



Þeistareykir

Um grunnvatn og frárennslisvatn

Þórólfur H. Hafstað

Unnið fyrir Landsvirkjun Power

Greinargerð
ÍSOR-10020

Verknr.: 522016
7. febrúar 2010

ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkugarður, Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1699
Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1599
isor@isor.is – www.isor.is

Þeistareykir

Um grunnvatn og frárennslisvatn

Inngangur

Hér verður stiklað á stóru um grunnvatnsathuganir sem gerðar hafa verið á Þeistareykjum síðastliðinn áratug og sem Íslenskar Orkurannsóknir hafa komið að með einum eða öðrum hætti. Einnig verður niðurstaða grunnvatnslíkans Vatnaskila skoðuð og reynt að leggja mat á hvort afrennslisvatn frá fyrirhugaðri háhitavirkjun muni geta haft áhrif á grunnvatnið, ekki síst með tilliti til kælivatnsvinnslu.

Farið var að huga að grunnvatnsmálum á Þeistareykjasvæðinu um leið og skipulegar rannsóknir á háhitasvæðinu hófust. Á níunda áratug síðustu aldar var gerð tilraun til að finna dýpi niður á grunnvatnsborð með jarðeðlisfræðilegum mælingum (Gestur Gíslason ofl. 1984). Þá var bent á hugsanlegt vatnsvinnslusvæði, sem raunar er alls ekki fjarri núverandi skolvatnsvinnsluholum. Þegar leið að því að farið yrði að bora eftir jarðhita þurfti því fyrst að bora eftir skolvatni, því ljóst þótti að tjörninn norðan við Bæjarfjallið sýndi ‚falskt grunnvatnsborð‘ og myndi ekki duga við háhitaborun. Sumarið 1999 voru því boraðar þrjár könnunarholur og í þeim kom fram að grunnvatnið vestan og norðan við Bæjarfjall var blandað jarðhitavatni og volgt vatn flaut ofan á kaldara grunnvatni. Einnig varð ljóst að vatnsborð var á um 100 m. dýpi (Þórólfur H. Hafstað 1999 og 2000). Í framhaldi af því voru gerðar skolvatnsvinnsluholur, sem nú gefa volgt vatn, tæplega 30°C. Þess háttar vatn hentar borverki vel, en við rekstur á væntanlegu orkuveri þarf helst að hafa aðgang að kaldara vatni.

Upplýsingar um grunnvatnsstöðu á Þeistareykjasvæðinu urðu strax afar þýðingarmiklar við fyrstu gerðir grunnvatnslíkans milli Jökulsár á Fjöllum og Skjálfandafljóts og nýttist að nokkru leyti í reiknilíkani fyrir Mývatnssveit (Verkfræðistofan Vatnaskil 1999). Einnig gafst tækifæri til að sýna á nokkuð sannfærandi hátt hve mikið náttúrulegt afrennslis háhitavatns frá Þeistareykjavæðiðnu hafði á hitastig grunnvatns norður í Kelduhverfi (Halldór Ármannsson 2004, Þórólfur H. Hafstað 1989).

Aftur var farið af stað með verkefni til að gera betri grein fyrir grunnvatnsaðstæðum við Þeistareyki og t.a.m. var gerð metnaðarfull áætlun um hvað þyrfti að gera á svæðinu og þá tekið mið af því sem gert hafði verið á öðrum stöðum, þar sem verið var að reisa varmaorkuver (Ingibjörg Kaldal o.fl. 2006). Ekki varð af frekari rannsókn á vettvangi en treyst á staðþekkingu eldri manna og gömul gögn. „Markmiðið var að fá sem nákvæmastar upplýsingar um grunnvatnsstrauma með það fyrir augum að þekkingin á grunnvatninu tryggi að framkvæmdir við orkuöflun á svæðinu hafi sem minnst umhverfisáhrif. Þar er fyrst og fremst verið að hugsa um áhrif affallsvatns frá jarðhitavirkjunum. Framlag ÍSOR var fólgið í því að afla nauðsynlegra gagna, sem varða jarðfræðilega þætti; meta líklega vatnsleiðni og sprungulekt, sem og almennt grunnvatnsfar á svæðinu. Þessi gögn verða svo færð í hendur Verkfræðistofunnar Vatnaskila, sem reiknar grunnvatnslíkanið sjálft“ (Kristján Sæmundsson o.fl. 2007).

Þannig hefur lengstum verið staðið að gerð grunnvatnslíkana hérlandis og alltaf hafa verið góð samskipti milli ÍSOR og Vatnaskila.

Framlag ÍSOR til reiknilíkansins milli Jökulsár og Skjálandaflióts er sýnt í viðauka 2 (Kristján Sæmundsson o.fl. 2007). Þetta eru þau vatnajarðfræðilegu frumdrög, sem notuð eru ásamt áreiðanlegum úrkomu- og afrennslisgögnum og eru nauðsynleg til að smíða gott grunnvatnslíkan. Þetta er annars vegar bergskrokkakort og á hinn bóginn kort, sem sýnir áætlaða misleitni (anisotrophy). Bergskrokkakortið er fyrst og fremst byggt á yfirborðsjarðfræði og borholugögnum, þar sem hægt er. Það sýnir áætlaða leiðni (transmissivity) jarðlaganna og er reynt að láta það gilda sem best um 100 metra niður fyrir grunnvatnsborð. Þarna er víða mjög djúpt niður á vatnsborð og sums staðar getur verið snúið að geta sér til um jarðlagalekt á 200–300 metra dýpi. Misleitnikortið sýnir á hinn bóginn fyrst og fremst áhrif sprungusveima, sem í stórum dráttum rista svæðið frá suðri til norðurs.

Flest mæligögnin eru fengin út frá beinum mælingum á t.a.m. úrkomu og hita, en um þau jarðfræðilegu gilda oftast nær miklu meira ágiskanir um vatnsleiðni einstakra jarðmyndana og ekki síður getur mat á misleitni grunnvatnsstreymis verið flókið á svæðum, þar sem háhitavirkni er ríkjandi. Fyrstu keyrslur á reiknilíkaninu (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007) sýndu að þörf var á áreiðanlegri mæligögnum og líklega mun markvissari uppstillingu reiknilíkansins (Þórólfur H. Hafstað 2007a,b,c). Aflað var úrkomukorts af Tjörnnessvæðinu frá Veðurstofu og nýrra rennslismælinga, t.a.m. í Lónsós (Sigurður P. Ásólfsson 2007), sem bætti lokaútgáfu líkansins verulega (Verkfræðistofan Vatnaskil 2008).

