

## ***R3281A Kisubotnar***

**Viðauki 77 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/04**

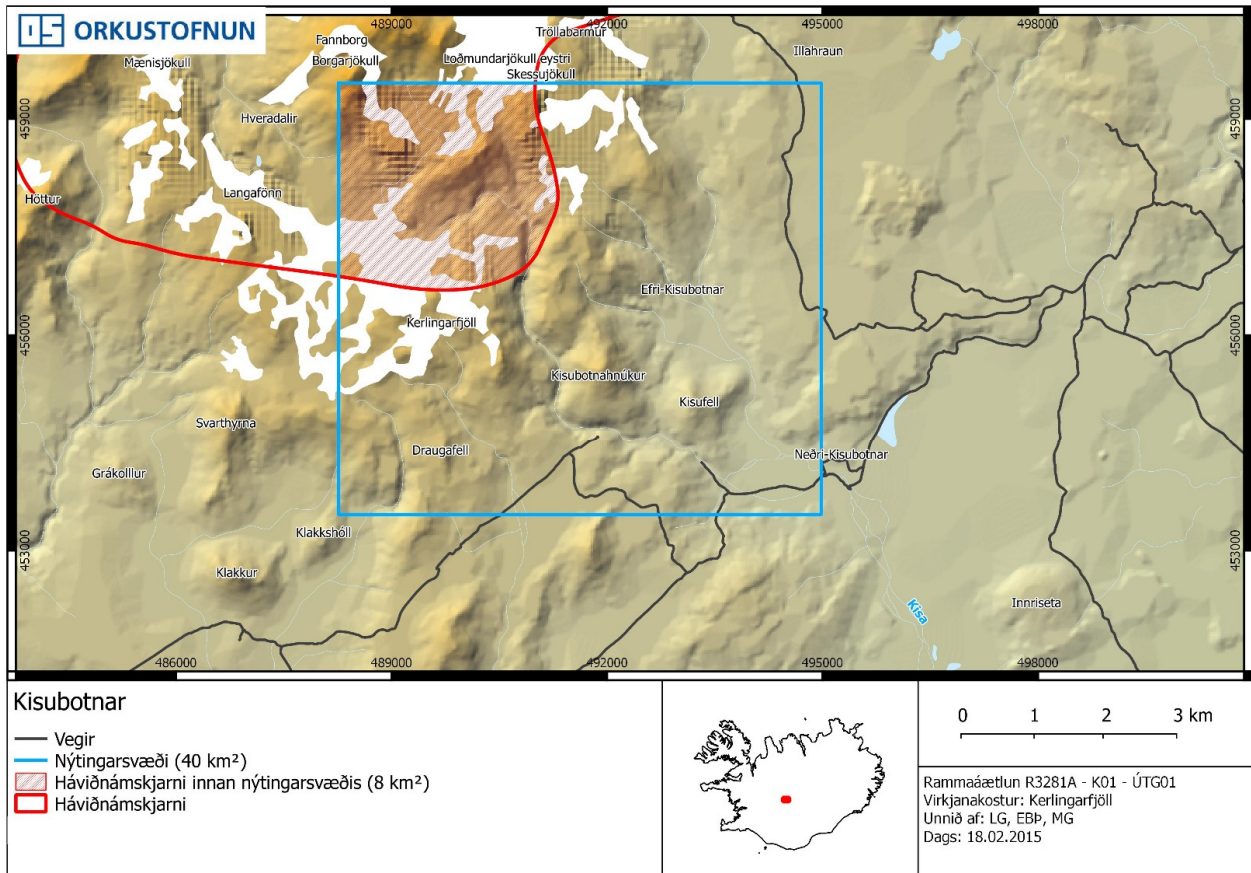
***Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar***



## R3281A Kisubotnar

Viðauki 77 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.....	9
5	Heimildir .....	15

Mynd 4-1: Yfirlitskort af Kerlingarfjöllum og helstu staðir þar sem vart verður við jarðhita á yfirborði.  
..... 10

Mynd 4-2: Viðnámskort af Kerlingarfjallasvæðinu, skástrikaða svæðið er háviðnámskjarninn. (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2010)..... 11

Mynd 4-3: Viðnámsnið af Kisubotnum (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2010)..... 12

Mynd 4-4: Kisubotnar, kort sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði..... 13

Mynd 4-5: Kisubotnar, loftmynd sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði ..... 14

Tafla 2-1: Helstu kennistærðir fyrir jarðvarmavirkjun við Kisubotna ..... 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 við Kisubotna í Kerlingarfjöllum.

