

Virkjunarkostir á háhitasvæðum við Mývatn, Gjástykki og Þeistareyki



Landsvirkjun

Apríl 2009

Skýrsla LV nr: LV-2009/041

Dags: Apríl 2009

Fjöldi síðna:	39	Upplag: 15	Dreifing: ☒ Opin ☐ Takmörkuð til
---------------	----	------------	---

Titill: Virkjunarkostir á háhitasvæðum við Mývatn, Gjástykki og Þeistareyki

Höfundar /
fyrirtæki: Landsvirkjun Power

Verkefnisstjóri: Óli Grétar Blöndal Sveinsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Farið er yfir stöðu þekkingar á 5 jarðhitasvæðum á Norðausturlandi. Á þremur þeirra, Bjarnarflagi, Kröflusvæði og Þeistareykjum, eru virkjanir á hönnunarstigi, því fjórða, Gjástykki, eru boranir í undirbúningi, en á því fimmta, Fremrinámum hafa rannsóknir sýnt nokkuð óbyggjandi fram á nýtanlegan jarðhita, líklega álíka eða heldur meiri en í Gjástykki. Farið er stuttlega yfir stöðu þekkingar á jarðhita og náttúrufari svæðanna, en að öðru leyti er vísað til samtekta, um jarðhita, gróðurfar, örverulíf í hverum og minjar, sem teknar verða saman fyrir Verkefnisstjórn 2. áfanga rammaáætlunar.

Talið er að þær virkjanir sem lengst eru komnar í undirbúningi falli í hagkvæmniflokk nr. 1-2, en hinar í 3 m.v. verðlag í Febrúar 2008. Mest óvissa er eðlilega um Fremrinámur. Fjarlægð frá flutningslínunum og aðgengi vinnur gegn hagkvæmni hennar.

Lykilorð: Háhiti, virkjun, Norðausturland; Bjarnarflag, Krafla, Þeistareykir, Gjástykki, Fremrinámur.

ISBN nr: _____

ISSN nr: _____

Undirskrift verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

Óli G. B. Sveinsson



Landsvirkjun

Virkjunarkostir á háhitasvæðum við Mývatn, Gjástykkki og Þeistareyki



Landsvirkjun
POWER

Apríl 2009

Efnisyfirlit

Inngangur	bls. 1
1. Bjarnarflagsvirkjun	3
1.1 Lýsing virkjunar	3
Mynd: Staðsetningarkort	4
1.2 Umhverfi	5
1.3 Umhverfisáhrif	6
1.4 Heimildir	7
2. Kröfluvirkjun	8
2.1 Lýsing virkjunar	8
<u>Kort og skýringarmyndir:</u>	
1. Mynd: Staðsetningarkort, núverandi stöð, borholur og línur	10
2. Mynd: Fyrirhugað stöðvarhús Kröflu II, ný borplön o.fl.	11
3 og 4. Mynd: Jarðhitasvæði Krafla-Leirhnúkur, jarðhitakort.	12-13
2.2 Umhverfi virkjunar	14
2.3 Umhverfisáhrif	15
2.4 Heimildir	16
3. Þeistareykjavirkjun	17
3.1 Lýsing virkjunar	18
<u>Kort og skýringarmyndir:</u>	
1. Mynd: Staðsetningarkort, núverandi borholur og rannsóknarsv.	18
2. Mynd: Vinnslusvæði, áformuð borplön og stækkað rannsóknarsv.	19
3. Mynd: Jarðhitasvæði, jarðhitakort.	20
3.2 Umhverfi virkjunar	21
3.3 Umhverfisáhrif	22
3.4 Heimildir	23
4. Gjástykki	24
4.1 Lýsing virkjunarsvæðis	24
4.2 Umhverfi	24
<u>Kort og skýringarmyndir:</u>	
1. Mynd: Staðsetningarkort, borholur og rannsóknarsvæði	25
4.4 Heimildir	27
5. Fremrinámur	28
5.1 Lýsing rannsóknarsvæðis	28
5.2 Umhverfi	28
<u>Kort og skýringarmyndir:</u>	
1. Mynd: Útlínur háhitasvæðis á loftmynd,	29
2. mynd: Útbreiðsla jarðhitaummerkja	30
5.3 Heimildir	31
Viðaukar A-E – Yfirlitstöflur eftir forskrift Verkefnisstjórnar 2. áfanga	
rammaáætlunar.	32-37

Yfirlit um virkjunarkosti á háhitasvæðum við Mývatn, Gjástykki og Þeistareyki

Inngangur

Hér fara á eftir lýsingar á nokkrum háhitasvæðum þar sem Landsvirkjun tengist undirbúningi að virkjunum eða undirbúningsrannsóknnum. Á Þeistareykjum hafa Landsvirkjun og Þeistareykir ehf samvinnu um rannsóknir og undirbúning framkvæmda, en á öðrum svæðum ber Landsvirkjun ábyrgð á rannsóknum og undirbúningi virkjunar.

Á háhitasvæðunum að undanskildum Fremrinámum hafa verið boraðar rannsóknar-eða vinnsluholur og staðfest með beinum hætti að þar sé vinnanleg orka. Í Fremrinámum er hins vegar mikill brennisteinn á yfirborði og virkur jarðhiti á 2 km² svæði og þar með vinnanleg orka.

Fyrir Bjarnarflagsvirkjun liggur fyrir samþykkt Alþingis að iðnaðarráðherra sé heimilt að gefa út virkjunarleyfi fyrir 40 MW_e virkjun, og samsvarandi heimild til stækkunar Kröfluvirkjunar í allt að 220 MW_e.

Staðsetning virkjunarmannvirkja er ákveðin út frá þekkingu á vinnslusvæði og með hliðsjón af skilyrðum í aðalskipulagi, þegar slíku er til að dreifa. Fyrirkomulag vinnslu og reksturs er talið verða í aðalatriðum eftirfarandi.

Fyrirkomulag vinnslu:

Frá hverjum borteig er safnæðum frá borholum steipt saman í stofnæð að skiljustöð. Í skiljustöð er gufa skilin frá og leidd til rafstöðvar. Til að byrja með og í neyðartilfellum fer hluti affallsins í frárennislón. Þaðan yrði því í upphafi hleypt niður um svelgi og/eða sprungur. Ráðgert er að til frambúðar verði affallsvatni dælt niður, annað hvort í grunnvatn (200-500 m) eða niður í jarðhitageyminn (1.000 – 2.000 m). Það fer m.a. eftir magni og efnainnihaldi vatnsins hvor leið verður valin, og örðugt er að staðsetja borholur fyrir niðurrennsli í jarðhitakerfið fyrr en meiri þekking fæst af eiginleikum og rekstri jarðhitakerfisins. Við vinnsluna þarf allt að 25 l/s af kælivatni fyrir hver 40-50 MW_e. Hluta þess vatns þarf einnig að farga.

Þar sem skiljuvatnið kemur tæplega 180 °C heitt frá gufuskiljum verður við hönnun stöðvarhúss gert ráð fyrir virkjun þess í tvífasa kerfi, þegar það verður hagkvæmt. Um förgun affallasvatns (um 120°C) gildir hið sama og að ofan greinir

Gaslosun:

Frá öllum háhitavirkjunum losnar gas. Þau helstu eru brennisteinssambönd og gróðurhúsagasið koltvísýringur (CO₂). Í fæstum tilvikum liggja fyrir nægar upplýsingar til að áætla magn þeirra, en samkvæmt reynslu verður styrkur þess mestur í upphafi vinnslu, en fer síðan minnkandi.

Virkjunarsvæðin:

Hverju virkjunarsvæði fyrir sig er lýst, m.a. með hliðsjón af gátlista frá Verkefnisstjórn 2. áfanga rammaáætlunar um efnisþætti, sem óskað er eftir að gerð sé

grein fyrir. Flestir þessara þátta koma fram í texta um einstakar virkjanir í samhengi við lýsingar á háhitasvæðunum og stöðu rannsókna þeirra. Í viðauka við skýrsluna er gátlista svarað fyrir hvert svæði fyrir sig, og þjónar þar ágætlega sínu hlutverki sem yfirlit um stöðu rannsókna.

Verkefnisstjórn hefur látið taka saman jarðhita- og jarðfræðikort af öllum háhitasvæðum sem verða tekin til mats og gert þau aðgengileg á vefslóðinni <http://www.isor.is/kort/greinargerdir/>.

Stofnkostnaður

Við áætlun um orkugetu virkjananna er gert ráð fyrir að uppsett afl þeirra sé að fullu nýtt í um 8.200 stundir á ári, þ.e. með jöfnu álagi hvern dag utan viðhaldstíma.

Í þessu yfirliti eru engar beinar upplýsingar um stofnkostnað. Í samráði við Verkefnisstjórn er áætlaður stofnkostnaður yfirfærður í hagkvæmniflokka, sem hér segir:

1. Undir 20 kr/kWh/a.
2. 20-25 kr/kWh/a.
3. 25-30 kr/kWh/a.
4. 30-40 kr/kWh/a.
5. 40-50 kr/kWh/a.
6. Yfir 50 kr/kWh/a.

Kostnaður skiptist í nokkuð fastan kostnað (vélar og rafbúnaður og stöðvarbyggð) og breytilegan kostnað. Sá breytilegi er m.a. háður afköstum borhola og fjarlægð þeirra frá stöð, tengimöguleikum við flutningskerfi, fjarlægð frá byggðu bóli og landhæð, svo það helsta sé nefnt.

Við verkhönnun liggja flestir þessir þættir nokkuð fyrir, þannig að mat á kostnaði og þar með hagkvæmniflokkun er nokkuð trygg, því skemur sem undirbúningurinn er komin því meiri er ónákvæmnin, jafnvel þótt reynt sé að taka sem kostur er tilliti til breytilegra þátta.

Náttúrufar og minjar:

Verkefnisstjórn Rammaáætlunar samdi við Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ) um að gera yfirlitsrannsóknir og taka saman gögn um helstu þætti náttúrufars. Þar verður tekið heildstætt og með samanburðarhæfum hætti á verndarflokkun sem mun byggjast í meginatriðum á jarðhitaummerkjum, gróðri og dýralífi. Gert er ráð fyrir að í það minnsta allar þær rannsóknir sem NÍ hefur gert á umræddum svæðum skili sér í skýrslum um þessa þætti. Í þessu yfirliti verður því ekki farið djúpt í að lýsa þessum þáttum.

Samskonar yfirlitsrannsóknir hefur Verkefnisstjórn staðið fyrir hvað varðar fjölbreytni örverulífs í hverum (Prokaría/Matís ohf.), á fornminjum (Fornleifastofnun Íslands) og á landslagi (Háskóli Íslands).

1 Bjarnarflagsvirkjun

1.1 Lýsing virkjunar

Landvirkjun ráðgerir að nýta háhitasvæðið við Námafjall og reisa 90 MW_e virkjun í Bjarnarflagi, í tveimur áföngum. Virkjun við Bjarnarflag hefur farið í gegnum mat á umhverfisáhrifum. Skipulagsstofnun féllst á virkjunina með skilyrðum (26. febrúar 2004). LV lagði fram tvo megin kosti um staðsetningu til mats (A og B), og var fallist á báða. LV hugnast kostur A betur. Hinn var staðsettur norðan þjóðveggar. Samkvæmt kosti A yrði virkjun staðsett meðfram vesturhlíð Námafjalls, sunnan þjóðveggar um Námaskarð. Ýmsar hugmyndir hafa verið settar fram um fyrirkomulag bygginga og litaval til að byggingar falli sem best að umhverfinu og verði ekki áberandi.

Áætlað er að bora þurfi 10 nýjar holur. Flestar yrðu boraðar á svæði milli þjóðveggar og stöðvar, frá 3 borteigum, en nokkrar yrðu boraðar norðan þjóðveggar frá 2 borteigum. Með viðnámsmælingum hefur stærð jarðhitasvæðisins sem virkjun vinnur úr verið áætlað um 20 km². Borsvæði er um 1-2 km². Með stefnuborunum má ná til enn stærra vinnslusvæðis.