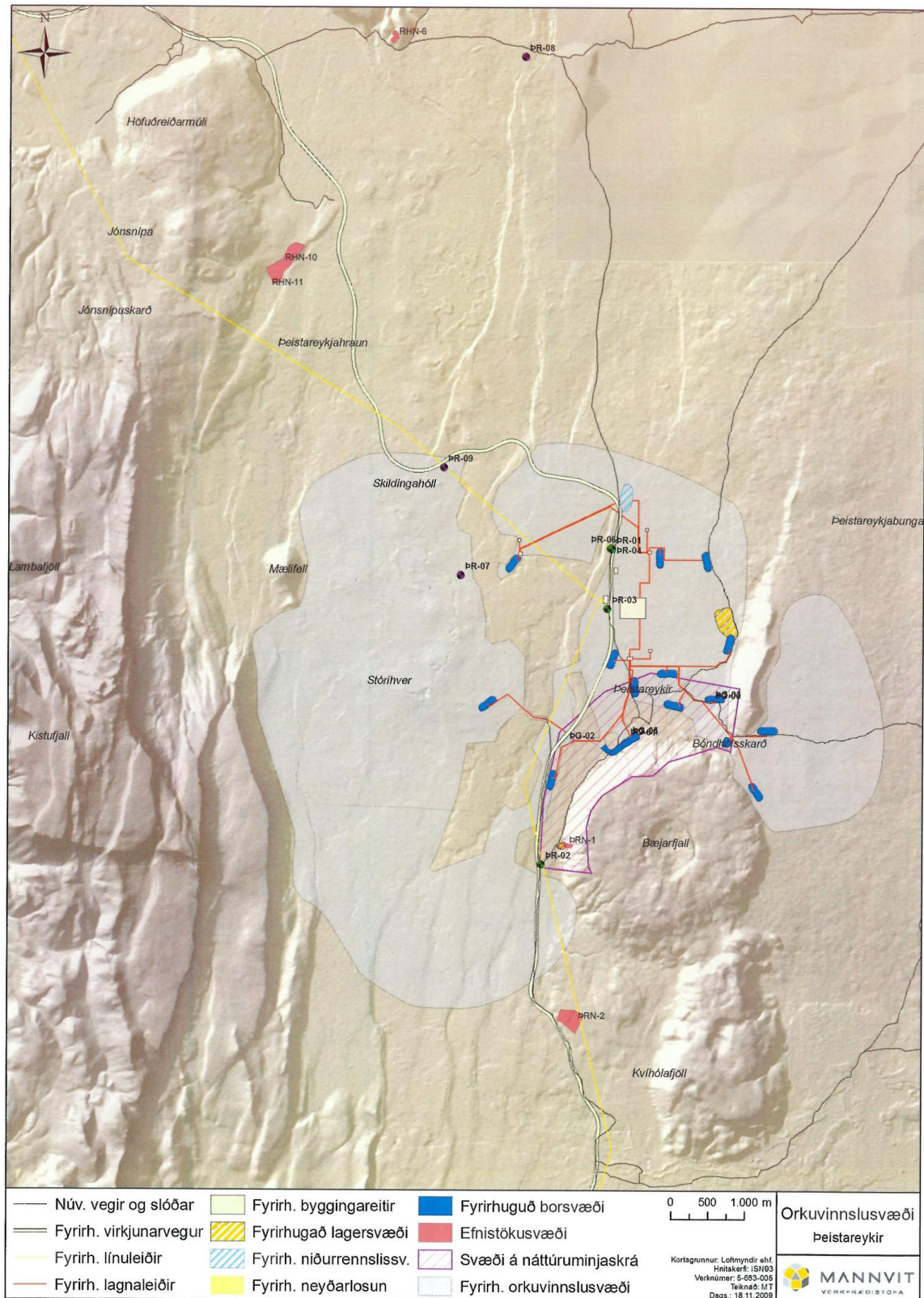
Grunnvatnshiti við Þeistareyki

Staðsetning á fyrirhuguðum förgunarstað er sýndur á mynd 1 og áformaður vinnslustaður er í grennd við holuna ÞR-09. Áætluð kaldavatnspörf virkjunar á Þeistareykjum er 100 L/s Hiti í holu ÞR-09 var mældur um 7½°C í vetur og hitinn í efri hluta ÞR-07 þar suður af hefur mælst á svipuðu róli (sjá viðauka 1). Grunnvatnshiti við norðvesturhorn Bæjarfjalls er allt að því að vera við suðumark og víða rýkur úr gjám í Borgarhrauninu vestan við fjallið (mynd 2). Tafla 1 sýnir yfirlit um holurnar.

Tafla 1. Rannsóknar- og ferskvatnsvinnsluholur við Þeistareyki.

Nafn	númer	X	Y	dýpi bor	borár hiti
ÞR-01	b: 60361	592725	601614	133 m Hrímnir	1999 27°
ÞR-02	b: 60362	591779	597277	102 m Hrímnir	1999 >80°
ÞR-03	b: 60363	592666	600791	140 m Hrímnir	1999 >70°
ÞR-04	b: 60364	592725	601614	151 m Ýmir	2000 27°
ÞR-05	b: 60365	592708	601626	150 m Ýmir	2003 27°
ÞR-06	b: 60366	mistókst, er hjá ÞR-04		73 m Ýmir	2003 --
ÞR-07	b: 60367	590672	601247	150 m*Karl Gustav	2007 10°
ÞR-08	b: 60368	591519	608366	72 m Karl Gustav	2007 2°
ÞR-09	b: 60369	590436	602733	110 m Trölli	2008 7½°

Í töflu 1 er sýndur ‚einkennishiti‘ í holunum. ÞR-07 var kjarnaboruð áfram í 459 m. Enn eru mismunandi skoðanir á nöfnum á ÞR-05 og ÞR-06, sem þó varla skipta máli.



