

# **R3271A Hverahlíð**

**Viðauki 70 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/02**

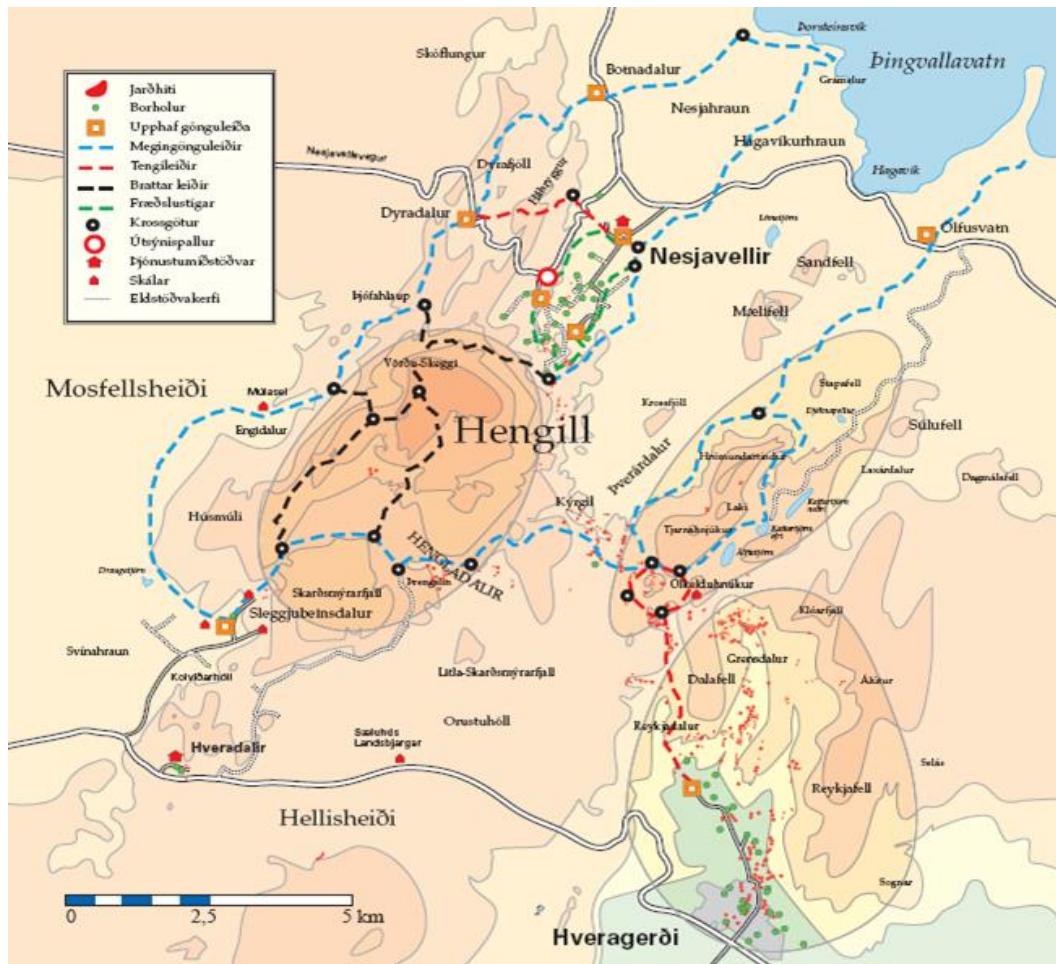
***Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar***



# Hengill - Yfirlit

Virkjunarkostir til umfjöllunar í verndar- og  
orkunýtingaráætlun 3

Orkuveita Reykjavíkur / Orka náttúrunnar



Útgefandi: Orkuveita Reykjavíkur  
Kápumynd: Kort af Hengilssvæði  
Útgáfudagur: Janúar 2015  
Umsjón og ábyrgð: EG

## Skráningarblað

Greinargerð nr. <b>2015-002</b>	Útgáfudagur <b>Janúar 2015</b>	Útgáfustaður <b>Reykjavík</b>
Heiti greinargerðar <b>Hengill - Yfirlit</b>		
<b>Virkjunarkostir til umfjöllunar í verndar- og orkunýtingaráætlun 3</b>		
Upplag <b>pdf</b>	Fjöldi síðna <b>26</b>	Dreifing <b>Opið</b>
Höfundur/ar <b>Einar Gunnlaugsson</b>		Verknúmer
Unnið fyrir <b>Orkuveitu Reykjavíkur og Orku náttúrunnar</b>		Samvinnuaðilar
Útdráttur  Tekið er saman stutt yfirlit um rannsóknir á Hengilssvæðinu fyrir verndar- og orkunýtingaráætlun 3. Fjallað er um afmörkun svæðisins, jarðfræði, viðnám, hugmyndalíkan og grunnvatn á svæðinu.		
Efnisorð  <b>Hengill, virkjunarkostir, rammaáætlun 3</b>	Yfirfarið  <b>EG</b>	



## Efnisyfirlit

1.	INNGANGUR .....	7
2.	HENGILSSVÆÐIÐ .....	8
3.	JARÐFRÆÐI SVÆÐISINS .....	8
4.	VIÐNÁMSMÆLINGAR .....	14
5.	HUGMYNDALÍKAN AF SVÆÐINU .....	16
6.	GRUNNVATN.....	22
7.	NÝTING JARÐHITANS .....	23
8.	JARÐHITARANNSÓKNIR Á HENGILSSVÆÐINU .....	24
9.	TILVITNANIR.....	25

## Myndir

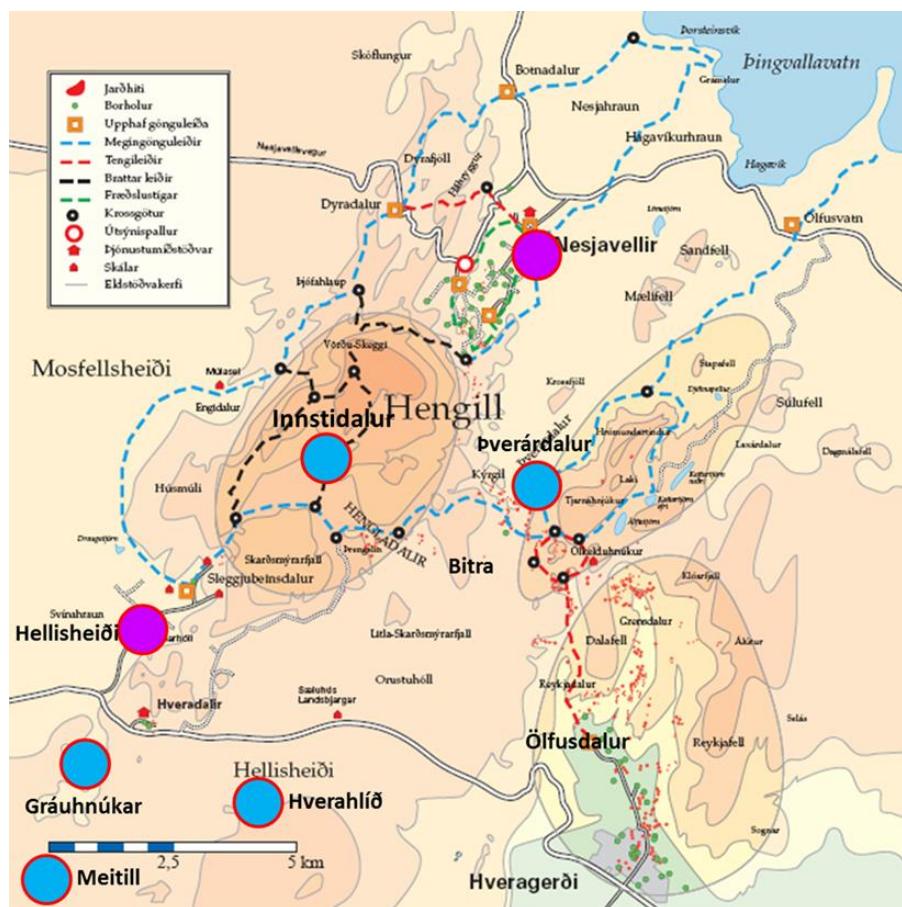
MYND 1.	HENGILSSVÆÐIÐ OG ELDSTÖÐVAKERFIN .....	7
MYND 2.	DREIFING GASHITA Á HENGILSSVÆÐI .....	8
MYND 3.	JARÐFRÆÐIKORT AF HENGLINUM (KRISTJÁN SÆMUNDSSON, 1995A) .....	10
MYND 4.	KORT AF JARÐHITA, UMMYNDUN OG GRUNNVATNI (KRISTJÁN SÆMUNDSSON 1995B).....	11
MYND 5.	HELLSHEIDI - ÚRDRÁTTUR ÚR JARÐFRÆÐIKORTI.....	11
MYND 6.	JARÐFRÆÐIKORT AF SUÐVESTURLANDI (1:100.000) .....	12
MYND 7.	KORTAPEKJA AF MANNVIRKJUM (MANNVIT, 2009).....	13
MYND 8.	EÐLISVIÐNÁM 500 M NEÐAN SJÁRVARMÁLS (KNÚTUR ÁRNASON, 2007) .....	14
MYND 9.	EÐLISVIÐNÁM 850 M NEÐAN SJÁRVARMÁLS (KNÚTUR ÁRNASON, 2007) .....	15
MYND 10.	DREIFING LÁGVÐNÁMS OG HÁVIÐNÁMSKJARNA Á HENGILSSVÆÐI (GUNNAR GUNNARSSON ÓBIRT KORT) .....	16
MYND 11.	FÝRSTA HUGMYNDALÍKANIÐ AÐ HENGLI .....	17
MYND 12.	LEGA HITAPVERSNIÐA Á HENGILSSVÆÐI .....	18
MYND 13.	HITAPVERSNIÐ A-A' .....	18
MYND 14.	HITAPVERSNIÐ B-B'.....	19
MYND 15.	HITAPVERSNIÐ C-C'.....	20
MYND 16.	BERGHITI Á 1000 M DÝPI UNDIR SJÓ (GUNNAR GUNNARSSON, 2010) .....	21
MYND 17.	YFIRLITSMYND SEM SÝNIR HELSTU HITA- OG MASSA INNSTREYMI Á HENGILSSVÆÐINU.....	22
MYND 18.	LÍKANSVÆÐI GRUNNVATNSLÍKANS (VATNASKIL, 2014).....	23
MYND 19.	REIKNAÐ GRUNNVATNSRENNSLI ÞEGAR GRUNNVATNSSKIL NÁ LENGST TIL NORDURS. STÆRD ÖRVA ER Í SAMRÆMI VIÐ RENNNSLI (VATNASKIL, 2014).....	24



## 1. Inngangur

Í þessari greinargerð er stutt yfirlit yfir Hengilssvæðið vegna virkjunarkosta sem óskað er eftir að verði til umfjöllunar í verndar- og orkunýtingaráætlun 3. Í dag eru gufuorkuver á tveimur stöðum á Hengilssvæðinu, þ.e. á Nesjavöllum og svo við Kolviðarhól (Hellsheiðarvirkjun). Auk þess er jarðhiti nýttur í Hveragerði en þó ekki til raforkuframleiðslu. Önnur svæði þar sem boraðar hafa verið rannsóknaholur eru við Hverahlíð (6 holur), við Bitru (3 holur) og við Gráuhnúka (1 hola). Nú er unnið að tengingu Hverahlíðarsvæðisins til nýtingar við Hellsheiðarvirkjun.

Þau svæði sem Orkuveita Reykjavíkur og Orka náttúrunnar óska eftir að verði tekin til umfjöllunar í verndar- og orkunýtingaráætlun 3 eru: Hverahlíð, Gráuhnúkar, Meitill, Innstidalur og Þverárdalur. Mynd 1 sýnir legu þessara svæða á Hengilssvæðinu.



Mynd 1. Hengilssvæðið og eldstöðvakerfin

Virkjanir á svæðinu eru sýndar með fjólbláum hringjum en svæðin sem óskað er eftir til umfjöllunar í verndar- og orkunýtingaráætlun 3 eru sýnd með bláum hringjum.

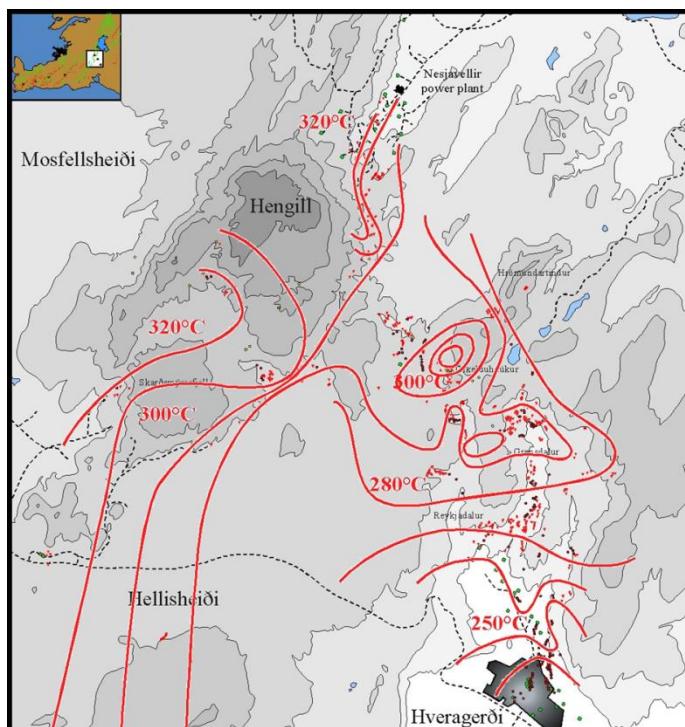
## 2. Hengilssvæðið

Hengilssvæðið er eitt af stærstu háhitasvæðum landsins. Stærð svæðisins var áætluð 100-112 km<sup>2</sup> (Iðnaðarráðuneytið 1994). Þar var miðað við dreifingu hita, ummyndunar á yfirborði og dreifingu viðnáms miðað við 5 ohmm línu. Svæðið nær frá vesturhlíðum Hengilsins og í suður um svæðið á Norðurhálsum norðan Skálafells. Í austri nær svæðið austur fyrir Hveragerði og í norðri rétt norðan við Nesjavelli.

Landslag á svæðinu er fjöllótt. Svæðið liggur mest í 300-600 m hæð, en hæst rís Skeggi í um 800 m hæð. Samgöngur eru góðar á hluta svæðisins, þ.e. á þeim svæðum þar sem þegar hefur verið virkjað. Ennfremur er ökuleið inn á Bitru og Ölkelduháls og að borholum í Hverahlíð. Slóðir liggja víðar svo sem inn í Innstadal, austan með Litla-Meitli að Eldborg og að borholu við Gráuhnúka.

