

## ***R3274A Bitra***

**Viðauki 72 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/04**

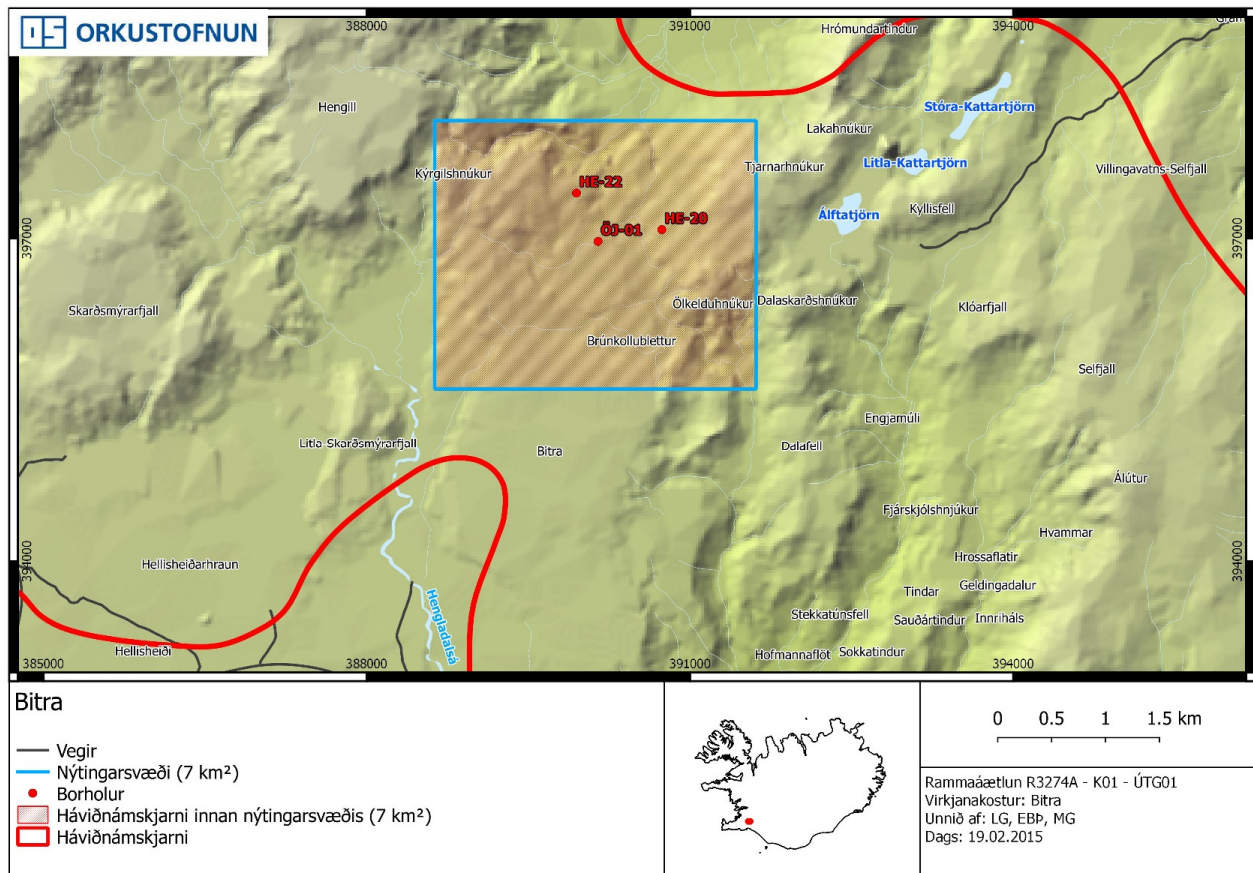
***Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar***