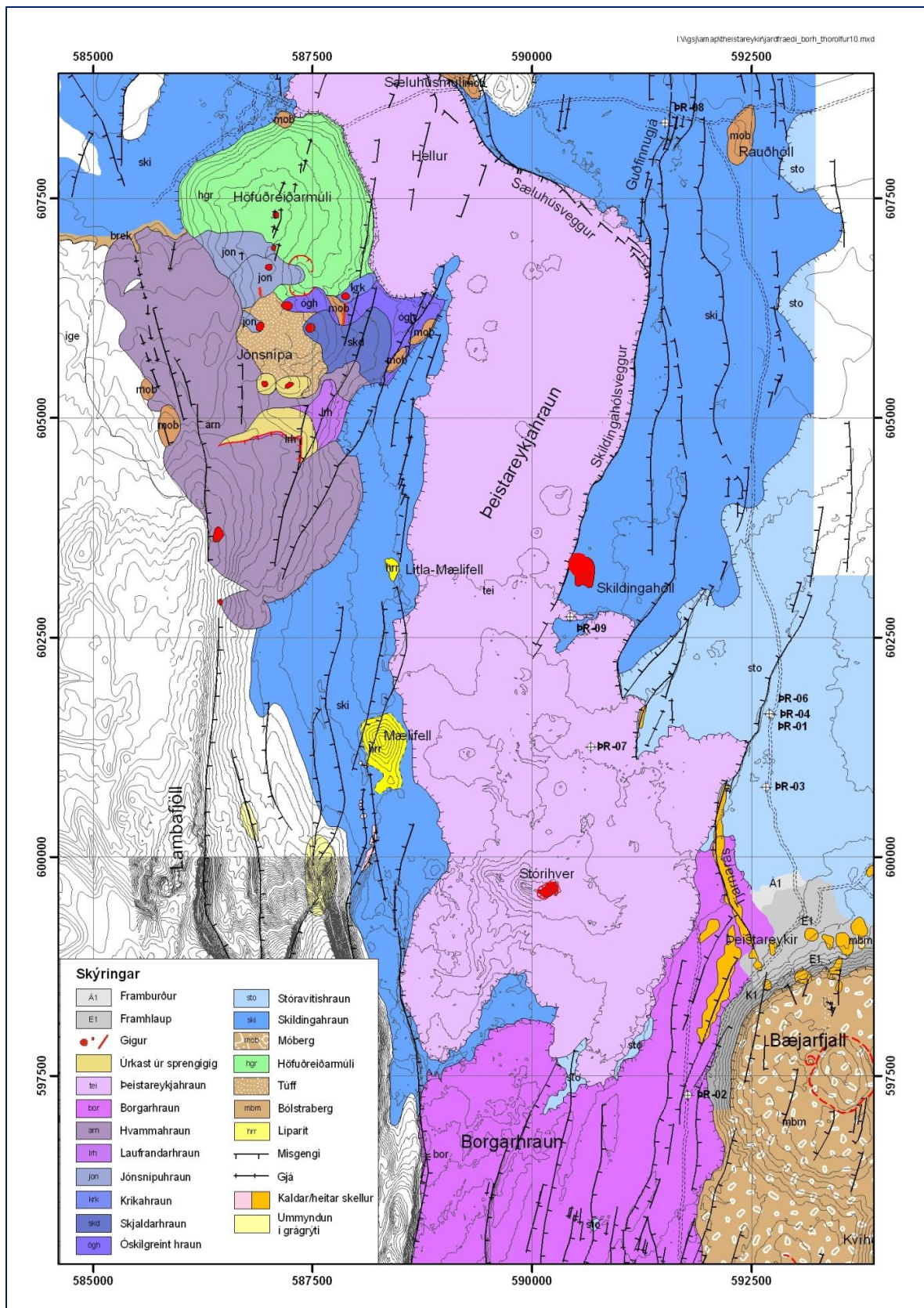
Mynd 1. Peistareykir. Niðurrennslistsvæði er nærri núverandi skolvatnsskolvatnsholum.

Jarðhitinn er talinn hafa umtalsverð áhrif á hita efst í grunnvatninu og hlý tunga teygir sig langt norður eftir sprungusveimnum og allt norður í Lón í Kelduhverfi eins og sýnt er á mynd 3 (Verkfræðistofan Vatnaskil 2009).

