R3211A Grashagi

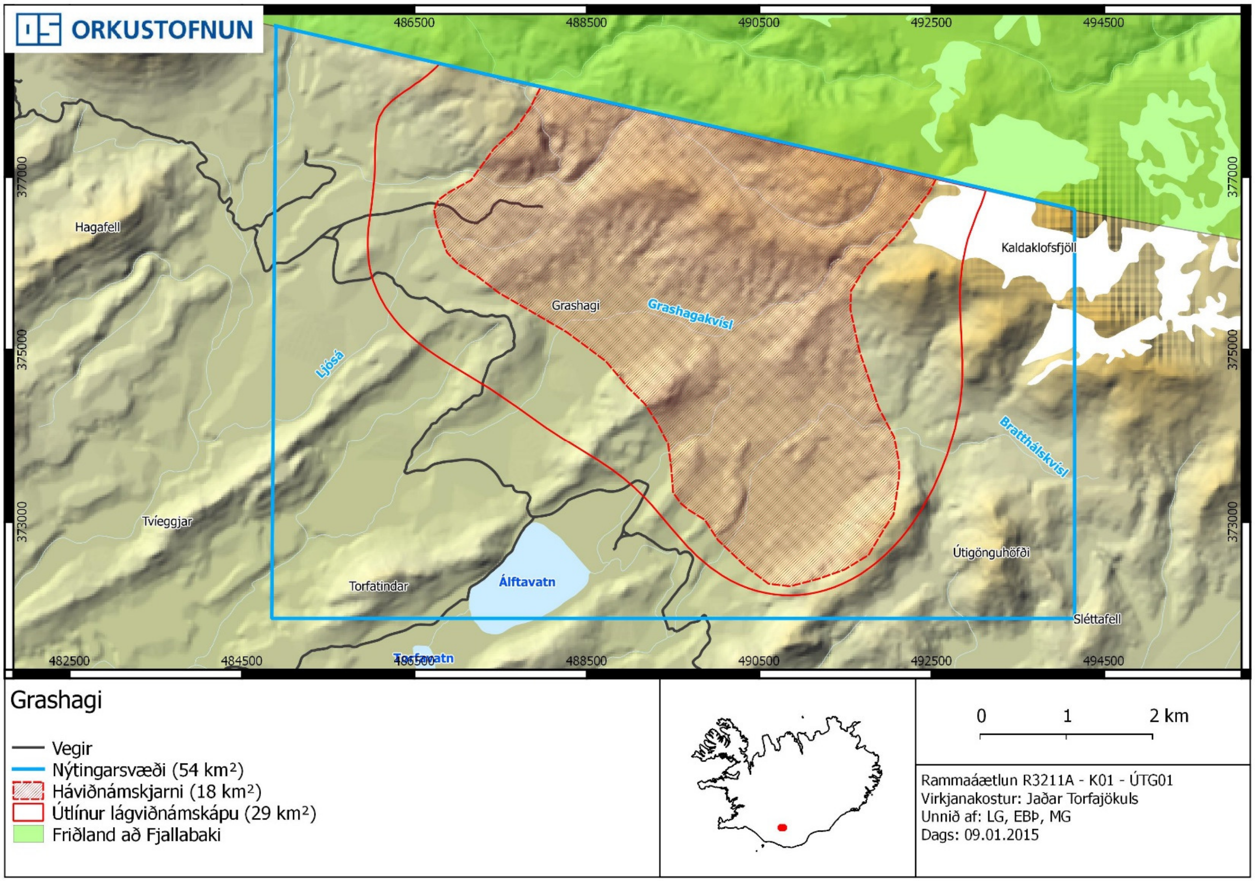
Viðauki 59 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/04

Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar

R3211A Grashagi

Viðauki 59 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/04

Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar



EFNISYFIRLIT

1 Inngangur 6

2 Helstu kennistærðir 6

3 Staðhættir og jarðfræði 7

4 Tilhögun virkjunar 10

5 Heimildir 19

Mynd 3-1: Yfirlitsmynd af Torfajökulssvæðinu. 7
Mynd 4-1: Jarðfræðikort af Torfajökulssvæðinu (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 2001) 11
Mynd 4-2: Jarðhitakort af Torfajökulssvæðinu (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 2001) 12
Mynd 4-3: Lágviðnámskápa og háviðnámskjarni á Torfajökulssvæðinu (Jónas Ketilsson o.fl., 2010). 12
Mynd 4-4: Viðnámsþversnið af Torfajökulssvæðinu (Jónas Ketilsson o.fl., 2010). 13
Mynd 4-5: Sprungusveimar á Torfajökulssvæðinu. (Jónas Ketilsson o.fl., 2010). 14
Mynd 4-6: Viðnámskort af svæðinu (skástrikuðu svæðin tákna háviðnámskjarna) (Ragna Karlsdóttir, 2003) 15
Mynd 4-7: Viðnámssnið af suðurhluta Torfajökulssvæðisins (Ragna Karlsdóttir, 2003) 16
Mynd 4-8: Grashagi, kort sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði 17
Mynd 4-9: Grashagi, loftmynd sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði 18

Tafla 2-1: Helstu kennistærðir fyrir jarðvarmavirkjun við Grashaga 6

1 INNGANGUR

Í þessum viðauka við skýrslu Orkustofnunar um tillögur stofnunarinnar til verkefnisstjórnar þriðja áfanga rammaáætlunar er fjallað um þann valkost að reisa jarðvarmavirkjun á einu af þremur háviðnámssvæðum á jaðri Torfajökuls. Svæðið sem um ræðir er suður af Torfajökli og er kennt við Grashaga.

2 HELSTU KENNISTÆRÐIR

Hugmyndin er að nýta háviðnámskjarna sunnan Torfajökuls og utan friðlands fyrir jarðhitavirkjun.

