

Rannsóknaborun í Gjástykk Aðaldælahreppi

Greinargerð um framkvæmd



Landsvirkjun

Mars 2008



Upplýsingablað

Skýrsla LV nr: LV-2008/041

Dags: Mars 2008

Fjöldi síðna: 23 Upplag: 20 Dreifing: ☒ Opin ☐ Takmörkuð til

Titill: Rannsóknarborun í Gjástykki, greinargerð með framkvæmd

Höfundar /
fyrirtæki: VGK-Hönnun

Verkefnisstjóri: Árni Gunnarsson Landsvirkjun

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Landsvirkjun fyrirhugar borun fyrstu rannsóknarholu, GG-01, í Gjástykki í Aðaldælahreppi. Framkvæmdin er tilkynningarskyld samkvæmt lögum nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum. Áform um borun rannsóknaholu á þessu svæði eru liður í samstarfi Landsvirkjunar og Þeistareykja ehf. um rannsóknir og könnun á virkjunarmöguleikum háhitasvæða á Norðausturlandi þ.e. á Þeistareykjum, í Kröflu, Bjarnarflagi og Gjástykki fyrir álver á Bakka við Húsavík eða aðra orkukaupendur

Lykilorð: Rannsóknarborun, jarðhiti, Gjástykki, Norðausturland.

ISBN nr:

ISSN nr:

Undirskrift verkefnisstjóra
Landsvirkjunar



Landsvirkjun

Rannsóknaborun í Gjástykki Aðaldælahreppi

Greinargerð um framkvæmd

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	1
1 INNGANGUR.....	2
1.1 TILGANGUR RANNSÓKNA	2
1.2 LEYFI OG MATSSKYLDA	3
1.3 KYNNING OG SAMRÁÐ	3
2 FRAMKVÆMD	5
2.1 ALMENNT	5
2.2 BORTEIGUR.....	5
2.3 BORHOLA	9
2.4 PRÓFANIR	9
2.5 EFNISTAKA	9
2.6 FRAMTÍÐARVINNSLUSVÆÐI	10
3 SKIPULAG OG VERNDARSVÆÐI	11
3.1 SKIPULAG	11
3.2 VERND.....	11
4 ÁHRIF FRAMKVÆMDAR Á UMHVERFI.....	14
4.1 ALMENNT	14
4.2 VATN.....	14
4.3 JARÐMYNDANIR OG LANDSLAG.....	15
4.4 GRÓÐUR	17
4.5 DÝRALÍF.....	17
4.6 MENNINGARMINJAR.....	18
4.7 SAMGÖNGUR	18
4.8 HLJÓÐVIST.....	18
4.9 NIÐURSTAÐA	19
HEIMILDIR	20
VIÐAUKI	22

MYNDIR

Mynd 1.	Yfirlitsmynd sem sýnir afmörkun Svæðisskipulags háhitasvæða í Þingeyjarsýslum. Rannsóknarsvæði í Gjástykki merkt sérstaklega.	4
Mynd 2.	Gjástykki tillaga að borteig. Yfirlitskort.	6
Mynd 3.	Afstöðumynd af borteig við kjarnaholu GR-3 í Gjástykki.	7
Mynd 4.	Horft til norðnorðvesturs yfir fyrirhugað rannsóknaborsvæði í Gjástykki í nóvember 2007. Kjarnabor við borun GR-3.....	8
Mynd 5.	Girðing og vegslóð á hrauni við fyrirhugaðan borteig. Mynd tekin til suðvesturs. Gæsafjöll í baksýn og Éthólar nær.....	8
Mynd 6.	Hugsanleg efnistökusvæði á Draugagrundum norðan Gæsafjalla.....	10
Mynd 7.	Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Séruppdráttur, Gjástykki. Landnotkun og verndarsvæði.....	12

1 INNGANGUR

Landsvirkjun fyrirhugar rannsóknaborun í Gjástykki í Aðaldælahreppi. Framkvæmdin er tilkynningarskyld samkvæmt lögum nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum. Rannsóknarsvæði Landsvirkjunar nær til Aðaldælahrepps, Norðurþings og Skútustaðahrepps, sjá mynd 1.

Áform um borun rannsóknaholu á þessu svæði eru liður í samstarfi Landsvirkjunar og Þeistareykja ehf. um rannsóknir og könnun á virkjunarmöguleikum háhitasvæða á Norðausturlandi þ.e. á Þeistareykjum, í Kröflu, Bjarnarflagi og Gjástykki fyrir álver á Bakka við Húsavík eða aðra orkukaupendur. Landsvirkjun sem er framkvæmdaraðili hefur rannsóknarleyfi í Gjástykki. Landsvirkjun hefur gert samning við landeigendur um rannsókn- og nýtingarrétt þess hluta Gjástykkis sem tilheyrir Reykjahlíð og Þeistareykir ehf. hafa gert samning við eigendur Þeistareykjalands sem eru Aðaldælahreppur og Þingeyjarsveit. VGK-Hönnun hf. er ráðgjafi við mat á umhverfisáhrifum. Stefnt er að því að ráðast í fyrrnefnda rannsóknaborun sumarið 2008.

1.1 Tilgangur rannsókna

Frumrannsóknir sem gerðar hafa verið á svæðinu á vegum Orkustofnunar, Íslenskra orkurannsókna og Landsvirkjunar benda til þess að virkja megja jarðhita í Gjástykki. Yfirborðsrannsóknir hafa farið fram á Gjástykkissvæðinu undanfarin ár. Niðurstöður þeirra rannsókna, m.a. TEM-viðnámsmælingar og gashitamælar hafa gefið vísbendingar um að vinnanlegan jarðhita sé þar að finna (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2006). Til að skjóta stöðum undir þá túlkun var einnig boruð 624 m djúp kjarnahola (GR-3) í Gjástykki haustið 2007. Í holunni fundust ummyndunarsteindir sem eru merki um háan hita í jarðlögum á einhverjum tímapunkti (VGK-Hönnun, 2007). Næstu skref til að fá úr því skorið hvort um nýtanlegan jarðhita er að ræða eru að hitamæla jarðlög í kjarnaholunni og bora fyrirhugaða rannsóknaholu og afla með því nauðsynlegra gagna um eðli jarðhitans í Gjástykki. Niðurstöður rannsóknaborunar verða nýttar til að gera langtímaáætlun um frekari boranir og virkjun jarðhitans.

Landsvirkjun í samvinnu við Þeistareyki ehf. rannsakar jarðhita í Gjástykki á grundvelli eftirtalinna samninga, stefnu og leyfa:

1. Rannsóknarleyfis útgefnu af iðnaðar- og viðskiptaráðuneyti þann 10. maí 2007.
2. Samninga milli landeigenda Reykjahlíðar ehf og Landsvirkjunar, frá 1. nóvember 2005 og milli Þeistareykja ehf. og landeigenda dags. 28. apríl 1999.
3. Viljayfirlýsingar 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.
4. Viljayfirlýsingar 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.
5. Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum sem var staðfest af umhverfisráðherra 16. janúar 2008.

Samkvæmt stefnu viðkomandi sveitarfélaga er Gjástykki aftast í framkvæmdaröð virkjana á orkuvinnslusvæðum í svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007). Í fyrstu verður þar lögð áhersla á rannsóknir, þ.m.t. rannsóknaboranir. Samkvæmt stefnu sveitarfélaganna er ekki gert ráð fyrir að virkjað verði í Gjástykki nema hin svæðin gefi ekki nægjanlega orku fyrir starfsemi og atvinnuuppbyggingu á skipulagssvæðinu.