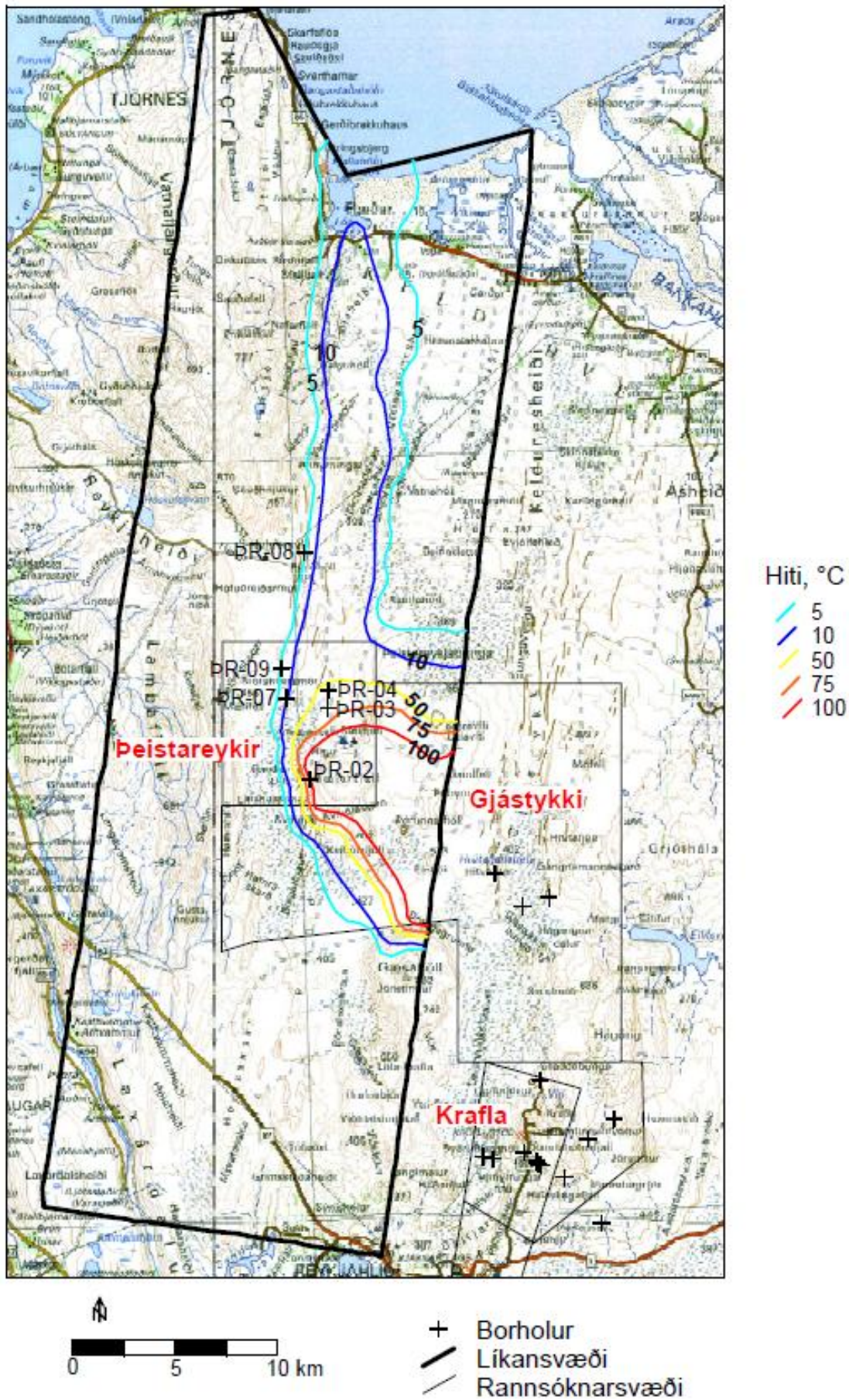
Gerð hefur verið grein fyrir jarðfræðinni á Þeistareykjum nýlega (Kristján Sæmundsson 2007) og verður ekki farið frekar út í þá sálma hér, en vakin athygli á hinum áberandi sprungum, sem rista svæðið með norð-norð austlæga stefnu (mynd 2). Hér þýðir það mikla misleitni, sem stýrir jarðhitamenguninni til norðurs af svæðinu. Á sama hátt er vonast til að misleitnin hindri volga vatnið í því að dragast að kaldavatsvinnsluholum. Gert hefur verið ráð fyrir að vinnslan yrði í grennd við ÞR-09 við Skildingahól. Hitamælingin núna í vetur gæti bent til þess, að lítils háttar jarðhitamengun sé í grunnvatninu þar. Samkvæmt reiknilíkaninu er talið að við 100 l/s dælingu úr holu þarna yrðu litlar sem engar breytingar á hitamyndinni og að hitinn í holunni mundi haldast óbreyttur (viðauki 1).

Niðurstaða grunnvatnslíkansins á mynd 3 sýnir mjög afgerandi hvernig gjárnar og sprungustefnan á svæðinu almennt stýra framrás grunnvatnsins. Þar hefur verið gert ráð fyrir að grunnvatnshiti vestan Guðfínnugjár, sem hér heitir líka Skildingahólsveggur, sé um 4°C, en í holu ÞR-08 norður við vegamótin, hefur hann mælst vera enn lægri (viðauki 1). Þetta kalda vatn á að hluta til uppruna sinn af Lambafjallasvæðinu og er að minna leyti ættað úr suðri, en þaðan er meiri hætta á jarðhitamengun grunnvatns. Þess vegna þykir ekki fráleitt að álykta a von sé á kaldara vatni vestan Guðfínnugjár heldur en nú mælist í ÞR-09. Það er talið að vatnið sé e.t.v. 3° kaldara og þar er enn minni hætta á að draga að velgjuvatn af Stórahverssvæðinu. *Mælt er með því að borað verði vestan Guðfínnugjár, skammt vestur af ÞR-09, með það fyrir augum að flytja vatnsnámið þangað ef þar er kaldara vatn að fá.*

Grunnvatnslíkan Vatnaskila var einnig notað til að kanna hvaða áhrif grunnförgun skiljuvatns frá fyrirhugaðri virkjun á Þeistareykjum hefði almennt á grunnvatn á svæðinu. Áætlað er að til falli um 320 l/s af skiljuvatni og að þessu vatni verði fyrir komið á einum eða tveimur stöðum (mynd 1). Skiljuvatnið á að leiða 300 m. niður, en það er töluvert neðan við sjávarmál, þannig að ekki er hætta talin á að heita og léttu vatnið fljóti ofan á kalda grunnvatninu. Niðurstaða líkanreikninga er að mínu viti nokkuð sannfærandi og sýnir að áhrifa gætir aðeins tvo km. út frá niðurrennslisholum.



Mynd 2. Jarðfræðikort af Þeistareykjasvæðinu. Áberandi er hve lítið er um sprungur og gjár í Þeistareykjahrauni, enda er það yngst. Sprungurnar valda mikilli misleitni. Vitað er að volgt vatn er í að gjám milli Lambafjalla og Bæjarfjalls (Kristján Sæmundsson 2007).

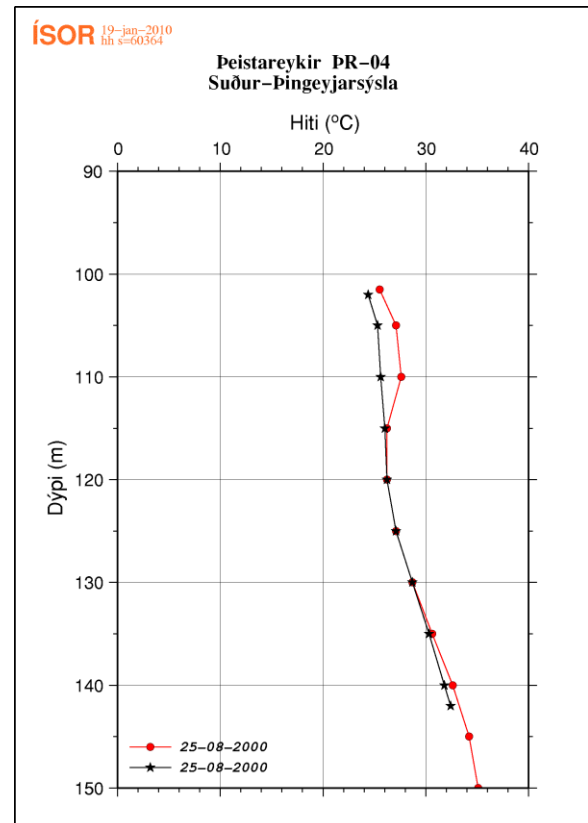
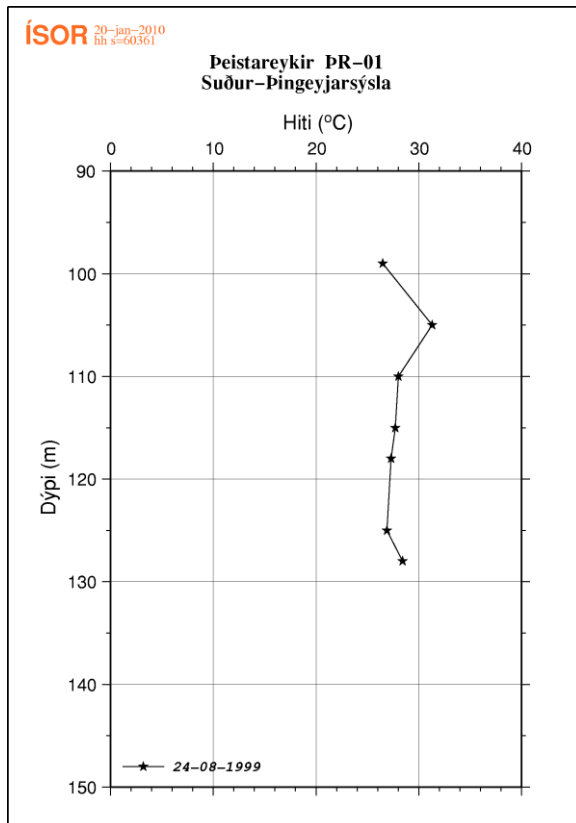


