**Þeistareykir ehf.**

# ÞEISTAREYKJAVIRKJUN

## Allt að 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun
## í Þingeyjarsveit og Norðurþingi



## Mat á umhverfisáhrifum

# Matsskýrsla

MANNVIT
VERKFRÆÐISTOFA

**Október 2010**

# Þeistareykir ehf.

# ÞEISTAREYKJAVIRKJUN

## Allt að 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun í Þingeyjarsveit og Norðurþingi

## Mat á umhverfisáhrifum

# Matsskýrsla

**Otkóber 2010**

MANNVIT
VERKFRÆÐISTOFA

Mynd á forsíðu: Horft til norðvesturs yfir framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar í júlí 2009.
Ljósmynd: Emil Þór.

# SAMANTEKT

## Almennt

Þeistareykir ehf. áforma að reisa allt að 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun á Þeistareykjum í Þingeyjarsveit og leggja veg að virkjunarsvæðinu frá Húsavík í samráði við viðkomandi sveitarfélög. Markmið Þeistareykja ehf. er að nýta jarðhita á sjálfbæran hátt til framleiðslu rafmagns og sinna þannig þörfum markaðarins hverju sinni.

Í samstarfi við Landsvirkjun er unnið að undirbúningi jarðhitavirkjana á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum. Markmið þess er að kanna hagkvæmni þess að framleiða um 400 $MW_e$ af rafmagni fyrir álver á Bakka við Húsavík eða aðra orkukaupendur. Samhliða mati á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar vinnur Landsvirkjun að mati á umhverfisáhrifum jarðhitavirkjunar við Kröflu, Landsnet hf. að mati á umhverfisáhrifum háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík og Alcoa að mati á umhverfisáhrifum álvers á Bakka. Í samræmi við úrskurð umhverfisráðherra frá 31. júlí 2008, og leiðbeiningar Skipulagsstofnunar í kjölfar úrskurðarins, voru frummatsskýrslur framangreindra framkvæmda settar fram samtímis sem og sameiginlegt mat þeirra allra í apríl 2010.

## Þeistareykjasvæðið

Jarðhitasvæðið sem kennt er við Þeistareyki er um 25 km suðaustur af Húsavík á milli Þeistareykjabungu í austri og Lambafjalla í vestri. Svæðið er að stórum hluta á flatlendi í 320-370 m h.y.s. en yfirborðsjarðhiti nær 530 m h.y.s. í Bæjarfjalli. Framkvæmdasvæðið nær einnig til virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum. Við þéttbýlismörk á Húsavík er vegstæðið í u.þ.b. 55 m y.s. og nær hæstri hæð, u.þ.b. 380 m.y.s., á Grjóthálsi um 6 km austan við bæinn. Niður undir Höskuldsvatn lækkar vegstæðið í 290-300 m y.s. og heldur þeirri hæð að jafnaði alla leið að Þeistareykjum. Á Þeistareykjum gætir ummerkja yfirborðsvirkni jarðhita á 7-8 $km^2$ svæði. Niðurstöður yfirborðsrannsókna benda til þess að jarðhitasvæðið á Þeistareykjum sé allt að 45 $km^2$.

Boraðar hafa verið 9 grunnar holur til rannsóknar á grunnvatninu á Þeistareykjum og í næsta nágrenni. Á vegum Þeistareykja ehf. hafa verið boraðar sex háhita rannsóknaholur á austanverðu Þeistareykjasvæðinu á tímabilinu 2002 til 2008. Ennfremur var boruð 450 m djúp kjarnahola árið 2007. Samanlögð afkastageta háhitaholnanna jafngildir gufuþörf einnar 50 $MW_e$ vélasamstæðu.

Jarðvá á Þeistareykjum tengist einkum eldvirkni, jarðskjálftum og hreyfingu tengdri landreki og kvikusöfnun í jarðskorpunni. Aðeins einu sinni hefur gosið á Þeistareykjum síðustu 11.000 árin. Það var fyrir um það bil 2500 árum. Síðan þá hafa litlar landhreyfingar átt sér stað á eystri hluta svæðisins. Í eldgosahrinunum á 18. og 20. öld varð mikil gliðnun og spennuslökun í norðurhluta gosbeltisins á Norðausturlandi og þess vegna eru taldar litlar líkur á nýrri stórri hrinu næstu 100-200 árin.

## Framkvæmd

Áformað er að byggja allt að 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun á Þeistareykjum sem reist verði í 50 $MW_e$ einingum. Áætlun um uppbyggingu fyrirhugaðrar virkjunar ræðst af raforkuþörf markaðarins og áætlaðri vinnslugetu jarðhitasvæðisins. Byggingarhraði virkjunarinnar fer eftir árangri við frekari orkuöflun með vinnsluborunum. Gert er ráð fyrir að haft verði samráð við Orkustofnun um áfangaskiptingu virkjunar á Þeistareykjum.

Gert er ráð fyrir virkjunarvegi að Þeistareykjum norðan frá Húsavík. Þá er gert ráð fyrir að háspennulína liggi norður suður um svæðið. Stöðvarhús Þeistareykjavirkjunar verður reist á

svæði um 1.500 m norðan við skála á Þeistareykjum. Hverri vélasamstæðu fylgir kæliturn og verða þeir reistir austan við stöðvarhúsið. Gert er ráð fyrir að tengivirki virkjunarinnar verði vestan við stöðvarhúsið. Þrjár skiljustöðvar verða reistar auk lokahúss ásamt gufuhljóðdeyfi.

Gert er ráð fyrir að allt að 40 vinnsluholur þurfi fyrir 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun. Borteigar verða innan 15 afmarkaðra borsvæða. Áætlað er að á hverju svæði verði hægt að bora 4-6 holur á borteigum. Gert er ráð fyrir að gufu verði aflað með því að bora inn undir Bæjarfjall. Þá er einnig gert ráð fyrir að hægt verði að bora inn undir Ketilfjall. Enn fremur er gert ráð fyrir borsvæðum í og ofan við Bóndhólsskarð auk svæða vestan og norðvestan við skálann á Þeistareykjum. Á borsvæði A hafa verið boraðar þrjár rannsóknaholur á sama borteig og tvær holur á borsvæði C. Heildarflatarmál afmarkaðra borsvæða er um 40 hektarar, en áætlað er að heildarflatarmál borteiga innan þeirra verði mun minna eða um 8 hektarar fyrir fullbyggða virkjun. Með því að bora margar holur frá hverjum borteig verður minna rask á landi en ella þar sem borað er á færri svæðum. Þá verður ein meginlögn frá hverju borsvæði að lagnastofni sem liggur að skiljustöð.

Í vinnslurás Þeistareykjavirkjunar er gert ráð fyrir að vermi borholuvökva verði að jafnaði 2.000 kJ/kg. Í gufuskiljum er vökvinn skilinn við 10 $bar_a$ þrýsting. Fyrir 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun, skilgreint sem afl út á net, þarf um 340 kg/s af gufu. Við það myndast 140-320 kg/s af skiljuvatni, háð vermi jarðhitavökva, sem gert er ráð fyrir að leitt verði niður í 300 til 500 m djúpar niðurrennslisholur.

Við nýtingu jarðhita streyma jarðhitalofttegundir út í umhverfið. Útstreymi er tímabundið þegar borholur eru blástursprófaðar. Eftir að jarðhitavirkjun er komin í rekstur berast jarðhitalofttegundir frá henni út í andrúmsloftið. Árlegt útstreymi jarðhitalofttegunda frá Þeistareykjavirkjun er áætlað 22.300 tonn af koltvíoxíði ($CO_2$), 5.470 tonn af brennisteinsvetni ($H_2S$), 980 tonn af köfnunarefni ($N_2$), 200 tonn af vetni ($H_2$) og 14 tonn af metani ($CH_4$).

Afla þarf neysluvatns fyrir virkjunina og vinnubúðir. Auk þess er gert ráð fyrir að ferskt vatn verði notað til áfyllingar á kælikerfi. Afköst vatnsveitu þurfa að vera 100 l/s fyrir 200 $MW_e$ rafstöð. Gert er ráð fyrir að ferskt vatn verði fengið úr borholum, sem boraðar verða við Skildingahól norðvestan við stöðvarhúsið. Frá vatnsbólinu verður lögð niðurgrafin um 4.400 m löng vatnslögn samhliða fyrirhuguðum virkjunarvegi að stöðvarhúsinu.

Aðkoma að Þeistareykjavirkjun verður frá Húsavík eftir fyrirhuguðum 31,5 km löngum virkjunarvegi. Vegurinn fylgir að mestu núverandi vegi fyrstu 10 km frá Húsavík austur yfir Grjótháls að Höskuldsvatni, og núverandi vegslóða þaðan áfram austur að Höfuðreiðarmúla. Þar sveigir veglínan til suðurs fyrir enda Guðfinnugjár í Þeistareykjahrauni, og síðan til austurs að fyrirhuguðu stöðvarhúsi. Frá stöðvarhúsi liggur veglínan til suðvesturs um jarðhitasvæði hjá Þeistareykjum og tengist núverandi vegslóða vestan undir Bæjarfjalli. Innan framkvæmdasvæðis er gert ráð fyrir að leggja vegi um svæðið að borsvæðum og byggingarreitum auk vinnuvega meðfram lögnum.

Áætluð efnisþörf vegna framkvæmda við Þeistareykjavirkjun er um 427.000 $m^3$. Fyrir virkjunarveginn er áætluð efnisþörf um 748.000 $m^3$. Hluti efnis í virkjunarveg eða um 142.000 $m^3$ verður fenginn úr skeringum. Af heildarefnisþörf sem er 1.175.000 $m^3$ þarf að vinna 1.033.000 $m^3$ úr efnistökusvæðum. Fyrirhugað er að fá efni úr sex námum, þremur í Þingeyjarsveit og jafnmörgum í Norðurþingi.

Framkvæmdaraðili og verktakar munu setja upp aðstöðu fyrir starfsmenn sína á Þeistareykjum á framkvæmdatíma norðan við stöðvarhúsreitinn. Gert er ráð fyrir að þar verði byggt hús fyrir aðstöðu starfsmanna eftir að rekstur virkjunar hefst.

Gert er ráð fyrir að geyma rör og annað efni vegna framkvæmda á geymslusvæði innan orkuvinnslusvæðisins á flötunum undir Ketilfjalli austan við stöðvarhúsið. Einnig er gert ráð fyrir að botn gamallar námu, ÞRN-1, vestan í Bæjarfjalli verði jafnframt notaður sem geymslusvæði.

**Tenging við flutningskerfið**

Flutningur raforku frá jarðhitavirkjun á Þeistareykjum verður í höndum Landsnets hf. í samræmi við raforkulög nr. 65/2003. Fyrirhuguð háspennulína, Þeistareykjalína 1, mun liggja frá tengivirki við Þeistareyki yfir Þeistareykjahraun, þaðan yfir Jónsnípuskarð, framhjá Höfuðreiðarmúla og Árnahvammi þar sem hún þverar Kópaskerslínu 1. Sunnan við Höskuldsvatn stefnir línan í norðvestur að Hólasandslínu 1 og liggur samsíða henni að Bakka við Húsavík. Þá er einnig áformað að leggja háspennulínu, svokallaða Hólasandslínu 2, frá fyrirhuguðu tengivirki á Þeistareykjum að framtíðartengivirki á Hólasandi.

Sett verður upp tenging við núverandi 66 kV línu Landsnets sem liggur frá Laxárstöðvum að Kópaskeri (Kópaskerslína 1). Lagður verður 11 kV jarðstrengur samhliða virkjunarvegi þaðan að Þeistareykjum.

**Framkvæmda- og mannaflaáætlun**

Í grófum dráttum er framkvæmdaáætlun fyrir fyrstu tvær einingar 200 $MW_e$ jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum eftirfarandi:

1. ár: Vegagerð, jarðvinna og boranir.
2. ár: Byggingar, gufuveita og boranir, ásamt forsmíði vél- og rafbúnaðar.
3. ár: Byggingar og gufuveita, ásamt smíði vél- og rafbúnaðar.
4. ár: Gangsetning tveggja vélasamstæða virkjunarinnar.

Ársverk vegna fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar eru 320 talsins við byggingu fyrstu tveggja 50 $MW_e$ eininganna. Hámarki framkvæmda verður náð á öðru sumri miðað við þá framkvæmdaáætlun sem lagt er upp með eða um 200 manns. Þriðja sumarið er áætlað að um 180 manns verði við vinnu þegar mest er.

**Skipulag**

Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar er í gildi Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Unnið er að gerð aðalskipulags fyrir Þingeyjarsveit. Í samráði við sveitarfélagið hefur komið fram að afmörkun orkuvinnslusvæða og verndarákvæði við Þeistareyki í aðalskipulagsáætlun munu verða í samræmi við Svæðisskipulag háhitasvæða.

Á Aðalskipulagi Húsavíkurbæjar 2005-2025 er sýnd veglína frá sveitarfélagamörkum við Sæluhúsmúla, norðan við Höfuðreiðarmúla og áleiðis til Húsavíkur. Samráð hefur verið við Norðurþing um fyrirhugaðar framkvæmdir við virkjunarveg að Þeistareykjum.

**Umhverfisáhrif**

Jarðhitakerfi og orkuforði:

Við nýtingu jarðhita á Þeistareykjum verður miðað að sjálfbærri vinnslu. Í samræmi við niðurstöður jarðvarmamats er gert ráð fyrir að virkjunin verði reist í einingum. Ef vel tekst til í þeim efnum má búast við að áhrif jarðhitavinnslu á svæðinu verði í jafnvægi við nýtingu og muni hafa óveruleg áhrif á jarðhitakerfi og orkuforða. Þetta mat er þó háð óvissu.

Landslag:

Áhrif á landslag verða mest þar sem mannvirki jarðhitavirkjunar eru fyrirhuguð í grennd við Þeistareyki. Þar sker núverandi landslag sig frá nánasta umhverfi, en þar er að finna jarðhita á yfirborði ásamt þéttum gróðri. Einnig er svæðið nýtt til útivistar og þangað eru farnar skipulagðar ferðir að sumri til. Gildi landslagsheildarinnar telst hátt. Hluti fyrirhugaðra mannvirkja verða innan hennar og áhrifin eru talin verulega neikvæð.

Fyrirhugaður virkjunarvegur mun liggja um nokkrar landslagsheildir. Áhrif hans eru mest á Þeistareykjahraun en minni innan annarra heilda. Virkjunarvegur mun hafa talsverð neikvæð áhrif á landslagsheildina Þeistareykjahraun en nokkuð neikvæð á heildirnar Botnsvatn, Höskuldsvatn, Grísatungur og Kvíhóla. Áhrif mannvirkja virkjunar og virkjunarvegar á Skildinga- og Stóravítishraun eru nokkuð neikvæð.

Áhrif virkjunarvegar og borteiga virkjunar verða óveruleg á landslagsheildirnar Húsavík og Þeistareykjabungu.

Þau víðerni sem skilgreind voru í grennd við Þeistareyki koma til með að minnka um sem nemur tæplega 9% frá upprunalegri stærð vegna fyrirhugaðra framkvæmda. Fyrirhuguð framkvæmd mun hafa talsverð neikvæð áhrif á ósnortin víðerni.

Jarðmyndanir:

Talið er að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa nokkuð neikvæð bein og varanleg áhrif á jarðmyndanir sem njóta verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd, þar sem eldhraun og jarðhitaummynduð svæði raskast vegna framkvæmdanna.

Framkvæmdir við borsvæði O og aðkomuveg og lagnir að borsvæði L munu hafa nokkuð neikvæð staðbundin áhrif á jarðmyndanir sem njóta hverfisverndar samkvæmt svæðis-skipulagi (HÞ4). Mannvirkjagerð er þó heimil inni á hverfisverndarsvæði 2 (HÞ4) en vanda skal sérstaklega til allra mannvirkja.

Búast má við að erfitt geti orðið að greina hugsanleg óbein áhrif jarðhitavinnslu á yfirborðsvirkni jarðhita á Þeistareykjasvæðinu og hvort breytingar verði raktar til vinnslunnar eða til náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna. Talið er að jarðhitanýting hafi óveruleg áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita ef mótvægisaðgerðir til að takmarka þrýstingslækkun í jarðhitageyminum heppnast vel. Þetta mat er þó háð töluverðri óvissu.

Vatn:

Talið er að förgun skiljuvatns frá Þeistareykjavirkjun muni hafa nokkur staðbundin neikvæð áhrif á grunnvatn næst niðurrennslisholum en þau muni þó aldrei ná upp fyrir grunnvatnsborð. Áhrif á grunnvatn fjær Þeistareykjum eru talin verða óveruleg.

Áhrif fyrirhugaðs virkjunarvegar á vatnsból, vatnsverndarsvæði Húsavíkurbæjar og verndar-svæði vatnasviðs Mývatns og Laxár eru talin verða óveruleg.

Áhrif Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar á önnur vatnsból eða ferskvatnslindir í Kelduhverfi eru talin óveruleg. Með þeirri tilhögun framkvæmda sem er fyrirhuguð eru áhrif fyrirhugaðs virkjunarvegar á vatnsból talin óveruleg.

Vatnstaka í vatnsbóli Þeistareykjavirkjunar er talin hafa óveruleg áhrif á grunnvatn.

Gróður:

Nokkur óvissa ríkir um áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á jarðhitaplöntur á Þeistareykjum.

Þar sem ekki er gert ráð fyrir raski á votlendisblettum við rætur Ketilfjalls á framkvæmdatíma og í grennd við virkjunarveginn eru áhrif á slík gróðurlendi sem eru sjaldgæf á framkvæmdasvæðinu talin verða óveruleg.

Á rekstrartíma ríkir óvissa um áhrif $H_2S$ frá jarðhitavinnslu á Þeistareykjum á viðkvæman gróður næst stöðvarhúsinu. Þolmörk gróðurs gagnvart $H_2S$ eru ekki þekkt.

Dýralíf:

Á framkvæmdatíma eru talin geta orðið nokkuð neikvæð og tímabundin áhrif á fugla á og í grennd við framkvæmdasvæði, einkum á áður óröskuðum svæðum.

Á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar eru talin verða óveruleg áhrif á varplendi og afkomu fugla. Hvað fálka varðar gætu þó óbein áhrif vegna aukins veiðiálags á rjúpur vegna virkjunarvegar og bætts aðgengis að Þeistareykjum hugsanlega haft neikvæð áhrif á afkomu hans.

Smádýr:

Á framkvæmdatíma verða talsverð neikvæð og staðbundin áhrif á algeng smádýr þar sem jarðrask verður og möl sett yfir við gerð borsvæða, slóða og vega. Talið er að áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á sjaldgæfan snigil Vallonia excentrica sem bundinn er við jarðhita verði óveruleg.

Á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar eru áhrif á smádýr talin verða óveruleg.

Örverur í hverum:

Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á örverur í hverum og á svæðum með virkan yfirborðsjarðhita á Þeistareykjum eru talin verða óveruleg.

Loft:

Áhrif vegna útstreymis jarðhitalofttegunda, einkum koltvíoxíðs ($CO_2$) og brennisteinsvetnis ($H_2S$) verða óveruleg.

Ásýnd:

Áhrif vegna ásýndarbreytinga við Þeistareyki eru talin verða verulega neikvæð bein og varanleg umhverfis virkjunina sjálfa, vestan Klifarveggs og undir hlíðum Bæjarfjalls. Á svæðinu er í dag mjög lítið af mannvirkjum og þangað sækir ferðafólk, en fyrirhugaðar framkvæmdir eru umfangsmiklar og hafa í för með sér verulegar ásýndarbreytingar.

Borsvæði austan Bóndhólsskarðs munu hafa óveruleg áhrif á svæðið þar fyrir austan í átt að Stóravíti sem er í um 3 km fjarlægð. Á þessu svæði er landið flatt en þó talsvert mishæðótt þannig að lítið sést af borsvæðunum nema mjög nálægt þeim. Gufustrókar við blásturs-prófanir koma þó tímabundið til með að sjást úr talsvert meiri fjarlægð.

Frá borholum við blásturspróf anir koma til með að sjást gufustrókar. Þeir munu tímabundið breyta og hafa áhrif á ásýnd svæðisins og sjást við vissar aðstæður í byggð utan við fyrirhugað orkuvinnslusvæði.

Fyrirhugaður virkjunarvegur mun hafa talsvert neikvæð bein og varanleg áhrif á ásýnd á óröskuðum svæðum þar sem hann liggur um flatlendi eins og Þeistareykjahraun og um orkuvinnslusvæðið. Á kaflanum milli Húsavíkur og Höskuldsvatns verða nokkuð neikvæð bein áhrif á ásýnd, en þar er þegar fyrirliggjandi fjallvegur sem Norðurþing hefur byggt upp undanfarin ár.

Samfélag:

Á framkvæmdatíma sem nær yfir fjögur ár fyrir framkvæmdir við tvær fyrstu einingar Þeistareykjavirkjunar er talið að áhrif á samgöngur, ferðaþjónustu og útivist verði tímabundið verulega neikvæð vegna umferðar, ónæðis og hávaða frá borholum í blæstri. Áhrif eru talin talsvert jákvæð vegna fjölda atvinnutækifæra sem skapast á framkvæmdatíma.

Talið er að áhrifin á afréttarland innan orkuvinnslusvæðisins séu tímabundið talsvert neikvæð einkum á framkvæmdatíma þar sem beitarland skerðist og mannvirki munu hafa áhrif á hvernig búfé kemst um svæðið.

Bent er á það í skýrslu Rannsóknamiðstöðvar ferðamála að á rekstrartíma geti fyrirhuguð framkvæmd haft neikvæð áhrif á ferðaþjónustu og útivist í þeirri mynd sem nú er stunduð við Þeistareyki. Þó er niðurstaða þessa mats að bætt aðgengi með tilkomu nýs vegar muni hafa talsverð jákvæð áhrif á samgöngur, ferðaþjónustu og útivist þar sem fleiri geta ferðast um svæðið og möguleikar geti skapast á annars konar ferðamennsku og nýjar ferðaleiðir opnast frá nærliggjandi byggðum og frá Þeistareykjum sem áningarstað. Bein áhrif á atvinnutækifæri eru talin nokkuð jákvæð en óbein áhrif geta orðið verulega jákvæð þar sem orkan verður nýtt til atvinnuuppbyggingar.

Fornleifar:

Áhrif á framkvæmdar á fornleifar á orkuvinnslusvæði verða óveruleg.

Áhrif í vegstæði virkjunarvegar verða staðbundið talsvert neikvæð á kafla milli Höskuldsvatns og Höfuðreiðarmúla á þær fornleifar sem raskast eða fara forgörðum. Á öðrum köflum virkjunarvegar eru áhrif á fornleifar talin óveruleg.

Efnistaka á þremur svæðum hefur nokkur áhrif á fornleifar ef raska þarf vörðum.

# EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT ..... I
EFNISYFIRLIT ..... VII
MYNDASKRÁ ..... X
TÖFLUSKRÁ ..... XVI
VIÐAUKAR ..... XVII
ORÐSKÝRINGAR ..... XIX
1 INNGANGUR ..... 1
1.1 Aðdragandi ..... 1
1.2 Markmið framkvæmdar ..... 4
1.3 Leyfi ..... 5
1.4 Mat á umhverfisáhrifum ..... 6
1.4.1 Matsskylda ..... 6
1.4.2 Skýrslugerð og rannsóknir ..... 6
1.4.3 Kynning og samráð ..... 7
1.4.4 Tímaferli mats á umhverfisáhrifum ..... 11
1.5 Sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum ..... 11
1.6 Umsagnir og athugasemdir ..... 12
2 STAÐHÆTTIR ..... 13
2.1 Þeistareykir ..... 13
2.1.1 Landslag og jarðmyndanir ..... 13
2.1.2 Veðurfar ..... 15
2.1.3 Náttúruvá ..... 16
2.2 Virkjunarvegur ..... 17
3 JARÐHITI ..... 18
3.1 Sjálfbær vinnsla jarðhita ..... 19
3.2 Jarðhitasvæðið á Þeistareykjum ..... 21
3.3 Rannsóknaboranir á þeistareykjum ..... 23
4 FRAMKVÆMDALÝSING ..... 24
4.1 Inngangur ..... 24
4.2 Vinnsla jarðhita ..... 24
4.2.1 Vinnslurás virkjunar ..... 25
4.2.2 Áætluð jarðhitavinnsla ..... 27
4.2.3 Umsagnir og athugasemdir ..... 27
4.3 Mannvirki á orkuvinnslusvæði ..... 27
4.3.1 Vegir á orkuvinnslusvæði ..... 28
4.3.2 Borteigar og borholur ..... 30
4.3.3 Gufuveita ..... 38
4.3.4 Stöðvarhús ..... 42
4.3.5 Kæliturnar ..... 42
4.3.6 Vatnsveita ..... 43
4.3.7 Frárennslisveitur ..... 44
4.3.8 Umsagnir og athugasemdir ..... 45

4.4 Virkjunarvegur ... 50
4.4.1 Virkjunarvegur og Skipulag ... 51
4.4.2 Hönnunarforsendur ... 52
4.4.3 Planlega og hæðarlega ... 54
4.4.4 Ræsi ... 54
4.4.5 Tengingar ... 55
4.4.6 Áningarstaðir ... 55
4.4.7 Þveranir ... 55
4.4.8 Magntölur - efnisþörf ... 56
4.4.9 Efnistaka ... 56
4.4.10 Umsagnir og athugasemdir ... 56
4.5 Aðrir framkvæmdaþættir ... 58
4.5.1 Efnistaka ... 58
4.5.2 Vinnubúðir og aðstaða starfsmanna ... 67
4.5.3 Flutningar og geymslusvæði ... 67
4.5.4 Losun úrgangs ... 68
4.5.5 Tenging við flutningskerfi ... 68
4.5.6 Umsagnir og athugasemdir ... 69
4.6 Helstu kennistærðir og áætlanir ... 70
4.6.1 Einkennistölur framkvæmdar ... 70
4.6.2 Framkvæmdáætlun ... 70
4.6.3 Mannaflaáætlun ... 73
5 KOSTIR ... 74
5.1 Aðrar útfærslur á Orkuvinnslusvæði ... 74
5.1.1 Niðurgrafnar lagnir ... 74
5.1.2 Kæliturnar ... 75
5.2 Aðrar útfærslur Virkjunarvegar ... 76
5.2.1 Val á veglínu ... 77
5.2.2 Samráð við Skipulagsstofnun ... 79
5.2.3 Veglínur A og B norðan Þeistareykja ... 80
5.2.4 Almennur Samanburður veglína a og B ... 85
5.2.5 Samanburður umhverfisáhrifa veglína A og B ... 93
5.2.6 Niðurstaða samanburðar veglína A og B ... 97
5.3 Núllkostur ... 99
6 FRÁVIK FRÁ MATSÁÆTLUN ... 100
6.1 Borsvæði ... 100
6.2 Stöðvarhúsreitur ... 100
6.3 Hitaveitulögn ... 100
6.3.1 Samráð við Skipulagsstofnun ... 101
6.3.2 Hitaveitulögn og svæðisskipulag háhitasvæða ... 101
7 SKIPULAG OG LANDNOTKUN ... 103
7.1 Staða Skipulags ... 103
7.2 Landnotkun ... 104

7.3 Vernd ..... 105
7.4 Umsagnir og athugasemdir ..... 107
8 AÐFERÐAFRÆÐI VIÐ MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM ..... 109
8.1 Athugunar og áhrifasvæði ..... 109
8.2 Áhrifaþættir ..... 111
8.3 Umhverfisþættir ..... 111
8.4 Viðmið umhverfisþátta ..... 112
8.5 Einkenni og vægi umhverfisáhrifa ..... 112
8.6 Umsagnir og athugasemdir ..... 115
9 GRUNNÁSTAND OG UMHVERFISÁHRIF ..... 116
9.1 Jarðhitakerfi og orkuforði ..... 116
9.1.1 Grunnástand ..... 116
9.1.2 Umhverfisáhrif ..... 123
9.1.3 Umsagnir og athugasemdir ..... 126
9.2 Landslag ..... 126
9.2.1 Grunnástand ..... 126
9.2.2 Umhverfisáhrif ..... 130
9.2.3 Umsagnir og athugasemdir ..... 134
9.3 Jarðmyndanir ..... 135
9.3.1 Grunnástand ..... 135
9.3.2 Umhverfisáhrif ..... 144
9.3.3 Umsagnir og athugasemdir ..... 147
9.4 Vatn ..... 149
9.4.1 Grunnástand ..... 149
9.4.2 Umhverfisáhrif ..... 156
9.4.3 Umsagnir og athugasemdir ..... 164
9.5 Gróður ..... 166
9.5.1 Grunnástand ..... 166
9.5.2 Umhverfisáhrif ..... 177
9.5.3 Umsagnir og athugasemdir ..... 181
9.6 Dýralíf ..... 183
9.6.1 Grunnástand ..... 183
9.6.2 Umhverfisáhrif ..... 185
9.6.3 Umsagnir og athugasemdir ..... 188
9.7 Örverur í hverum ..... 190
9.7.1 Grunnástand ..... 190
9.7.2 Umhverfisáhrif ..... 190
9.8 Loft ..... 193
9.8.1 Grunnástand ..... 193
9.8.2 Umhverfisáhrif ..... 194
9.8.3 Umsagnir og athugasemdir ..... 200
9.9 Ásýnd ..... 207
9.9.1 Grunnástand ..... 207
9.9.2 Umhverfisáhrif ..... 210

9.9.3 Umsagnir og athugasemdir ... 229
9.10 Samfélag ... 234
9.10.1 Grunnástand ... 234
9.10.2 Umhverfisáhrif ... 237
9.10.3 Umsagnir og athugasemdir ... 244
9.11 Fornleifar ... 246
9.11.1 Grunnástand ... 246
9.11.2 Umhverfisáhrif ... 256
9.11.3 Umsagnir og athugasemdir ... 258
10 HEILDARÁHRIF ... 264
10.1 Samantekt umhverfisáhrifa ... 264
10.2 Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum ... 268
10.3 Umsagnir og athugasemdir ... 268
11 VÖKTUN OG EFTIRLIT ... 270
11.1 Eftirlit með jarðhitasvæðinu ... 270
11.2 Efitlit með breytingum á landi við vinnslu ... 270
11.3 Eftirlit með líffríki ... 270
11.4 Eftirlit með grunnvatni ... 270
11.5 Eftirlit með frárennsli ... 271
11.6 Eftirlit með útstreymi jarðhitalofttegunda ... 271
11.7 Samfélag ... 271
11.8 Aðrir þættir ... 271
11.9 Umsagnir og athugasemdir ... 271
HEIMILDIR ... 273

# MYNDASKRÁ

Mynd 1 Yfirlitsmynd sem sýnir núverandi, ný og hugsanleg orkuvinnslusvæði á Þeistareykjum, við Kröflu, í Bjarnarflagi og í Gjástykki. ... 3
Mynd 2 Jarðfræðikort af Þeistareykjasvæðinu. ... 14
Mynd 3 Þeistareykir, horft til Lambafjalla. Tjörnin við Tjarnarás á miðri mynd. ... 15
Mynd 4 Vindrós fyrir veðurathugunarstöð á Þeistareykjum frá 20. október, 2005 – 13. nóvember, 2008. ... 16
Mynd 5 Einföld skýringarmynd sem sýnir opna vatnshringrás í jarðhitakerfi. Varmagjafinn getur ýmist verið heitt berg eða kólnandi kvika. ... 18
Mynd 6 Jarðhitasvæði á Íslandi. Öll háhitasvæðin eru í gosbeltinu, þ.e. á jarðskorpufleka-mótum. ... 19
Mynd 7 Orkuvinnsla sem fall af tíma. Ef vinnsluálag er minna en eða jafnt $E_0$ er um sjálfbæra vinnslu að ræða. ... 20
Mynd 8 Jarðfræðikort af Þeistareykjum. Rauði ferillinn sýnir mörk jarðhitakerfisins samkvæmt TEM-viðnámsmælingum frá 2004–2006. Kaldar hveraskellur sunnan við Mælifell eru vestan við þau mörk. ... 22
Mynd 9 Lega og stefna rannsóknaholna sem boraðar hafa verið á Þeistareykjum. ... 23
Mynd 10 Vinnslurás fyrirhugaðrar allt að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjunar. ... 26
Mynd 11 Yfirlitsmynd af orkuvinnslusvæði við Þeistareyki og megin efnistökusvæðum. ... 29

Mynd 12 Yfirlitsmynd af fyrirhuguðum mannvirkjum á Þeistareykjum. ..... 31
Mynd 13 Jötunn á borsvæði A á Þeistareykjum. Grísatungufjöll í baksýn. ..... 35
Mynd 14 Dæmigert þversnið í borholu. ..... 36
Mynd 15 Hefðbundinn frágangur borholu. Kúluhúsið er utan um sjálfa borholuna og gufan rýkur út um hljóðdeyfinn. Hægra megin við hann rennur affallsvatnið út. ..... 37
Mynd 16 Safnæðalagnir frá borholum á borsvæðum að skiljustöð og lokahúsi við Kröflustöð. ..... 39
Mynd 17 Dæmigerður frágangur röralagna í gufuveitu frá tveim borholum í Kröflu. Fjær sést í gufu frá hljóðdeyfi þar sem blástursprófanir stand yfir við þriðju holuna. ..... 40
Mynd 18 Skiljustöðvar, aðveituæðar, stöðvarhúsmannvirki og kæliturn á Nesjavöllum. . 41
Mynd 19 Fyrirhugað vatnsbólssvæði og vatnskönnunarhola ÞR-09 við Skildingahól. Horft til suðurs yfir Þeistareykjahraun. Bæjarfjall í baksýn. ..... 43
Mynd 20 Efnistökusvæði RHN-1. ..... 61
Mynd 21 Efnistökusvæði RHN-5. ..... 61
Mynd 22 Efnistökusvæði RHN-6. ..... 62
Mynd 23 Efnistökusvæði RHN-10 og 11. ..... 62
Mynd 24 Efnistökusvæði RHN-10 og 11 í Skjaldarhrauni austan Jónsnípu. ..... 63
Mynd 25 Efnistökusvæði ÞRN-1. ..... 64
Mynd 26 Efnistökusvæði ÞRN-2. ..... 65
Mynd 27 Efnistökusvæði ÞRN-02 í Kvíhólum. ..... 66
Mynd 28 Tölvugerð mynd af fyrirhuguðum frágangi efnistökusvæðis ÞRN-1. ..... 67
Mynd 29 Mannaflaáætlun við framkvæmdir fyrir fyrstu tvær 50 $MW_e$ einingar Þeistareykjavirkjunar. ..... 73
Mynd 30 Samanburður á umfangi kæliturna. Blendings turn er til hægri á myndinni. ..... 76
Mynd 31 Yfirlitsmynd sem sýnir útfærslur A á B á fyrirhuguðum virkjunarvegi norðan Þeistareykja. ..... 78
Mynd 32 Veglína B. Grunnmynd og langsnið vegar. Teikning 1. ..... 81
Mynd 33 Veglína B. Grunnmynd og langsnið vegar. Teikning 2. ..... 82
Mynd 34 Veglína B. Grunnmynd og langsnið vegar. Teikning 3. ..... 83
Mynd 35 Veglína B. Grunnmynd og langsnið vegar. Teikning 4. ..... 84
Mynd 36 Snjósöfnun á vegi við skafrenning undan brekku. ..... 86
Mynd 37 Snjósöfnun við hól eða hæð í landslagi. ..... 86
Mynd 38 Horft til norðurvestur eftir veglínu A í Þeistareykjahrauni. Höfuðreiðarmúli til vinstri og Sæluhúsmúli til hægri á mynd. ..... 87
Mynd 39 Snið í veg samkvæmt veglínu A við stöðvar 23150 og 24500. ..... 87
Mynd 40 Núverandi vegslóð norðan Þeistareykja. Mynd tekin til norðurs um 1 km sunnan við Rauðhól. ..... 88
Mynd 41 Núverandi vegur og veglína B við Sæluhúsmúla. ..... 88
Mynd 42 Horft til austurs yfir núverandi veg og aukaslóðir við austanverðan Sæluhúsmúla. ..... 89
Mynd 43 Snið í nýjan veg við Sæluhúsmúla samkvæmt veglínu B. ..... 89
Mynd 44 Horft til vesturs úr nágrenni Rauðhóls yfir veglínu B. Sæluhúsmúli er rétt hægra megin við háspennumastur. ..... 90
Mynd 45 Snið nýs vegar á fjórum stöðvum sunnan Rauðhóls samkvæmt veglínu B. ..... 91
Mynd 46 Jarðfræði á veglínum A og B norðan Þeistareykja. ..... 94
Mynd 47 CORINE landflokkun LMÍ á veglínum A og B norðan Þeistareykja. ..... 96

Mynd 48 Verndarsvæði samkvæmt svæðisskipulagi og náttúruminjaskrá, ásamt menningarminjum á veglínum A og B norðan Þeistareykja. ..... 98
Mynd 49 Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Séruppdráttur, Þeistareykir. Landnotkun og verndarsvæði. ..... 104
Mynd 50 Verndarsvæði á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar. ..... 106
Mynd 51 Verndarsvæði við virkjunarveg frá Húsavík austur fyrir Höfuðreiðarmúla. .... 108
Mynd 52 Athugunarsvæði náttúrufars- og fornleifarannsókna við Þeistareyki, virkjunarveg og á háspennulínuleiðum frá Þeistareykjum og Kröflu að Bakka. ..... 110
Mynd 53 Ummerki jarðhita á yfirborði á Þeistareykjum og afstaða til fyrirhugaðra framkvæmda. ..... 118
Mynd 54 Megindrættirnir í hugmyndalíkani Þeistareykjakerfisins í austur-vestur sniði um holur ÞG-2 og 3 en í því sniði liggja mestar upplýsingar fyrir um jarðhitakerfið. Örvarnar sýna líklegar rennslisleiðir vatns í sniðinu en til viðbótar við uppstreymið í miðju sniðinu er talið líklegt að streymi sé úr suðri undan Bæjarfjalli og til norðurs eftir sprungukerfinu (Viðauki A2). ..... 119
Mynd 55 Hita- og þrýstingssnið í gegnum holur ÞG-1, ÞG-2, ÞG-3, ÞG-5, ÞG-5B og ÞG-6 á Þeistareykjum. Hita- og þrýstingsgildi eru metin út frá áætluðum berghita og upphafsþrýstingi í holunum (viðauki A2). ..... 120
Mynd 56 Landslagsheildir og gildi þeirra á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar. ..... 128
Mynd 57 Ósnortin víðerni í grennd við Þeistareyki og austan Húsavíkur. ..... 129
Mynd 58 Áhrif framkvæmda við Þeistareykjavirkjun og virkjunarveg á landslagsheildir. ..... 132
Mynd 59 Skerðing ósnortinna víðerna í grennd við Þeistareyki. ..... 133
Mynd 60 Breytingar á yfirborðavirkni á Þeistareykjum 1984-1991 (Halldór Ármannsson o.fl., 2000). ..... 137
Mynd 61 Jarðfræði á orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum og fyrirhugaðar framkvæmdir. ..... 138
Mynd 62 RHN-6 austan við Sæluhúsmúla. Örin bendir á gamla námu, en aðkoman í nýja námu yrði inn úr gili og yrði lítt áberandi. ..... 141
Mynd 63 Náma RHN-10 og 11 austan við Jónsnípu. Norðurkantur námunnar er sýndur með brotinni línu. Myndin er tekin með aðdráttarlinsu (300 mm) til suðurs frá Sæluhúsmúla. Kistufell er fyrir miðri mynd. ..... 142
Mynd 64 Jarðfræði á áhrifasvæði fyrirhugaðs virkjunarvegar. ..... 143
Mynd 65 Grunnvatnsholur í nágrenni Þeistareykja. ..... 151
Mynd 66 Reiknað grunnvatnrennsli frá Mývatni norður fyrir Þeistareyki (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008). ..... 153
Mynd 67 Grunnvatnsstraumar í norður frá Þeistareykjum. Einnig er sýnt mælt og reiknað rennsli í Lindum við Lón og Litluá í Kelduhverfi (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008). ..... 154
Mynd 68 Sýnatökustaðir í grunnúttekt grunnvatnsrannsókna 2007. Volg sýni eru merkt með rauðu. ..... 155
Mynd 69 Sýnatökustaðir á árinu 2008. Rauðu punktarnir sýna þær lindir þar sem vatnið er volgt. ..... 155
Mynd 70 Tilfelli 1 – grunnförgun 320 L/s af skiljuvatni á 300 m dýpi á stað A. Reiknaður styrkur sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni, í lagi sem er frá 0 - 100 metra undir sjávarmáli (viðauki A6). ..... 159

Mynd 71 Tilfelli 1 – grunnförgun 320 L/s af skiljuvatni á stað A. Reiknaður styrkur í þversniði í gegnum Þeistareyki sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni (viðauki A6). ..... 160
Mynd 72 Tilfelli 2 – grunnförgun 215 L/s af skiljuvatni á stað A og 105 L/s af skiljuvatni á stað B, á 300 m dýpi. Reiknaður styrkur, sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni, í lagi sem er frá 0 - 100 metra undir sjávarmáli (viðauki A6). ..... 161
Mynd 73 Tilfelli 2 – grunnförgun 215 L/s af skiljuvatni á stað A og 105 L/s af skiljuvatni á stað B. Reiknaður styrkur í þversniði í gegnum Þeistareyki sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni (viðauki A6). ..... 162
Mynd 74 Reiknaður hiti grunnvatns við Þeistareyki samkvæmt þrívíðu grunnvatnslíkani (viðauki A6). ..... 163
Mynd 75 Aðrennslissvæði vatnsbóla Húsavíkur. ..... 165
Mynd 76 Gróðurlendi á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar. ..... 171
Mynd 77 Gróðurlendi á framkvæmdasvæði virkjunarvegar frá Þeistareykjum norður fyrir Höskuldsvatn. ..... 174
Mynd 78 Gróðurlendi á framkvæmdasvæði virkjunarvegar frá norðurenda Höskuldsvatns að Húsavík. ..... 175
Mynd 79 Gróðurlendi undir fyrirhuguðu efnistökusvæði ÞRN-2 sunnan við Þeistareyki, við Kvíhólafjöll. ..... 176
Mynd 80 Ljósmynd af svæði sem fer undir fyrirhugað efnistökusvæði austan Jónsnípu (Ómar Bjarki Smárason, 2008). ..... 177
Mynd 81 Fundarstaðir snigilsins *Vallonia excentrica* á Þeistareykjum haustið 2007. Fundarstaðirnir eru auðkenndir með grænum stjörnum (viðauki 11). ..... 185
Mynd 82 Sýnatökustaðir vegna örverurannsókna á Þeistareykjum. ..... 191
Mynd 83 Líkur á að sólarhringsmeðaltalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) í lofti frá núverandi 60 $MW_e$ Kröflustöð og 3 $MW_e$ Bjarnarflagsstöð sé undir 150 $\mu g/m^3$ (viðauki A13). ..... 195
Mynd 84 Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Kröflustöð (60 $MW_e$), Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$), Kröfluvirkjun II (150 $MW_e$), og Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$) sé undir 150 $\mu g/m^3$ (viðauki A13). ..... 197
Mynd 85 Líkur á að klukkustundar meðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Kröflustöð (60 $MW_e$) Kröfluvirkjun II (150 $MW_e$), Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$) og Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$) sé undir 42 $\mu g/m^3$ (viðauki A13). ..... 198
Mynd 86 Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Kröflustöð (60 $MW_e$), Kröfluvirkjun II (150 $MW_e$), Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$) og Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$) sé undir 150 $\mu g/m^3$ miðað við 95% hreinsun $H_2S$ úr útblæstri Þeistareykjavirkjunar (viðauki A13). ..... 199
Mynd 87 Líkur á að klukkustundarmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Kröflustöð (60 $MW_e$), Kröfluvirkjun II (150 $MW_e$), Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$) og Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$) sé undir 42 $\mu g/m^3$ miðað við 95% hreinsun $H_2S$ úr útblæstri Þeistareykjavirkjunar (viðauki A13010). ..... 199
Mynd 88 Líkur á að hlaupandi 24 klst meðaltal styrks brennisteinsvetnis frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$) og Bjarnarflagsstöð (3 $MW_e$) sé undir 50 $\mu g/m^3$. ..... 202
Mynd 89 Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$), og Bjarnarflagsstöð (3 $MW_e$). ..... 202

Mynd 90 Líkur á að hlaupandi 24 klst. meðaltal styrks brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$), Krófluvirkjun II (150 $MW_e$) og Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$) sé undir 50 µg/$m^3$. ..... 203
Mynd 91 Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$), Krófluvirkjun II (150 $MW_e$) og Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$). ..... 204
Mynd 92 Líkur á að hlaupandi 24 klst. meðaltal styrks brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeista-reykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$) og Bjarnarflagsstöð (3 $MW_e$) sé undir 50 µg/$m^3$ með 95% hreinsun á Þeistareykjum. ..... 205
Mynd 93 Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$), og Bjarnarflagsstöð (3 $MW_e$) með 95% hreinsun brennisteinsvetnis á Þeistareykjum. ..... 205
Mynd 94 Sýnileiki bygginga á orkuvinnslusvæðinu við Þeistareyki og myndatökustaðir. ..... 209
Mynd 95 Fyrirhugaður virkjunarvegur. Myndatökustaðir og sjónarhorn mynda. ..... 210
Mynd 96 Horft í átt að Bæjarfjalli frá stað skammt norðan fyrirhugaðs stöðvarhúss, grunnástand. ..... 213
Mynd 97 Horft í átt að Bæjarfjalli. Fyrirhugaðar framkvæmdir í grennd við stöðvarhús hafa verið settar inn á myndina. Sýndir eru gufubólstrar frá borsvæðum A til hægri og B til vinstri. ..... 213
Mynd 98 Skáli á Þeistareykjum, grunnástand. ..... 214
Mynd 99 Skáli á Þeistareykjum. Fyrirhugaðar framkvæmdir hafa verið settar inn á myndina. ..... 214
Mynd 100 Horft af Bæjarfjalli norður yfir Bóndhólsskarð, grunnástand. ..... 215
Mynd 101 Horft af Bæjarfjalli norður yfir Bóndhólsskarð. Fyrirhuguð borsvæði og lagnir hafa verið sett inn á myndina. Bókstafir tákna borsvæði eins og þau eru merkt á kortum. ..... 215
Mynd 102 Séð úr Bóndhólsskarði yfir Stóravítishraun í átt að Lambafjöllum, grunnástand. ..... 216
Mynd 103 Séð úr Bóndhólsskarði yfir Stóravítishraun í átt að Lambafjöllum. Fyrirhugaðar framkvæmdir hafa verið settar inn á myndina. Bókstafir tákna borsvæði eins og þau eru merkt á kortum. ..... 216
Mynd 104 Horft af Bæjarfjalli til norðurs yfir fyrirhugað virkjunarsvæði við Þeistareyki, grunnástand. ..... 217
Mynd 105 Horft til norðurs af Bæjarfjalli yfir fyrirhugað virkjunarsvæði. Fyrirhugað stöðvarhús, skiljustöðvar, borsvæði, borholuhús og lagnir, auk virkjunarvegar hafa verið sett inn á myndina. Bókstafir tákna borsvæði eins og þau eru merkt á kortum. ..... 217
Mynd 106 Horft til austurs í átt að Bóndólsskarði frá fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar við St. 28500, grunnástand. ..... 218
Mynd 107 Horft af fyrirhuguðum virkjunarvegi í átt að Bóndhólsskarði. Lagnir og gufubólstrar frá borholum á borsvæðum A og B hafa verið settir inn á myndina. ..... 218
Mynd 108 Mynd tekin í átt að Bóndhólsskarði skammt suðaustur af skálanum á Þeistareykjum, grunnástand. ..... 219
Mynd 109 Mynd tekin í átt að Bóndhólsskarði skammt suðaustur af skálanum á Þeistareykjum. Safnæðalögn frá borsvæðum ofan skarðsins hefur verið sett inn á myndina. ..... 219

Mynd 110 Horft af virkjunarvegi (St. 25700) til suðvesturs í átt að borsvæði O. Lambafjöll í baksýn, grunnástand. ..... 220
Mynd 111 Horft af virkjunarvegi til suðvesturs í átt að borsvæði O. Á miðri myndinni má sjá skiljustöð sem áformuð er við hlið þess. Aðkomuvegur og lagnir hafa verið sett hægra megin inn á myndina. ..... 220
Mynd 112 Horft til vesturs af Klifarvegg yfir vegslóð sem liggur í fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar (St. 25600) að borholum ÞR-07 og ÞR-09, grunnástand 26.07.2007. ..... 221
Mynd 113 Horft til vesturs af Klifarvegg yfir fyrirhugað vegstæði virkjunarvegar á Stóravítishrauni. Vegur og lögn frá borsvæði O hafa verið sett inn á myndina. 221
Mynd 114 Horft í vestur yfir vegslóð að borholum ÞR-07 og ÞR-09 þar sem hún liggur á Stóravítis- og Skildingahrauni, (St. 24000), grunnástand 26.07.2007. ..... 222
Mynd 115 Horft í vestur yfir Stóravítis- og Skildingahraun. Fyrirhugaður virkjunarvegur hefur verið settur inn á myndina. ..... 222
Mynd 116 Horft yfir Þeistareykjahraun af fyrirhuguð vegstæði (St. 21500) til norðvesturs í átt að Grísatungufjöllum. Höfuðreiðarmúli nær til vinstri og Sæluhúsmúli fyrir miðri mynd, grunnástand 20.10.2009. ..... 223
Mynd 117 Horft yfir Þeistareykjahraun til norðvesturs í átt að Grísatungufjöllum. Virkjunarvegur hefur verið settur inn á myndina. ..... 223
Mynd 118 Horft til norðvesturs yfir sandorpið Þeistareykjahraun (St. 17500). Grísatungufjöll í baksýn, Höfuðreiðarmúli til vinstri í mynd og Sæluhúsmúli til hægri, grunnástand 20.10.2010. ..... 224
Mynd 119 Horft til norðvesturs yfir sandorpið Þeistareykjahraun. Fyrirhugaður virkjunarvegur hefur verið settur inn á myndina. ..... 224
Mynd 120 Mynd tekin til vesturs af núverandi fjallvegi norðan Höfuðreiðarmúla (St. 15000), grunnástand 20.10.2010. ..... 225
Mynd 121 Hér hefur fyrirhugaður virkjunarvegur verið settur inn á mynd sem tekin er til vesturs af núverandi fjallvegi norðan Höfuðreiðarmúla. ..... 225
Mynd 122 Horft til norðvesturs yfir núverandi fjallveg suðaustan við Höskuldsvatn sem sést til hægri á myndinni (St. 12000), grunnástand 20.10.2010. ..... 226
Mynd 123 Hér hefur fyrirhugaður virkjunarvegur verið settur inn á mynd sem tekin er til norðvesturs við suðausturenda Höskuldsvatns. ..... 226
Mynd 124 Horft af núverandi fjallvegi á vestanverðum Grjóthálsi í átt til Húsavíkur (St. 4500). Húsavíkurfjall og Botnsvatn til hægri á myndinni, grunnástand 20.10.2010. ..... 227
Mynd 125 Horft af vestanverðum Grjóthálsi í átt til Húsavíkur. Fyrirhugaður virkjunarvegur hefur verið settur inn á myndina. ..... 227
Mynd 126 Sýnileiki mannvirkja á borsvæðum L og M á Þeistareykjum á Þeistareykjabungu og frá Stóravíti. Mannvirki sjást frá gullituðum svæðum. . 231
Mynd 127 Sýnileiki borsvæðis M á Þeistareykjum frá Éthólum og Hrútafjöllum. ..... 232
Mynd 128 Ferðamennska og útivist. Ferðaleiðir ásamt helstu ferða- og útivistarsvæðum á áhrifasvæði Þeistareykjavirkjunar. ..... 236
Mynd 129 Hljóðstig við borsvæði L þegar borhola er blástursprófuð. ..... 239
Mynd 130 Hljóðstig við borsvæði A sunnan skálans á Þeistareykjum þegar borhola er blástursprófuð. ..... 240
Mynd 131 Hljóðstig við borsvæði B þegar borhola er blástursprófuð. ..... 241
Mynd 132 Hljóðstig á Þeistareykjum þegar 200 $MW_e$ virkjun er komin í rekstur og vinnsluholur tengdar við gufuveitu. ..... 242