Kennistærðir

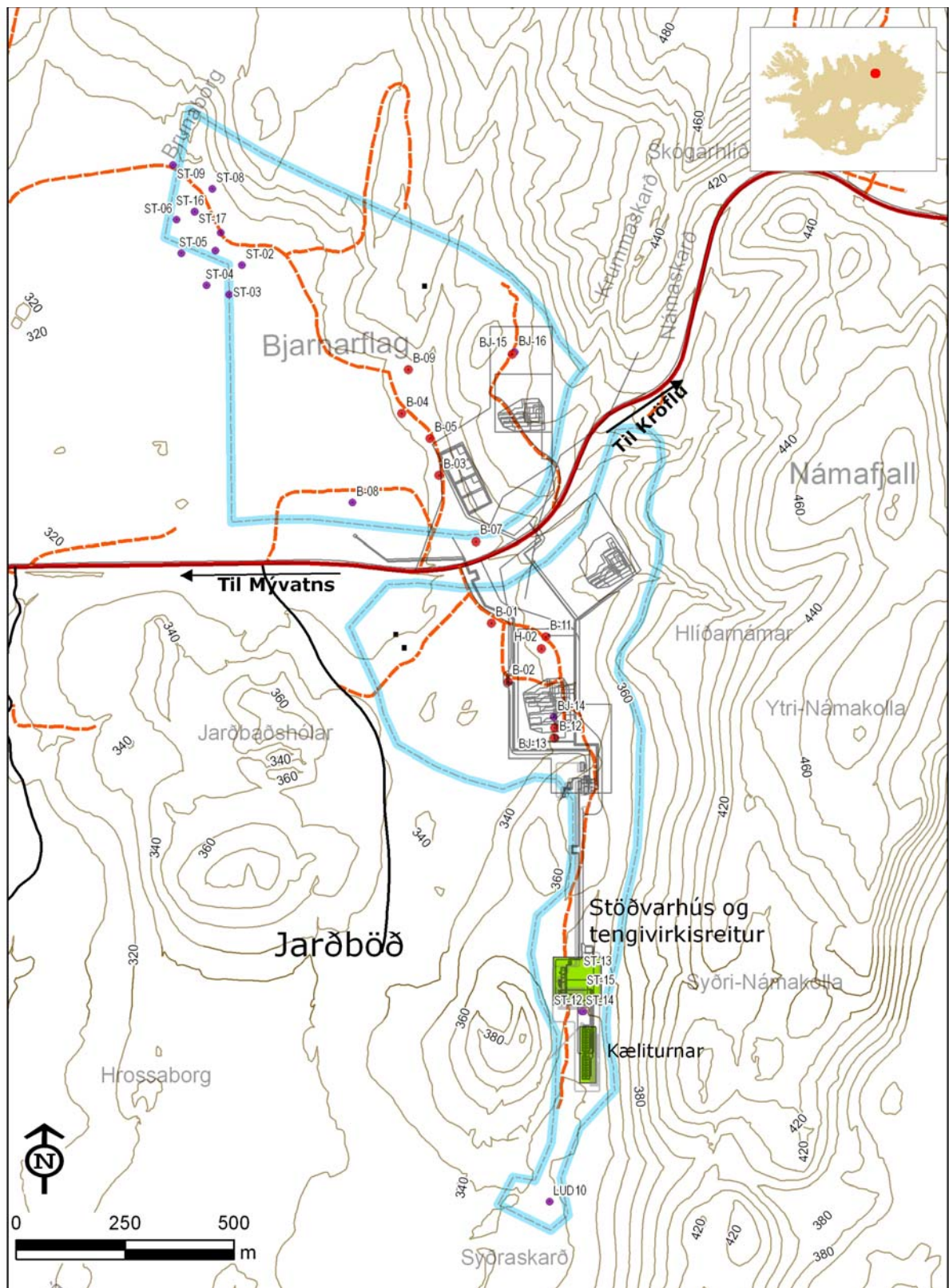
Afl og orka	
Stærð	20 km ²
Uppsett afl	2x45 MW
Orkugeta	740 GWh/ári
Borholur	
Núverandi	6
Fyrirhugaðar	10
Afl til reiðu	~40 MW
Hagkvæmniflokkur	1

Virkjunin hefur verið verkhönnuð.

Jarðhitasvæðið

Jarðhitasvæði virkjunarinnar er kennt við Námafjall, en Bjarnarflag er jafnframt notað fyrir svæðið. Háhitasvæðið teygir sig nokkuð suður fyrir fjallið og í norður rennur það saman við jarðhitasvæði kennt við Kröflu. Yfirborðsummerki jarðhita er að finna á um 4 km² við Námafjall, en viðnámsmælingar gefa til kynna um 20 km² háhitasvæði. Austan Námafjalls er virkur yfirborðshiti sem heitir Hverir. Þar eru áberandi ummerki á yfirborði, sem koma fram í fjölbreyttum litbrigðum og leirhverum. Allir stærstu gufuhverirnir austan við leirflagið eru afsprengi gamalla borhola frá tímum tilrauna til brennisteinsvinnslu.

Afmörkun jarðhitasvæðanna er byggð á tiltekinni túlkun viðnámsgagna. Vinnslusvæði innan þessa viðnámskjarna eru annars vegar í Bjarnarflagi og hins vegar í Kröflu. Hermun Námafjallskerfisins bendir til að áformuð vinnsla í Bjarnarflagi muni ekki hafa umtalsver áhrif á jarðhita við Hveri (Ásgrímur Guðmundsson og Ómar Sigurðsson 2003, Halldór Ármannsson og Ásgrímur Guðmundsson 2003).



Skýringar

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| ● Aðrar borholur | — Aðrir vegir |
| ● Gufuöflunarholur | — Stofnvegir |
| □ lónaðarsvæði skv. skipulagi | — Tengivegir |
| ■ Byggingarreitir | — Safnvegir |
| | — Landsvegir |
| | — Almennir vegir |

Bjarnarflagsvirkjun Afstöðumynd

LVP / thth 2009.04.01

Kortgrunnur: Loftmyndir 10m
Cad gögn: Mannvit 29.4.2008

1.2 Umhverfi

Jarðfræði og landslag

Bjarnarflag er í Mývatnssveit, þar sem landslag er mótað af eldvirkni. Hraunrennsli frá Laxárhrauni yngra mótar lögun og umhverfi Mývatns að mestu leyti. Hraun í Mývatnssveit eru ýmist runnin frá fjarlægum eldstöðvum, svo sem Kröflu og Kollóttudýngju, eða frá sprungugosum innan fjallahringsins, svo sem Lúdent. Hverfjall er stakt, áberandi eldfjall hlaðið upp af gjósku. Hraunin eru víða gróin upp og þar er birki áberandi. Að austan er sveitin afmörkuð af fjallabálkum, en að öðru leyti er land yfirleitt fremur opið að aflíðandi heiðarlöndum; söndum eða grónum heiðum. Náttúrufegurð sveitarinnar dregur að sér fjölda ferðamanna. Óvíða er betra að njóta náttúrufegurðar svæðisins en frá Námafjalli. Í forgrunni þess útsýnis eru byggingar gömlu Kísiliðjunnar og fjær þorpið við Reykjahlíð. Við staðsetningu virkjunar hefur verið leitast við að bæta sem minnst við þá truflun náttúrusýnar.

Gróður og fuglar

Gróður var skoðaður árið 1996 miðað við staðsetningu virkjunar samkvæmt kosti A í dalverpi vestan undir Námafjalli. Að grunni til er jarðgrunnur sendinn með berangursgróðri. Einkennisgróður er krækilyng og beitilyng. Þar sem hita gætir á yfirborði er að finna ýmsar jurtir sem fylgja jarðhita, svo sem naðurtungu.

Grunnvatn og grunnvatnsrennsli

Aðrennslissvæði Mývatns er talið vera rösklega þúsund km². Það verður trauðla metið nákvæmlega, þar sem mörkin eru ekki endilega landfræðileg. Fyrir utan Grænalæk er allt innrennslið frá grunnvatni beint til vatnsins án viðkomu á yfirborði. Af um 25 m³/s grunnvatnsinnrennsli koma um ¾ inn í vatnið sunnan Teigasunds (í Boli og Syðriflóa). Meginið af því sem kemur inn norðan Teigasunds (í Ytriflóa) kemur úr austri og norðaustri, volgt að norðaustan frá svæðum undir áhrifum frá jarðhita. Í Auðnavík sunnan Voga blandast kaldir og volgir straumar. Eftir Kröfluelda hnikaðist þetta blandlag nokkuð til suðurs, en er þó allt innan Ytriflóa.

Frárennslisvatn frá virkjun blandast volgu grunnvatni sem er nú þegar undir áhrifum af jarðhitagufum og jarðhitavatni. Miðað við að efnainnihald í afrennslisvatni frá nýjum borholum verði svipað og frá núverandi vinnsluholum, er ekki talin hætta á mengun sem hefði áhrif á lífríki Mývatns.

Skipulag

Þegar úrskurðað var um mat á umhverfisáhrifum var skilgreining iðnarsvæðis Bjarnarflagsvirkjunar ekki að fullu frágengin miðað við Aðalskipulag Skútustaðahrepps fyrir 1996-2015, en frá því var gengið síðar sama ár. Unnið er að deiliskipulagi.

Við allar framkvæmdaáætlanir á þessu svæði verður að taka mið af lögum nr. 97/2004 um verndun Mývatns og Laxár í Suður Þingeyjarsýslu. Í tilfelli þessarar framkvæmdar á 4. gr. *Verndun Mývatns og Laxár* fyrst og fremst við, en skv. henni skal forðast að valda spjöllum á vatnasviði Mývatns og Laxár sem raskað gætu vernd vatnsins og árinna, sérstaklega gæðum og rennsli grunnvatns.

1.3 Umhverfisáhrif framkvæmda og reksturs virkjunar

Samantekt á umhverfisáhrifum er í eftirfarandi töflu, sem byggð er á helstu tiltækum upplýsingum og mati á umhverfisáhrifum framkvæmdar.

Þættir	Helstu áhrif
Jarðmyndanir	Lítil áhrif – Engin sýnileg teljandi áhrif á jarðmyndanir
Vatnafar	Lítil áhrif: – Affallsvatn blandast í vatnsmikla grunnvatnsstrauma sem eru nú þegar undir áhrifum frá jarðhita. Stefnt að djúpförgun
Gróður	Lítil áhrif: – Gróður á framkvæmdasvæðum hefur lítið verndargildi. – Ekki er talið að svæði með sjaldséðum jarðhitategundum muni skerðast eða kólna.
Smádýr	Lítil áhrif:
Vatnalíf	Lítil áhrif:
Fuglalíf:	Lítil áhrif:
Landslag	Lítil áhrif: – Lítilsháttar áhrif á útsýni frá vinsælum útsýnisstað.
Ferðamennska	Lítil áhrif:
Skipulag	Framkvæmd í samræmi við gildandi aðalskipulag.
MÁU	Liggur fyrir
Jarðhiti og orkuforði	Lítil áhrif: – Orkuvinnslan er talin sjálfbær – Hverfandi líkur á að virkjun hafi áhrif á leirhveru eða gufuaugu við Hveri.

1.4 Heimildir:

- Arnbór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.) 1991. *Náttúra Mývatns*. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík 1991.
- Ásgrímur Guðmundsson og Ómar Sigurðsson 2003. *Líkangerð af jarðhitasvæðinu í Námafjalli*. ÍSOR, ÁSG-Ómar-03-03).
- Halldór Ármannsson og Ágrímur Guðmundsson 2003. *Förgun affallsvatns frá Kröflu- og Bjarnarflagsvirkjunum*. Maí 2003. ÍSOR - 2003/032
- Hönnun hf. 2003. *Bjarnarflagsvirkjun 90 MW_e og 132 kV Bjarnarflagslína 1 í Skútustaðahreppi. Mat á umhverfisáhrifum*. Landsvirkjun, desember 2003. LV-2003/123.
- Hönnun hf. 2003. *Bjarnarflagsvirkjun 90 MW_e og 132 kV Bjarnarflagslína 1 í Skútustaðahreppi. Mat á umhverfisáhrifum. **Viðaukar***. Landsvirkjun, desember 2003. LV-2003/123.

2 Kröfluvirkjun

2.1 Lýsing virkjunar

Tveir kostir á aukinni orkuvinnslu úr jarðhitasvæðinu við Kröflu koma til greina: Stækkun núverandi stöðvar, Kröfluvirkjun I, um 40 MW_e í 100 MW_e og ný virkjun, Kröfluvirkjun II, sem yrði um 90-135 MW_e, eftir því hvort núverandi virkjun verður stækkuð eða öll orkuvinnslan verði í nýrri virkjun. Nýja virkjunin yrði staðsett á lóð norðan núverandi stöðvar, sbr. yfirlitsmynd (2. mynd). Í yfirlitstöflunni er gengið út frá að fyrri leiðin verði fyrir valinu.

Vinnslusvæði Kröfluvirkjunar í Kröfluhlíðum eru skilgreind á grundvelli borana og eru nefnd Suðurhlíðar, Hveragil og Leirbotnar. Flatarmál þessara þriggja undirsvæða er einungis um 2 km², samt er breytileikinn slíkur að hluti þess er ekki nýtanlegur vegna viðvarandi áhrifa kvikugasa.