## 3. Jarðfræði svæðisins

Berggrunnur á Hengilssvæðinu er að mestu móberg sem myndast hefur undir jöklí á síðustu jökluskeiðum ísaldar. Á jöðrum svæðisins kemur blágryti fram undan móberginu. Hengilssvæðið nær yfir þrjú eldstöðvakerfi. Austast er Hveragerðiseldstöðin, sem er útdauð og sundurgraðin, þar norður af og austur af Hengli er eldstöðvakerfi kennt við Hrómundartind, en þar gaus síðast fyrir um 10.000 árum. Vestast er síðan Hengilkerfið sem er er yngst og virkast. Innan þess eru vinnslusvæðin á Nesjavöllum og á Hellisheiði. Eldstöðvakerfin eru sýnd með gráum útlínum á mynd 1. Dreifing gastegunda í gufuaugum aðgreinir einnig þessi þrjú eldstöðvakerfi (mynd 2) (Gretar Ívarsson, 1998).



Mynd 2. Dreifing gashita á Hengilssvæði

Gosmyndanir á svæðinu spanna um 800.000 ár í tíma. Elstu jarðlögin er að finna í ásunum suðaustan við Hveragerði, en yngst eruhraunin sem flætt hafa frá gosreininni gegnum Hengil. Gosmyndanir á Hengilssvæðinu eru fjölbreyttar. Aðalgerðir eldstöðva eru þó einungis tvær, tengdar sprungugosum og dyngjugosum. Jarðskoruhreyfingar 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. Á vestanverðu Hengilssvæðinu er landslagið mótað af gosmyndunum sem hafa hlaðist upp á síðasta jökluskeiði og á nútíma. Austan til hafa roföflin hins vegar mótað það. Laus jarðlög þekja sléttlendi og fjallshlíðar eru hvergi mjög skriðurunnar nema þar sem þykk hraunlög eru í brúnum eða fjöllin eingöngu úr bólstrabergi.

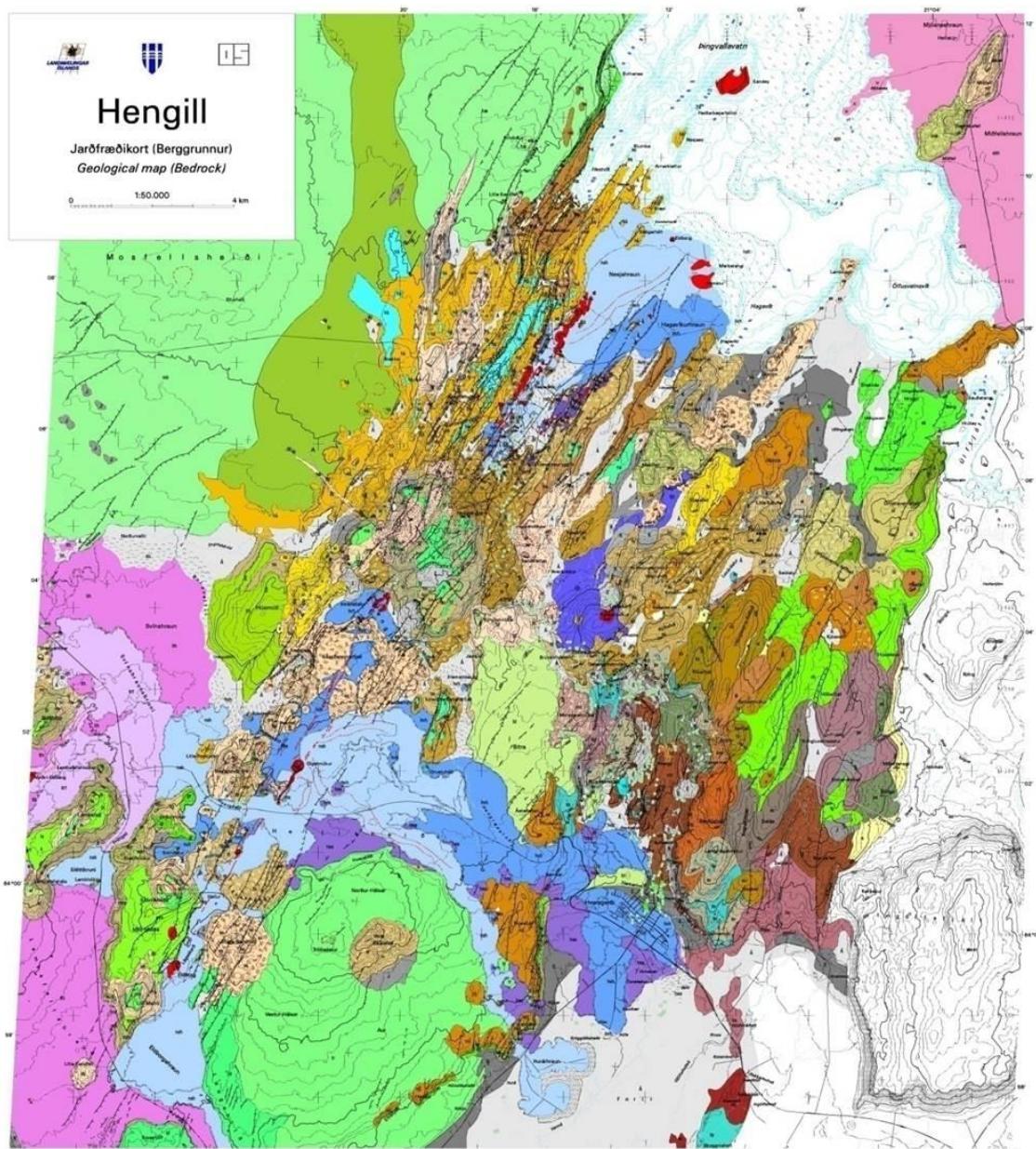
Frá ísaldarlokum, þ.e. síðustu 11.000, ár eru þekkt þrjú eldgos í Hengilskerfinu. Síðast gaus þar fyrir um 2.000 árum. Næstu gos þar á undan voru fyrir um 5.800 árum. Um 10.000 ár eru síðan fyrsta gos á nútíma varð. Síðast gaus í nágrenni Hengils þegar Svínahraunsbruni rann árið 1000. Upptök hans eru í næstu sprungurein vestan Hengils, í svokallaðri Bláfjallarein. Umbrot voru í Hengilskerfinu árið 1789 (Kristján Sæmundsson, 2003). Jarðfræðikort af Henglinum í mælikvarðanum 1:50.000 var gefið út árið 1995, sjá mynd 3 (Kristján Sæmundsson, 1995a).

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. Kort af jarðhita, ummyndun og grunnvatni var gefið út árið 1995, sjá mynd 4 (Kristján Sæmundsson, 1995b).

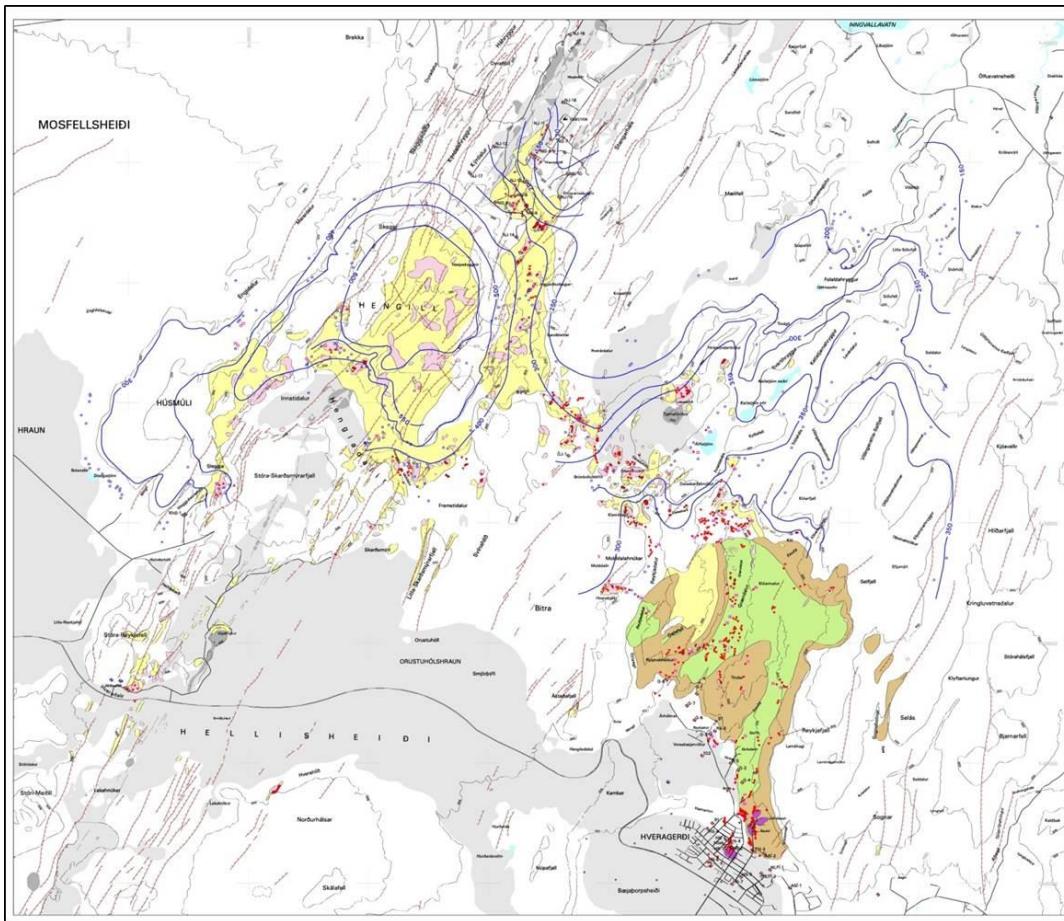
Hluti af berggrunnskorti Kristjáns Sæmundssonar (1995a) fyrir suðurhluta Hengilssvæðisins er sýnt á mynd 5.

Heildarjarðfræðikort af Suðvesturlandi hefur verið gefið út af ÍSOR í mælikvarðanum 1:100.000 og eru jarðfræðikort af Henglinum hluti af því korti (Kristján Sæmundsson o.fl., 2010) sjá mynd 6.

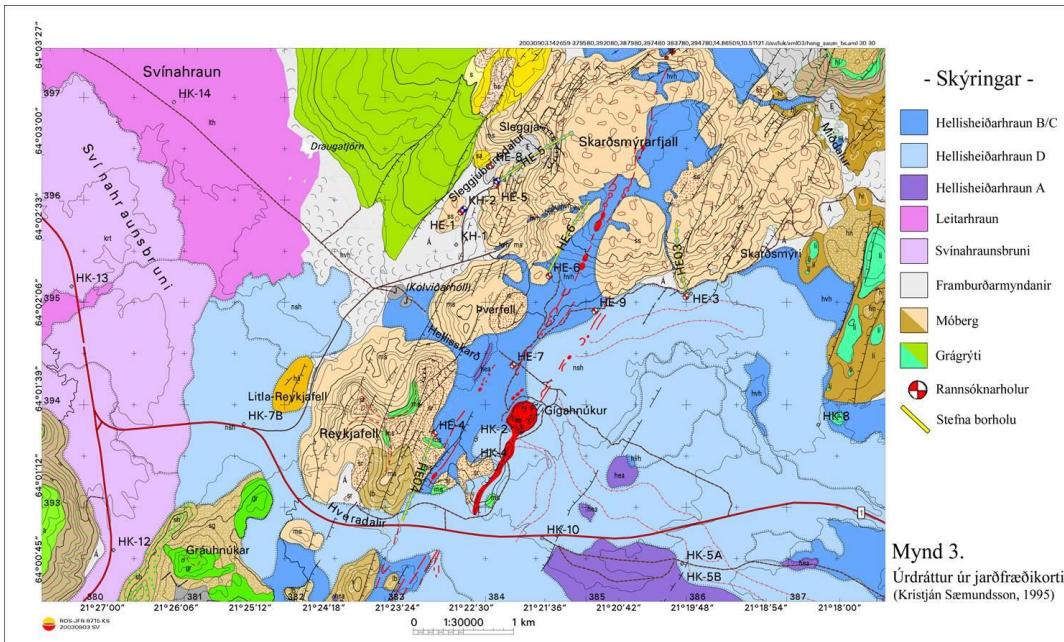
Gert hefur verið tölvutækt þekjukort af Hengilssvæðinu þar sem hægt er að skoða ýmsa þætti á svæðinu, svo sem jarðfræði, jarðhita og ummyndun, gróðurlendi, landslagsgreiningu, akvegi og slóðir ásamt mannvirkjum (Mannvit, 2009). Mynd 7 sýnir kortið þar sem mannvirki á Hengilssvæðinu eru sýnd.



