

R3205A Seyðishólar

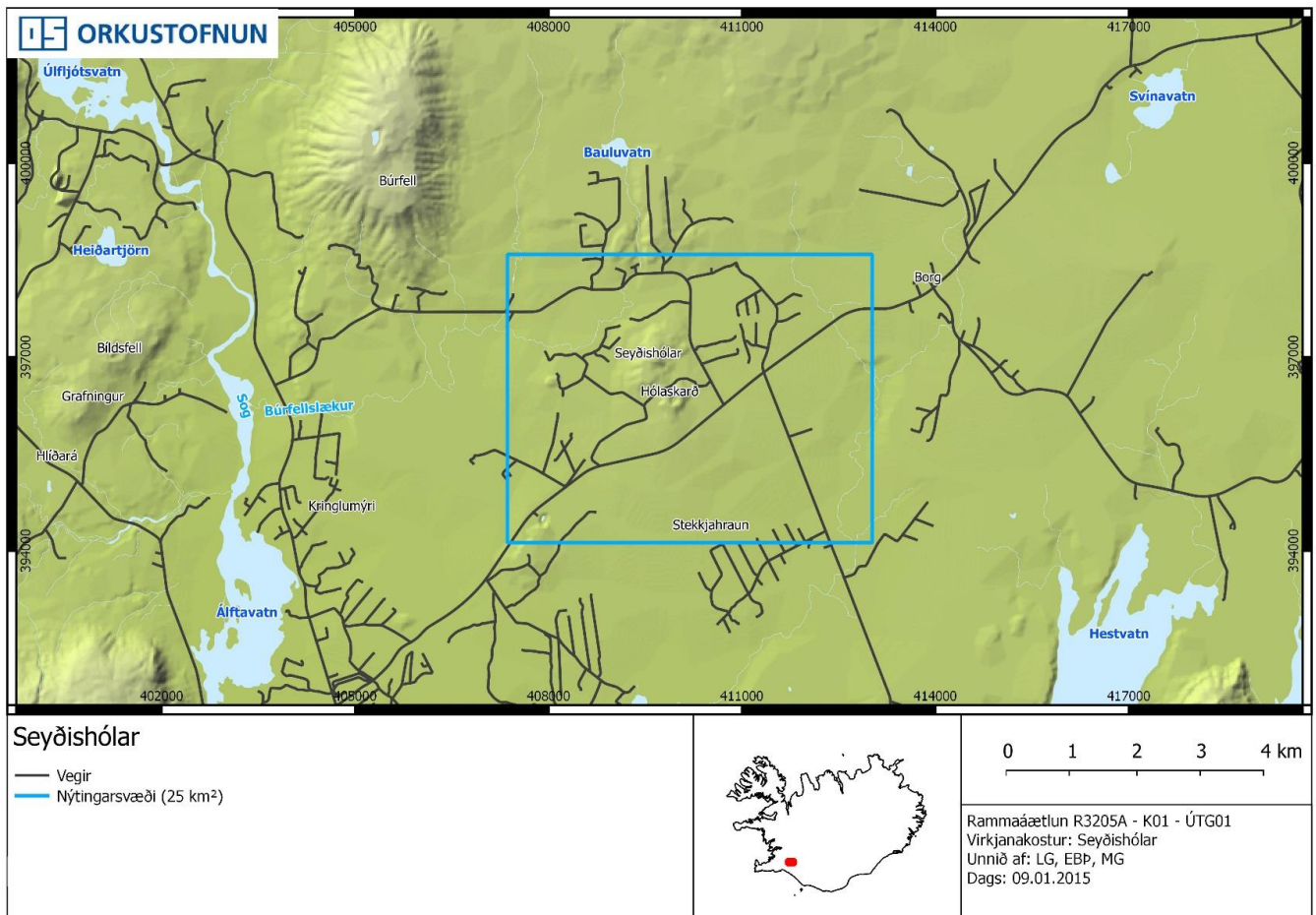
Viðauki 53 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/02

Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar

R3205A Seyðishólar

Viðauki 53 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	16

Mynd 4-1: Dæmi um háhitakerfi í megineldstöð á kólnunarstigi. Seyðishólar eru miðja eldvirkinnar (Jónas Ketilsson o.fl., 2010). 10

Mynd 4-2: Helstu hníkþættir á Íslandi. Suðurlandsþverbrotabeltið er merkt sem SB (Jónas Ketilsson o.fl., 2010). 11

Mynd 4-3: Jarðhitakort af Suðurlandi (Valgarður Stefánsson og Stefán Arnórsson, 1975). 12

Mynd 4-4: Mynd af virkum reinum frá Hauki Jóhannessyni og Kristjáni Sæmundssyni, ÍSOR. 13

Mynd 4-5: Viðnámskort frá Lúðvík S. Georgssyni. Sprungukerfi dregin af Hauki Jóhannessyni. 13

Mynd 4-6: Seyðishólar, kort sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði. 14

Mynd 4-7: Seyðishólar, loftmynd sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði. 15

Tafla 2-1: Helstu kennistærðir fyrir jarðvarmavirkjun við Seyðishóla. 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 Seyðishóla. Rannsóknir benda til þess að finna megi útkulnaða megineldstöð undir jarðhitasvæðinu í Grímsnesi og er hugmynd að nýta jarðvarma sem kann að vera til staðar vegna þessarar megineldstöðvar. Virkjunin yrði staðsett nærri Hæðarenda.