Mynd 133 Skráðar fornleifar innan 500 m fjarlægðar frá fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar. ..... 248
Mynd 134 Skráðar fornleifar innan 500 m fjarlægðar frá fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar og á orkuvinnslusvæði á Þeistareykjum. ..... 249
Mynd 135 Skráðar fornleifar í Þeistareykjatúni. ..... 250

# TÖFLUSKRÁ

Tafla 1 Verkaskipting við mat á umhverfisáhrifum og rannsóknir á Þeistareykjasvæði. ..... 6
Tafla 2 Sérfræðiverkefni unnin vegna mats á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar. ..... 7
Tafla 3 Umsagnir, athugasemdir og helstu ábendingar. ..... 10
Tafla 4 Afköst borholna á Þeistareykjum. ..... 25
Tafla 5 Yfirlit yfir fyrirhugaða borteiga á Þeistareykjum. ..... 38
Tafla 6 Yfirlit yfir efnistökusvæði. ..... 60
Tafla 7 Helstu einkennistölur framkvæmdar við Þeistareykjavirkjun. ..... 72
Tafla 8 Umhverfisþættir og viðmið. ..... 113
Tafla 9 Vægi umhverfisáhrifa. ..... 114
Tafla 10 Niðurstöður rúmmálsmats sýndar með tölfræðilegum stærðum fyrir líkindadreifinguna fyrir rafafl úr áætluðum jarðhitageymi á Þeistareykjum til 30, 50 og 100 ára. ..... 121
Tafla 11 Rask framkvæmda við virkjun og veg á eldhraunum - mælieining hektarar (ha). ..... 145
Tafla 12 Meðaltals samsetning vatns úr holum á Þeistareykjum, styrkur aðalefna í mg/kg (Magnús Ólafsson, 2009) og samanburður við neysluvatnsmörk. ..... 157
Tafla 13 Meðaltals samsetning vatns úr holum á Þeistareykjum, styrkur snefilefna í µg/kg (Magnús Ólafsson, 2009) og samanburður við neysluvatnsmörk og umhverfismörk. ..... 158
Tafla 14 Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki. ..... 158
Tafla 15 Gróðurlendi sem raskast að hámarki á orkuvinnslusvæði vegna fyrirhugaðra framkvæmda við Þeistareykjavirkjun, mælieining hektarar (ha). ..... 179
Tafla 16 Gróður á áhrifasvæði virkjunarvegar frá Skildingahól til Húsavíkur. ..... 180
Tafla 17 Meðaltals samsetning gufu úr borholum á Þeistareykjum, styrkur efna í mg/kg (Magnús Ólafsson, 2009). ..... 193
Tafla 18 Tiltæk viðmiðunarmörk fyrir styrk brennisteinsvetnis ($H_2S$). ..... 194
Tafla 19 Umhverfismörk fyrir brennisteinsvetni samkvæmt reglugerð nr. 514/2010. ..... 201
Tafla 20 Skráðar fornleifar við virkjunarveg. ..... 252
Tafla 21 Samantekt á helstu umhverfisáhrifum fyrirhugaðra framkvæmda á einstaka umhverfisþætti að teknu tilliti til viðmiða, umfangs og einkenna áhrifa. ..... 267

# VIÐAUKAR

**Viðauki A1**: Vegagerðin, 2008. Teikningar af virkjunarvegi.. *Þeistareykjavegur. Húsavík-Þeistareykir, frumdrög*. Áætlanir og hönnunarkaup Akureyri. Frumdrög. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A2**: Ásgrímur Guðmundsson, Bjarni Gautason, Christian Lacasse, Guðni Axelsson, Gunnar Þorgilsson, Halldór Ármannsson, Helga Tulinius, Kristján Sæmundsson, Ragna Karlsdóttir, Snorri Páll Kjaran, Sveinn Óli Pálmarsson, Sæunn Halldórsdóttir og Þorsteinn Egilson, 2008 *Hugmyndlíkan jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og jarðvarmamat með rúmmálsaðferð*. Íslenskar orkurannsóknir, VGK-Hönnun & Verkfræðistofan Vatnaskil. ÍSOR-2008/024, MV-048, Vatnaskil 08.05. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A3**: Kristján Sæmundsson, 2007. *Jarðfræðin á Þeistareykjum*. Greinargerð, ÍSOR-07270. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A4:** Axel Björnsson, 2008. *Jarðhiti á Þeistareykjum. Möguleg áhrif virkjunar á jarðhitasvæðið*. Viðskipta- og Raunvísindadeild Háskólans á Akureyri, Raunvísindaskor. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A5:** Mannvit, 2010a. *Greining landslags á fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum í Þingeyjarsýslum*. Greinargerð. Unnin fyrir Landsvirkjun, Þeistareyki ehf. og Landsnet hf.

**Viðauki A6:** Verkfræðistofan Vatnaskil, 2009. *Þeistareykir. Dreifing efna í grunnvatni við grunnförgun skiljuvatns*. Vatnaskil 09.12. Unnið fyrir Landsvirkjun Power og Þeistareyki ehf.

**Viðauki A7:** Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Rannveig Thoroddsen, 2008. *Gróðurfar á háhitasvæðum og fyrirhuguðum línu- og vegstæðum á Norðausturlandi*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ 08009. Unnið fyrir Landsvirkjun, Landsnet hf. og Þeistareyki ehf. Skýrsla.

**Viðauki A8:** Kristbjörn Egilsson og Guðmundur Guðjónsson, 2009. *Afmörkun á jarðhitagróðri við Þeistareyki*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09003. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A9:** Þorkell Lindberg Þórarinsson og Aðalsteinn Örn Snæþórsson, 2007. *Fuglalíf á framkvæmdasvæðum fyrirhugaðra háhitavirkjana í Þingeyjarsýslum.* Náttúrustofa Norðausturlands. NNA-07005. Unnið fyrir Landsnet, Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.

**Viðauki A10:** Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2008. *Fuglalíf á fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum.* Náttúrustofa Norðausturlands. NNA-08002. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A11:** Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2007b. *Útbreiðsla snigilsins Vallonia excentrica (Sterki, 1893) á Þeistareykjum*. Náttúrustofa Norðausturlands. NNA-07007. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A12:** Sólveig K. Pétursdóttir, Snædís Huld Björnsdóttir, Sólveig Ólafsdóttir og Guðmundur Óli Hreggviðsson, 2008. *Líffræðilegur fjölbreytileiki í hverum að Þeistareykjum og í Gjástykki*. Matís, 39-08. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A13** Verkfræðistofan Vatnaskil, 2010a. *Þeistareykjavirkjun og Krófluvirkjun II. Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá jarðvarmavirkjunum á*

*Norðausturlandi*. Vatnaskil 09.14. Unnið fyrir Þeistareyki ehf. og Landsvirkjun.

**Viðauki A14:** Edward H. Huijbens, 2008. *Áhrif fyrirhugaðrar virkjunar á Þeistareykjum og háspennulína frá Kröflu að Bakka við Húsavík á ferðaþjónustu og útivist.* Ferðamálasetur Íslands, FMSÍ-S-01-2008. Unnið fyrir Landsnet, Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.

**Viðauki A15:** Mannvit, 2010b. *Þeistareykjavirkjun. Reiknað hljóðstig á framkvæmda- og rekstrartíma*. Hljóðvistarkort. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A16:** Uggi Ævarsson, 2007. *Deiliskráning vegna fyrirhugaðra framkvæmda við línustæði og orkuvinnslustöðvar. Krafla–Gjástykki–Þeistareykir–Bakki*. Fornleifastofnun Íslands. FS366-07211. Reykjavík 2007. Skýrsla unnin fyrir Landsnet, Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.

**Viðauki A17:** Uggi Ævarsson, 2008. Fornleifaskráning á fyrirhuguðu vegarstæði. Húsavík-Þeistareykir-Kvíhólar. Fornleifastofnun Íslands. FS395-08151. Reykjavík 2008. Skýrsla unnin fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A18:** Ómar Bjarki Smárason, 2010. *Reykjaheiði og Þeistareykir 2008. Hugsanlegar námur fyrir vegi og plön*. Greinargerð ÓBS/08-09. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

**Viðauki A19:** Samráð við Skipulagsstofnun í nóvember og desember 2009, um frekari leiðbeiningar í kjölfar ákvörðunar um matsáætlun frá 6. Nóvember 2009.

**Viðauki A20:** Þórólfur H. Hafstað, 2010. *Þeistareykir. Um grunnvatn og frárennslisvatn.* Greinargerð. ÍSOR-10020. Unnið fyrir Landsvirkjun Power.

**Viðauki A21:** Verkfræðistofan Vatnaskil, 2010b. *Styrkur brennisteinsvetnis frá virkjunum á Norðausturlandi, samanburður við reglugerðarmörk.* Minnisblað 20. júlí 2010. Unnið fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.

**Viðauki A22:** Umsagnir og athugasemdir við frummatsskýrslu.

**Viðauki B1:** Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Rannveig Thoroddsen, 2008. *Gróðurfar á háhitasvæðum og fyrirhuguðum línu- og vegstæðum á Norðausturlandi.* Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ 08009. Unnið fyrir Landsvirkjun, Landsnet hf. og Þeistareyki ehf. Kortahefti.

# ORÐSKÝRINGAR

| | |
|---|---|
| **Aðveituæð** | Pípa eða rör sem flytur jarðhitavatn og gufu frá skiljustöð til stöðvarhúss. |
| **Affallsvatn** | Samheiti yfir vatn sem streymir frá borholum í blæstri og jarðhitavirkjunum í rekstri, það er skiljuvatn og þéttivatn. |
| **Aflgeta** | Framleiðsluafl virkjunar inn á raforkuflutningskerfið, mælt í $MW_e$. |
| **Afloftari** | Í afloftara losna uppleystar lofttegundir úr vatni við suðu. |
| **Ársverk** | Vinnuframlag eins starfsmanns á einu ári |
| **$bar_a$** | Mælieining fyrir þrýsting miðuð við lofttæmi (þrýstinginn 0 $bar_a$). Venjulegur loftþrýstingur er 1,013 $bar_a$ eða 1.013 millibar. |
| **$bar_y$** | Mælieining fyrir þrýsting miðuð við ríkjandi loftþrýsting. |
| **Borholuhljóðdeyfir** | Búnaður við holutopp sem borholuvökva er veitt í til afkastamælingar holu og hljóðdeyfingar. Vatn og gufa skilst að í borholuhljóðdeyfum og hávaði í útblæstri er deyfður. |
| **Borholuvökvi** | Gufa og vatn sem kemur upp um borholur. |
| **Borleðja** | Við boranir er vatn oft blandað borleir til þess að auðvelda skolun borsvarfs upp holuna. |
| **Borsvæði** | Afmarkaður hluti jarðhitasvæðis þar sem fyrirhugað er að bora vinnsluholur. Fleiri borstæði eða borteigar geta verið á einu borsvæði. |
| **Borstæði** | Í daglegu tali kallað borplan. Afmarkað svæði innan borsvæðis þar sem boranir fara fram. |
| **Borteigur** | Stækkað borstæði með rými til að bora fleiri en eina borholu. |
| **Burðarlagsefni** | Jarðefni í grunni mannvirkis sem bera uppi álag frá mannvirkinu og það álag sem á mannvirkið kemur. |
| **Eftirlitsholur** | Borholur þar sem fylgst er með grunnvatni, s.s. vatnsborði í holum, hita vatnsins og vatnssýni tekin til efnagreininga. |
| **Eimsvali** | Varmaskiptir þar sem gufa frá gufuhverfli er þétt með köldu vatni úr vatnsbóli eða kæliturni virkjunarinnar. |
| **Ferilprófun** | Aðferð til að mæla hvort og þá hversu lengi grunnvatnsstraumur berst á milli tveggja eða fleiri athugunarstaða. Efni af þekktri efnasamsetningu er sett t.d. í borholu og sýni tekin á völdum stöðum til efnagreininga m.t.t. ferilefnisins. |
| **Frárennslisvirkjun** | Virkjun sem nýtir varma skiljuvatns til raforkuframleiðslu. |
| **Fyllingarefni** | Jarðefni sem notað er til að fylla að mannvirkjum eða til uppfyllingar undir burðarlagsefni. |
| **$GW_h$** | Gígawattstund = 1.000.000 $kW_h$. Mælieining raforku, samsvarar þeirri orku sem fæst úr 1 kW af rafmagni í 1 milljón klukkustundir. |
| **Gasútblástur** | Útblástur óþéttanlegra jarðhitalofttegunda. |
| **Gufuhverfill** | Hreyfiorka í gufunni snýr gufuhverflinum og hverfillinn snýr rafala sem framleiðir rafmagn. |

| | |
|---|---|
| **Gufupúði** | Ef þrýstingur lækkar í jarðhitakerfinu getur vatnið soðið og gufupúði myndast. Þetta gerist oft tiltöluleg grunnt í jörðu. |
| **Gufuskilja** | Tæki þar sem vatn er skilið frá gufu. |
| **Gufustjórnlokar** | Lokar sem notaðir eru til að stjórna gufurennsli. |
| **Gufuveita** | Öll mannvirki sem þarf til að flytja borholuvökva frá borholum í skiljustöð, skilja gufu frá vatni, og veita gufu og skiljuvatni að stöðvarhúsi. |
| **Háhitasvæði** | Svæði þar sem hiti nær 200°C á 1 km dýpi. |
| **Háþrýstigufa** | Gufa frá borholum undir miklum þrýstingi. |
| **Hitaveituæð** | Pípa sem lögð er frá varmastöð virkjunar til að leiða heitt vatn að dreifiveitu. |
| **Holutoppur** | Búnaður ofan á borholum, lokar og kúluhús. |
| **Hverfisamstæða** | Hverfill og rafali ásamt nauðsynlegum hjálparbúnaði í stöðvarhúsi. |
| **Jarðhitageymir** | Afmarkað rúmmál af heitu bergi sem inniheldur nýtanlegan jarðhita-vökva. |
| **Jarðhitakerfi** | Svæði sem nær yfir streymi vatns og varma frá því að vatn fellur til jarðar sem úrkoma, drýpur niður í jörðina, dregur í sig varma og streymir upp sem heitur vökvi í formi vatns og/eða gufu. |
| **Jarðhitalofttegundir** | Lofttegundir eins og t.d. brennisteinsvetni og koltvíoxíð sem myndast í bráðinni kviku undir jarðhitasvæðum. Gasið berst til yfirborðs um sprungur í berginu og í eldgosum. Við vinnslu jarðhita berst það upp með jarðhitavökvanum úr borholum. |
| **Jarðhitasvæði** | Landsvæði afmarkað með jarðhitaummerkjum á yfirborði eða með jarðeðlisfræðilegum yfirborðsmælingum. |
| **Jarðhitavökvi** | Vatn og gufa í jarðhitageyminum sem hefur dregið í sig varma og steinefni. |
| **Jarðstrengur** | Rafstrengur sem lagður er í jörð. |
| **Jarðvarmamat** | Mat á jarðvarma jarðhitasvæðis þar sem rúmmál bergs, eðlisvarmi og hitaástand þess er lagt til grundvallar. Þessi aðferð metur á einfaldan hátt þá varmaorku sem fólgin er í berginu. Nýting einstakra svæða fer fyrst og fremst eftir því hversu vel vatnsleiðandi bergið er. Rúmmál svæðis er yfirleitt áætlað út frá flatarmáli innan lágviðnámskápu á 800 m dýpi. |
| **Jarðhitavirkjun** | Virkjun sem nýtir jarðhita til orkuframleiðslu. Stundum einnig notuð orðin jarðvarmavirkjun eða jarðgufuvirkjun. |
| **Kæliturn** | Varmaskiptir þar sem kælivatn er kælt með því að láta loft leika um það. |
| **Kælivatn** | Kalt vatn sem notað er til kælingar með beinum eða óbeinum hætti, til dæmis í eimsvala til þéttingar gufu. |
| **Kælivatnshringrás** | Hringrás kælivatns um kæliturn og eimsvala. |
| **Lokahús** | Í lokahúsi eru gufustjórnlokar sem stjórna þrýstingi í gufuveitu með því að hleypa umframgufu út í útblásturshljóðdeyfi. |

| | |
|---|---|
| **$MW_e$** | Mælieining fyrir rafafl, samsvarar 1.000 $kW_e$ (e = electricity). Notað, einkum við jarðhitavirkjanir, til aðgreiningar frá varmaafli ($MW_{th}$) sem er miklu meira en nýtanlegt rafafl. |
| **Massaforði jarðhitakerfis** | Allur vökvi sem er til staðar í pórum bergs á hverjum tíma. Summa vatns og gufu og gastegunda. |
| **Massabreytingar** | Massabreytingar í jarðhitakerfinu vegna rennslis úr borholum. |
| **Niðurdráttur** | Þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu vegna vinnslu. |
| **Niðurrennslisholur** | Borholur þar sem affallsvatn er losað djúpt niður í grunnvatn eða í jarðhitageyminn. |
| **Niðurrennslisveita** | Lagnir fyrir affallsvatn frá skiljustöðvum að niðurrennslisholum. |
| **Orkugeta** | Framleiðslugeta virkjunar á einu ári inn á raforkuflutningskerfið, í $GW_h$. |
| **Orkuforði jarðhitakerfis** | Allur hrávarmi sem er til staðar neðanjarðar, bæði í vökvanum í pórum bergsins, sem og í berginu sjálfu. |
| **Orkuvinnslusvæði** | Landssvæði þar sem vinnsluholur og önnur mannvirki virkjunar eru, er jafnframt skilgreint í skipulagsáætlunum sveitarfélags. |
| **Rafali** | Vél sem breytir hreyfiorku frá gufuhverfli í raforku. |
| **Rakaskiljur** | Sía sem hreinsar síðustu vatnsdropana úr gufu. |
| **Safnæð** | Pípa sem flytur borholuvökva frá borholum að stofnlögn. |
| **Safnæðastofn** | Pípa/stofnlögn sem tekur við borholuvökva úr nokkrum safnæðum og flytur hann í skiljustöð. |
| **Skiljustöð** | Mannvirki fyrir gufuskiljur. |
| **Skiljuvatn** | Jarðhitavatn sem skilið hefur verið frá gufu og inniheldur megnið af öllum uppleystum steinefnum úr borholuvökvanum. |
| **Snefilefni** | Eru frumefni og efnasambönd, sem eru til staðar í mjög litlum mæli. |
| **Sprungurein** | Sprungurein samanstendur af fjölda einstakra sprungna sem tilheyra sama brotinu í berggrunninum. |
| **Sprungusveimur** | Margar samliggjandi sprungureinar sem hafa ákveðna stefnu. |
| **Stefnuborun** | Borhola er sveigð í fyrirfram ákveðna stefnu út frá lóðlínu. |
| **Stjórnloki** | Loki til að stjórna rennsli gufu og vatns. |
| **Stöðvarhús** | Mannvirki fyrir vélasamstæðu, rafbúnað og stjórnbúnað virkjunar. |
| **Svarfþró** | Þró þar sem svarf, borleðja og sement frá borholum safnast fyrir við borun. |
| **Svelghola** | Svelgholur eru 10-60 m djúpar holur sem verða nýttar til förgunar affallsvatns frá háhitaborholum meðan borun og blástur stendur yfir. |
| **Útblásturshljóðdeyfir** | Búnaður til að draga úr hávaða þar sem uframgufu úr gufuveitu er hleypt út við gufustjórnloka. |
| **Varmaskiptir** | Búnaður þar sem varmaorka er flutt úr einum miðli í annan. |
| **Vermi** | Varmaorkuinnihald vökva (kJ/kg). Orkuinnihaldið er háð hita og þrýstingi. |

| | |
|---|---|
| **Vinnsluhola** | Borhola sem er tengd við gufuveitu virkjunar nýtt til vinnslu á jarðhita. |
| **Vinnslurás** | Vinnsluferill til nýtingar/framleiðslu, hér framleiðslu á rafmangi með jarðgufu. |
| **Vinnslusvæði** | Svæði þar sem jarðhiti er unninn. Þar sem borholur eru stefnuboraðar getur vinnslusvæði náð út fyrir borsvæði. |
| **Viðnámsmælingar** | Yfirborðs-rafleiðnimælingar á jarðlögum djúpt niðri sem eru nýttar við kortlagningu jarðhitasvæða. |
| **Þéttivatn** | Vatn sem hefur þést úr gufu. |

# 1 INNGANGUR

Þeistareykir ehf. áforma að reisa jarðhitavirkjun á Þeistareykjum í Þingeyjarsveit og leggja veg að virkjunarsvæðinu frá Húsavík í samráði við viðkomandi sveitarfélög. Framkvæmdin er matsskyld samkvæmt lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000. Skipulagsstofnun féllst á tillögu að matsáætlun Þeistareykja ehf. 6. nóvember 2009.

Jarðhitasvæðið á Þeistareykjum er talið vera eitt stærsta jarðhitasvæðið á Norðurlandi eystra. Þeistareykir ehf. var stofnað í apríl 1999. Stofnaðilar voru orkufyrirtækin Orkuveita Húsavíkur og Norðurorka ásamt Aðaldælahreppi og Reykdælahreppi (nú Þingeyjarsveit). Haustið 2005 keypti Landsvirkjun hlut í fyrirtækinu og eignaðist til viðbótar hlut Norðurorku í félaginu haustið 2009.

Framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum er í Þingeyjarsveit og Norðurþingi, sjá **mynd 1**. Áform um byggingu virkjunarinnar eru liður í virkjun háhita á Norðausturlandi, það er á Þeistareykjum, við Kröflu og í Bjarnarflagi vegna áforma um orkufrekan iðnað á Húsavík.

Áformað er að reisa allt að 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun sem reist verði í 50 $MW_e$ einingum. Áætlun um uppbyggingu fyrirhugaðrar virkjunar ræðst af raforkuþörf markaðarins og byggingarhraði fer eftir árangri við frekari orkuöflun með vinnsluborunum. Ef ákvörðun um virkjun yrði tekin í upphafi árs þá er í framkvæmdaáætlun fyrir tvær fyrstu einingar 200 $MW_e$ jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum gert ráð fyrir að vegagerð, jarðvinna og boranir hefjist fyrsta ár framkvæmda. Fyrsta vélasamstæðan yrði gangsett í byrjun sumars fjórða árið. Önnur vélasamstæðan yrði gangsett síðar sama ár. Í kafla 4.6 er fjallað nánar um helstu kennistærðir framkvæmdar og áætlanir um uppbyggingu Þeistareykjavirkjunar. Þeistareykir ehf., sem er framkvæmdaraðili, hefur rannsóknarleyfi á Þeistareykjum og hefur gert samning við landeigendur um rannsókna- og nýtingarrétt. Mannvit hf. er ráðgjafi Þeistareykja ehf. um mat á umhverfisáhrifum.

## 1.1 AÐDRAGANDI

Framkvæmdin er í samræmi við stefnu Þingeyjarsveitar, Norðurþings og nágrannasveitarfélagsins Skútustaðahrepps, um landnýtingu og vernd á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum, samanber Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007). Samkvæmt svæðisskipulaginu er til framtíðar einnig gert ráð fyrir aðkomu að virkjunarsvæðinu sunnan frá Kísilvegi um Hólasand í Skútustaðahreppi. Fjallað er um umhverfisáhrif vegarins í matsskýrslu Landsnets um háspennulínur frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík. Vegurinn er ekki hluti af mati á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar.

Skipulagsstofnun tók þá ákvörðun, í febrúar 2008, að ekki þyrfti að meta sameiginlega umhverfisáhrif allra framkvæmda vegna áforma um orkufrekan iðnað við Húsavík, þ.e. álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Krófluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum til Húsavíkur. Ákvörðunin var kærð til umhverfisráðherra. Samkvæmt úrskurði ráðherra um kæruna frá 31. júlí 2008 var ákvörðun Skipulagsstofnunar felld úr gildi og skyldu umhverfisáhrif fyrrgreindra framkvæmda metin sameiginlega.