Í 1. áfanga rammáætlunar voru skilgreind 3 möguleg vinnslusvæði, en þau voru auk núverandi vinnslusvæðis, svonefnt Vestursvæði og Leirhnjúkssvæði. Landsvirkjun hefur borað 3 rannsóknarholur á Vestursvæði, sem ekki stóðu undir væntingum, og hefur frestað frekari rannsóknum. Áætlað er að unnt sé að vinna háhita við Leirhnjúk með stefnuborun frá vinnslusvæðinu við Kröflu fyrir ofangreinda áfanga.

Áætlað er að bora þurfi 25-30 nýjar holur vegna vinnslu Kröflu II. Flestar yrðu boraðar frá borteigum sem þegar eru fyrir hendi (sjá myndir 1 og 2), en þá þarf að stækka til að hver um sig geti tekið við 4-6 borholum. Auk þeirra sem fyrir eru, er gert ráð fyrir 3-4 nýjum borteigum vegna rannsóknar- og vinnsluborana. Þetta er óveruleg stækkun núverandi borsvæða. Ekki liggja fyrir endanlegar tillögur um staðsetningu og fyrirkomulag einstakra mannvirkja á byggingalóðinni.

Kennistærðir

	I (stækkun)*	II*
<i>Afl og orka</i>		
Stærð háhitasvæðis	45-50 km ²	
Uppsett afl 1. áfangi	40 MW _e	45 MW _e
“ 2. áfangi		90 MW _e
Orkugeta alls:	~320 GWh/ári	~1.110 GWh/ári
<i>Borholur</i>		
Fyrirhugaðar rannsóknarholur		3 borsvæði
Fyrirhugaðar vinnsluholur		25-30
Afl til reiðu	~40 MW _e	
<i>Hagkvæmniflokkur</i>	2	1-2**

*Verkhönnun Kröflu I er lokið en unnið er að verkhönnun Kröflu II.

**Fyrri áfangi 45 MW_e er í hagkvæmniflokki 2 og seinni áfangi 90 MW_e í 1. Báðir saman falla í hagkvæmniflokk 2.

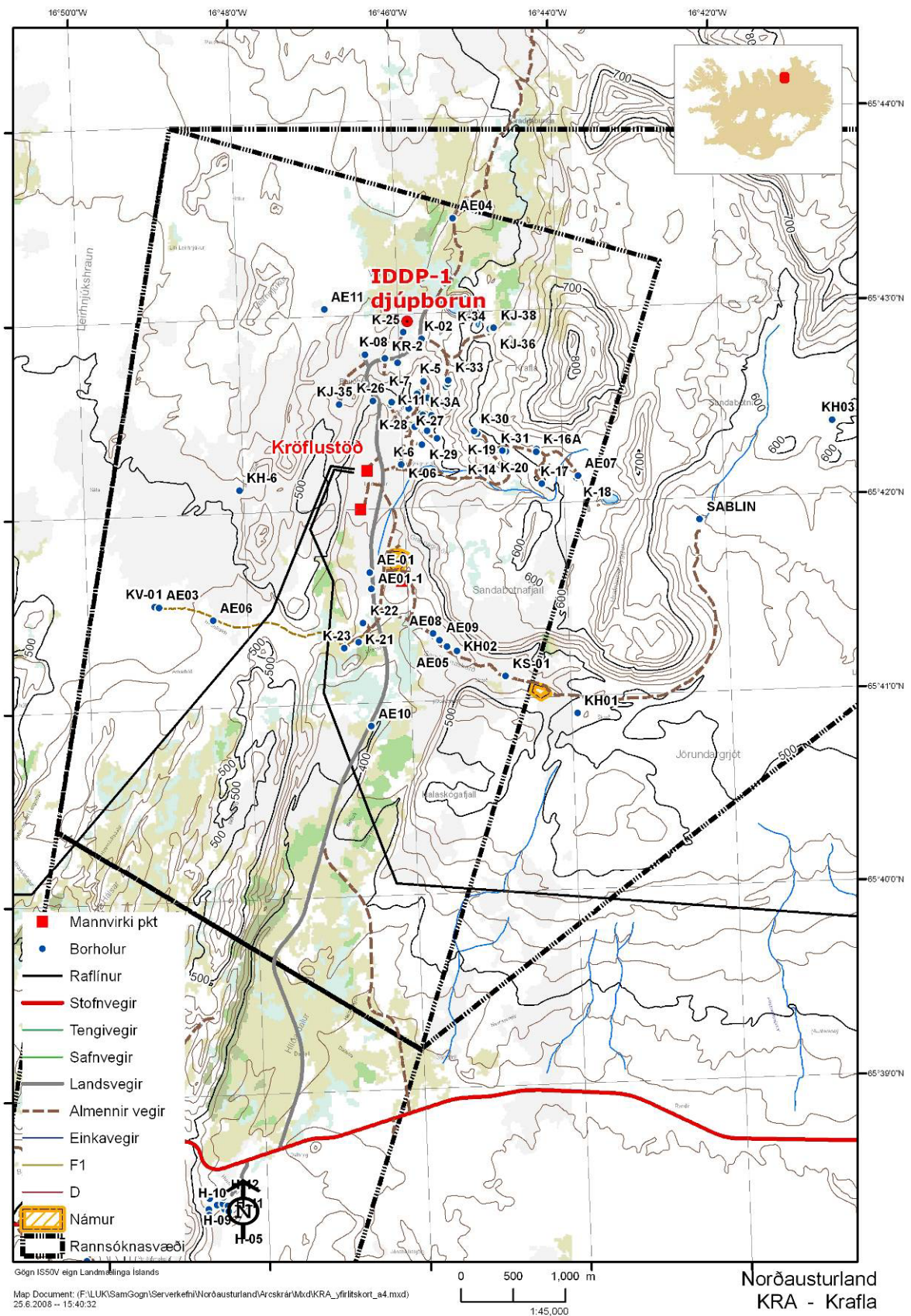
Í upphafi var öllu affallsvatni fargað á yfirborði, en eftir úttekt á aðstæðum (Halldór Ármannsson of Ásgrímur Guðmundsson 2003) hófst niðurdæling sem smám saman hefur verið aukin.

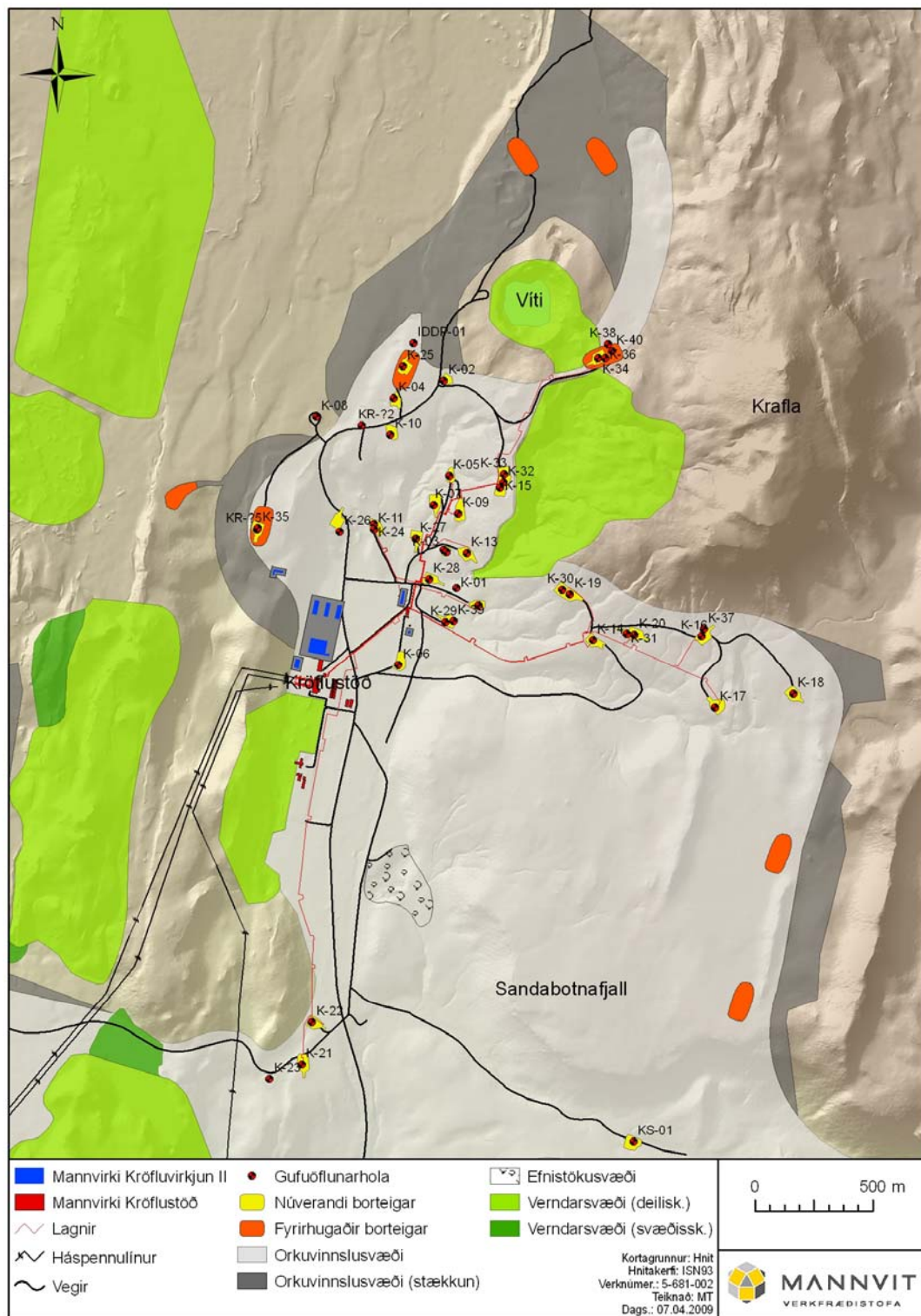
Kort og skýringarmyndir:

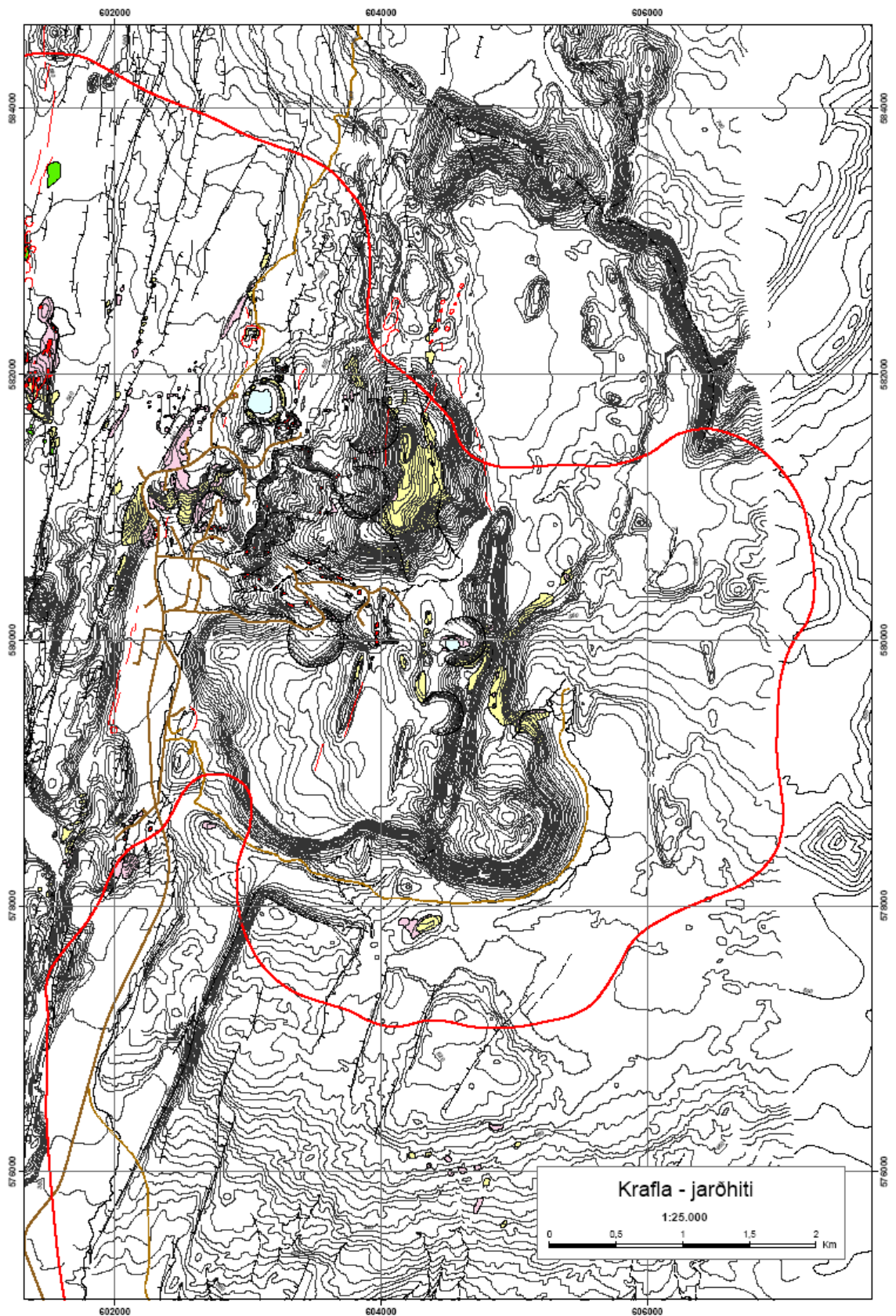
1. Mynd sýnir staðsetningu Kröflustöðvar og háspennulína frá henni. Staðsetningu borhola sem flestar þjóna núverandi 60 MW_e virkjun og mögulegri stækkun hennar og djúpborunarholu.
2. Mynd sýnir fyrirhugað stöðvarhús Kröfluvirkjunar II og núverandi og fyrrverandi borsvæði
3. Mynd og sú fjórða sýna útlínur háhitasvæðisins og helstu ummerki háhita á yfirborði.

