

R3207A Reykjaból

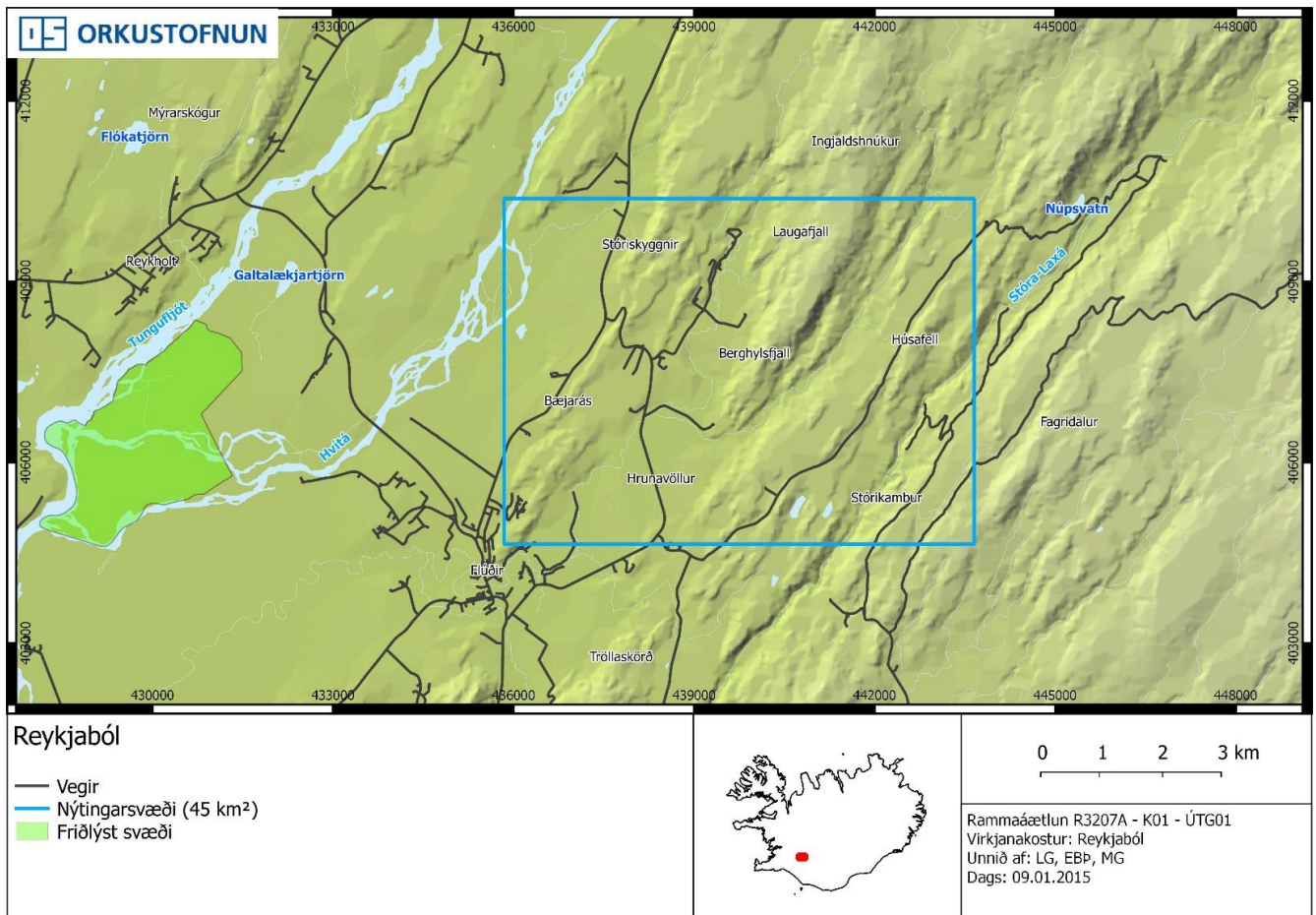
Viðauki 55 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/02

Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar

R3207A Reykjaból

Viðauki 55 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/02

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.....	17

Mynd 4-1: Kortlagður sprungusveimur í Bretlandi borinn saman við sprungusveim norður úr Hofsjökli í Skagafjörð (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).	10
Mynd 4-2: Dreifing yfirborðsjarðhita í Hrunamannahreppi. Skyggða svæðið er ætluð sprungurein (Haukur Jóhannesson, 2011).	11
Mynd 4-3: Svæði þar sem líklegt er að ná megi 150°C heitu vatni með borunum. Eldri borholur eru merktar inn á kortið (Haukur Jóhannesson, 2011).	12
Mynd 4-4: Tengsl Kerlingarfjalla og yfirborðsjarðhita í Hrunamannahreppi (Haukur Jóhannesson, 2008).....	13
Mynd 4-5: Varmalíkan af Hrunamannahreppi (Haukur Jóhannesson, 2008).....	13
Mynd 4-6: Borholan RB-01 við Reykjaból (Haukur Jóhannesson, 2011)	14
Mynd 4-7: Hitaferill RB-01 (Sverrir Þórhallsson, 1976)	14
Mynd 4-8: Reykjaból, kort sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði	15
Mynd 4-9: Reykjaból, loftmynd sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði.....	16
Tafla 2-1: Helstu kennistærðir fyrir jarðvarmavirkjun við Reykjaból	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 í landi Reykjabólís í Hrunamannahreppi.