## R3274A Bitra

Viðauki 72 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/04

### Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar





## EFNISYFIRLIT

1	Inngangur.....	6
2	Staðhættir og jarðfræði.....	7
3	Tilhögun virkjunar.....	9
4	Heimildir .....	14
	Mynd 3-1: Hitapversnið frá Nesjavöllum, um Bitru og til Hveragerðis (Grímur Björnsson, 2007).....	10
	Mynd 3-2: Hitapversnið frá norðvestri til suðausturs í gegnum holurnar á Bitru (Grímur Björnsson, 2007).....	10
	Mynd 3-3: Eðlisviðnám á Hengilssvæði 850 m neðan sjávarmáls. (Grímur Björnsson, 2007). .....	11
	Mynd 3-4: Eðlisviðnám á Hengilssvæði 800 m neðan sjávarmáls. Hjálmar Eysteinnsson og Knútur Árnason, ÍSOR, óbirt gögn.....	11
	Mynd 3-5: Bitra, kort sem sýnir háviðnámskjarna og nýtingarsvæði .....	12
	Mynd 3-6: Bitra, loftmynd sem sýnir háviðnámskjarna og nýtingarsvæði .....	13
	Tafla 1-1: Helstu kennistærðir fyrir jarðvarmavirkjun við Bitru.....	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 Bitru á Hengilssvæðinu. Hér er þessum virkjunarkosti haldið áfram til haga, þannig að hann falli ekki af dagskrá burtséð frá tímabundnum áhuga orkufyrirtækja. Helstu kennistærðir Hugmyndin er að nýta háviðnámskjarna á milli Heiðarinnar há og Bláfjalla að austan og Lönguhlíðar-stapans að vestan.

Helstu kennistærðir		Eining
Uppsett afl	135	MW <sub>e</sub>
Uppsett afl	0	MW <sub>t</sub>
Orka	1100	GWh/ári
Nýtingartími	7900	klst./ári
Flatarmál háhitakjarna	7	km <sup>2</sup>
Flatarmál nýtingarsvæðis	25	km <sup>2</sup>
Kostnaðarflokkur	3	

Tafla 1-1: Helstu kennistærðir fyrir jarðvarmavirkjun við Bitru.

## 2 STADHÆTTIR OG JARÐFRÆÐI

Jarðhitakerfið á Hengilssvæðinu er dæmi um háhitakerfi í megineldstöð rekbeltis. Megineldstöð markast af mestri upphleðslu á takmörkuðu svæði í eldstöðvakerfi með vísbendingu um kvikuhólf út frá tengdum gígaröðum og sprungukerfum. Í flestum þessara megineldstöðva er askja. Önnur hliðstæð dæmi um háhitakerfi í megineldstöð rekbeltis með öskju eru Krafla og Dyngjufjöll en án öskju eins og á við um Hengilinn og það sama á við um Þeistareyki og Fremrináma (Jónas Ketilsson, Axel Björnsson, Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Bjarni Pálsson, Grímur Björnsson, Guðni Axelsson og Kristján Sæmundsson, 2010).

Hengilssvæðið nær yfir þrjár megineldstöðvar og nágrenni þeirra. Elst er Hveragerðiseldstöðin sem er útdauð og sundurgrafin, næst er eldstöðin kennd við Hrómundartind og yngst kennd við Hengil. Gosmyndanir á svæðinu spanna um 800.000 ár í aldri. Elstu jarðlöggin er að finna í ásunum suðaustan við Hveragerði, en yngst eru hraunin sem flætt hafa frá gosreininni gegnum Hengil. Gosmyndanir á Hengilssvæðinu eru fjölbreyttar. Aðalgerðir eldstöðva eru þó einungis tvær, tengdar sprungugosum og dyngjugosum. Jarðskorpuhreyfingar í gliðnunarbelti eins og verið hefur á Hengilssvæði allan þann tíma sem jarðsaga þess spannar sýna sig í gjám og misgengjum og hallandi jarðlögum á jaðarsvæðunum. Skjálftabelti Suðurlands gengur austan til inn í Hengilssvæðið.

Hengilssvæðið er með stærstu jarðhitasvæðum á landinu, eða um 100 km<sup>2</sup>. Það er þó ekki allt einn og sami suðupotturinn, heldur er það a.m.k. þrískipt og tengist sú skipting eldstöðvakerfunum. Þekkingu á svæðinu fleygir hratt fram vegna rannsókna og framkvæmda á svæðinu. Hengilskerfið er vestast og tengist eldstöðvakerfi Hengilsins og innan þess eru vinnslusvæðin á Nesjavöllum og á Hellisheiði. Austan Hengils er Ölkelduhálssvæðið, sem tengist Hrómundartindseldstöðinni. Suðaustasti hluti háhitasvæðisins tengist svo Hveragerðiseldstöðinni. Eldstöðvakerfið í Hengli er yngst og virkast. Frá ísaldarlokum, þ.e. síðustu 11.000 ár eru þekkt þrjú eldgos í Hengilskerfinu. Síðast gaus þar fyrir um 2000 árum. Næstu gos þar á undan voru fyrir um 5800 árum. Um 10.000 ár eru síðan fyrsta gos á nútíma varð. Síðast gaus í nágrenni Hengils þegar Svínahraunsbruni rann árið 1000. Upptök hans eru í næstu sprungurein vestan Hengils, í svokallaðri Bláfjallarein. Umbrot voru í Hengilskerfinu árið 1789.