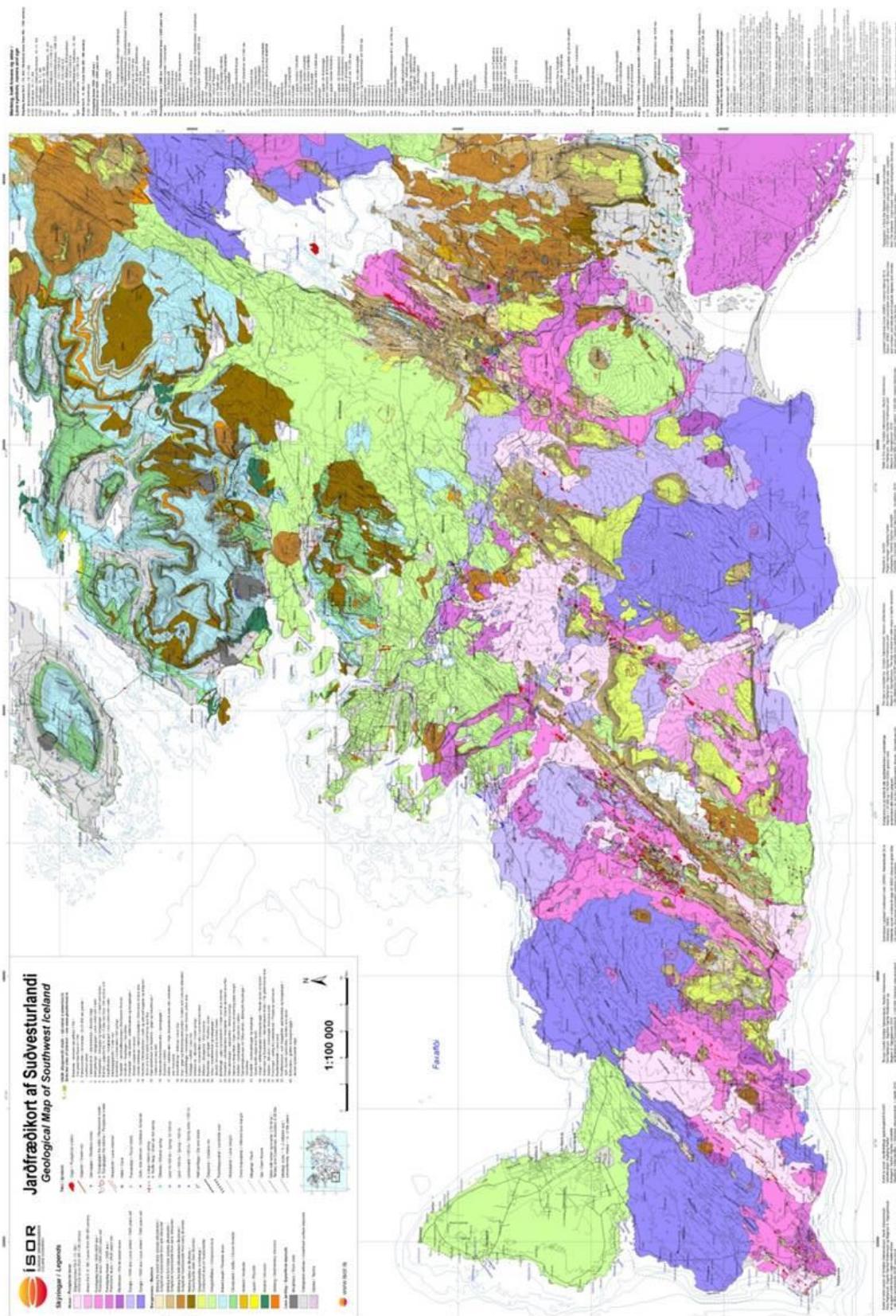
Mynd 3. Jarðfræðikort af Henglinum (Kristján Sæmundsson, 1995a)



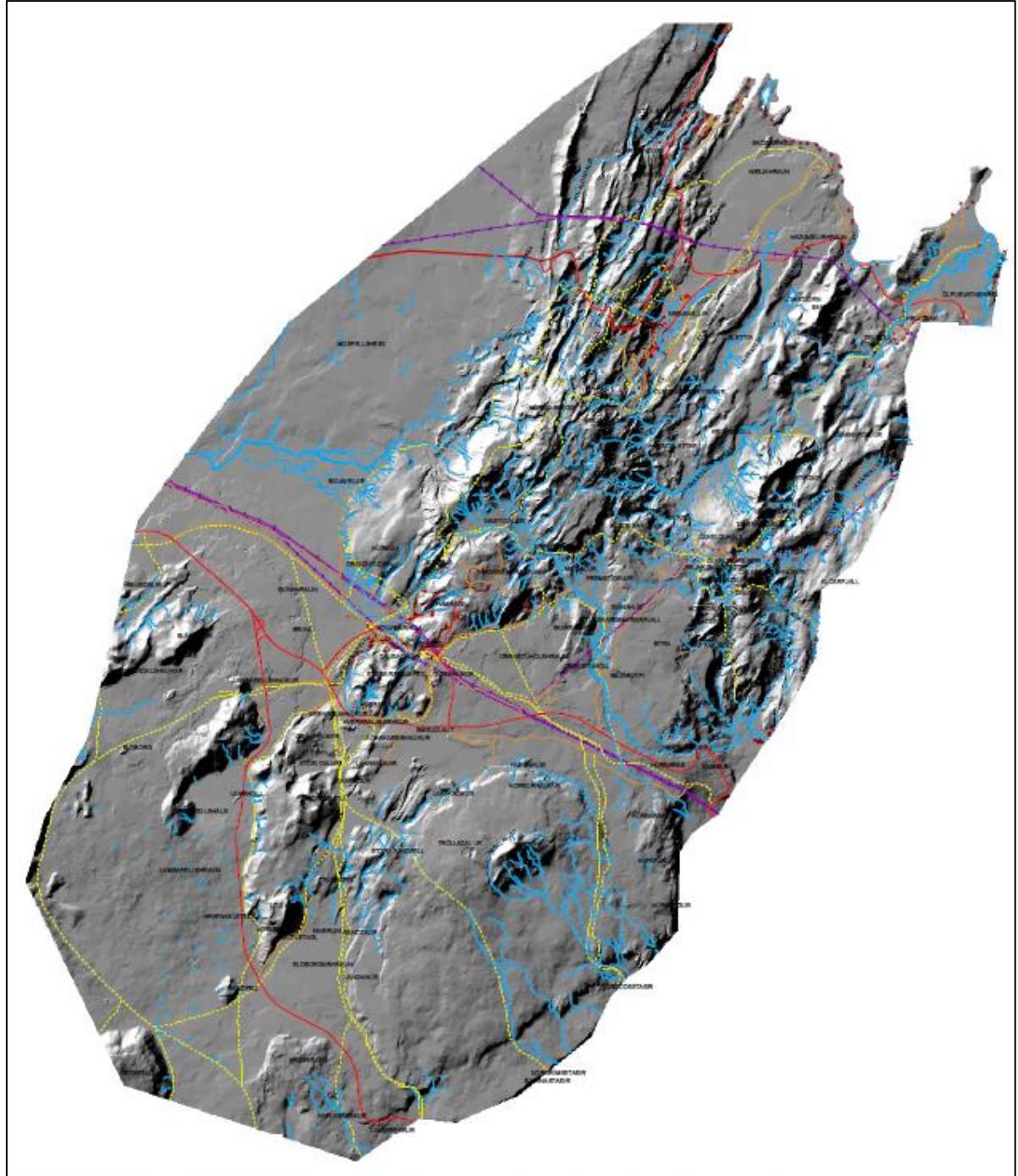
Mynd 4. Kort af jarðhita, ummyndun og grunnvatni (Kristján Sæmundsson 1995b)



Mynd 5. Hellisheiði - Úrdráttur úr jarðfræðikorti



Mynd 6. Jarðfræðikort af Suðvesturlandi (1:100.000)



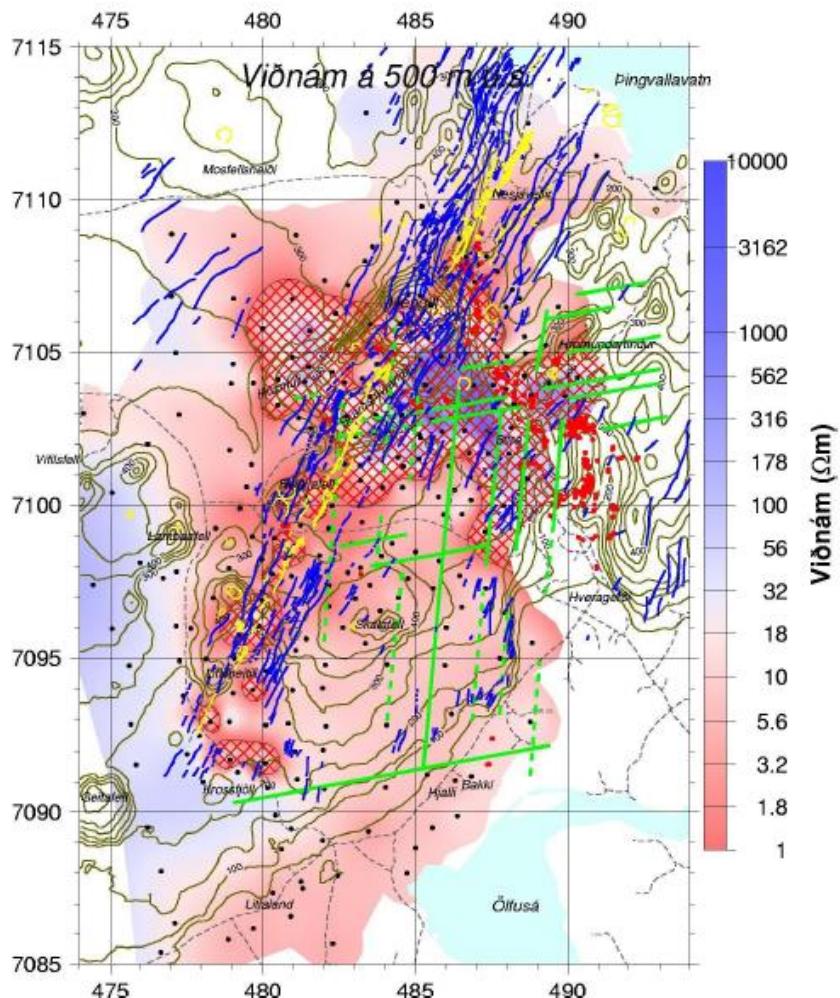
Mynd 7. Kortápekja af mannvirkjum (Mannvit, 2009)

## 4. Viðnámsmælingar

Með viðnámsmælingum á Hengilssvæði hafa fengist upplýsingar um ummyndun og þar með bæði fornan og núverandi jarðhita. Lágviðnámsvæði um  $110 \text{ km}^2$  að stærð á 400 m dýpi neðan sjávarmáls markar í grófum dráttum útbreiðslu háhitasvæðisins á þessu dýpi. Allur jarðhiti á yfirborði og ummyndun á Hengilssvæði fellur innan þessa svæðis. Þetta eru þær mælingar sem sem notaðar voru til að afmarka jarðhitasvæðið í Hengli eins og nefnt var í kafla 2. Þessar eldri mælingar byggðu á jafnstraumsmælingum (Schlumberger- og tvípolsmælingar) og voru niðurstöður þeirra skoðaðar í samhengi við önnur jarðeðlisfræði- og jarðfræðigögnum.

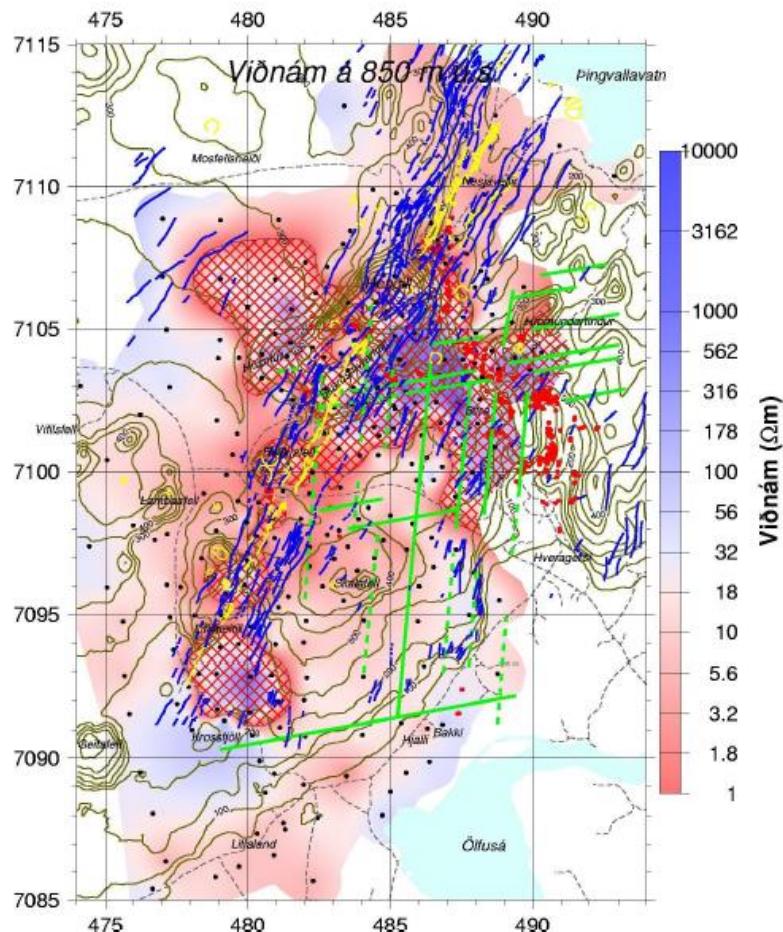
Við rannsóknir á Nesjavallasvæðinu árið 1986 voru TEM-viðnámsmælingar fyrst reyndar hér á landi. Fljótlega á eftir leystu þær af hólmi eldri viðnámsmæliaðferðir.

Árið 2001 kom út skýrsla um niðurstöður viðnámsmælinga við Hengil og á Hellisheiði (Knútur Árnason og Ingvar Þór Magnússon, 2001). Frekari mælingar hafa verið gerðar og niðurstöður birtar (Knútur Árnason, 2007). Myndir 8 og 9 sýna dreifingu eðlisviðnáms annars vegar á 500 m neðan sjávarmáls og hins vegar á 850 m neðan sjávarmáls.



**Mynd 8. Eðlisviðnám 500 m neðan sjávarmáls (Knútur Árnason, 2007)**

Hátt viðnám neðan lágviðnáms er sýnt með rauðri skástriðun. Jarðhiti á yfirborði er sýndur með rauðum deplum og gígar og gossprungur frá nútíma með gulum línum. Sprungur og misgengi sem sjást á yfirborði eru sýnd með bláum línum en sprungur og misgengi samkvæmt dreifingu jarðskjálfta með grænum.