2 HELSTU KENNISTÆRÐIR

Hugmyndin er að nýta jarðhitasvæði í Reykjadal í Hrunamannahreppi til raforkuframleiðslu.

Helstu kennistærðir		Eining
Uppsett rafafli	10	MW _e
Uppsett varmaafli	100	MW _{th}
Raforka	79	GWh _e /ári
Nýtingartími	7900	klst./ári
Flatarmál nýtingarsvæðis	45	km ²
Kostnaðarflokkur	5	

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

Raforkuframleiðsla á lághitasvæði er ekki algeng hér á landi og því erfitt að slá nokkru föstu um hugsanlega virkjun við Reykjaból. Leitast er við að meta helstu stærðir fyrir virkjunina eftir bestu getu.

Í virkjunarhugmynd er gert ráð fyrir raforkuvinnslu 10 MW og varmavinnslu til iðnaðar, landbúnaðar, ferðaþjónustu, baðiðkunar og húshitunar 100 MW.

3 STADHÆTTIR OG JARÐFRÆÐI

Reykjaból er dæmi um lághitakerfi á enda sprungusveima, kerfi af samsíða gjám og misgengjum, frá megineldstöð sem gengur inn í og brýtur upp gamla jarðskorpu. Sprungusveimurinn gengur frá Kerlingarfjöllum í suð-vestur um Reykjadal og Flúðir. Önnur dæmi um slík lághitakerfi er Reykjavík, Mosfellssveit, Hvalfjörður, Laugardalur í Árnessýslu, Mývatnssveit vestanverð, Aðaldalur, Brúaröræfi, Fljótisdalsheiði norðaustur í Urriðavatn í Fellum og Skagafjörður. Í sprungusveimnum er mikil lekt sem býður upp á staðbundna hræringu vatns (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).

Yfirborðsjarðhiti í Hrunamannahreppi er misdreifður. Flestir staðirnir eru á rein sem liggur frá Tungufelli og niður að Langholtsbæjunum og er breidd hennar um 3 km ofan til en mjókkar er sunnar dregur. Öflugasti (heitasti) jarðhitinn virðist vera í landi Reykjadals, Reykjabóls og Lauga. Þar er hiti hæstur og yfirborðsummyndun óvenju mikil. Mestur er jarðhitinn í svonefndum Hveraási en þar trónir efst Hveranípa. Hveraásinn er mikið ummyndaður með köflum en hiti þó ekki nema á stöku stað. Borholan RB-01 (au. 91081) sem er á svæðinu hressist töluvert í jarðskjálftunum 17. júní árið 2000. Þessi hitarein sem liggur niður eftir vestanverðum Hrunamannahrepp er áhugaverð. Þegar litið er á viðnámsmælingar sem gerðar voru fyrir um 30 árum kemur í ljós að lágviðnámsbelti fellur saman við hitareinina. Lágviðnámsbelti þetta nær alveg suður á Skeið og þar eru öflugustu jarðhitastaðirnir innan þess (Reykir og Brautarholt) (Haukur Jóhannesson, 2011).

Það svæði þar sem hitastig á innan við 1500 metra dýpi er um 150°C virðist vera frá Reykjadal/Laugum og yfir ásinn og að Kotlaugum og líklega Skipholtum og einnig suður fyrir borholu KV-02 á Kópsvatni. Einnig má benda á að hár hiti er í borholu í Haukholtum eða um 150–160°C á liðlega 1000 metra dýpi. Ef huga ætti að virkjun á þessu svæði þá koma einkum til greina tveir staðir. Annars vegar við Reykjadal/Laugar og hins vegar við Kópsvatn/Kotlaugar. Það eru mikil líkindi til að ef virkjað er á einum stað á þessu svæði þá hafi það bein áhrif á aðra. Þegar dælt var úr holu KV-02 á Kópsvatni lækkaði vatnsborð á allstóru svæði í grenndinni. Einnig er óljóst hvort vinnsla á þessu svæði getur haft áhrif á vatnsrennsli á Flúðum en það er þó ekki ólíklegt þegar horft er til þess hve lekt er mikil á þessu svæði. (Haukur Jóhannesson, 2014).

Nánar er fjallað um helstu hníkþætti og sprungusveima. Mynd 4-1 sýnir dæmi um lághitakerfi benda á að hár hiti er í borholu í Haukholtum eða um 150–160°C á liðlega 1000 metra dýpi. Ef huga ætti að virkjun á þessu svæði þá koma einkum til greina tveir staðir. Annars vegar við Reykjadal/Laugar og hins vegar við Kópsvatn/Kotlaugar. Það eru mikil líkindi til að ef virkjað er á einum stað á þessu svæði þá hafi það bein áhrif á aðra. Þegar dælt var úr holu KV-02 á Kópsvatni lækkaði vatnsborð á allstóru svæði í grenndinni. Einnig er óljóst hvort vinnsla á þessu svæði getur haft áhrif á vatnsrennsli á Flúðum en það er þó ekki ólíklegt þegar horft er til þess hve lekt er mikil á þessu svæði. (Haukur Jóhannesson, 2014).

Nánar er fjallað um helstu hníkþætti og sprungusveima sem myndast með staðbundinni hræringu vatns í sprungusveim til glöggvunar á eðli lághitakerfisins við Reykjaból sem svipar til slíkrar myndunar á sprungurein.