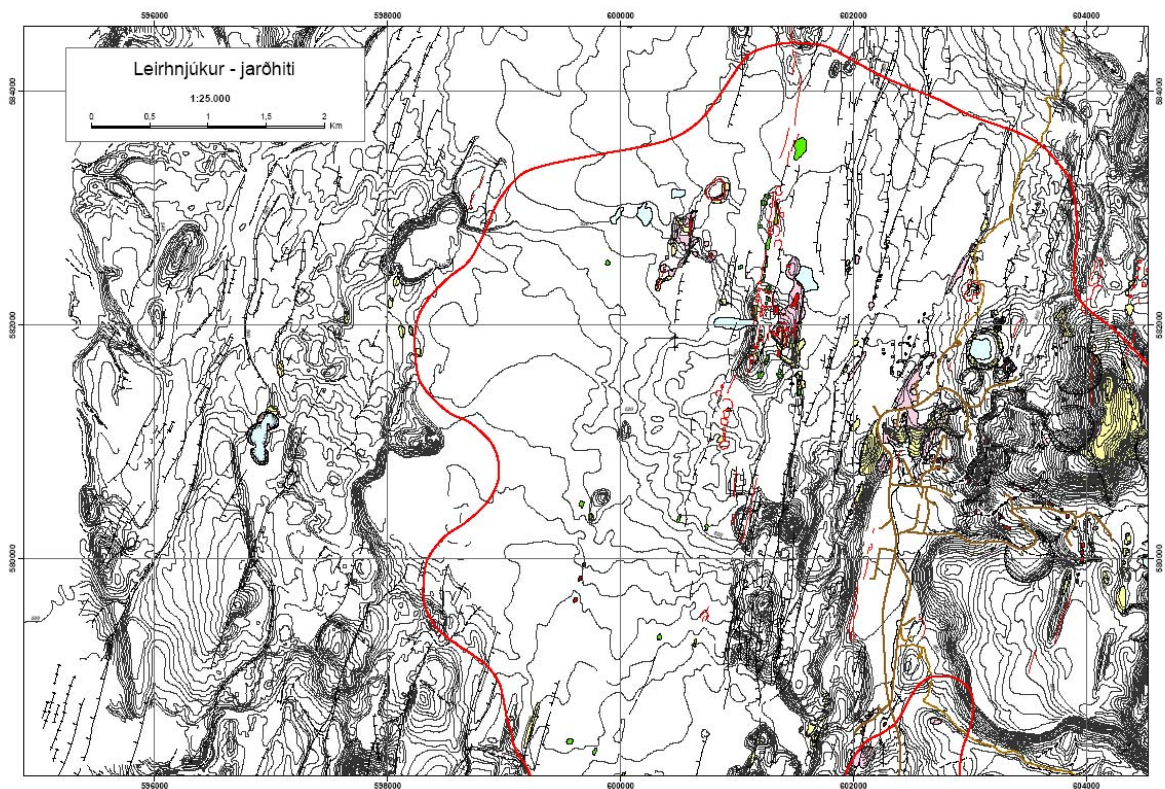
Ljósmynd: Kröflustöð og hluti af vinnslusvæði núverandi Kröfluvirkjunar og fyrir stækkun hennar (Krafla I). Krafla í baksýn. *Ljósmynd: Emil Þór Sigurðsson.*











Jarðhitasvæðið¹

Jarðhitasvæðið í Kröflu er í gamalli öskju sem er næstum fyllt upp á barma af móbergi og hraunum, en klofin í tvo helminga af gjástykki með NNA-SSV-stefnu.

Jarðhiti og jarðhitamerki eru á belti sem liggur þvert þar á, í öskjunni miðri frá Hrafn-tinnuhrygg í austri og vestur í Krókóttuvötn. Hverir eru aðeins í eystri helmingi öskjunnar og gjástykkinu. Sprengigígur og miklar leirmyndanir frá nútíma (Hvannstóð og Krókóttuvötn) vitna um öfluga hveravirkni vestast í öskjunni, þótt nú sé kalt.

Helsta einkenni jarðhitasvæðisins í Kröflu eru sprengigígarnir, bæði sakir stærðar (nokkur hundruð metrar að þvermáli) og hins hversu fagurlega lagaðir þeir eru og úrkastið auðrekanlegt, og er þá átt við þá yngstu, Hvannstóð og gígana kringum Víti. Auk þeirra koma fyrir hreinir gufusprengigígur, en miklu minni.

Eins og á öðrum háhitasvæðum er á Kröflusvæðinu aðallega að finna leir- og gufuhveri, en þar er einnig töluvert um brennisteinsþúfur, einkum sunnan í Kröflu. Víða sjást tengsl jarðhitavirkni við misgengissprungur, svo sem í Leirhnjúk, Vítismó (þar er kalt nú) og sunnan í Kröflu.

¹ Kaflarnir um jarðhitasvæðið og jarðfræði eru byggðir á yfirlit sem Kristján Sæmundsson tók saman fyrir Orkustofnun vegna Rammaáætlunar.

2.2 Umhverfi virkjunar

Jarðfræði og landslag

Eldvirkni á Kröflusvæðinu á nútíma hefur gengið yfir í tveim lotum með 4000–5000 ára hléi á milli. Seinni lotan hófst fyrir um 3000 árum með sprungugosi sem náði frá Hverfelli norður í Gjástykki. Eftir fylgdu fimm sprungugos þar af þrjú á sögulegum tíma. Þrisvar gaus á miðreininni þar sem Leirhnjúkur er helsta kennileitið, einu sinni á Dalfjalls-reininni og tvisvar á bogsprungukerfinu norðaustanmegin í öskjunni. Vikur- og gufusprengigos fylgdu sumum sprungugosanna. Sumt af menjum þessara gosa er sýnt ferðamönnum, þ.e. hverir, hraun og gígar í Leirhnjúki, og Víti og áhangandi smágígar með leirhverum og hitaskellum.

Landslag einkennist mjög af jarðfræði svæðisins, móbergshryggjum, líparítfjöllum, móbergsstöpum og hraunbreiðum og því litaspili sem jarðhitaummerki á yfirborði bjóða upp á. Kröflusvæðið er í botni Hlíðardals, en eftir honum liðast Hlíðardalslækur. Úr dalnum opnast sýn til Búrfellshrauns og fjallanna austur af Mývatnssveit

Gróður, smádýr og fuglar

Gróðursvæði er almennt fremur takmörkuð á áhrifasvæði Kröfluvirkjunar. Naðurtunga, sem er á valista, fannst við ransókn á hverasvæðum við Hvíthóla (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2003), en hún finnst mjög víða í tengslum við jarðhita.

Hlíðardalslækur er frá náttúrunnar hendi blanda af volgu til heitu affallsvatni frá hverasvæðunum og köldum lindum. Hluti af affallsvatni núverandi virkjunar rennur til lækjarins og hefur líklega meira en tvöfaldað rennslið, sem veldur því m.a. að hann flytur meira fram af aur og hleður undir sig, hefur stíflað niðurrennslisrásir og gerir það að verkum að hann rennur nú lengra suður á hraun en hann gerði fyrrum. Nú er affallsvatni dælt niður og hefur rennslið aftur minnkað. Einnig hafa verið gerðar ráðstafanir til að kæla vatn frá skiljum áður en því er hleypt í lækinn. Af ofan nefndum breytingum á læknum leiddi m.a. að votlendisrindar sóttu í sig veðrið (Halldór Sverrisson og Jón Guðmundsson 2000). Margar plöntutegundir t.d. skriðlíngresi, virtust kunna vel við ylinn skv. athugun á gróðri undir áhrifum af jarðvegshita frá hverasvæðinu. Aðstæður við lækinn hafa ekki verið kannaðar síðar.

Engar yfirlitsrannsóknir hafa verið gerðar á Kröflusvæði, en í rannsóknum á tengslum smádýrafánu og jarðvegshita, komu ekki fram á þessu svæði frekar en öðrum neinar tegundir sem beinlínis má kalla jarðhitategundir³, heldur virkar hitinn þannig að vissar tegundir eru í meira mæli í ylnum, en annars væri að vænta.

Þeir fuglar sem sáust á Kröflusvæði eru allt algengar tegundir. Þess er ekki að vænta að frekari framkvæmdir við Kröflu muni hafa áhrif umfram það sem hugsanlega hefur orðið að núverandi virkjun (Halldór Walter Stefánsson 2000).

Vatnafar

Í grunnvatnslíkani Vatnaskila (Hönnun 2003) sameinast straumar sem upprunnir eru við Kröflu lengra aðkomnum straumum, annars vegar vestan svæðisins sem enda í Ytri flóa Mývatns milli Reykjahlíðar og Grímsstaða og hins vegar að austan sem sameinast straumum í Búrfellshrauni sem koma að Mývatni úr austri. Áður nefndur Hlíðardalslækur tekur við yfirborðsrennsli og lindarennslí af yfirborði grunnvatnskerfisins.

Hlíðardalslækur hripar að lokum ofan í Búrfellshraun og sameinast grunnvatnskerfi þess skammt sunnan Þjóðveggar.

Í áætlunum um förgun affallsvatns er ekki gert ráð fyrir því að auka rennsli til lækjarins, heldur muni öllu affallsvatni frá virkjun verða dælt niður, með grunnförgun á 200-500 m dýpi eða niður í jarðhitakerfið, eða blöndu þessara aðferða.

Skipulag

Framkvæmdasvæðið er í Skútustaðahreppi og er í samræmi við Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2015 (VGK-Hönnun o.fl. 2007).

2.3 Umhverfisáhrif framkvæmda og reksturs virkjunar

Samantekt á umhverfisáhrifum er í eftirfarandi töflu, sem byggð er á helstu tiltækum upplýsingum.

Þættir	Helstu áhrif
Jarðmyndanir	Lítil áhrif – Engin sýnileg teljandi áhrif á jarðmyndanir
Vatnafar	Lítil áhrif: – Affallsvatni verður dælt það langt niður að það á ekki að blandast grunnvatni nærri yfirborði.
Gróður	Lítil áhrif: – Gróður á framkvæmdasvæðum hefur lítið verndargildi. – Ekki er talið að svæði með sjaldséðum jarðhitategundum muni skerðast eða kólna.
Smádýr	Lítil áhrif:
Vatnalíf	Lítil áhrif:
Fuglalíf:	Lítil áhrif:
Landslag	Lítil áhrif:
	– Fá ný borsvæði
Ferðamennska	Lítil áhrif:
Skipulag	Framkvæmd í samræmi við gildandi aðalskipulag.
MÁU	Er hafið (matsáætlun)
Jarðhiti og orkuforði	Lítil áhrif: – Orkuvinnslan er talin sjálfbær

- Hugsanlega landhæðarbreyting vegna þrýstingslækkunar
- Hverfandi líkur á að virkjun hafi áhrif á leirhveru eða gufuaugu.