2 HELSTU KENNISTÆRÐIR

Hugmyndin er að virkja lághitakerfi við Seyðishóla í Grímsnesi, og framleiða þar raforku og varmaorku.

Helstu kennistærðir		Eining
Uppsett rafafli	10	MW _e
Uppsett varmaafli	100	MW _t
Raforka	79	GWh/ári
Nýtingartími	7900	klst./ári
Flatarmál nýtingarsvæðis	25	km ²
Kostnaðarflokkur	5	

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

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

Grímsneskerfið er dæmi um megineldstöð á kólnunarstigi. Seyðishólar eru við miðju eldvirkinnar, þar eru upptök stærstu hraunanna og þar er gjallið mest. Hitastigið er raunar komið niður fyrir 200°C-mörkin miðað við 1000 m dýpi. Hæsti hiti í kerfinu hefur mælst 185°C, en yfir 200°C á um það bil 2000 m dýpi í næstum þéttu bergi. Kerfið einkennist af hárrí koldíoxíðremmu. Hún kemur fram í kalklaugum, sprengigígum, líklega tilkomnum af völdum þenslu koldíoxíðs við fasabreytingu og hlutfallslega mikilli gjallmyndun í basaltgosum, sem annars eru þeim ekki eiginleg nema vatn komist í gosrás og hvellsjóði. Kalklaugarnar eru norðar, ofan við Klausturhóla og Miðengi. Koldíoxíð (kolsýra) er unnin úr borholum svo fullnægir innanlandsmarkaði. Sprungusveimur liggur frá norðaustri til suðvesturs og myndar með gosmiðjunni klassískt eldstöðvakerfi.

Mynd 4-1 sýnir útlínur norðausturgreinar sprungusveimsins. Rauðar örvar sýna stefnu kvikuhaupa frá kvikuuppsprettu undir Seyðishólum. Það gýs næst kvikuuppsprettunni- (gulur bogi), fjær eru víðar gjár og misgengi ráðandi og fáein gos koma fyrir (Mosfell) (blár bogi) og síðan mjóar sprungur eftir að kemur norður í Apavatn, að vísu séðar flestar í ungum setmyndunum (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).

Grímsnes er eitt vinsælasta sumarbústaðasvæði landsins en það liggur í eldstöðvakerfi við jaðar Suðurlandsskjálftabeltisins og nokkuð til hliðar við megingosbeltið. Grímsneskerfið er dæmi um megineldstöð á kólnunarstigi og er talið eitt smæsta eldstöðvakerfi landsins, aðeins 12 km langt og 4 km breitt. Hraunbreiðurnar í Grímsnesi eru um 8000 ára gamlar, og hafa rannsóknir bent til þess að undir sé kólnandi háhitasvæði. Gosmenjar eru allnokkrar á svæðinu, t.d. gjall- og klepragígur eins og Kerfið, en Seyðishólar eru einn þessara gíga. Þar hefur verið stundað vikur- og gjallnám um langa hríð. Á meðan eldvirkninni stóð hefur framleiðni verið mest þar sem eru Seyðishólar og Kerhóll, og má líta á það svæði sem kjarna eldstöðvakerfisins. (Ari Trausti Guðmundsson, 2001) (John Sinton o.fl., 2005).

Eldgosin í Grímsnesi hafa verið lítil, en heildarrúmmál gosefna er áætlað 1,2 rúmkílómetrar alls. Jarðhiti er á nokkrum stöðum á yfirborði í vestanverðu Grímsnesi, til dæmis norður af Klausturhólum og við Hæðarenda. Víða hefur verið borað eftir heitu vatni og það nýtt með góðum árangri (Lúðvík S. Georgsson o.fl., 1988) (Valgarður Stefánsson og Stefán Arnórsson, 1975). Grímsneshraunin voru áður talin hafa myndast fyrir 5500 til 6500 árum (Sveinn P. Jakobsson, 1977) en nýjar geislakolsmælingar sýna að sum hraunin eru eldri. Tiltæk gögn benda til þess að þessi hraun hafi runnið annars vegar fyrir minna en 6200 árum en hins vegar fyrir meira en 8500 árum. Þótt nokkuð sé liðið frá síðasta eldgosu, verður að telja Grímsnes virkt jarðhitasvæði.