Reynslan af borunum í Hrunamannahreppi hefur sýnt að berglögin séu fremur þétt, en þó séu að finna vatnsæðar þar sem jarðhitakerfi er undir. Berggrunnurinn er mikið brotinn af misgengjum og talið er að mest af jarðhitunum í hreppnum komi upp með þessum misgengjum. Hiti jarðhitakerfisins í Reykjadal, reiknaður út frá uppleystri kísilsýru, er talinn hæstur í kringum Reykjaból og Laugar (eða um 140°C) og lækkar í suður að Flúðum Flúðum (Valgarður Stefánsson og Kristján Sæmundsson, 1976). Viðnámsmælingar gefa einnig til kynna að mestur hiti sé á svæðinu frá Reykjadal og yfir að Kotlaugum. Þetta er í samræmi við hitalíkan byggt á

hitamælingum í borholum (Grímur Björnsson og Kristján Sæmundsson, 2006) og einnig kemur þetta vel fram í efnahita (Ester Eyjólfsdóttir, 2009).

Það hlýtur að vera áhugavert að vita hvað stjórnar hitareinininni. Heitt vatn á þessu svæði virðist vera tengt sprungum eða misgengjum eins og víðast annars staðar í landinu. Haukur Jóhannesson hefur varpað því fram að jarðhitinn í Hrunamannahreppi sé angi af mun stærra fyrirbrigði. Kerlingarfjöll eru virk megineldstöð sunnan undir Hofsjökli og suður frá henni er sprungu- og hryggjakerfi sem stefnir SV-NA. Þetta kerfi er milli Litlu-Laxár og Hvítár og má rekja það á loftmyndum suður undir hálendisbrúnina og er yfirborðsjarðhiti þekktur á því svæði á afréttinum. Í ásunum austur af Hvítá, a.m.k. austur fyrir Reykjadal, eru stór og áberandi misgengi og hinn öflugi yfirborðsjarðhiti tengist þeim. Beinast liggur við að telja að þessi misgengi séu framhald af sprungukerfi Kerlingarfjalla. Þar sem Kerlingarfjöll eru virk megineldstöð eru allar líkur á að sprungukerfi frá henni sé einnig virkt. Ef þetta reynist rétt má búast við að hitaaudlindin sé mjög öflug og möguleikar á að ná upp heitu vatni víðar en hingað til hefir verið talið.

Mynd 4-1 sýnir samanburð kortlagðs sprungusveims við þann sem liggur norður úr Hofsjökli. Til vinstri er sýnidæmi um kortlagðan sprungusveim á Bretlandseyjum með rauðum (Mulleldstöðin) þar sem 1-2 km hafa rofist ofan af landinu. Til hægri er kortlagður Mull-sprungusveimurinn borinn saman við sprungusveim norður úr Hofsjökli í Skagafjörð (til hægri). Hofsjökull er eldfjall með öskju með hringlægan krans umhverfis (1), mikil lekt á gjásvæðum verður ráðandi með háhitakerfi í megineldstöðinni. Göngum fækkar smám saman en mikil lekt er óhagstæð myndun lághitakerfis (2) en slík kerfi verða til á sprungusvæðum þar sem lekt er minni og sprungur strjálátt eins og í (3) og (4) þar sem stefnumarkandi gangakerfi er ráðandi. Fjær eru gossprungur strjálátt en misgengi halda áfram langa leið (3). Þegar kemur niður í dalina koma fyrir einstöku gos og sýnileg misgengi og sprungur sem heitt vatn vellur úr (4). Yst gefa laugarnar til kynna tengsl við sprungur. Ætla má að gangar nái norður undir allt kerfið að meðtöldu laugasvæðunum en á þeim dýpki með vaxandi fjarlægð frá eldfjallinu þar sem þeir eiga upptök sín. Þar ná einungis mjóar sprungur upp til yfirborðs. Nánar um uppruna mynda er að finna í Jónas Ketilsson o.fl., (2010).

4 TILHÖGUN VIRKJUNAR

Ekki er mikil reynsla af því að framleiða rafmagn með jarðhitavökva með því hitastigi sem hér um ræðir. Í viðauka 02 var fjallað um tækni sem notuð er til þessa verks, og tekið dæmi um orkuver í Sauerlach í Þýskalandi sem vinnur 5 MW_e með 110 l/s af 140°C heitu vatni með ORC-vélum (Turboden, 2012). Ef gert er ráð fyrir að með því að tvöfalda vinnsluna þá megi tvöfalda aflið, þá er hægt að vinna 10 MW_e með 220 l/s af 140°C heitum jarðhitavökva. Þar sem hitastigið er hærra í vökvanum sem fæst við Reykjaból má gera ráð fyrir að ekki þurfi eins mikið magn til að aflið verði 10 MW, en sökum óvissu um hitastig vinnsluvökvans mun munurinn að öllum líkindum ekki skipta sköpum.