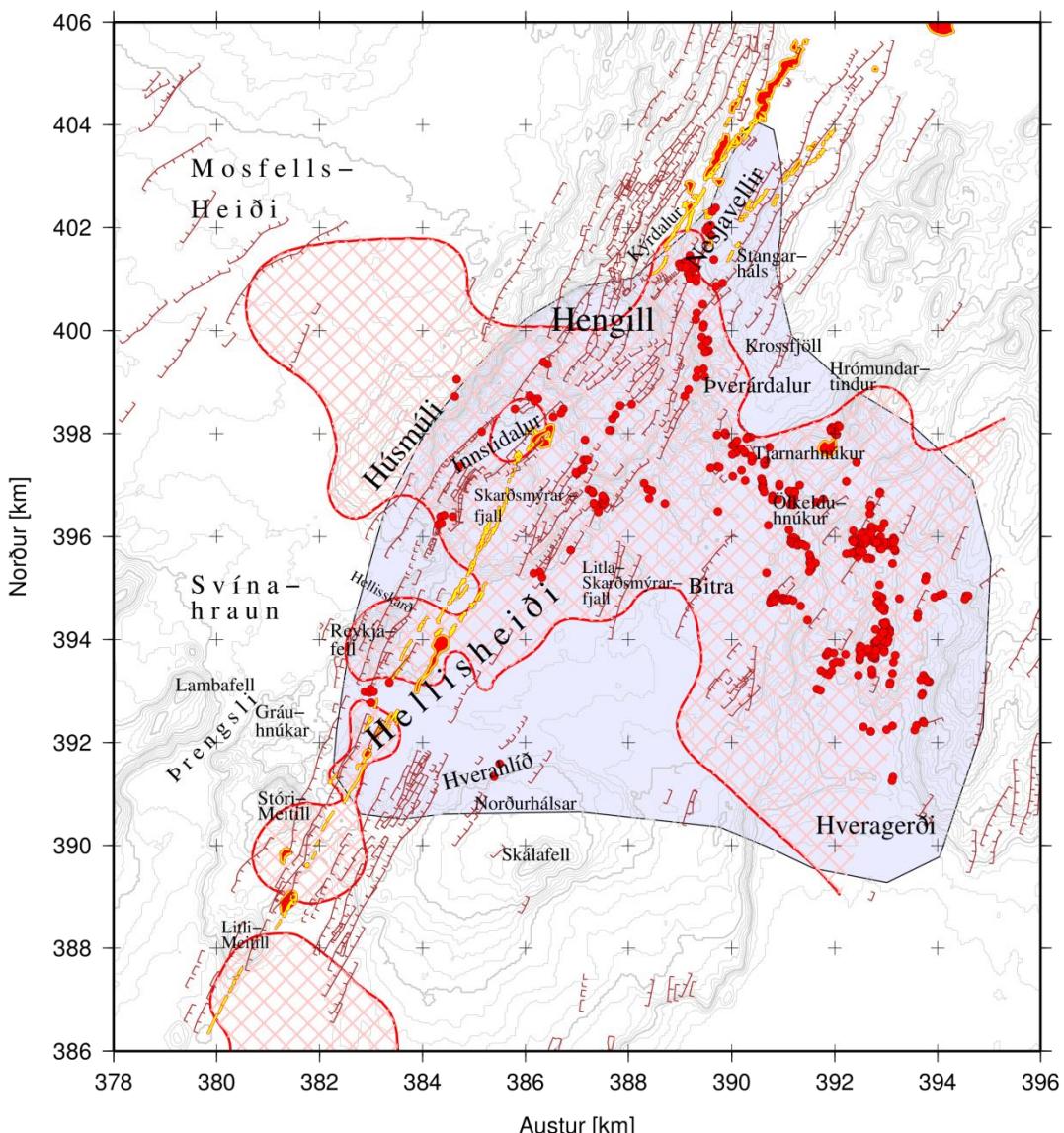


**Mynd 9. Eðlisviðnám 850 m neðan sjávarmáls (Knútur Árnason, 2007)**

Hátt viðnám neðan lágviðnáms er sýnt með rauðri skástriðun. Jarðhiti á yfirborði er sýndur með rauðum deplum og gígar og gossprungur frá nútíma með gulum línum. Sprungur og misgengi sem sjást á yfirborði eru sýnd með bláum línum en sprungur og misgengi samkvæmt dreifingu jarðskjálfta með grænum.

Viðnámsmælingar á Hengilssvæði sýna víðáttumikinn háviðnámskjarna eftir gossprungunni frá Meitli að Nesjavöllum og á norðvestlægri línu frá Hveragerði vestur yfir Hengil.

Á mynd 10 er sýnt kort af Hengilssvæðinu þar sem sýnd er dreifing lágviðnáms, eins og það var notað í skýrslu lönaðarráðuneytis frá 1994, og dreifing háviðnámskjarna skv. síðari túlkunum ÍSOR. Þessi skilgreining lágviðnáms er sýnd hér þar sem hún hefur í gegnum tíðina verið notuð til að skilgreina stærð jarðhitakerfisins í Hengli eins og fram kemur í köflum hér að framan. Háviðnámskjarni eins og hann hefur komið fram í síðari mælingum er jafnframt sýndur á mynd 10.



**Mynd 10. Dreifing lágvíðnáms og háviðnámskjarna á Hengilssvæði (Gunnar Gunnarsson óbirt kort)**

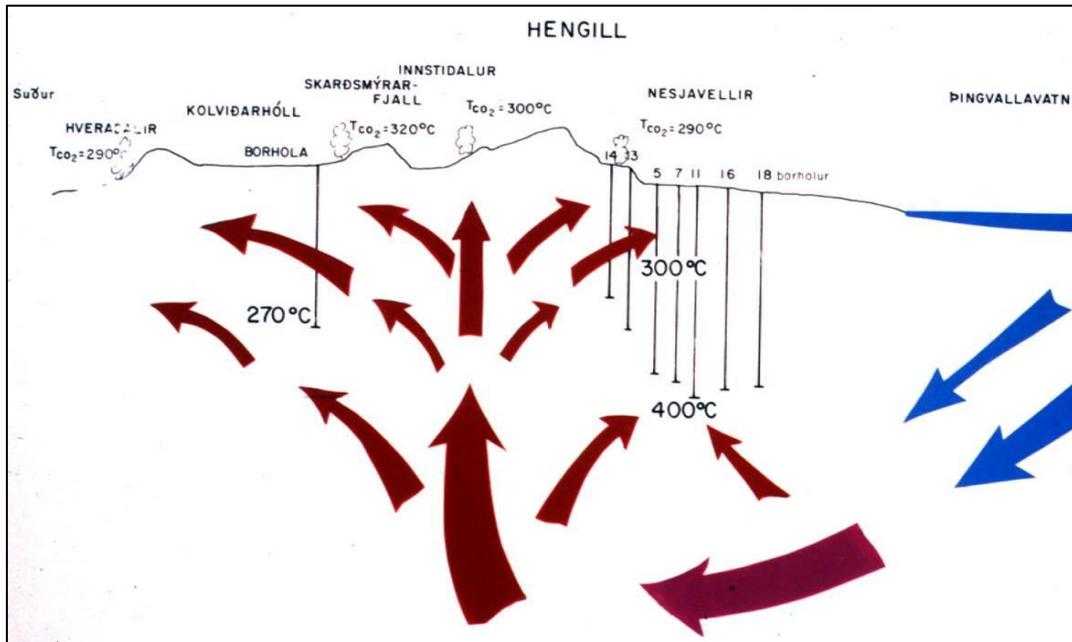
Dreifing lágvíðnáms er sýnt með gráum flekk, hátt viðnám neðan lágvíðnáms er sýnt með rauðri skástrikin. Jarðhiti á yfirborði er sýndur með rauðum deplum. Sprungur og misgengi sem sjást á yfirborði eru sýnd með rauðlítumlinum.

## 5. Hugmyndalíkan af svæðinu

Hugmyndalíkan af jarðhitasvæðinu í Hengli hefur þróast í gegnum tíðina og er í raun í stöðugri þróun eftir því sem upplýsingar berast. Fyrsta hugmyndalíkanið af Henglinum var sett fram 1985, sjá mynd 11. Þar var hugmyndin að eitt uppstreyymi væri undir Henglinum sjálfum og þaðan streymdi síðan hiti til norðurs að Nesjavöllum og til suðurs að Innstadal, Skarðsmýrarfjalli og Kolviðarholi.

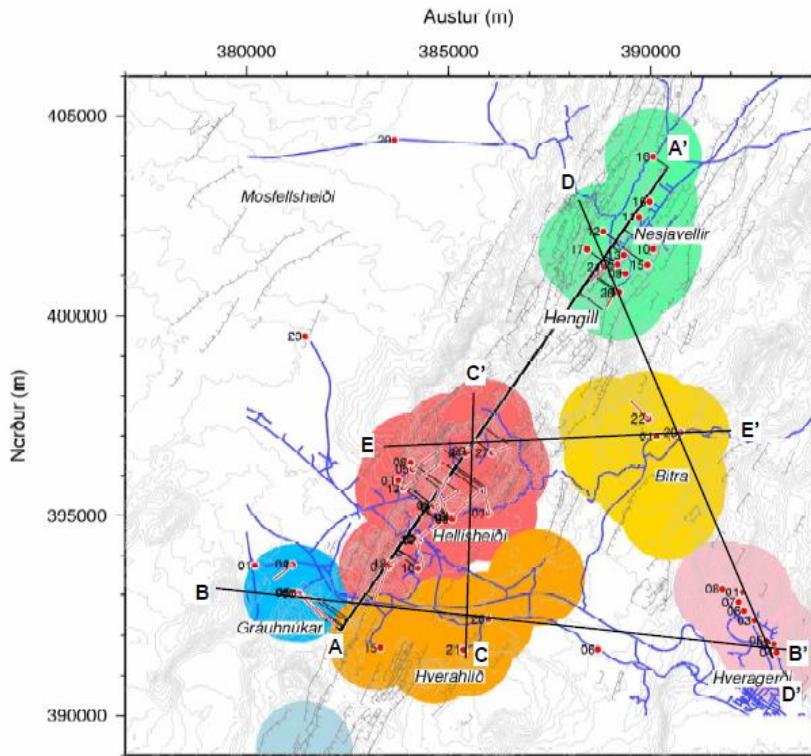
Hugmyndalíkanið var endurskoðað 2007 (Grímur Björnsson, 2007) þegar gert var einfalt mat á vinnslugetu nýrra borsvæða. Endurskoðunin byggði einkum á gerð ferla er lýsa upphafshita og þrýstingi í borholum, ásamt teiknun hita- og þrýstimynda í sniðum og flötum. Skilgreind eru fjögur sérstök uppstreymissvæði 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 var 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  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  heitt meðan staðfestur er  $280\text{ }^{\circ}\text{C}$  hiti í því neðra. Jarðhitasvæðið í Hverahlíð virkar staðbundnara. Það kann að vera umlukið torlekum, lóðréttum þiljum á alla vega. Þar má hins vegar bora mjög þurrar holur í  $270\text{-}320\text{ }^{\circ}\text{C}$  heitt kerfi sem gerir svæðið áhugavert fyrir jarðgufuvirkjun.



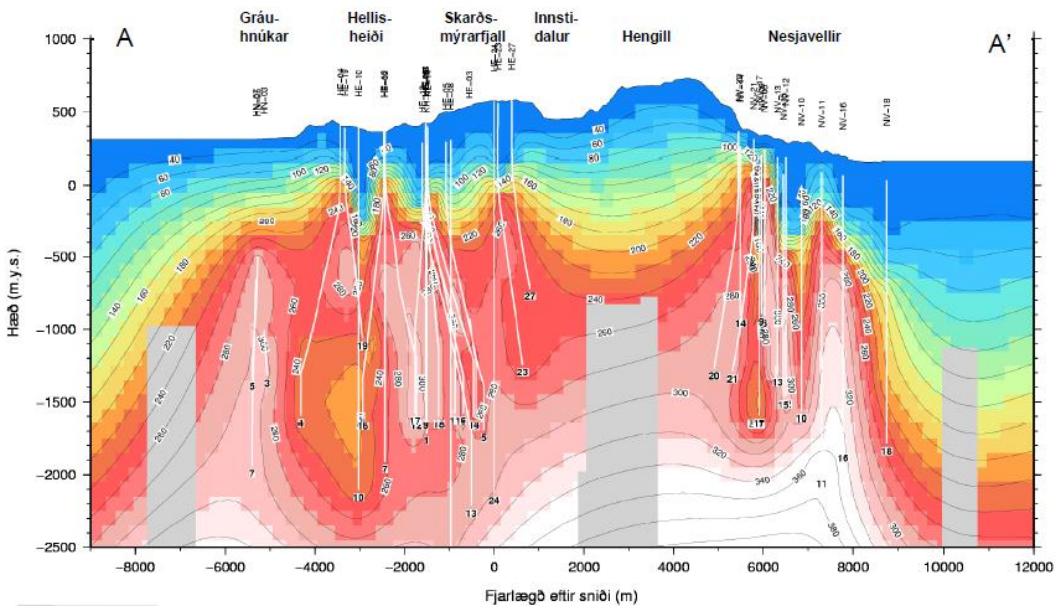
**Mynd 11. Fyrsta hugmyndalíkanið að Hengli**

Mynd 12 sýnir legu þversniða sem teiknuð voru upp í þessari endurskoðun. Myndir 13-15 sýna þrjú af þessum hitasniðum.



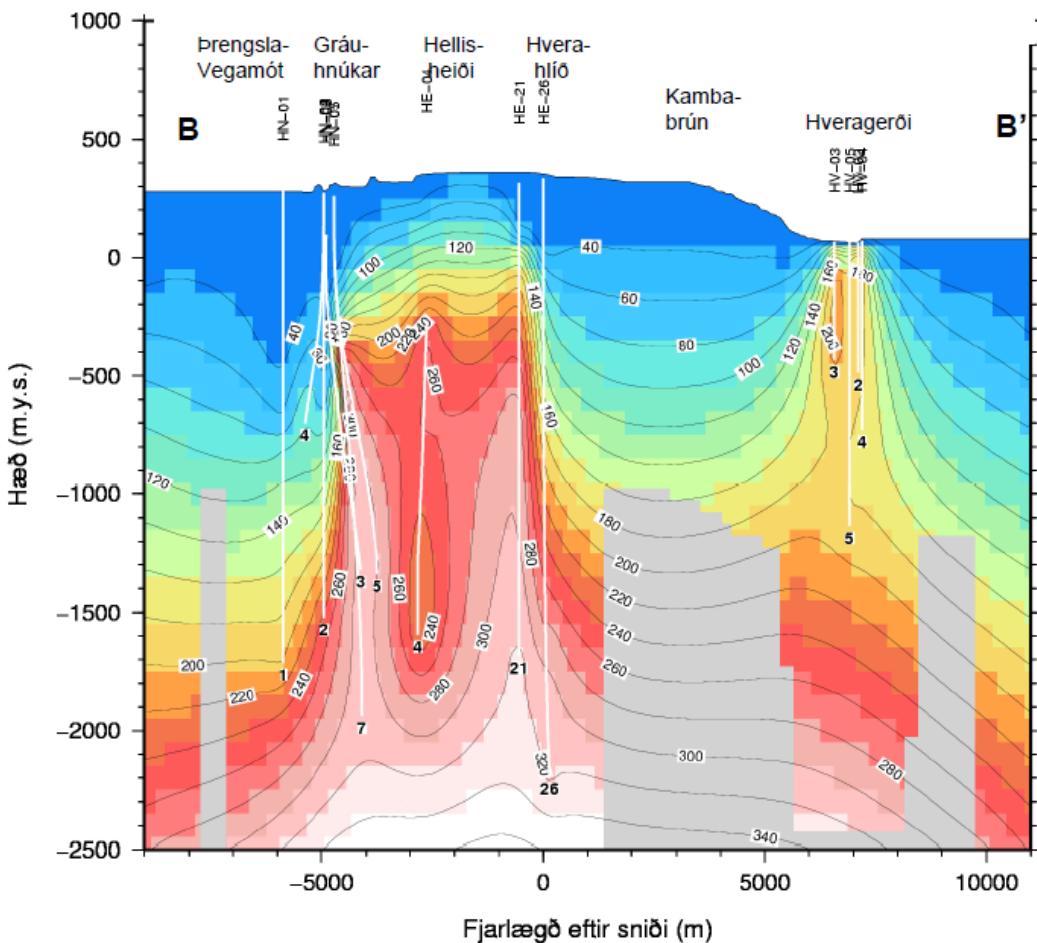
**Mynd 12. Lega hitaþversniða á Hengilssvæði**

Litaðir flekkir vísa til núverandi eða fyrirhugaðra vinnslu- og niðurrennslissvæða. Útbreiðsla miðar við 1200 metra geira út frá borteigum.