Gosbergið í Grímsnesi er basalt af olivínþóleítgerð, en það er algengt hér á landi, ekki síst í Vesturgosbeltinu. Í Seyðishólum hefur fundist fjöldi hnyðlinga sem verða allt að 15 sentimetrar í þvermál en hnyðlingar eru bergmolar sem yfirleitt hafa brotnað úr veggjum gosrása (Sveinn P. Jakobsson, 1966). Í Seyðishólum finnst djúpberg, gabbro og svokallað anortósít og pyroxenít en sennilega eru þetta brot úr lagskiptu innskoti á minna en tveggja kílómetra dýpi (Kristín Vala Ragnarsdóttir o.fl., 1982). Vel má hugsa sér að slíkt innskot sé til vitnis um gamla kvikuþró. Rannsóknir benda einmitt til þess að finna megi útkulnaða megineldstöð undir jarðeldasvæðinu í Grímsnesi (Kristján Sæmundsson, 2002).

Grímsneskerfið er við jaðar Suðurlands-þverbrotabeltisins. Þverbrotabelti er notað yfir sniðgengi eða kerfi sniðgengja sem tengja ása rekhryggja eða hliðarbelta. Hér á landi má nefna þrjú slík brotabelti: Tjörnes-Húsavíkur-brotabeltið tengir suðurenda Kolbeinshryggjar við Norðurgosbeltið, Suðurlandsbrotabeltið tengir Reykjanes og Austurgosbeltið og Borgarfjarðarbrotabeltið tengir út á Snæfellsnes.

Mynd 4-2 sýnir helstu hnjúkþætti á Íslandi. Rekbeltin (e. *spreading axis* eða *rift zone*) (svört) hliðrast til austurs frá Reykjaneshrygg (RH) og Eyjafjarðarál (EÁ). Það gerist um Suðurlandsþverbrotabeltið (SB) og annað þverbrotabelti kennt við Tjörnes (HF) milli Húsavíkur og Flateyjar. Brotabelti á Arnarvatnsheiði (A) og í Borgarfirði (B) eru sama eðlis. Þau tengja á milli Vestra rekbeltisins (VR) og Snæfellsness-hliðarbeltisins (SN) (e. *flank zone*). Vestra (VR), Eystra (ER) og Norðurrekbeltið (NR) eru sýnd svört. VR og ER eru sýnd sem fleygar. Það á að gefa til kynna vaxandi gliðnun annars vegar til suðvesturs í VR og hins vegar til norðausturs í ER. Yfir Mið-Ísland liggja eldstöðvakerfi. Þau helstu eru gefin til kynna með H (Hofsjökull) og GK (Grímsvötn-Kverkfjöll). Sniðrekbelti (e. *transtensional zone*) eru sýnd í bleikum lit, annars vegar Reykjanesskagi (RN) og hins vegar spegilmynd hans, Grímseyjar-Axarfjarðarbeltið (GR). Hliðarbelti Snæfellsness (SN), Suðurlands (SH) og Örafajökuls-Snæfells (ÖS) eru sýnd í bláum lit. Sveru örvarnar sýna rekstefnuna. Rekhraði er um 1 cm/ári í hvora átt. Öflug lághitakerfi eru í tveim af þessum brotabeltum. Annað er á Suðurlandi. Þar byggjast 70-80 hitaveitur á vinnslu heits vatns úr borholum sem tengjast jarðskjálftasprungum. Sem dæmi má nefna Oddgeirshóla í Flóa. Þar eru einnig stórar veitur sem búa að sjálfrennandi hveravatni svo sem í Laugarási og á Syðri-Reykjum (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).

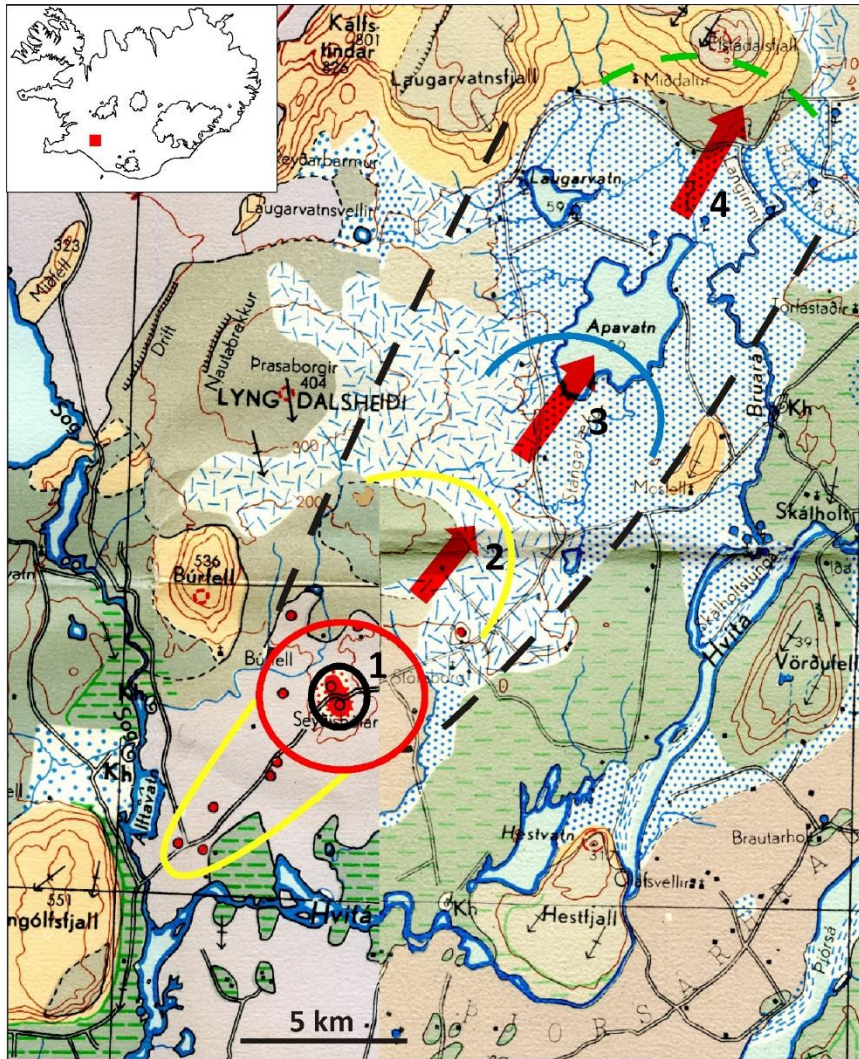
Jarðhitavatn á þessu svæði er óvenju kolsýruríkt. Hæsti hiti í borholum hefur mælst um 180°C en almennt er kerfið talið vera á 165–185°C. Hátt magn kolsýru hefur valdið erfiðleikum vegna útfellinga í borholum. Að Hæðarenda hefur verið starfrækt verksmiðja sem framleiðir koldíoxíð (CO₂) úr jarðhitavökva síðan 1986 (Þorgils Jónasson, 2006).