1.2 Leyfi og matsskylda

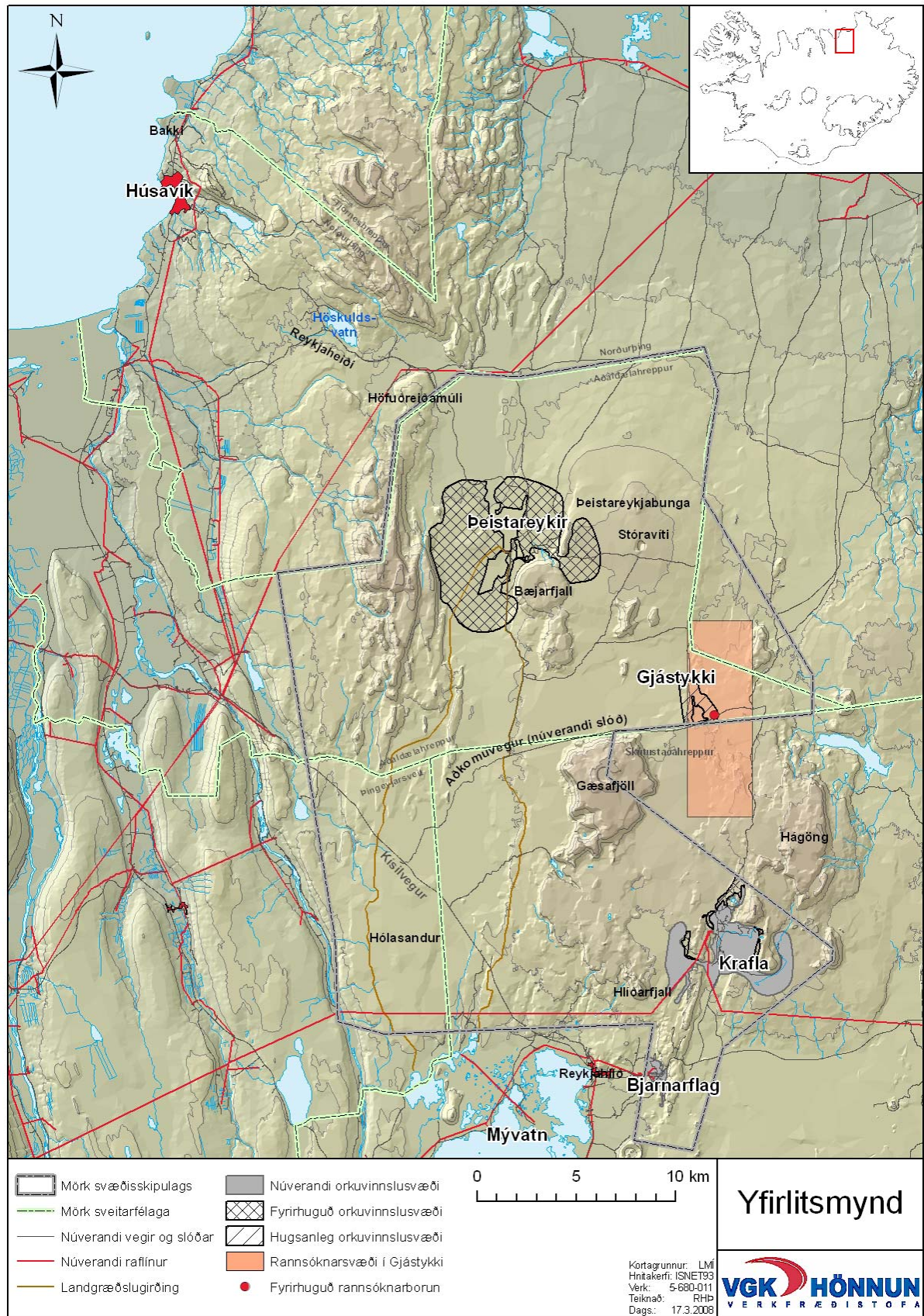
Samkvæmt 6. gr. og 2. viðauka, t.l. 2 c i, í lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 er djúpborun og þar með talin borun á rannsóknaholum á háhitasvæðum tilkynningarskyld framkvæmd. Skipulagsstofnun tekur ákvörðun um matsskyldu framkvæmdarinnar.

Framkvæmdin er háð eftirfarandi leyfum:

- Rannsóknarleyfi frá iðnaðarráðherra samkvæmt 4. gr. laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu. Landsvirkjun hefur leyfi til rannsókna á jarðhita á Gjástykkissvæðinu. Leyfið gildir frá 10. maí 2007 til 10. maí 2010.
- Framkvæmdaleyfi sem sveitarfélagið Aðaldælahreppur veitir samkvæmt 27. gr. skipulags- og byggingarlaga nr. 73/1997.
- Starfsleyfi fyrir jarðborun og aðstöðu starfsmanna á borsvæði. Heilbrigðisnefnd Norðurlands eystra veitir leyfið 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 10.4 og 10.7 ásamt IV. kafla reglugerðar nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns.

1.3 Kynning og samráð

Haft verður samráð við sveitarfélögin Aðaldælahrepp, Norðurþing og Skútustaðahrepp, Skipulagsstofnun, Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra, Umhverfisstofnun og Orkustofnun um fyrirhugaðar framkvæmdir við rannsóknaborun. Helstu framkvæmdaþættir og umhverfisáhrif verða kynnt þessum aðilum á fundum óski þeir eftir því.



Mynd 1. Yfirlitsmynd sem sýnir afmörkun Svæðisskipulags háhitasvæða í Þingeyjarsýslum. Rannsóknarsvæði í Gjástykki merkt sérstaklega.

2 FRAMKVÆMD

2.1 Almenn

Landsvirkjun fyrirhugar að bora eina rannsóknaholu í Gjástykki, sjá mynd 2. Gjástykkissvæðið er sigdalur sem liggur á Kröflu sprungusveimnum um 9 km norðan við Kröflu. Svæðið er í um 400-500 m h.y.s. á sléttum hraunum og vel aðgengilegt til vinnslu. Yfirborðsmerki jarðhita í Gjástykki er einkum að finna suðaustur af Éthólum, sjá jarðfræðikort af Gjástykki í viðauka 1.

Samkvæmt hvítbók iðnaðarráðuneytisins (1994) er áætlað afl svæðisins til raforkuvinnslu 70 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma 560 GWh/ári, miðað var við að jarðhitasvæðið væri um 7 km² að flatarmáli. Samkvæmt túlkun TEM-viðnámsmælinga er jarðhitasvæðið talið ná yfir um 10 km² (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2006). Þarna er þörf frekari rannsókna, þar sem engar háhita rannsóknaboranir hafa farið fram til að sannreyna jarðhitakerfið.

Aðkoma að borsvæðinu verður eftir fyrirbyggjandi vegslóð sem greinist í austur frá veginum að Þeistareykjum um Hólasand. Leiðin er um 10 km löng og liggur vegslóðin meðfram girðingu, norðan við Gæsafjöll, sjá mynd 1.

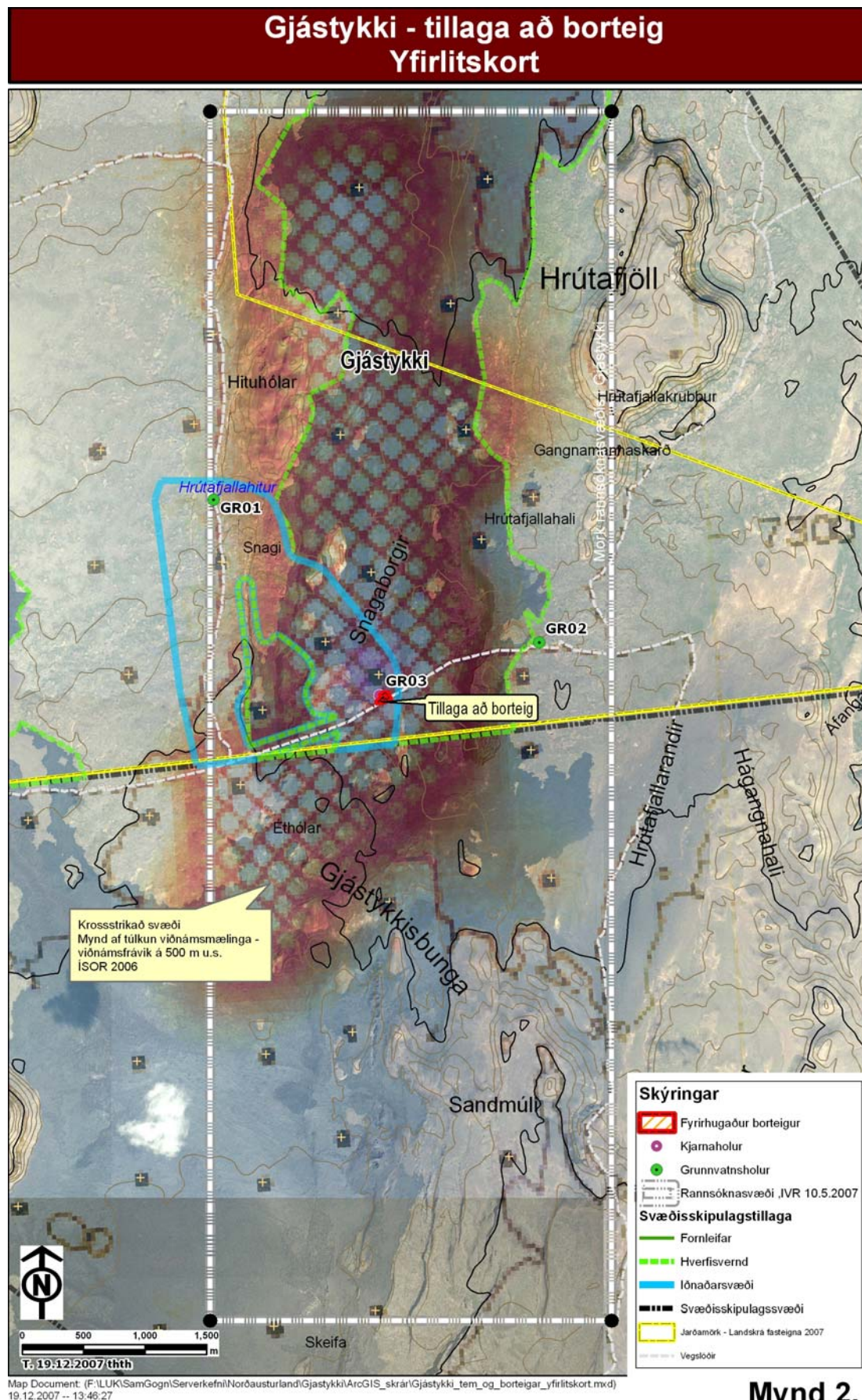
Hér á eftir fer lýsing á framkvæmd vegna rannsóknaborunar í Gjástykki sem fela í sér eftirfarandi þætti:

- Borteig
- Borholu
- Prófanir
- Efnistöku

2.2 Borteigur

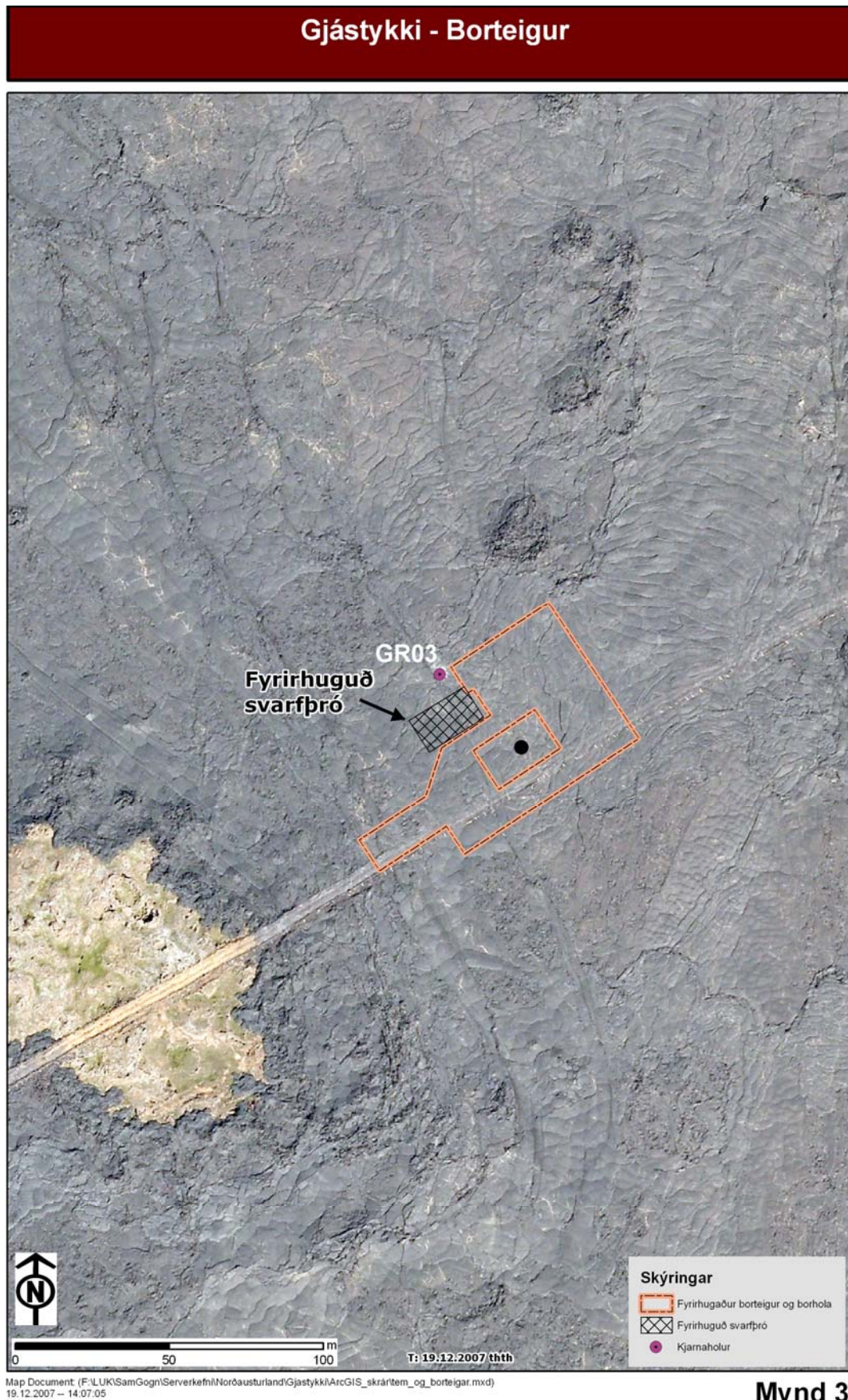
Borteigur fyrir fyrirhugaða rannsóknaholu verður norðan við girðingarslóð sem liggur yfir slétt, ógróið helluhraun frá Kröflueldum 1975-1984 og skammt sunnan við þann stað sem kjarnahola GR-3 var boruð í nóvember 2007, sjá myndir 3 og 4. Ekki kemur til röskunar á gróðri undir borteig, sjá mynd 5.

Flatarmál borteigsins verður um 3.500 m². Steyptur kjallari um 1,2 m að dýpt og 2x2 m að utanmáli verður byggður utan um efstu fódningu holunnar. Eina inngrípið í hraunið verður þegar fleygað verður niður úr því fyrir borholukjallaranum. Slétta og afrétta verður hraunið undir sjálfan borinn með aðkeyrðu fyllingarefni. Byggð verður svarfpró við teiginn með því að hlaða upp veggj sem klæddir verða með dúk. Áætluð fylliefnisþörf fyrir borteiginn er 1500 til 2500 m³.



Mynd 2.

Mynd 2. Gjástykki tillaga að borteig. Yfirlitskort.

**Mynd 3.**

Mynd 3. Afstöðumynd af borteig við kjarnaholu GR-3 í Gjástykki.



Mynd 4. Horft til norðnorðvesturs yfir fyrirhugað rannsóknaborsvæði í Gjástykki í nóvember 2007. Kjarnabor við borun GR-3.



Mynd 5. Girðing og vegslóð á hrauni við fyrirhugaðan borteig. Mynd tekin til suðvesturs. Gæsafjöll í baksýn og Éthólar nær.

2.3 Borhola

Boruð verður ein rannsóknahola á borteignum niður á allt að 2500 m dýpi. Holan verður lóðrétt eða stefnuboruð og hönnuð eins og vinnsluhola. Borun holunnar tekur einn til tvo mánuði.

Við háhitaboranir er ýmist notað vatn til að kæla borkrónu og bera borsvarf til yfirborðs, eða leðja sem er blanda af vatni og náttúrulegum leirsteindum. Reiknað er með að við borun þurfi að jafnaði um 40 l/s af kælivatni sem dælt er í holuna. Kælivatni verður dælt upp og veitt um yfirborðslögn úr grunnvatnsholu í nágrenninu. Yfirborðslögnin verður fjarlægð þegar borun er lokið.

Frá dælukari borsins liggur frárennislögn í svarfpró. Í hana safnast allt borsvarf, borleðja og steypusvarf sem frá holunni berst. Við borun efri hluta holu er oft notuð svonefnd borleðja. Henni er hringdælt og tapast því yfirleitt ekki. Þegar opnar æðar eru skornar tapast skolvatn og svarf út í þær. Úr svarfprónni verður borvatn sem ekki tapast í holunni leitt í hraunsprungur nærri borteignum. Eftir því sem dýpi holunnar eykst tapast yfirleitt meira af skolvatninu. Í borlok verður svarfinu í þrónni ekið burtu og fargað á viðurkenndum stað.