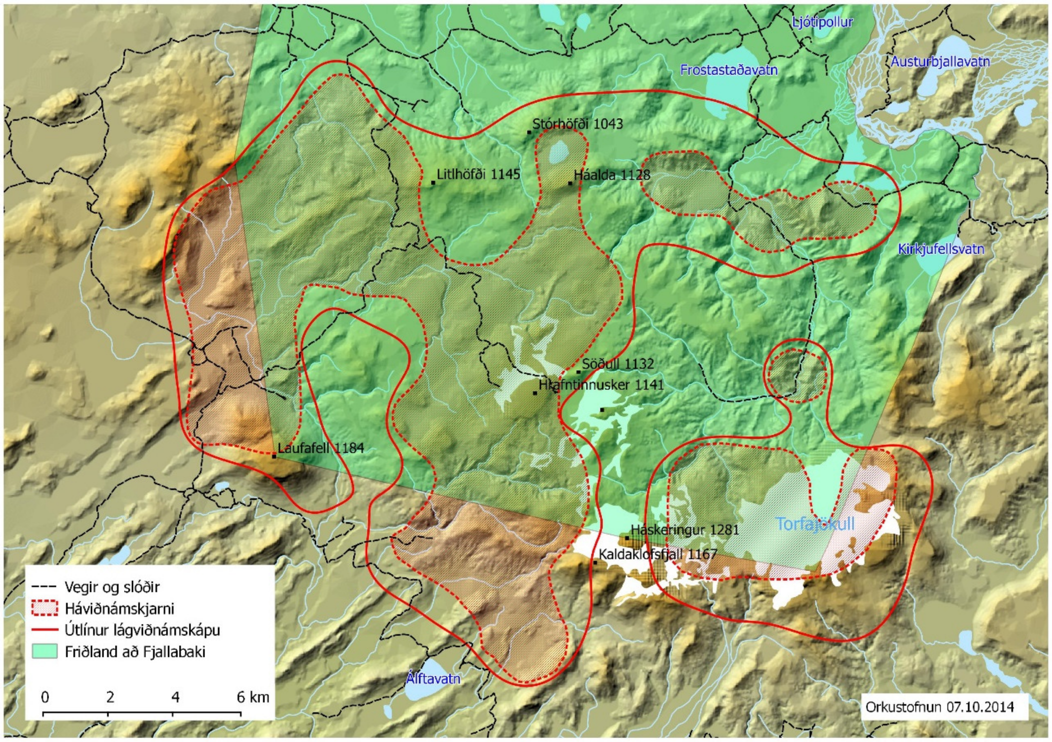
Helstu kennistærðir		**Eining**
Uppsett rafafl	90	MW_e
Uppsett varmaafl	0	MW_{th}
Orka	711	GWh/ári
Nýtingartími	7900	klst./ári
Flatarmál lágviðnámskápu	29	km^2
Flatarmál háviðnámskjarna	18	km^2
Flatarmál nýtingarsvæðis	54	km^2
Kostnaðarflokkur	4	

Tafla 2-1: Helstu kennistærðir fyrir jarðvarmavirkjun við Grashaga.

Í 2. áfanga Rammaáætlunar var verndargildi Torfajökulssvæðis metið hátt en ekki fjallað um stakar virkjunarhugmyndir. Mestur hluti hugsaðra virkjunarsvæða lá innan marka Friðlandsins. Þess vegna komu þau ekki til röðunar í flokk Rammaáætlunar.

3 STAÐHÆTTIR OG JARÐFRÆÐI

Mynd 3-1 sýnir Friðland að Fjallabaki sem grænt svæði en rauðu línurnar afmarka lágviðnámskápuna. Háviðnámskjarninn á svæðinu er einnig sýndur en innan hans er talið hugsanlegt að finna vatn og gufu yfir 230°C. Háviðnámskjarninn nær út fyrir Friðlandið að vestan og sunnan. Þótt þessi svæði séu utan við öskju Torfajökulssvæðisins gæti þar verið mögulegt að finna virkjanlegan háhita. Reynsla sýnir að hver ferkílómetri háhitasvæðis getur staðið undir 5 MW raforkuvinnslu (Jónas Ketilsson o.fl., 2009). Því þykir ástæða til þess að skoða hvort ásættanlegt verður að kanna möguleika til virkjana á þessum jöðrum. Fyrst er hér gefin almenn lýsing á jarðfræði, landslagi, jarðhita og rannsóknum á Torfajökulssvæði og síðan stuttar lýsingar á þremur hugsanlegum virkjunarsvæðum utan Friðlandsins.



Mynd 3-1: Yfirlitsmynd af Torfajökulssvæðinu.

Torfajökulssvæðið er háhitakerfi í rýólít eldfjalli með öskju utan rekbelta. Það er samfelldur fjallabálkur sem rís 300–600 m yfir umhverfi sitt og einkennisbergtegund þess er líparít allt frá elstu myndunum til þeirra yngstu. Móbergsmyndanir eru ofan á líparítinu að hluta, unglegir hryggir og móbergsþekjur á vestursvæðinu, en rofleifar á austursvæðinu með berggöngum í undirlaginu. Torfajökulssvæðið hefur hlaðist upp á hliðarbelti, og verður þess fyrst vart í móbergsmyndunum, sennilega frá síðasta jökulskeiði, að gliðnunarbelti brjótist inn í það. Samtímis breyttist bergtegundin úr alkalísku í blandberg þar sem basaltþátturinn er þóleiít. Yngstu merki þessa eru NA-SV-læg misgengi og gossprungur líparíthraunanna.

Jarðhiti og jarðhitamerki á Torfajökulssvæðinu ná yfir um 200 km^2 svæði. Kjarni virka jarðhitans er í feiknamikilli öskju og nær yfir um 100 km^2, en ummyndun í bergi nær langt út fyrir hana og afrennslisvatn kemur fram á lágsvæðum utan við fjallabálkinn, aðallega sunnan megin. Sprungu- og eldvirkni nær inn á austursvæðið allra nyrst með NA-SV-lægum brotum og gossprungu Laugahrauns. Austursvæðið einkennist af litskrúðugu bergi í brattlendi en dökku móbergi og ösku þar sem háslétta tekur við ofan gilja.

Jarðhitinn er aðallega í sjö þyrpingum, sem kenndar eru við Landmannalaugar, Hattver, Háuhveri, Stórahver, Vestur- og Austur-Reykjadali og Ljósártungur. Jarðhiti kemur einnig fyrir þar utan við, en er óverulegur, en dæmi eru um afrennsli utan meginkjarnans (Dalakofi, Laufafell, Grashagi, Bratthálskvísl, Strútslaug og Dómadalur) (Íslenskar orkurannsóknir, 2014).

Hugmyndir um virkjun hafa einkum beinst að Austur- og Vestur-Reykjadölum, þó miklu fremur að Austur-Reykjadölum (Hrafntinnuskerssvæðinu), enda er það stærra og virknin þar miklu meiri.