Þeistareykir ehf. lögðu fram tillögu að matsáætlun fyrir allt að 150 $MW_e$ jarðhitavirkjun á Þeistareykjum í mars 2008. Skipulagsstofnun féllst á tillöguna 29. maí 2008. Þeistareykir ehf. drógu samþykkta matsáætlunina til baka 6. nóvember 2008.

Til að raska sem minnst tímaáætlunum mats á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar og þar með sameiginlega matsins var í samráði við Skipulagsstofnun ákveðið að fara með fyrirhugaðar rannsóknaboranir, sem áður voru hluti af virkjunarmatinu, í sjálfstætt mat. Skipulagsstofnun féllst á þessar fyrirætlanir með bréfi þann 17. október 2008. Enn fremur ákvarðaði Skipulagsstofnun 18. desember 2008 að mat á umhverfisáhrifum rannsóknaborana á Þeistareykjum heyrði ekki undir framangreint sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum framkvæmda vegna álvers á Bakka, jarðhitavirkjana og háspennulína. Ákvörðun Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun fyrir rannsóknaboranir á Þeistareykjum var kynnt þann 5. febrúar 2009.

Í samræmi við leiðbeiningar Skipulagsstofnunar voru lögð fram drög að nýrri tillögu að matsáætlun fyrir allt að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun 20. febrúar 2009. Við matið er miðað við að uppsett afl virkjunarinnar verði meira en gert var ráð fyrir í eldri matsáætlun, þar sem rannsóknir á jarðhitasvæðinu gefa vísbendingar um að austurhluti þess búi yfir meiri orku en áður var talið.

Í kjölfar athugasemda Skipulagsstofnunar dags. 11. mars 2009 við drög að tillögu að matsáætlun fyrir allt að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun, var haft samráð við stofnunina og Orkustofnun um tengsl mats á umhverfisáhrifum rannsóknaborana og virkjunar á Þeistareykjum og framhald verkefnanna. Í ljósi niðurstöðu álits frá Orkustofnun og samkvæmt leiðbeiningum Skipulagsstofnunar drógu Þeistareykir ehf. þann 31. ágúst 2009 til baka áður samþykkta matsáætlun fyrir rannsóknaboranir á Þeistareykjum. Málsmeðferð mats á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar og þeirra framkvæmda sem féllu undir úrskurð umhverfisráðherra um sameiginlegt mat munu í framhaldinu fylgja þeim leiðbeiningum sem Skipulagsstofnun lagði til við Þeistareyki ehf. í kjölfar úrskurðar umhverfisráðherra 31. júlí 2008.

Tillaga að matsáætlun fyrir allt að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun var send Skipulagsstofnun í september 2009.

Samhliða mati á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar unnu Landsvirkjun að mati á umhverfisáhrifum jarðhitavirkjunar við Kröflu, Landsnet hf. að mati á umhverfisáhrifum háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík og Alcoa að mati á umhverfisáhrifum álvers á Bakka. Í samræmi við úrskurð umhverfisráðherra frá 31. júlí 2008, og leiðbeiningar Skipulagsstofnunar í kjölfar úrskurðarins, voru frummatsskýrslur framangreindra framkvæmda settar fram samtímis sem og sameiginlegt mat þeirra allra í apríl 2010.

Matsferli fyrir rannsóknaboranir í Gjástykki er lokið, en Skipulagsstofnun gaf út álit sitt þann 18. febrúar 2010. Samkvæmt stefnu viðkomandi sveitarfélaga verður Gjástykki aftast í framkvæmdaröð jarðhitavirkjana í Þingeyjarsýslum. Í fyrstu verður lögð áhersla á rannsóknir þar, þar með taldar rannsóknaboranir. Ekki verður virkjað í Gjástykki nema hin svæðin gefi ekki nægjanlega orku fyrir starfsemi og atvinnuuppbyggingu í Þingeyjarsýslum.




**Mynd 1** Yfirlitsmynd sem sýnir núverandi, ný og hugsanleg orkuvinnslusvæði á Þeistareykjum, við Kröflu, í Bjarnarflagi og í Gjástykki.

## 1.2 MARKMIÐ FRAMKVÆMDAR

Markmið Þeistareykja ehf. er að nýta jarðhita á sjálfbæran hátt til framleiðslu rafmagns og sinna þannig þörfum markaðarins hverju sinni. Rannsóknaboranir á Þeistareykjum hafa staðfest fyrri vísbendingar yfirborðsrannsókna um að austurhluti orkuvinnslusvæðisins hafi að geyma jarðhita sem nýta megi til raforkuvinnslu. Fjallað er um sjálfbæra vinnslu jarðhita í kafla 3.1.

Í samstarfi við Landsvirkjun er unnið að undirbúningi jarðhitavirkjana á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum. Markmið þess er að kanna hagkvæmni þess að framleiða um 400 $MW_e$ af rafmagni fyrir álver á Bakka við Húsavík eða aðra orkukaupendur.

Þeistareykir ehf. rannsaka jarðhita og undirbúa allt að 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun á Þeistareykjasvæðinu á grundvelli eftirtalinna samninga, stefnu og leyfa:

- Rannsóknarleyfis útgefnu af Orkustofnun 30. október 2009. Leyfið gildir til 31. desember 2013.
- Samnings milli landeigenda og félagsins, dags. 28. apríl 1999, um heimild félagsins til rannsókna, borana og hagnýtingar á orku úr jörðu í landi Þeistareykja.
- Viljayfirlýsingar sem Alcoa, ríkisstjórnin og Húsavíkurbær undirrituðu þann 17. maí 2006 um áframhaldandi rannsóknir á fjárhagslegri hagkvæmni nýs álvers á Norðurlandi með 250 þúsund tonna framleiðslugetu á ári. Viljayfirlýsingin fylgir í kjölfar samkomulags frá því í mars 2006 um staðarval fyrir hugsanlegt álver á Bakka við Húsavík. Viljayfirlýsingin var framlengd þann 26. júní 2008 af fulltrúum Alcoa, ríkisstjórnar Íslands og Norðurþings til 1. október árið 2009. Um er að ræða framlengingu og uppfærslu á fyrri viljayfirlýsingu. Í henni kemur fram að haldið verði áfram þeim verkefnum sem aðilar settu sér árið 2006, áður en lokaákvörðun verði tekin um byggingu álvers á Bakka. Viljayfirlýsingin hefur ekki verið framlengd.
- Viljayfirlýsingar ríkisstjórnar Íslands, Norðurþings, Skútustaðahrepps og Þingeyjarsveitar, undirrituð þann 22. október 2009, um samstarf aðila á sviði orkurannsókna, orkunýtingar og atvinnuuppbyggingar í Þingeyjarsýslum. Í viljayfirlýsingunni segir orðrétt: *„Með viljayfirlýsingu þessari er stefnt að því að skapa þær aðstæður að þann 1. október 2010 verði allri nauðsynlegri forvinnu lokið þannig að unnt verði að ganga til samninga við stóran orkukaupanda/orkukaupendur um uppbyggingu orkufreks iðnaðar í Þingeyjarsýslum.“* Viljayfirlýsingin gildir til 1. mars 2012. Markmið yfirlýsingarinnar er að nýta jarðvarma í Þingeyjarsýslum til stórfelldrar atvinnuuppbyggingar á svæðinu. Í yfirlýsingunni kemur fram að aðilar stefna að því að rannsóknum og mati á umhverfisáhrifum verði lokið fyrir 1. október 2010.
- Viljayfirlýsingar sem Landsnet og Alcoa undirrituðu 16. október 2006, um undirbúning framkvæmda og mat á umhverfisáhrifum vegna flutnings raforku frá virkjunum á Norðurlandi til hugsanlegs álvers við Húsavík. Verkefninu hefur verið framhaldið á grunni viljayfirlýsingar Landsnets og Alcoa en þar er kveðið á um samstarf um vinnu við mat á umhverfisáhrifum og öðrum nauðsynlegum undirbúningi.

- Viljayfirlýsingar Landsvirkjunar, Þeistareykja ehf. og Alcoa, dags. 16. maí 2006, um að kanna og rannsaka háhitasvæðin á Norðausturlandi nægjanlega til þess að unnt verði að taka ákvörðun um hugsanlega nýtingu þeirra fyrir allt að 250 þúsund tonna álver á Bakka við Húsavík. Viljayfirlýsingin var endurnýjuð þann 26. júní 2008. Viljayfirlýsing Landsvirkjunar og Alcoa rann út um mánaðamótin október/nóvember 2008. Fyrirtækin munu engu að síður hafa náið samband og samráð um framvindu mála með það að leiðarljósi að framlengja viljayfirlýsinguna og halda verkefninu áfram þegar aðstæður leyfa.
- Svæðisskipulags háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007 – 2025 sem var staðfest af umhverfisráðherra 16. janúar 2008.

## 1.3 LEYFI

Framkvæmdir vegna virkjunar á Þeistareykjum og virkjunarvegar eru háðar eftirfarandi leyfum:

- *Virkjunarleyfi* til að reisa og reka ný raforkuver samkvæmt 4., 5. og 6. gr. Raforkulaga nr. 65/2003. Iðnaðarráðherra hefur frá og með 1. ágúst 2008 falið Orkustofnun að annast þessar leyfisveitingar á grundvelli heimildar í 32. gr. laganna.
- *Framkvæmdaleyfi* þarf frá Þingeyjarsveit fyrir virkjun og vegi innan sveitarfélagsins samkvæmt 27. gr. Skipulags- og byggingarlaga nr. 73/1997. Einnig þarf framkvæmdaleyfi Norðurþings fyrir virkjunarveg frá Húsavík að sveitarfélagsmörkum við Höfuðreiðarmúla.
- *Byggingarleyfi* sem Þingeyjarsveit veitir samkvæmt 36. og 43. gr. Skipulags- og byggingarlaga nr. 73/1997.
- *Starfsleyfi* sem Heilbrigðisnefnd Norðurlands eystra veitir samkvæmt 6. gr. laga nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og 9. gr. reglugerðar nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun, samanber fylgiskjal 2 liði 9.1, 10.4 og 10.7, gr. 5 og 17 í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og IV. kafla reglugerðar nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns. Einnig varðandi losun affallsvatns í borholur samkvæmt 14. gr. reglugerðar nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns og varðandi losun þess á yfirborði, meðal annars vegna arsens í vatninu samanber gr. 5.1, 7.2 og 12 í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Umhverfisstofnun er umsagnaraðili varðandi veitingu leyfis til losunar affallsvatns í jarðlög.
- *Tímabundið starfsleyfi* frá Heilbrigðisnefnd Norðurlands eystra fyrir eftirfarandi þætti á framkvæmdasvæðinu, samanber 17 gr. reglugerðar nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun:
  - Á virkjunarsvæði fyrir vinnubúðir sbr. fylgiskjal 2 lið 10.7. Hér undir fellur ýmiss konar tímabundin aðstaða, svo sem ferðasalerni, ferðaeldhús og vinnubúðir sem tengjast tímabundnum framkvæmdum.
  - Aðstaða verktaka vegna framkvæmda á virkjunarsvæði er háð starfsleyfi samkvæmt reglugerð 785/1999, samanber. fylgiskjal 2 liði 10.4 (jarðborun) og 10.7 (sjá hér að framan).

- *Leyfi Fornleifaverndar ríkisins* þarf ef hrófla þarf við fornleifum, samkvæmt 10. gr. þjóðminjalaga nr. 107/2001.

## 1.4 MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

Matsvinna vegna fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar hófst í byrjun árs 2007. Hér á eftir er greint frá hinum ýmsu atriðum er varða matsvinnuna, svo sem ástæðu þess að meta þarf umhverfisáhrif umræddrar framkvæmdar, hverjir komu að matsvinnunni, samráðsferli og tímaáætlun matsvinnunnar.

### 1.4.1 MATSSKYLDA

Framkvæmdin er matsskyld samkvæmt lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 m.s.br. Í 2. lið 1. viðauka með lögunum kemur fram að jarðvarmavirkjanir með 50 MW uppsett varmaafl eða meira og orkuver með 10 MW uppsett rafafl eða meira eru háð mati á umhverfisáhrifum. Slíkar framkvæmdir eru matsskyldar samkvæmt 5. grein laganna.

Lögð var fram tillaga að matsáætlun í september 2009 og lá niðurstaða Skipulagsstofnunar fyrir þann 6. nóvember sama ár. Skipulagsstofnun féllst á tillögu framkvæmdaraðila að matsáætlun með viðbótum og nokkrum athugasemdum. Frummatsskýrsla fyrir Þeistareykjavirkjun, sem lögð var fram 23. apríl 2010, er að mestu í samræmi við matsáætlun. Greint er frá lítils háttar frávikum í kafla 6 í þessari matsskýrslu.

### 1.4.2 SKÝRSLUGERÐ OG RANNSÓKNIR

Fyrirtækið Þeistareykir ehf. eru verkkaupi og framkvæmdaraðili fyrirhugaðrar jarðhitavirkjunar á Þeistaeykjum og Mannvit hf. er ráðgjafi við undirbúning og mat á umhverfisáhrifum. Sérfræðiráðgjöf sem og tæknileg ráðgjöf vegna rannsóknaborana kom frá Landsvirkjun Power ehf., Íslenskum orkurannsóknum og Mannvit hf. Þá komu ýmsir að ráðgjöf við mat á umhverfisáhrifum. Í **töflu 1** má sjá verkaskiptingu við matsvinnuna og gerð frummatsskýrslu og matsskýrslu.

**Tafla 1** Verkaskipting við mat á umhverfisáhrifum og rannsóknir á Þeistareykjasvæði.

| Starfsmenn | Hlutverk | Fyrirtæki |
|---|---|---|
| Albert Guðmundsson | Verkefnisstjóri framkvæmdaraðila | Landsvirkjun Power |
| Ásgrímur Guðmundsson | Jarðhiti og jarðvísindi | Landsvirkjun Power |
| Kristján Einarsson | Tæknileg ráðgjöf | Landsvirkjun Power |
| Auður Andrésdóttir | Mat á umhverfisáhrifum, verkefnisstýring og ritstjórn | Mannvit |
| Kristinn Ingason | Tæknileg ráðgjöf | Mannvit |
| Valur Klemensson | Mat á umhverfisáhrifum, ritun skýrslna | Mannvit |
| Jóhanna Björk Weisshappel | Mat á umhverfisáhrifum, ritun skýrslna | Mannvit |
| Jóna Bjarnadóttir | Mat á umhverfisáhrifum, ritun skýrslna | Mannvit |
| Haukur Einarsson | Mat á umhverfisáhrifum og ráðgjöf | Mannvit |
| Ragnar Heiðar Þrastarson | Kortagerð og myndvinnsla | Mannvit |
| María Theodórsdóttir | Kortagerð og myndvinnsla | Mannvit |
| Sveinn Bjarnason | Myndvinnsla | Mannvit |

Vegna áforma um orkuvinnslu á Þeistareykjum hafa ýmsar rannsóknir farið fram á undanförnum árum og eru niðurstöður þeirra nýttar í þessari skýrslu. Auk rannsókna liggja fyrir ýmis gögn og heimildir sem nýttar verða við matsvinnuna. Í **töflu 2** má sjá lista yfir helstu sérfræðiverkefni sem unnin hafa verið í tengslum við matsvinnuna. Höfundar eða fulltrúar viðkomandi fyrirtækis/stofnunar lásu yfir þá kafla frummatsskýrslunnar sem byggja á sérfræðiskýrslum þeirra. Um er að ræða aðila þar sem nöfn fyrirtækis eða stofnunar er skáletrað í **töflu 2**. Tekið hefur verið tillit til athugasemda sem bárust.

**Tafla 2** Sérfræðiverkefni unnin vegna mats á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar.

| Starfsmenn | Verkefni | Fyrirtækis/stofnun |
|---|---|---|
| Ragnar Heiðar Þrastarson | Landslagsgreining áhrif á landslag og ásýnd | *Mannvit hf.* |
| Gunnar Birnir Jónsson | Áhrif Þeistareykjavirkjunar á hljóðvist | *Mannvit hf.* |
| Hjalti Sigurjónsson og Snorri P. Kjaran | Spá um dreifingu $H_2S$ | *Verkfræðistofan Vatnaskil* |
| Eric Meyer og Snorri P. Kjaran. | Grunnvatnslíkan og spá um dreifingu efna í grunnvatni | *Verkfræðistofan Vatnaskil* |
| Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson | Grunnvatnsrannsóknir, grunnástand og tillögur um eftirlit með breytingum | Háskólinn á Akureyri |
| Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Rannveig Thoroddsen | Gróðurfar á háhitasvæðum, línu- og vegstæðum, ásamt afmörkun á jarðhitagróðri á Þeistareykjum. | *Náttúrufræðistofnun Íslands* |
| Uggi Ævarsson, Orri Vésteinsson | Fornleifaskráning á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar | *Fornleifastofnun Íslands* |
| Axel Björnsson | Möguleg áhrif Þeistareykjavirkjunar á jarðhitasvæðið | Háskólinn á Akureyri |
| Kristján Sæmundsson | Jarðfræðin á Þeistareykjum | Íslenskar orkurannsóknir |
| Ásgrímur Guðmundsson o.fl. | Hugmyndalíkan jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og jarðvarmamat með rúmmálsaðferð | *Íslenskar orkurannsóknir*<br>*Mannvit hf.*<br>*Verkfræðistofan Vatnaskil* |
| Ragna Karlsdóttir o.fl. | TEM-viðnámsmælingar á Þeistareykjum. | Íslenskar orkurannsóknir |
| Yu, G. o.fl. | MT-viðnámsmælingar á Þeistareykjum. | KMS Technologies-KJT Enterprises Inc. og VGK-Hönnun |
| Þórólfur H. Hafstað | Grunnvatnsrannsóknir og vatnsöflun | *Íslenskar orkurannsóknir* |
| Edward H. Huijbens | Áhrif á ferðaþjónustu og útivist | *Rannsóknamiðstöð Ferðamála* |
| Ómar Bjarki Smárason | Efnistökusvæði á Reykjaheiði og við Þeistareyki | *Jarðfræðistofan Stapi* |
| Þorkell Lindberg Þórarinsson | Athugun á fuglalífi á Þeistareykjum og við virkjunarveg ásamt útbreiðslu snigils á Þeistareykjum | *Náttúrustofa Norðausturlands* |
| Solveig K. Pétursdóttir o.fl. | Líffræðilegur fjölbreytileiki í hverum. | *Matís - Prokaría* |

### 1.4.3 KYNNING OG SAMRÁÐ

Kynning og samráð við mat á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar hafa verið í samræmi við það sem lög nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum kveða á um. Í þessum kafla er greint frá því kynningarferli sem fram fór við gerð matsáætlunar sem og því kynningarferli sem framundan er á kynningartíma þessarar frummatsskýrslu.

### Tillaga að matsáætlun

Drög að tillögu að matsáætlun voru auglýst í fjölmiðlum og aðgengileg á heimasíðum Þeistareykja ehf. (www.theistareykir.is) og Mannvits hf. (www.mannvit.is) frá 20. febrúar til 6. mars 2009. Með birtingunni gafst almenningi kostur á að kynna sér fyrirhugaða framkvæmd og koma athugasemdum á framfæri við framkvæmdaraðila. Skipulagsstofnun fékk endanlega tillögu að matsáætlun til athugunar í september 2009. Stofnunin leitaði eftir umsögnum, kynnti áætlunina á heimasíðu sinni og gaf almenningi kost að senda inn skriflegar athugasemdir.

Auk framangreindra kynninga var fulltrúum frá Skipulagsstofnun, leyfisveitendum og öðrum umsagnaraðilum boðið í vettvangsferðir á fyrirhugað framkvæmdasvæði. Einnig voru helstu framkvæmdaþættir og umhverfisáhrif kynnt Ferðamálastofu, Norðurþingi, Orkustofnun, Skipulagsstofnun, Umhverfisstofnun, Þingeyjarsveit, Landvernd og Samtökum Ferðaþjónustunnar á fundum.

Haldnir voru þrír fundir með félagasamtökum, á Húsavík fyrir aðila tengdum ferðamálum á Húsavíkursvæðinu og í Reykjavík fyrir Landvernd og Samtök ferðaþjónustunnar (SAF). Fyrirhuguð áform voru einnig kynnt fulltrúum Norðurþings, Þingeyjarsveitar og Skútustaðahrepps í tengslum við sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum Kröfluvirkjunar II, Þeistareykjavirkjunar, háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka og álver á Bakka við Húsavík. Jafnframt kynntu fulltrúar framkvæmdaraðila og ráðgjafa fyrirhugaða framkvæmd og mat á umhverfisáhrifum þrívegis á opnum fundum: Í Ýdölum í júlí 2007, í tengslum við kynningu á aðalskipulagi Aðaldælahrepps, í Ljósvetningabúð í mars 2009 þegar aðalskipulag Þingeyjarsveitar var kynnt og Reykjahlíð í ágúst 2009 þegar breyting á aðalskipulagi Skútustaðahrepps var kynnt.

Í kjölfar ákvörðunar Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun, dags. 6. nóvember 2009, var fundað með stofnuninni 19. nóvember 2009 og leitað sameiginlegs skilnings á nokkrum atriðum sem þar koma fram. Þeistareykir ehf. sendu þann 2. desember 2009 erindi til Skipulagsstofnunar, þar sem óskað var eftir frekari leiðbeiningum varðandi áformaða umfjöllun framkvæmdaraðila um ákveðna þætti í frummatsskýrslu. Skipulagsstofnun svaraði fyrirspurninni með bréfi dags. 7. desember 2009 (**viðauki A19**).

Umsagnaraðilar Skipulagsstofnunar í matsferli fyrir allt að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun hafa verið eftirtaldir:

- Þingeyjarsveit
- Norðurþing
- Ferðamálastofa
- Fornleifavernd ríkisins
- Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra
- Landgræðsla ríkisins
- Landsnet
- Orkustofnun
- Umhverfisstofnun
- Vegagerðin

**Frummatsskýrsla**

Við gerð frummatsskýrslu var áfram öllum heimilt að koma á framfæri ábendingum og athugasemdum auk þess sem framkvæmdaraðili leitaði álits hjá umsagnaraðilum og Skipulagsstofnun eftir þörfum. Til að mynda var í október 2009 farin vettvangsferð með fulltrúum sveitarstjórnar Þingeyjarsveitar, Skipulagsstofnunar, Umhverfisstofnunar og Ferðamálastofu á Þeistareykjasvæðið. Tilgangur ferðarinnar var að gera aðilum nánari grein fyrir staðsetningu borteiga, lagnaleiða og annarra fyrirhugaðra mannvirkja á Þeistareykjum. Þá voru drög að frummatsskýrslu send Skipulagsstofnun til yfirlestrar og fundað með stofnuninni í kjölfar þess í febrúar 2010. Til kynningar voru drög að frummatsskýrslu send Orkustofnun sem benti á að fjallað yrði um áform framkvæmdaraðila um djúpförgun jarðhitavökva í samráði við stofnunina (kafli 4.3.7).

Á athugunartíma Skipulagsstofnunar var frummatsskýrslan aðgengileg á heimasíðum (www.skipulag.is, www.theistareykir.is og www.mannvit.is) auk þess sem hún lá frammi á aðgengilegum stað nærri framkvæmdasvæði og hjá Skipulagsstofnun í sex vikur frá 30. apríl til 14. júní 2010. Á þeim tíma gafst almenningi kostur á að koma skriflegum athugasemdum á framfæri við stofnunina. Niðurstöður mats á umhverfisáhrifum og frummatsskýrsla voru kynnt á opnum fundum á kynningartíma skýrslunnar á eftirfarandi stöðum:

- Í Ýdölum, Þingeyjarsveit, 3. maí 2010.
- Á Fosshóteli, Húsavík, 3. maí 2010.
- Í Reykjahlíðarskóla, Mývatnssveit, 4. maí 2010.
- Á Hótel Nordica, Reykjavík, 10. maí 2010.

Eftir að kynningu lauk á frummatsskýrslu sem og athugun Skipulagsstofnunar á skýrslunni, tók við gerð þessarar matsskýrslu. Í henni er gerð grein fyrir umsögnum og athugasemdum sem bárust og viðbrögðum framkvæmdaraðila við þeim. Eftir um fjórar vikur gefur Skipulagsstofnun álit sitt á því hvort skýrslan uppfylli skilyrði laga nr. 106/2000 m.s.br. um mat á umhverfisáhrifum og að umhverfisáhrifum sé lýst á fullnægjandi hátt. Telji stofnunin að setja þurfi frekari skilyrði fyrir framkvæmd skal það tilgreint og rökstutt.

Skipulagsstofnun leitaði umsagna hjá þeim aðilum sem getið er í **töflu 3**. Einnig bárust athugasemdir frá Landvernd og Náttúruverndarsamtökum Íslands. Þeirra er Einnig getið neðst í **töflu 3**. Brugðist er við þeim ábendingum sem fram komu í viðeigandi köflum í þessari matsskýrslu. Allar umsagnir og athugasemdir eru birtar í viðauka A22.