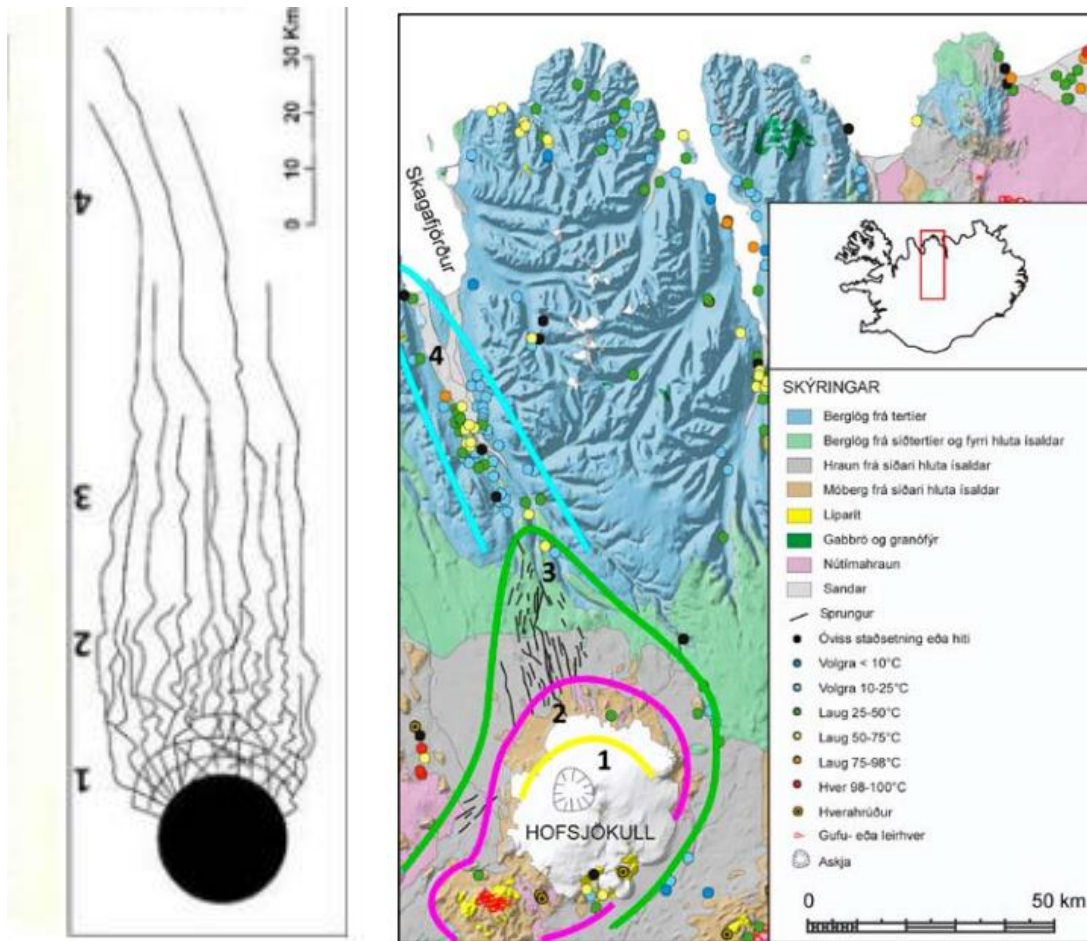
Borholur á lághitasvæðum á Íslandi gefa margar um 40–50 l/s. Ef gert er ráð fyrir að vinnsla úr holum við Reykjaból verði svipuð þá þarf 4–6 holur til að fá 220 l/s. Stærð svæðisins sem þarf fyrir slíka vinnslu er erfitt að áætla án frekari upplýsinga um jarðhitakerfið. Ef bergið er lekt og mikið um vatnsgæfar sprungur þarf svæðið ekki að vera stórt til að standa undir slíkri vinnslu, en einnig getur verið að bora þurfi holurnar í nokkurri fjarlægð frá hvorri annari til að afla nægilegs vatns.

Boraðar hafa verið holur á þessu svæði sem hafa gefið vatn með hita yfir 100°C. Ber þar sérstaklega að nefna holu RB-01 við Reykjaból. Samkvæmt mælingum var hitastig í henni um 150°C fyrir neðan 200 m, og hún er einnig talin mjög öflug. Erfitt var að mæla rennslið nákvæmlega en áætlað var að það væri um 13 kg/s (Sverrir Þórhallsson, 1976). Einnig er vert að merkja að þrátt fyrir afl holunnar þá urðu litlar breytingar á yfirborðsjarðhita í kjölfar borunarinnar.