Mynd 4-1 sýnir jarðfræðikort af Torfajökli (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 2001). Askjan er um 17 km á langveginn. Innan rýólítsvæðis, sem er auðkennt með blárri umgjörð, kemur basalt ekki til sögunnar fyrr en á síðasta jökulskeiði sem móberg og bólstraberg í efnisrýrum hryggjum og breiðum.

Mynd 4-2 sýnir yfirborðsmerki jarðhita og ummyndun á svæðinu. Gufu- og leirhverir eru innan öskjunnar, en laugar utan hennar. Ofan í kortið er teiknað viðnám á um 600 m dýpi (200 m hæð yfir sjávarmáli). Það sýnir háviðnámskjarna (rúðustrikaðan) og lágviðnámskápu umhverfis. Háviðnámskjarni gefur til kynna að hiti í jarðhitakerfinu hafi innan hans á einhverju stigi náð um 240°C. Við þann hita hverfa vel leiðandi leirsteindir, en ummyndunarsteindir sem leiða illa taka við og verða ríkjandi í háviðnámskjarnanum. Sá hluti háviðnámskjarnans sem lendir innan öskjunnar fellur vel að gufuhverasvæðinu og er lofandi um háhita, en meiri óvissa er um þann hlutann sem er utan við öskjuna.

Mynd 4-4 sýnir þversnið af viðnámsgerðinni. Hún kemur allvel heim við ummyndun bergsins og útmörk öskjunnar, en gefur til kynna að jarðhitakerfið kunni að vera tvískipt. Það væri í samræmi við tvískiptan sprungusveim sem liggur yfir það frá norðaustri til suðvesturs eins og sjá má á Mynd 4-5. Eystri hlutinn hefur ekki verið virkur eftir ísöld (Jónas Ketilsson o.fl., 2010)

Torfajökulssvæðið hefur verið mikið rannsakað síðustu áratugi, og eru til miklar upplýsingar um jarðfræði, jarðefnafræði og jarðeðlisfræði svæðisins. Svæðið er um margt ólíkt öðrum jarðhitasvæðum sem rannsökuð hafa verið á Íslandi, og má það að öllum líkindum rekja til þess að ríkjandi bergtegundir eru súrar á Torfajökulssvæðinu, en flest önnur svæði sem rannsökuð hafa verið eru basísk.

Torfajökulssvæðið er eitt stærsta jarðhitasvæði sem rannsakað hefur verið með viðnámsmælingum á Íslandi, og ef miðað er við sjávarmál er flatarmál þess svæðið sem orðið hefur fyrir háhitaummyndun tæplega 400 km^2. Við mælingar á eðlisviðnámi þurfti að hafa í huga að önnur svæði sem höfðu verið kortlögð á þann hátt voru háhitakerfi þar sem ríkjandi bergtegundir voru basískar, en minna er vitað um samband eðlisviðnáms og berghita í kerfum þar sem ríkjandi bergtegundir eru súrar. Við viðnámsmælingar á svæðinu var höfð hliðsjón af Berlin-

jarðhitasvæðinu í El Salvador, þar sem ríkjandi bergtegundir eru súrar, en rannsóknir þar bentu til samsvarandi viðnámsmyndar og á basískum svæðum, þ.e. lágviðnámskápu utan á háviðnámskjarna. Munurinn er hinsvegar sá að skilin á milli kápunnar og kjarnans geta orðið við annað hitastig í súrum kerfum en í basískum (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2001).

Eins og sjá má á viðnámskortinu (Mynd 4-6) þá er lágviðnámskápan og háviðnámskjarninn undir sjálfum Torfajökli aðskilin frá vestari hluta svæðisins. Vestari háviðnámskjarninn nær yfir allan vestur- og norðurhluta öskjunnar og vel út fyrir hana. Á sumum svæðum greindist tvöföld lágviðnámskápa eða jafnvel engin lágviðnámskápa, sem sýnir hversu flóknari viðnámsmyndin af Torfajökulssvæðinu er samanborið við önnur þekkt jarðhitakerfi.

Gashitamælar benda til þess að hiti jarðhitakerfisins í Torfajökli sé víðast naumlega 300°C, eða þar um bil. Þó kann hitinn að vera allt að 350°C þar sem heitast er, en það er einkum á suður- og suðausturhluta svæðisins. Gashitamælar sýna að jafnaði allt að 350°C hita sunnan- og suðaustantil á svæðinu, svo og vestast í Reykjadölum og við Reykjakoll hjá Landmannalaugum. Annars staðar á svæðinu er gashiti lægri, víðast um eða rétt undir 300°C. (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2001).

Ummerki um jarðhitann eru víðsvegar og svæðið er vinsælt ferðamannasvæði. Stærstur hluti jarðhitasvæðisins er innan Friðlands að Fjallabaki, en hluti þess stendur fyrir utan. Virkjunarsvæðið sem hér um ræðir er á svipuðu svæði og það sem nefnt var Jökultungur í 2. áfanga Rammaáætlunar en nær lengra suður. Svæðið milli friðlandsins og útmarka háviðnámskjarnans er um 24 ferkílómetrar. Suðurhluti þess er í 750 m hæð en nyrsti hlutinn um 200 m hærri. Hverasvæðið í Jökultungum er suðaustast á NV-SA-læga hvera- og skjálftabeltinu. Eftir að dregur úr hveravirkni til suðausturs frá Ljósártungum lifnar aftur yfir henni suðaustur við Kaldaklofsjökul. Þær jarðmyndanir sem setja svip á landið eru aðallega líparítgúlar og -hryggir sem liggja samsíða öskjujaðrinum og ráða landslagsstefnunni (VNV-ASA). Móbergshryggir með NA-SV-stefnu ná suðvestan frá ofan í Jökulgil og inn á hverasvæðið, mjög eyddir þar efra. Aðalhverasvæðið nær frá öskjujaðrinum um 3 km til norðurs og norðvesturs með fjölda gufu- og leirhvera, einkum syðst. Í viðnámsmyndinni verða Jökultungur ekki skildar frá Austur-Reykjadölum en skjálftavirkni er þar miklu minni. Í gaskemíu og djúphita kemur fram skyldleiki við Austur-Reykjadali, nema koldíoxíð í hveragasi er hlutfallslega hátt og sver sig í ætt við Kaldaklofsjarðhitann. Laugavegurinn liggur um þetta svæði austanvert að Álftavatni.