Jarðhiti í Henglafjöllum nær frá Nesjavöllum suðvestur í Hveradali og Hverahlíð. Jarðhitinn er mestur og samfelldastur utan í Hengli alls staðar nema norðvestan megin. Brennisteinshverir eru mestir vestan til í Henglafjöllum, þ.e. í Sleggjubeinsdölum, norðan við Innstadal og ofan við Hagavíkurlaugar. Austan megin eru kalkhverir og kolsýrulaugar algengar. Jarðhitinum í Henglafjöllum má hugsanlega skipta í nokkur vinnslusvæði, sem öll gætu verið innbyrðis í þrýstisambandi: Nesjavelli, Þverárdal, Innstadal, Bitru, Hellisheiði og Hverahlíð. Ný gögn benda einnig til að vinnanlegur jarðhiti geti verið við Gráuhnúka og Meitil. Landslag á svæðinu er fjöllótt og vinnsla jarðhita fer mjög eftir aðgengi að viðkomandi svæðum. Einnig eru jarðhitasvæðin misjafnlega heppileg til nýtingar, sem aðallega fer eftir hita og kolsýruinnihaldi (Grímur Björnsson, 2007).

Viðnámsmælingar á Hengilssvæði sýna víðáttumikinn háviðnámskjarna eftir gossprungunni frá Meitli að Nesjavöllum og á norðvestlægri línu frá Hveragerði vestur yfir Hengil. Mynd 3-3 sýnir eðlisviðnám á Hengilssvæðinu 850 m neðan sjávarmáls, auk þess sem yfirborðsmerki jarðhita og sprungur og misgengi eru sýnd. Háviðnámskjarninn er sýndur með skástrikuðu svæði og hvíti kassinn afmarkar það svæði þar sem hátt viðnám mælist undir lágu, eða þá að boranir hafi staðfest yfir 240°C hita (Grímur Björnsson, 2007). Mynd 3-4 sýnir viðnám á 800 m dýpi neðan sjávarmáls. Birt var skýrsla um hugmyndalíkan jarðhitakerfa á Hengilssvæði 2007 (Grímur Björnsson, 2007). Skýrslan byggir einkum á gerð ferla er lýsa upphafshita og þrýstingi í borholu, ásamt teiknun hita- og þrýstimynda í sniðum og flötum. Skilgreind eru fjögur sérstök uppstreymissvæði jarðhitavökva af miklu dýpi, undir Hengli, við Gráuhnúka, í Hverahlíð og á Bitru. Torlekt þil heldur uppi þrýstingi vestan við sprungustykki Hengils. Flöt þrýstidreifing austan við sprungustykkið er talin endurspeglar góða vatnslekt. Sækir sú ályktun sér stuðning í mikla smáskjálftavirkni.

Jarðhitakerfið á Bitru er talið skiptast í efra og neðra kerfi, svipað og í Kröflu. Er það efra rétt um 200°C heitt meðan staðfestur er 280°C hiti í því neðra. Jarðhitasvæðið í Hverahlíð virkar staðbundnara. Það kann að vera umlukið torlekum, lóðréttum þiljum á alla vegu. Þar má hins vegar bora mjög þurrar holur í 270-320 °C heitt kerfi sem gerir svæðið áhugavert fyrir jarðgufuvirkjun. Á myndum Mynd 3-1 og Mynd 3-2 má sjá hitasnið af Hengilssvæðinu, sem gefa vísendingar um gerð jarðhitakerfisins (Grímur Björnsson, 2007).