Mynd 3. Hitadreifing í grunnvatni á Peistareykjasvæðinu (Verkfræðistofan Vatnaskil 2009).

Heimildir

- Ingibjörg Kaldal og Benedikt Steingrímsson 2006.* Grunnvatnslíkan af gosbeltinu norðan Kröflu. Áætlun um vinnu ÍSOR við gagnaöflun. Minnisblað ÍSOR 10. maí 2006. 5 s.
- Gestur Gíslason, Gunnar Johnsen, Halldór Ármannsson, Helgi Torfason, og Knútur Árnason 1984.* Þeistareykir - Yfirborðsrannsóknir á háhitasvæðinu. Orkustofnun, OS-84089/JHD-16. 134 s.
- Halldór Ármannsson 2004.* Chemical aspects of exploration of the Theistareykir high temperature geothermal area, N-E Iceland. Í: Water Rock Interaction vol. 1. 4 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson 2007.* Grunnvatnsrannsóknir á Norðausturlandi. Háskólinn á Akureyri. Skýrsla Viðskipta- og raunvísindadeildar. 51 s.
- Kristján Sæmundsson, Þórólfur H. Hafstað 2007.* Norðausturgosbeltið. Grunnvatn, bergskrokkar og misleitni. Framlag til grunnvatnslíkans af gosbeltinu norðan við Kröflu. Greinargerð ÍSOR-07072. 13 s.
- Kristján Sæmundsson 2007.* Jarðfræðin á Þeistareykjum. Greinargerð ÍSOR-07270. 23 s.
- Sigurður P. Ásólfsson 2007.* Húsavík - Kelduhverfi. Vatnamælingar október 2007. Landsvirkjun, minnismiði. Mál 24.1.
- Verkfræðistofan Vatnaskil 1999:* Mývatn. Grunnvatnslíkan af vatnasviði Mývatns. Unnið fyrir Landsvirkjun. 99.10. 83 s
- Verkfræðistofan Vatnaskil 2007:* Norðausturland. Framvinduskýrsla um gerð grunnvatnslíkans í gosbeltinu norðan við Kröflu. Unnið fyrir Landsvirkjun. 07.18. 52 s.
- Verkfræðistofan Vatnaskil 2008.* Norðausturland Lokaskýrsla um gerð grunnvatnslíkans í gosbeltinu norðan við Kröflu. Unnið fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf. Júní 2008. 08.03
- Verkfræðistofan Vatnaskil 2009 (Eric M. Myer):* Þeistareykir. Dreifing efna í grunnvatni við grunnförgun skiljuvatns. Unnið fyrir Landsvirkjun Power og Þeistareyki ehf. 09.12. 53 s.
- Þórólfur H. Hafstað 1989:* Öxarfjörður. Grunnvatnsathuganir 1987-1988. Framlag til sérverkefnis í fiskeldi. Orkustofnun, OS-89039/VOD-08B. 25 s.
- Þórólfur H. Hafstað 1999:* Þeistareykir. Um ferskvatnsöflun. Orkustofnun, greinargerð, ÞHH-99/03 4 s.
- Þórólfur H. Hafstað 2000.* Þeistareykir. Borun ferskvatnsholu. Orkustofnun, greinargerð, ÞHH-2000/14 11 s.
- Þórólfur H. Hafstað 2007a.* Norðausturgosbeltið. Skrá um nokkur lindasvæði. Minnisblað ÞHH í maí 2007, 1 s.
- Þórólfur H. Hafstað 2007b.* Um hugsanlega rennslismælingastaði í Kelduhverfi. Minnisblað ÞHH 2. september. 1 s.
- Þórólfur H. Hafstað og Kristján Sæmundsson 2007c.* Um borholur í Kelduhverfi. Minnisblað ÞHH og KS 16. ágúst. 3 s.
- Þórólfur H. Hafstað 2007: Þeistareykir.* Um öflun kælivatns. Minnisblað ÞHH 16. ág. 3 s.
- Þórólfur H. Hafstað 2007: Þeistareykjasvæðið.* Um holuheiti og þar af leiðandi staðsetningarugl. Minnisblað ÞHH 31. október. 2 s.