**Tafla 3** Umsagnir, athugasemdir og helstu ábendingar**.**

| Stofnun/aðili | Helstu athugasemdir og ábendingar |
|---|---|
| **Norðurþings** | • Samræma þarf númer efnistökusvæða við tillögu að aðalskipulagi Norðurþings (RHN-6 er ekki á skipulagi) og leiðrétta upplýsingar um breytt aðalskipulag Húsavíkurbæjar. |
| **Ferðamálastofa** | • Leggur áherslu á að framkvæmdir hafi sem minnst neikvæð áhrif á starfsemi núverandi ferðaþjónustuaðila, bætta aðstöðu til ferðaþjónustu og góða upplýsingagjöf við virkjunina. |
| **Fiskistofa** | • Engar athugasemdir við frummatsskýrslu. |
| **Fornleifavernd ríkisins** | • Fjalla þarf um fornleifar sem skráðar voru á svæðinu fyrir árið 2008.<br>• Nauðsynlegt að merkja/girða af leifar tveggja garða og fleiri fornleifa nálægt framkvæmdum.<br>• Nauðsynlegt að lagnir/framkvæmdir verði eins langt frá minjaverndarsvæði og bæjarstæði og kostur er (athuga með lagnir í jörðu næst því).<br>• Erfitt að sjá hvernig hægt er að forða fornleifum í fyrirhuguðu vegstæði frá raski.<br>• Fjalla þarf um áhrif efnistöku í námum RHN-5 og RHN-6 á fornleifar. |
| **Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra** | • Óskynsamlegt að leyfa efnistöku á grannsvæði vatnsbóls Húsavíkur.<br>• Gera þarf grein fyrir starfsmannaaðstöðu og mötuneyti, fráveitu frá henni og mengunarhættu.<br>• Meta þarf hættur og fjalla um aðgerðir til verndar vatnsbóls Húsavíkur vegna framkvæmda. |
| **Landvernd** | • Ekki þörf á svo mörgum borsvæðum einkum innan svæðis á náttúruminjaskrá, hægt sé að koma í veg fyrir rask með skáborunum.<br>• Vill sjá aðra tillögu að vegi að Þeistareykjum. Skoða gamla vegstæðið.<br>• Gera þarf grein fyrir fullnaðarviðgerð á námu vestan í Bæjarfelli. |
| **Náttúruverndar-samtök Íslands** | • Framkvæmdir á NA landi standast ekki úrskurð umhverfisráðherra um sameiginlegt mat. |
| **Orkustofnun** | • Í umsókn um virkjunarleyfi þarf að útfæra frekar einstök atriði er varða Orkustofnun. |
| **Umhverfisstofnun** | • Bæta þarf umfjöllun um hvort vegir að borsvæðum nýtast sem vegir meðfram lögnum.<br>• Bendir á að 6 af 15 borsvæðum eru innan svæðis á náttúrminjaskrá.<br>• Að mati Umhverfisstofnunar á ekki að fara með borsvæði austur fyrir Bóndhólsskarð, eða þvera hverfisverndarsvæði til að bora á svæði N.<br>• Frárennsli frá borholum fari ekki í náttúrulega tjörn, heldur verði leitt í svelgholur eða sprungur.<br>• Nægjanlegt kerfi neyðarlosunar verði til staðar.<br>• Telur veglínu B vera betri kost en veglinu A.<br>• Ráðgera ætti efnistöku í samræmi við efnisþörf. Frágangssvæði námu ÞRN-1 of vítt afmarkað. Efnistökuáætlun lögbundin.<br>• Rökstyðja þarf af hverju vægiseinkunnir eru fleiri en í leiðbeiningum Skipulagsstofnunar.<br>• Gert verði ráð fyrir djúpförgun affallsvatns frá virkjuninni.<br>• Telur að áhrif á landslag austan Bóndhólsskarðs á Þeistareykjabungu verði verulega neikvæð.<br>• Mikilvægt að raska ekki votlendi né búsvæði sjaldgæfra jurta.<br>• Bendir á að efnamengun og heit gufa geti haft áhrif á viðkvæman gróður.<br>• Telur að fjalla þurfi um áhrif á fugla á rekstrartíma.<br>• Athygli vakin á reglugerð nr. 514/2010. Óskar eftir hæstu klukkustundargildi fyrir $H_2S$ sem komu út úr líkanreikningum í næstu byggð. Vöktun/mælingar á loftgæðum hefjist sem fyrst.<br>• Ítarlegri upplýsingar vantar um magn og áhrif kvikasilfurs í jarðhitagufu.<br>• Tölvugerðar myndir sem sýna m.a. lagnir og virkjunarveg hefði mátt gera raunverulegri.<br>• Athuga hvort ásýndaráhrif verði minni við færslu geymslusvæðis frá Ketilfjalli bak við kæliturna.<br>• Helstu umhverfisáhrif framkvæmdar verði á landslag, gróður, ásýnd, fálkaóðöl og jarðmyndanir og að draga megi úr áhrifum með því að virkja ekki austan Bóndhólsskarðs, velja veglínu B, hlífa fálkaóðölum, leggja vegi að landi og vakta og bregðast við neikvæðum áhrifum á gróður. Framkvæmdin í heild sinni valdi ekki umtalsverðum umhverfisáhrifum verði framkvæmdum hagað í samræmi ábendingar stofnunarinnar. |
| **Vegagerðin** | • Engar athugasemdir við frummatsskýrslu. |
| **Þingeyjarsveit** | • Engar athugasemdir við frummatsskýrslu. |

### 1.4.4 TÍMAFERLI MATS Á UMHVERFISÁHRIFUM

Tímaerli verkefnisins tók mið af þeim framkvæmdum sem lúta að sameiginlegu mati á umhverfisáhrifum eins og fjallað er um í kafla 1.5 hér á eftir.

Eftirfarandi er tímaferli matsferlisins:

- Febrúar 2009 – drög að tillögu að matsáætlun kynnt á netinu.
- September 2009 – tillaga að matsáætlun send Skipulagsstofnun.
- Nóvember 2009 – ákvörðun Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun.
- Mars 2010 – frummatsskýrsla til Skipulagsstofnunar.
- Október 2010 – matsskýrsla til Skipulagsstofnunar.
- Nóvember 2010 – álit Skipulagsstofnunar.

Framangreind áætlun er sett fram í samræmi við þá tímafresti sem settir eru í lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000.

## 1.5 SAMEIGINLEGT MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

Þann 13. febrúar 2008 komst Skipulagsstofnun að þeirri niðurstöðu eftir samráð við hlutaðeigandi aðila, að sameiginlegt mat skyldi ekki fara fram í samræmi við 5. gr. laga nr. 106/2000 m.s.br. um mat á umhverfisáhrifum þar sem fleiri en ein matsskyld framkvæmd er fyrirhuguð á sama svæði eða framkvæmdirnar eru háðar hver annarri. Skipulagsstofnun lagði hins vegar áherslu á að frummatsskýrslurnar yrðu til umfjöllunar á sama tíma sem og samþætting umfjöllunar.

Þann 18. mars 2008 kærði Landvernd framangreinda ákvörðun Skipulagsstofnunar frá 13. febrúar 2008 til umhverfisráðherra þess efnis að ekki skuli fara fram heildstætt umhverfismat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröfluvirkjun og Þeistareykjum til Húsavíkur. Landvernd tekur undir með Umhverfisstofnun að til þess að hægt sé að taka afstöðu til umhverfisáhrifa einstakra framkvæmda þurfi yfirsýn yfir heildaráhrif allra framkvæmdanna að liggja fyrir. Slík heildarsýn verði best fengin með því að meta umhverfisáhrif framkvæmdanna sameiginlega, sbr. heimildir Skipulagsstofnunar í 2. mgr. 5. gr. laganna.

Í úrskurði umhverfisráðherra frá 31. júlí 2008 var ákvörðun Skipulagsstofnunar frá 13. febrúar 2008 felld úr gildi og 2. mgr. 5. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum beitt. Í þeim tilvikum þegar fleiri en ein matsskyld framkvæmd er fyrirhuguð á sama svæði eða framkvæmdir eru háðar hver annarri getur Skipulagsstofnun að höfðu samráði við viðkomandi framkvæmdaraðila og leyfisveitendur ákveðið að umhverfisáhrif þeirra skuli metin sameiginlega. Ráðuneytið taldi brýna þörf á því að með ótvíræðum hætti yrði tryggt að mat á umhverfisáhrifum framkvæmdanna fari fram á sama tíma og umhverfisáhrif þeirra allra liggi fyrir í heild sinni áður en leyfi fyrir einstökum framkvæmdum verði veitt.

Gerð frummatsskýrslu fyrir Þeistareykjavirkjun tók mið af framangreindum úrskurði umhverfisráðherra frá 31. júlí 2008. Frummatsskýrslur framangreindra framkvæmda voru lagðar fram til kynningar á sama tíma í apríl 2010.

## 1.6 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

### Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Íslands

*Náttúruverndarsamtök Íslands gera sameiginlegar athugasemdir við allar þær framkvæmdir sem tengjast áformum um orkufrekan iðnað við Húsavík, það er Kröfluvirkjun II, Þeistareykjavirkjun, háspennulínur frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka, álver á Bakka og sameiginlegt mat þessara framkvæmda. Athugasemdirnar eru í megindráttum um það mat samtakanna að skýrslurnar standist ekki úrskurð umhverfisráðherra frá 1. ágúst 2008 [á að vera 31. júlí 2008] um að framkvæmdirnar skuli metnar sameiginlega.*

Þó að athugasemdir Náttúruverndarsamtaka Íslands beinist meðal annars að Þeistareykjvirkjun tengjast þær efnislega helst frummatsskýrslu um sameiginlegt mat framkvæmdanna og eru viðbrögð sett fram í matsskýrslu um sameiginlegt mat.

# 2 STAÐHÆTTIR

Í þessum kafla er stutt staðháttalýsing á Þeistareykjasvæðinu, næsta nágrenni þess og við fyrirhugaðan virkjunarveg frá Húsavík. Landslagi og jarðmyndunum er lýst og gerð er grein fyrir veðurfari út frá nálægum veðurstöðvum. Jafnframt er fjallað um náttúruvá. Í kafla 9 er nánari lýsing á grunnástandi umhverfisþátta á framkvæmdasvæðinu.

## 2.1 ÞEISTAREYKIR

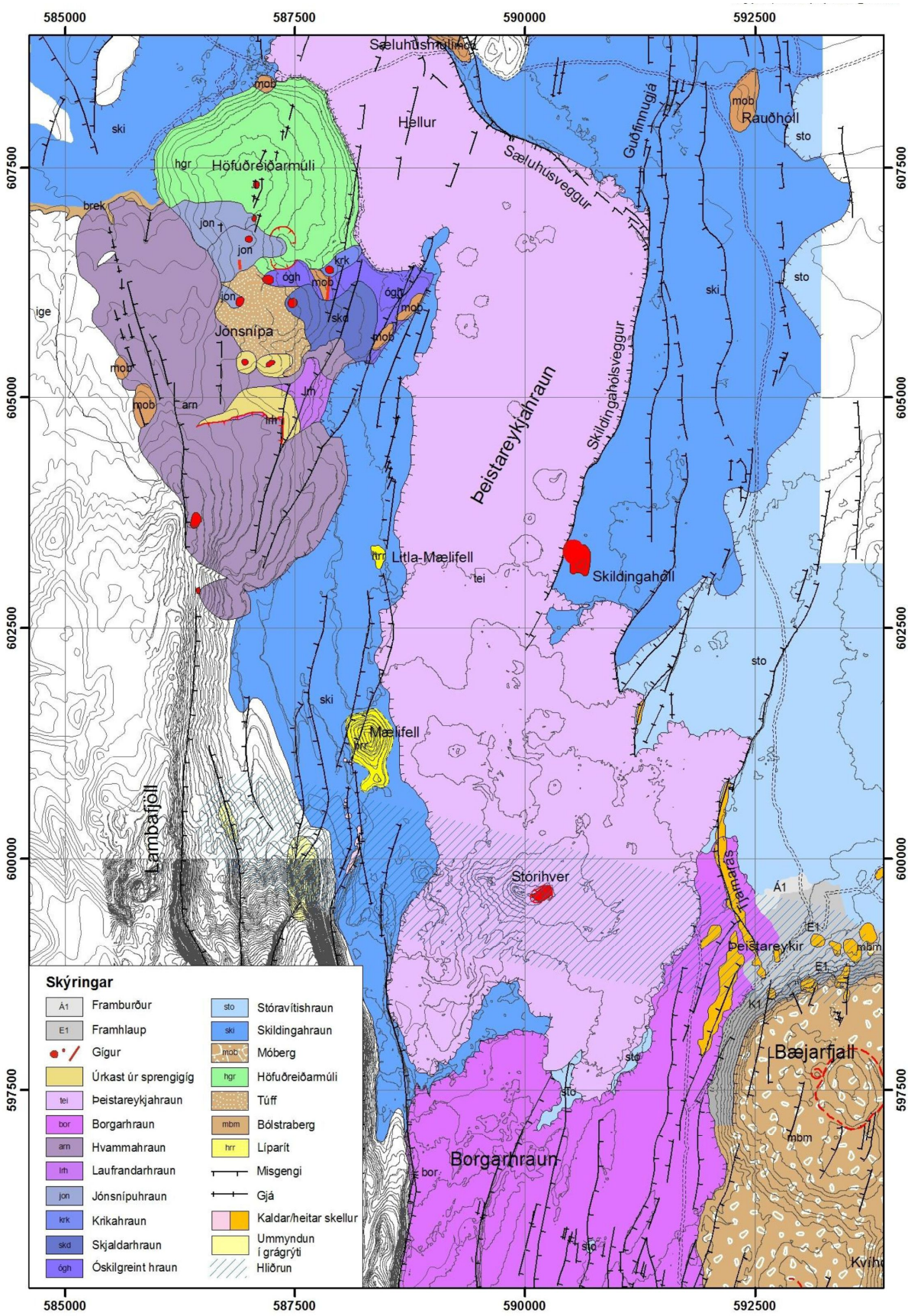
Jarðhitasvæðið sem kennt er við Þeistareyki er um 25 km suðaustur af Húsavík á milli Þeistareykjabungu í austri og Lambafjalla í vestri. Svæðið er að stórum hluta á flatlendi í 320-370 m h.y.s. en yfirborðsjarðhiti nær 530 m h.y.s. í Bæjarfjalli. Framkvæmdasvæðið nær einnig til virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum. Við þéttbýlismörk á Húsavík er vegstæðið í u.þ.b. 55 m.y.s. og nær hæstri hæð, u.þ.b. 380 m.y.s., á Grjóthálsi um 6 km austan við bæinn. Niður undir Höskuldsvatn lækkar vegstæðið í 290-300 m.y.s. og heldur þeirri hæð að jafnaði alla leið að Þeistareykjum.

### 2.1.1 LANDSLAG OG JARÐMYNDANIR

Landslag við Þeistareyki einkennist af hraunum ásamt fjöllum og hryggjum sem ganga upp úr flötum hraununum. Þeistareykjasvæðið sjálft og hraunin í nágrenni þess markast af Bæjarfjalli í suðri, Lambafjöllum í vestri, Grísatungufjöllum í norðri og Ketilfjalli í austri. Hraunin á Þeistareykjum og nágrenni eru öll, að Þeistareykja-hrauninu undanskildu, frá lokum ísaldar eða um 10.000 til 14.000 ára (**mynd 2**). Allt eru þetta dyngjuhraun. Þau eru mörg og fremur smá norðan í Lambafjöllum, en fá og stór austar. Stóravítishraun hefur myndast fyrir um 11.400 árum. Það nær norður í Kelduhverfi, vestur að Lambafjöllum, suður að Gæsafjöllum og Hólasandi og austur yfir Gjástykki. Yngsta hraunið á jarðhitasvæðinu er Þeistareykjahraun. Það er um 2.500 ára gamalt, komið úr gíg, Stórahver, um 3 km vestan við sæluhúsið á Þeistareykjum. Það liggur að hluta ofan á Stóravítishrauni og myndar 2 km breiða hrauntungu sem nær norður fyrir Höfuðreiðarmúla. Eftir því liggur röð af minni gígum sem myndast hafa í sama gosi (Kristján Sæmundsson, 2007).

Bæjarfjall og Kvíhólafjöll eru móbergsfjöll mynduð í gosi undir jökli á síðasta jökulskeiði ísaldar. Norðan Bæjarfjallsins er Ketilfjall sem er móbergshryggur frá næstsíðasta jökulskeiði (Kristján Sæmundsson, 2007). Tveir gígar eru uppi á Bæjarfjalli. Vestan við jarðhitasvæðið á Þeistareykjum eru Lambafjöll, þakin ungu móbergi frá síðasta jökulskeiði. Í norðvestur af Þeistareykjum liggja Mælifell og Litla-Mælifell sem bæði eru úr súru bergi, líparíti, sem myndast hefur við gos í jökli (Gestur Gíslason o.fl., 1984).

Þeistareykjasvæðið er tiltölulega þurrt en lítill lækur rennur undan Ketilfjalli (Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2007a). Tjörn er við sunnanverðan Tjarnarás (**mynd 3**). Tjörnin er yfirleitt í hámarki fyrri hluta sumars eftir vorleysingar, en auk yfirborðsvatns rennur í hana vatn frá hverunum við Þeistareyki (Þórólfur H. Hafstað, 2000).




**Mynd 2** Jarðfræðikort af Þeistareykjasvæðinu.

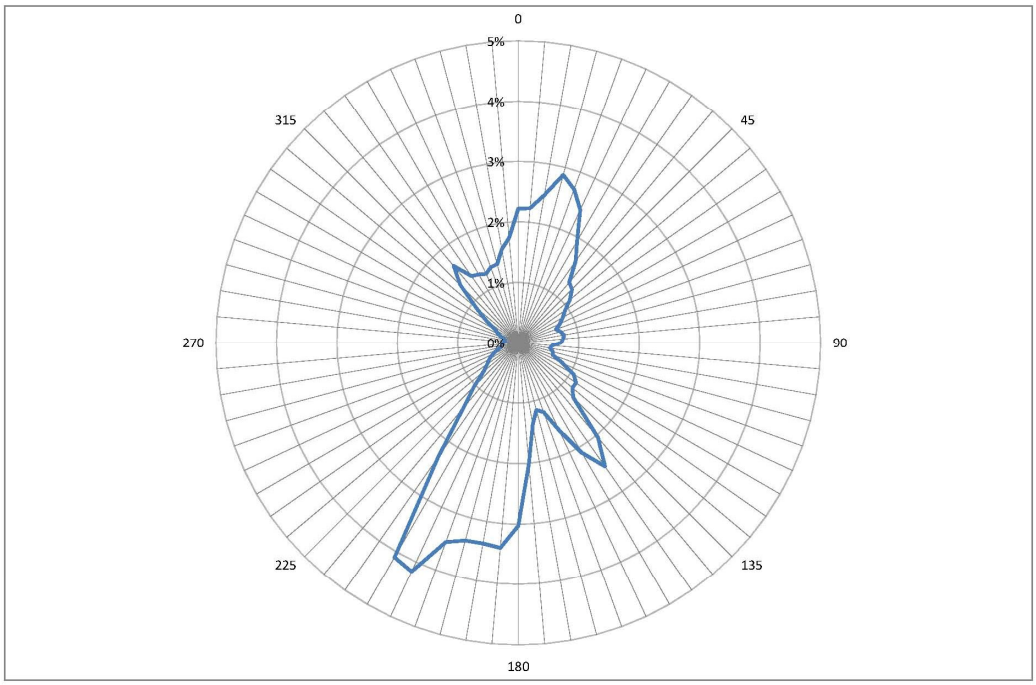


**Mynd 3** Þeistareykir, horft til Lambafjalla. Tjörnin við Tjarnarás á miðri mynd.

### 2.1.2 VEÐURFAR

Veðurstofa Íslands hefur starfrækt sjálfvirka veðurstöð fyrir Landsnet hf. og Þeistareyki ehf. á Þeistareykjum frá árinu 2005. Haustið 2008 settu Þeistareykir ehf. upp stöð sem er á fyrirhuguðu stöðvarhússvæði. Aðrar veðurstöðvar í nágrenni svæðisins eru á Sóleyjarflatarmelum og Hólasandi (www.vedur.is).

Á **mynd 4** eru sýndar niðurstöður vindmælinga á Þeistareykjum frá október 2005 til nóvember 2008. Þar má sjá að vindáttir úr suðri eru ríkjandi og þar á eftir eru norðan og norðaustan áttir. Meðalhitastig á Þeistareykjum yfir tveggja ára tímabil veðurathugana á árunum 2005-2008 er 1,9°C. Meðalársúrkoma á Þeistareykjum er 600–800 mm (www.vedur.is).




**Mynd 4** Vindrós fyrir veðurathugunarstöð á Þeistareykjum frá 20. október, 2005 – 13. nóvember, 2008.

### 2.1.3 NÁTTÚRUVÁ

Þeistareykir eru á virku gosbelti þar sem hætta er á jarðhræringum sem gætu valdið truflun á rekstri eða skemmdum á mannvirkjum. Kristján Sæmundsson jarðfræðingur (2006) tók saman greinargerð um hættu sem getur stafað af eldvirkni á virkjunarsvæðum, iðnaðarsvæðum og háspennulínustæðum á Norðurlandi. Þar kemur fram að á síðustu 400 árum eru heimildir um sprunguhreyfingar án eldvirkni frá 1618 og 1885. Í febrúar 2007 skipuðu Landsvirkjun, Þeistareykir ehf. og Landsnet hf. hóp sérfræðinga til þess að meta jarðvá fyrir virkjunarstaðina Þeistareyki, Gjástykki, Kröflu og Bjarnarflag á Norðausturlandi, auk línustæða háspennulína frá virkjununum að iðnaðarsvæði við Bakka norðan Húsavíkur (Axel Björnsson o.fl., 2007). Hér á eftir verður greint frá helstu niðurstöðum framangreindrar skýrslu hvað varðar Þeistareyki.

Jarðvá á Þeistareykjum tengist einkum eldvirkni, jarðskjálftum og hreyfingu tengdri landreki og kvikusöfnun í jarðskorpunni. Aðeins einu sinni hefur gosið á Þeistareykjum síðustu 11.000 árin. Það var fyrir um það bil 2500 árum. Síðan þá hafa litlar landhreyfingar átt sér stað á eystri hluta svæðisins þar sem núverandi borsvæði er og þar sem fyrirhugað er að reisa virkjun. Í eldgosahrinunum á 18. og 20. öld varð mikil gliðnun og spennuslökun í norðurhluta gosbeltisins á Norðausturlandi og þess vegna eru litlar líkur á nýrri stórri hrinu næstu 100-200 árin. Minni háttar innskot eða

innskot eru hitagjafar háhitasvæðanna. Meðfylgjandi myndun sprungna eykur einnig lekt jarðlaga sem er af hinu góða.

Litlar líkur eru á að jarðskjálftar stærri en 5 verði á eða í grennd jarðhitasvæðanna. Hins vegar er gert ráð fyrir að skjálftar af stærðinni 6,5 geti orðið á suðausturhluta Húsavíkurmisgengisins.

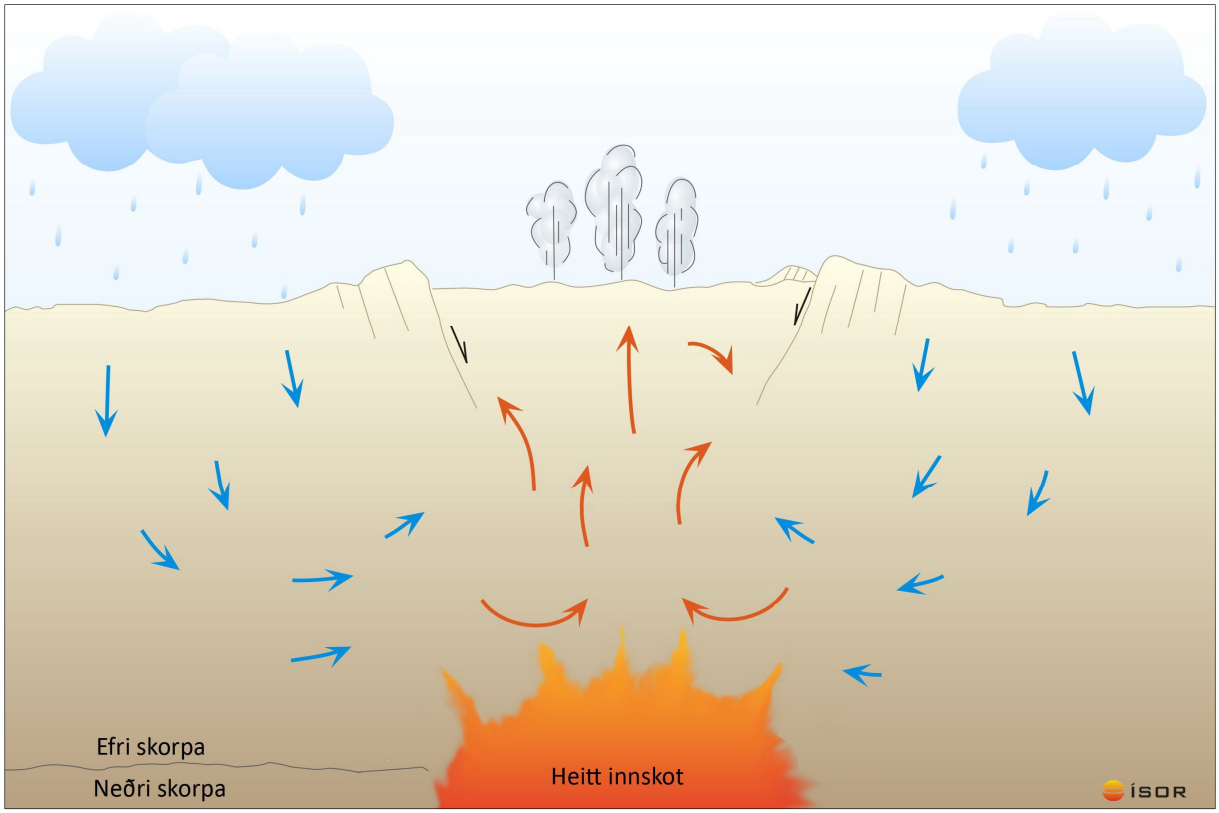
Í framangreindri skýrslu er mælt með að lagðar verði til grundvallar mannvirkjagerð á svæðinu góðar verkfræðihefðir og helstu hönnunarstaðlar, og ýmsar leiðir ræddar til að draga úr áhættu vegna jarðvár. Mikilvægast er talið að staðsetja öll mannvirki á yfirborði utan virkustu miðju sprungureinanna.