Bent er á möguleg svæði fyrir niðurrennsli bæði á Bitru og í Hverahlíð. Staðfestur flötur yfir 240°C hita á 1000 m u.s. er 8 km<sup>2</sup> í Hverahlíð og 10 km<sup>2</sup> á Bitru. Ekki eru forsendur til gerðar nákvæms reiknilíkans af jarðhitakerfunum sökum skamrar vinnslu- og borsögu. Samanburður við innlendar rannsóknir leiðir hins vegar til þeirrar ályktunar að vinna megi 10-13 MW/km<sup>2</sup> úr borsvæðum á Hengli sem eru yfir 240 °C heit. Jarðhitakerfin í Hengli eru talin afturkræf fá þau hvíld eftir langvarandi vinnslu. Þá verði heilsa vinnslusvæða góð eftir 30 ára rekstur og virkjanir reknar á fullum afköstum. Hins vegar leiði vafaatriði í ytri eiginleikum jarðhitakerfa til þeirrar varúðarreglu Orkuveitunnar að vinnslustefna í Hengli sé ágeng, þ.e. gangi hraðar á varma- og massaforða en endurnýjast um jaðrana. Því þurfi næstu kynslóðir að vera viðbúnar því að draga úr framleiðslu, verði engar framfarir í tækni og verkþekkingu næstu áratugina. Bent er á að stórar varmanámur virðast fylgja sprungustykki Hengilsins á 3-6 km dýpi og að með tíð og tíma takist að ná til þeirra með borunum. Þegar svo djúpt er komið með vinnsluæðar aukast líkur á að jarðhitakerfin endurnýi sig að fullu í varma og massa. Sem leið að þessu markmiði sé samt nauðsynlegt að þróa og vinna jarðhitann í Hengli með núverandi aðferðum og tækni enn um sinn (Grímur Björnsson, 2007).

Bitra telst til háhitakerfis í megineldstöð á kólnunarstigi. Slík kerfi einkennast af hlutfallslega háum styrk koldíoxíðs í hveragasi. Lengst komið í kólnun og kolsýruríkast er Grímsneskerfið á Íslandi sem er annað dæmi um megineldstöð á kólnunarstigi. Hæstur hiti í því er um 185°C. Ölkelduhálskerfið er með svipuðum einkennum, rúmlega 200°C heitt sá hluti kerfisins sem er þekktur. Hveragerðiskerfið með Grændal er enn eitt dæmi. Það er yfir 235°C heitt, hitnar til norðurs en kólnar í suður, og er um 175°C syðst í Hveragerði (Jónas Ketilsson, Axel Björnsson, Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Bjarni Pálsson, Grímur Björnsson, Guðni Axelsson og Kristján Sæmundsson, 2010).

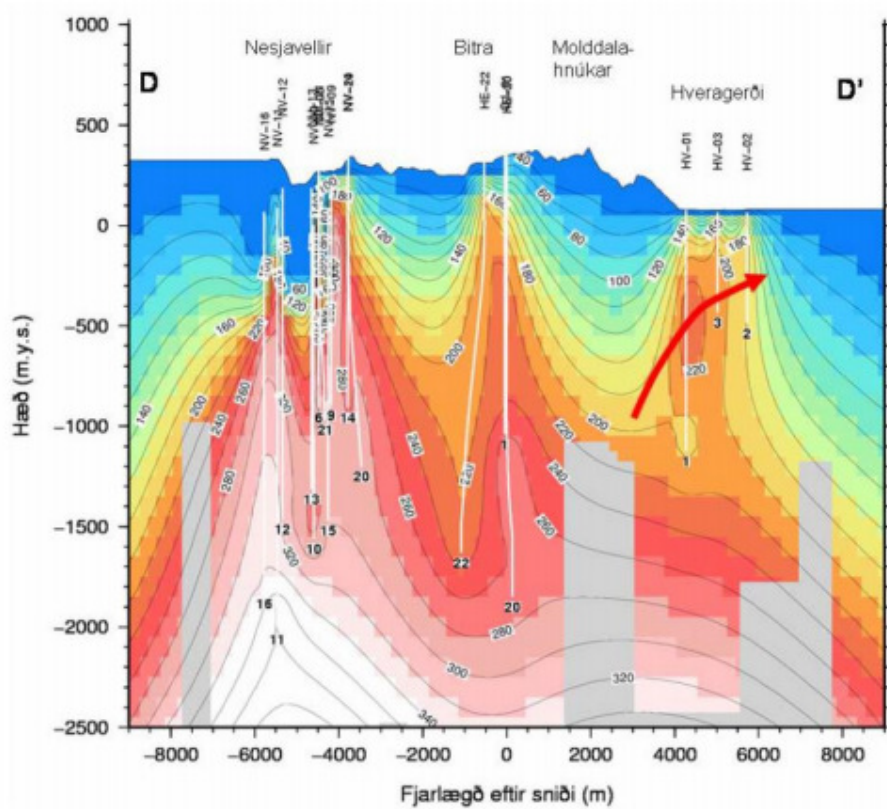
Bitra er breiður grágrýtisfláki sem fer smáhækkandi sunnan frá Hellisheiði til norðurs. Landið lækkar nokkuð bratt í stöllum niður í Þverárdal. Vestan Bitru eru Henglafjöll og austan við hana er röð goshryggja úr móbergi og bólstrabergi sem nær frá Hrómundartindi í norðri og suður í Molddalahnúka. Á milli Tjarnarhnúks og Ölkelduhnúks er Ölkelduháls. Ölkelduháls svæðið sker sig úr fyrir kolsýrulaugarnar sem eru í þyrpingu frá Ölkelduhálsi suður í Reykjadal og í Hverakjálka. Jarðhitinn þar fylgir gosrein með misgömlum móbergsfjöllum og stökum hraungígi, Tjarnarhnúki. Aðgengi er auðvelt og raunar nú þegar fyrir hendi línuvegur upp á Ölkelduháls. Í skýrslu Orkuveitu Reykjavíkur um Bitruvirkjun (Orkuveita Reykjavíkur og VSÓ ráðgjöf, 2007). var fyrirhugað athafnasvæði staðsett á norðanverðri Bitru.