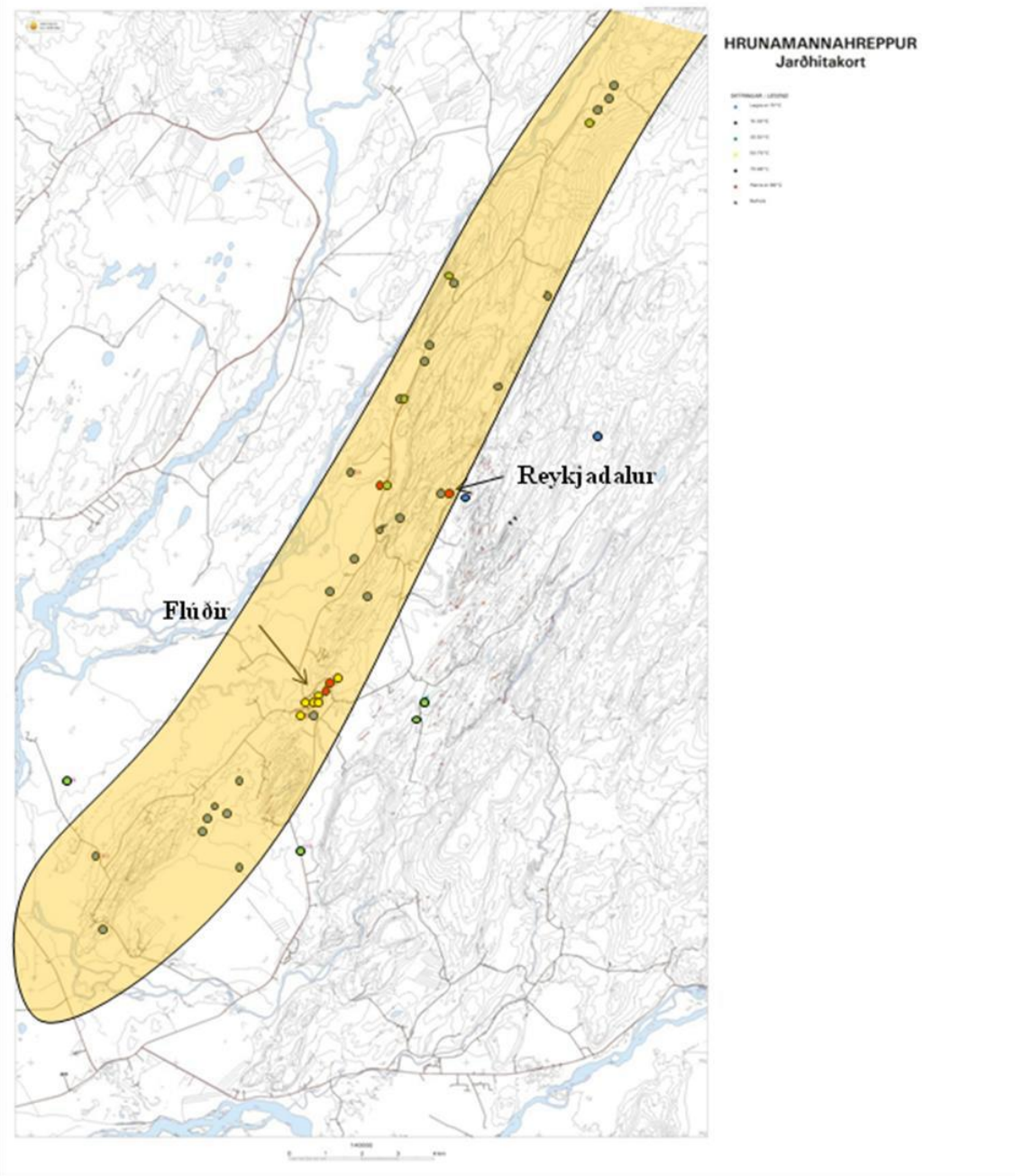
Ef notast er við sömu forsendur og fyrir aðrar lághitavirkjanir þá má ætla að það þurfi að bora 4–6 holur til að framleiða 10 MW_e. Þar sem svæðið virðist vera mjög lekt þá er óvíst með hversu mikið væri hægt að vinna án þess að þrýstingslækkun yrði í kerfinu. Hugsanlega væri hægt að vinna á móti þrýstingslækkun með því að losa affallsvökva niður í kerfið. Sökum þessa væri hugsanlega nauðsynlegt að dreifa borholum á stórt svæði, og er nýtingarsvæðið því áætlað um 45 km².

Losun affallsvökva og hvernig henni yrði best háttáð yrði skoðað síðar og ákveðið eftir frekari rannsóknir.

Stöðvarhús væri hægt að setja við Reykjaból þar sem nú þegar er byggð.



Mynd 4-1: Kortlagður sprungusveimur í Bretlandi borinn saman við sprungusveim norður úr Hofsjökli í Skagafjörð (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).