Stærð svæðisins gefur tilefni til að gera ráð fyrir stöðluðum fyrsta áfanga jarðhitavirkjunar um 90 MW.

Víðfeðmar viðnámsmælingar hafa verið gerðar á Torfajökulsssvæðinu sem má sjá viðnámsmynd af Grashagasvæðinu, en það er á vinstri hluta myndarinnar. Þar má sjá háviðnámskjarna undir Grashaga, sem bendir til þess að hugsanlega sér þar hár hiti og vökvi nýtanlegur til raforkuframleiðslu (Ragna Karlsdóttir, 2003).

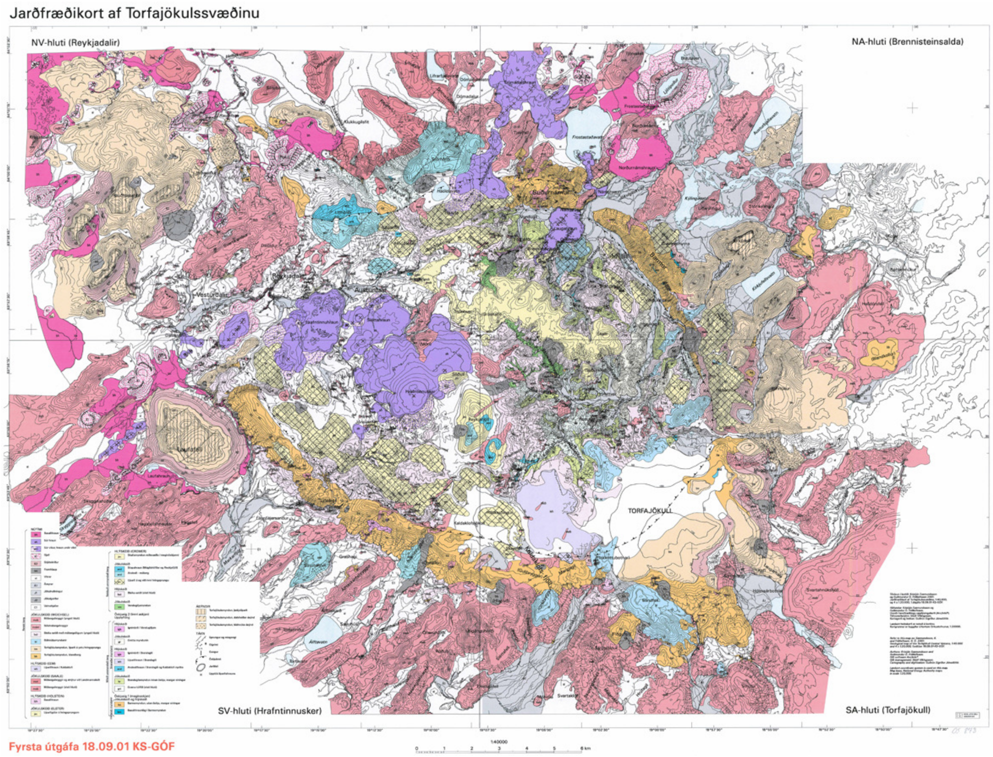
4 TILHÖGUN VIRKJUNAR

Mynd 4-9 sýnir kort af svæðinu sem um ræðir. Græna svæðið er Friðland að Fjallabaki, rauða, skyggða svæðið er sá hluti háviðnámskjarnans sem liggur fyrir utan Friðlandið, og bláu línurnar afmarka nýtingarsvæðið, en það er það svæði þar sem áhrifa vinnslu mun gæta. Framkvæmdarsvæði verða innan nýtingarsvæðis og eru háð samþykki skipulagsyfirvalda. Ekki er hægt að afmarka þau á þessu stigi.

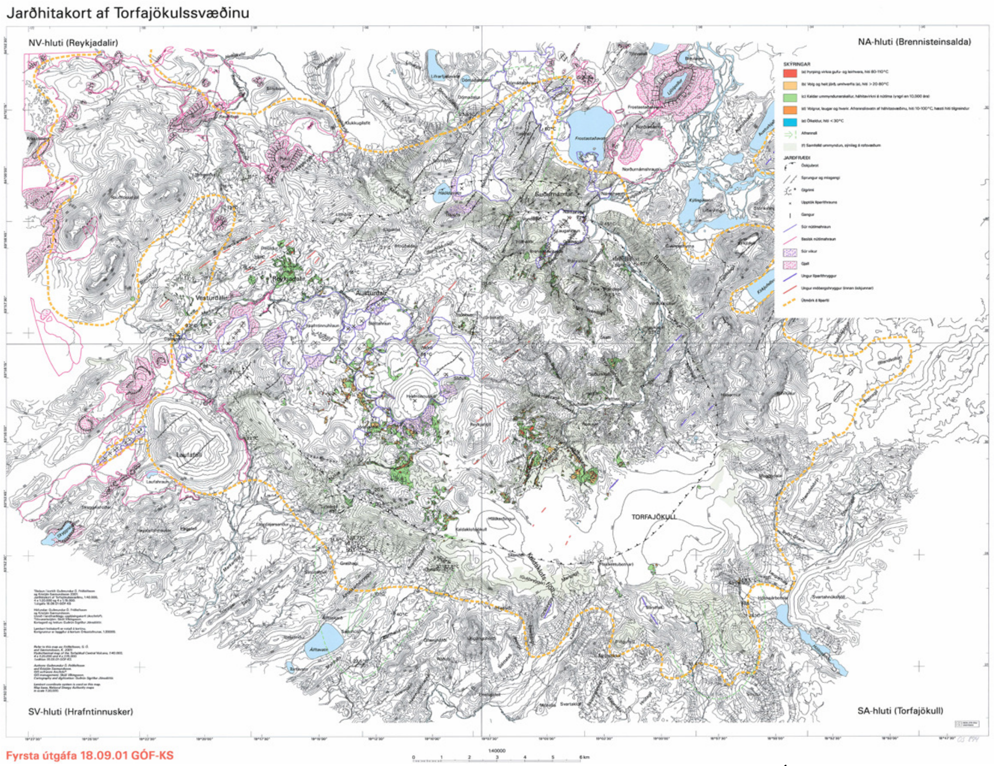
Áður en vinnsla hefst mun vera gert reiknilíkan sem spáir fyrir þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu, og þ.a.l. hversu mikil vinnslan má vera til að standast kröfur um sjálfbærni. Útmörk og vikmörk þrýstingslækkunar skulu vera ákvörðuð og ef að þeim er náð þá skal endurskoða líkanið og hugsanlega ráðast í mótvægisaðgerðir. Losun affallsvatns og tilhögun hennar yrði ákvörðuð eftir frekari rannsóknir. Miðað er við að líftími virkjunar sé 60 ár.