2.4 Prófanir

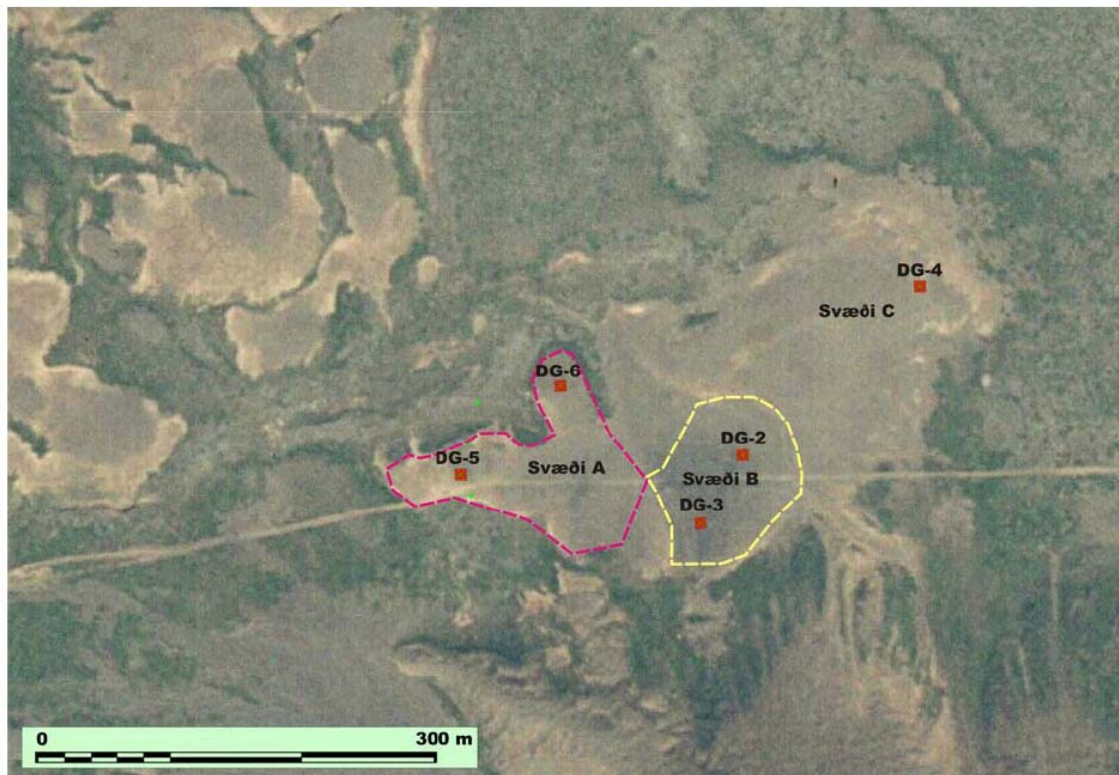
Að lokinni borun er holan látin hitna í nokkra mánuði. Því næst er hiti og þrýstingur mældur í henni. Þannig fást upplýsingar um náttúrulegt ástand jarðhitakerfisins. Að lokum er henni hleypt upp og hún látin „blása“ og afköst hennar mæld. Einnig eru tekin sýni af jarðhitavökvanum. Á meðan blástursprófanir standa yfir er hefðbundinn blástursbúnaður með hljóðdeyfi tengdur við holuna. Holutoppurinn verður varinn með hefðbundnu kúluhúsi á meðan á rannsókn stendur. Blásturbúnaður verður fjarlægður síðar ef ekkert verður úr frekari rannsóknum. Skiljuvatni frá borholu í blæstri verður veitt í nálægar sprungur í hrauninu.

2.5 Efnistaka

Á Gjástykkissvæðinu þarf um 1500 til 2500 m³ af fylliefni fyrir borteig. Gerð hefur verið könnun á hugsanlegum efnisnámum fyrir framkvæmd vegna rannsóknaborunar í Gjástykki (Ómar Bjarki Smárasón, 2008). Samráð hefur verið haft við Umhverfisstofnun og Aðaldælahrepp vegna fyrirhugaðrar efnistöku sem tengist rannsóknum í Gjástykki og verður svo áfram. Sérfræðingur hjá Umhverfisstofnun (UST) fór í eftirlitsferð með fulltrúum framkvæmdaraðila í ágúst 2007 (tölvupóstur frá Birni Stefánssyni sérfræðingi UST 7. ágúst 2007 og frá Hjalta J. Guðmundssyni forstöðumanni Náttúrverndar- og útivistarsviðs UST 12. nóvember 2007).

Vestan við Draugagrundir norðan við Gæsafjöll er talið hægt að vinna a.m.k. 50.000 m³ af bólstrabergi og bólstrabrotabergi af svæði A, sem hentar mjög vel sem burðarefni til vega- og plangerðar (mynd 6). Efnið er fremur dökkt að lit og ætti því ekki að stinga mjög í stúf verði það notað til plangerðar á hrauninum í Gjástykki. Vinnslusvæði norðan girðingar gæti verið um 10.000 m² að stærð. Úr sandkeilu sem gengur niður úr Gæsafjöllum í átt að Draugagrundum má líklega vinna allt að 20.000 m³ af sendu fyllingarefni (Ómar Bjarki Smárasón, 2008).

Fyrirhugað er að sækja burðar- og fyllingarefni fyrir borteig á svæði A, sem greint er frá hér að framan eða úr opnum námum í nágrenni við framkvæmdasvæðið. Kemur þar helst til greina efnistökusvæði vestan Kvíhólafjalla sem hefur verið nýtt í borteiga á Þeistareykjasvæðinu.



Mynd 6. Hugsanleg efnistökusvæði á Draugagrundum norðan Gæsafjalla.

Umhverfisstofnun benti á slæmt ástand vegslóðar að Gjástykki eftir fyrrnefnda eftirlitsferð. Þess skal getið að eftir ferðina fór fram lagfæring á vegslóðinni sumarið 2007 að tilstuðlan sveitarfélagsins.

2.6 Framtíðarvinnslusvæði

Ef rannsóknaborun á Gjástykkissvæðinu leiðir í ljós að um vænlegt vinnslusvæði sé að ræða er mögulegt að nýta svæðið með því að reisa þar jarðhitavirkjun og tengja fyrirhugaða rannsóknaholu 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 gufu frá vinnsluholum upp í móti, þannig að skiljustöðvar og stöðvarhús verða 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. Ef virkjað verður í Gjástykki mun miðstöð fyrir rekstur jarðhitavirkjunar líklega verða í Mývatnssveit.

3 SKIPULAG OG VERNDARSVÆÐI

Fyrirhugað framkvæmdasvæði rannsóknaborunar er í Aðaldælahreppi. Í þessum kafla er greint frá stöðu skipulags á svæðinu. Einnig er fjallað um hvort svæðið njóti verndar samkvæmt skipulagsáætlunum og lögum um náttúruvernd.

3.1 Skipulag

Svæðisskipulag

Svæðisskipulag fyrir háhitasvæði í Þingeyjarsýslum 2007-2025 var staðfest umhverfisráðherra 16. janúar 2008. Í svæðisskipulaginu er afmarkað iðnaðarsvæði til orkuvinnslu í Gjástykki og hverfisverndarsvæði vegna náttúruminja. Mörkuð er stefna um legu aðkomuvega og flutningslína. Gerð er grein fyrir stefnu viðkomandi sveitarfélaga og umhverfisáhrifum hennar í greinargerð. Á mynd 6 má sjá uppdrátt af orkuvinnslusvæðinu í Gjástykki úr svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

Aðalskipulag

Unnið er að gerð aðalskipulags fyrir Aðaldælahrepp. Samkvæmt verkáætlun er gert ráð fyrir að skipulag verði staðfest af umhverfisráðherra í júní 2008. Afmörkun orkuvinnslusvæða og verndarákvæði við Gjástykki í aðalskipulagsáætlun munu verða í samræmi við svæðisskipulagið.

Áhrif framkvæmdar

Fyrirhugaðar framkvæmdir verða unnar í samræmi við stefnu sveitarfélaga sem sett hefur verið fram í svæðisskipulagi fyrir háhitasvæði í Þingeyjarsýslum.