## 2.2 VIRKJUNARVEGUR

Legu fyrirhugaðs virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum má sjá á **mynd 1** hér að framan. Frá Húsavík yfir Grjótháls austur að Höskuldsvatni er vegstæðið á gróðurlausum melum, nema brekkurnar ofan Húsavíkur eru móar og allþéttar lúpínubreiður, auk þess sem þar hefur víða verið plantað fyrir skógi. Við Höskuldsvatn tekur við gróið land þar sem vegstæðið er á gömlu hrauni, víða þöktu lyngmóa með sandbornum klapparholtum, rofabörðum og fokmoldarflögum inn á milli. Um tvo kílómetra austan vatnsins liggur vegurinn á stuttum kafla um all mishæðótt sprungu- og misgengjasvæði inn á nýrra hraun, þ.e. nyrstu fláka Þeistareykjahrauns, sem liggur í sléttri og víðáttumikilli breiðu um allt skarðið milli Höfuðreiðarmúla og Sæluhúsmúla. Hraunið er helluraun, víðast rennisléttir, lítt grónir hraunflekar með smáhellum, sprungum og sandorpnum jarðföllum inn á milli. Austan Höfuðreiðarmúla eru víða miklar sprungur og gjár með u.þ.b. norður-suður stefnu og sneiðir vegurinn hjá þeim þar sem hann liggur um hraunið suður með Höfuðreiðarmúla. Við Skildingahólsvegg verður hraunið mun mishæðóttara og að sama skapi meira hulið þykkum moldarjarðvegi og lyngmóabreiðum. Er vegstæðið að mestu á algrónu landi það sem eftir er. Frá fyrirhuguðu stöðvarhúsi norðan Þeistareykja að núverandi vegslóðum undir Bæjarfjalli er vegstæðið víðast á algrónu landi. Á þessu svæði er víða virkur jarðhiti á yfirborði sem vegurinn sneiðir hjá (Vegagerðin, 2008).

# 3 JARÐHITI

Jarðhiti er sá hiti í jörðu sem er umfram þann hita sem mælist við yfirborð hennar (Guðmundur Pálmason, 2005). Hér á landi myndast jarðhiti í tengslum við eldvirkni og jarðskorpuhreyfingar. Á **mynd 5** má sjá á einfaldaðan hátt hvernig jarðhitakerfi myndast vegna hringrásar vatns, niðurstreymis á einum stað, upphitunar og upp-streymis á öðrum stað. Í gosbeltinu er mikið af virkum sprungum og vatnsleiðandi jarðlögum sem gerir þessa hringrás mögulega.

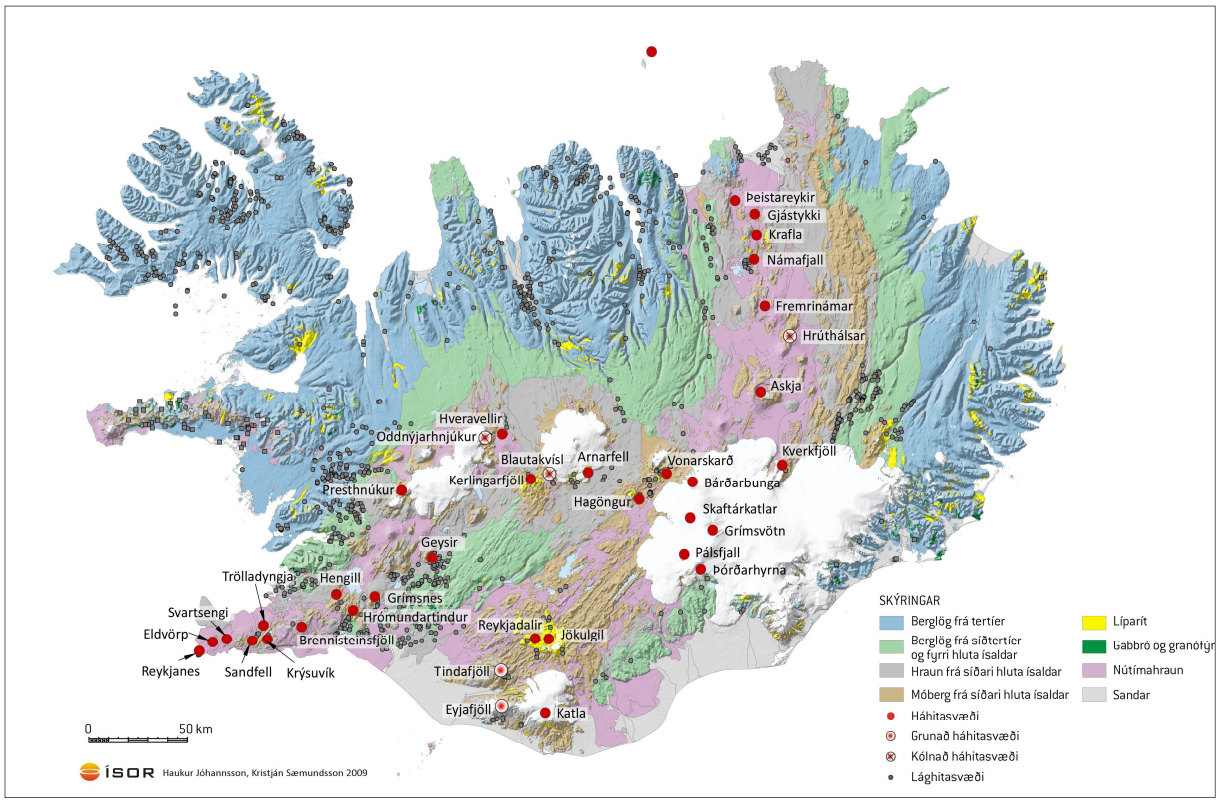



**Mynd 5** Einföld skýringarmynd sem sýnir opna vatnshringrás í jarðhitakerfi. Varmagjafinn getur ýmist verið heitt berg eða kólnandi kvika**.**

Jarðhitasvæði eru oft flokkuð í lághita- og háhitasvæði. Háhitasvæði er skilgreint á þann hátt að þar er hitinn yfir 200°C neðan við 1 km dýpi. Eins og sjá má á **mynd 6** eru öll háhitasvæðin á Íslandi innan hins virka gosbeltis þar sem hraunkvika er víða á nokkurra kílómetra dýpi. Lághitasvæðin eru hins vegar víða um land. Gosbeltið einkennist af virkum sprungusveimum og verða eldgos og jarðhræringar tíðum innan þeirra (Guðmundur Pálmason og fl., 1985). Gliðnun landsins er um 1-2 sm á ári til austurs og vesturs út frá gosbeltinu.

Háhitasvæðin eru oftast tengd megineldstöðvum, það eru eldstöðvar sem hafa verið virkar í mjög langan tíma. Tilvist megineldstöðva tengist svokallaðri kvikuþró en það er svæði með bráðinni kviku á nokkurra kílómetra dýpi í jarðskorpunni. Jarðhita-svæði Kröflu, Námafjalls og Gjástykkis eru öll nátengd eldvirkninni á sprungu- og misgengjasveimi sem kenndur er við Kröflu (Kristján Sæmundsson, 1991). Þeista-reykir eru á sjálfstæðum sprungusveimi sem liggur nokkru vestar og er eldvirkni þar mun minni en í Kröflukerfinu. Þar varð síðast gos fyrir um 2.500 árum. Þeistareykja-

sprungukerfið stefnir nánast N-S, er um 4-5 km breitt og nær frá Mývatni í suðri og norður í Kelduhverfi.




**Mynd 6** Jarðhitasvæði á Íslandi. Öll háhitasvæðin eru í gosbeltinu, þ.e. á jarðskorpufleka-mótum.

## 3.1 SJÁLFBÆR VINNSLA JARÐHITA

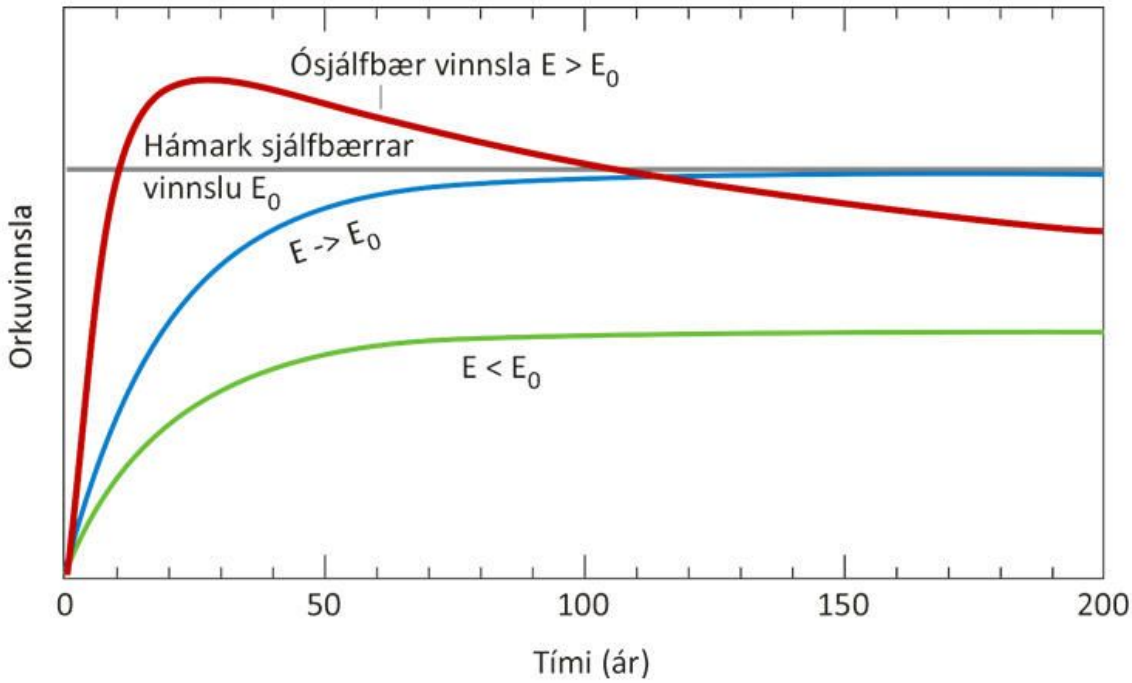
Þeistareykir ehf. stefna að því að nýta jarðhita á Þeistareykjum með sjálfbærum hætti.

Ekki er til opinber skilgreining á hugtakinu *„sjálfbær vinnsla jarðhita“* en Þeistareykir ehf. hafa tekið mið af tillögu sem vinnuhópur á vegum Orkustofnunar lagði fram árið 2001 (Guðni Axelsson o.fl., 2001; Guðni Axelsson, Sveinbjörn Björnsson og Valgarður Stefánsson, 2006). Sú skilgreining byggir á að fyrir sérhvert jarðhitasvæði séu til eins konar vinnslumörk þannig að ef vinnsla er undir þeim sé hægt að halda henni í jafnvægi í mjög langan tíma, eða eins og hér segir orðrétt:

> „Fyrir sérhvert jarðhitasvæði, og sérhverja vinnsluaðferð, er til ákveðið hámarksvinnslustig, $E_0$, sem er þannig háttað að með lægra vinnslustigi en $E_0$ er unnt að viðhalda óbreyttri orkuvinnslu frá kerfinu yfir mjög langt tímabil (100-300 ár). Sé vinnsluálag meira en $E_0$, er ekki unnt að viðhalda óbreyttri orkuvinnslu svo lengi. Jarðvarmavinnsla minni en eða jöfn $E_0$ er skilgreind sem sjálfbær vinnsla en vinnsla umfram $E_0$ er ekki sjálfbær.“

Á **mynd 7** er framangreind skilgreining á sjálfbærni sýnd með myndrænum hætti.

Lögð var áhersla á að rugla ekki saman hugtökunum sjálfbærni og endurnýjanleiki þar sem það fyrra lýsir því hvernig orkulind er nýtt, en það seinna eðli hennar. Jarðhiti er endurnýjanleg orkulind.




**Mynd 7** Orkuvinnsla sem fall af tíma. Ef vinnsluálag er minna en eða jafnt $E_0$ er um sjálfbæra vinnslu að ræða.

Á háhitasvæðum samanstendur orkulindin annars vegar af stöðugum orkustraumi (varmaleiðni og varmaburði) frá hitagjafa tengdum eldvirkni og hins vegar orkuforða sem safnast hefur saman í bergi og vökva. Við hefðbundna jarðhitavinnslu er sóttur meiri varmi í jarðhitakerfið en sem nemur náttúrulega orkustraumnum og er þá gengið á orkuforðann. Sé vinnslu hins vegar hætt endurnýjast forðinn aftur með tímanum. Vægi þessara tveggja þátta í jarðhitavinnslu er bæði háð jarðhitakerfi og vinnsluálagi. Í svokölluðum „Hot Dry Rock“ kerfum er vægi forðans yfirgnæfandi, en í öflugustu háhitakerfunum í gosbelti Íslands er vægi orkustraumsins meira.

Við vinnslu jarðhitavökva lækkar þrýstingur í jarðhitakerfinu. Ef kaldari vökvi streymir inn í kerfið frá jöðrum þess eða með niðurrennsli/niðurdælingu í borholur eykst varmastreymi frá hitagjafa. Náist nýtt þrýstijafnvægi í svæðinu, lægra en upphaflega þrýstiástand þess, er talað um að vinnslan sé sjálfbær, en náist ekki þrýstijafnvægi í svæðinu er talað um ágenga vinnslu.

Fyrirsjáanlega má nýta jarðhitakerfi á mismunandi vegu þó miðað sé við skilgreininguna hér að ofan (Guðni Axelsson o.fl., 2006). Í því sambandi þarf að hafa eftirfarandi í huga:

(A) Sjálfbær vinnslugeta jarðhitakerfa er óþekkt við upphaf vinnslu, en hana má meta út frá fyrirliggjandi gögnum um innri gerð og eðli kerfanna og gögnum um viðbrögð þeirra við vinnslu. Slíkar áætlanir verða áreiðanlegri eftir því sem vinnslusaga viðkomandi jarðhitakerfis lengist (meiri gögn safnast um viðbrögð við vinnslu).

(B) Þá er sjálfbæra vinnslugetan háð vinnslutækninni, jafnt vinnsluaðferðinni sem beitt er og tækniframförum. Til dæmis má nefna að í flestum tilfellum eykur niðurrennsli/niðurdæling affallsvatns vinnslugetu jarðhitakerfa (Guðni Axelsson, 2004). Þá má reikna með að með dýpri borholum í framtíðinni (4-5 km í stað 2-3 km

í dag) megi vinna meiri orku úr mörgum jarðhitakerfum, ekki síst háhitakerfum tengdum eldstöðvakerfum (Guðmundur Ó. Friðleifsson o.fl., 2005).

Vinnslu jarðhitans með tilliti til sjálfbærni má skoða frá ýmsum sjónarhornum (Guðni Axelsson o.fl., 2006):

1. Stöðug vinnsla (fyrir utan sveiflur vegna tímabundins álags eins og árssveiflur) í 100-200 ár. Varla raunhæfur kostur vegna þess að sjálfbær vinnslugeta jarðhitakerfa er ekki þekkt fyrirfram. Því þarf í raun eins konar reynslutímabil í upphafi þar til hún hefur verið metin.
2. Vinnsla aukin í nokkrum áföngum þar til sjálfbær vinnslugeta hefur verið metin og sjálfbæru mörkunum náð.
3. Ágeng vinnsla (ekki sjálfbær) í nokkra áratugi (um 30 ár) með algjörum hléum, e.t.v. nokkru lengri en vinnslutímabilin (um 50 ár), þar sem jarðhitakerfið nær að jafna sig að verulegu leyti í hléunum.
4. Ágeng vinnsla í 30-50 ár, síðan stöðug en minni vinnsla næstu árin, þ.e.a.s. minni en sjálfbær vinnslugeta svæðis við stöðuga vinnslu (sjónarhorn 1).

Ástæða er til að leggja áherslu á að vinnsla úr jarðhitasvæði getur færst til á þann hátt að aukið álag á einu undirsvæði þarf ekki að hafa áhrif á vinnslu á öðru. Þannig er hægt að draga úr vinnslu eða hvíla á einum stað meðan aukið er á öðrum. Slík vinnsla viðheldur stöðugri rafmagnsframleiðslu frá jarðhitavirkjun.

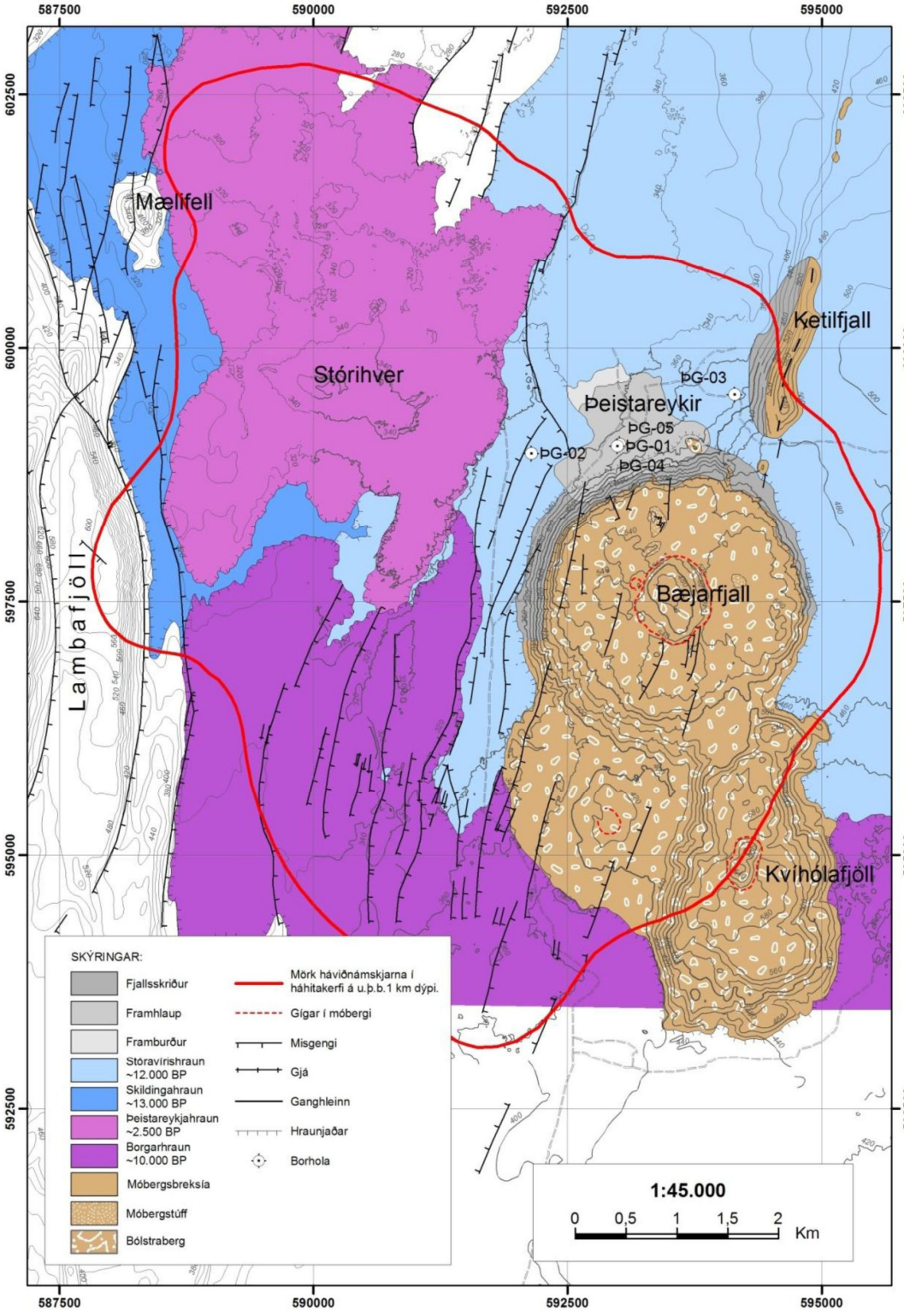
Þeistareykir ehf. stefna að því að byggja upp vinnslu jarðhita á Þeistareykjasvæðinu í áföngum til að tryggja að unnið sé innan marka sjálfbærni (sjónarhorn 2).

## 3.2 JARÐHITASVÆÐIÐ Á ÞEISTAREYKJUM

Yfirborðsrannsóknir á jarðhitasvæðinu á Þeistareykjum hafa staðið yfir með hléum frá 1972. Flestar hafa verið á vegum ríkisins, auk þess sem svæðið hefur verið hluti af stærri rannsóknarverkefnum. Ítarlegar rannsóknir fóru fram á svæðinu á vegum Orkustofnunar á árunum 1972-1974 og 1981-1983. (Gestur Gíslason o.fl. 1984). Síðan hefur verið fylgst með náttúrulegum breytingum á svæðinu og gefnar út um það skýrslur á vegum Rannsóknarsviðs Orkustofnunar. Þeistareykir ehf. var stofnað 28 apríl 1999 og hafði undirbúningur að stofnun félagsins staðið yfir frá miðju ári 1998. Megintilgangur með stofnun félagsins var að hefja orkurannsóknir á Þeistareykjum og stuðla með því að orkufrekum iðnaði á Norðausturlandi. Halldór Ármannsson tók saman yfirlit um rannsóknir og rannsóknarkostnað á Þeistareykjum (Halldór Ármannsson OS-2001/035). Þar eru taldar upp greinar, skýrslur og greinargerðir um rannsóknir fram til ársins 2001. Á vegum Þeistareykja ehf. hafa verið stundaðar ýmsar náttúrufarsrannsóknir á jarðhitasvæðinu s.l. átta ár. Til að byrja með voru boraðar grunnar holur (ÞR-sería) og rannsóknaboranir í jarðhitakerfið hófust árið 2002.

Niðurstöður rannsókna á yfirborðsvirkni frá árinu 1984 sýndu að yfirborðsummerki jarðhita á Þeistareykjum ná yfir um 11 $km^2$, auk þess sem vestur við Lambafjöll er köld ummyndun. Með skýrslu Gests Gíslasonar o.fl. (1984) um þetta efni fylgdu jarðfræðikort og brotalínukort af svæðinu vestan frá Lambafjöllum, austur fyrir Þeistareykjabungu og jarðhitakort af hinu virka jarðhitasvæði. Töluverðar breytingar hafa orðið á útbreiðslu yfirborðsjarðhita síðan þá. Íslenskar orkurannsóknir unnu að uppfærslu jarðfræði- og jarðhitakorts fyrir Þeistareykjasvæðið og nágrenni á árunum

2005-2007. Nú er talið að ummerki yfirborðsvirkni gæti á 7-8 km$^2$ svæði við Þeistareyki (Axel Björnsson o.fl., 2007). Niðurstöður TEM-viðnámsmælinga á yfirborði frá árunum 2004-2006 benda til þess að jarðhitasvæðið á Þeistareykjum sé allt að 45 km$^2$, sjá **mynd 8** (Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 2008).

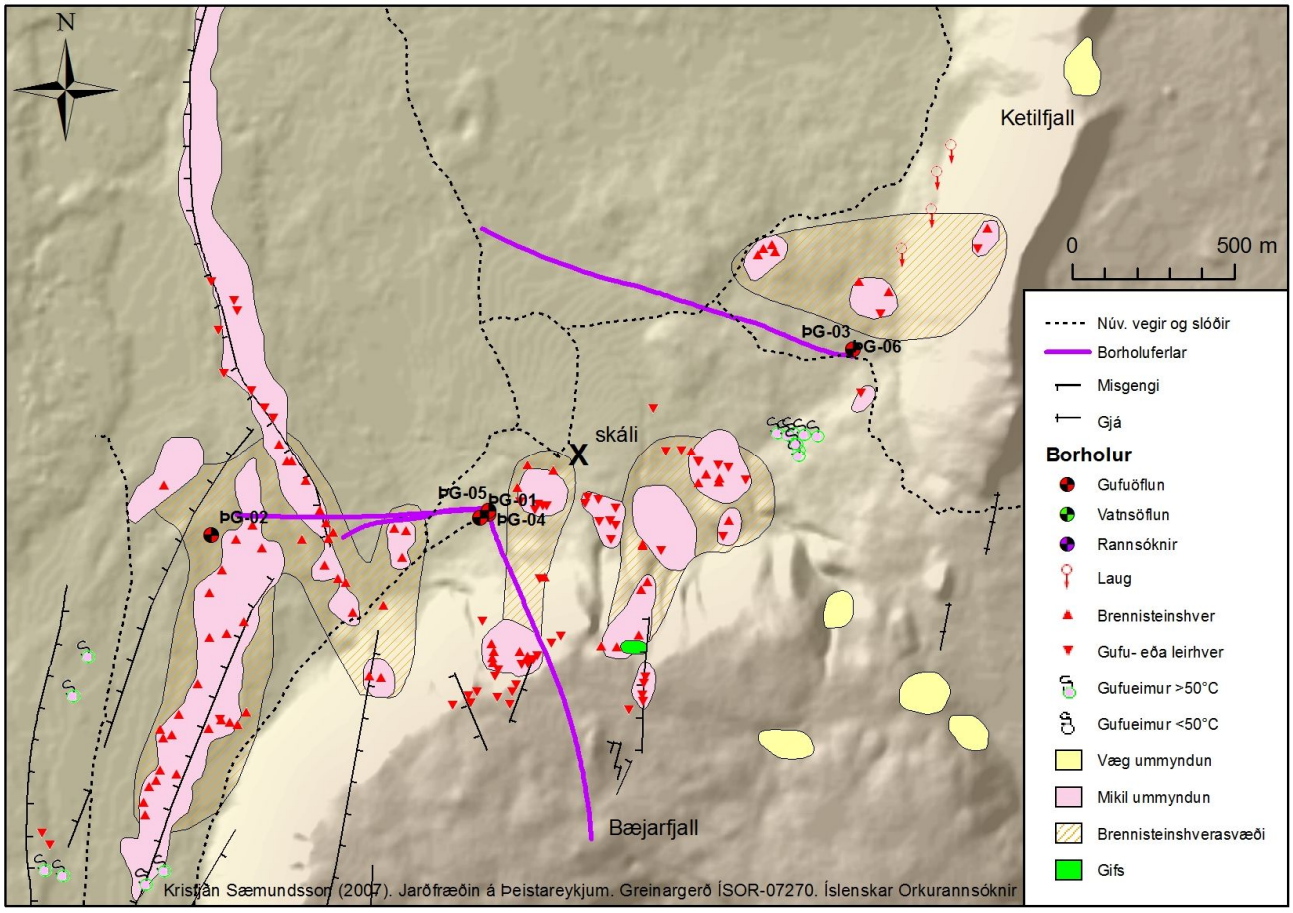



**Mynd 8** Jarðfræðikort af Þeistareykjum. Rauði ferillinn sýnir mörk jarðhitakerfisins samkvæmt TEM-viðnámsmælingum frá 2004–2006. Kaldar hveraskellur sunnan við Mælifell eru vestan við þau mörk.