4 TILHÖGUN VIRKJUNAR

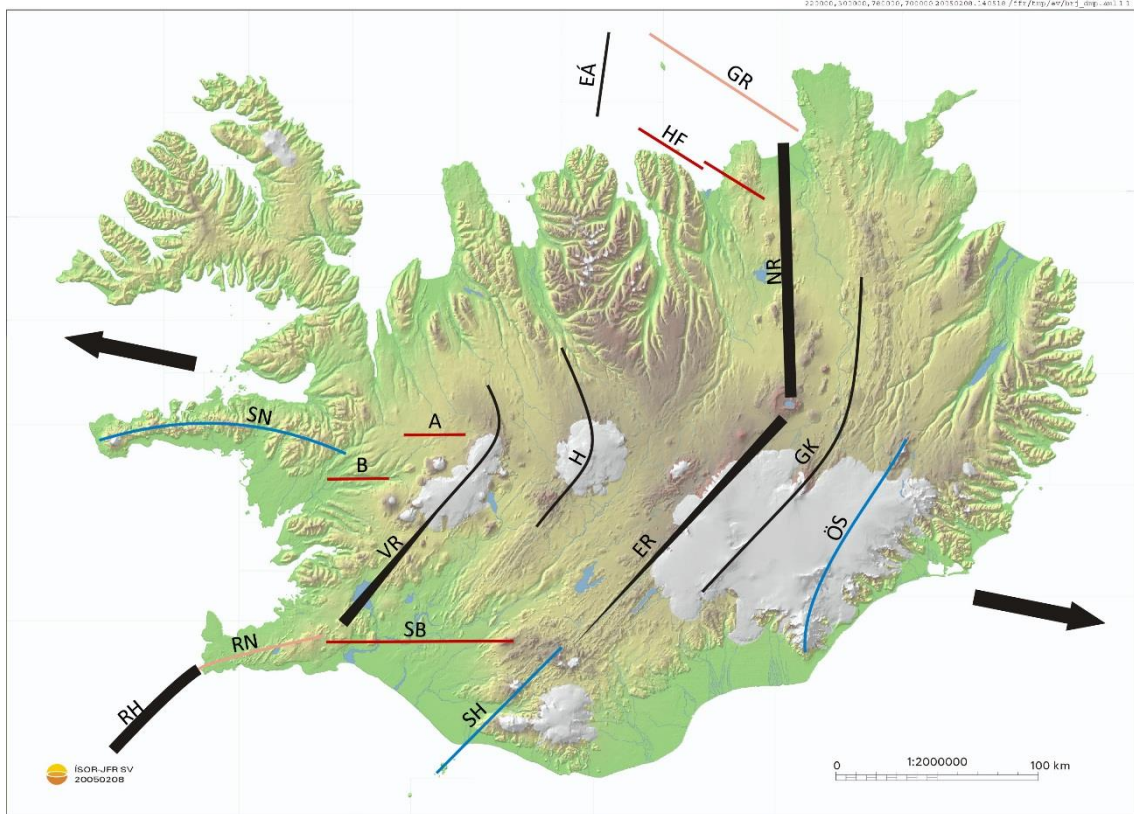
Ekki er mikil reynsla af því að framleiða rafmagn með jarðhitavökva með því hitastigi sem hér um ræðir, eða 165–185°C. Í viðauka 02 var fjallað um tækni sem notuð er til þessa verks, og tekið dæmi um orkuver í Sauerlach í Þýskalandi sem vinnur 5 MW_e með 110 l/s af 140°C heitu vatni með ORC-vélum (Turboden, 2012). Ef gert er ráð fyrir að með því að tvöfalda vinnsluna þá megi tvöfalda aflað, 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 Seyðishóla má gera ráð fyrir að ekki þurfi eins mikið magn til að aflað 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, þ. á m. borholur í nágrenni Seyðishóla. Ef gert er ráð fyrir að vinnsla úr holum við Seyðishóla 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 holurnar þurfi að bora í nokkurri fjarlægð frá hvorri annari til að afla nægilegs vatns. Til að fá hugmynd um stærð svæðisins má taka sem dæmi lághitasvæðið í Mosfellsdal en þar eru sex holur sem gefa 40 l/s eða meira, en flatarmál þess nýtingarsvæðis er u.þ.b. 12 km² skv. Orkuvefsjá. Gróf áætlun fyrir flatarmál nýtingarsvæðis í kringum Seyðishóla sem gæti gefið nægilegt magn til 10 MW_e raforkuframleiðslu gæti því verið 25 km². Þar sem flæðið er sprunguháð kann að vera að ekki þurfi nema brotabrot af slíku svæði til að afla vökvans.