3.2 Vernd

Náttúruminjaskrá

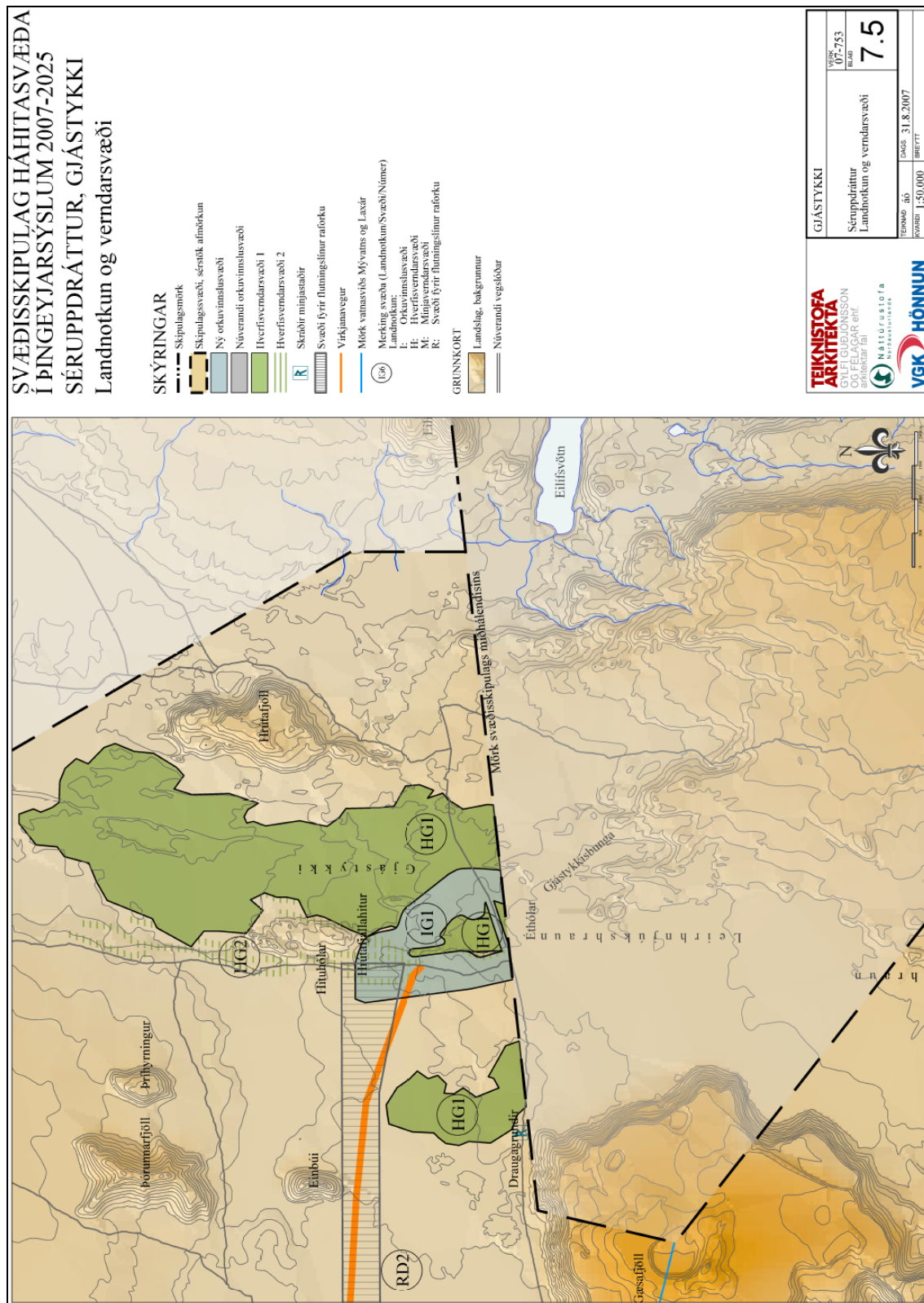
Stóra-Víti er toppgígur Þeistareykjabungu, skammt norðvestan Gjástykkissvæðisins. Frá honum rann Stóra-Vítishraun fyrir um 11.000 árum yfir heiðaflákann upp af Kelduhverfi, Þeistareykjasvæðið og allt Gjástykki norðan Hrítafjalla. Nokkru sunnan við Stóra-Víti er Litla-Víti sem er svonefndur fallgígur. Slík fyrirbæri eru einkennandi fyrir dyngjur og myndast þegar þakið yfir hraunrás hrynur (Þorkell Lindberg Þórarinnsson, 2007a). Stóra- og Litla-Víti eru á náttúruminjaskrá (Náttúruverndarráð, 1996). Fyrirhuguð framkvæmd er utan svæða á náttúruminjaskrá.

Lög um náttúruvernd

Hraun sem runnið hafa eftir ísaldarlok, fyrir um 10 þúsund árum, kallast nútímahraun eða eldhraun. Eldhraun njóta sérstakrar verndar samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd og skal forðast röskun þeirra eins og kostur er. Gjástykkissvæðið er að mestu þakið nútímahraunum.

Skammt sunnan við framkvæmdasvæðið eru Éthólar þar sem yfirborðsummerkja jarðhita gætir. Þeir njóta verndar samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd. Fyrirhuguð framkvæmd er ekki talin hafa áhrif á Éthólasvæðið.

Leita skal umsagnar Umhverfisstofnunar og náttúruverndarnefnda 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.



Mynd 7. Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Séruppdráttur, Gjástykki. Landnotkun og verndarsvæði.

Hverfisvernd

Í svæðisskipulagi eru skilgreind hverfisverndarsvæði við fyrirhugað orkuvinnslusvæði í Gjástykki, sjá mynd 6. Annars vegar HG1, Leirhnjúkshraun utan orkuvinnslusvæðis þar sem ekki verður heimil mannvirkjagerð né jarðrask af neinu tagi. Hins vegar HG2, misgengi og sprungur sem skulu njóta sérstakrar verndar. Innan orkuvinnslusvæðis verður heimilt að leggja vegi, pípur og reisa önnur mannvirki innan hverfisverndarsvæðis HG2 (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

Fyrirhuguð framkvæmd er utan svæða sem njóta hverfisverndar.

Vatnsvernd

Grunnvatnsstraumar liggja til norðurs frá Gjástykki út í Öxarfjörð (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007). Hugsanlegt orkuvinnslusvæði í Gjástykki og vegslóð að fyrirhuguðum borteig fyrir rannsóknaholu eru norðan og utan vatnasviðs Mývatns og Laxár sem skilgreint er í lögum nr. 97/2004 um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Þingeyjasýslu.

Fyrirhugað framkvæmdasvæði rannsóknaborunar er utan vatnsverndarsvæða. Norðan þess er vatnsverndarsvæði samkvæmt aðalskipulagi Kelduneshrepps. (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

Áhrif framkvæmdar

Framkvæmdin er talin hafa óveruleg áhrif á verndarsvæði.

4 ÁHRIF FRAMKVÆMDAR Á UMHVERFI

4.1 Almenn

Rannsóknir á jarðfræði og jarðhita Gjástykkis hafa staðið yfir á undanförunum árum. Fyrst stopult í tengslum við rannsóknir á Kröflu-Námafjallssvæðinu og síðar á Þeistareykjum. Á umbrotatíma Kröfluelda var landsig og gliðun í og yfir Gjástykki mæld nokkrum sinnum (Eysteinn Tryggvason, 1980, 1983 og 1993).

Landsvirkjun óskaði eftir því að Rannsóknasvið Orkustofnunar og síðar Íslenskar orkurannsóknir skoðuðu og mætu svæðið. Það var flokkað undir verkefni sem bar nafnið „Lítt rannsókuð háhitastærð“. Greinargerðir þar að lútandi voru gefnar út í nóvember 2002 (Kristján Sæmundsson, 2002) og fyrri hluta árs 2004 (Kristján Sæmundsson og Magnús Ólafsson, 2004).

Undanfarin ár hefur rannsóknunum verið haldið áfram. Á árunum 2004-2006 fóru fram TEM mælingar á svæðinu sem framkvæmdar voru af Íslenskum orkurannsóknunum fyrir Landsvirkjun og Þeistareykji ehf. (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2006). Þar kemur m.a. fram að viðmiðunarstærð háhitakerfis er stærð þess flatar háviðnámskjarnans sem lágviðnámskápan umlykur á 800–1000 metra dýpi (500 m u.s.) og gefur stærð flatarins um 10 km², sem er síðan notað um stærð jarðhitakerfisins. Þar kemur m.a. fram að viðmiðunarstærð háhitakerfa er stærð þess flatar háviðnámskjarnans sem lágviðnámskápan umlykur á 800-1000 metra dýpi (500 m u.s.). Viðmiðunarstærð háhitakerfisins í Gjástykki mælist um 10 km². Fyrirhuguð rannsóknahola er staðsett í miðju sunnanverðu jarðhitasvæðinu í Gjástykki með það fyrir augum að ná sem dýpst inn í megin hitastærð.