Í framhaldi af TEM- viðnámsmælingum, sem skyggnast niðurá 800-1000 m dýpi (Ragna Karlsdóttir o.fl., 2006), var bætt við umfangsmiklum MT-mælingum sumarið 2007, en þær geta séð niður á tuga kílómetra dýpi. Mælingarnar voru framkvæmdar undir umsjón Mannvits (Yu, G. o.fl., 2008) .

## 3.3 RANNSÓKNABORANIR Á ÞEISTAREYKJUM

Stöðu rannsóknaborana á Þeistareykjum í lok árs 2007 er lýst í greinargerð Ásgríms Guðmundssonar (2007). Rannsóknaboranir hófust árið 2002.Boraðar hafa verið 9 grunnar holur til rannsóknar á grunnvatninu á Þeistareykjum og í næsta nágrenni. Á vegum Þeistareykja ehf. hafa verið boraðar sex háhitarannsóknaholur á tímabilinu 2002 til 2008 á þremur borteigum á austanverðu Þeistareykjasvæðinu, sjá **mynd 9**. Ennfremur var boruð 450 m djúp kjarnahola ÞR-07 árið 2007 um 3 km norðvestur af Þeistareykjaskála. Samhliða borunum var jarðhitakerfið rannsakað, þar sem jarðlög og ummyndun voru rannsökuð með greiningu á borsvarfi. Borholumælingar voru gerðar til að bæta þekkingu á jarðhitakerfinu með megináherslu á að staðsetja sprungur, sem voru líklegar til að vera megin vatnsleiðararnir í kerfinu. Holurnar hafa verið afkastamældar. Samanlögð afkastageta holnanna jafngildir gufuþörf einnar 50 $MW_e$ vélasamstæðu. Sýni voru tekin skipulega af holuvökvanum frá og með upphleypingu í tengslum við afkastamælingar. Vökvinn er efnasnauður og er heildarinnihald uppleystra efna innan við 1000 mg/kg og gasstyrkur innan við 0,5 þyngdarprósent/kg.




**Mynd 9** Lega og stefna rannsóknaholna sem boraðar hafa verið á Þeistareykjum.

# 4 FRAMKVÆMDALÝSING

## 4.1 INNGANGUR

Í þessum kafla er fjallað um fyrirhugaða framkvæmd við allt að 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun á Þeistareykjum.

Við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum hafa verið kannaðir möguleikar á mismunandi fyrirkomulagi og gerð mannvirkja til að nýta orkuna á sem hagkvæmastan og öruggastan hátt og fella þau vel að umhverfinu. Markmiðið er að draga úr sýnileika eins og kostur er og þar með áhrifum framkvæmdar á landslag. Þessi kafli lýsir fyrirhugaðri framkvæmd eins og Þeistareykir ehf. leggja til að hún verði. Í kafla 5 er rætt um aðrar útfærslur sem skoðaðar voru í undirbúningsferlinu og rökin fyrir því að hafa fyrirkomulag mannvirkja eins og kynnt er hér.

Rannsóknaholur sem boraðar hafa verið á Þeistareykjum eru að jafnaði fremur afkastamiklar. Holur næst Bæjarfjalli og Ketilfjalli gefa til kynna vökva með tiltölulega hátt vermi, fremur snauðan af uppleystum efnum og jarðhitalofttegundum. Hola ÞG-5B er jafnframt efnasnauð og hefur lægra vermi, en er samt afkastamikil. Hún var boruð til vesturs undir mjög sprungið svæði eins og það sést á yfirborði.

Gert er ráð fyrir virkjunarvegi á Þeistareyki norðan frá Húsavík. Þá er gert ráð fyrir að háspennulína liggi í norður og suður um svæðið. Stöðvarhús er staðsett þannig að aðkoma að því verði góð og að ekki verði langt í tengivirki, sem staðsett verður vestan virkjunarvegar í nágrenni stöðvarhúss. Skiljustöðvar verða um hálfan kílómetra frá stöðvarhúsi sem er æskileg fjarlægð út frá vinnslutæknilegum sjónarmiðum.

Hér á eftir er fjallað um vinnslu jarðhita, fyrirhugaða vinnslurás Þeistareykjavirkjunar og framkvæmdir við virkjunina og virkjunarveg frá Húsavík að virkjunarsvæðinu. Einnig eru teknar saman helstu kennistærðir og áætlanir um framkvæmdir og mannaflaþörf. Eftirfarandi eru helstu framkvæmdaþættir Þeistareykjavirkjunar:

- Vegir
- Borholur
- Gufuveita
- Vélasalir
- Kæliturnar
- Vatnsveita
- Frárennslisveitur
- Aðstaða starfsmanna
- Aðstöðusköpun og vinnubúðir
- Efnistaka

## 4.2 VINNSLA JARÐHITA

Þegar nýta á jarðhita á háhitasvæðum þarf að bora niður í jarðhitageyminn til að fá upp jarðhitavökva. Jarðhitavökvinn úr borholunni er blanda vatns og gufu. Í gufuveitu er vökva frá borholum safnað saman og hann leiddur að skiljustöð þar sem gufan er skilin frá vatninu. Frá skiljustöð er gufa leidd um aðveituæðar að stöðvarhúsi og í gufuhverfla, þar sem orka gufunnar er nýtt til rafmagnsframleiðslu. Til að nýta varmann sem best er gufa, sem streymir frá hverfli, þétt í eimsvölum. Við

það myndast þéttivatn, en jarðhitalofttegundirnar þéttast ekki. Skiljuvatn er leitt frá skiljustöðvum að niðurrennslissvæðum ásamt þéttivatni, sem ekki gufar upp í kælirás.

### 4.2.1 VINNSLURÁS VIRKJUNAR

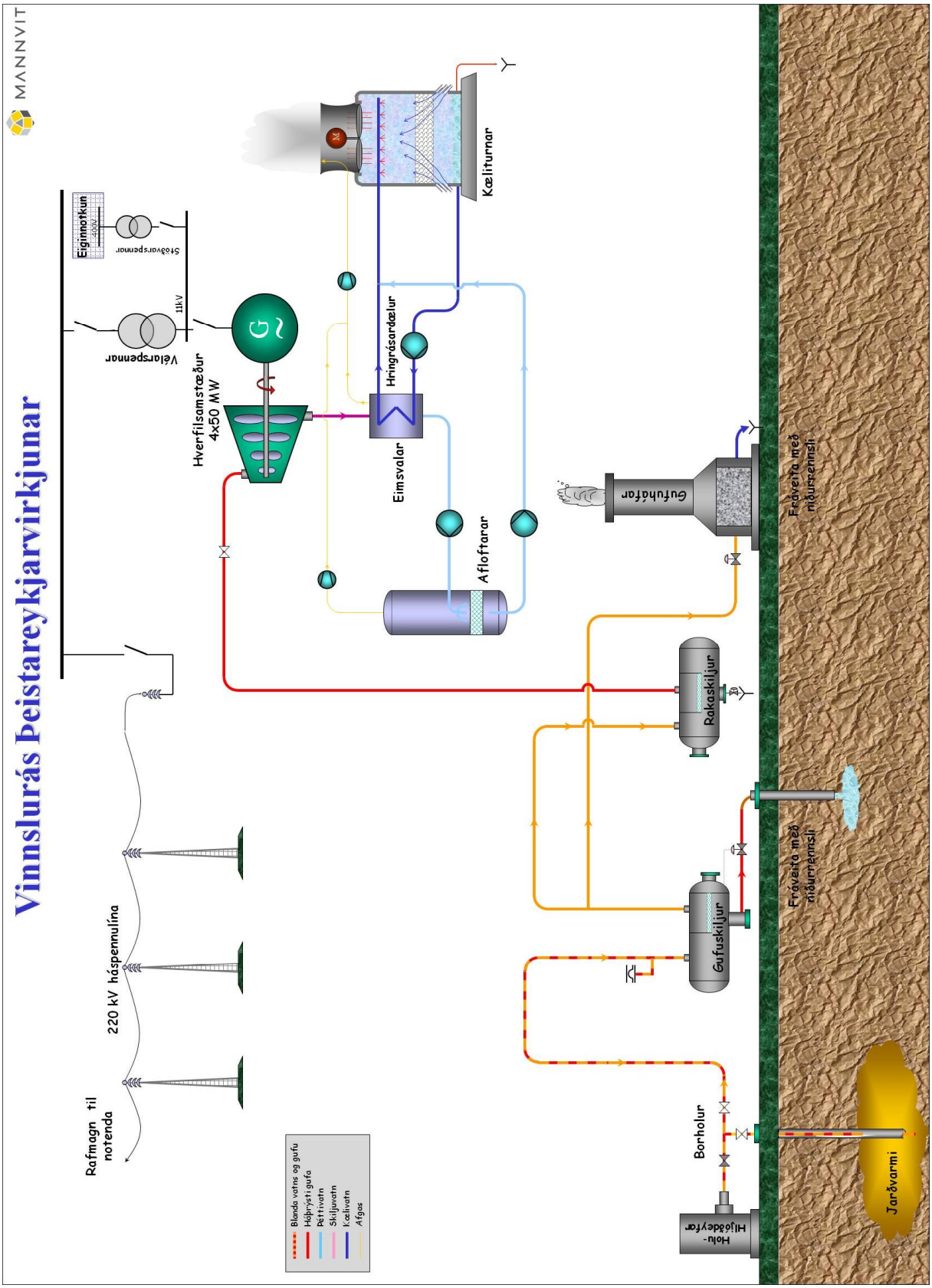
Öll helstu tæki virkjunarinnar verða innandyra eins og fram kemur í köflunum hér á eftir. **Mynd 10** sýnir í helstu atriði vinnslurásar allt að 200 $MW_e$ jarðhitavirkjunar þeirrar gerðar, sem gert er ráð fyrir að reist verði á Þeistareykjum. Um er að ræða hefðbundna rás fyrir einþrýstikerfi. Talið er að vermi vökva, sem streymir frá borholum, verði á bilinu 1800-2200 kJ/kg. Í vinnslurás Þeistareykjavirkjunar er gert ráð fyrir að vermi borholuvökva verði að jafnaði 2000 kJ/kg. Í gufuskiljum er vökvinn skilinn við 10 $bar_a$ þrýsting. Fyrir 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun, skilgreint sem afl út á net, þarf um 340 kg/s af gufu. Við það myndast 140-320 kg/s af skiljuvatni, háð vermi jarðhitavökva, sem gert er ráð fyrir að leitt verði niður í 300 til 500 m djúpar niðurrennslisholur.

Afköst borholna sem boraðar hafa verið í rannsóknarskyni á Þeistareykjum eru sýnd í **töflu 4**. Hola ÞG-02 reyndist kaldari en hinar holurnar en þrátt fyrir það eru meðalafköst þessara sex holna 14,5 kg/s af háþrýstigufu, sem jafngildir 8 $MW_e$. ÞG-02 hefur gefið mjög mikilvægar upplýsingar um jarðhitasvæðið. Gert er ráð fyrir að nýta svæðið við ÞG-02 til niðurrennslis affallsvatns. Eins og fram kemur eru nú þegar til reiðu um 87 kg/s af háþrýstigufu, sem jafngildir gufuþörf 50 $MW_e$ virkjunar.

Eins fram kemur í 1. kafla hér að framan er gert ráð fyrir áfangaskiptri uppbyggingu jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum. Boranir undanfarinna ára hafa aflað gufu sem dugar að mestu fyrir fyrstu vélareininguna, 50 $MW_e$, og hefur svæðið verið álagsprófað. Í ljósi þess er gert ráð fyrir að hægt verði að byggja upp fyrstu tvær vélaeiningar virkjunarinnar í einu (100 $MW_e$). Áætlað er að það taki 0,5-2 ár að prófa svæðið fyrir hverja einingu sem verður tekinn í notkun. Í kafla 4.6 er fjallað nánar um framkvæmdaáætlun fyrir Þeistareykjavirkjun.

**Tafla 4** Afköst borholna á Þeistareykjum.

| Hola | Dagsetning | Þrýstingur við holutopp $P_{holut.}$ *[$bar_y$]* | Heildarstreymi úr holu m *[kg/s]* | Vermi h *[kJ/kg]* | Gufustreymi $m_g$ *[kg/s]* |
|---|---|---|---|---|---|
| ÞG-01 | 24.6.2008 | 13.3 | 15.8 | 2212 | 11.4 |
| ÞG-02 | | | | | |
| ÞG-03 | 11.6.2008 | 15.2 | 12.4 | 2673 | 11.8 |
| ÞG-04 | 24.6.2008 | 15.8 | 32.2 | 2661 | 30.4 |
| ÞG-05 | 2.12.2008 | 15.7 | 56.8 | 1485 | 20.4 |
| ÞG-06 | 2.12.2008 | 13.7 | 13.9 | 2663 | 13.1 |
| Samtals | | | 131.1 | | 87.0 |
| Vegið meðaltal | | | | 2099 | |




**Mynd 10** Vinnslurás fyrirhugaðrar allt að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjunar.

### 4.2.2 ÁÆTLUÐ JARÐHITAVINNSLA

Vinnslugeta Þeistareykjasvæðisins hefur verið metin í samráði við jarðvísindamenn og sérfræðinga um forðafræði og byggist á þekkingu á eiginleikum jarðhitasvæðisins og upplýsingum sem fengist hafa úr borholum.

Gert er ráð fyrir að fyrirhuguð virkjun geti orðið allt að 200 $MW_e$. Stöðin verður keyrð á því sem næst stöðugu álagi. Leitast verður við að stilla streymi úr borholum þannig að það gefi sem næst aflþörfinni og að vélar stöðvarinnar muni nýta megnið að gufunni þannig að sem minnstri gufu verði blásið út um gufuháfa við lokahús.

Áætlað er að stöðin verði keyrð að lágmarki í um 8.200 klst á ári og orkuframleiðsla stöðvarinnar inn á raforkuflutningskerfið verði árlega 400 GWh frá 50 $MW_e$ virkjunaráfanga og 1600 GWh fyrir 200 $MW_e$ virkjun.

Í umsókn um virkjunarleyfi munu Þeistareykir ehf. gera nánari grein fyrir frumorkunotkun virkjunarinnar, massatöku úr jarðhitageyminum og þætti niðurrennslis/-niðurdælingar. Gert er ráð fyrir að leggja fram uppfært hugmyndalíkan og í framhaldi af því reiknilíkan fyrir fyrirhugaðri vinnslu.

Fjallað er um jarðhitakerfi og orkuforða Þeistareykjasvæðisins og mat á vinnslugetu jarðhitasvæðisins í kafla 9.1.1. Í kafla 9.1.2 er fjallað um mat á áhrifum Þeistareykjavirkjunar á þessa sömu þætti.

### 4.2.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Orkustofnunar**

Í umsögn Orkustofnunar kemur fram að *„við umsókn um virkjunarleyfi munu nánari upplýsingar liggja fyrir til þess að taka efnislega afstöðu til einstakra áfanga framkvæmdarinnar. Það kann þá að koma í ljós að ofangreindur tími sem framkvæmdaraðili hefur gefið sér dugi ekki til að leiða fram næg viðbrögð jarðhitakerfisins við vinnslu til þess að taka afstöðu til hugsanlegrar stækkunar. Af þeim sökum verður framkvæmdaraðili að taka tillit til þeirrar óvissu sem þessu fylgir.“*

Haft verður samráð við Orkustofnun varðandi áfangaskiptingu þegar frekari upplýsingar liggja fyrir, sjá kafla 9.1.

*„Orkustofnun leggur áherslu á að þegar kemur að hugsanlegum umsóknum um virkjunarleyfi þá verði einstök atriði er koma fram í frummatsskýrslunni, er varðar Orkustofnun, útfærð frekar í samráði við stofnunina.“*

Haft hefur verið samráð við Orkustofnun við gerð frummatsskýrslu og er fyrirhugað að svo verði áfram við útfærslu framkvæmdar. Greint er frá fyrirhuguðu samráði í kafla 9.1 um áfangaskiptingu og kafla 4.3.7 um djúpförgun.

## 4.3 MANNVIRKI Á ORKUVINNSLUSVÆÐI

Helstu framkvæmdaþættir Þeistareykjavirkjunar eru virkjunarvegur, vegir innan orkuvinnslusvæðis, borsvæði, borholur, lagnaleiðir, skiljustöðvar, stöðvarhús, kæliturnar, niðurrennslissvæði, neyðarlosunarsvæði, vatnsból og vatnsveita. Á **myndum 11 og 12** er sýnt fyrirkomulag mannvirkja jarðhitavirkjunar á

framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar. Hér á eftir verður fjallað um eftirfarandi mannvirki fyrirhugaðrar framkvæmdar:

- Vegir
- Borteigar og borholur
- Gufuveita
- Vélasalir
- Kæliturnar
- Vatnsveita
- Frárennslisveitur

Eins og sjá má á **mynd 12** verður stöðvarhús Þeistareykjavirkjunar reist á svæði um 1500 m norðan við skála á Þeistareykjum. Hverri vélasamstæðu fylgir kæliturn og verða þeir reistir austan við stöðvarhúsið. Gert er ráð fyrir að tengivirki virkjunarinnar verði vestan við stöðvarhúsið. Þrjár skiljustöðvar verða reistar auk lokahúss ásamt gufuhljóðdeyfi.

### 4.3.1 VEGIR Á ORKUVINNSLUSVÆÐI

Innan framkvæmdasvæðis er gert ráð fyrir að leggja vegi um svæðið að borsvæðum og byggingarreitum auk vinnuvega meðfram lögnum (**mynd 12).** Framkvæmdalýsingu fyrir virkjunarveg frá Húsavík að Þeistareykjum og í gegnum virkjunarsvæðið er að finna í kafla 4.4.

**Aðkoma að stöðvarhúsreit**

Vegur verður lagður um 120 m til austurs að stöðvarhúsreit frá fyrirhuguðum virkjunarvegi. Gert er ráð fyrir T-vegamótum. Gert er ráð fyrir að vegurinn verði uppbyggður, 120 m langur, 6 m breiður og með bundnu slitlagi.

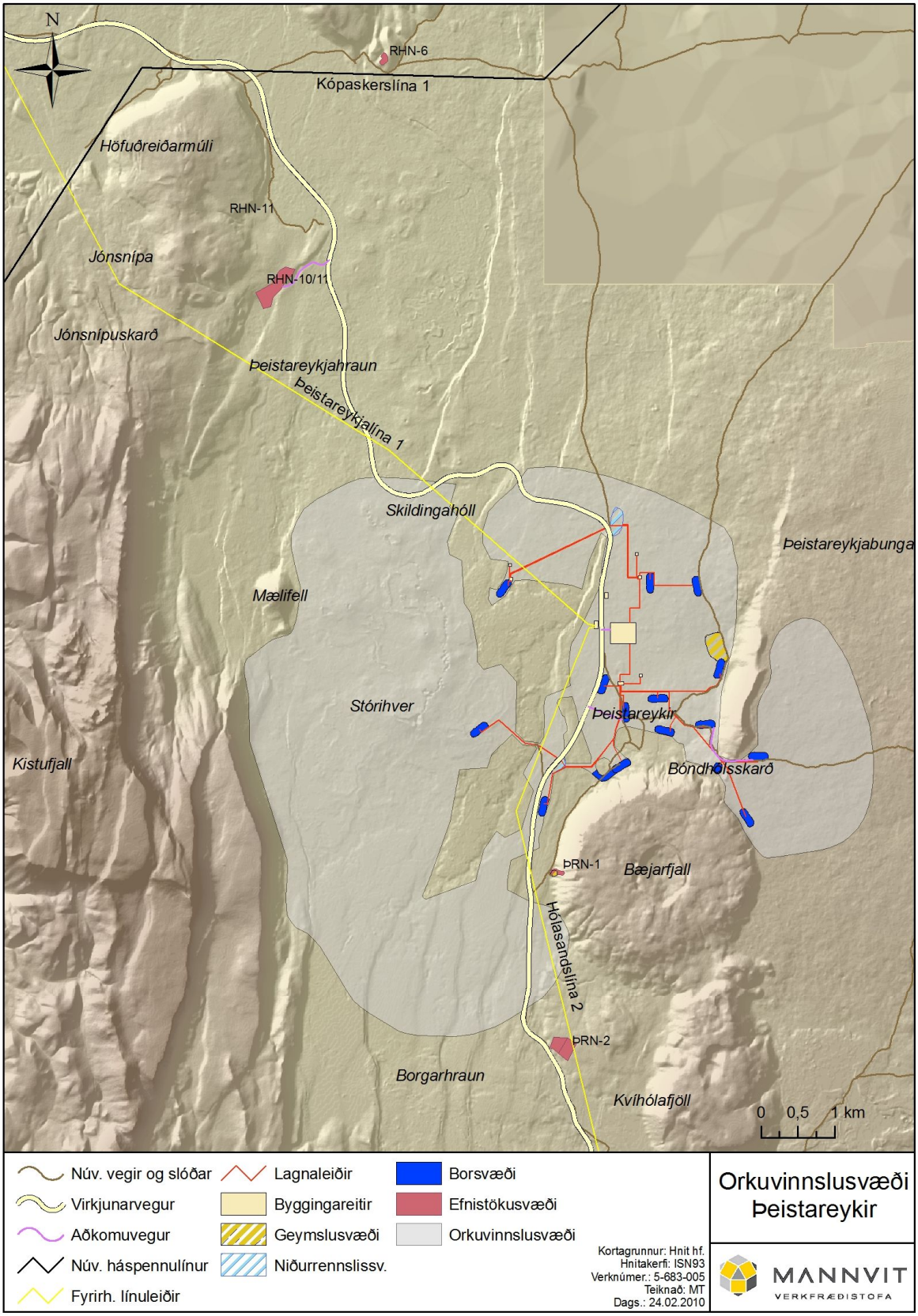
**Vegir að borsvæðum og geymslusvæði**

Vegir að borsvæðum þurfa að vera færir allt árið á framkvæmda og rekstrartíma virkjunarinnar. Gert er ráð fyrir að þeir verði 4-6 m breiðir og uppbygging í lágmarki. Annars vegar er gert ráð fyrir að nýta 6.300 m af fyrirliggjandi vegslóðum. Fylliefni verður keyrt í þær og þær lagfærðar. Hins vegar verða lagðir nýir vegir að borsvæðum ef engir eru fyrir. Nýir vegir eru fyrirhugaðir samhliða lagnaleiðum eins og kostur er. Áætluð lengd nýrra aðkomuvega að borsvæðum og geymslusvæðum er 8.800 m.

Gert er ráð fyrir að norðan frá verði fært frá stöðvarhúsreit að fyrirhuguðu geymslusvæði meðfram lagnaleiðum. Sunnan frá er gert ráð fyrir að styrkja núverandi vegslóð að geymslusvæðinu. Á rannsóknartíma er gert ráð fyrir lágmarksuppbyggingu á vegum að borsvæðum. Þannig verði ekki ýtt upp efni á staðnum og einungis miðað við fylliefni sem ekið er í veginn geri hann burðarhæfan á þessu stigi framkvæmda. Verði tekin ákvörðun um vinnslu á viðkomandi borsvæði verði vegurinn fullbyggður. Þetta verður gert til þess að auðvelda frágang og tryggja heilsársaðgengi um svæðið. Dæmi um borsvæði sem þetta á við eru borsvæðin I, J og O.

**Vegslóðir með lögnum**

Meðfram öllum lögnum sem fyrirhugaðar eru á orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum er gert ráð fyrir að lagðar verði vegslóðir. Vegslóðirnar verða um 4 m breiðar með lágmarksuppbyggingu.