## 2 HELSTU KENNISTÆRÐIR

Hugmyndin er að nýta jarðhitakerfi í suðaustanverðum Kerlingarfjöllum til raforkuvinnslu

Helstu kennistærðir		Eining
Uppsett rafafli	90	MW <sub>e</sub>
Uppsett varmaafli	0	MW <sub>t</sub>
Orka	711	GWh/ári
Nýtingartími	7900	klst./ári
Flatarmál háhitakjarna	2,2	km <sup>2</sup>
Flatarmál nýtingarsvæðis	40	km <sup>2</sup>
Kostnaðarflokkur	4	

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

### 3 STADHÆTTIR OG JARÐFRÆÐI

Kerlingarfjöll telst til háhitakerfa í rýólíteldfjalli utan rekbelta. Einkenni slíkra er að eldfjallið sjálft gýs nær eingöngu rýólíti, gjarnan í störgosum með löngum hléum. Skýringin er talin vera grunnstæð kvikuþró með súru bergi sem basaltkvika brýst ekki upp úr en kemur upp utan við. Þannig þróaðist Kerlingarfjöll í hliðarbelti, gosbelti utan rekbelta. Feiknaöflug háhitakerfi tengjast rýólíteldfjöllum. Annað dæmi um háhitakerfi í rýólíteldfjalli utan rekbeltis er Torfajökull, öflugasta háhitakerfið hér á landi (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).

Könnun og kortlagning á jarðhita og jarðfræðilegum aðstæðum í Kerlingarfjöllum var gerð í ágúst 2004 (Árni Hjartarson og Magnús Ólafsson, 2005). Gert var jarðfræðikort af Hveradölum og næsta nágrenni þeirra sem nær m.a. yfir ferðamannaadstöðuna við Ásgarð. Mynd 4-1 sýnir helstu jarðhitasvæðin í Kerlingarfjöllum. Háhitasvæðið er þrískipt: Meginvirknin er í Neðri-Hveradölum og tengist ríma aðalöskju fjallanna. Neðri Hveradalir greinast í Vesturdali, Miðdali (Fannardal) og Austurdali. Svæðið er allt sundurskorið af djúpum giljum (dölum). Gufu- og leirhverir eru áberandi með litlu sem engu frárennsli vatns. Hverirmir eru í 900–1040 metra hæð y.s. Annar staður er í Efri-Hveradölum, vel innan öskjunnar. Efri-Hveradalir skilja sig frá þeim neðri með dálitlum líparíthálsi, sem gengur suður úr Hverahnúk. Svæðið er suður af Snækolli. Hverirmir eru í 1020–1150 metra hæð y.s. og þeir sem hæst liggja í Kerlingarfjöllum. Þriðji hitastaðurinn er Hverabotn, lítið svæði suðaustan í Mæni, og þar virðist hitinn tengdur broti vesturöskjunnar. Þar eru margir og mjög kraftmiklir hverir sem liggja í 950–1000 metra hæð y.s. Auk þessa er vitað um allstórt svæði suðaustantil í Kerlingarfjöllum, kennt við Kisubotna og Bríkargil þar sem mikið er um jarðhitaummyndun. Aðeins er vitað um eitt nútímahraun á svæðinu, en það kom upp í gígum við Þverfell austan við Kerlingarfjöll.

Svæðið sem einkennist af suðu og ummyndun er um 7 km<sup>2</sup>. Hveravirkni er mikil og óvída á háhitasvæðum munu laugar, hverir og gufuaugu jafn þéttstæð, sem þýðir að fá svæði eru jafn orkurík á flatareiningu. Gufuaugu, gufuhverir, soðpönnur og leirhverir eru algengustu hverirmir. Litríkar útfellingar af brennisteini og söltum eru víða kringum gufuaugu og fjölbreytilegt litaspil í hveraleirnum. Hverahrúður, gífs og sambökunarhellur eru hins vegar nær óþekkt. Ummyndun er mikil og veðrun ör. Hitasvæðin eru öll sundursoðin og einstök hveraaugu taka örum breytingum, gamlir hverir hverfa en nýir taka við. Styrkur gass í gufu mælist á bilinu 90-525 mmól/kg og er meginþáttur þess koldíoxíð. Gasstyrkur er mestur í Hverabotni og minnstur í Efri-Hveradölum. Volgt vatn við Árskarðsá er karbónatríkt eins og títt er um afrennsli frá háhitasvæðum.