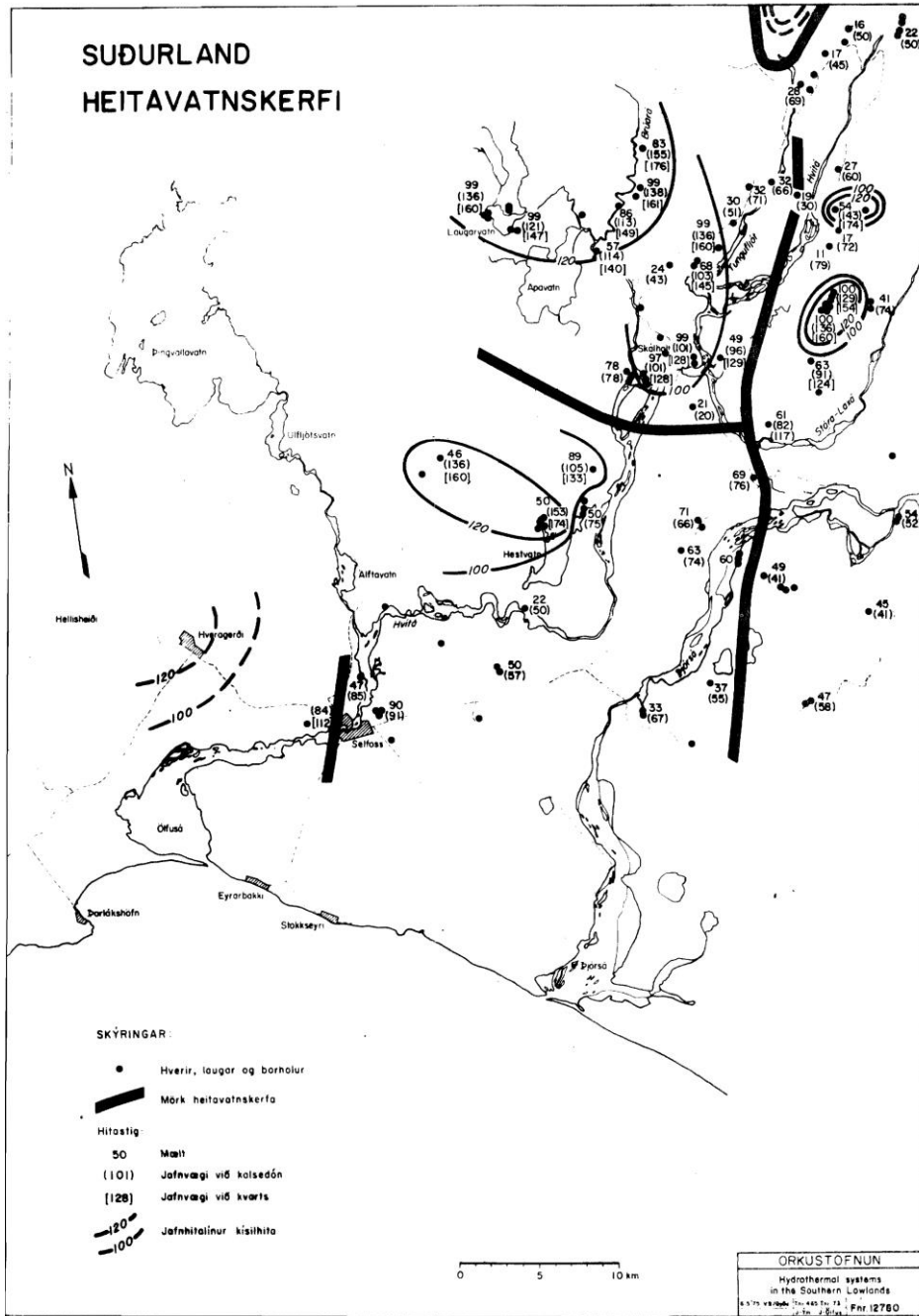
Þegar búið er að afla nægilegs vatns til að framleiða 10 MW_e má svo nýta affallsvatnið til varmanotkunar. Dæmi um slíka notkun er búgarður með hótél- og veitingarekstur, með eigið fiskeldi og ylrækt og sundlaugagarð sem einnig framleiðir raforku til eigin nota og sölu inn á flutningskerfið. Á áætlunarstigi er ekki hægt að meta sjálfbærni vinnslunnar þar sem frekari rannsókn er þörf til að meta hvort kerfið geti staðið undir slíkri vinnslu. Með vinnslueftirlitsvísun væri hægt að koma í veg fyrir of mikinn niðurdrátt.