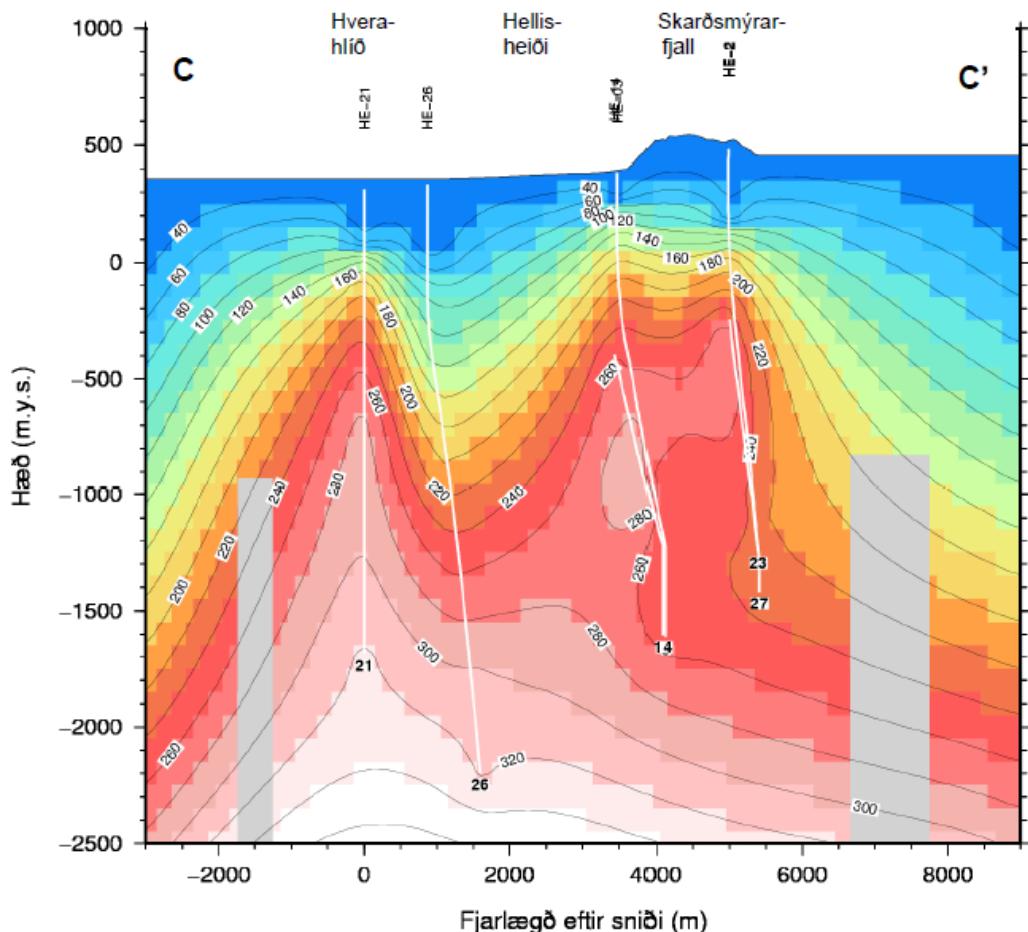
**Mynd 13. Hitapversnið A-A'**

Sniðið er frá Gráuhnúkum í suðri, um Hellisheiði, Hengil og norður til Nesjavalla. Lega sniðsins er sýnd á mynd 12. Borholur eru sýndar með hvítum línum. Er nafn þeirra að ofanverðu en holunúmer við neðri enda holu.



**Mynd 14. Hitapversnið B-B'**

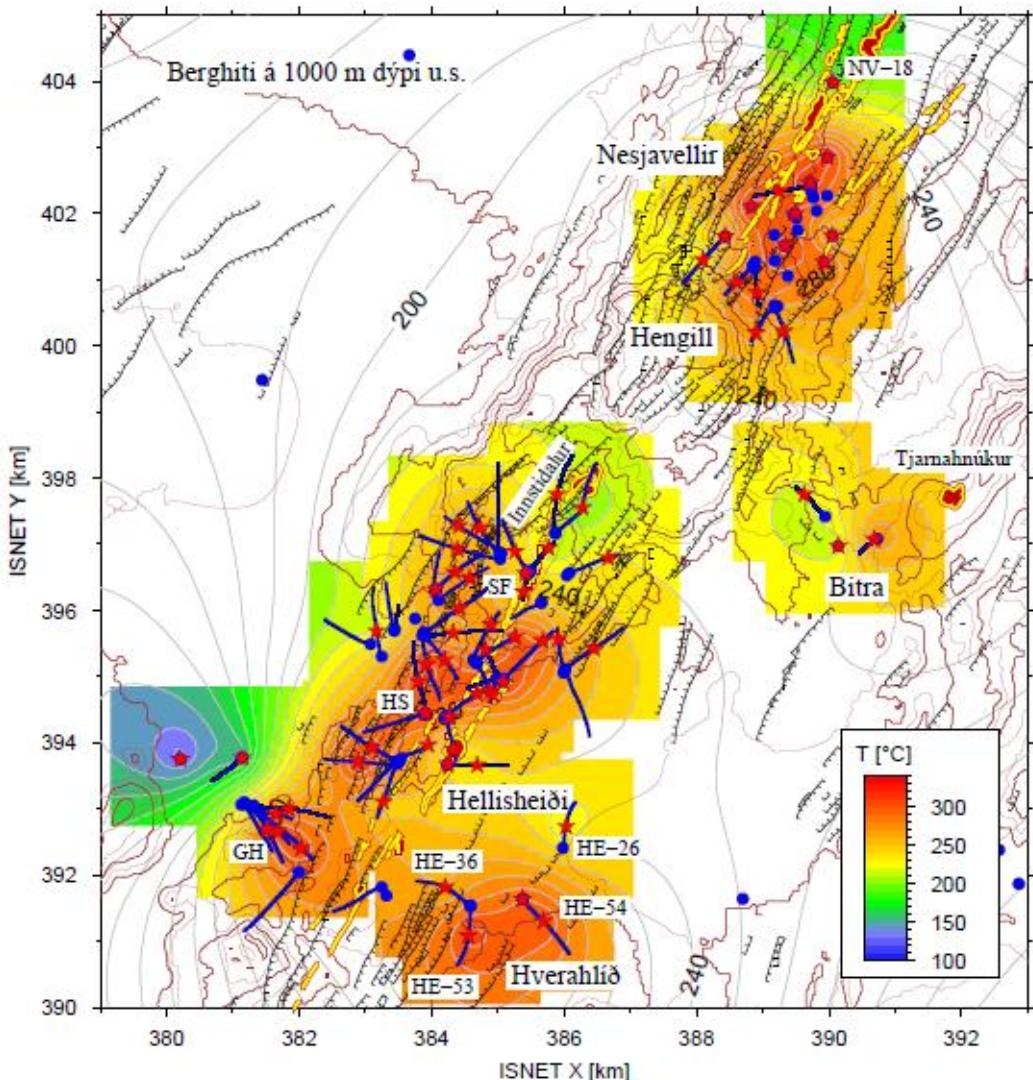
Sniðið er frá Gráuhnúkum í vestri, um Hverahlíð, austur í Hveragerði. Borholur eru sýndar með hvítum línum. Er nafn þeirra að ofanverðu en númer við neðri enda holu.



**Mynd 15. Hitaþversnið C-C'**

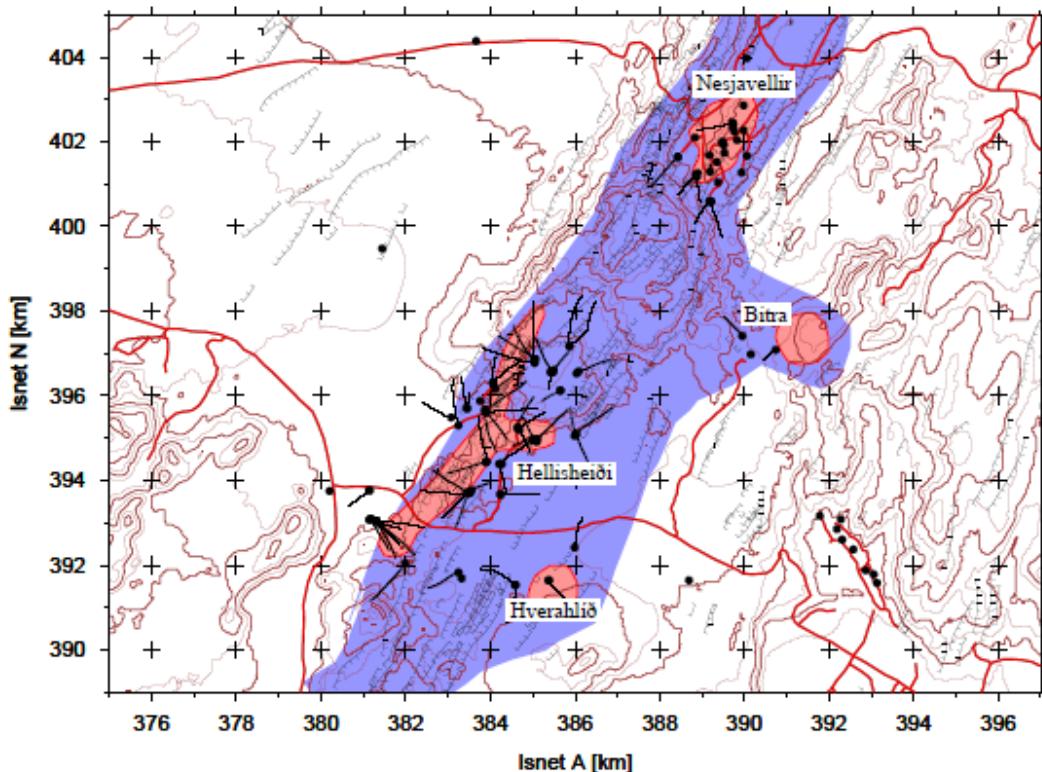
Sniðið er frá Hverahlíð í suðri, um Hellisheiði og norður á Skarðsmýrarfjall. Borholur sýndar með hvítum línum. Er nafn þeirra að ofanverðu en númer við neðri enda holu.

Í vinnsluspá fyrir vinnslusvæði Hellisheiðarvirkjunar (Gunnar Gunnarsson, 2010) og Nesjavallavirkjunar (Gunnar Gunnarsson, 2013) hefur verið fjallað um hugmyndalíkan af Hengilssvæðinu. Líkanið byggir á dreifingu berghita og dregnar þær ályktanir að varmagjafar jarðhitakerfa séu grynnra en áður var talið og leitt líkum að því að innskotavirkni tiltölulega grunnt í skorpunni nægi til að mynda jarðhitakerfi. Mynd 16 sýnir dreifingu berghita á 1000 m dýpi undir sjó (Gunnar Gunnarsson, 2010). Í líkaninu eru hitauppsprettur áætlaðar út frá berghita sem bendir til að hitainnstreymið í kerfið sé tiltölulega staðbunið. Á mynd 17 er staðsetning þeirra sýnd með bleikum lit. Nesjavellir hafa sína uppsprettu undir miðju vinnslusvæðinu. Á Hellisheiði er hitagjafinn í vestur brún heiðarinnar nánar tiltekið í móbergshryggjunum sem liggja frá Gráuhnúkum um Hellisskarð að Skarðsmýrarfjalli. Hitagjafi þessi kvíslast þar, fer annars vegar með suðurhlíðum Skarðsmýrarfjalls og hins vegar inní Sleggjubeinsdal og í áttina að Sleggju. Bitrusvæðið og Hverahlíðin hafa sína uppsprettuna hvort. Ekki er ljóst hve stórar þær eru en líklegt þykir að útbreiðsla hitauppsprettunnar á Bitru sé vanmetin á mynd 17. Útbreiðsla yfirborðjarðhita þar er mun meiri en að svo lítil uppsprettu geti skýrt hana.



**Mynd 16. Berghiti á 1000 m dýpi undir sjó (Gunnar Gunnarsson, 2010)**

Holutoppar eru táknaðir með bláum punktum og holuferlar skáboraðra holna með bláum línum. Hitinn er metinn útfrá hitamælingum í borholum á svæðinu og sýnir rauð stjarna staðsetningu þeirra mæligilda sem notuð eru við að teikna berghitann. (Þær sýna þ.a.l. skurðpunkt þeirra holna sem berghitinn hefur verið metinn í við 1000 m jafndýptarflöt undir sjó.) Inná kortið eru einnig teiknuð misgengi (kambaðar línu) og gosmenjar frá nútíma (gulbryddaðar rauðar skellur). Gráuhnúkar eru merktir með GH, Hellisskard með HS og Skarðsmýrarfjall með SF. Sniðið er frá Hverahlíð í suðri, um Hellisheiði og norður á Skarðsmýrarfjall. Borholur sýndar með hvítum línum. Er nafn þeirra að ofanverðu en númer við neðri enda holu.