Efnahitamælar gefa til kynna að mestur hiti sé undir Hverabotni, því næst í Neðri-Hveradölum en lægstur hiti undir Efri-Hveradölum, og að meðaltali um 300°C (Mynd 4-1). Tvær borholur við Árskarðsá gefa mikið magn af volgu vatni (25-35°C). Vatnið er nýtt til baða og í heita potta. Ítarlegari upplýsingar og jarðfræðikort af Kerlingarfjöllum má finna í skýrslu Árna Hjartarsonar og Magnúsar Ólafssonar frá 2005.

Sumarið 2004 hófst rannsókn á viðnámi í jörðu í Kerlingarfjöllum sem stóð til 2008. Rannsóknin var gerð að tilhlutan Orkustofnunar og er fyrsta skref í jarðeðlisfræðilegri könnun jarðhitakerfisins. Viðnámsmælingum er beitt til þess að afmarka stærð háhitakerfa í efstu 1000 metrum en í rannsókninni í Kerlingarfjöllum voru auk þess gerðar MT-viðnámsmælingar sem geta skyggst dýpra og gefið betri mynd af rótum jarðhitakerfisins. Rannsóknin sýnir einkennandi viðnámsmynd af háhitakerfi, þ.e. háviðnámskjarna umluktan lágviðnámskápu. Lágviðnámskápan nær upp undir yfirborði í mælingunum sem næstar eru yfirborðsjarðhitunum í Neðri-Hveradölum og Hverabotni. Þar er hún í 800–900 metra hæð yfir sjó.

Mynd 4-2 sýnir viðnámskort af jarðhitakerfinu undir Kerlingarfjöllum. Þar má sjá háviðnámskjarna (skástrikaða svæðið) sem er allur samfelldur undir fjöllum, en þó eru vísbendingar um skil á milli Efri- og Neðri-Hveradala á svæðinu sunnan Fannborgar, en engin 6

skil eru að sjá á milli Hverabotns og Neðri-Hveradala. Auk þess má sjá tungu úr háviðnámskjarnanum sem teygir sig í átt að Þverfelli, en hugsanlegt er að Þverfellssvæðið gæti verið tenging yfir í jarðhitakerfi í Hofsjökli. Samkvæmt þessu mati er stærð jarðhitakerfisins um 30 km<sup>2</sup>. Mynd 4-3 sýnir viðnámsnið af Kerlingarfjallasvæðinu þar sem MT- og TEM-viðnámsmælingar eru reiknaðar saman til að gefa mynd af kerfinu. Á efra sniðinu má sjá hvar lágviðnámskápan (rauðleit) liggur ofan á háviðnámskjarna, og nær til yfirborðs í Neðri-Hveradölum. Á neðra sniðinu, sem sýnir dýpra ofan í kerfið má sjá neðra lágviðnámslag sem sést einnig undir öðrum svæðum þar sem gerðar hafa verið mælingar, og ljóst er að grynna er á það undir háhitasvæðum en annars staðar. Talið er að þetta djúpstæða lágviðnámslag gefi til kynna hvar hitauppreymi í jarðhitakerfin er að finna. Eins og sést á neðra sniðinu má sjá að þetta lágviðnámslag teygist upp á nokkrum stöðum, en það svarar einmitt til þeirra svæða í Kerlingarfjöllum þar sem mesta virkni er að finna, þ.e. Hveradalir og Hverabotn. (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2010).

Kisubotnar eru suðaustantil í Kerlingarfjöllum þar sem mikið er um jarðhitaummyndun, en þetta svæði hefur ekki verið kannað til hlítar, og ekki hafa verið gerðar þar hitamælingar (Árni Hjartarson og Magnús Ólafsson, 2005).