Mynd 4-1: Dæmi um háhitakerfi í megineldstöð á kólnunarstigi. Seyðishólar eru miðja eldvirkinnar (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).

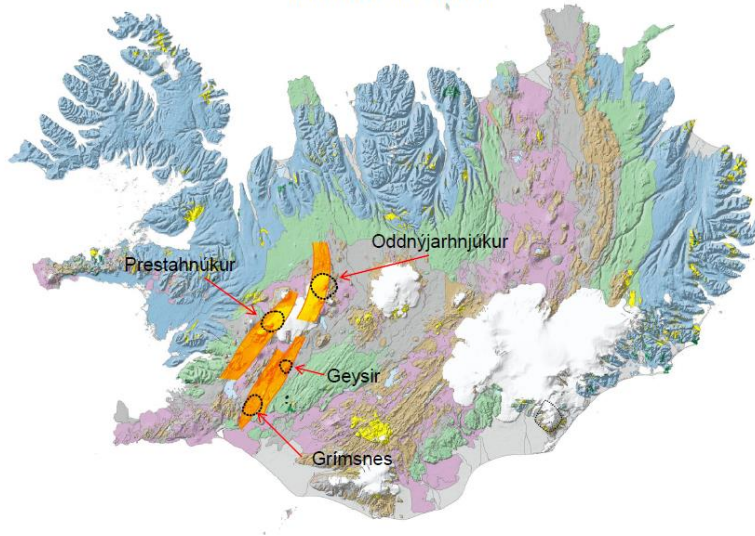


Mynd 4-2: Helstu hnjúkættir á Íslandi. Suðurlandsþverbotabeltið er merkt sem SB (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).



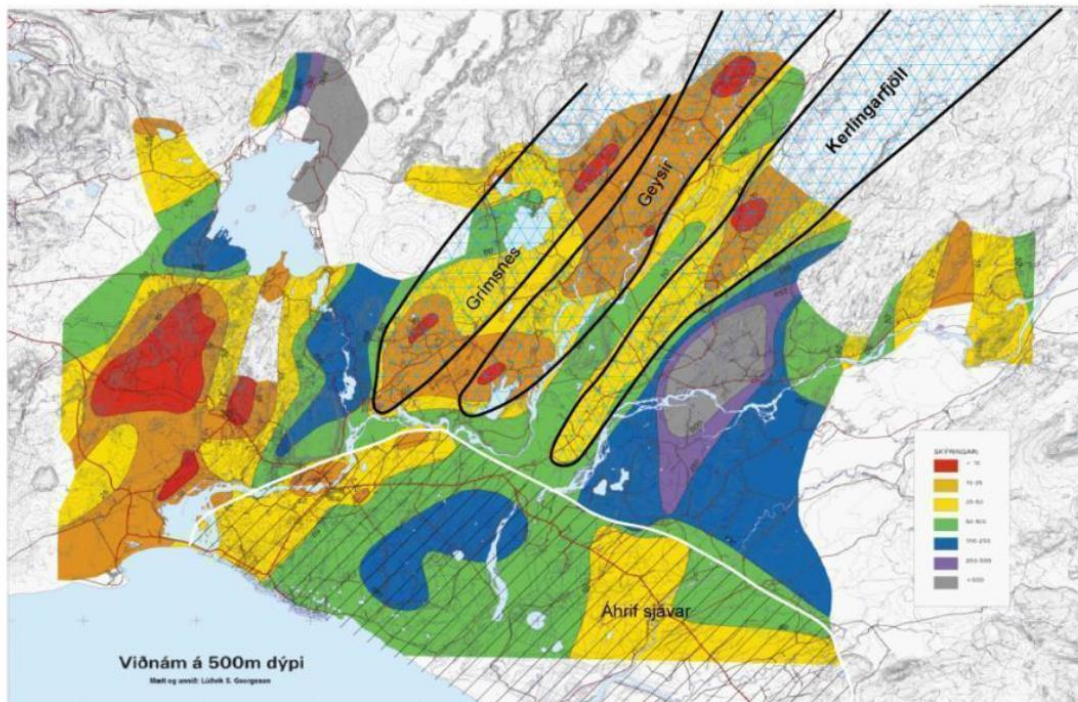
Mynd 4-3: Jarðhitakort af Suðurlandi (Valgarður Stefánsson og Stefán Arnórsson, 1975).