Þar sem miðað er við að hægt sé að reisa 90 MW virkjun þá þyrfti að bora u.þ.b. 22 holur til að afla nægjanlegrar gufu, auk tveggja niðurdælingarholna. Búast má því að um 74% borholna heppnist og verði að vinnsluholum (Björn Már Sveinbjörnsson, 2014. Auk þess þyrfti að bora um 50 uppbótarholur yfir 60 ára líftíma virkjunarinnar.

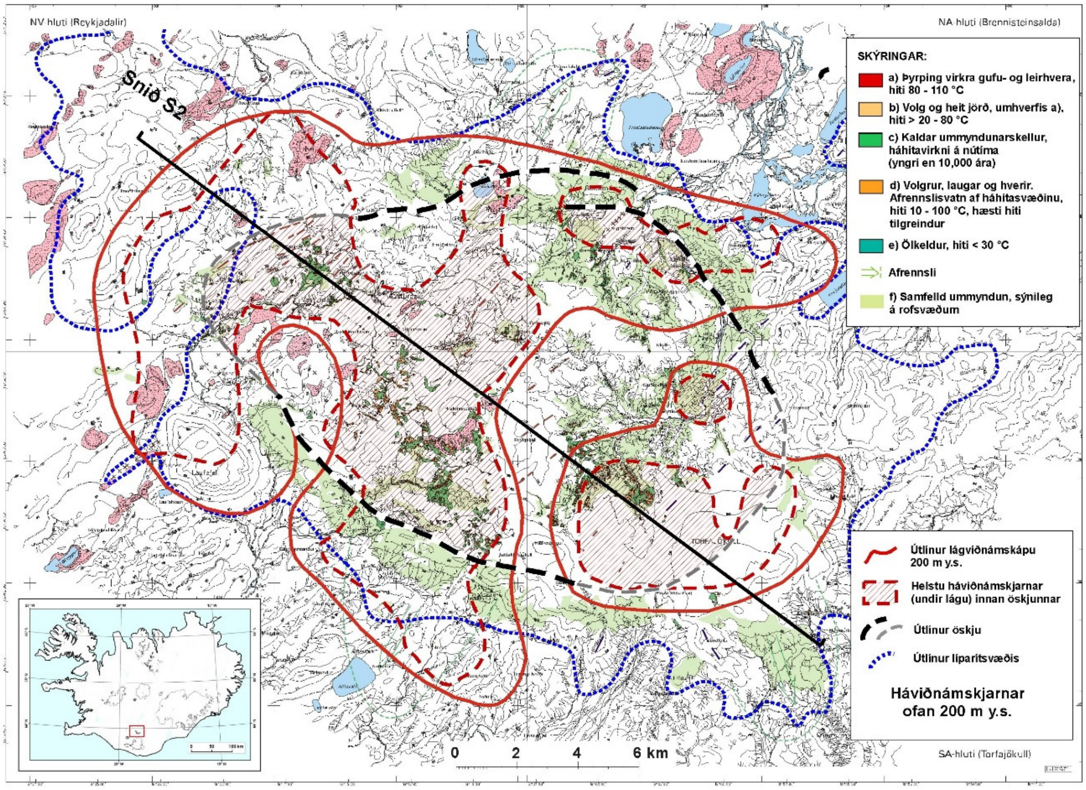
Nýtingarsvæðið er gróflega áætlað sem ca. 54 km^2.



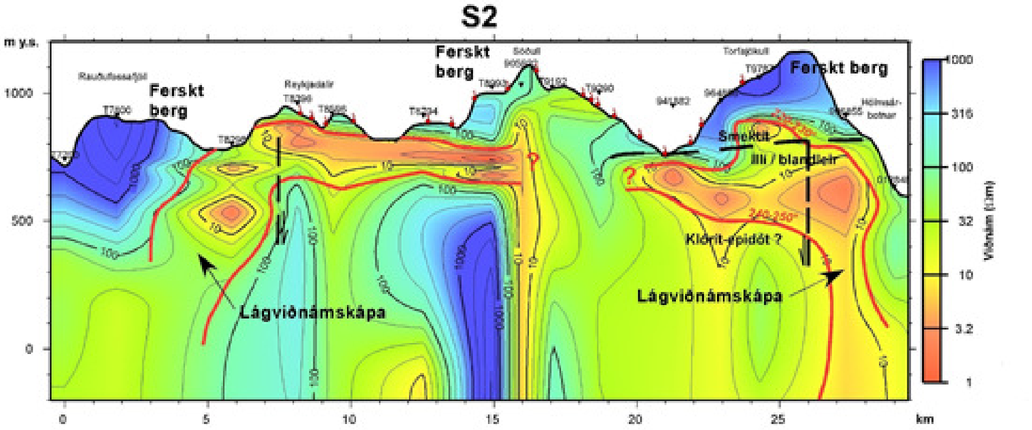
Mynd 4-1: Jarðfræðikort af Torfajökulssvæðinu (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 2001).