Mynd 4-3 sýnir viðnámsnið af Kisubotnasvæðinu (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2010). Þar sést í lágviðnámskápu sem liggur nærri yfirborði líkt og fyrir hin svæðin sem hér eru rædd. Ekki sést háviðnámskjarninn þó á þessum sniðum, líklega vegna þess að hér er um jaðar jarðhitakerfisins að ræða. Frekari rannsókna er þörf til að kortleggja virkjunarmöguleika svæðisins.



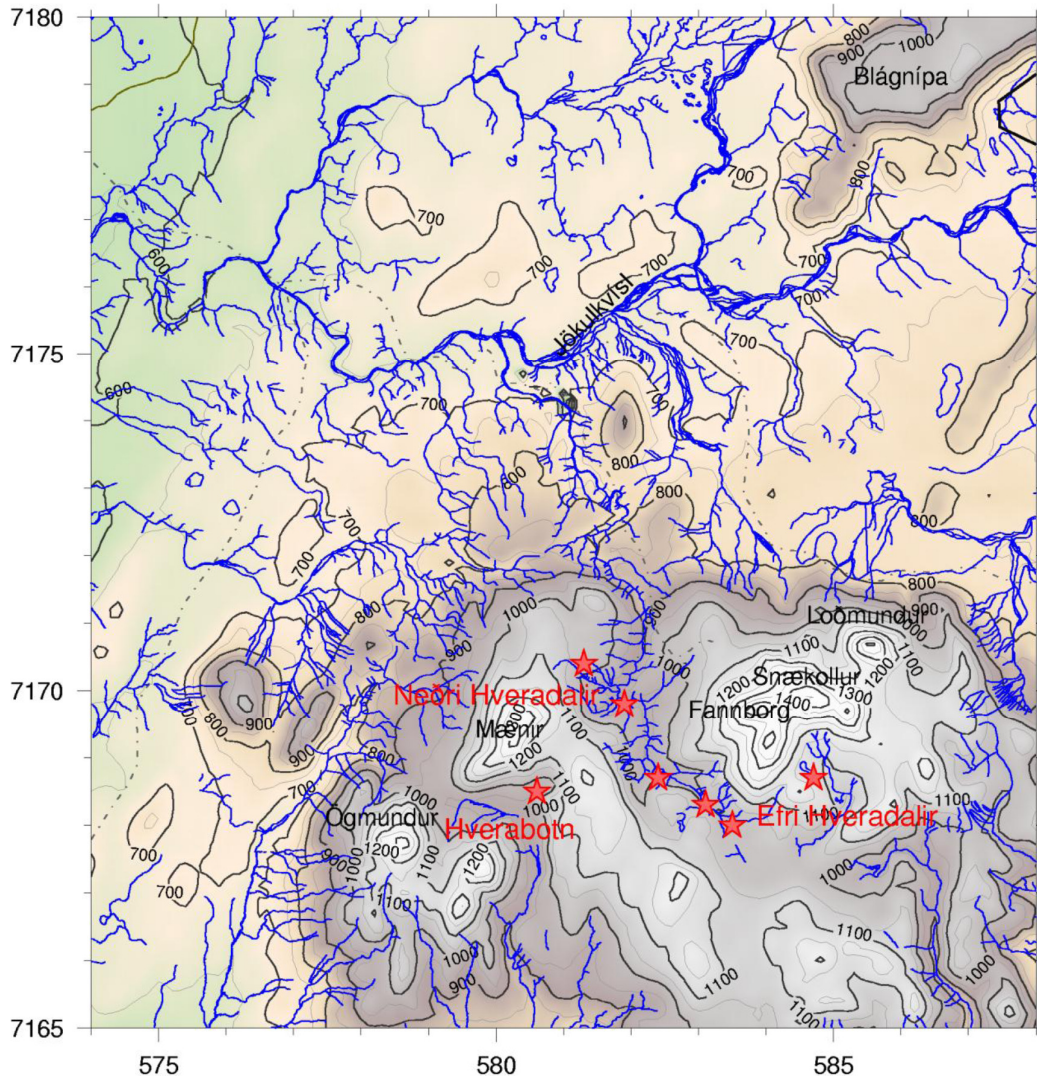
## 4 TILHÖGUN VIRKJUNAR

Mynd 4-4 sýnir kort af svæðinu sem um ræðir. Rauða, skyggða svæðið er sá hluti háviðnámskjarnans sem liggur innan nýtingarsvæðisins, 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.