Viðauki 1. Hitamælingar í könnunarholum við Þeystareyki

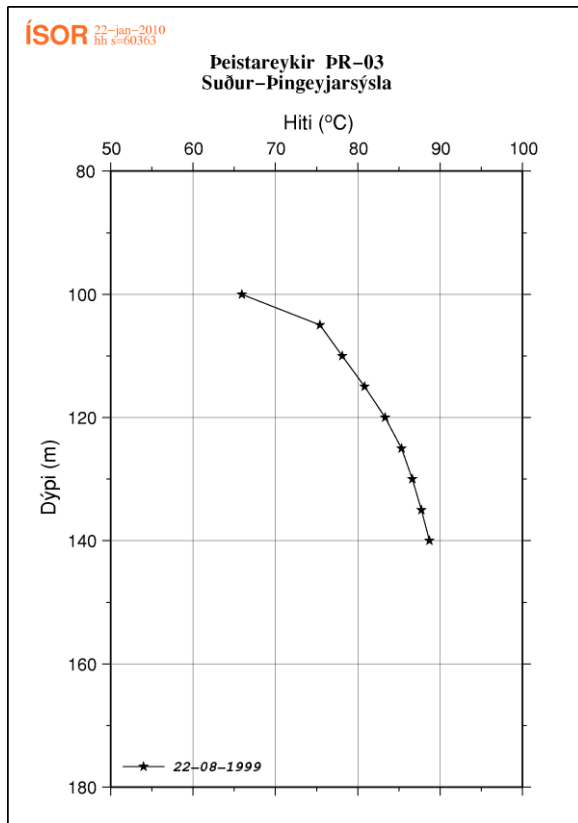


Holan **ÞR-01** var boruð með Hrímnri frá Jarðborunum árið 1999 í tilraunaskyni, þegar leitað var að stað fyrir skolvatns-töku. Hún er við vegslóðann, ríflega tvo km. norðan við hitasvæðið. Holan er fóðruð með 6 $\frac{5}{8}$ " stálfóðringu í 3 m (Odex) og síðan var borað með 5 $\frac{1}{2}$ " DTH-lofthamri í 132 m. Þar var tekinn 1,4 m. langur kjarnastubbur (NQ), þar sem að nær ekkert svarf hafði fengist. Var ráðið af kjarnanum að þar væri vel vatnsgefandi grágrýti og borun hætt. Dýpi niður á vatn er þarna um 100 m. og hiti vatnsins þótti vera ásættanlegur til að nota það í skolvatn.

Holan ÞR-02 er við vegslóðann vestan undir Bæjarfjallinu. Hún er 102 m. djúp og rétt náði ofan í vatn sem reyndist vera við suðumark. Engin hitamæling finnst þó í gagnasafninu.

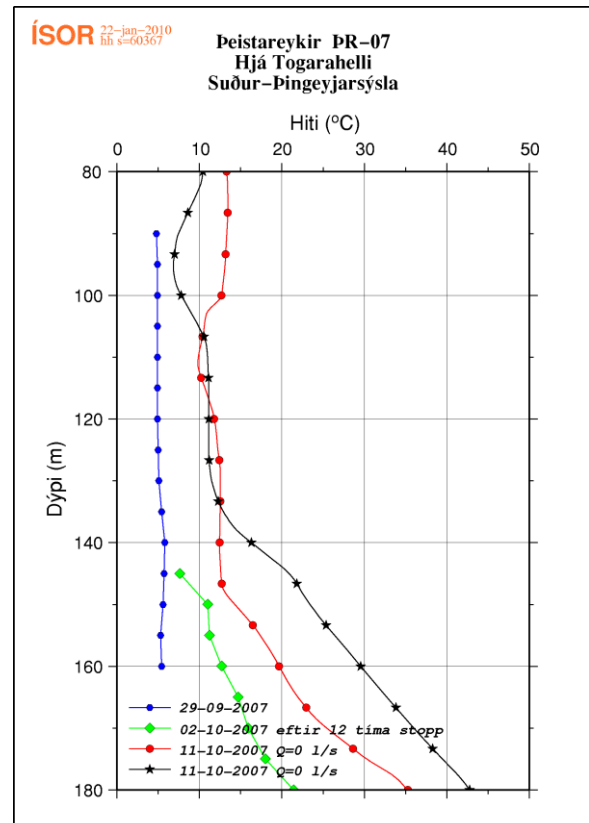
Hola **ÞR-04** var boruð sem vinnsluhola með Ými frá Jarðborunum árið 2000. Hún er á sama plani og ÞR-01. Holan er fóðruð með 10 $\frac{3}{4}$ " fóðringu (Holte) Meiningin var að bora fóðurrörið í 130 m. og voru neðstu 30 m. því raufaðir. En í 100 m. brotnaði slaghringurinn og var holan boruð áfram með 9 $\frac{7}{8}$ " DTH-lofthamri niður í 151 m. Aðeins náðist lítið vatn upp með loftdælingu en með djúpdælu eru afköstin í góðu lagi. Dælan er að neðan við fóðringarenda, en þar virðist berg standa ágætlega og vera vel vatnsgefandi.

Á sama plani er einnig vinnsluholan ÞR-05 boruð og er, ásamt ÞR-04, aðal skolvatnsvinnsluholan á Þeystareykja-svæðinu. ÞR-06 misheppnaðist og náði aldrei í vatn.

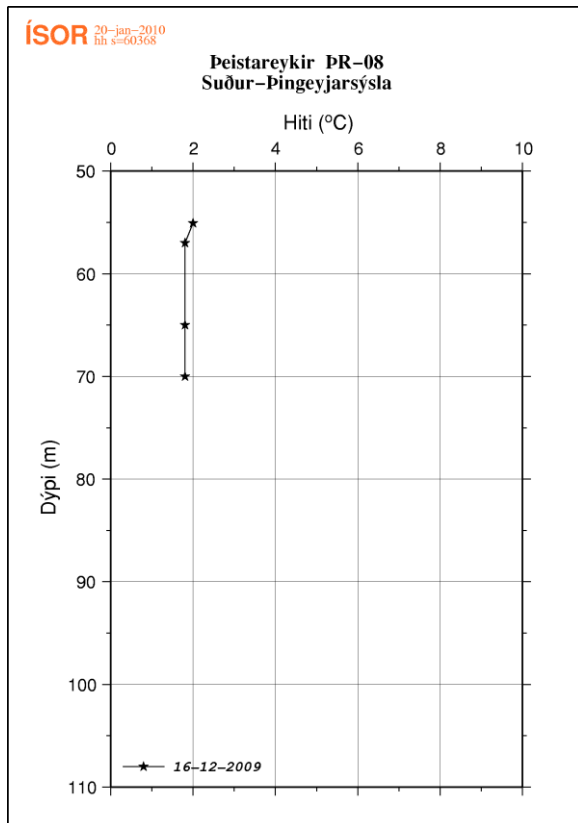


Holan **ÞR-03** er um kílómetra sunnan við ÞR-01, einnig við veginn og boruð með Hrímnri árið 1999. Hún er með 6⁵/₈" fóðringu í 3 m (Odex) og niður úr var borað með 5¹/₂" DTH-lofthamri í 140 m. Þarna eru um 100 m. niður á vatnsborð. Eins og hitamælingin ber með sér er botnhitinn kominn í tæpar 90°C og þess vegna er svæðið ekki nothæft sem skolvatnstölusvæði.