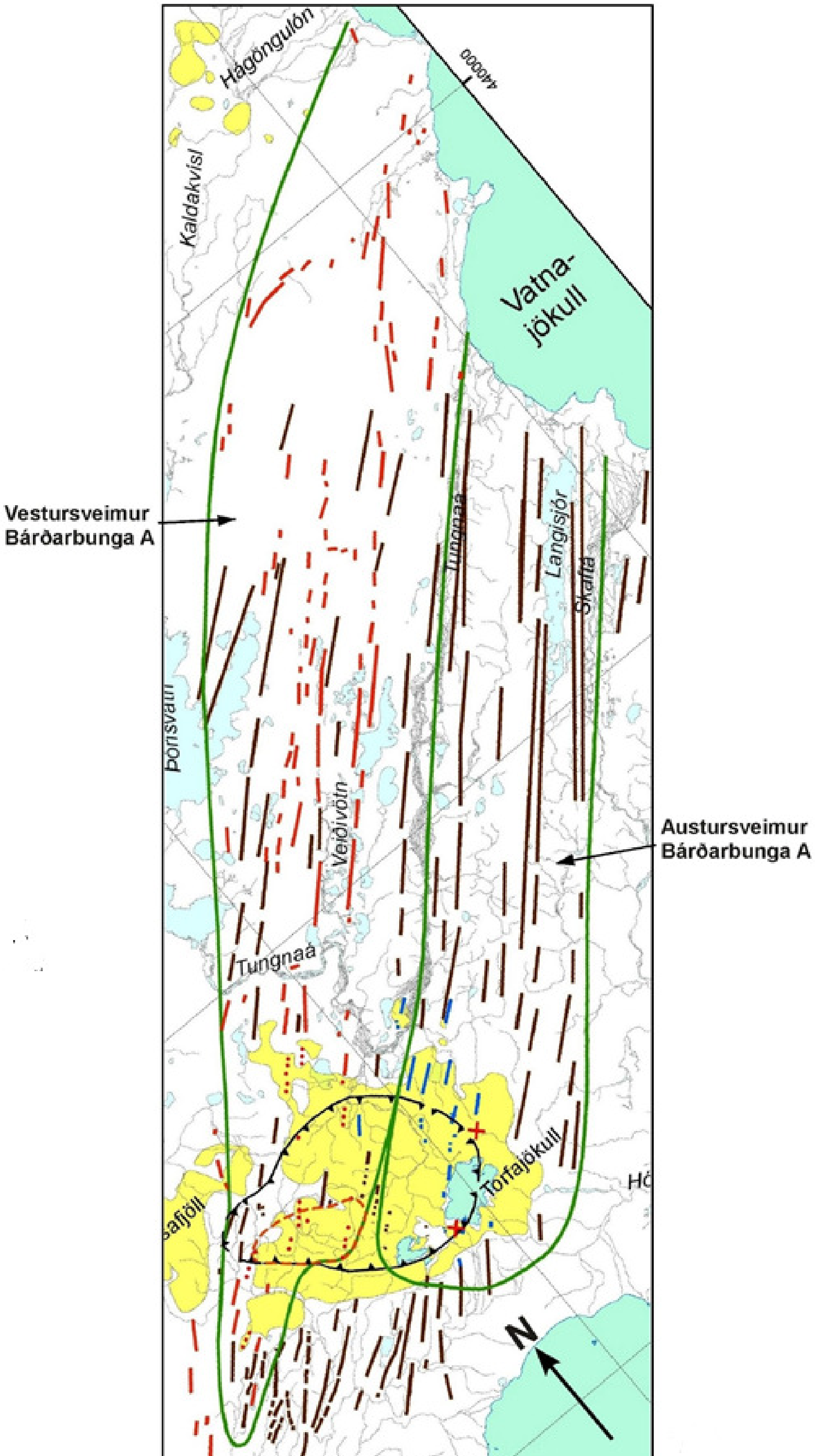
Mynd 4-2: Jarðhitakort af Torfajökulssvæðinu (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 2001).



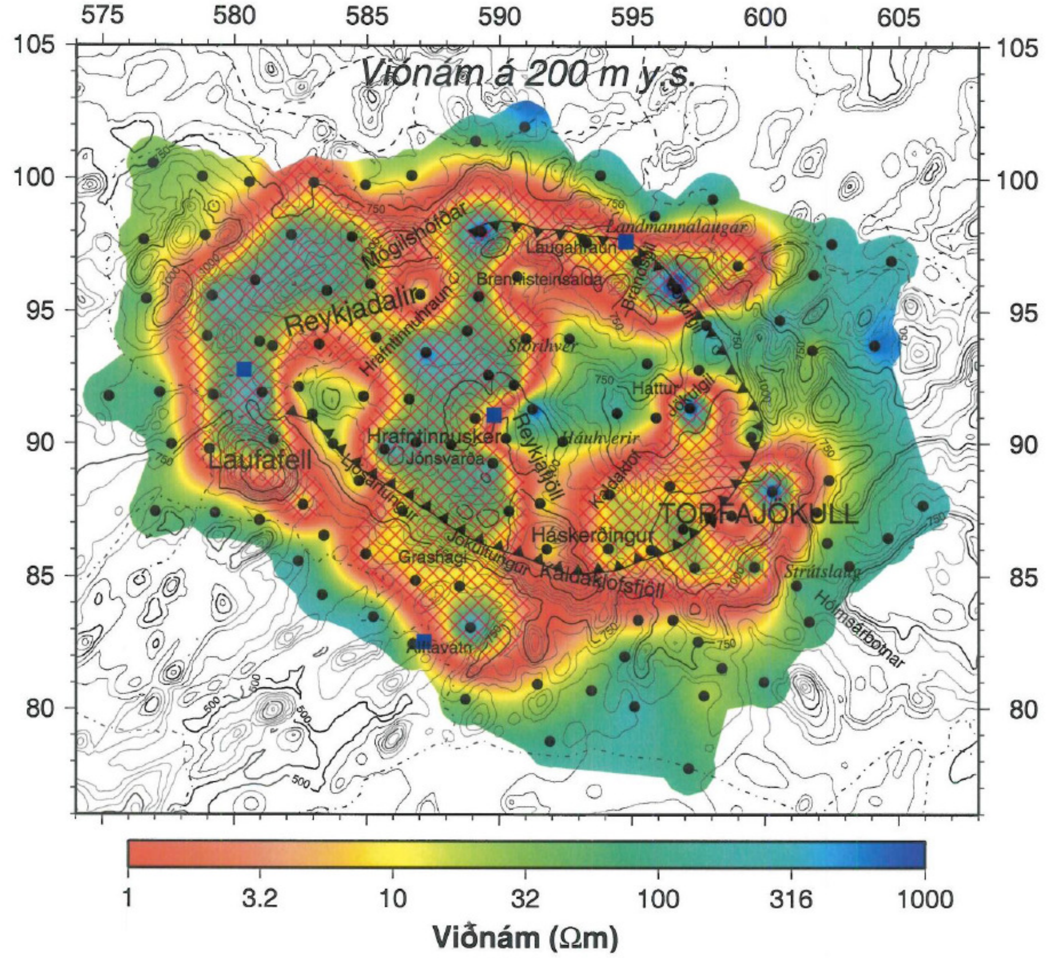
Mynd 4-3: Lágviðnámskápa og háviðnámskjarni á Torfajökulssvæðinu (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).