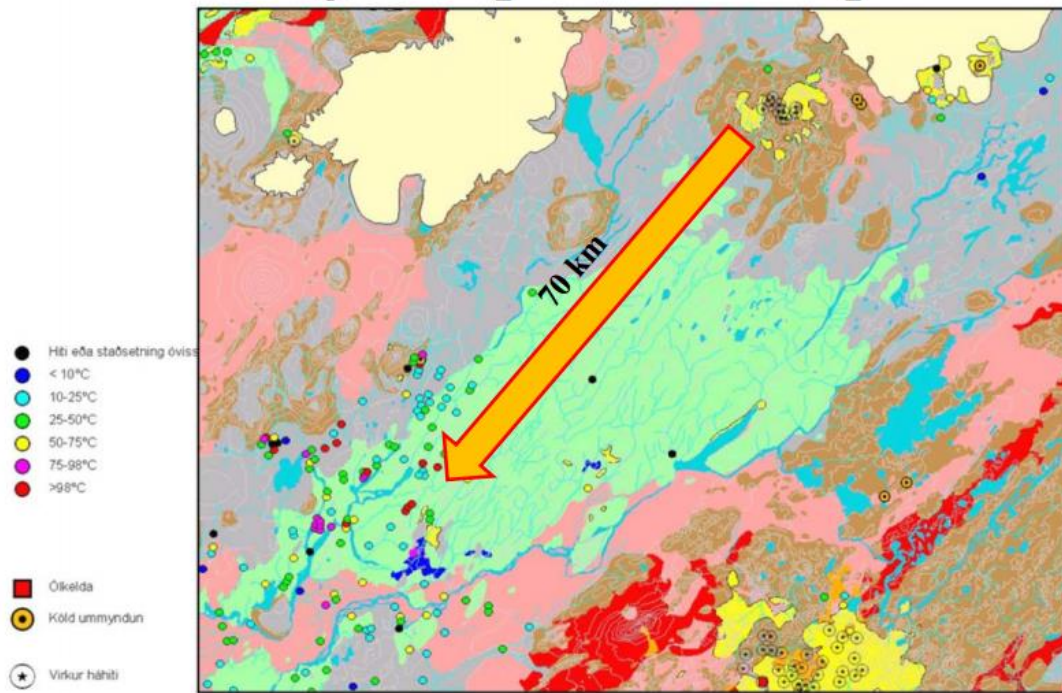


Mynd 4-2: Dreifing yfirborðsjarðhita í Hrunamannahreppi. Skyggða svæðið er ætluð sprungurein (Haukur Jóhannesson, 2011).



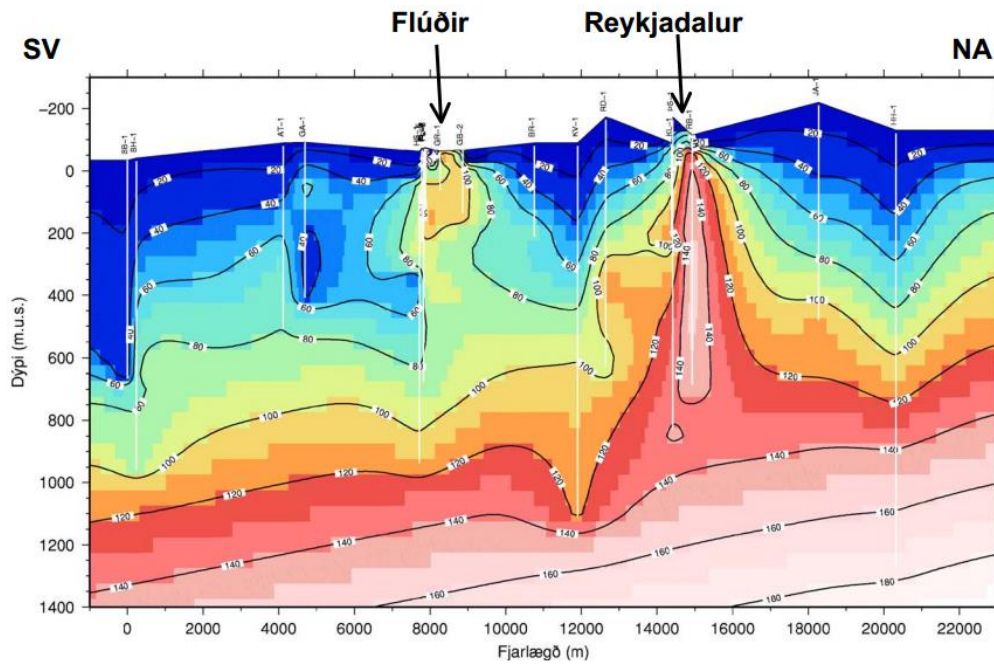
Mynd 4-3: Svæði þar sem líklegt er að ná megi 150°C heitu vatni með borunum. Eldri borholur eru merktar inn á kortið (Haukur Jóhannesson, 2011).

High temp. – Low temp.



Mynd 4-4: Tengsl Kerlingarfjalla og yfirborðsjarðhita í Hrunamannahreppi (Haukur Jóhannesson, 2008).

