

# ***R3264A Sandfell, Krísuvík***

**Viðauki 63 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/04**

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



# Virkjanakostir til umfjöllunar í þriðja áfanga Rammaáætlunar

---

R3264A Sandfell

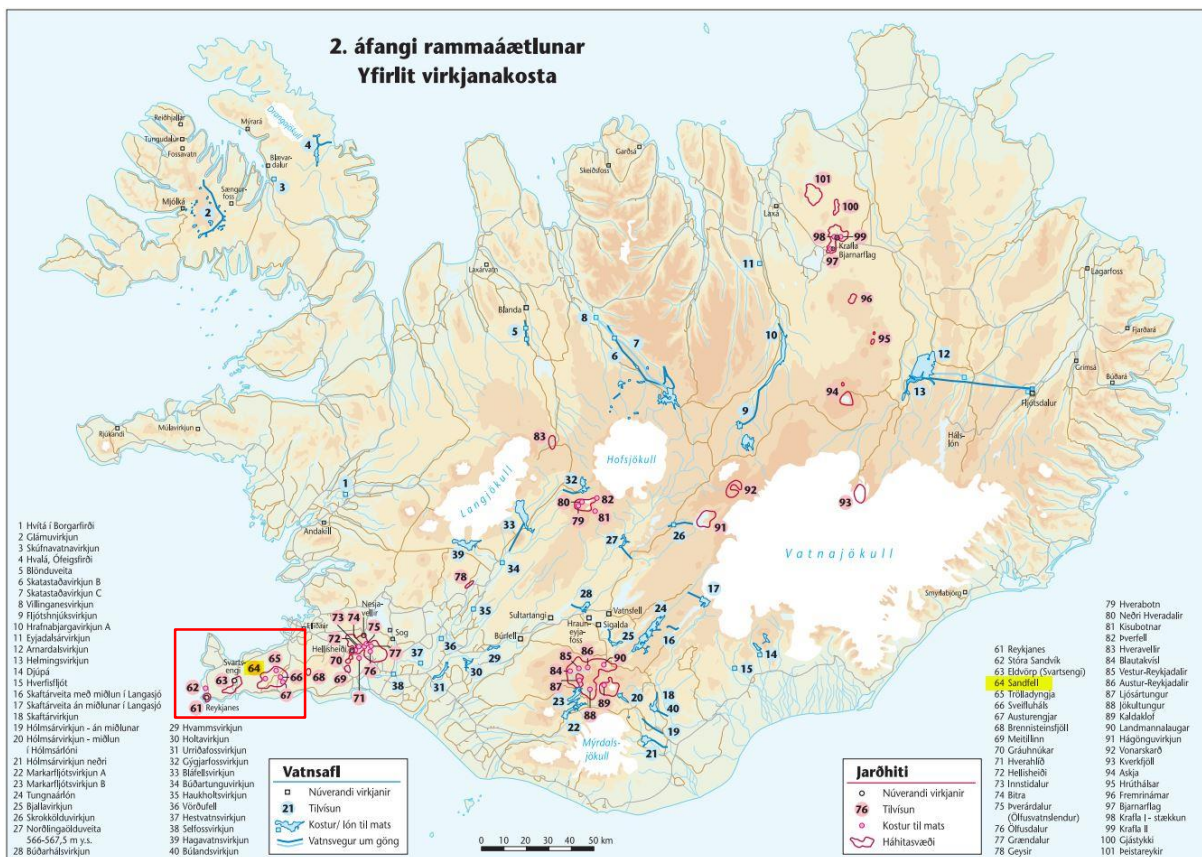


HS ORKA

# 1 Inngangur

Svæðið sem kennt er við Sandfell er hluti af mjög stóru jarðhitasvæði sem kennt hefur verið við Krýsuvík. Frá 2006 hefur HS Orka haft rannsóknarleyfi á öllu svæðinu til 10 ára. Yfirborðsrannsóknnum má heita lokið. Næsta skref rannsókna er borun 1,5-2 km djúprar rannsóknarholu, en slíkar holur eru nauðsynleg forsenda fyrir mati á orkugetu svæðisins og til að afla upplýsinga um eðliseiginleika jarðhitakerfisins eins og hita, þrýsting og lekt.