Óvíst er um þrýstisamband milli Bitru, Nesjavallavirkjunar og Hellisheiðarvirkjunar. Með lengri vinnslusögu og frekari mælingum verður hægt að skilja betur tengsl á milli svæðanna. Gera þarf ráð fyrir að svæðin tengist sökum nálægðar. Sunnan við er Hverahlíð sem ekki hefur verið unnið stöðugt úr nema til rannsókna en stendur til að hefja vinnslu úr fyrir Hellisheiðarvirkjun. Hverahlíð flokkast sem háhitakerfi í sprungusveimi megineldstöðvar. Tengsl og áhrif vinnslu úr þeim sprungusveimi kunna að vera merkjanleg í Bitru við mikla vinnslu úr Hverahlíð.

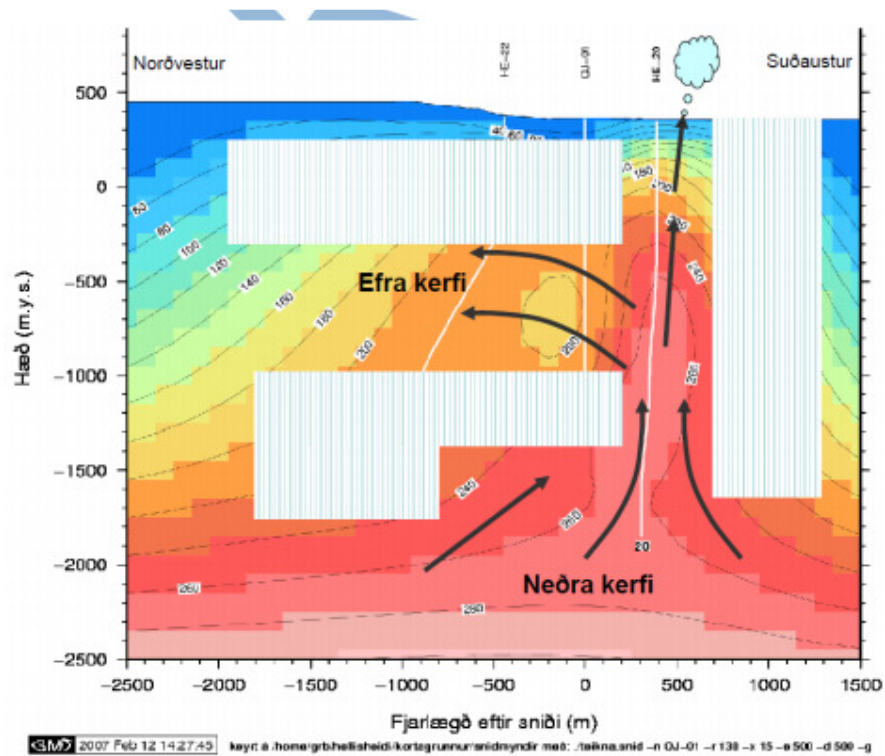


### 3 TILHÖGUN VIRKJUNAR

Orkuveita Reykjavíkur hefur nú þegar sett fram áætlun um virkjun á Bitrusvæðinu (Orkuveita Reykjavíkur og VSÓ ráðgjöf, 2007). Í þeirri skýrslu er gert ráð fyrir að bora 27 vinnsluholur fyrir fullbyggða virkjun (135 MW<sub>e</sub>), sem verði 2000-4000 m djúpar. Þá er gert ráð fyrir að bora þurfi 7-15 uppbótarholur fyrir næstu 30 ár, og því þarf