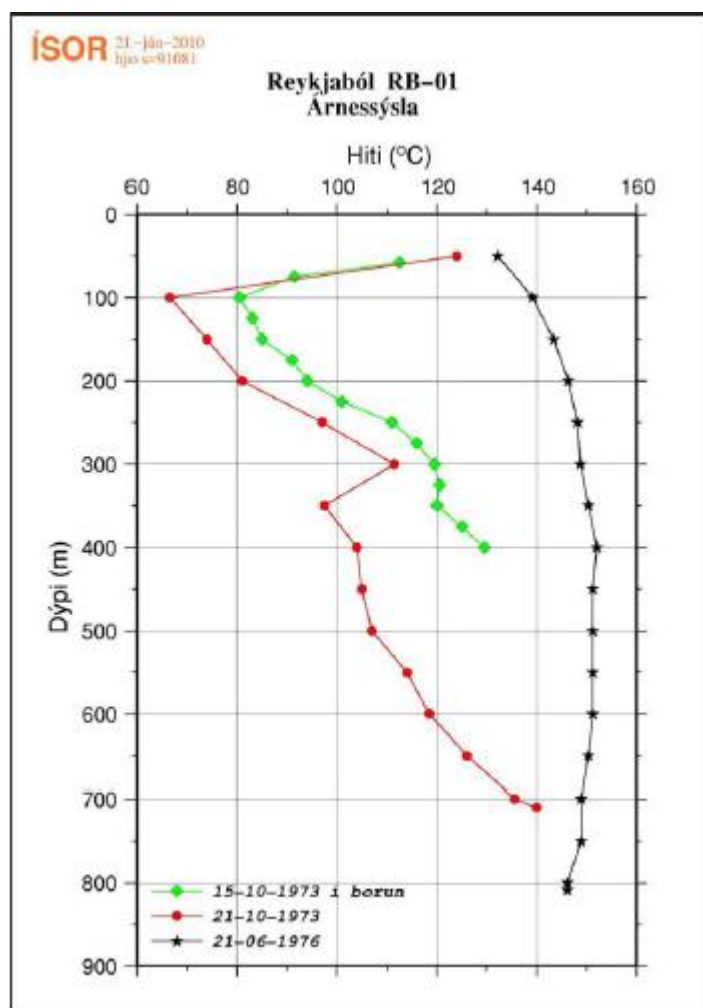
Thermal model of Hrunamannahreppur



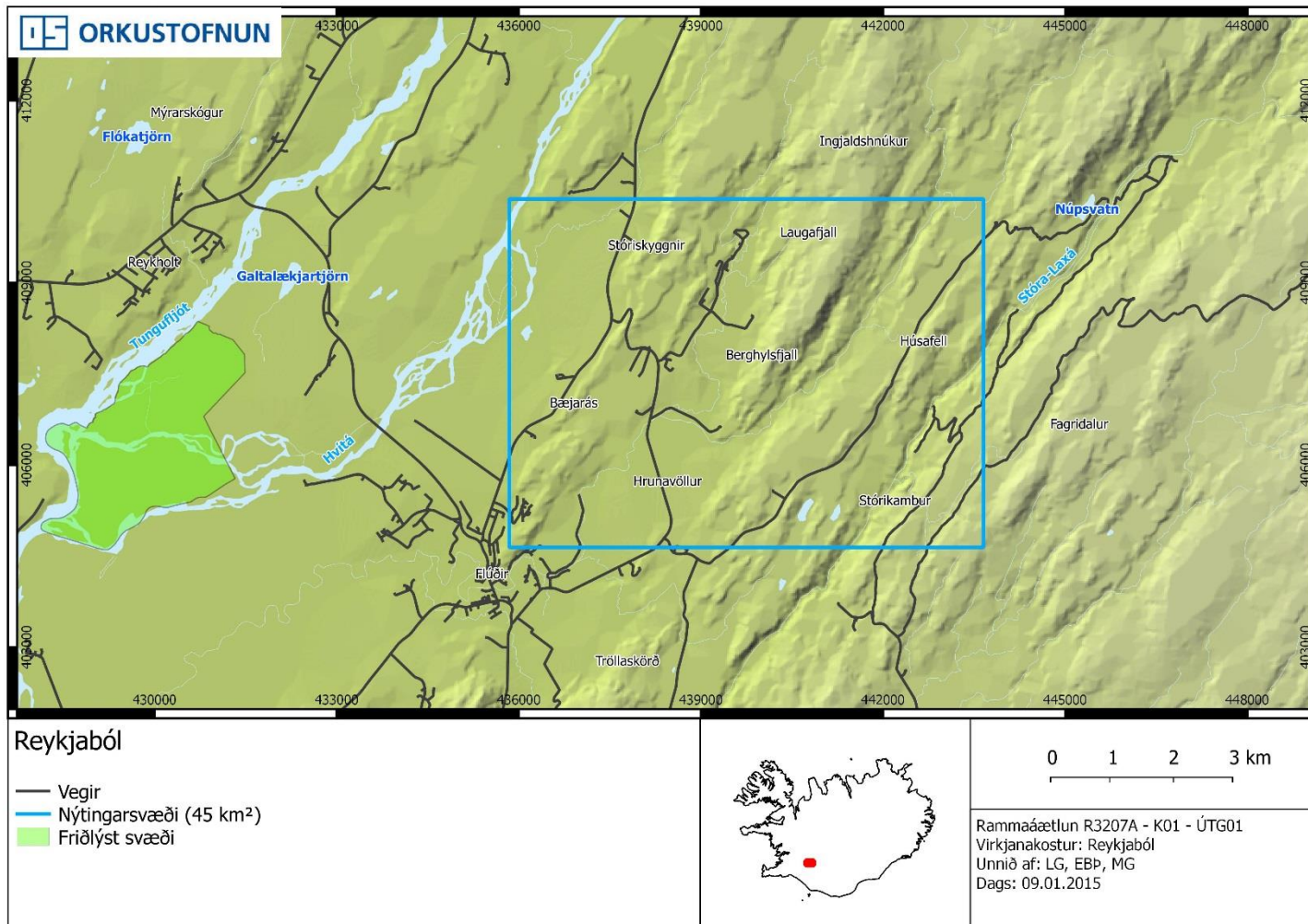
Mynd 4-5: Varmalíkan af Hrunamannahreppi (Haukur Jóhannesson, 2008).