Virkar reinar

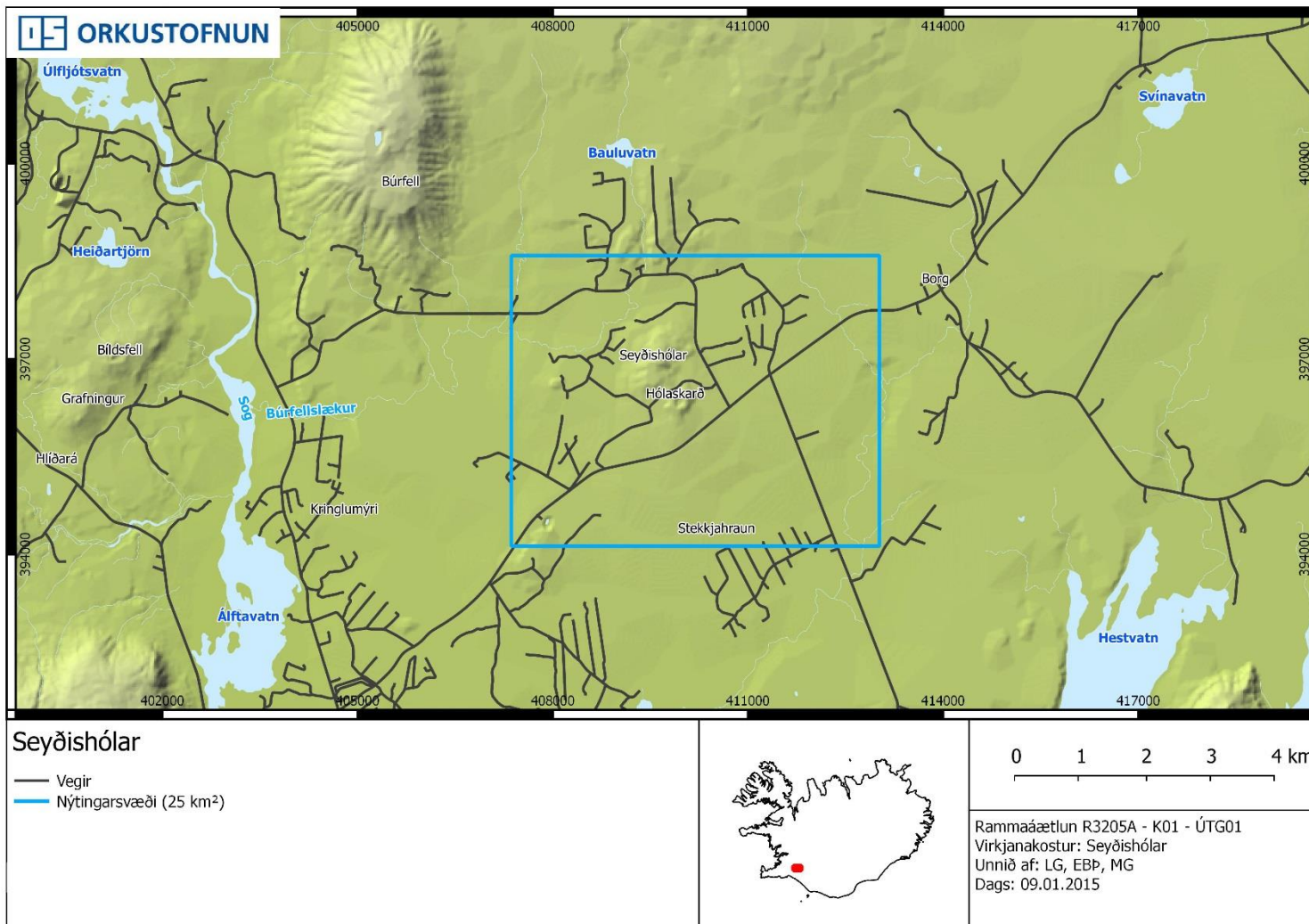


Mynd 4-4: Mynd af virkum reinum frá Hauki Jóhannessyni og Kristjáni Sæmundssyni, ÍSOR.