að bora allt að 42 holur á svæðinu. Gert er ráð fyrir bæði stefnu- og lóðréttri borun. Lögð er áhersla á að stærstur hluti lagnakerfis virkjunarinnar yrði neðanjarðar til að draga úr sjónrænum áhrifum. Þá er gert ráð fyrir um 6000 m<sup>2</sup> stöðvarhúsi sem mun hýsa 135 MW rafstöð virkjunarinnar. Í skýrslunni er einnig fjallað um losun affallsvatns, og er þar gert ráð fyrir að losa allt skiljuvatn í 1000-1200 m djúpar niðurrennslisholur, sem myndu skila vatninu fyrir neðan grunnvatnshlot. Talið er að eina niðurrennslisholu þurfi fyrir hverjar tvær vinnsluholur. Gert er ráð fyrir að borteigar verði níu og að nýtingarsvæðið verði um 25 km<sup>2</sup>.

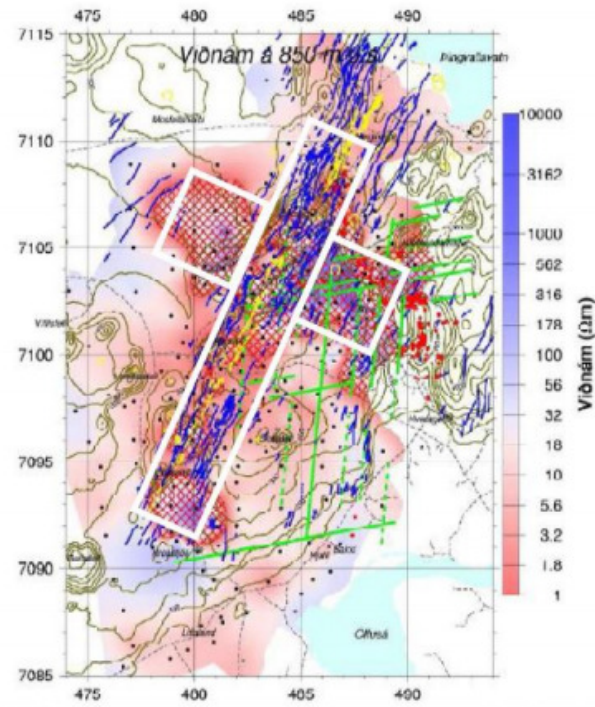


Mynd 3-1: Hitapversnið frá Nesjavöllum, um Bitru og til Hveragerðis (Grímur Björnsson, 2007).

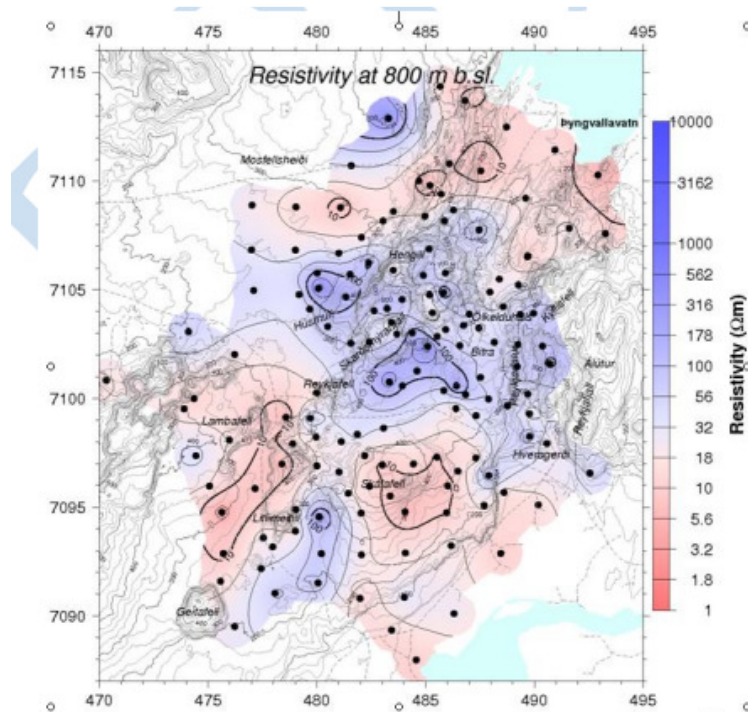


©GIM 2007 Feb 12 14:27:43 keyri á home/grbhelisheid/kortgerunur/sidmyndir/meb/:teikna.snið -n OJ-01 -r 138 -x 15 -e 500 -d 500 -g