Í umfjöllun um staðhætti, náttúruferla og umhverfisáhrif er lögð áhersla á þætti sem framkvæmdin getur hugsanlega haft áhrif á en þeir eru: Vatn, jarðmyndanir og landslag, gróður, dýralíf, menningarminjar, samgöngur og hljóðvist.

4.2 Vatn

Lýsing

Ekkert rennandi vatn er að finna á yfirborði á Gjástykkissvæðinu og um 115 m mælast niður á grunnvatnsborð í holum GR-1 og GR-2, sjá mynd 2. Grunnvatnsstraumar fylgja Kröflu sprungubeltinu til norðurs og kemur grunnvatnið ýmist fram á láglendi í Öxarfirði eða fram í sjó (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007; Lúðvík S. Georgsson o.fl., 1989)

Grunnástandsmæling á eiginleikum grunnvatns á Öxarfjarðarsvæðinu fór fram á seinni hluta níunda áratugar síðustu aldar (Lúðvík S. Georgsson o.fl., 1989). Síðastliðið sumar fór að nýju fram grunnvatnskönnun á svæðinu. Með tilliti til fyrirbyggjandi gagna hefur verið lögð fram tillaga að vöktun grunnvatns í Öxarfirði sem nær yfir hugsanleg áhrif nýtingar jarðhita á Gjástykkissvæðinu (Hrefna Kristmánsdóttir og Valur Klemensson, 2007).

Áhrif framkvæmdar

Enga áhrifa er að vænta á yfirborðsvatn þar sem ekkert slíkt er til staðar á Gjástykkissvæðinu. Afrennsli frá borholu í formi borvatns við borun og jarðhitavatns við prófun holunnar verður leitt í nærliggjandi sprungur. Þar mun það sameinast grunnvatnsstraumum sem renna til norðurs. Um verður að ræða lítið magn og tímabundið afrennsli frá rannsóknaholu. Talið er að áhrif þess á hita og efnainnihald grunnvatns verði vart mælanleg nema í næsta nágrenni losunarsvæðisins.

4.3 Jarðmyndanir og landslag

Lýsing

Eftirfarandi umfjöllun er varðar jarðfræði rannsóknarsvæðis Landsvirkjunar í Gjástykki byggir á greinargerð Kristjáns Sæmundssonar með jarðfræði- og jarðhitakortum sem unnin var fyrir Landsvirkjun (Kristján Sæmundsson, 2008).

Gjástykki er einkum þekkt af gjánum sem þar eru mjög ráðandi í landslagi, eða öllu heldur voru það fyrir Kröfluelda. Nú er það framar öðru kolsvart, nýrunnið hraunið sem dregur að sér athyglina. Jarðmyndanir í Gjástykki eru móberg og bólstraberg í hólum og smáfellum og allt umhverfis eru hraun af ólíkum uppruna og aldri, í viðauka 1 er jarðfræðikort af miðhluta Gjástykkis.

Móbergsmýndanir

Tvö móbergsfell eru í nágrenni fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis í Gjástykki. Annað þeirra eru Hituhólar. Þeir eru að heita má eingöngu úr bólstrabergi, mjög skriðurunnir, eins og títt er um slíkar myndanir. Í hólunum mótast á þrem stöðum fyrir lágum sem gætu verið gígskálar, en mjög eru þær eyddar og farvegir fram úr þeim. Misgengi, sum tugir metra að stærð, sneiða gegnum Hituhóla. Hitt fellið er Snagi í Gjástykki miðju, sunnan við Hituhóla, Hann hlaut nafn og nokkra frægð í Kröflueldum. Snagi er úr móbergi sem nú er í þrem pörtum. Grágrýtislag sést ofan á móberginu í misgengisstalli austan í miðpartinum. Nokkur ummyndun sést í móberginu, aðallega vestan í háhnúknum, en einnig í vesturpartinum sem er minnstur, aðeins smábunga í misgengisstalli. Þar koma fyrir 3 cm þykkar sprungufyllingar úr kalsedón, og kalsít sem skán á sprunguflötum auk zeólíta í ummynduðum grunnmassa móbergins. Snagi varð illa úti í Kröflueldum, lækkaði og minnkaði til muna er hraun rann kringum og yfir hann vestast og misgengi tóku sig upp.

Hraun

Hraun í Gjástykki eru af tvennum toga, annars vegar dyngjuhraun og hins vegar sprunguhraun, þ.e. runnin frá gossprungum. Aldursmunur er mikill á þessum hraunum. Dyngjuhraunin eru frá lokum ísaldar, en sprunguhraunin um 10.000 árum yngri. Dyngjuhraunin eru tvö. Það eldra er Gjástykkisbunga. Næstum því allt sem af henni sést er í Gjástykki. Hraunið myndar tvo fláka sitt hvoru megin við aðalsigdældina, þ.e. austur við Hrítafjöll og suðvestur af Hituhólum. Breið skák af því fór undir Kröflueldahraunið vestur og suðvestur af Hrítafjöllum. Smáskikar standa þar upp úr Kröflueldahrauninu. Einn af þeim er sjálfur gígurinn í hvirfli dyngjunnar, ríslágur nú, ofan í miðri sigdældinni. Fyrir Kröfluelda sást hann allur, en í eldunum rann hraun fast að honum og smálæna ofan í gígbollann. Einu hverirnir (hverir miðast við suðumark) sem nú eru uppi í Gjástykki eru rétt vestan við þennan gíg. Hraunið í Gjástykkisbundu er gróið og stórbýft, en klapparbungur berar. Stærstu gjáveggir sem nú sjást eru vestan megin í hrauninu, suður af Hituhólum, þeir hæstu um 20 m. Hraunið er beltótt eins og dyngjuhraun eru jafnan og holrými lítið sem ekkert á milli beltanna. Fjölmargar og misvíðar gjár eru í hrauninu, þær stærstu þar sem hraun hefur runnið ofan í þær í Kröflueldum og spennt þær sundur, t.d. austan við Hituhóla og suðvestur af Hrítafjöllum. Yngra dyngjuhraunið er upprunnið í Stórávíti. Það er undir öllum norðurhluta Gjástykkis, norðan Hrítafjalla og Hituhóla. Það hefur runnið að Gjástykkisbundu. Stórávítishraunið er norðan fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis.

Sprunguhraunin eru einnig tvö. Það eldra er kallað Éthólahraun. Það rann í Hverfellseldum fyrir tæpum 3000 árum. Upptök þess eru í Éthólum, gígaröð vestarlega í Gjástykki. Vegurinn yfir Kröflueldahraun liggur skammt norðan við Éthóla. Heita má að Éthólahraun hafi svo til allt farið á kaf í Kröflueldum. Í Gjástykki sjást af því nú einungis smáhólmar hér og þar. Af gígaröðinni í Éthólum sést nú lítið meira en stærstu gígarnir, þ.e. Éthólar sjálfir. Töluverð ummyndun er í misgengissprungu í þeim. Hún kom til eftir Kröfluelda, en nú er þar að mestu kalt, gufur þó vestan í hæsta gígnum og þar umhverfis. Um nafnið fer tveim

sögum. Önnur er sú að þar hafi smalamenn étið nesti sitt, hin að þar hafi fyrrum brætt af snjó. Yngra hraunið rann í Kröflueldum, í fjórum af fimm aðalgoshrinunum. Í þrem þeirra gaus í Gjástykki. Fyrst í Snagaborgum (í júlí 1980), næst í Éthólaborgum (í jan. -febr. 1981) og svo í lokahrinunni í september 1984, en þá náði gossprungan norður á móts við Éthóla en nokkru austar. Í goshrinunni 1981 gaus í Éthólagígaröðinni, nánast í gosrás hennar á parti, og hlóðst þá gjall og kleprar ofan á það sem fyrir var. Ekki er víða hægt að benda á svona nána endurtekningu (sést þó í Leirhnjúki), en oft er stutt á milli gossprungna á sömu reininni. Kröflueldahraun er í Gjástykki ýmist slétt helluhraun eða, mestanpart raunar, úfið apalhraun, illfært gangandi manni. Hrauntraðir liggja norður eftir því, sú lengsta norður frá Éthólaborgum milli Snaga og Hituhóla, um 4 km löng. Í Kröflueldum sáu menn fyrst hver ókjör af hrauni runnu ofan í gjár og eftir þeim langa leið sem greina mátti af víkkun þeirra og smáspýjum upp úr þeim, bæði hraunum og kleprum. Hraunbleðil sem þannig er til kominn má sjá skammt vestur af suðurenda Hrutafjalla.