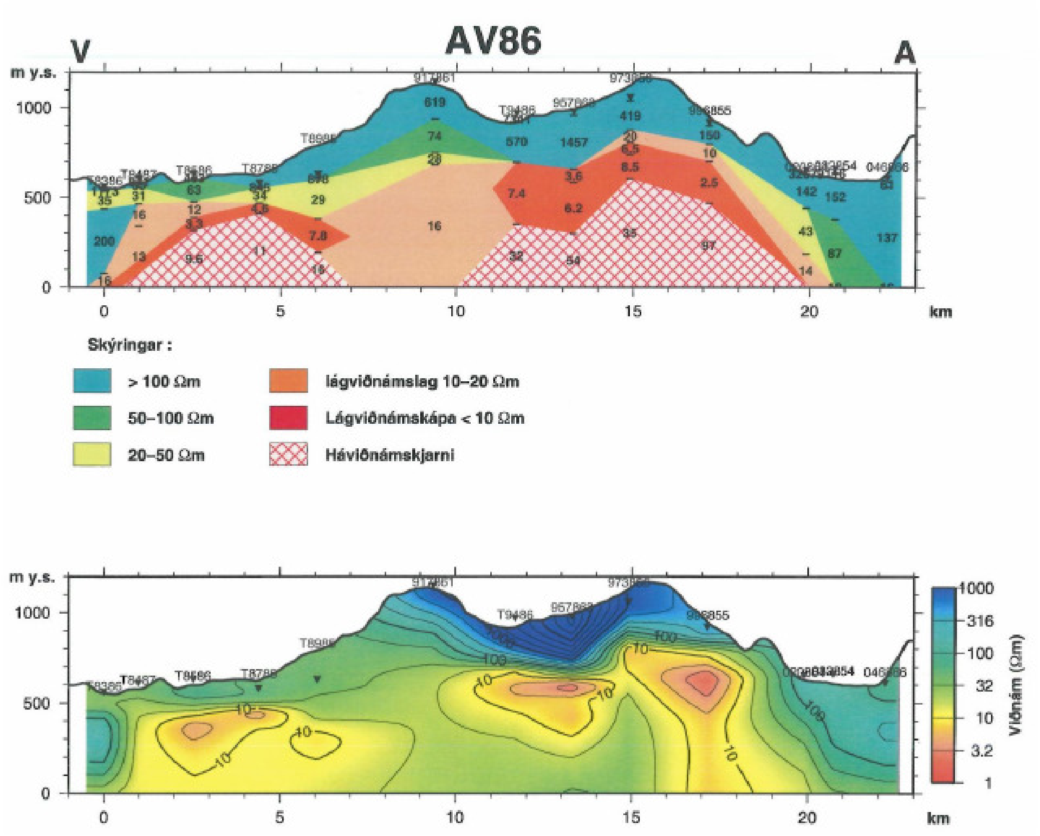
Mynd 4-4: Viðnámsþversnið af Torfajökulssvæðinu (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).



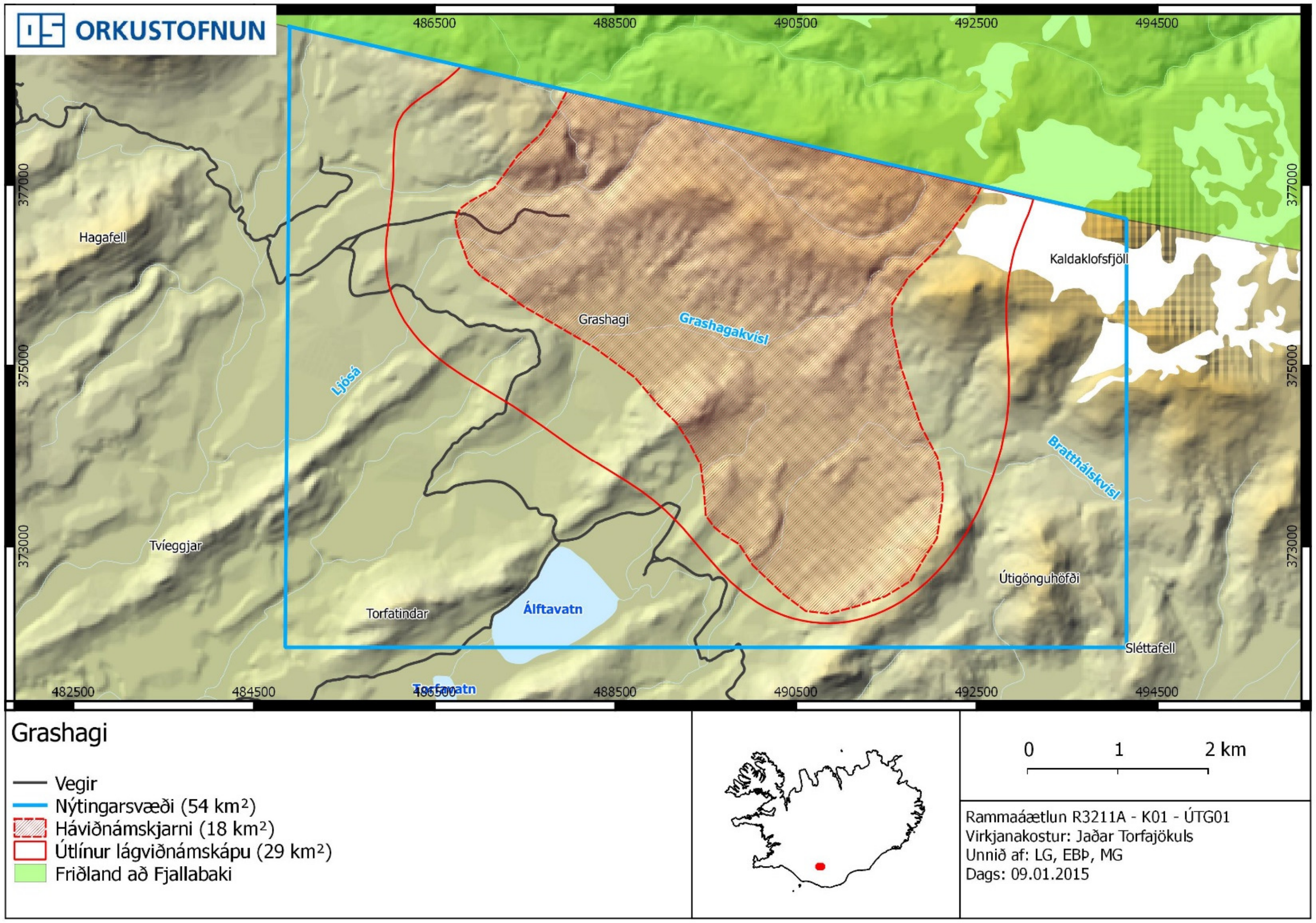
Mynd 4-5: Sprungusveimar á Torfajökulssvæðinu. (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).