2.4 Heimildir

- Ásrún Elmarsdóttir, María Ingimarsdóttir, Íris Hansen, Jón S. Ólafsson og Sigurður H. Magnússon 2003. *Gróður og smádyralíf á sex háhitasvæðum*. Unnið fyrir Orkustofnun, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun, Náttúrufræðistofnun Íslands, desember 2003 NÍ-03015.
- Halldór Ármannsson og Ágrímur Guðmundsson 2003. *Förgun affallsvatns frá Kröflu- og Bjarnarflagsvirkjunum*. Maí 2003. ÍSOR - 2003/032
- Halldór Sverrisson og Jón Guðmundsson 2000. *Gróðurfar við Kröflu*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Rala, nóvember 2000.
- Halldór Walter Stefánsson 2000. *Athuganir á fuglum á áhrifasvæði Kröfluvirkjunar*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrustofa Austurlands, október 2000.
- Hönnun 2003. *Bjarnarflagsvirkjun 90 MW_e og 132 kV Bjarnarflagslína 1 í Skútustaðahreppi. Mat á umhverfisáhrifum-Matsskýrsla*. Landsvirkjun, desember 2003. LV-2003/123.
- VGK-Hönnun, Náttúrustofa Norðausturlands og Teiknistofa arkitekta, 2007. *Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025*. Greinargerð. Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, nóvember 2007.

3 Þeistareykjavirkjun

3.1 Lýsing virkjunar

Orkuvinnslusvæði var skilgreint á grundvelli TEM og MT mælinga. Djúpskyggni TEM aðferðar er takmörkuð við 800-1.000 m, en í MT mælingum 2007, sem skyggnastr dýpra í kerfin, komu vísbendingar um að svæðið kynni að vera stærra en upphaflega var áætlað. Á grundvelli þessara mælinga og frumútgáfu af forðalíkani telja Þeistareykir ehf. að svæðið geti í heild staðið undir allt að 270 MW_e raforkuframleiðslu. Eftir að þessar niðurstöður lágu fyrir þykir einsýnt að skipta þurfi vinnslunni á tvö svæði. Fram til þessa hafa boranir miðast við vinnslu á austurhluta svæðisins. Boraðar hafa verið 6 djúpar rannsóknarholur á austurhluta svæðisins og ein 400 m kjarnahola á vestursvæðinu. Áætlanir um rannsóknarboranir, sem nú eru í ferli mats á umhverfisáhrifum miða m.a. að frekari könnun á vesturhluta svæðisins.

Ráðgert er að reisa allt að 200 MW_e virkjun á austurhluta svæðisins. Orkuvinnslusvæðið hefur verið skilgreint, sem og mannvirkjasvæði (kort nr. 1). Ráðgert er að bora 3 til 4 nýjar rannsóknarholur til að skilgreina vinnslusvæði nánar, áður en ráðist verður í borun nýrra vinnsluhola (kort nr. 2). Niðurstöður viðnámsmælinga benda til að jarðhitasvæðið í heild sé allt að 45 km², og að aðaluppstreymið á austurhluta sé eftir NNA-SSV sprungukerfi norður úr Bæjarfjalli. Rannsóknir til þessa gefa fyrirheit um þá stærð virkjunar sem hér er sett fram, en endanleg niðurstaða fæst annars vegar eftir frekari boranir og hins vegar frá reynslu úr rekstri. Virkjunin verður byggð upp í hæfilegum einingum, og í samræmi við stefnu stjórnvalda um sjálfbæra nýtingu orkuauðlinda.

Kennistærðir

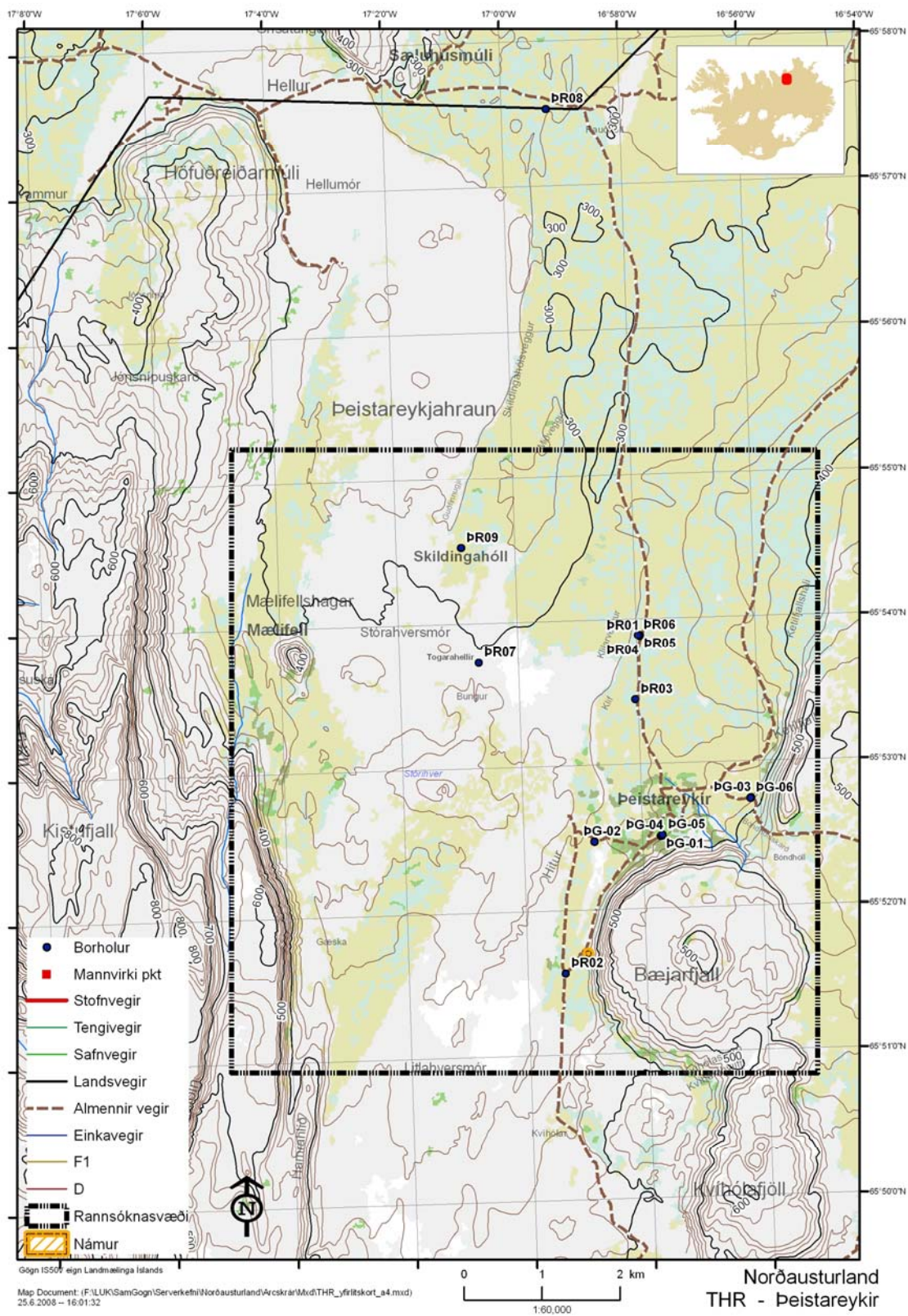
	<i>Austursvæði*</i>	<i>Vestursvæði</i>
Afl og orka		
Stærð	45 km ²	
Uppsett afl	180 MW _e	90 MW _e
Orkugeta	~1.480 GWh/ári	740
Borholur		
Rannsóknarholur	2-3 ný borsvæði	2 ný borsvæði
Núverandi vinnsluholur	6	
Fyrirhugaðar vinnsluholur	34	
Afl til reiðu	~45 MW _e	
Hagkvæmniflokkur	1-2**	2

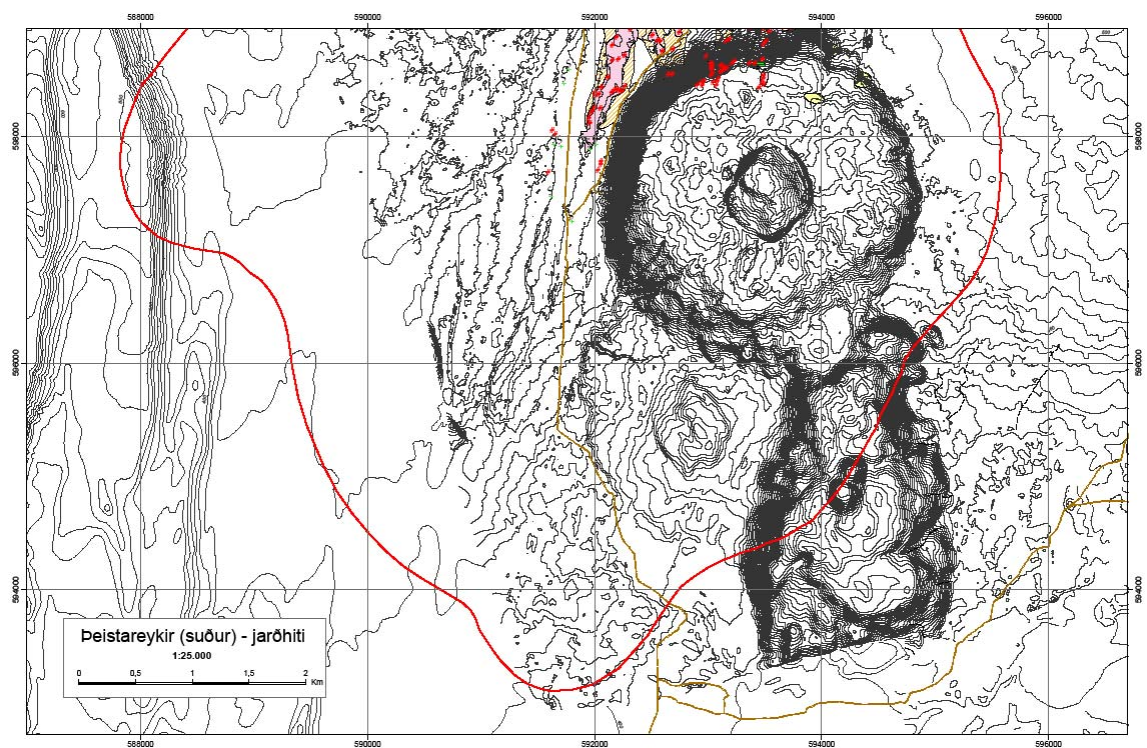
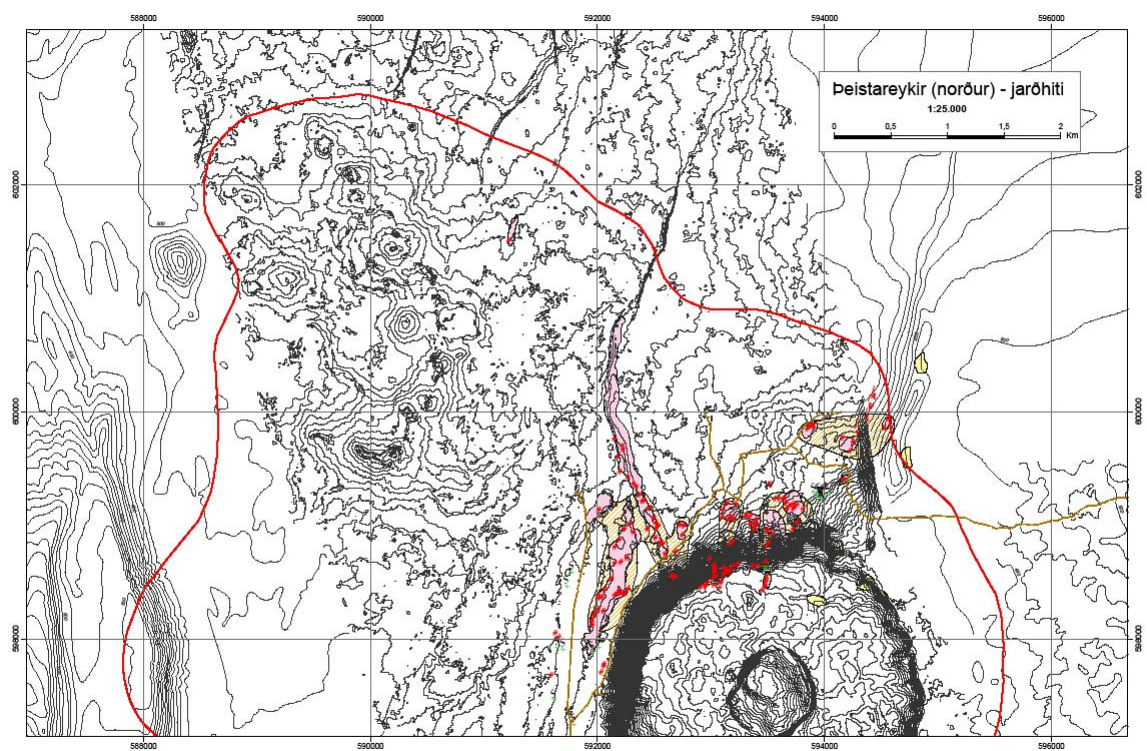
*Unnið er að verkhönnun 1. áfangi á Austursvæði.