Sandfell var flokkað í nýtingarflokk í Rammaáætlun 2, valkostur nr. 64 sbr. kort Rammaáætlunar að neðan (mynd 1). Lítil jarðhitavirkni sést á yfirborði, en ummerki um jarðhitavirkni er að finna í Núpshlíðarhálsi austanvert á svæðinu. Mestur hluti ætlaðs háhitakerfis er því undir yfirborði og er óvissa um ástand/eiginleika þess og hitastig. Ein 235 m djúp könnunarhola var boruð þar af HS Orku 2007, en hún nær ekki niður í jarðhitakerfið. Inn á svæðið liggur vegaslóði sem verður að styrkja til að koma rannsóknarbor inn á svæðið.



**Mynd 1:** Virkjunarkostir HS Orku hf. eru innan rauða rammans á Reykjanesi; Sandfell er nr. 64 í Rammaáætlun 2.

# 2 Helstu kennistærðir

HS Orka gerir ráð fyrir að nýta jarðvarma frá Sandfelli fyrir virkjun til framleiðslu á rafmagni. Gert er ráð fyrir að svæðið verði virkjað í áföngum, byggt á niðurstöðum jarðfræði- og jarðeðlisfræðirannsóknnum, rannsóknarborunum, umhverfisrannsóknnum og auðlindamati. Áætlaðar helstu kennistærðir slíkrar virkjunar eru í töflu 1.

Ef vilji er til þess af hálfu Grindavíkurbæjar mætti gera ráð fyrir því í hönnun virkjunar að upphitun grunnvatns yrði möguleg fyrir staðbundna hitaveitu t.d. fyrir stóran notanda og/eða smærri notendur sem kysu nálægð við orkuver.

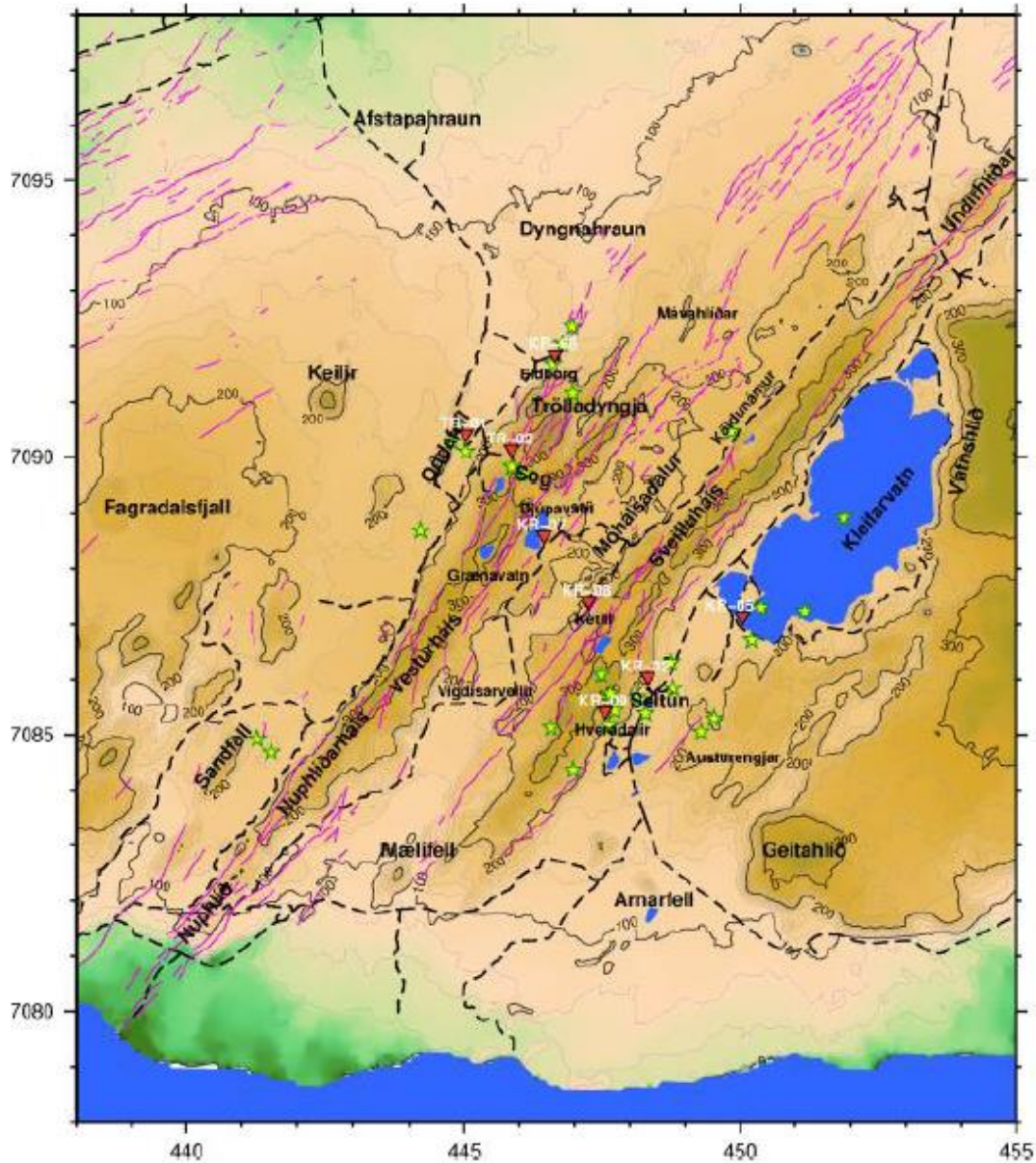
**Tafla 1:** Helstu kennistærðir fyrir jarðvarmavirkjun við Sandfell