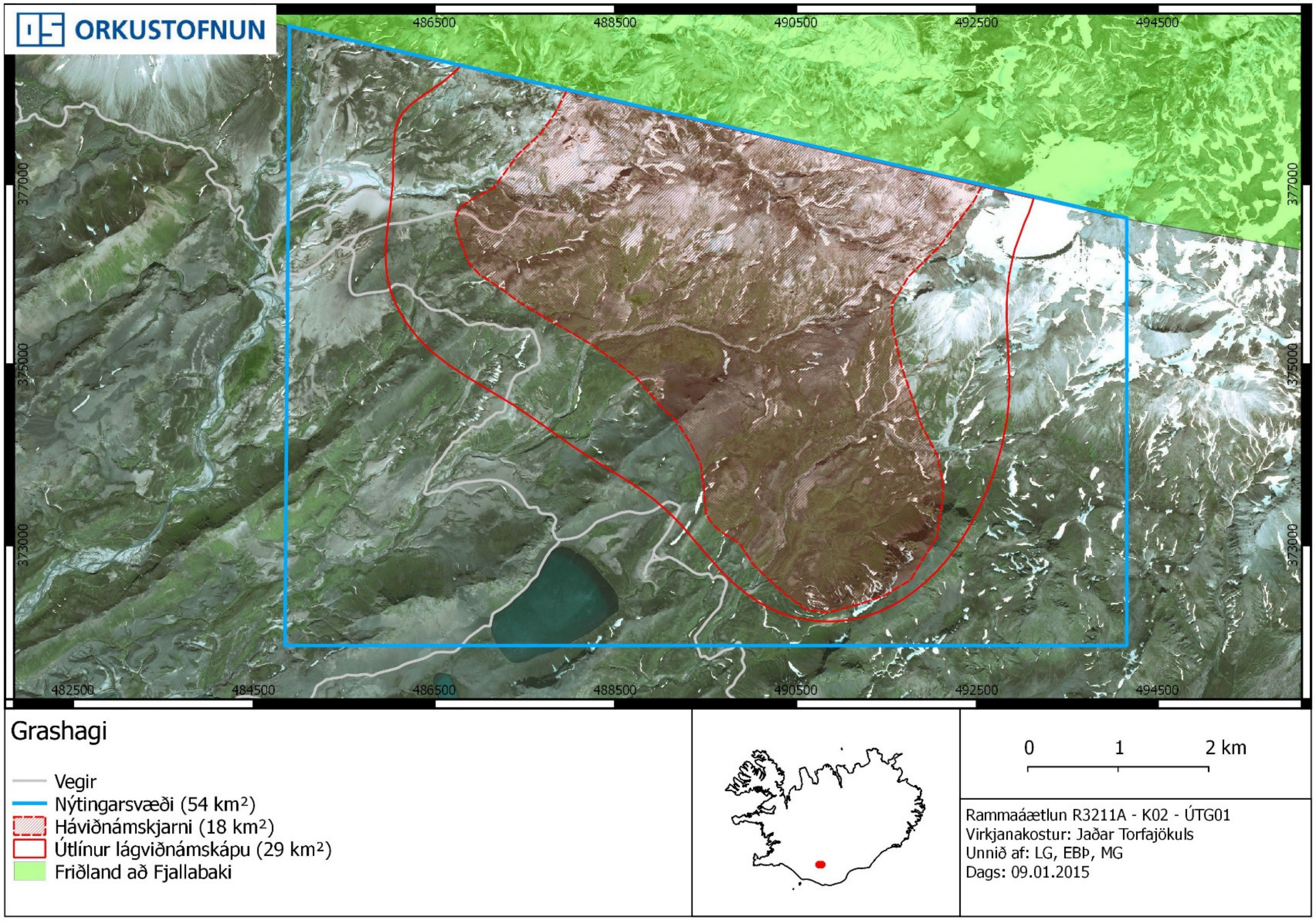
Mynd 4-6: Viðnámskort af svæðinu (skástrikuðu svæðin tákna háviðnámskjarna) (Ragna Karlsdóttir, 2003).



Mynd 4-7: Viðnámssnið af suðurhluta Torfajökulssvæðisins (Ragna Karlsdóttir, 2003)



Mynd 4-8: Grashagi, kort sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði



Mynd 4-9: Grashagi, loftmynd sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði

5 HEIMILDIR

Björn Már Sveinbjörnsson. (2014). *Success of High Temperature Wells in Iceland* . Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2014-053.

Íslenskar orkurannsóknir. (6. Október 2014). *Jarðhitasvæðið Torfajökull*. Sótt frá Íslenskar orkurannsóknir: http://www.isor.is/jardhitasvaedid-torfajokull

Jónas Ketilsson o.fl. (2009). *Mat á vinnslugetu háhitasvæða.* Reykjavík: Orkustofnun. OS-2009/09.

Jónas Ketilsson o.fl. (2010). *Eðli jarðhitans og sjálfbær nýting hans. Álitsgerð faghóps um sjálfbæra nýtingu jarðhita (OS-2010/05).* Reykjavík: Orkustofnun. OS-2010/05.

Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson. (2001). *Í Torfajökli: Jarðfræði- og jarðhitakort af Torfajökulssvæðinu.* Orkustofnun, OS-2001/036.

Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson. (2001). *Jarðfræði- og jarðhitakort af Torfajökulssvæðinu.* Reykjavík: Orkustofnun. OS-2001/036.

Ragna Karlsdóttir. (2003). *Í Torfa - Viðnámsmælingar í aldarfjórðung.* Reykjavík: Íslenskar orkurannsóknir. ÍSOR-2003/019.

Ragna Karlsdóttir. (2003). *Í Torfa - Viðnámsmælingar í aldarfjórðung.* ÍSOR-2003/019.

Ragna Karlsdóttir o.fl. (2001). *Yfirborðsrannsókn á Torfajökulssvæð*i. Orkuþing.