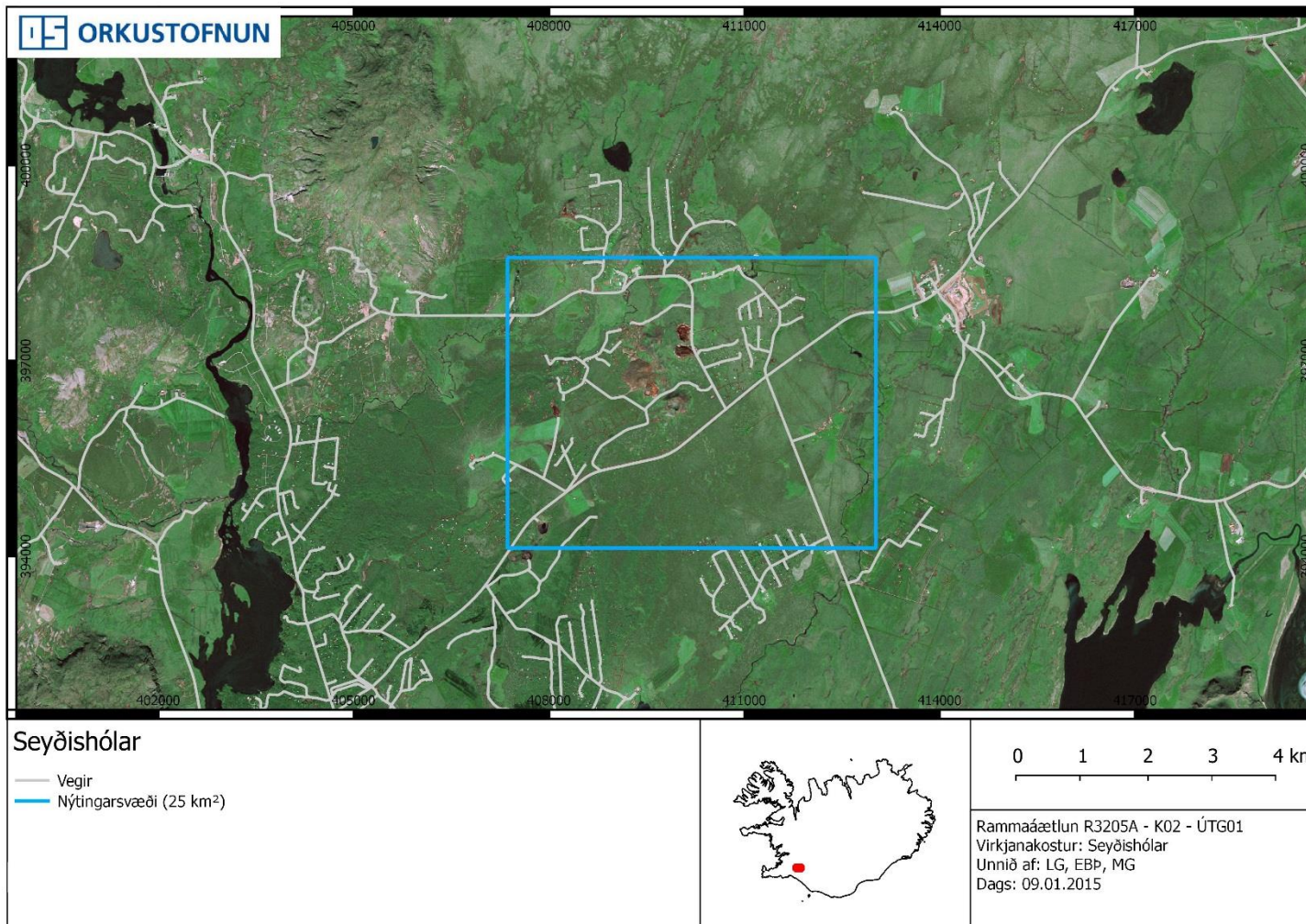
Viðnám og hugsanleg sprungukerfi



Mynd 4-5: Viðnámskort frá Lúðvík S. Georgssyni. Sprungukerfi dregin af Hauki Jóhannessyni.



Mynd 4-6: Seyðishólar, kort sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði.



Mynd 4-7: Seyðishólar, loftmynd sem sýnir hugsanlegt nýtingarsvæði.

5 HEIMILDIR

- Ari Trausti Guðmundsson. (2001). *Íslenskar eldstöðvar*. Reykjavík: Vaka-Helgafell.
- John Sinton, Karl Grönvold, Kristján Sæmundsson. (2005). Postglacial eruptive history of the Western Volcanic Zone, Iceland. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 6(12).
- 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.
- Kristín Vala Ragnarsdóttir, F.C. Bishop og Sveinn P. Jakobsson. (15-22. August 1982). Crystallizations processes in a shallow magma chamber beneath Seyðishólar, Hrímsnes, Iceland. *Abstracts, IAVCEI-IAGC Scientific Assembly, Reykjavík, No. 24*.
- Kristján Sæmundsson. (2002). Jarðfræði Þingvallavatns og vatnasviðs þess. Í *Þingvallavatn. Undraheimur í mótun (Ritstj.: Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson)* (bls. 40-63). Reykjavík: Mál og menning.
- Lúðvík S. Georgsson, Árni Hjartarson, Björn A. Harðarson, Freysteinn Sigurðsson, Helgi Torfason og Kristján Sæmundsson. (1988). *Náttúruleg skilyrði til fiskeldis í uppsveitum Árnes- og Rangárvallasýslu*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-88045/JHD-08.
- Sveinn P. Jakobsson. (1966). The Grímsnes Lavas, SW-Iceland. *Acta Naturalia Islandica*, II(6).
- Sveinn P. Jakobsson. (1977). Aldur Grímsneshrauna. *Náttúrufræðingurinn*, 153-161.
- 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 Stefán Arnórsson. (1975). *Yfirborðsrannsókn á jarðhita í Grímsnesi*. Reykjavík: Orkustofnun OS-JHD544.
- Þorgils Jónasson. (31. janúar 2006). Bordeild Ræktunarsambands Flóa og Skeiða 20 ára. Sótt frá <http://www.raekto.is/PrentaFrett.asp?aID=649>