Helstu kennistærðir		Eining
Uppsett rafafli	100	MW <sub>e</sub>
Uppsett varmaafli	<100	MW <sub>th</sub>
Raforka	820	GWh/ári
Nýtingartími	8200	klst./ári
Flatarmál lágviðnámskápu	30	km <sup>2</sup>
Flatarmál háviðnámskjarna	27	km <sup>2</sup>
Flatarmál nýtingarsvæðis	30	km <sup>2</sup>
Flatarmál framkvæmdasvæðis	7	km <sup>2</sup>

### 3 Staðhættir og skipulag

Sandfellssvæðið er í lögsögu Grindavíkur og að mestu í landi Hrauns og svo Krýsuvíkur. Láglandið austan við Sandfell er rétt í um 160 m.y.s. og er þakið hraunum milli móbergshálsa. Gróðurþekja er rýr, melagróður og mosi í hraunum. Svæðið er í óbyggð og liggur vegslóði inn á það frá Suðurstrandavegi. Er hann fær jeppum og litlum bortækjum og þyrfti því að ráðast í umtalsverðar vegabætur á slóðanum til að koma bortækjum inn á svæðið. Slóðinn liggur áfram yfir hraunabreiðuna austan Sandfells og að Núpshlíðarhálsi, og þaðan norður með Vesturhálsi um Selsvelli að að Höskuldavöllum. Sá hluti vegslóðans má heita að sé aflagður með öllu þó fær sé jeppum. Eins og sjá má á mynd 2 er jeppaslóðin merktur vestur með Núpshlíðarhálsi, langleiðina að gamla Suðurstrandarveginum, þar þvert vestur yfir hraunabreiðuna og tengist vegasambandi þeim megin. Ljósleiðari liggur með þessum slóða að hluta til en notkun hans er að öðru leyti aflögð, nema hvað rollubændur og bif- og fjórhjólamenn nýta sér slóðana.

Jarðhiti á yfirborði er á örlietu svæði í hrauninu austur af Sandfelli. Jarðhitarannsókn með borunum myndi hefjast þar nærri. Ekki er tiltækt skolvatn til borunar þar í grennd og þyrfti því að bora eftir skolvatni með 200 m djúpum vatnsholum. Yrði það næsta skref rannsókna þar, en 2007 boraði HS Orka þar eina 235 m djúpa granna könnunarholu við jarðhitastaðinn. Líklegasta svæðið til að afla skolvatns er rétt vestan undir Sandfelli og hefur vatnshola þegar verið staðsett þar.