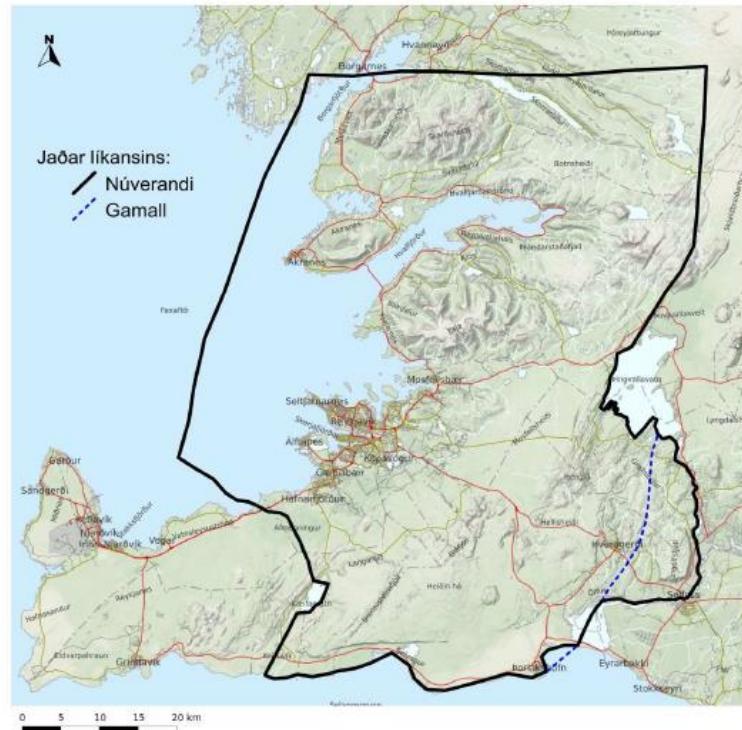
**Mynd 17. Yfirlitsmynd sem sýnir helstu hita- og massa innstreymi á Hengilssvæðinu**

Bláa svæðið sýnir hvar reiknað er með að háa – eða öllu heldur hærri – lekt sé að finna. Þetta leka svæði er síðan umlukið lægri lekt. Bleiku svæðin sýna hiti og massi streymir neðan frá inní kerfið..

## 6. Grunnvatn

Um vatnafar á Hengilssvæðinu skiptir í tvö horn. Á því vestanverðu eru stöðugar lindir og lækir einungis þar sem jarðlögin eru svo ummynduð að þau halda vatni. Annars sígur þar allt vatn í jörð. Á austanverðu svæðinu renna ár og lækir árið um kring. Heilstætt grunnvatnslíkan hefur verið gert af svæði sem nær frá Faxaflóa upp í Borgarfjörð norðan Skarðsheiðar um Skorradal og út á Kaldadal, þaðan í suður í Þingvallvatn og áfram í suður um Sog og Ölfusá og til sjávar. Frá suðurströndinni afmarkast svæðið síðan um Kleifarvatn og þaðan niður í Straumsvík. Afmörkun svæðisins er sýnd á mynd 18.

Í líkaninu er tekið tillit til allra þátta sem hafa áhrif á vatnafar og reiknað streymi grunnvatns. Af svæðinu vestan Hengilsins streymir grunnvatn í þrjá grunnvatnsstrauma, þ.e. Þingvallastraum, Selvogsstraum og Elliðaárstraum. Vatnaskil grunnvatns á svæðinu vestan Hengilsins breytast miðað við úrkomu á svæðinu. Mynd 19 sýnir reiknað grunnvatnsrennsli á svæðinu þegar grunnvatnsskil eru lengst til norðurs. Stærð örva á kortinu er í samræmi við rennsli. Líkanið metur jafnframt stærð grunnvatnsstraumanna. Grunnvatnsrennsli Þingvallastraums reiknast  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , Selvogsstraums  $43 \text{ m}^3/\text{s}$  og Elliðaárstraums  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**Mynd 18. Líkansvæði grunnvatnslíkans (Vatnaskil, 2014)**

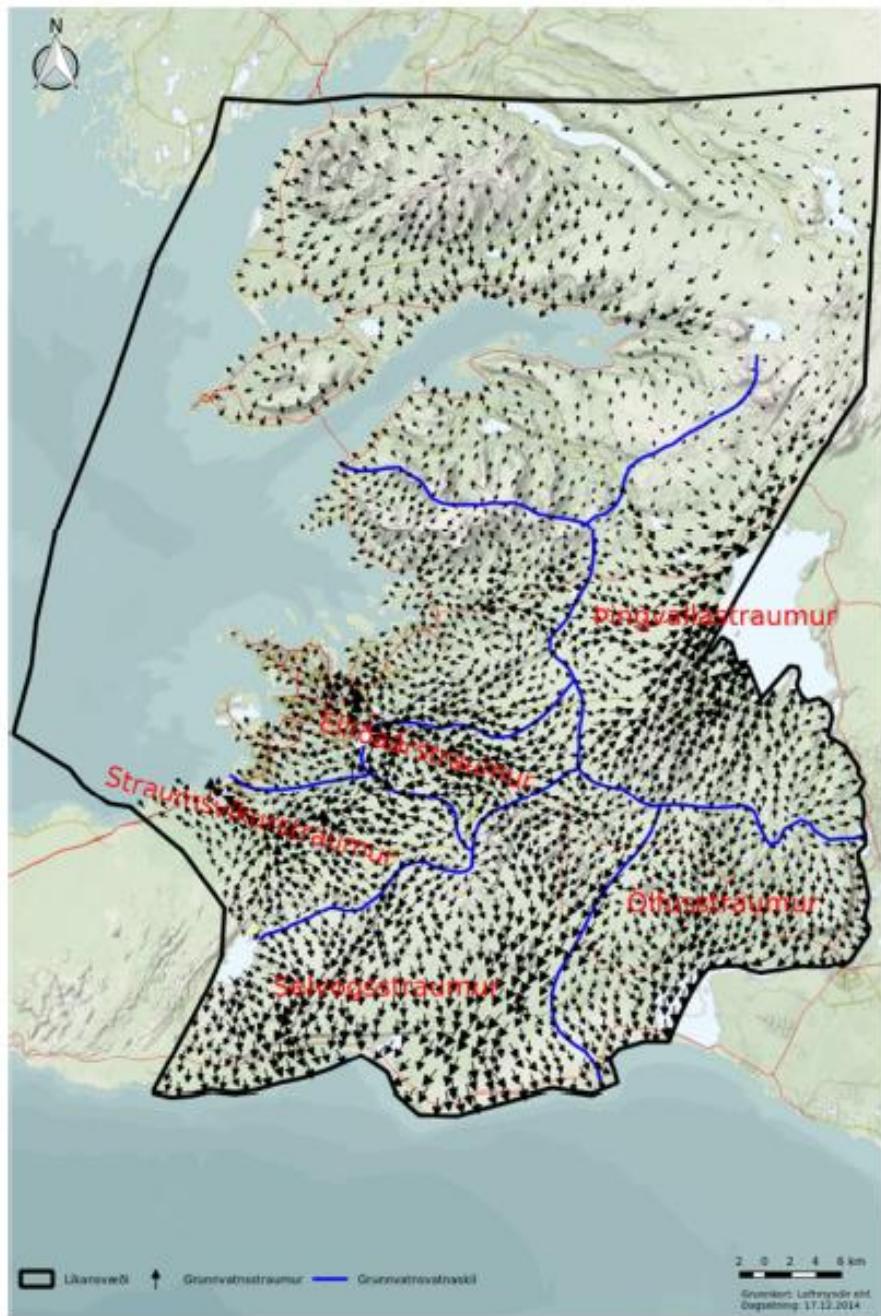
## 7. Nýting jarðhitans

Ávallt hefur verið rætt um að jarðhitann á Hengilssvæði megi nýta á nokkrum virkjunarstöðum. Í skýrslu Iðnaðarráðuneytisins frá 1994 er reiknað með 5-7 virkjunarstöðum á Hengilssvæðinu þar sem reiknað er með 5.500 GWst/ári raforkuframleiðslu í 50 ár, og 690 MW<sub>e</sub> uppsettu afli. Í skýrslu Orkustofnunar frá 2009 (Jónas Ketilsson o.fl., 2007) er rafafli Hengilssvæðisins til 50 ára metið skv. áætlaðri flatarmálsvinnslugetu. Gefið er upp 1278 MW<sub>50</sub> sem hágildi, 710 MW<sub>50</sub> sem miðgildi og 426 MW<sub>50</sub> sem lággildi.

Jarðhitanum í Henglafjöllum má hugsanlega skipta í nokkur vinnlusvæði, sem öll gætu verið innbyrðis í þrýstisambandi: Nesjavelli, Þverárdal, Bitru, Hellisheiði, Innstadal, Gráuhnúka, Meitil og Hverahlíð. Þegar hefur verið virkjað á Nesjavöllum og á Hellisheiði. Unnið er að tengingu Hverahlíðar við Hellisheiðarvirkjun.

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.

Á nýum virkjunarsvæðum getur verið erfitt að meta áformaða stærð virkjunar. Vegna stuttrar eða engrar bor- og vinnlusögu eru ekki forsendur til kvörðunar á nákvæmu reiknilíkani fyrir svæðin. Þess í stað verður að byggja á líkum, reynslu frá öðrum svæðum um flatarmál og flatarvinnslugetu fyrirhugaðra virkjunarsvæða.



## 8. Jarðhitarannsóknir á Hengilssvæðinu

Miklar heimildir eru til um Hengilssvæðið. Hér á framan hefur lauslega verið raktar yfirborðsrannsóknir sem ná yfir allt Hengilssvæðið, en ekki getið allra þeirra skýrslna og greinagerða sem skrifaðar hafa verið. Við virkjun á Nesjavöllum og á Hellisheiði hafa verið skrifaðar skýrslur og greinagerðir um boranir og jarðhita á þeim svæðum. Í skýrslum um mat á umhverfisáhrifum fyrir Nesjavelli (Verkfraðistofa Guðmundar og Kristjáns, 2000), Hellisheiði (Verkfraðistofa Guðmundar og Kristjáns, 2003, 2005), Bitru (VSÓ ráðgjöf, 2007a) og Hverahlíðar (VSÓ ráðgjöf, 2007b) eru ítarlegir listar um heimildir.

## 9. Tilvitnanir

Gretar Ívarsson, 1998. Fumarole gas geochemistry in estimating subsurface temperatures at Hengill in Southwestern Iceland. Proceedings of the 9th International Symposium on Water-Rock Interaction WRI-9 Taupo, New Zealand 30 March-3 April 1998.

Grímur Björnsson, 2007. Endurskoðað hugmyndalíkan af jarðhitakerfum í Hengil og einfalt mat á vinnslugetu nýrra borsvæða. Orkuveita Reykjavíkur, 3-2007.

Gunnar Gunnarsson, 2010. Spá um viðbrögð jarðhitakerfisins á Hellisheiði við vinnslu. Orkuveita Reykjavíkur skýrsla 2010-9.

Gunnar Gunnarsson, 2013. Vinnsluspá fyrir Nesjavelli. Orkuveita Reykjavíkur skýrsla 2013-25.

Iðnaðarráðuneytið, 1994. Innlendar orkulindir til vinnslu raforku.

Jónas Ketilsson, Héðinn Björnsson, Sæunn Halldórsdóttir og Guðni Axelsson, 2009. Mat á vinnslugetu háhitasvæða. Orkustofnun skýrsla OS-2009/09.

Knútur Árnason og Ingvar Þór Magnússon, 2001. Jarðhiti við Hengil og á Hellisheiði. Niðurstöður viðnámsmælinga. Orkustofnun skýrsla OS-2001/091.

Knútur Árnason, 2007. TEM-viðnámsmælingar á Hengilssvæði 2006 og tillaga að rannsóknarborunum við Eldborg. ÍSOR-2007/005.

Kristján Sæmundsson, 1995a. Hengill, jarðfræðikort (berggrunnur) 1:50.000. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Landmælingar Íslands.

Kristján Sæmundsson, 1995b. Hengill, jarðhiti, ummyndun og grunnvatn 1:25.000. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Landmælingar Íslands.

Kristján Sæmundsson, 2003. Hellisheiðarvirkjun jarðfræðilegar aðstæður á virkjunarsvæði. Íslenskar Orkumannsóknir. Greinargerð KS 03/02. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Kristján Sæmundsson, Haukur Jóhannesson, Árni Hjartarson, Sigurður Garðar Kristinsson og Magnús Á. Sigurgeirsson, 2010. Jarðfræðikort af Suðvesturlandi, 1:100.000. Íslenskar orkumannsóknir.

Mannvit, 2009. Landslag á Hengilssvæðinu.

Vatnaskil, 2014. Höfuðborgarsvæði – Grunnvatns- og rennsislíkan. Árleg endurskoðun fyrir árið 2013. Vatnaskil, skýrsla nr. 14.16.

Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns, 2000. Nesjavallavirkjun áfangi 4B. Mat á umhverfisáhrifum. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. ([https://www.or.is/sites/default/files/2002\\_nesjavallavirkjun\\_staekkun\\_mat\\_a\\_umhverfisahrifum.pdf](https://www.or.is/sites/default/files/2002_nesjavallavirkjun_staekkun_mat_a_umhverfisahrifum.pdf))

Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns, 2003. Virkjun á Hellisheiði. Rafstöð allt að 120 MW. Varmastöð allt að 400 MW. Mat á umhverfisáhrifum. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. ([https://www.or.is/sites/default/files/2004\\_hellisheidarvirkjun\\_mat\\_a\\_umhverfisahrifum.pdf](https://www.or.is/sites/default/files/2004_hellisheidarvirkjun_mat_a_umhverfisahrifum.pdf)).

Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns, 2005. Stækkun Hellisheiðarvirkjunar. Mat á umhverfisáhrifum. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur ([https://www.or.is/sites/default/files/2005\\_hellisheidarvirkjun\\_staekkun\\_mat\\_a\\_umhverfisahrifum.pdf](https://www.or.is/sites/default/files/2005_hellisheidarvirkjun_staekkun_mat_a_umhverfisahrifum.pdf)).

VSÓ ráðgjöf, 2007a. Bitruvirkjun allt að 135 MWe jarðvarmavirkjun. Frummatsskýrsla. (<https://www.or.is/sites/default/files/bitruvirkjun - frummatsskysla.pdf>).

VSÓ ráðgjöf, 2007b. Hverahlíðarvirkjun allt að 90 MWe jarðvarmavirkjun. Frummatsskýrsla. (<https://www.or.is/sites/default/files/hverahlidarvirkjun - frummatsskysla.pdf>).