Jarðhiti í Gjástykki

Í Gjástykki urðu til ný gufusvæði í Kröflueldum, flest áður en hraunin runnu, í sambandi við kvikuhlaup á árunum 1976-1978. Þau eru öll liðin undir lok fyrir löngu nema þau syðstu, sunnan vegarins yfir Kröflueldahraunið. Þar er lifandi brennisteinshver (hiti við suðumark) og annar kulnaður um 80 m austar. Þetta er í gufusvæði sem annars er rétt moðvolgt vestan við gíginn í Gjástykkisbundu. Allt að 1500 m vestur af brennisteinshitunum leggur gufu (mest um 40°C) upp úr nýja hrauninu og úr gjám í því eldra á nokkrum stöðum.

Í greinargerð Kristjáns Sæmundssonar og Magnúsar Ólafssonar (2004) um rannsóknir í Fremrinámum og Gjástykki sumarið 2003 kemur fram að á hitasvæðum austan við Éthóla hafi verið 40–70°C hiti í gufu. Á einum stað vestan við dyngjugíginn í Gjástykkisbundu var gufa heitari, fast að 100°C og útfelling af hverasöltum og brennisteini. Þar náðist gassýni sem reyndist nothæft til efnagreininga. Niðurstöður á útreiknuðum gashita gefa til kynna að hiti í undirliggjandi jarðhitakerfi geti verið um 280°C.

Misgengi og gjár

Þótt Kröflueldahraun hylji nú breitt svæði í Gjástykki miðju standa gjár og veggir enn fyrir sínu utan þess, vestan megin 20-30 m háir þeir hæstu. Af eldri loftmyndum má sjá allar helstu gjár og misgengi sem fóru undir hraun og staðsetja með góðri nákvæmni þegar og ef þess verður þörf. Enn má greina í felti jaðarsprungur spildunnar sem gliðnaði og seig í Kröflueldum. Gjástykki komst á blað í sögu jarðfræðirannsókna á Íslandi með leiðangri þýskra landmælinga- og jarðvísindamanna sumarið 1938, enda tilvalið svæði til slíkra mælinga. Mælipunktur voru auðkenndir með vörðum og mælt þríhyrninganet yfir Gjástykki á móts við Hrutafjöll. Niðurstaða jarðfræðings leiðangursins var að víkkun gjásvæðanna næmi um 7 cm á ári, en væri ójöfn, stæði í sambandi við jarðskjálfta og eldgos með hvíldum á milli. Skýring hans á gjánum var sú sama og nú er viðurkennd.

Sérstakar jarðmyndanir

Kristján Sæmundsson bendir á fjögur fyrirbæri sem mætti telja til sérstakra jarðmyndana í Gjástykki. (i) Éthóla og Éthólaborgir þar sem gosið hefur í tvígang í sama farinu. (ii) Hraunbleðil vestur af suðurendanum á Hrutafjöllum þar sem afgasað hraun hefur ollið upp úr gjá. (iii) Gíg í Gjástykkisbundu og umhverfi hans. Þar má nefna misgengisstall norðan við hann sem sýnir vel hraungerð í nánd við dyngjugíg, og hverasvæðið vestan hans með gjám, gufum og smáhólmum þar sem sést í eldra hraunið innan um það yngra sem þarna er óvenjulega uppbrotið eftir að hafa ekist til áður en það storknaði í gegn. (iv) Kröflueldahraunið sem er sérstakt með sitt ferska yfirborð sem varðveitir ýmis tilbrigði hraunrennslis og gíga.

Áhrif framkvæmdar

Við staðsetningu borteigs hefur verið reynt að komast hjá því að skaða jarðmyndanir sem kunna að hafa vísinda-, fræðslu- eða útivistargildi til að halda áhrifum á landslag og jarðfræðimyndanir í lágmarki. Nýtt verður fyrirbyggjandi girðingarslóð og borteigur er fyrirhugaður við hlið slóðarinnar, á sléttu ógrónu helluhrauni sem rann í Kröflueldum. Hraunið nýtur verndar skv. 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd. Gert er ráð fyrir að nota fylliefni í borteiginn sem fellur vel að dökku hrauninu..

Norðan við Gæsafjöll er mögulegt efnistökusvæði í bólstrabergshólum rétt við girðingarslóðina. Efnid þarna er bólstraberg og bólstrabrotaberg sem hentar mjög vel sem burðarefni í fyrirhugaðan borteig. Þar sem það er fremur dökkt að lit er talið að það muni falla vel að hrauninu í Gjástykki. Ef ekki reynist mögulegt að taka fylliefni á þessum stað er áformað að sækja það í opna námu vestan við Kvíhólafjöll.

Talið er að með fyrirhugaðri staðsetningu borteigs og tilhögun efnistöku verði áhrif framkvæmdar á jarðmyndanir og landslag óveruleg og að mestu afturkræf.

4.4 Gróður**Lýsing**

Gjástykkissvæðið er afar gróðursnautt og skýrist það einkum af útbreiðslu hrauna frá sögulegum tíma og öðrum eldri. Nýja hraunið frá Kröflueldunum er með öllu ógróði (Þorkell Lindberg Þórarinnsson, 2007a).

Svæðið umhverfis Gjástykki er að mestu mólendi (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2007). Svæði A þar sem er hugsanlegt efnistökusvæði er að hluta til ógrónir bólstrabergshólar.

Áhrif framkvæmdar

Fyrirhugaður borteigur verður staðsettur á sléttu ógrónu helluhrauni og aðkoma að borteig verður eftir núverandi vegslóð. Talið er að framkvæmdir vegna rannsóknaborunar í Gjástykki muni hafa óveruleg áhrif á gróður.

4.5 Dýralíf**Lýsing**

Fuglalíf á Gjástykkissvæðinu er fremur fábrotið enda er svæðið hálent og gróðursnautt og er meðalhitastig ársins á svæðinu milli -2 til 1 °C (www.vedur.is). Náttúrustofa Norðausturlands kannaði fuglalíf á hugsanlegu orkuvinnslusvæði í Gjástykki sumarið 2007. Í minnisblaði Þorkels Lindberg Þórarinnssonar (2007b), kemur fram að niðurstöður hafa ekki verið birtar. Alls sáust 5 tegundir fugla í mólendinu vestan nýja hraunsins en þær voru, heiðlóa, spói, þúfutittlingur, hrafn og snjótittlingur. Allar fyrrnefndar tegundir nema hrafn sýndu varpatferli á svæðinu. Varp hrafns er ekki þekkt í námunda við fyrirhugað orkuvinnslusvæði. Í Gjástykki sjálfu var farið að hluta um nýja hraunið innan orkuvinnslusvæðisins en þar varð ekki vart við fugla. Ekki er hægt að útiloka að fuglar verpi innan eða í jaðri þeirra „gróðureyja“ sem nýja hraunið í Gjástykki umlykur en ekki þótti ástæða til að kanna það sérstaklega. Búsvæðið er rýrt og fuglalíf að öllum líkindum fábrotið.

Eitt þekkt fálkaóðal er í nágrenni Gjástykkis. Náttúrufræðistofnun Íslands fylgist árlega með óðalinu og er það oft í ábúð (Þorkell Lindberg Þórarinnsson, 2007a). Fálkaóðal er í meira en 4 km fjarlægð frá fyrirhuguðum borteig (Þorkell Lindberg Þórarinnsson, 2007b).

Engar upplýsingar liggja fyrir um smádýralíf í Gjástykki. Talið er ólíklegt að á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði finnist sérstæð smádýr eða samfélög þeirra (Þorkell Lindberg Þórarinnsson, 2007b).

Áhrif framkvæmdar

Gera má ráð fyrir að einhverjir fuglar flytji sig tímabundið um set á meðan á framkvæmdum stendur en líklegt er að þeir snúi aftur inn á svæðið þegar þeim er lokið.

Með hliðsjón af niðurstöðum rannsókna á fuglalífi í Gjástykki ásamt upplýsingum frá Náttúrufræðistofnun Íslands um varpstaði fálka í nágrenni framkvæmdasvæðisins, er talið að fyrirhugaðar framkvæmdir vegna borunar rannsóknaholu í Gjástykki muni hafa óveruleg áhrif á fugla og smádýr.