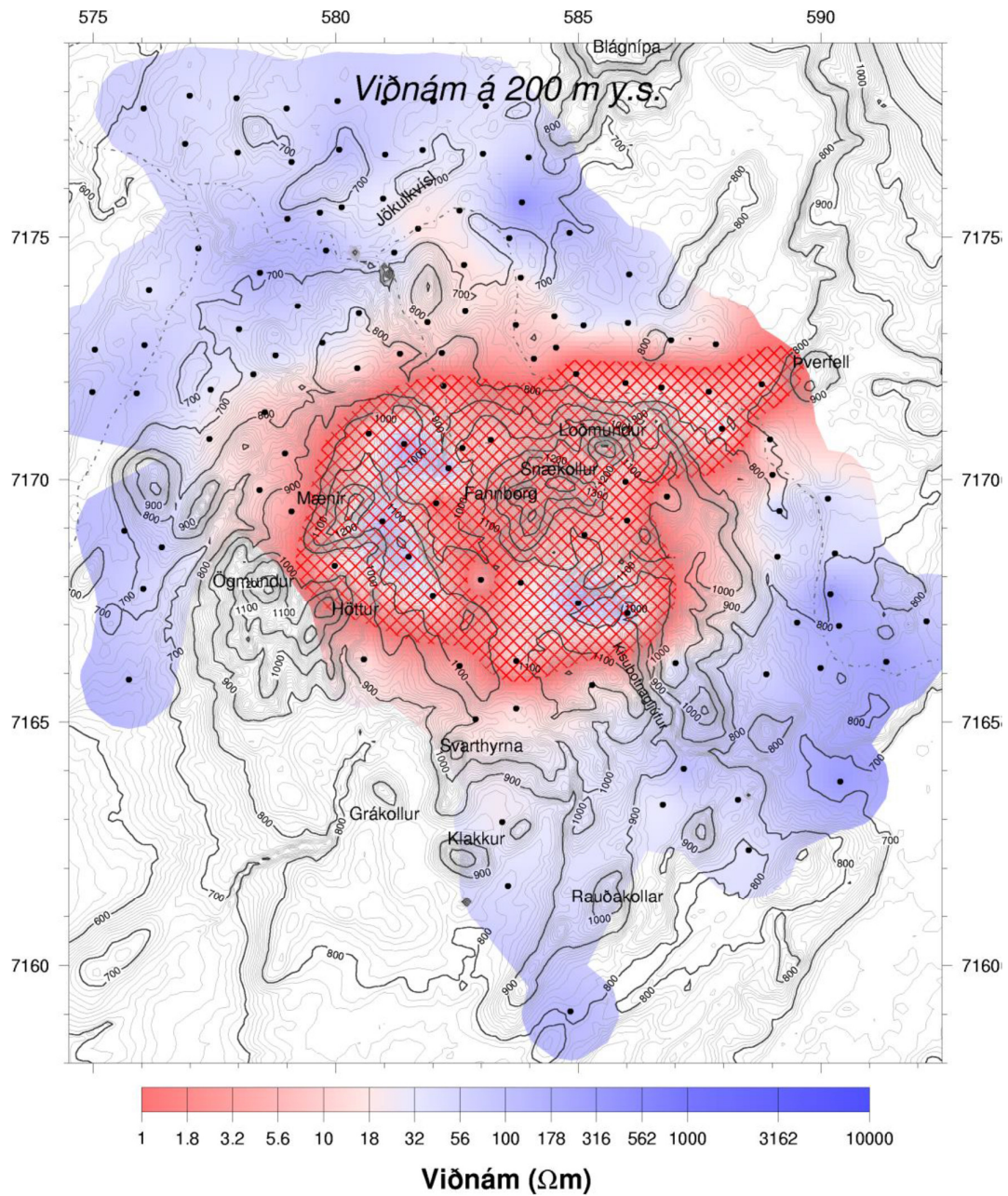
Áður en vinnsla hefst mun vera gert reiknilíkan sem spáir fyrir þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu, og þ.a.l. hversu mikil vinnslan má vera til að standast kröfur um sjálfbærni. Útmörk og vilmörk þrýstingslækkunar skulu vera ákvörðuð og ef að þeim er náð þá skal endurskoða líkanið og hugsanlega ráðast í mótvægisáðgerðir. 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. 25 vinnsluholur til að afla nægjanlegrar gufu, auk tveggja niðurdælingarholna. Hér er gert ráð fyrir því að um 74% borholna heppnist og verði að vinnsluholum (Björn Már Sveinbjörnsson, 2014). Auk þess þyrfti að bora um 50 uppbotarholur yfir 60 ára líftíma virkjunarinnar.