**Fyrri áfangi 90 MW_e er í hagkvæmniflokki 2 og seinni áfangi 90 MW_e í 1. Báðir saman falla í hagkvæmniflokk 2.

Kort og skýringarmyndir:

- 1 og 2. Mynd sýna núverandi og fyrirhuguð borsvæði og fyrirhugað orkuvinnslusvæði.
3. mynd sýnir útbreiðslu háhitasvæðisins skv. túlkun viðnámsmælinga.





3.2 Umhverfi virkjunar

Jarðhitasvæðið, jarðfræði og landslag²

Þeistareykjasvæðinu má skipta í þrennt eftir jarðmyndunum og landslagi: 1) Vestast er fjallendið í Lambafjöllum norður á Höfuðreiðarmúla. 2) Hraunasvæði er í siglægdinni milli Lambafjalla og Þeistareykjafjallanna og austast eru 3) Þeistareykjafjöllin austur á Þeistareykjabungu og suður fyrir Þórunnarfjöll. Virkur jarðhiti er á svæðum 2 og 3, en kulnaðar skellur frá því mjög snemma á nútíma eru á svæði 1.

Álitlegasta vinnslusvæði jarðgufu er á austursvæðinu á Þeistareykjum sjálfum. Þar er land ekki jafnsundurrist af misgengjum og vestar.

Einkenni gosvirkni eftir að land varð íslaust er að þar hefur dyngjugosvirkni verið allsráðandi. Gossagan þessa tímabils er sérstök, hefur líklega hafist á Bölling-hlýskeyði, og nær yfir síðjökultímann. Á vestursvæði er, sem áður greindi, fjöldi smáhrauna frá síðjökultíma. Á miðrein og austursvæði eru tvær rúmmálmiklar dyngjur elstar, frá því seint á síðjökultíma og tvær yngri önnur frá því snemma, hin seint á nútíma. Sprungusveimurinn sem liggur yfir Þeistareykjasvæðið er ekki allur jafnvirkur. Ljóst að sá hluti hans sem liggur yfir aðaljarðhitasvæðið norðan Bæjarfjalls er ekki frír við sprungur, en þær hafa ekki verið virkar síðustu árþúsundin.

Vestursvæðið einkennist af fjölda smáhrauna. Þau eru 12 talsins, ólívínrík og hafa runnið á síðjökultíma. Súrt og ísúrt berg kemur þar fyrir, allt frá ísöld. Kaldar skellur eru vestan undir Lambafjöllum og ummyndun neðan til í þeim. Feiknamiklar gjár og misgengi eru á þessu svæði.

Á hraunasvæðinu eru fjögur dyngjuhraun ráðandi. Tvær af dyngjunum, Skildingahraun og Stórávítishraunið eru frá síðjökultíma, hin frá því snemma á nútíma (Borgarhraun) og um 2500 ára (Þeistareykjahraun). Hraunasvæðið er mikið “gjástykki” og austan til í því er mikill jarðhiti. Óvíða eru skilyrði til að finna meðalsighraða í sprungusveimi með beinum mælingum á sprungum og hallandi spildum betri en á vestur- og hraunasvæðinu. Þar hjálpar hvað hraunin eru gömul (yfir 11.000 ára) og hægt að sjá út aldurinn með hjálp öskulaga.

Á austursvæðinu eru þyrpingar af móbergsfjöllum. Þar eru Þríhyrningur og Ketilfjall langelst og mjög rofin. Hin eru unleg, úr fersku móbergi og bólstrabergi. Gosið í Stórávíti hefur endað með freatísku sprengigosi, og þá þeyst upp úr því grjót og bergmysla, og nær dreifin suðaustur fyrir Sandfell. Úrkastið er bæði úr dyngjunni sjálfri og undirlögum hennar.

² Kaflarnir um jarðhitasvæðið og jarðfræði styðjast við yfirlit sem Kristján Sæmundsson tók saman fyrir Orkustofnun vegna Rammaáætlunar.

3.3 Umhverfisáhrif framkvæmda og reksturs virkjunar

Náttúrufar og minjar

Gert er ráð fyrir að flestar þær rannsóknir sem hafa verið gerðar sérstaklega vegna Þeistareykjavirkjunar falli inn í yfirlit um náttúrufar og minjar sem teknar verða saman á vegum Verkefnisstjórnar rammaáætlunar.

Að öðru leyti er vísað í yfirlit í greinargerð um svæðisskipulag háhitasvæðanna.

Vatnafar

Samkvæmt fyrirbyggjandi grunnvatnslíkani er grunnvatnsstreymi á Þeistareykjasvæðinu að mestu til norðurs (Vatnaskil 2008). Unnið er að endurskoðun þess.

Á yfirborði rennur smálækur undan Ketilfjalli, einnig eru tjarnir við Tjarnarás, en annars er svæðið tiltölulega þurrt.

Skipulag

Framkvæmdasvæðið er skilgreint í samræmi við Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2015 (VGK-hönnun o.fl. 2007). Í svæðisskipulaginu eru tekin frá svæði vegna verndunar náttúruminja og fornleyfa Tillaga að svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum hefur verið samþykkt í samvinnunefnd og í viðkomandi sveitarstjórn. Svæðisskipulagið var staðfest af umhverfisráðherra 16. janúar 2008. Unnið er að gerð aðalskipulags fyrir Þingeyjarsveit. Gert er ráð fyrir að auglýsa aðalskipulagstillöguna sumarið 2009 og að hún verði staðfest á haustmánuðum sama ár. Afmörkun orkuvinnslusvæða og verndarákvæði við Þeistareyki í aðalskipulagsáætlun munu verða í samræmi við Svæðisskipulag háhitasvæði í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

Samantekt á umhverfisáhrifum er í eftirfarandi töflu, sem byggð erá helstu tiltækum upplýsingum.

Þættir	Helstu áhrif
Jarðmyndanir	Lítill áhrif – Engin sýnileg teljandi áhrif á jarðmyndanir
Vatnafar	Lítill áhrif: – Affallsvatni verður þegar fram í sækir dælt það langt niður að það á ekki að blandast grunnvatni nærri yfirborði.
Gróður	Lítill áhrif: – Gróður á framkvæmdasvæðum hefur lítið verndargildi. – Ekki er talið að svæði með sjaldséðum jarðhitategundum muni skerðast eða kólna.

Smádýr	Lítil áhrif:
Vatnalíf	Lítil áhrif:
Fuglalíf:	Lítil áhrif:
Landslag	Lítil áhrif:
	– Fá ný borsvæði
Ferðamennska	Lítil áhrif:
Skipulag	Framkvæmd í samræmi við gildandi aðalskipulag.
MÁU	Er hafið (matsáætlun)
Jarðhiti og orkuforði	Lítil áhrif: – Orkuvinnslan er talin sjálfbær – Hugsanlega landhæðarbreyting vegna þrýstingslækkunar – Hverfandi líkur á að virkjun hafi áhrif á leirhveru eða gufuaugu.

3.4 Heimildir

Vatnaskil 2008. *Þeistareykir, dreifing efna í grunnvatni við yfirborðsförgun skiljuvatns*. Greinargerð. Unnin fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf..

VGK-Hönnun, Náttúrustofa Norðausturlands og Teiknistofa arkitekta, 2007. *Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025*. Greinargerð. Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, nóvember 2007.

Til viðbótar við skýrslur sem hér er vitnað til eru skýrslur, greinar og ljósmyndir á theistareikir.is.

4 Rannsóknarsvæðið í Gjástykki

4.1 Lýsing virkjunarsvæðis

Landsvirkjun og Þeystareykir ehf. hafa byrjað rannsóknir á háhitasvæðinu. Viðnámsmælingar benda til að vinnanlegur jarðhiti sé á um 10 km². Til að skjóta frekari stoðum undir tilvist hans hefur verið boruð ríflega 600 m djúp kjarnahola. Botnhiti holunnar var 200 °C og ummyndunarsteindir eru merki um að þar hafi a.m.k einhvern tíma verið hár hiti. Efnagreiningar á gasi benda til um 280 °C djúphita í gufusvæði milli Éthóla og Gjástykkisbundu (sjá 2. kafla). Önnur jarðhitamerki á svæðinu eru sennilega tengd Kröflueldum. Sótt hefur verið um leyfi til borunar þriggja rannsóknarhola, sem yrðu boraðar frá einum og sama borteig. Í frumáætlunum er gert ráð fyrir 45 MW_e virkjun (Mannvit hf. 2008).

Kennistærðir

<i>Afl og orka</i>	
Stærð	~10 km ²
Uppsett afl	45-90 MW _e
Orkugeta	370-740 GWh/a
<i>Borholur</i>	
Fyrirhugaðar rannsóknarholur	3
Fyrirhugaðar vinnsluholur	10
<i>Hagkvæmniflokkur</i>	
	3

Forathugun er hafin með undirbúningi að djúpborun.

4.2 Umhverfi

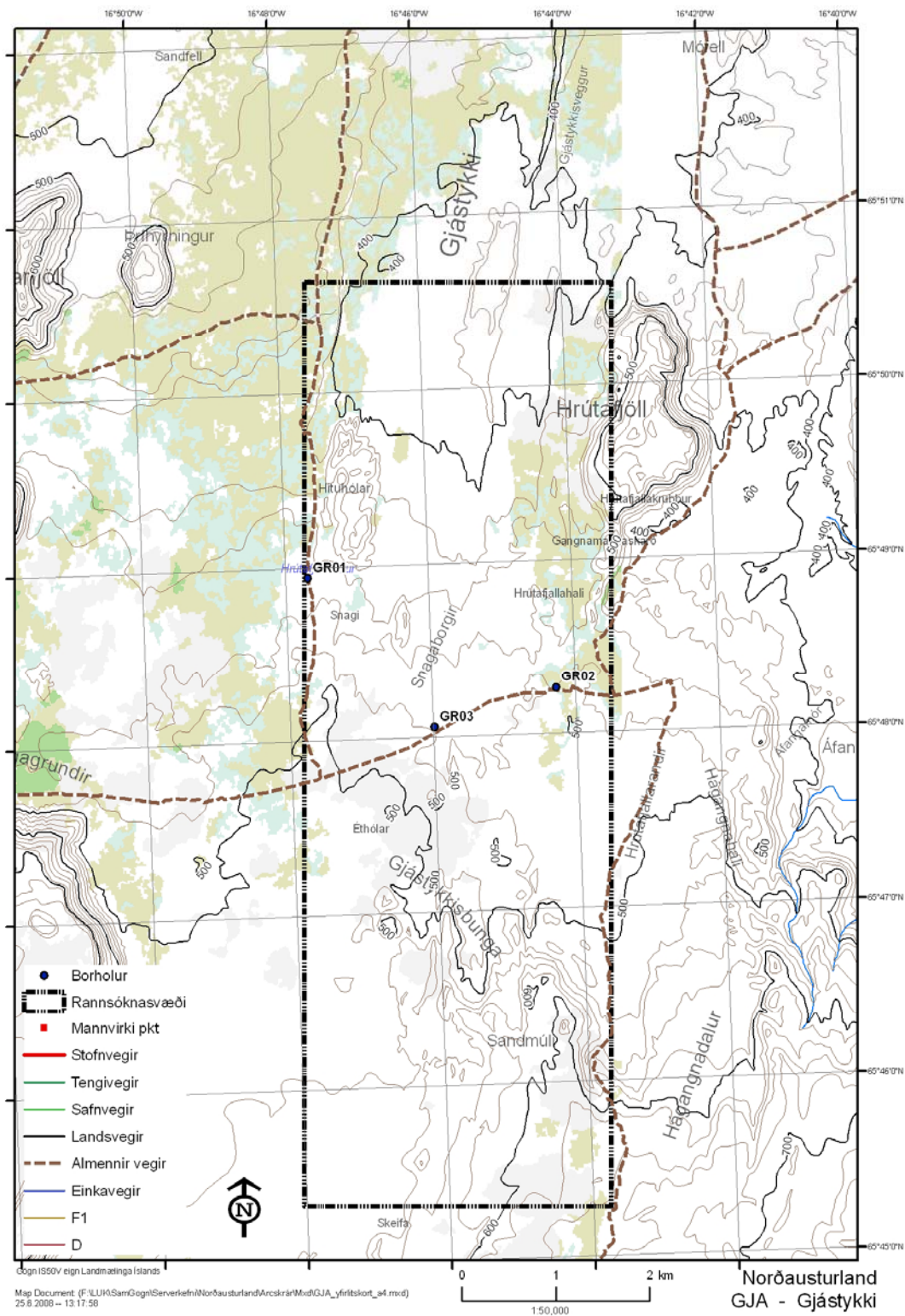
Landslag, Jarðfræði og jarðhiti³

Gjástykki er sigdalur. Í honum er Gjástykkisbunga; lítil dyngja milli Hrótafjalla og Sandmúlahæða, og sú eina sem örugglega hefur gosið í sigdalnum. Sigdalurinn er áberandi á 4-5 km kafla norður af Hotuhólum þar sem gjáveggir beggja megin dalsins eru allt að 20 m háir. Gjástykki er einkum þekkt af gjánum sem eru mjög ráðandi í landslagi. Í Kröflueldum rann hraun yfir syðsta hluta Gjástykkis og nær kolsvart hraunið norður fyrir Hituhóla.