# R3271A Hverahlíð

Virkjunarkostir til umfjöllunar í verndar- og  
orkunýtingaráætlun 3

Orkuveita Reykjavíkur / Orka náttúrunnar



Útgefandi: Orkuveita Reykjavíkur  
Kápu mynd: Emil Þór  
Útgáfudagur: Janúar 2015  
Umsjón og ábyrgð: EG

## Skráningarblað

Greinargerð nr. <b>2015-005</b>	Útgáfudagur <b>Janúar 2015</b>	Útgáfustaður <b>Reykjavík</b>		
Heiti greinargerðar				
<b>Hverahlíð</b>				
<b>Virkjunarkostir til umfjöllunar í verndar- og orkunýtingaráætlun 3</b>				
Upplag <b>pdf</b>	Fjöldi síðna <b>12</b>	Dreifing		
Höfundur/ar		Verknúmer		
<b>Einar Gunnlaugsson</b>				
Unnið fyrir	Samvinnuaðilar			
<b>Orkuveitu Reykjavíkur og Orku náttúrunnar</b>				
Útdráttur				
Tekið er saman stutt yfirlit um svæðið við Hverahlíð á Hengilssvæði fyrir verndar- og orkunýtingaráætlun 3.				
Efnisorð <b>Hengill, virkjunarkostir, rammaáætlun 3, Hverahlíð</b>	Yfirfarið <b>EG</b>			



## Efnisyfirlit

1.	INNGANGUR .....	7
2.	HELSTU KENNISTÆRÐIR.....	8
3.	STAÐHÆTTIR.....	8
4.	JARÐVARMI.....	9
5.	NÝTING.....	12
6.	LOSUN AFFALLSVATNS .....	13
7.	TILVITNANIR.....	13

## Töflur

TAFLA 1. HELSTU KENNISTÆRÐIR FYRIR JARÐVARMA VIRKJUN Í HVERAHLÍÐ .....	8
--	---

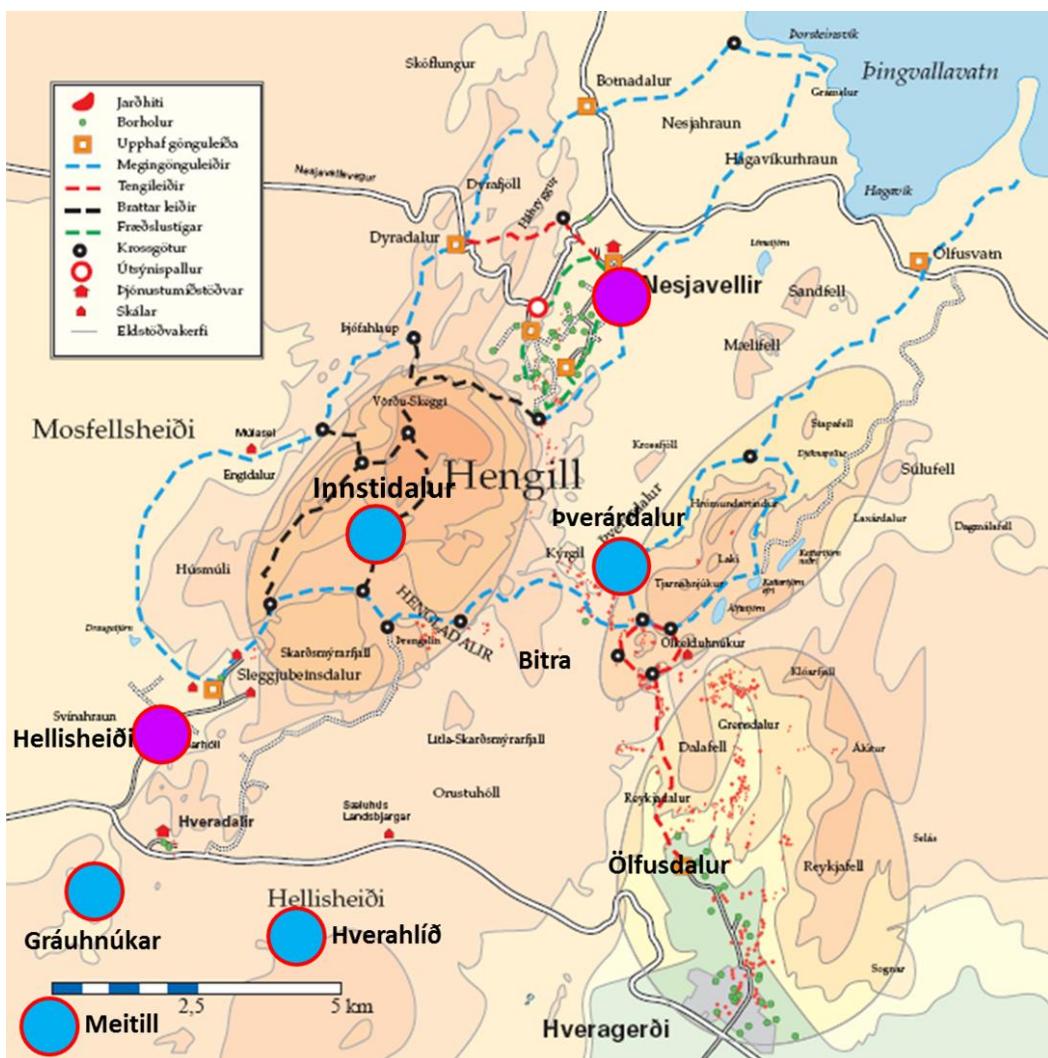
## Myndir

MYND 1. HENGILSSVÆÐIÐ OG ELDSTÖÐVA KERFIN .....	7
MYND 2. FLUGMYND AF HVERAHLÍÐARSVÆÐINU .....	9
MYND 3. BERGHITI Á 1000 M DÝPI UNDIR SJÓ (GUNNAR GUNNARSSON, 2010) .....	10
MYND 4. HVERAHLÍÐ OG NORDURHÁLSAR .....	11
MYND 5. NÚVERANDI IÐNAÐARSVÆÐI (LJÓSGRÁTT) ÁSAMT HUGSANLEGU BORHOLUSVÆÐI Á NORDURHÁLSUM (GRÁTT) .....	11
MYND 6. DREIFING LÁGVÐNÁMS OG HÁVIÐNÁMSKJARNA Á HENGILSSVÆÐI (GUNNAR GUNNARSSON ÓBIRT KORT) .....	12



## 1. Inngangur

Í þessari greinargerð er fjallað um Hverahlíð á Hengilssvæði sem Orkuveita Reykjavíkur/Orka náttúrunnar óskar eftir að tekin verði til umfjöllunar í þriðja áfanga rammaáætlunar. Staðurinn er sýndur á mynd 1. Um Hverahlíð hefur verið fjallað í mörgum skýrslum og farið hefur fram mat á umhverfisáhrifum fyrir allt að 90 MW<sub>e</sub> jarðvarmavirkjun í Hverahlíð (VSÓ Ráðgjöf, 2008, Skipulagsstofnun, 2008). Á Hverahlíðarsvæðinu hafa verið boraðar 6 vinnsluholur. Nú er unnið að tengingu Hverahlíðarsvæðisins við Hellisheiðarvirkjun.



Mynd 1. Hengilssvæðið og eldstöðvakerfin

Virkjanir á svæðinu eru sýndar með fjórlabláum hringjum en svæðin sem óskað er eftir til umfjöllunar í verndar- og orkunýtingaráætlun 3 eru sýnd með bláum hringjum.

## 2. Helstu kennistærðir

Lýst hefur verið tilhögun virkjunar við Hverahlíð í mati á umhverfisáhrifum virkjunarinnar. Þessar hugmyndir hafa breyst síðustu misserin og nú er unnið að tengingu Hverahlíðar við Hellisheiðarvirkjun. Þetta er gert til að afla uppbótargufu og skiljuvatns til rafmagns- og heitavatnsframleiðslu fyrir virkjunina. Þetta er talin hagkvæmasta lausnin til skemmi tíma litið fyrir Hellisheiðarvirkjun að nýta jarðhitann við Hverahlíð með því að tengja holur sem þar hafa verið boraðar. Með því fást upplýsingar um stærð og vinnslugetu svæðisins við Hverahlíð sem eru dýrmætar þegar kemur að því að taka ákvarðanir um framtíðarnýtingu þar.

**Tafla 1. Helstu kennistærðir fyrir jarðvarmavirkjun í Hverahlíð**

Helstu kennistærðir		Eining
Uppsett rafafl	90	MW <sub>e</sub>
Uppsett varmaafl	75	MWth
Raforka	738	GWh/ári
Nýtingatími	8200	Klst./ári
Flatarmál lágvíðnámskápu	10,2	km <sup>2</sup>
Flatarmál hávíðnámskjarna	0	km <sup>2</sup>
Flatarmál nýtingarsvæðis	13,3	km <sup>2</sup>
Flatarmál framkvæmdasvæðis	2,35	km <sup>2</sup>

## 3. Staðhættir

Svæðið sem kennt er við Hverahlíð er sunnan þjóðvegar, á suðurmörkum Hellisheiðar. Það nær vestan frá Lakahnúkum og austur undir Hurðarás. Á suðurhluta svæðisins eru Norðurhálsar og Skálafell. Mynd 2 er yfirlitsmynd yfir svæðið þar sem fram koma helstu örnefni á svæðinu.

Vestan við svæðið er Gráuhnúkasvæðið og þar suður af Meitilssvæðið. Að norðan og norðvestan er vinnslusvæði Hellisheiðarvirkjunar.

Aðkoma að svæðinu er frá Hringvegi 1 um afleggjara á móts við Gígahnúksafleggjara rétt austan Smiðjulautar. Þaðan er leiðin eftir eldri vegi yfir Hellisheiðina.

Norðan Hverahlíðar að Suðurlandsvegi er land fremur flatt og þakið mosavöxnum hraunum frá nútíma (Kristján Sæmundsson, 1995a, 1995b og 2003). Hverahlíð stendur um 50-60 metra upp úr flatlendinu og sést greinilega frá Suðurlandsvegi. Undir hlíðinni er talsvert graslendi og hverasvæði með ummynduðum jarðvegi og gufustrókum. Graslendið teygir sig upp hlíðina en efst eru klettar, skriður og laus jarðvegur.

Svæðið tilheyrir Sveitarfélaginu Ölfuss og er landið í eigu Orkuveitu Reykjavíkur.



**Mynd 2. Flugmynd af Hverahlíðarsvæðinu**

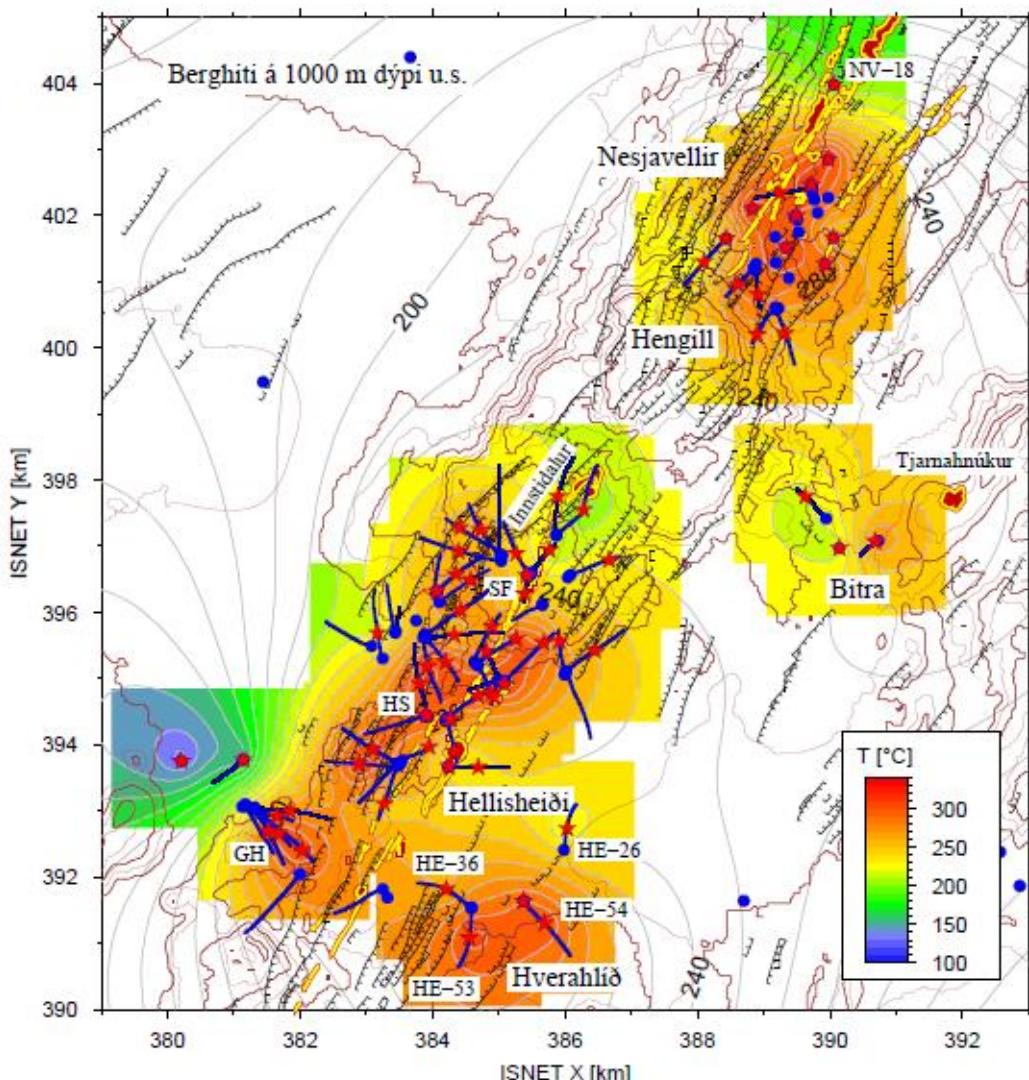
#### 4. Jarðvarmi

Yfirborðsjarðhiti er í hlíðinni sem er 50-60 m hár grágrýtisstallur. Hverirnir eru aðallega gufuhverir og leirhverir auk brennisteinshvera. Köld ummyndun teyist frá hverunum til norðausturs og suðvesturs, þannig að hitarákin öll er um 400 m löng (Kristján Sæmundsson, 2007).

Gögnin úr borholum sem boraðar voru á suðurhluta Hengilssvæðisins á árunum 2002 til 2008 þegar Hellisheiðarvirkjun var byggð og rannsóknaholur voru boraðar við Hverahlíð og Bitru bættu miklu við þekkingu manna á eðli jarðhitans á svæðinu, einkum á dreifingu hita. Meta má berghita í borholum með samtlíkun hita og þrýstimælinga. Mælingar eru gerðar á öllum stigum borunar, meðan holur eru að hitna upp eftir borun og við prófanir. Mæligögn eru notuð til að meta berghita og upphafsþrýsting á svæðinu.