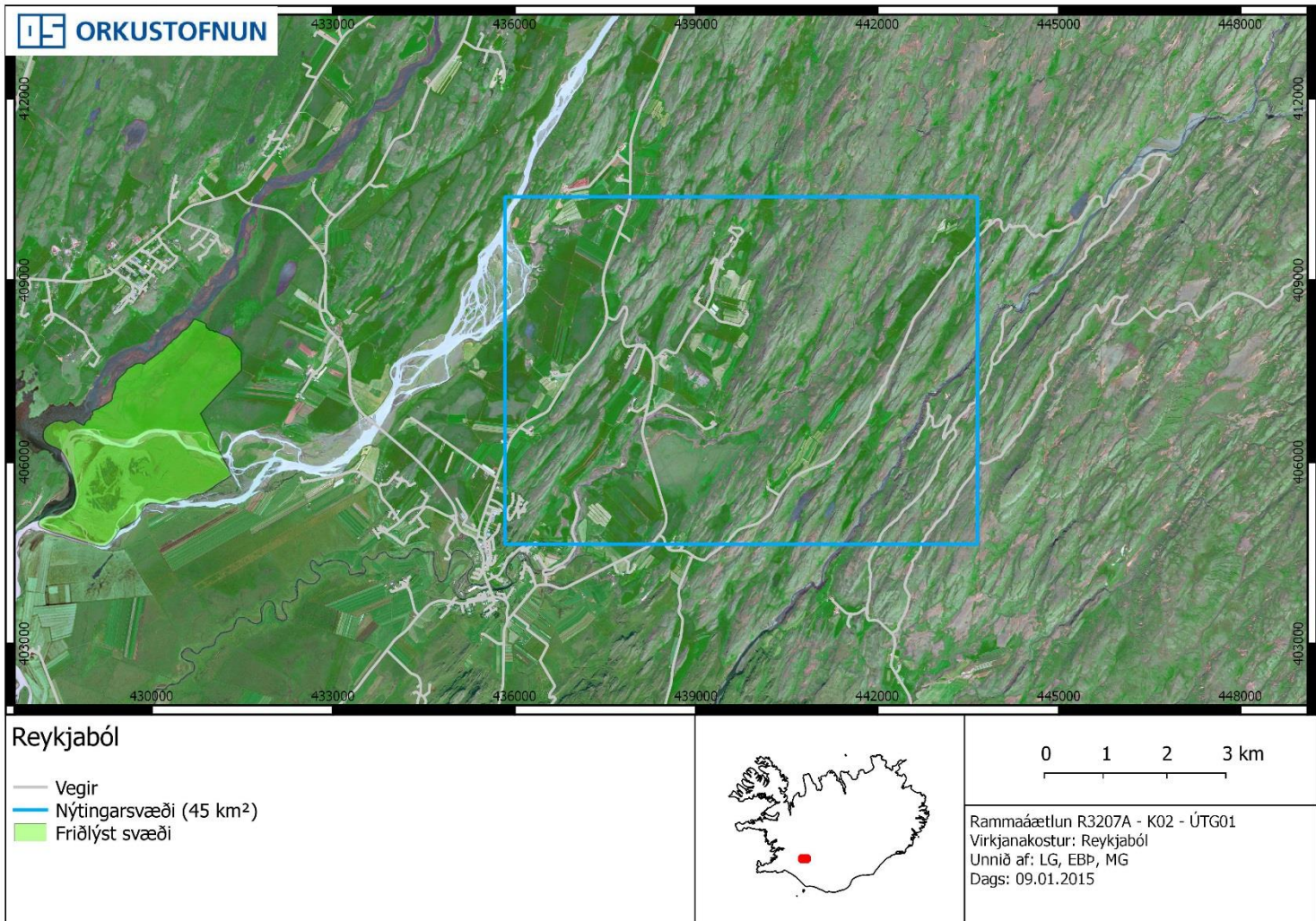
Mynd 4-6: Borholan RB-01 við Reykjavól (Haukur Jóhannesson, 2011)



Mynd 4-7: Hitaferill RB-01 (Sverrir Þórhallsson, 1976).



Mynd 4-8: Reykjaból, kort sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði.



Mynd 4-9: Reykjaból, loftmynd sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði.

5 HEIMILDIR

- Ester Eyjólfsdóttir. (2009). *Efnasamsetning jarðhitavatns í Hrunamannahreppi*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-09018.
- Grímur Björnsson og Kristján Sæmundsson. (2006). *Hitalíkan af Hrunamannahreppi*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-06004.
- Haukur Jóhannesson. (2008). Geothermal Space Heating in Iceland - Closing the Circle. *Samorka*. Sótt frá <http://samorka.is/doc/1843/Haukur+J%C3%B3hannesson,+afm%C3%A6lisdagskr%C3%A1+hitaveitu,+sept+08.pdf>
- Haukur Jóhannesson. (2011). *Hrunamannahreppur - Yfirborðsjarðhiti í byggð*. ÍSOR - 2011/003.
- Haukur Jóhannesson. (2014). *Hrunamannahreppur - Hugsanlegir virkjanastaðir*. Jarðfræðiþjónusta Hauks Jóhannessonar.
- Jónas Ketilsson o.fl. (2010). *Eðli jarðhitans og sjálfbær nýting hans. Álitsgerð faghóps um sjálfbæra nýtingu jarðhita (OS-2010/05)*. Orkustofnun. Sótt frá <http://www.os.is/gogn/Skyrslur/OS-2010/OS-2010-05.pdf>
- Sverrir Þórhallsson. (1976). *Afl- og hitamæling í holu að Reykjabóli í Hrunamannahreppi*. Orkustofnun OS-JHD-7637.
- Turboden. (8. mars 2012). Exploitation of geothermal sources with the ORC technology: Case Study from the EU: the Sauerlach plant. *Workshop on EU-Iceland-Japan Cooperation in Geothermal issues*.
- Valgarður Stefánsson og Kristján Sæmundsson. (1976). *Jarðhitaathugun við Kópsvatn og Reykjadal í Hrunamannahreppi*. Orkustofnun OS-JHD-7610.