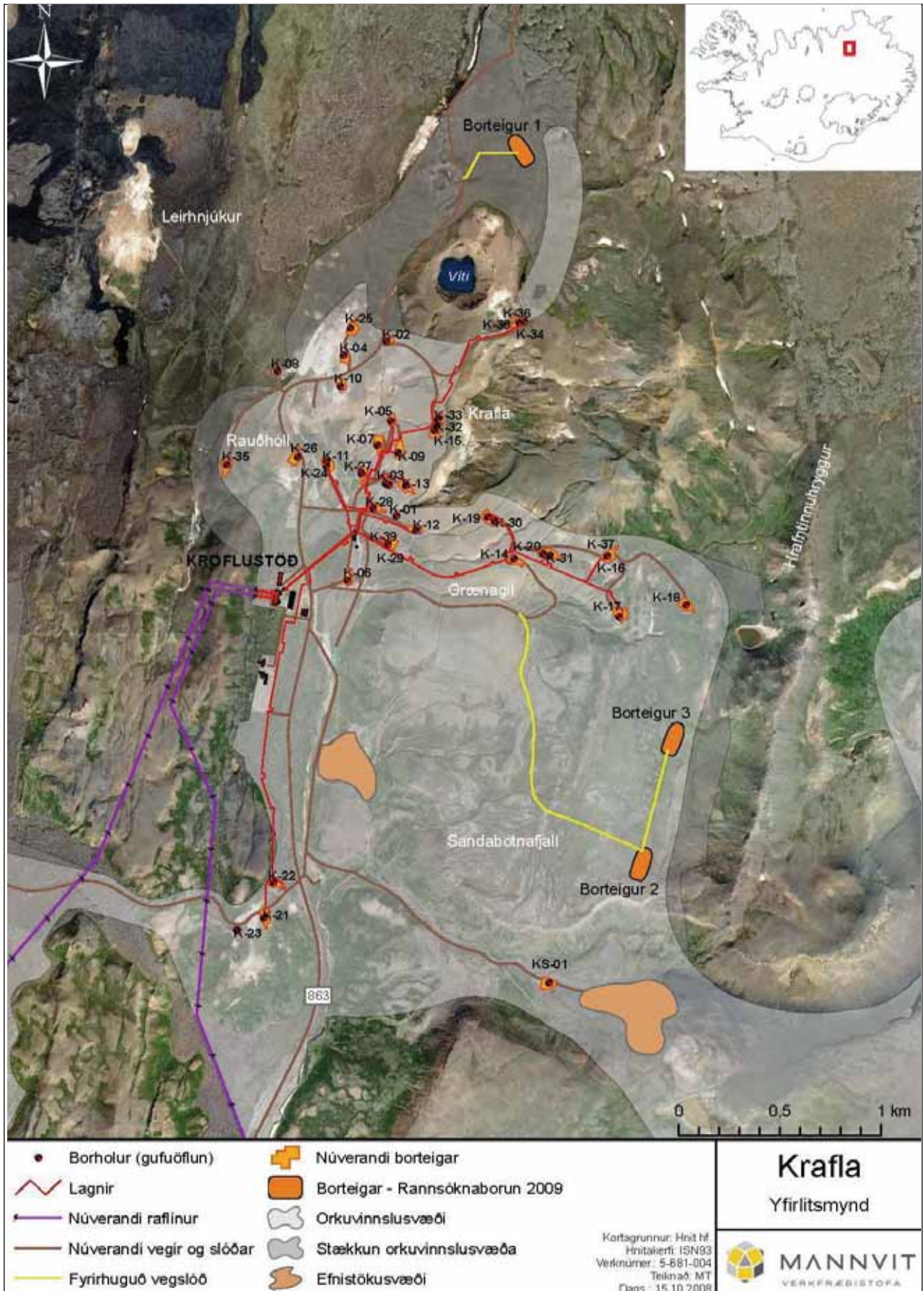
Landslag, 2005. *Aðalskipulag Skútustaðahrepps 1996-2015. Breytt landnotkun í Bjarnarflagi.* Unnið fyrir Skútustaðahrepp.

Landslag, 2004a. *Aðalskipulag Skútustaðahrepps 1996-2015. Breytt landnot við Kröflu.* Unnið fyrir Skútustaðahrepp.

Landslag, 2004b. *Kröflusvæði. Deiliskipulag. Uppdráttur A.* Unnið fyrir Skútustaðahrepp.

- Náttúruverndarráð, 1987. *Mývatnssveit-Náttúruverndarkort*. Fjölrit nr. 19.
- Orri Vésteinsson, 1999. *Fornleifakönnun. Jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi*. Fornleifastofnun Íslands. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Orri Vésteinsson, 2000. *Fornleifar á vinnslusvæði Kröfluvirkjunar*. Fornleifastofnun Íslands. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Páll Einarsson, 1991. *Umbrotin við Kröflu 1975-89*. Bls. 96-140 í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), *Náttúra Mývatns*. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík.
- Páll Einarsson, 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.
- Samvinnunefnd um svæðisskipulag miðhálandis Íslands, 1998. *Miðhálandi Íslands, svæðisskipulag 2015*. Greinargerð. Unnið af Landmótun ehf.
- Teiknistofa Gylfa Guðjónssonar og Sigurðar J. Jóhannssonar, 1997. *Skútustaðahreppur. Suður-Þingeyjarsýslu. Aðalskipulag 1996 – 2015*. Greinargerð. Unnið fyrir Skútustaðahrepp með þátttöku Náttúruverndarríkisins og Skipulagsstofnunar.
- Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007. *Norðausturland – Framvinduskýrsla um gerð grunnvatnslíkans í gosbeltinu norðan við Kröflu 07.18*. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Porkell Lindberg Þórarinsson og Aðalsteinn Örn Snæþórsson, 2007. *Fuglalíf á framkvæmdasvæði fyrirhugaðra háhitavirkjana í Þingeyjarsýslum*. Náttúrustofa Norðausturlands. Unnið fyrir Landsnet, Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.

Teikning 1 Yfirlitsmynd af Kröflusvæðinu, fyrirhuguðum rannsóknaborunum og vegslóðum að þeim.



Landsvirkjun • Háaleitisbraut 68 • 103 Reykjavík
Sími: 515 9000 • Bréfasími: 515 9007 • Netfang: landsvirkjun@lv.is
Heimasíða: www.lv.is