**Mynd 2:** Yfirlitskort sem sýnir helstu örnefni sem nefnd eru í texta. Svæðið sem hér er til umfjöllunar er kennt við Sandfell suðvestast á svæðinu. Vegslóði inn á svæðið er sýndur á kortinu.

Á gildandi aðalskipulagi Grindavíkur 2010 til 2030 er skilgreint svæði á Sandfellssvæðinu fyrir jarðhitaboranir.

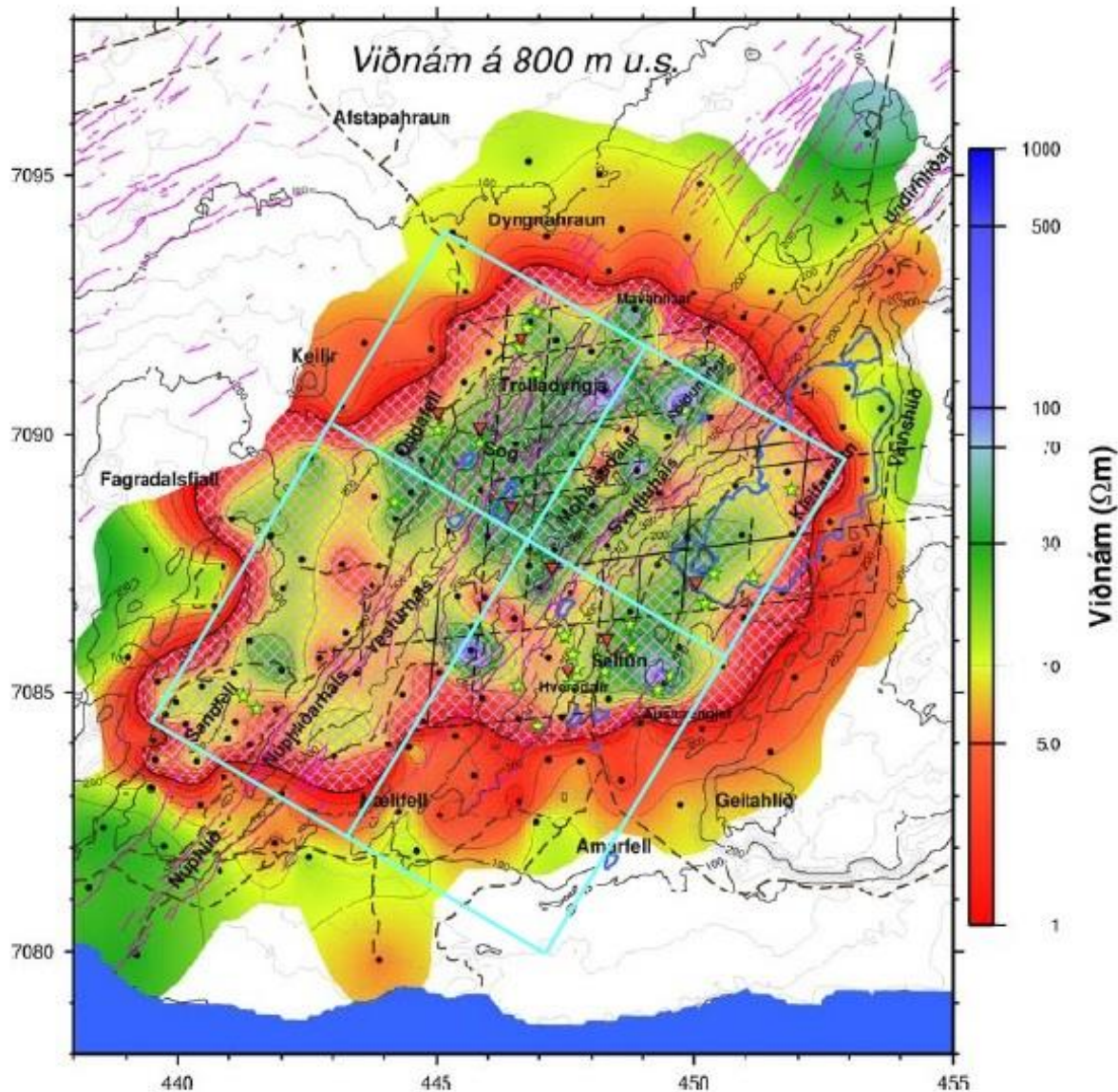
Sandfellssvæðið er að hluta til innan marka Reykjanesfólkvangs. Í reglum um Reykjanesfólkvang sbr. Stjórnartíðindi B, nr. 520/1975, segir m.a.:

„Allt jarðrask er bannað innan fólkvangsins nema leyfi Umhverfisstofnunar komi til. Undanskilin er hagnýting jarðhita, t.d. í Krýsuvík, og mannvirkjagerð í því sambandi“.

Stjórn fólkvangsins hefur gefið út ágætis lýsingar á almennri jarðfræði, gróðurfari, dýralífi, mannvistarleifum og fleira innan fólkvangsins og er vísað til þeirra hér (Sigrún Helgadóttir, 2004; Hildur A. Gunnarsdóttir, ritsj. 2008). Grindvíkingar nýta afgirtan hluta fólkvangsins til sumarþeirrar búfjár.



Háviðnámskjarninn þekur meira en 100 km<sup>2</sup> svæði, og lágviðnámskápan sem umlykur kjarnann nær til um 230 km<sup>2</sup>. Veruleg skjálftavirkni hefur verið á Krýsuvíkursvæðinu allt frá síðustu aldamótum og þaðan af fyrr, og jafnframt hefur umtalsvert landris og sig orðið með miðju í Móhálsadal. Nokkur virknibreyting hefur sést á hverasvæðunum norður frá, en engra breytinga hefur orðið vart á þeim jarðhita sem sést á yfirborði við Sandfell.

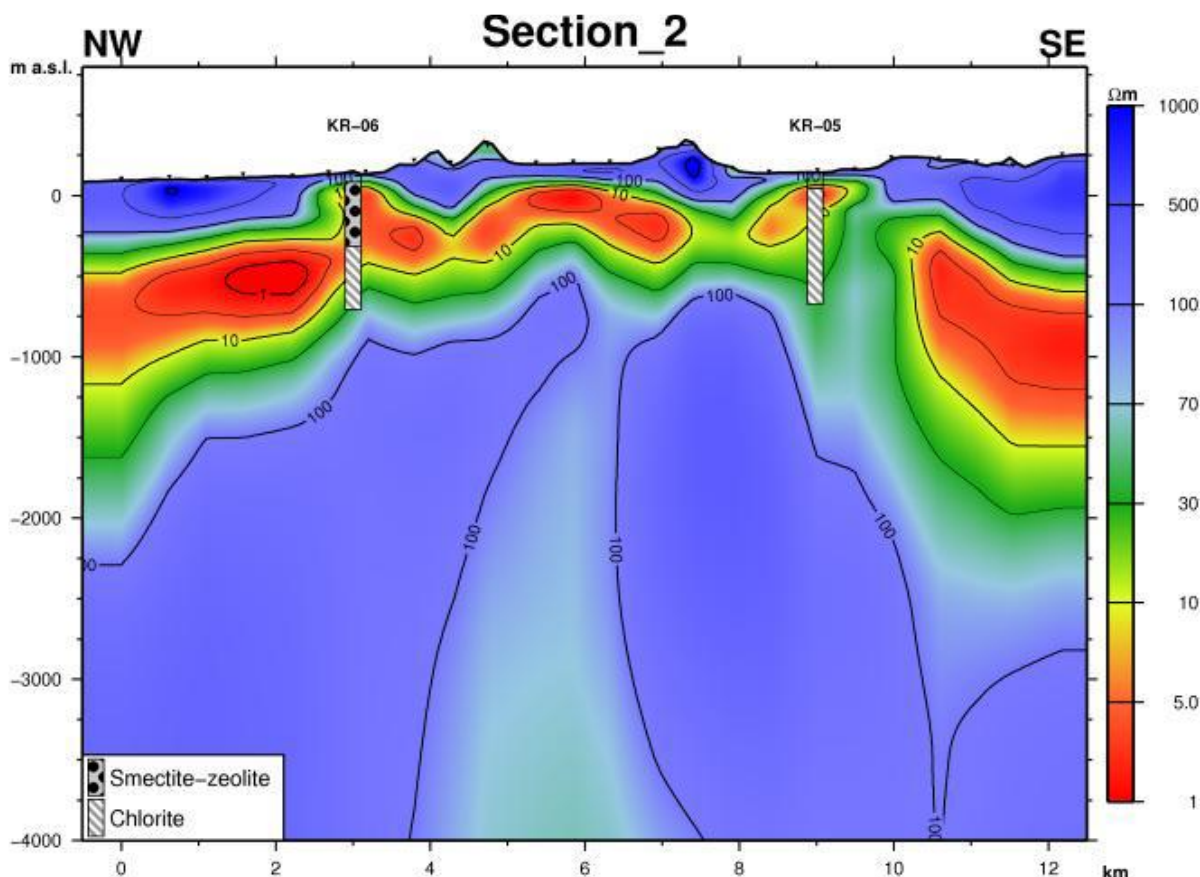


**Mynd 4:** Viðnám 800 m neðan sjávarmáls samkvæmt túlkun TEM mælinga. Hverir eru merktir með grænum/gulum stjörnum og gjár og misgengi með bleikum línum. Brot og brotabelti samkvæmt dreifingu skjálfta eru merkt með svörtum línum, heilum og brotnum. Borholur eru merktar með rauðum fylltum þríhyrningum. Gróf skipting nýtingarsvæða er sýnd með ljósbláum ferhyrningum. Sandfellssvæðið er í suðvestri.

Mynd 5 sýnir viðnámsþversnið frá yfirborði niður á 4 km dýpi, vestan frá Höskuldarvöllum undir Trölladyngju, Móhálsadal, Sveifluháls og sunnanvert Kleifarvatn. Holur KR-06, við Trölladyngju, og KR-05, við Hverahlíð sunnan Kleifarvatns, eru sýndar í sniðinu. Myndin gefur ágæta hugmynd um miðju háhitasvæðisins undir Móhálsadal, sem lágviðnámskápan hvelfist yfir. Allar fyrirliggjandi tillögur HS Orku um rannsóknarholur eru enn sem komið er utan miðjunar, enda er aðgengi þar torveldara en út