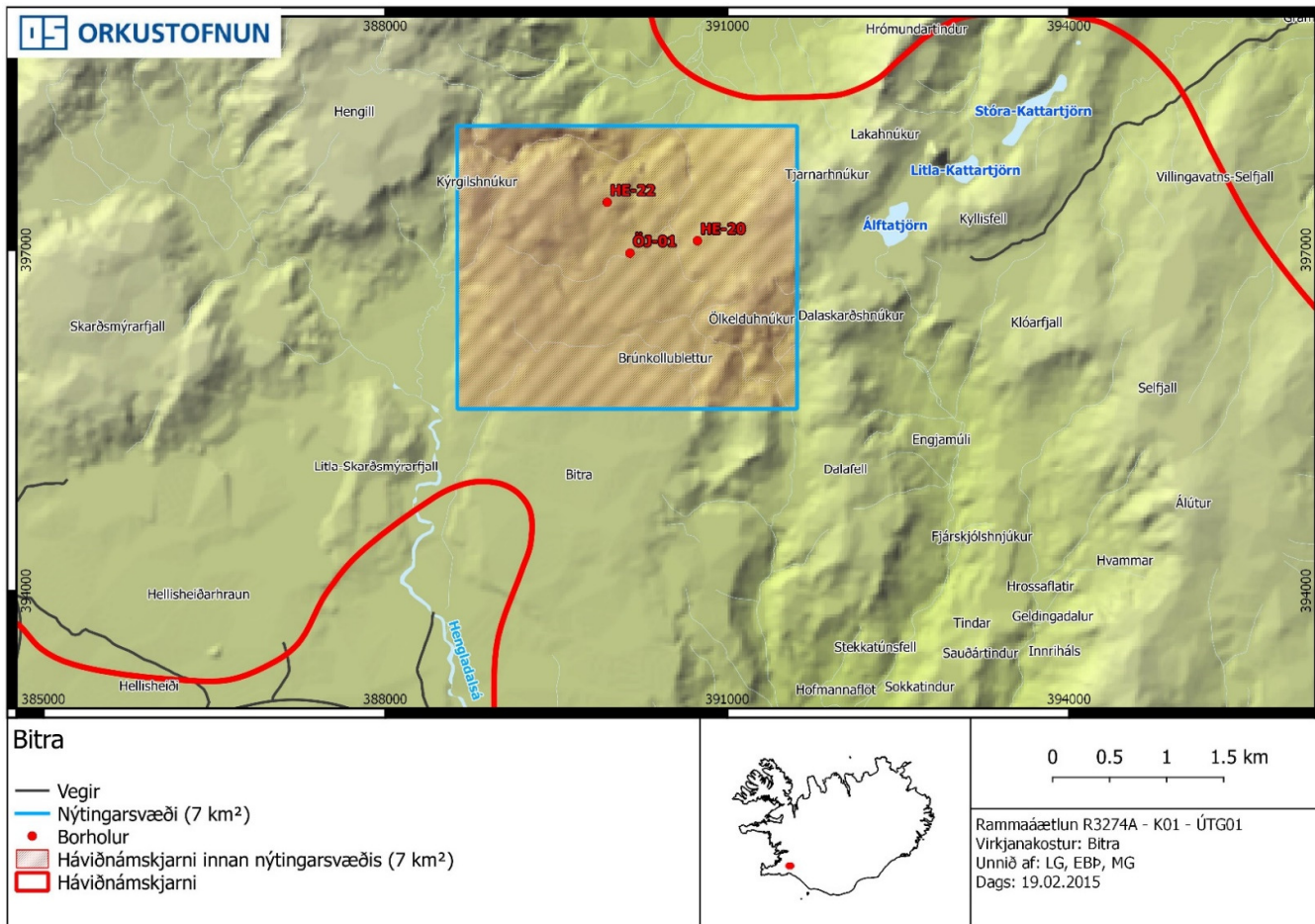
Mynd 3-2: Hitapversnið frá norðvestri til suðausturs í gegnum holurnar á Bitru (Grímur Björnsson, 2007).