4.6 Menningarminjar**Lýsing**

Engar fornleifar eða menningarminjar er að finna innan framkvæmdasvæðisins en helstu minjar í nágrenninu eru vörður og fornar leiðir tengdar landamerkjum og samgöngum um svæðið (Orri Vésteinsson, 2006). Samkvæmt skýrslu Ugga Ævarssonar (2007) eru sex vörður í nágrenni Gjástykkis, en engin þeirra er inni á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði.

Áhrif framkvæmdar

Framkvæmd vegna rannsóknaborunar í Gjástykki er ekki talin hafa áhrif á menningarminjar.

4.7 Samgöngur**Lýsing**

Lítill umferð er um Gjástykkissvæðið enda er það fjarri alfaraleið. Vegslóðir sem liggja um svæðið eru einungis færar jeppum og öðrum vel útbúnum farartækjum yfir sumartímann. Ferðamenn sækja lítið inn á svæðið og ekki er um neinar skipulagðar ferðir þangað að ræða. Fáir ferðast um svæðið yfir vetrartímann. Einhver rjúpnaveiði mun vera stunduð í nágrenni Gjástykkis.

Áhrif framkvæmdar

Umferð vegna fyrirhugaðra rannsóknaborunar getur haft tímabundin áhrif á samgöngur og þá helst þar sem farið er út af Kísilvegi norður Hólasand í átt að framkvæmdasvæðinu.

4.8 Hljóðvist**Lýsing**

Hávaði við borun fer sjaldnast yfir 80 dB í 10 m fjarlægð frá borholum. Hávaði frá holum í blæstri getur náð allt að 110 dB, allt eftir hlutfalli gufu og vatns. Hefðbundinn hljóðdeyfir verður settur upp á borteignum, sem getur náð hávaðanum frá borholu í blæstri niður í 70 til 80 dB, mælt 10 m frá borholunni.

Áhrif framkvæmdar

Hávaði mun berast frá borsvæði í einn til tvo mánuði á bortíma og síðar við blástursprófun á rannsóknaholunni í 4-6 mánuði. Áhrifanna gætir tímabundið og takmarkast við næsta nágrenni borteigs. Enn fremur má búast við áhrifum frá akstri bíla að og frá holustæði á meðan á framkvæmdum stendur.

Rannsóknarsvæðið í Gjástykki liggur fjarri byggð og umferð um svæðið er lítil. Því er ekki búist við að hávaði við framkvæmdir hafi áhrif á marga aðra en þá sem starfa við framkvæmdirnar.

4.9 Niðurstaða

Samkvæmt 1. mgr. 6. gr. laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum skulu framkvæmdir sem tilgreindar eru í 2. viðauka laganna háðar mati á umhverfisáhrifum þegar þær geta haft í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif vegna umfangs, eðlis eða staðsetningar. Samkvæmt 2. mgr. 6. gr. laganna á að tilkynna um slíka framkvæmd til Skipulagsstofnunar, sem tekur ákvörðun um það hvort hún skuli háð mati á umhverfisáhrifum.

Umfangi framkvæmdarinnar verður haldið í algjöru lágmarki. Framkvæmdasvæðið er afskekkt og munu fáir verða varir við hana.

Landsvirkjun telur að fyrirhuguð borun rannsóknaholu í Gjástykki muni hafa í för með sér óveruleg umhverfisáhrif og að framkvæmdin eigi því ekki að teljast matsskyld.

HEIMILDIR

Eysteinn Tryggvason, 1980. *Distance measurements in the Krafla-Gjástykki geodimeter network March 1978 to May 1979*. Progress report 100342 Rv. Norræna eldfjallastöðin 80 02 42.

Eysteinn Tryggvason, 1983. *Norræna eldfjallastöðin Distance measurements in the Gjástykki-Krafla-Mývatn area 1979-1982*. Progress report 100338 Rv. Norræna eldfjallastöðin 8301 48.

Eysteinn Tryggvason, 1993. *Distance measurements in the Krafla-Gjástykki area 1983-1993*. Progress report 108603 Rv. Norræna eldfjallastöðin 93 02 (2), 200.

Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007. *Grunnvatnsrannsóknir á Norðausturlandi. Skilgreining á grunnástandi og tillögur um framtíðareftirlit með hugsanlegum breytingum á grunnvatnsstraumum í kjölfar vinnslu á háhitasvæðum*. Landsvirkjun. LV-2007/086.

<http://www.vedur.is>

Iðnaðarráðuneytið, 1994. *Innlendar orkulindir til vinnslu raforku*. Skýrsla unnin af iðnaðarráðuneytinu. Reykjavík. Maí 1994.

Kristján Sæmundsson, 2008. *Jarðfræðin í Gjástykki*. Greinargerð ÍSOR-07239. Unnin af Íslenskum orkurannsóknnum fyrir Landsvirkjun.

Kristján Sæmundsson og Magnús Ólafsson, 2004. *Fremrinámur og Gjástykki rannsóknir sumarið 2003*. Greinargerð ÍSOR-04096. Unnin af Íslenskum orkurannsóknnum fyrir Landsvirkjun.

Kristján Sæmundsson, 2002. *Staða þekkingar á nokkrum lítt rannsökuðum háhitasvæðum - greinargerð*. Orkustofnun, Reykjavík. KS-02/21.

Lúðvík S. Georgsson, Guðmunundur Ómar Friðleifsson, Magnús Ólafsson, Ómar Sigurðsson og Þórólfur H. Hafstað, 1989. *Skilyrði til Fiskeldis í Öxarfirði*. Orkustofnun. OS-89041/JHD-08.

Náttúrufræðistofnun Íslands, 2007. *Plöntuvefsjá Náttúrufræðistofnunar*. Skoðað 12.12.2007 á <http://vefsja.ni.is/website/plontuvefsja/>

Náttúruverndarráð, 1996. *Náttúruuminjaskrá. Skrá um friðlýst svæði og aðrar náttúruminjar*. Reykjavík 7. útgáfa.

Orri Vésteinsson, 2006. *Fornleifaskráning í Þeistareykjalandi*. Fornleifastofnun Íslands. FS326-06311.

Ómar Bjarki Smáráson, 2007. *Gjástykki 2007. Hugsanlegar efnisnámur*. Greinargerð: ÓBS/07-10 unnin af Stapa Jarðfræðistofu ehf. fyrir Landsvirkjun.

Ómar Bjarki Smáráson, 2008. *Gjástykki 2007. Efnisnámur við Draugagrundir*. Greinargerð: ÓBS/08-03 unnin af Stapa Jarðfræðistofu ehf. fyrir Landsvirkjun.

Ragna Karlsdóttir, Hjálmar Eysteinnsson, Ingvar Þór Magnússon, Knútur Árnason og Ingibjörg Kaldal, 2006. *TEM-mælingar á Þeistareykjum og í Gjástykki 2004-2006*. ÍSOR-2006/028. Unnið fyrir Landsvirkjun og Þeistareykji ehf.

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.

Uggi Ævarsson, 2007. *Deiliskráning vegna fyrirhugaðra framkvæmda við línustæði og orkuvinnslustöðvar. Krafla-Gjástykki-Þeistareykir-Bakki*. Fornleifastofnun Íslands. FS366-07211.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007. *Norðausturland. Framvinduskýrsla um gerð grunnvatnslíkan í gosbeltinu norðan við Kröflu*. NR. 07.18. Unnið fyrir Landsvirkjun.

VGK-Hönnun hf., 2007. *Boreholes ÞR-7, GR-3 in northeast Iceland - Geology and Temperature Loggings*. Unnið fyrir Ræktunarsamband Flóa og Skeiða.

Þorkell Lindberg Þórarinnsson, 2007a. Náttúrufar og nýting fjögurra háhitasvæða á Norðausturlandi. Náttúrustofa Norðausturlands Í: *Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025*. Greinargerð með tillögu frá 31. ágúst 2007. Sótt af www.teikna.is, 4. september 2007.

Þorkell Lindberg Þórarinnsson, 2007b. *Fugla- og smádýralíf við fyrirhugaðan borteig við Kjarnahjolu GR-3 í Gjástykki*. Náttúrustofa Norðausturlands. Minnisblað, 28. nóvember 2007. Unnið fyrir Landsvirkjun.

VIÐAUKI

Viðauki 1. Jarðfræðikort af Gjástykki.