með jöðrunum. Sandfellssvæðið er utan miðjunar og meiri óvissa um núverandi jarðhitaástand þar en norður frá.



**Mynd 5:** Viðnámsþversnið niður á 4 km dýpi frá Höskuldavöllum, undir Trölladyngju, Móhálsadal, Sveifluháls og austur fyrir Kleifarvatn. Miðja háhitasvæðisins er undir Móhálsadal.

Algenzt er að efstu 700-1000 m háhitasvæða séu fóðraðir af með steypum fóðringum og að jarðhitavökvi sé unnin úr dýpri jarðlögum. Á því eru þó undantekningar, svo sem á gufusvæðinu í Svartsengi. Hugsanlegt er að jarðhitavirkni við Sandfell sé sambærileg við þá í Svartsengi, en þar sáust lítil sem engin ummerki um háhitavirkni áður en borað var. Borun 1,5-2 km djúprar rannsóknarholu er frumforsenda hvers kyns orkunýtingar á Sandfellssvæðinu.

## 5 Nýting

Mynd 6 sýnir nýtingarsvæði hugsanlegrar virkjunar við Sandfelli. Nýtingarsvæði er skilgreint sem áhrifasvæði virkjunar á auðlindina undir yfirborði jarðar, með öðrum orðum, svæði þar sem áhrifa vinnsla kann að gæta. Nýtingarsvæði Sandfells er um 30 km<sup>2</sup> og liggur að áætluðum sambærilegum nýtingarsvæðum Trölladyngju í norðri og Sveifluháls í austri. Lágviðnámsvæði á um 1000 m dýpi (800 m u.s.) nær yfir allt nýtingarsvæðið, en háhitakjarni innan þess á sama dýpi nær yfir um 27 km<sup>2</sup> (myndir 3 og 6). Iðnaðarsvæði og framkvæmdasvæði yrðu innan nýtingarsvæðisins og lega þeirra háð samþykki skipulagsyfirvalda. Ekki er hægt að afmarka framkvæmda- og iðnaðarsvæðið á þessu stigi þar sem það ræðst af niðurstöðum rannsóknarboranna.