Jarðhitinn í Gjástykki kom upp á þrem svæðum í Kröflueldum (1975-1984). Það nyrsta, norður á móts við Hrótafjöll, er kalt nú, en hiti er í tveim þeim syðri, á móts við Éthóla og Sandmúla. Hitasvæðin eru öll í sprungureininni sem var virk í Kröflueldum. Tvö þau syðri eru á aðalgígasvæðunum, en það nyrsta skammt norðan þeirra. Jarðmyndanir eru fábreyttar í Gjástykki. Goseiningar eru fáar og flestar stórar. Gjár og misgengi einkenna það öðru fremur auk hraunsins frá Kröflueldum. Í Sandmúlahæðunum

³ Kaflinn um jarðfræði og jarðhita að mestu skv. yfirliti sem Kristján Sæmundsson tók saman.

skiptir um og fjölbreytnin verður meiri. Þar er komið inn á bogsprungukerfi utanvert við Kröfluöskjuna.



Gufurnar á nyrsta svæðinu voru við gjár og misgengi sem gengu til í Kröflueldum. Hraun rann ofan í sumt af þeim og vall sums staðar upp úr þeim aftur eða kastaðist upp sem gjall og hraunflyksur við gufusprengingar. Flest bendir til að þessi gufusvæði eigi rætur að rekja til hraunrennslis í gjár. Þessi gufusvæði eru farin að gróa upp, kominn mosi í þau og grastoddar, en hraunið annars lítið eitt upplitað af hita og raka frá því fyrir tveim – þrem áratugum.

Allstórt gufusvæði er virkt milli Éthóla og dyngjugígsins í Gjástykkisbundu. Hiti í gufunum (lyktarlaus vatnsgufa) er algengur á bilinu 40-70°C. Á einum stað vestan við dyngjugíginn er þó heitara, fast að 100°C og útfelling af hverasöltum og brennisteini. Efnagreining á gasi bendir til um 280°C djúphita. Gufurnar leggjast upp úr sprungum, bæði í nýja hrauninu og þeim eldri, Éthóla- og dyngjuhrauninu. Kulnaðir gufublettir eru þar einnig, aðallega í Éthól sjálfum og við slóðina sem liggur yfir nýja hraunið norður af brennisteinshvernum.

Þriðja gufusvæðið vestast í Sandmúlahæðunum er á þeim slóðum þar sem lengst gaus í október 1980 og nóvember 1981. Gufur og volg jörð fylgja þarna NNA-SSV-sprungum, en þar er jafnframt komið inn á bogsprungukerfið sem liggur yfir Sandmúlahæðirnar frá SA til NV. Hæstur hiti fannst rúmlega 70°C. Enga H₂S-lykt var að finna af gufunni, jafnvel ekki þar sem gufukófið var mest.

Á syðri gufusvæðunum er meiri von til að jarðhitavirknin tengist eiginlegu jarðhitakerfi, einkum miðsvæðið milli Éthóla og gígsins í Gjástykkisbundu. Syðsta gufusvæðið fylgir náðið gossprungum Kröfluelda. Þar eru meiri líkur á að hiti frá gosrásum þeirra viðhaldi gufustreyminu.

Náttúrufar og og minjar

Svæðið er gróðurnautt, og að sama skapi er fuglalíf fátæklegt (Þorkell Lindberg Þórarinnsson 2007). Að öðru leyti er vísað til yfirlitsrannsókna og samantektar gagna á vegum Verkefnisstjórnar Rammaáætlunar um helstu þætti náttúrufars og landslag, sjá inngangskafila.

Að öðru leyti er vísað í greinargerð um svæðisskipulag háhitasvæðanna.

Vatnafar

Ekkert rennandi vatn er að finna á yfirborði í Gjástykki og um 115 m mælast niður á grunnvatnsborð. Grunnvatnsstraumar eru taldir fylgja Kröflu sprungubeltinu til norðurs, og koma fram á láglandi í Öxarfirði eða fram í sjó (Vatnaskil 2008).

Skipulag

Framkvæmdasvæðið er skilgreint í samræmi við Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2015 (VGK-hönnun o.fl. 2007). Í svæðisskipulaginu eru tekin frá svæði vegna verndunar náttúruminja og fornleyfa Tillaga að svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum hefur verið samþykkt í samvinnunefnd og í viðkomandi sveitarstjórn. Svæðisskipulagið var staðfest af umhverfisráðherra 16. janúar 2008.

Unnið er að gerð aðalskipulags fyrir Þingeyjarsveit. en þar kemur fram að Gjástykki verður aftast í framkvæmdaröð virkjana á skipulagssvæðinu og að í fyrstu verði lögð áhersla á rannsóknir þar, þ.m.t. rannsóknarboranir.

4.3 Heimildir

- VGK-Hönnun, Náttúrustofa Norðausturlands og Teiknistofa arkitekta, 2007. *Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025*. Greinargerð. Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, nóvember 2007.
- Mannvit hf. 2008. *Rannsóknarborun í Gjástykki, Þingeyjarsveit. Mat á umhverfisáhrifum. Tillaga að matsáætlun*. Landsvirkjun, desember 2008. LV-2008/188.
- Vatnaskil 2008. *Þeistareykir, dreifing efna í grunnvatni við yfirborðsförgun skiljuvatns*. Greinargerð. Unnin fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf..
- Þorkell Lindberg Þórarinnsson 2007. *Náttúrufar og nýting fjögurra háhitasvæða á Norðausturlandi. Í: Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2014*. Greinargerð með tillögu. Náttúrustofa Norðausturlands. NNA-07005.

5 Rannsóknarsvæðið Fremrinámur

5.1 Lýsing rannsóknarsvæðis

Jarðhitasvæðið í Fremrinámum er austanhalt og utanvert á gígsvæði Ketildyngju, á um 2 km kafla á gosrein sem liggur NNA-SSV. Jarðhitinn er í 600-800 m y.s. og nær yfir allt að 2 km² svæði (Kristján Sæmundsson og Magnús Ólafsson 2003). Mikill brennisteinn bendir til að svæðið sé virkt, og efnagreiningar á gufum frá svæðinu benda til djúphita á bilinu 280-300 °C. Í Heilagsdal austan í Bláfjöllum er fornt kulnað eða kulnandi háhitasvæði, sbr. niðurstöður viðnámsmælinga (Knútur Árnason 2004). Túlkun viðnámsmælinga bendir til að svæðið sé um 10-12 km².

Kennistærðir

Afl og orka	
Stærð	10-12 km ²
Uppsett afl	45-90 MW _e
Orkugeta	370-740 GWh/a
Borholur	
Rannsóknarholur	0
Vinnsluholur (nýjar)	0
Vinnsluholur (gamlar)	0
Hagkvæmniflokkur	
	3*

Forathugun er hafin með yfirborðsrannsóknum, og TEM mælingum.

*skv samanburði við önnur sambærileg svæði

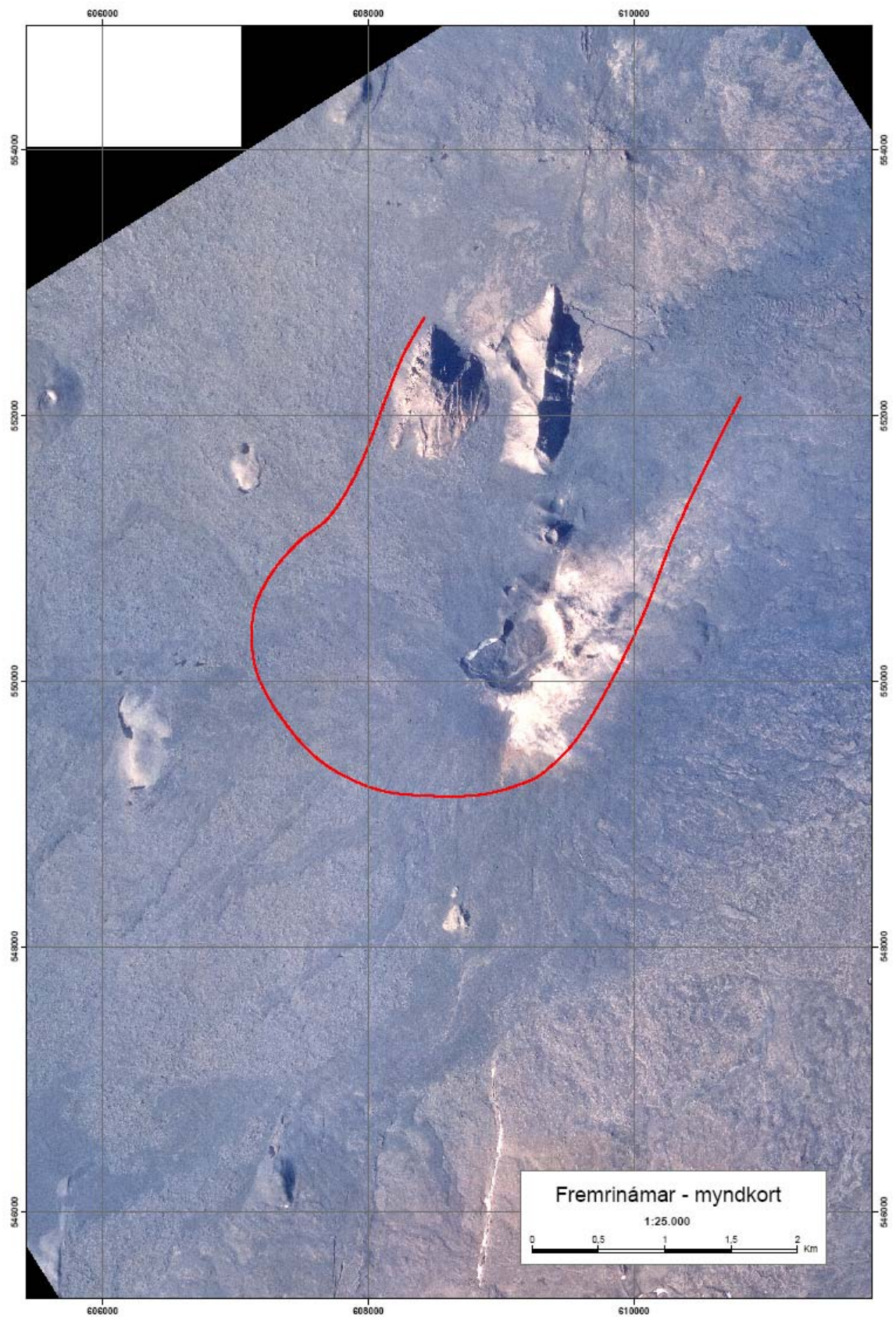
5.2 Umhverfi

Jarðfræði og jarðhiti⁴

Jarðhitasvæðið í Fremrinámum er austanhallt í gígsvæði Ketildyngju í 800-900 m hæð y.s. Dyngjan er um 4000 ára gömul. Niðri í byggð kallast hraunið úr henni Laxárhraun eldra. Yngri gígaraðir, þær yngstu um 3000 ára, eru austan megin á gígsvæði Ketildyngju. Hverasvæðið er teygt í N-S stefnu, um 1500 m á lengd og fylgir gígaröðum og brotum sem þannig liggja. Hveravirknin er annars vegar gufuhverir með brennisteinsþúfum og hveraleir undir, en umhverfis er kragi af rauðþúfum þar sem hrein vatnsgufa stígur upp. Sandur fýkur og sest þar að, oxast með tímanum og gefur rauða litinn, en hveraleir er neðar í þeim. Leirhverir sjást varla. Köld ummyndun nær norður í Ketilhyrnu austari. Með henni ná jarðhitamerkin fulla 3 km N-S.

Brennisteinshverasvæðið er um 1 km² að stærð, en með rauðþúfukraganum er það um 1,5 km². „Austurkambur“ á barmi Ketils er ólíkur að gerð hrauninu annars staðar í gígbarminum og er líkast til eldri. Í honum er mikil ummyndun og yfirborðið þakið grjótrusli, líklega frá gufusprengrum í gígnum vestan undir. Fleiri hyrnur og hnjúkar standa upp úr hrauninum úr Katli í grennd við hverasvæðið. Flest eru úr móbergstúffi.