Nýtingarsvæðið er gróflaga áætlað sem 40 km<sup>2</sup>.

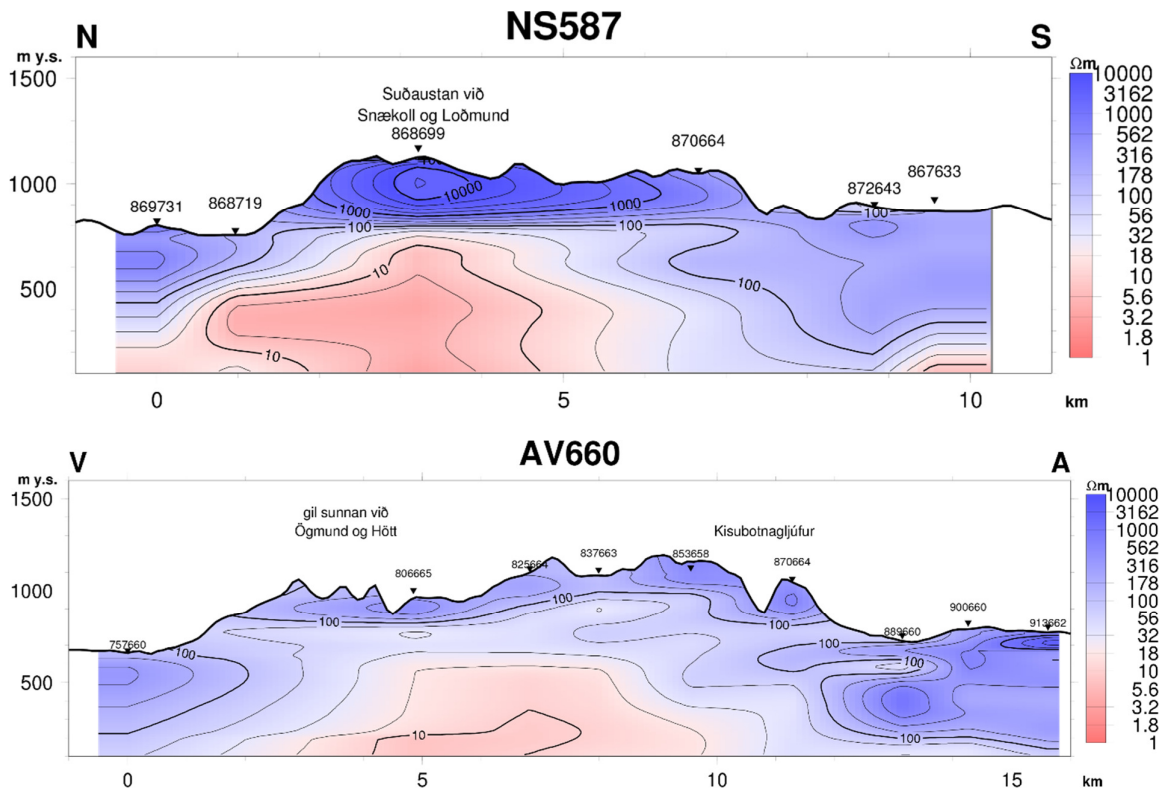


Mynd 4-1: Yfirlitskort af Kerlingarfjöllum og helstu staðir þar sem vart verður við jarðhita á yfirborði.