Á gildandi aðalskipulagi Grindavíkur, 2010 - 2030 er skilgreint svæði fyrir mögulega borteiga fyrir djúpar háhitaholur, og er það umhverfis jarðhitann á yfirborði norðaustan við Sandfell.



Líklega verður orkuvinnsla byggð upp í áföngum og holufjöldi því algerlega háður stærð hvers áfanga. Hér er miðað við að hægt verði að reisa 100 MW<sub>e</sub> virkjun og er reiknað með að bora þurfi í byrjun minnst 20 vinnsluholur og 3-4 niðurdælingarholur. Ef gert er ráð fyrir að einhverjar holur geti ekki nýst virkjun gæti holufjöldinn í byrjun hækkað um 3-5 holur miðað við almenna tölfræði fyrir rannsóknarboranir á Íslandi. Ómögulegt er að segja fyrirfram til um fjölda uppbotarholna sem þyrfti til að halda fullu afli virkjunar yfir ætlaðan líftíma hennar því það byggir á rekstrarforsendum virkjunar og viðbrögðum viðkomandi jarðhitakerfis. Þannig reikningar verða hins vegar gerðir þegar niðurstöður rannsóknarborana liggja fyrir og sótt verður um nýtingar- og virkjanaleyfi.

Framkvæmdasvæði er svæði með hvers konar mannvirkjum eins og stöðvarhúsi, skiljustöð, pípum, vegum og borplönum, þ.e. það landsvæði sem áhrif framkvæmda kann að gæta á yfirborði jarðar. Markmið HS Orku er að nýta stefnuborunartækni til að draga úr umhverfisáhrifum borana á yfirborði. HS Orka mun leitast við að halda framkvæmdarsvæðum sem minnstum og má þar vísa til framkvæmdasvæða fyrirtækisins í Svartsengi og á Reykjanesi. Til dæmis er eiginlegt framkvæmdasvæðið 100 MW<sub>e</sub> virkjunar á Reykjanesi um 4 km<sup>2</sup>. Framkvæmdasvæði getur stækkað eitthvað þegar fjarlægð að niðurdælingarsvæði eykst. Fyrir Sandfell er reiknað með að borholur verði eitthvað dreifðari sem myndi stækka svæðið eitthvað. Hér er því áætlað að stærð framkvæmdasvæðis geti orðið allt að 6-7 km<sup>2</sup>, en hafa má í huga að 75 MW<sub>e</sub> raforkuver í Svartsengi er á margfalt minna svæði eða rétt um 2 km<sup>2</sup>.

HS Orka mun leitast við að uppfylla reglugerð 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti. Hljóðstig mun tímabundið geta farið yfir viðmiðunarmörk reglugerða 724/2008 og 1000/2005 um hljóðvist, þ.e. við borframkvæmdir og afkastamælingar borholna. Áhrifin eru hins vegar tímabundin og að fullu afturkræf.