⁴ Yfirlit tekið saman af Kristjáni Sæmundssyni.





Fremrinámar
jarðhitasvæði

Drög í vinnslu að yfirlitsmynd

Ketilhyrna austari er hins vegar úr líparíti og í lágri öldu NV frá Katli eru hraunlög úr basaltandesíti. Þarna hefur verið hálendisbálgur með hryggjum, hálsunum, etv. hraunfylltum lögðum og án efa líflegri hveravirkni, áður en Ketildyngja veitti hrauni þar yfir svo eftir standa einungis stöku minnisvarðar um það sem undir er. Misgengi eru lítt sýnileg á Fremrináma-svæði nema í þeim myndunum sem standa upp úr hrauninum, greinilegust í Ketilhyrnum, einkum þeirri vestari. Sprunguhreyfingar hafa verið minni háttar eftir að Ketildyngja myndaðist og engar eftir að yngstu sprunguhraunin runnu.

Það næsta sem sér til grunnvatns er í Heilagsdal og á „Heilagsdalshálsi“ í 600-700 m hæð, 7-8 km NV frá Fremrinámum. Þar stendur grunnvatn hátt vegna þess að berg er þar ummyndað af jarðhita. Reikna má með að grunnvatnsaðstæður séu svipaðar undir Fremrinámum, og grunnvatn standi þar í svipaðri hæð. Á milli og umhverfis myndi grunnvatnsstaðan vera lágri.

Náttúrufar og minjar

Vísað er til yfirlitsrannsóknna og samantekt gagna á vegum Verkefnisstjórnar Rammaáætlunar um helstu þætti náttúrufars, landslags og minja, þar sem tekið verður heildstætt á ýmsum þáttum náttúrufars, svo sem jarðhitaummerkjum, gróðri, dýralífi og fornminjum á öllum þeim háhitasvæðum sem verða teknar til mats í 2. áfanga.

Vatnafar

Kaldar lindir spretta víða fram í hálsinum austan og sunnan megin í Heilagsdal. Þær koma fram á skilum basaltþekjunnar og móbergsins þar undir. Lækir frá þeim hafa borið með sér leir og önnur laus jarðefni og myndað sléttar grónar grundir í dalnum. Lækirnir hverfa fljótt í hraunin og að öðru leyti örlar ekki á stöðugu yfirborðsvatni á þessum slóðum.

Skipulag

Engin afstaða er tekin til orkuvinnslu þarna í svæðisskipulagi miðhálendisins. Svæði þetta lýtur ákvæðum í lögum um verndun Mývatns og Laxár nr. 97/2004. Þar er kveðið á um tiltekin verndarsvæði, en frekari afmörkun verndarsvæða yrði ákveðin að fengnum tillögum Umhverfisstofnunar. Meðal tillagna Umhverfisstofnunar er friðun Laxárhrauna. Hið eldra kemur úr Ketildyngju og rennur um Heilagsdal niður á láglandi í Mývatnssveit (Umhverfisstofnun 2004). Jarðhitasvæðið er við austurjaðar þessa verndarsvæðis.

5.3 Heimildir

Knútur Árnason 2004. *Viðnámsmælingar í Fremrinámum árið 2004*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Íslenskar orkurannsóknir, desember 2004. Greinargerð ÍSOR-04134.

Kristján Sæmundsson og Magnús Ólafsson 2003. *Fremrinámur og Gjástykki. Rannsóknir sumarið 2003*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Íslenskar orkurannsóknir, ágúst 2004. Greinargerð ÍSOR-04096.

Umhverfisstofnun 2004. *Verndarsvæði í Skútustaðahreppi. Tillögur Umhverfisstofnunar vegna breytinga á lögum um vernd Mývatns og Laxár*. Umhverfisstofnun, UST – 2004:29.

**VIRKJUNARKOSTIR TIL ATHUGUNAR VEGNA RAMMAÁÆTLUNAR
JARÐGUFUVIRKJANIR**

A Bjarnarflagsvirkjun

Staðsetning: *Mývatnssveit*

Sveitarfélög: *Skútustaðahrepp*

Raforka

Áætlað heildarafl áfanga: *90 MW*

Orkugeta : *~740 GWh*

Staða undirbúnings:

Forathugun:

Frumhönnun:

Verkhönnun: *Langt komin.*

Útboðshönnun: *Nei*

Annað?

Rask (Hefur svæðinu verið raskað/hvernig?): *Borholur og slóðar og námur.*

Staða efnisöflunar:

Kort Jarðfræðikort: *Búið*

Viðnámsmælingar: *TEM*

Afmörkun háhitasvæðis: *Já*

Val borstæða: *Já*

Staðsetn. og hönnun mannvirkja: *Staðsetning valin, ekki endanleg hönnun mannvirkja*

Vegir: *Hönnun lokið, umhverfismat fylgir virkjun*

Línulagnir: *Umhverfismati lokið*

Skýrslur

Náttúra: *já*

Menningarminjar: *já*

Útivist/ferðaþjónusta: *já*

Landbún./hlunnindi: *Aðalskipulag*

Hagræn áhrif: *Aðalskipulag*

Áhrif á byggðaðróun: *Svæðisskipulag*

Myndefni

Teikningar

Ljósmyndir

Líkön

Borranir

Tilraunaboranir: *sjá vinnsluboranir*

Hitastigsmælingar: *Já*

Vinnsluholur: *Já*

Staða leyfismála

Rannsóknarleyfi: *já*

Mat á umhverfisáhrifum: *Búið*

Staðaskipulagsmála: *Klárast á árinu*

Framkvæmdaleyfi: *nei*
Virkjunarleyfi: *nei*
Þjóðlenduleyfi: á ekki við

B Kröfluvirkjun II

Staðsetning: *Mývatnssveit*
Sveitarfélög: *Skútustaðahreppur*

Raforka

Áætlað afl 1. áfanga (MW): 45 MW
Áætlað heildarafl seinni áfanga: 90 MW
Orkugeta: ~ 1.110 GWh

Staða undirbúnings:

Forathugun:
Frumhönnun:
Verkhönnun: *Langt komin, beðið eftir niðurstöðum úr umhverfismati.*
Útboðshönnun: *Nei*
Annað?

Rask (Hefur svæðinu verið raskað/hvernig?): *Borholur og slóðar og námur.*

Staða efnisöflunar:

Kort

Jarðfræðikort: *Búið*
Viðnámsmælingar: *Bæði TEM og MT*
Afmörkun háhitasvæðis: *Já*
Val borstæða: *Já,*
Staðsetn. og hönnun mannvirkja: *Staðsetning valin, ekki endanleg hönnun mannvirkja*
Vegir: *Hönnun lokið, umhverfismat fylgir virkjun*
Línulagnir: *Umhverfismat í gangi.*

Skýrslur

Náttúra: *já*
Menningarminjar: *já*
Útivist/ferðaþjónusta: *já*
Landbún./hlunnindi: *Svæðisskipulag*
Hagræn áhrif: *Svæðisskipulag*
Áhrif á byggðaðróun: *Svæðisskipulag*

Myndefni

Teikningar
Ljósmyndir
Líkön

Boranir

Tilraunaboranir: *IDDP, að öðru leyti, sja vinnsluboranir*
Hitastigsmælingar: *Já*
Vinnsluholur: *já*

Staða leyfismála

Rannsóknarleyfi: *Þarf að endurnýja*
Mat á umhverfisáhrifum: *Klárast á árinu*
Staðaskipulagsmála: *Klárast á árinu*
Framkvæmdaleyfi: *nei*
Virkjunarleyfi: *nei*
Þjóðlenduleyfi

C Þeistareykjavirkjun

Staðsetning: *Reykjaheiði*

Sveitarfélög: *Þingeyjarsveit*

Raforka

Áætlað afl 1. áfanga (MW): *90 MW (Austursvæði)*
Áætlað heildarafl seinni áfanga: *90 MW (Austursvæði)*
Áætlað heildarafl þriðja áfanga: *90 MW (Vestursvæði)*
Orkugeta: *~2.220 GWh*

Staða undirbúnings:

Forathugun: *Já*
Frumhönnun: *Já*
Verkhönnun: *Langt komin, beðið eftir niðurstöðum úr umhverfismati.*
Útboðshönnun: *Nei*
Annað?

Rask (Hefur svæðinu verið raskað/hvernig?): *Borholur og slóðar og námur.*

Staða efnisöflunar:

Kort

Jarðfræðikort: *Búið*
Viðnámsmælingar: *Bæði TEM og MT*
Afmörkun háhitasvæðis: *Já*
Val borstæða: *Já,*
Staðsetn. og hönnun mannvirkja: *Staðsetning valin, ekki endanleg hönnun mannvirkja*
Vegir: *Hönnun lokið, umhverfismat fylgir virkjun*
Línulagnir: *Umhverfismat í gangi.*

Skýrslur

Náttúra: *já*
Menningarminjar: *já*
Útivist/ferðaþjónusta: *já*
Landbún./hlunnindi: *Svæðisskipulag*
Hagræn áhrif: *Svæðisskipulag*
Áhrif á byggðaðróun: *Svæðisskipulag*

Myndefni

Teikningar

Ljósmyndir
Líkön

Boranir

Tilraunaboranir: 6 holur 1700-3000 m + 400 m kjarnahola á vestursvæði
Hitastigsmælingar: Já
Vinnsluholur: sjá tilraunaboranir

Staða leyfismála

Rannsóknarleyfi: Endurnýjun í vinnslu
Mat á umhverfisáhrifum: Klárast á árinu
Staðaskipulagsmála: Klárast á árinu
Framkvæmdaleyfi: nei
Virkjunarleyfi: nei
Þjóðlenduleyfi

D Gjástykki

Staðsetning: Gjástykki

Sveitarfélög: Þingeyjarsveit

Raforka

Áætlað afl 1. áfanga (MW): 45 MW
Áætl. heildarafl seinni áfanga: 45 MW
Orkugeta 1. áfanga: ~370 GWh

Staða undirbúnings:

Forathugun: já
Frumhönnun: nei
Verkhönnun: nei
Útboðshönnun: Nei
Annað?

Rask (Hefur svæðinu verið raskað/hvernig?): Nei.

Staða efnisöflunar:

Kort

Jarðfræðikort: Búið

Viðnámsmælingar: TEM

Afmörkun háhitasvæðis: Já

Val borstæða: Nei

Staðsetn. og hönnun mannvirkja: Nei

Vegir:

Línulagnir:

Skýrslur

Náttúra: já

Menningarminjar: já

Útivist/ferðaþjónusta: já

Landbún./hlunnindi: Svæðisskipulag

Hagræn áhrif: Svæðisskipulag

Áhrif á byggðaðróun: Svæðisskipulag

Myndefni

Teikningar

Ljósmyndir

Líkön

Boranir

Tilraunaboranir: *nei*

Vinnsluholur: *nei*

Staða leyfismála

Rannsóknarleyfi: *nei*

Mat á umhverfisáhrifum: *nei*

Framkvæmdaleyfi: *nei*

Virkjunarleyfi: *nei*

Þjóðlenduleyfi

E Fremrinámur

Staðsetning: *Við Ketildyngju*

Sveitarfélög: *Skútustaðahreppur*

Raforka

Áætlað afl 1. áfanga (MW): *45 MW*

Áætlað heildarafl seinni áfanga: *45 MW*

Orkugeta 1. áfanga: *~370 GWh*

Staða undirbúnings:

Forathugun: *Já*

Frumhönnun:

Útboðshönnun:

Annað? Eingöngu frumrannsóknir á jarðhita

Rask (Hefur svæðinu verið raskað/hvernig?): *Nei*

Staða efnisöflunar:

Kort

Jarðfræðikort: *Aðeins yfirlit*

Viðnámsmælingar: *TEM*

Afmörkun háhitasvæðis: *Já, að hluta*

Val borstæða: *Nei*

Staðsetn. og hönnun mannvirkja:

Vegir:

Línulagnir:

Náttúra: *já*

Menningarminjar: *já*

Útivist/ferðaþjónusta: *Svæðisskipulag (Miðhálandi)*

Landbún./hlunnindi: *Svæðisskipulag (Miðhálandi)*

Hagræn áhrif:

Áhrif á byggðaðróun:

Myndefni

Teikningar

Ljósmyndir
Líkön

Boranir

Tilraunaboranir: *nei*
Hitastigsmælingar: *Já, í gufuaugum*
Vinnsluholur:

Staða leyfismála

Rannsóknarleyfi: *Nei*
Mat á umhverfisáhrifum:
Staðaskipulagsmála:
Framkvæmdaleyfi:
Virkjunarleyfi:
Þjóðlenduleyfi

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