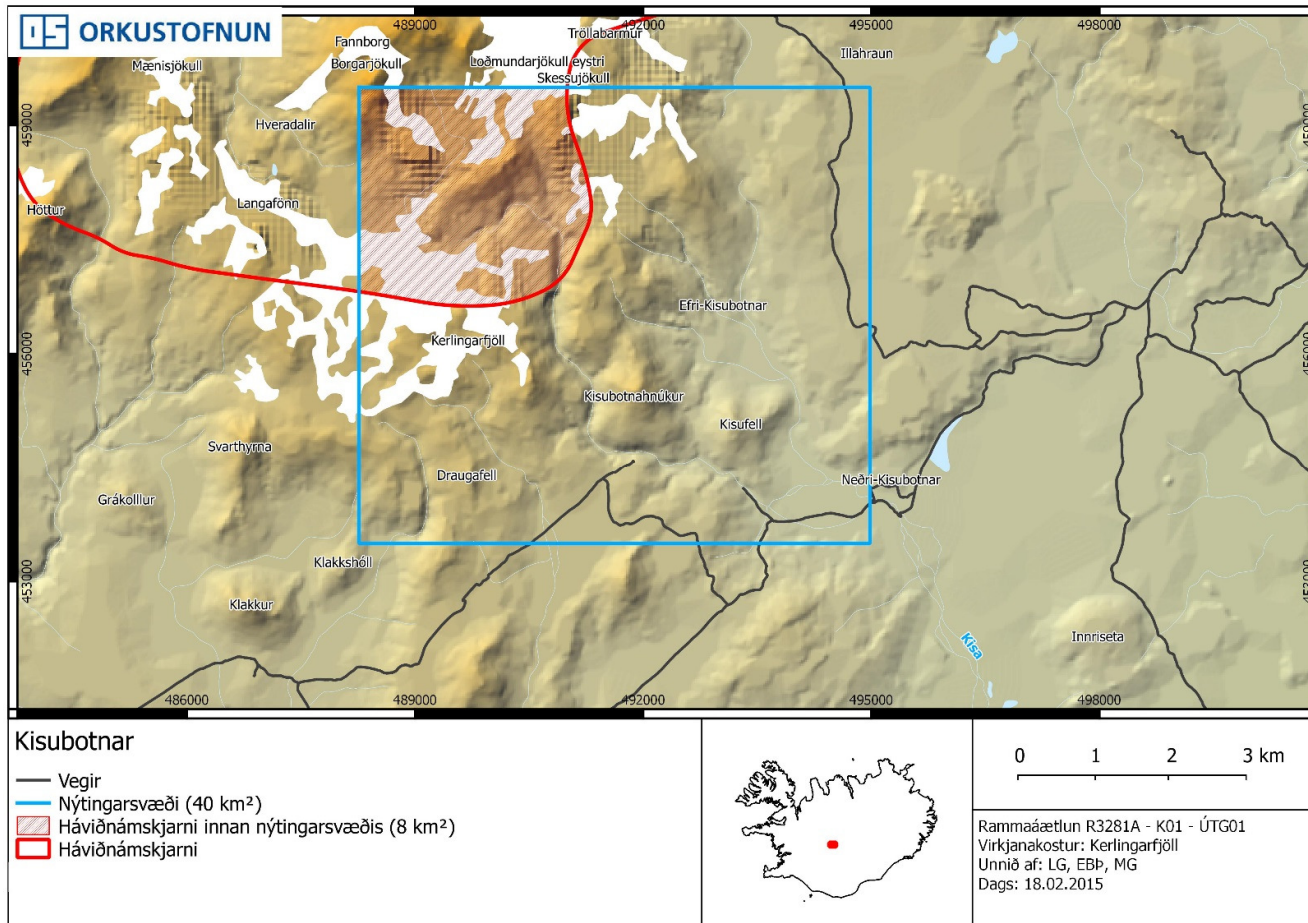


Mynd 4-2: Viðnámskort af Kerlingarfjallasvæðinu, skástrikaða svæðið er háviðnámskjarninn. (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2010).