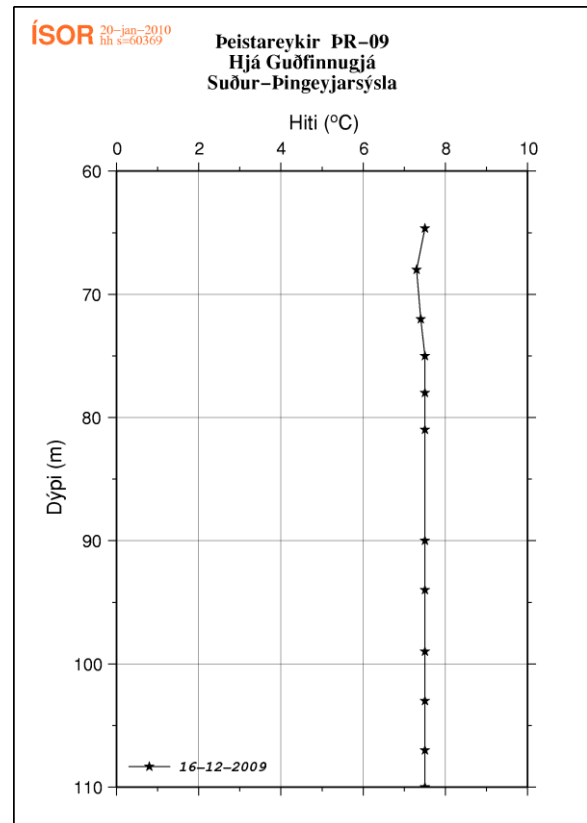
Engin hitamæling er til úr ÞR-02, sem er norðvestanundir Bæjarfjalli. Fram kemur í borskýrslu að þar hafi verið komið í 90 – 100°C heitt vatn.



Hola **ÞR-07** er um tvo kílómetra vestur af skolvatnsholuplaninu og ÞR-03. Hér er aðeins sýndur efsti hlutinn af hitaferlunum, en hola var boruð sem hitastigulshola með tveimur af borum Ræktó, fyrst Karli Gustav í 150 m. og þar tók kjarnaborun við. Ekki eru upplýsingar um fóðringar en ein mæling gefur upp vatnsborð á um 80 m. dýpi. Eins og sést er dálítið ósamræmi milli mælinganna en líkast til er vatnið um 12°C niður á um 140 m. dýpi. Fyrsta mælingin er efalaust trufluð af skolvatni og óútskýrður er munurinn á tveimur síðustu mælingunum. Hæstur hefur hiti mælst á 400 m. dýpi; 140°C.

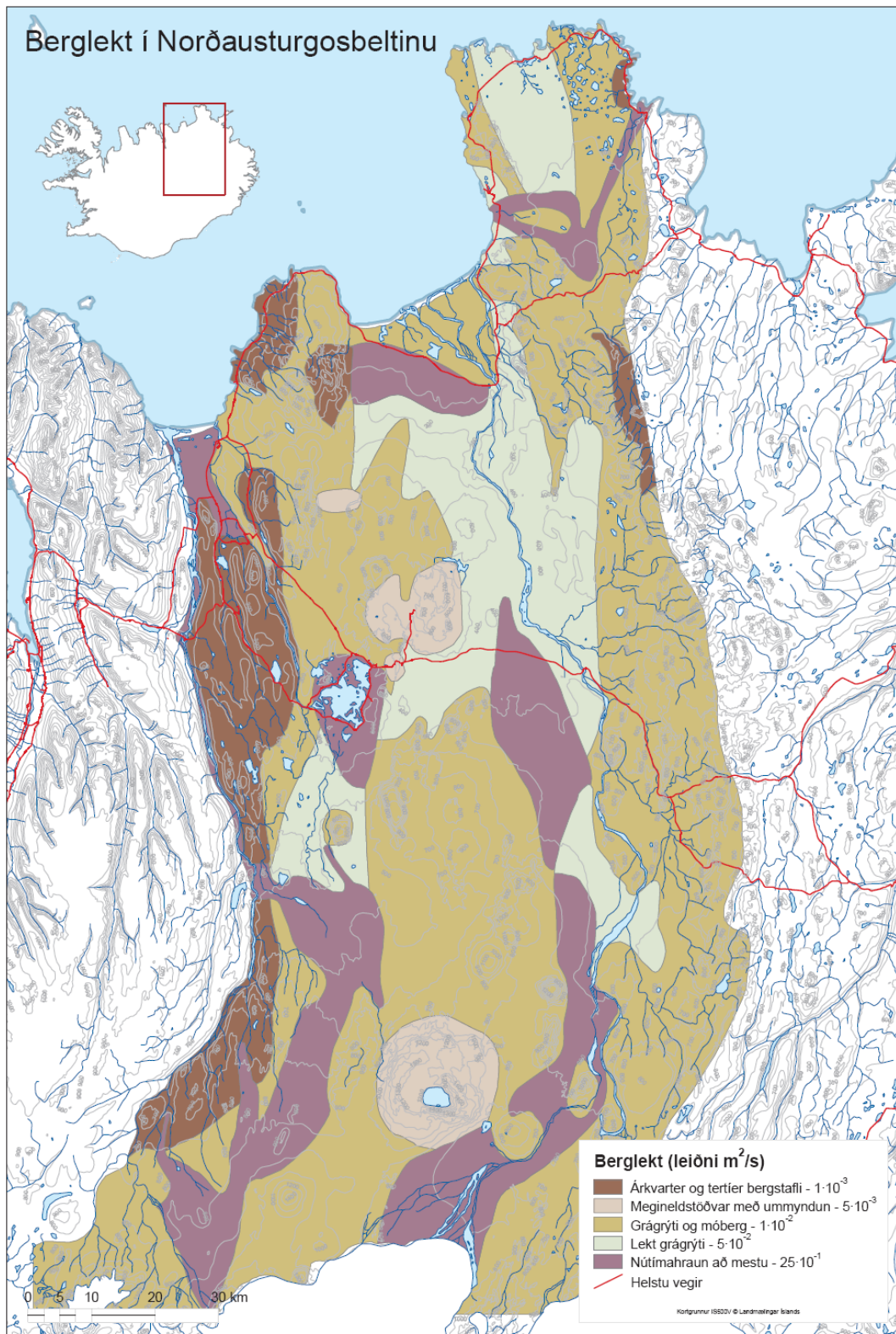


Hola **PR-08** er rétt vestan við Guðfínnugjá nærri vegamótum á Reykjaheiðarvegi og um 8 km. norðan við skolvatnsholurnar. Hún er boruð 2007 sem hitastigulshola af Karli Gustav og er fóðruð með 7" stáli í 40 m. en boruð í 72 m. Vatnsborðið er á rúmlega 50 m. Þarna mælist vatnið vera ísjökulkalt og engin jarðhitaáhrif.