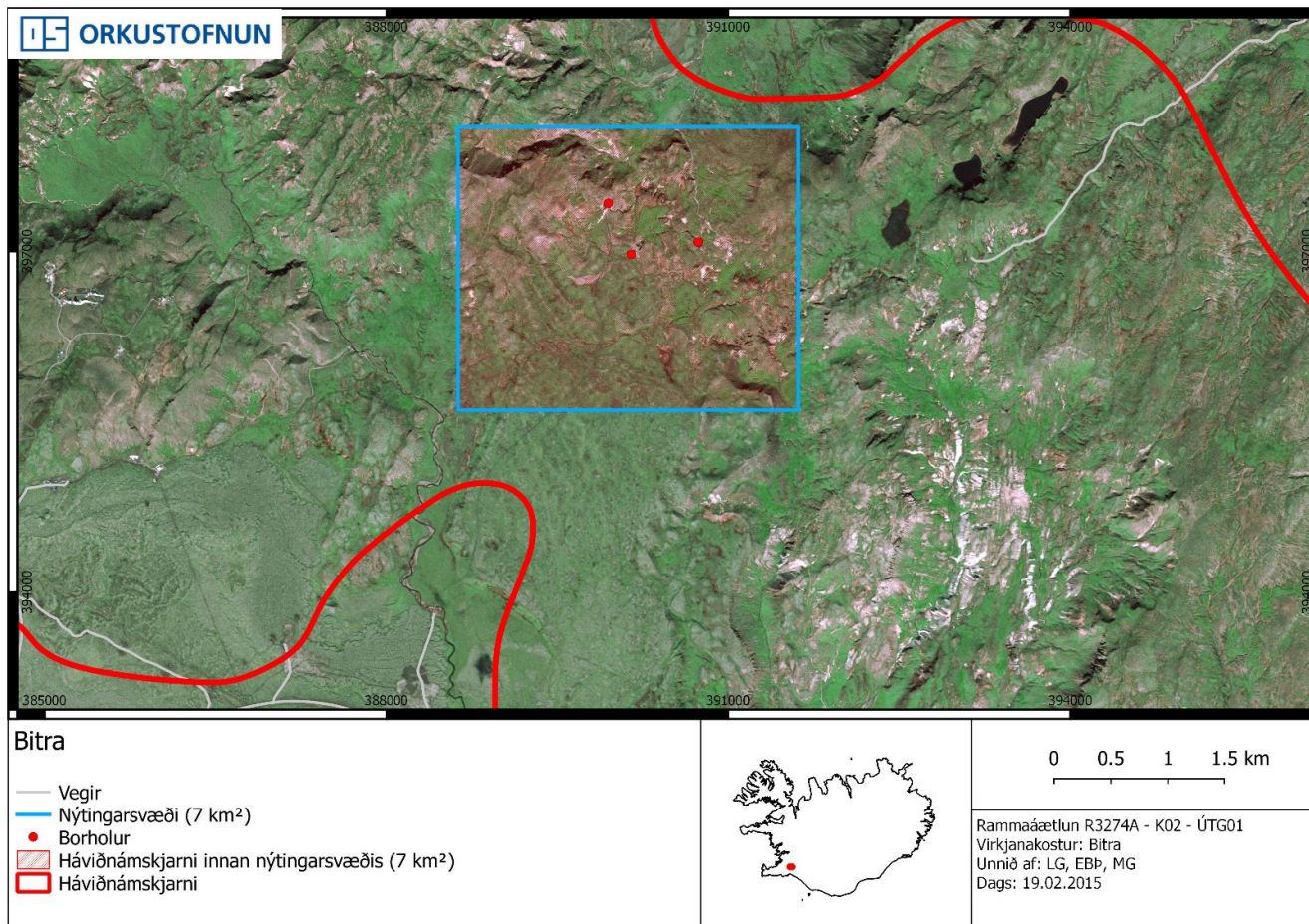
Mynd 3-3: Eðlisviðnám á Hengilssvæði 850 m neðan sjávarmáls. (Grímur Björnsson, 2007).



Mynd 3-4: Eðlisviðnám á Hengilssvæði 800 m neðan sjávarmáls. Hjálmar Eysteinnsson og Knútur Árnason, ÍSOR, óbirt gögn.



Mynd 3-5: Bitra, kort sem sýnir háviðnámskjarna og nýtingarsvæði.



Mynd 3-6: Bitra, loftmynd sem sýnir háviðnámskjarna og nýtingarsvæði.

#### 4 HEIMILDIR

- Grímur Björnsson. (2007). *Endurskoðað hugmyndalíkan af jarðhitakerfum í Hengli og einfalt mat á vinnslugetu nýrra borsvæða*. Orkuveita Reykjavíkur.
- 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.
- Orkuveita Reykjavíkur og VSÓ ráðgjöf. (2007). *Bitruvirkjun, allt að 135 MWe jarðvarmavirkjun. Frummatsskýrsla*.