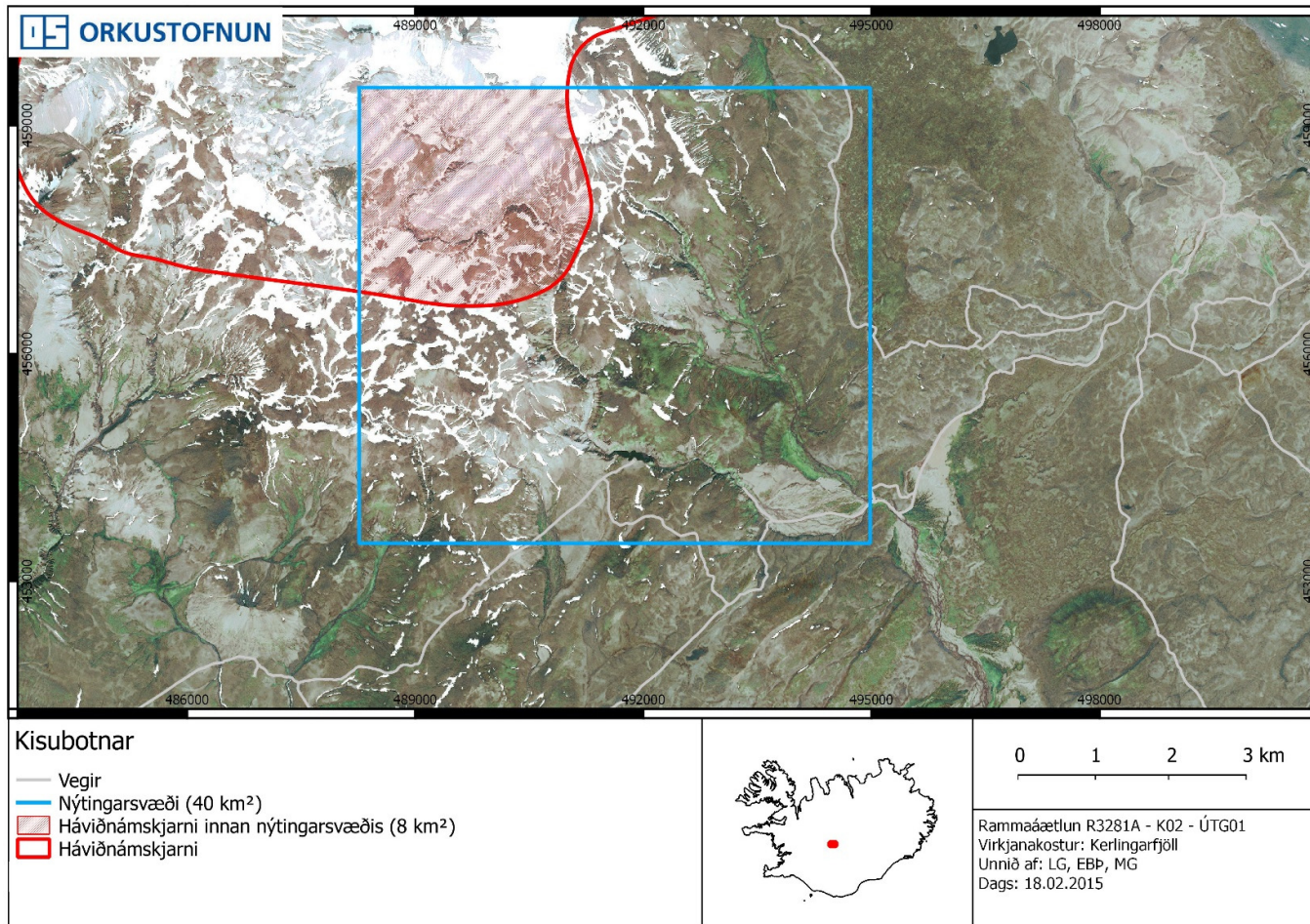




Mynd 4-3: Viðnámsnið af Kisubotnum (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2010).



Mynd 4-4: Kisubotnar, kort sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði.



Mynd 4-5: Kisubotnar, loftmynd sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði.

## 5 HEIMILDIR

- Björn Már Sveinbjörnsson. (2014). *Success of High Temperature Wells in Iceland - skýrsla í vinnslu fyrir Orkustofnun*. ÍSOR.
- Grímur Björnsson. (2007). *Enduskoðað hugmyndalíkan af jarðhitakerfum í Hengli og einfalt mat á vinnslugetu nýrra borsvæða*. Orkuveita Reykjavíkur.
- Ragna Karlsdóttir og Arnar Már Vilhjálmsson. (2007). *Kerlingarfjöll. TEM-mælingar 2004-2005*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/014.