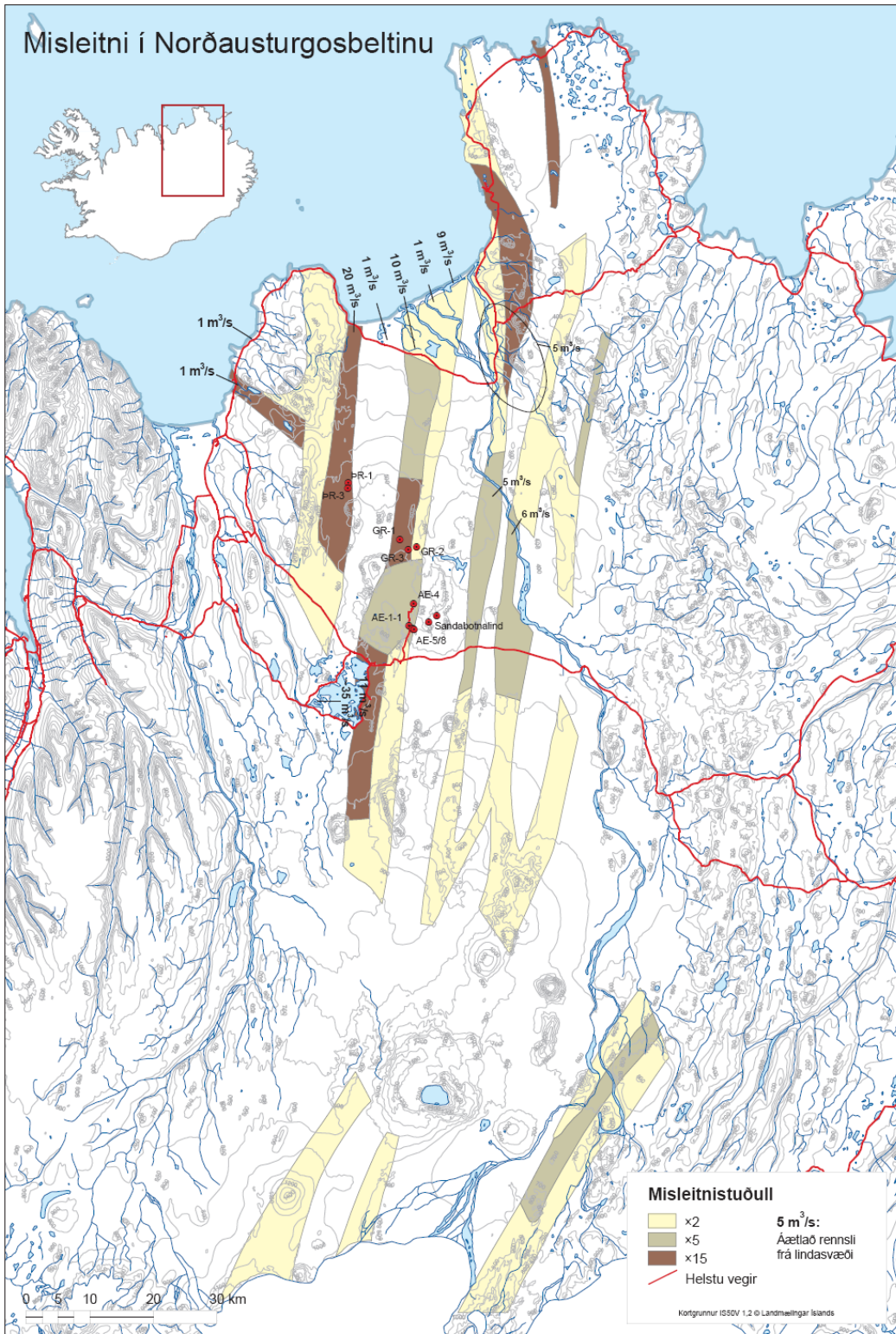
Holan **PR-09** er rétt austan við Guðfínnugjána og 6 km. sunnar en PR-08 og tæplega 1½ km. norður af PR-07. Trölfi frá Ræktunarsambandinu boraði árið 2008. Fóðring er 10¾" og er 47 m. en neðan hennar er borað áfram niður í 110 m. Vatnsborð er á um 60 m. dýpi. Hitinn mælist vera um 7,5°C og er nokkurn veginn jafn allt til botns. Þetta er umtalsvert kaldara en í PR-07, en borstaðurinn var valinn með tilliti til hitans í efsta lagi grunnvatnsins þar. Eigi að síður verður jarðhitaáhrifa vart. Spurningin er á hinn bóginn hvort vatnið sé ekki miklu kaldara þegar vestur yfir Gjána kemur. Líklegt er að hún girði að verulegu leyti fyrir frekari útbreiðslu jarðhitavatns frá jarðhitastöðunum við Peistareyki og í hrauninu vestur af Bæjarfjalli.

Viðauki 2. Berglekt og misleitni í Norðausturgosbeltinu



Kort 1. Fylgir greinargerð ÍSOR-070702. Teikning þórarinn Jóhannsson

Hugmynd ÍSOR - manna um trúlega berglekt í Norðausturgosbeltinu (Kristján Sæmundsson ofl. 2007).



Kort 2. Fylgir greinargerð ÍSOR-070702. Teikning: Þórarinn Jóhannsson

Hugmynd ÍSOR - manna um trúlega misleitni jarðlaga í Norðausturgosbeltinu (Kristján Sæmundsson ofl. 2007). Þarna eru að auki sýnd helstu lindasvæði.