Á mynd 3 má sjá áætlaðan berghita á Hengilssvæðinu á 1000 m dýpi undir sjó. Berghitinn á svæðinu einkennist af mjög afmörkuðum formum. Mikinn hita er að finna á afmörkuðum svæðum en á milli þeirra eru kaldari svæði. Áberandi hitahámörk eru á Nesjavöllum, á Hellisheiði og í Hverahlíð. Hitadreifingin er nokkuð flókin í sunnanverðum Henglinum.

Borholur við Hverahlíð sem voru stefnuboraðar til suðurs sýndu aukinn hita á því svæði (mynd 4). Þetta eru með öflugust holum á svæðinu. Botn þessara hola í suðri er nálægt jaðri lágvíðnámssvæðisins eins og það var skilgreint í skýrslu Iðnaðarráðuneytisins um innlendar orkulindir til vinnslu raforku (Iðnaðarráðuneytið, 1994). Til að fá vitneskju um stærð svæðisins er nauðsynlegt að bora rannsóknaholur uppi á Norðurhálsum. Tillögur um borun á Norðurhálsum hafa verið kynntar (mynd 5).



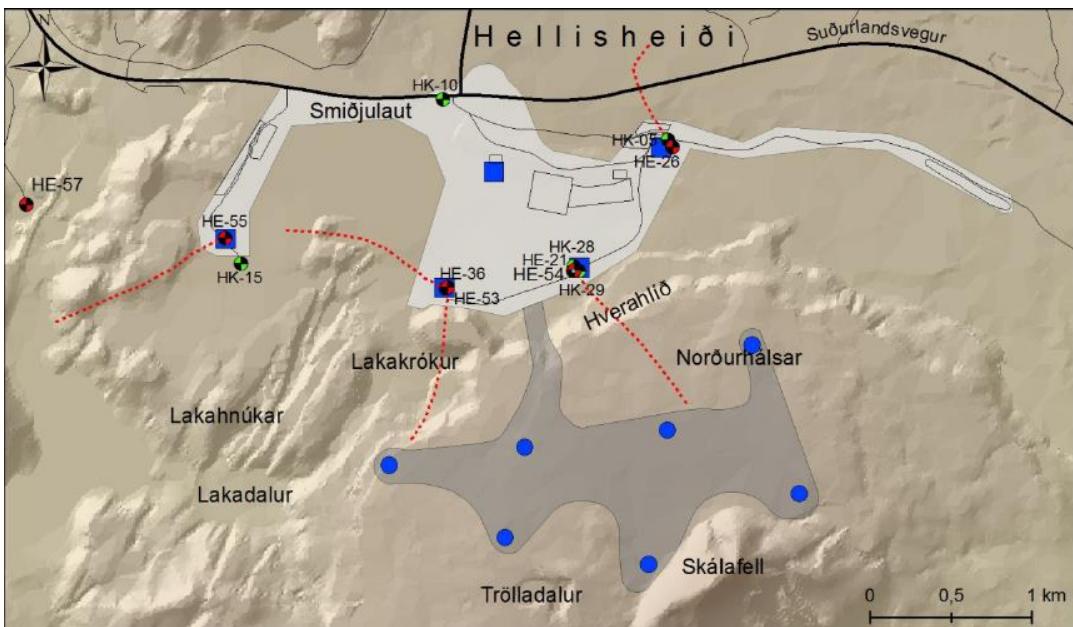
**Mynd 3. Berghiti á 1000 m dýpi undir sjó (Gunnar Gunnarsson, 2010)**

Holutoppar eru táknaðir með bláum punktum og holuferlar skáboraðra hola með bláum línum. Hitinn er metinn útfrá hitamælingum í borholum á svæðinu og sýnir rauð stjarna staðsetningu þeirra mæligilda sem notuð eru við að teikna berghitann. (Þær sýna þ.a.l. skurðpunkt þeirra hola sem berghitinn hefur verið metinn í við 1000 m jafndýptarflöt undir sjó.) Inná kortið eru einnig teknuð misgengi (kambaðar línur) og gosmenjar frá nútíma (gulbryddaðar rauðar skellur). Gráuhnúkar eru merktir með GH, Hellisskarð með HS og Skarðsmýrarfjall með SF.



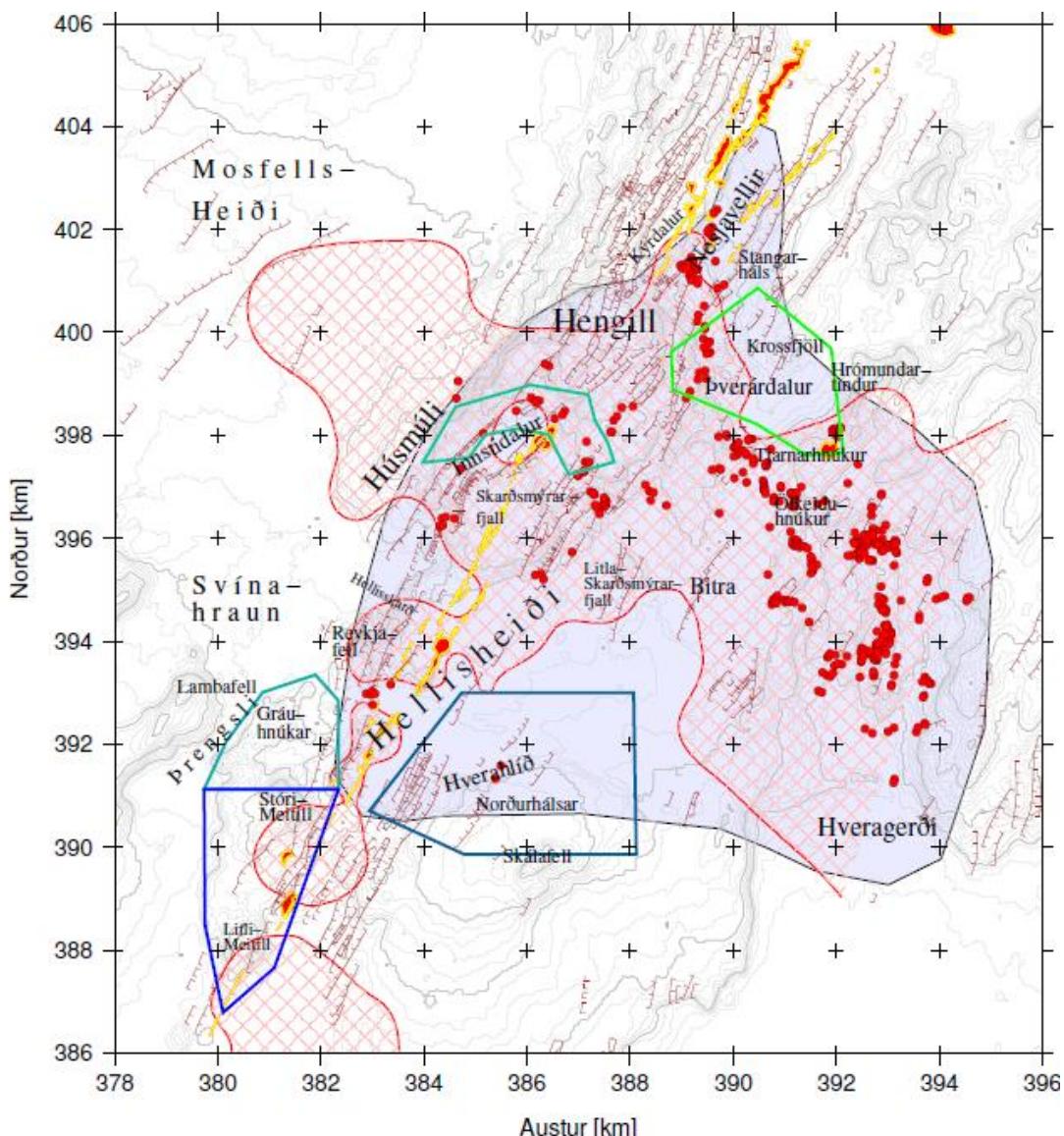
**Mynd 4. Hverahlíð og Norðurhálsar**

Brotnar línur sýna stefnur hola HE-53 og HE-54.



**Mynd 5. Núverandi iðnaðarsvæði (ljósgrátt) ásamt hugsanlegu borholusvæði á Norðurhálsum (grátt)**

Mynd 6 sýnir helstu niðurstöður viðnámsmælinga á Hengilssvæðinu, þ.e. dreifingu lágvíðnáms og háviðnámskjarna (Knútur Árnason og Ingvar Þór Magnússon, 2001, Knútur Árnason, 2007). Eins og fram kemur á myndinni er háviðnámskjarna ekki að finna á Hverahlíðarsvæðinu.



**Mynd 6. Dreifing lágviðnáms og háviðnámskjarna á Hengilssvæði (Gunnar Gunnarsson óbirt kort)**

Dreifing lágviðnáms er sýnt með gráum flekk, hátt viðnám neðan lágviðnáms er sýnt með rauðri skástriðun. Jarðhiti á yfirborði er sýndur með rauðum deplum. Sprungur og misgengi sem sjást á yfirborði eru sýnd með rauðlitum línum. Blá- og grænlitaðar útlínur tákna afmörkun mismunandi nýtingarsvæða.

## 5. Nýting

Í Rammaáætlun 2 var gert ráð fyrir að nýting jarðhita í Hverahlíð yrði tilkomin með nýrri virkjun í Hverahlíð. Uppsett afl virkjunarinnar er áætlað allt að  $90 \text{ MW}_e$  og framleiðsla á raforku í virkjuninni átti að hefjast árið 2010. Boraðar hafa verið 6 holur sem samtals gefa um  $45 \text{ MW}$  samkvæmt aflmælingum. Nú liggar fyrir að gufa úr núverandi holum í Hverahlíð verði nýtt fyrst um sinn sem uppbótargufa fyrir Hellisheiðarvirkjun. Jarðhitavinnslan í Hverahlíð fyrir Hellisheiðarvirkjun mun veita góðar upplýsingar um hegðun og getu jarðhitakerfisins í Hverahlíð og undirbyggja þannig ákvörðun um frekari nýtingu jarðhita á svæðinu. Áætlað er að gufa úr Hverahlíð verði komin í nýtingu í Hellisheiðarvirkjun í byrjun árs 2016, eftir að byggingu Hverahlíðarlagnar lýkur. Þegar ákvörðun liggar fyrir um frekari uppbyggingu jarðhitánýtingar í Hverahlíð er ólíklegt að

það verði gert með byggingu virkjunar í Hverahlíð, en með tilkomu Hverahlíðarlagnar er líklegast að orkan úr Hverahlíð verði nýtt í viðbótarhverflum í Hellisheiðarvirkjun. Allt að 75 MW<sub>th</sub> varmaframleiðsla væri möguleg í varmastöð Hellisheiðarvirkjunar samhliða raforkuvinnslunni.

Vegna efnasamsetningu jarðhitavökvars í Hverahlíð reynist nauðsynlegt að halda háum þrýstingi á tvífasa jarðhitavökva að skiljustöð í Hverahlíð. Eftir gufuskiljun er, af hagkvæmnissjónarmiðum við innkaup á lagnaefni, felldur niður þrýstingur í Hverahlíð úr 18 bar<sub>a</sub> í 10 bar<sub>a</sub>, sem er nálægt veituþrýstingi Hellisheiðarvirkjunar. Til að auka nýtni á vinnslu gufunnar úr Hverahlíð er hægt að nota bakþrýstihverfil til að fella niður þrýstinginn í Hverahlíðarlögn í stað stjórnloka. Ef af því yrði mundi bakþrýstihverfill vera staðsettur í Hverahlíð við hlið skiljustöðvar og myndi skila 6 MW<sub>e</sub> í aukna framleiðslu úr gufunni. Núverandi hönnun Hverahlíðarlagnar gerir ráð fyrir notkun stjórnloka í þessu skyni og er því um að ræða breytingu frá því sem áður hefur verið fyrirhugað.

## 6. Losun affalsvatns

Þar sem vatn og gufa verður flutt til Hellisheiðarvirkjunar mun losun affalsvatns sem til fellur frá Hverahlíð vera með sama hætti og nú er gert í Hellisheiðarvirkjun, þ.e. með niðurdælingu á vinnslusvæði Hellisheiðarvirkjunar. Ef reynslan af nýtingu svæðisins við Hverahlíð sýnir að niðurdæling sé nauðsynleg á því svæði, til að styðja við vinnsluna þar til langt tíma og halda uppi þrýstingi, þá er mögulegt að dæla affalsvatni frá Hellisheiðarvirkjun upp í Hverahlíð, þar sem það svo færí í niðurdælingu. Líklegast yrði þá lögð lögn fyrir affalsvatn frá Gráuhnúkum að niðurrennslissvæði við Hverahlíð.

## 7. Tilvitnanir

Gunnar Gunnarsson, 2010. Spá um viðbrögð jarðhitakerfisins á Hellisheiði við vinnslu. Orkuveita Reykjavíkur skýrsla 2010-9.

Iðnaðarráðuneytið, 1994. Innlendar orkulindir til vinnslu raforku.

Knútur Árnason og Ingvar Þór Magnússon, 2001. Jarðhiti við Hengil og á Hellisheiði. Niðurstöður viðnámsmælinga. Orkustofnun skýrsla OS-2001/091.

Knútur Árnason, 2007. TEM-viðnámsmælingar á Hengilssvæði 2006 og tillaga að rannsóknarborunum við Eldborg. ÍSOR-2007/005.

Kristján Sæmundsson, 1995a. Hengill, jarðfræðikort (berggrunnur) 1:50.000. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Landmælingar Íslands.

Kristján Sæmundsson, 1995b. Hengill, jarðhiti, ummyndun og grunnvatn 1:25.000. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Landmælingar Íslands.

Kristján Sæmundsson, 2003. Hellisheiðarvirkjun jarðfræðilegar aðstæður á virkjunarsvæði. Íslenskar Orkurannsóknir. Greinargerð KS 03/02. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Kristján Sæmundsson, 2007. Hverahlíð. Jarðfræðilegar aðstæður á vænlegu virkjunarsvæði. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. ÍSOR-06257.

Skipulagsstofnun, 2008. Hverahlíðarvirkjun allt að 90 MW<sub>e</sub> jarðvarmavirkjun. Álit Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum.

VSÓ Ráðgjöf, 2008. Hverahlíðarvirkjun. Allt að 90 MW<sub>e</sub> jarðvarmavirkjun. Matsskýrsla. [https://www.or.is/sites/default/files/sk080325-hv\\_matsskyrsla.pdf](https://www.or.is/sites/default/files/sk080325-hv_matsskyrsla.pdf)