## 6 Heimildir

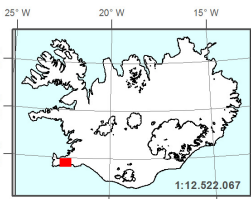
- Guðmundur Ó. Friðleifsson og Kristján Sæmundsson, 2015. Krýsuvík-Jarðhitakort, í vinnslu.
- Gylfi Páll Hersir, Arnar Már Vilhjálmsson, Guðni Karl Rosenkjær, Hjálmar Eysteinnsson og Ragna Karlsdóttir (2010). *Jarðhitasvæðið í Krýsuvík. Viðnámsmælingar 2007 og 2008*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/025. Unnið fyrir HS Orku hf. 263 s.
- Gylfi Páll Hersir, Knútur Árnason og Arnar Már Vilhjálmsson (2011). *3D Inversion of MT Data from Krýsuvík, SW Iceland*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2011/072. Unnið fyrir HS Orku hf. 165 s.
- Gylfi Páll Hersir, Knútur Árnason og Arnar Már Vilhjálmsson (2013). *3D Inversion of magnetotelluric (MT) resistivity data from Krýsuvík high temperature area in SW Iceland. Proceedigs, 38th Workshop* og Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, California, Feb 11-13, 2013, SGP-TR-198, 14 bls.
- Hildur Arna Gunnarsdóttir ritsj., 2008. Ferðaþjónustumöguleikar í Reykjanesfólkvangi. Skýrsla unnin fyrir Stjórn Reykjanesfólkvangs, ýmsir höfundar, 48 bls.
- Kristján Sæmundsson og Þórólfur H. Hafstað (2007). *Rannsóknarholur við Sandfell*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-07157. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. 7 bls.
- Sigríður Kristjánsdóttir (2013). *Microseismicity in the Krýsuvík Geothermal Field, SW Iceland, from May to October 2009*. Master thesis at the University of Iceland, 50 p.
- Sigrún Helgadóttir 2004. Reykjanesfólkvangur - Upphaf, markmið, framtíð. Skýrsla unnin fyrir stjórn Reykjanesfólkvangs, 43 bls.
- Sverrir Þórhallsson, Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson, Knútur Árnason og Kristján Sæmundsson (2006). *Krýsuvík - Rannsóknarsvæði og næstu rannsóknarboranir*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-06170. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja hf. 5 s.
- Yohannes Lemma Didana (2010). *Multidimensional Inversion of MT data from Krýsuvík High Temperature Geothermal Field, SW Iceland, and study of how 1D and 2D inversion can reproduce a given 2D/3D resistivity structure using synthetic MT data*. Master's thesis at University of Iceland, 119 p.

# KRÝSUVÍK - Jarðhitakort



## SKÝRINGAR:

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | Hraun / Lava   |  | Kisilhrúður / Silica sinter                            |
|  | Gjóska / Tephra  |  | Kalkhrúður / Calcium scab                              |
|  | Set / Deposit  |  | Gífs útfellingar / Gypsum deposit                      |
|  | Gufuhiti / Steam heat  |  | Járn útfellingar / Iron deposit                        |
|  | Byrping gufu- og/eða leirhvera<br>Steaming ground                      |  | Borhola / Borehole                                     |
|  | Heit jörð / Hot ground   |  | Horfin borhola / Disappeared borehole                  |
|  | Leir- og hveraskellur<br>Clayey alteration                             |  | Gigur í möbergi eða grágríti, gamall<br>Crater, old    |
|  | Mikil ummyndun, mikill leir<br>Highly altered ground, clayey           |  | Gigur í möbergi eða grágríti, ungur<br>Crater, young   |
|  | Mikil ummyndun, vottur af leir<br>Highly altered ground, trace of clay |  | Berggangur / Dyke                                      |
|  | Greinileg ummyndun<br>Alteration                                       |  | Sprungu / Fracture                                     |
|  | Væg ummyndun<br>Slightly altered ground                                |  | Gjá / Fissure  |
|  | Framhlaup / Landslide  |  | Misgengi / Fault                                       |
|  | Háviðinám á 800m   |  | Lind og hitastig<br>Spring and springwater temperature |
|  |  |  | Vegur  |
|  |  |  | Slóð   |



Höfundar: Guðmundur Ó. Friðolfsson og Kristján Sæmundsson  
 Kortbú er unnið í landfræðilegu uppbyggikerfi ArcGIS  
 Kartveggur: Lambert Conformal Conic (ISW93)  
 Háðarlinubúli 5 m  
 Datum: ISW93  
 Kartagerð: Guðrún Sigríður Jónsdóttir

Authors: Friðolfsson, G. Ó. and Sæmundsson, K.  
 Prepared in: ArcGIS  
 Lambert Conformal Conic (ISW93)  
 Contour Interval: 5 m  
 Datum: ISW93  
 Cartography: Guðrún Sigríður Jónsdóttir