**Mynd 11** Yfirlitsmynd af orkuvinnslusvæði við Þeistareyki og megin efnistökusvæðum.

**Aðkoma að skála**

Til þess að þeir sem eiga leið að skálanum á Þeistareykjum þurfi ekki að fara um framkvæmdasvæði og þvera þar of margar lagnaleiðir og borsvæði er gert ráð fyrir að lagður verði nýr um 500 m langur og 4-6 m breiður aðkomuvegur að núverandi slóð að skálanum sjá **mynd 12**. Hann mun liggja frá virkjunarvegi yfir eina fyrirhugaða lagnaleið. Jafnframt er gert ráð fyrir að þeir sem ferðast um svæðið komist að Bóndhólsskarði og upp skarðið. Á þeirri leið þarf einnig að þvera lagnaleið. Þar sem vegir þvera lagnaleiðir er gert ráð fyrir að lagnir verði í ræsi.

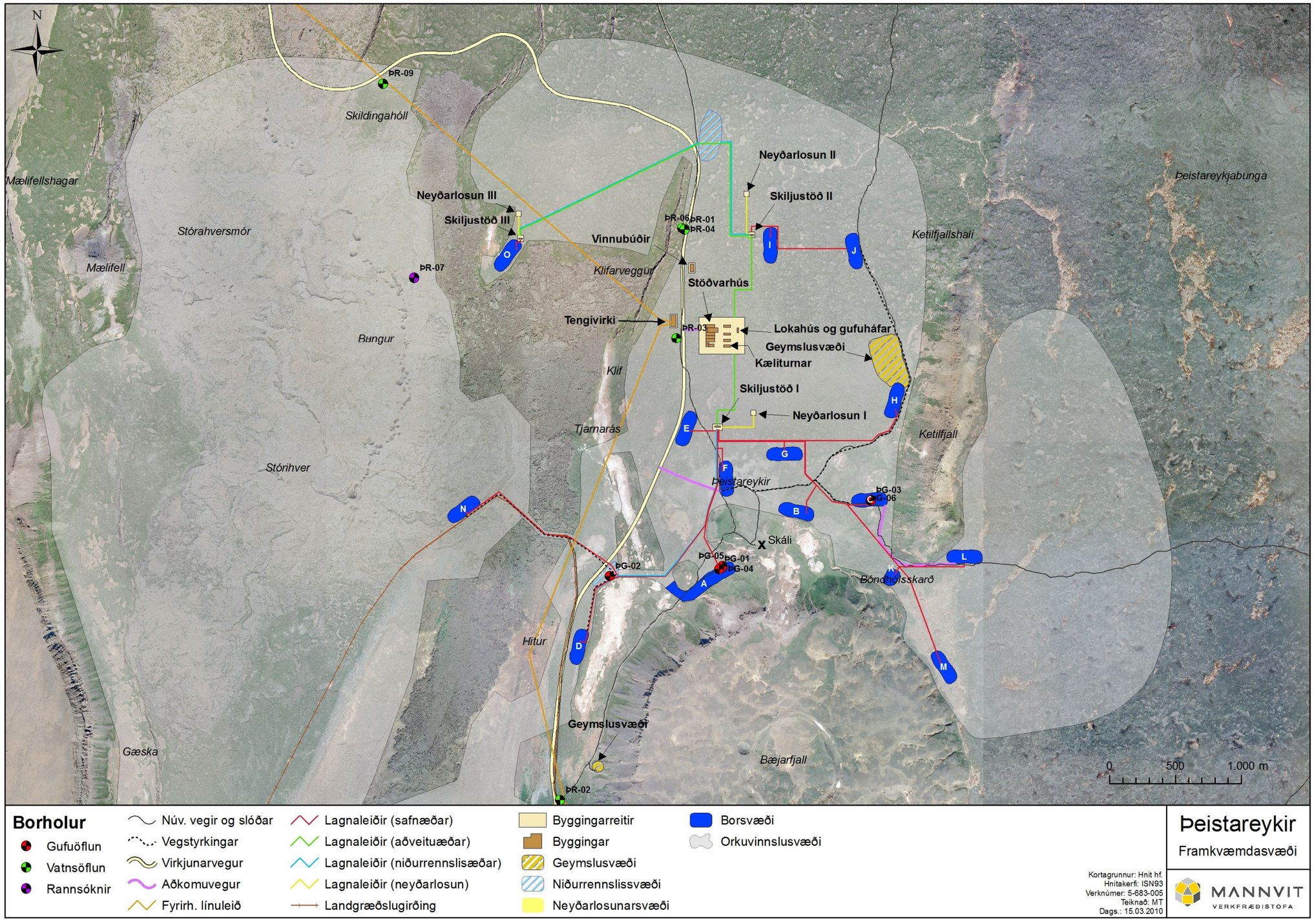
Á framkvæmdatíma og rekstartíma Þeistareykjavirkjunar verður þess gætt, í samráði við þá sem nýta svæðið, að göngu- og reiðleiðir, auk annarra þekktra ferðaleiða, verði greiðfærar.

### 4.3.2 BORTEIGAR OG BORHOLUR

Gert er ráð fyrir að allt að 40 vinnsluholur þurfi fyrir Þeistareykjavirkjun. Talan sem er gefin upp inniheldur ekki viðhaldsboranir. Aftur á móti er gert ráð fyrir að viðhaldsholur verði boraðar á sömu borsvæðum og kynnt eru í þessari skýrslu. Fyrirhugaðar framkvæmdir eru í samræmi við þá stefnu sem mörkuð hefur verið í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 og innan þess orkuvinnslusvæðis sem þar er afmarkað. Í stefnu áætlunarinnar kemur fram að lögð er áhersla á að borholur verði á völdum borteigum til þess að röskun lands verði í lágmarki. Á **mynd 12** eru sýnd 15 möguleg borsvæði sem eru valin með það að markmiði að ná fram sem bestum árangri með borunum án þess að valda miklu raski. Tvö borsvæðanna miðast við að samnýta svæði, sem þegar hafa verið tekin undir rannsóknaboranir. Öll borsvæði eru jafnir kostir á þessu stigi. Ekki er þó víst að öll verði nýtt. Enn er ekki hægt að útiloka neitt þeirra með vissu vegna umhverfisáhrifa. Hver þeirra verða nýtt í framtíðinni ræðst af niðurstöðu úr rannsóknum á eiginleikum jarðhitageymisins og þarf af leiðandi borárangri á einstökum borsvæðum. Á því byggist hverju sinn hvar næst verður borað. Eftir því sem þekking á jarðhitasvæðinu á Þeistareykjum eykst verður hægt að gera áætlanir um nýtingu borsvæðanna með meiri vissu.

**Borteigar**

Borteigar verða innan 15 afmarkaðra borsvæða á eystri hluta orkuvinnslusvæðisins á Þeistareykjum. Áætlað er að á hverju svæði verði hægt að bora 4-6 holur á borteigum. Gert er ráð fyrir að gufu verði aflað með því að bora inn undir Bæjarfjall og með því að bora í sprungur og misgengi, sem ganga norður úr fjallinu. Þá er einnig gert ráð fyrir að hægt verði að bora inn undir Ketilfjall og afla gufu þaðan. Í samræmi við þetta er gert ráð fyrir borsvæðum undir Bæjarfjalli og á sléttunni þar norður af (borsvæði A til J). Enn fremur er gert ráð fyrir borsvæðum í og ofan við Bóndhólsskarð og þar með möguleika á að afla gufu austar (borsvæði K til M). Þá er gert ráð fyrir tveimur borsvæðum (N og O) nokkru vestan og norðvestan við skálann á Þeistareykjum. Á borsvæði A hafa verið boraðar þrjár rannsóknaholur á sama borteig og tvær holur á borsvæði C. Gert er ráð fyrir að heiti borteiga verði í samræmi við bókstafaheiti afmarkaðra borsvæða.




**Mynd 12** Yfirlitsmynd af fyrirhuguðum mannvirkjum á Þeistareykjum.

- A-teigur: Fyrsti borteigurinn, sem var valinn útfrá fyrirliggjandi rannsóknum og aðstæðum á yfirborði. Yfirþrýstingur á 100-300 m dýpi hefur verið til trafala. Þrjár holur hafa verið boraðar þar. Hann verður notaður meðan rúm leyfir á teignum.
- B-teigur: Teigurinn var valinn með tilliti til þess að hann er eins nálægt megin uppstreyminu við Bæjarfjall og unnt var að komast. Það hefur almennt sýnt sig að mestur árangur fæst við slíkar aðstæður og fækkar hugsanlega holum sem þarf að bora.
- C-teigur: Staður valinn byggt á yfirborðsrannsóknum og undir honum er heitasta svæðið samkvæmt gashitamælingum. Tvær holur hafa verið boraðar þar. Mögulegt er að bora í allar áttir.
- D-teigur: Opnar á þá möguleika að ná undir Bæjarfjall og undir sprungusvæðið til vesturs. Um er að ræða syðsta borteiginn, en suður mörk jarðhitasvæðisins eru álitin vera um 4 km sunnar.
- E-teigur: Er hugsaður til að ná lengra vestur og norður en hægt er að gera frá F-teig.
- F-teigur: Er sérstaklega hugsaður fyrir boranir til vesturs undir sprungusvæðið þar sem góður hiti er neðan 1500-1800 m dýpis.
- G-teigur: Býður upp á að bora til allra átta en það ræðst nokkuð af upplýsingum og borárangri annars staðar frá.
- H-teigur: Er við hlíðarfót Ketilsfjalls. Þar er auðvelt að bora undir hvössu horni í jarðhitasprungur á Þeistareykjagrundum auk þess að bora í meintar rásir undir fjallinu til austurs.
- I og J-teigar: Eru nyrstu teigar frá Þeistareykjagrundum og má bora til allra átta frá þeim báðum.

Sammerkt má segja um K, L og M-teig að frá þeim má ná inn í svæði sem ekki er aðgangur að við fjallsræturnar. Allt það svæði er vel innan afmörkunar á háhitasvæðinu samkvæmt viðnámsmælingum.

- K-teigur: Er upp í Bóndhólsskarði, sem opnar möguleika á borun til allra átta og er vel staðsettur við þekktar uppstreymisrásir jarðhitans á þessum slóðum.
- L-teigur: Er á vestur jaðri Þeistareykjabungu þar sem hægt er að ná til austurs inn undir bunguna en TEM-viðnámsmælingar afmarka austur jaðar svæðisins um 1 km frá borteignum . Aftur á móti sjá MT-viðnámsmælingar útbreiðslu jarðhitasvæðisins lengra austur.
- M-teigur: Er á mótum NA-jaðars Bæjarfjalls og Þeistareykjabungu þar sem hægt er að bora til allra átta á nokkra áhugaverða staði. Sérstaklega er haft í huga að ná inn undir Bæjarfjallið austan megin frá og lengra til suðurs, sem er ekki aðgengilegt nema ofan af Bæjarfjalli.

Sammerkt er með N og O teig að þeir hafa mikla þýðingu fyrir djúpkönnun vestar á jarðhitasvæðinu og ná jafnframt inn undir ákaflega sprungin og lek svæði. Mikilvægar upplýsingar fengust með borun holu ÞG-2 og síðan ÞG-5B, sem gefa til kynna að hiti á 2000 m dýpi á þessum slóðum geti verið yfir 300°C.

- N-teigur: Annar af tveimur teigum sem ná inn á vestur hluta svæðisins. Þar er enn lítið vitað um djúpkerfið en góðar vísbendingar um vinnsluhæfan vökva. Skammt sunnan við borteiginn er all nokkuð gufustreymi í hrauninu.

- O-teigur: Nyrðri teigurinn á vestari hlutanum. Hann er rétt við ummyndunarskellu í kantinum á Þeistareykjahrauni, skammt frá ÞR-7 kjarnaholunni. Þar vantar enn nauðsynlegar upplýsingar um djúpkerfið.

Erfitt er að gera samanburð á borteigum og gildi þeirra þegar engar holur hafa verið boraðar á þeim. Þó skal á það bent að ekki er víst að borað verði frá öllum borteigunum. Borárangur og um leið viðbótarþekking á svæðinu kemur til með að segja til um það. Það er framkvæmdaraðila í hag að minnka framkvæmdasvæðið, og þá um leið rask, eins og kostur er, en án þess að útiloka ákveðin áhugaverð svæði.

Hvert borsvæði samkvæmt **myndum 11 og 12** er um 26.000 $m^2$ að flatarmáli, nema borsvæði A sem er stærra og borsvæði K sem er minna. Samtals eru borsvæðin 15 sem sýnd eru á **mynd 12** um 400.000 $m^2$. Áætlað er að flatarmál borteiga verði að meðaltali um 1.900 $m^2$ fyrir hverja borholu og að heildarflatarmál borteiga verði samtals um 77.000 $m^2$. Þannig að einungis um einn fimmti hluti afmarkaðra borsvæða fari undir borteiga. Á borstað þarf að útbúa stæði fyrir borinn og fylgihluti hans. Steyptir kjallarar, um 1,5 m að dýpt, verða byggðir utan um ystu fóðringu holnanna. Við borun hverrar holu þarf að grafa fyrir borholukjallara. Gert er ráð fyrir að byggð verði svarfþró við hvern borteig, sem nýtast mun við borun allra holnanna á teignum. Á borteig verður aðstaða og geymslusvæði fyrir borverktaka og rannsóknaraðila.

Þess verður gætt að mengunarvarnir verði uppfylltar í samræmi við lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og reglugerð nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun. Þar sem unnið er með olíur og mengandi vökva verður olíugildra á fráveitu eða lokað safnkerfi. Við borframkvæmdir er lagður olíuheldur dúkur undir vélar og búnað þar sem hætta er á olíuleka. Að öðru leyti munu mengunarvarnir á svæðinu er varðar birgðir af olíu og öðrum hættulegum efnum taka mið af ákvæðum í starfsleyfi, útgefnu af Heilbrigðiseftirliti Norðurlands eystra.

**Borun**

Fyrirhugaðar vinnsluholur verða væntanlega 1500-3000 m djúpar. Holurnar verða lóðréttar eða stefnuboraðar. Borun hverrar holu tekur einn til tvo mánuði.

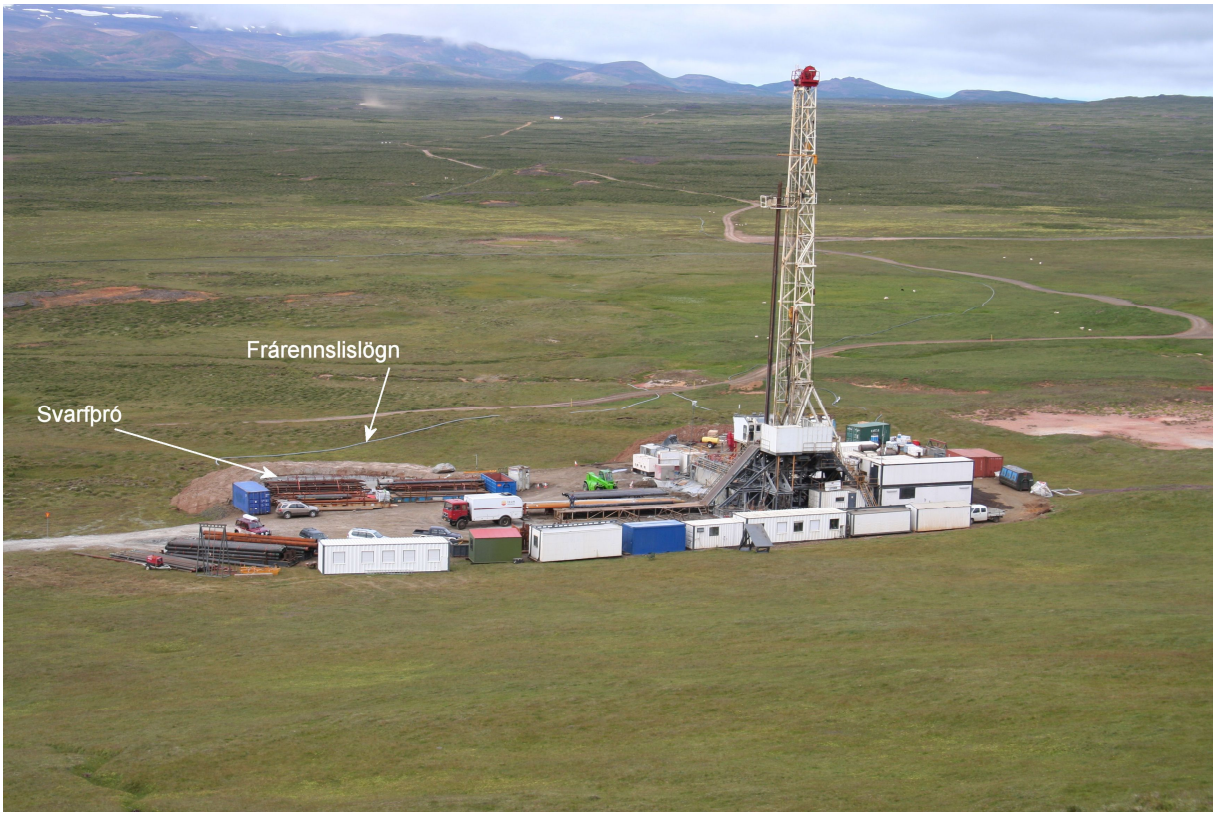
Við háhitaboranir er ýmist notað vatn til að kæla borkrónu og bera borsvarf til yfirborðs eða leðja sem er blanda af vatni og náttúrulegum leirsteindum. Reiknað er með að við borun þurfi að jafnaði um 40-60 L/s af vatni. Borvatn verður tekið úr núverandi borvatnsveitu, dælt úr tveimur borholum ÞR-4 og ÞR-6 sem eru um þrjá kílómetra norðan við borsvæði A og það leitt eftir færanlegri ofanjarðarlögn að viðkomandi borteig.

Frá dælukari borsins liggur frárennslislögn í svarfþró. Í hana safnast allt borsvarf, borleðja og steypusvarf sem berst frá borun holu. Við efri hluta holu er oft notuð svonefnd borleðja. Henni er hringdælt og tapast því yfirleitt ekki. Þegar æðar eru skornar tapast skolvökvi og svarf út í þær. Eftir því sem dýpi holunnar eykst tapast yfirleitt meira af skolvökva. Þrátt fyrir að megnið af svarfinu falli til í þrónni er gert ráð fyrir að fíngerðasta efnið fljóti með vökvanum út úr henni. Í borlok verður svarfinu í þrónni ekið burtu og fargað á viðurkenndum stað.

Úr svarfþrónni verður skolvökvi leiddur eftir frárennslislögn viðkomandi borteigs að förgunarstað. Fyrir borun á borsvæðum A og C er skolvökvi leiddur eftir lögn sem

liggur að hluta á yfirborði í lækjarfarveg sem ber náttúrulegt jarðhitavatn og leysingavatn af hverasvæði út í tjörnina við Tjarnarás. Þar hverfur vökvinn niður um sprungur í grunnvatn. Á **mynd 13** má sjá fyrirkomulag á borteig á Þeistareykjum þar sem plastlögn liggur á yfirborði frá svarfþró við vinstra fjærhorn teigsins að lækjarfarveginum. Gert er ráð fyrir að sami háttur verði hafður á við boranir á borsvæðum B, E, F, G, K, L og M.

Við borteiga á borsvæðum D, H, I, J, N og O fjær tjörninni, er gert ráð að farga affallsvökva frá borholum með því að leiða það í sprungur, þar sem þær eru fyrir hendi, eða útbúa svelgholur. Áður en virkjun er tekin í rekstur verða frárennslislagnir grafnar í jörðu. Svelgholur eru 10-60 m djúpar holur, boraðar í útjaðri borplana háhitaholna. Því er ekki þörf á sérstakri plangerð vegna borunar holanna. Eftir borun mun 14 tommu fóðring og flans (kragi á pípuenda) standa 30-40 sm upp úr jörðu. Svelgholur verða nýttar til förgunar affallsvatns frá háhitaholum á meðan borun stendur og þegar borholan er í blæstri. Erfitt er að tilgreina nákvæmt dýpi svelgholna nema jarðlög séu mjög vel þekkt í nánasta umhverfi. Þó er gert ráð fyrir að endanlegt dýpi verði ekki meira en 60 m og holan fóðruð á um 10-20 m dýpi.



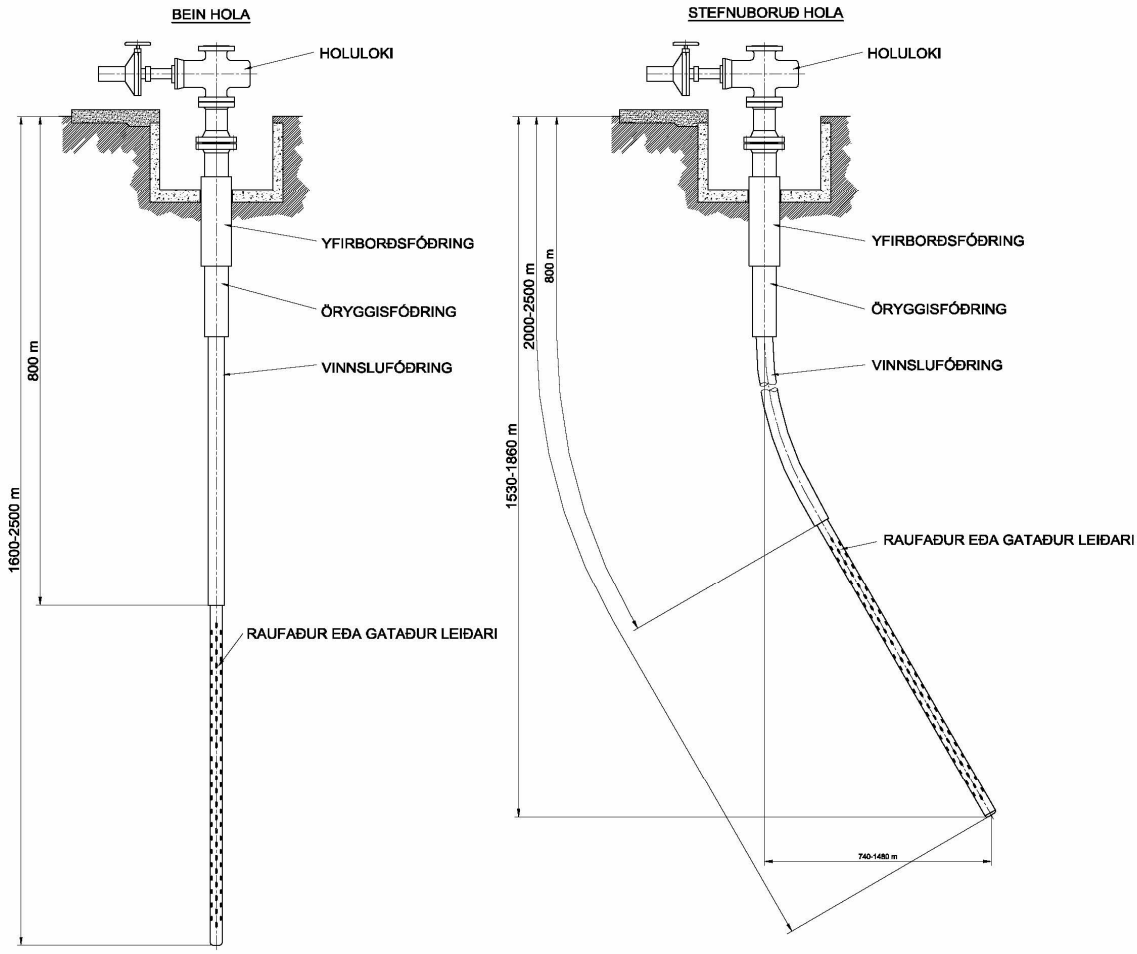

**Mynd 13** Jötunn á borsvæði A á Þeistareykjum. Grísatungufjöll í baksýn.

Á **mynd 14** er sýnd hönnun vinnsluholna, annars vegar beinnar holu og hins vegar stefnuboraðrar holu. Gert er ráð fyrir að yfirborðsfóðring nái niður á 70-120 m dýpi, öryggis- eða festifóðring, nái niður á um 300 m dýpi, vinnslufóðring, niður á um 800 m dýpi og raufaður leiðari niður í botn holunnar, sem er hengdur neðst í vinnslufóðringuna.

Kostir þess að bora holur frá sameiginlegum borteig er að yfirborðsrask verður mun minna en ef holur eru dreifðar bæði hvað varðar sjálf borstæðin en ekki síður hvað

varðar aðkomu að holum og safnæðar frá þeim. Auðveldara verður einnig að vanda frágang á borvatnsveitu og frárennsli frá bornum meðan á borun stendur. Holurnar verða ýmist boraðar beinar eða stefnuboraðar. Gera verður ráð fyrir að seinna á vinnslutímanum verði bætt við holum annað til fjórða hvert ár til að viðhalda nægu gufustreymi að hverflum.

Stefnuborun frá sameiginlegum borteig leiðir af sér dýrari borholur en styttri safnæðar, samnýting borteiga og minni vegagerð vegur að einhverju leyti upp þann kostnað. Erfitt eða ómögulegt er að bora við hlið holu í blæstri þar sem gufumökkur getur lagst yfir bor. Taka verður tillit til þess í framkvæmdaáætlunum.




**Mynd 14** Dæmigert þversnið í borholu.

### Blásturspróf anir

Eftir að borhola hefur verið boruð er hún látin hitna í 1 til 3 mánuði áður en henni er hleypt upp í blástur og afköst hennar mæld. Einnig eru tekin sýni af jarðhita-vökvanum. Holutoppurinn verður varinn með loftuðu skýli að borun og prófunum loknum. Við upphleypingu verða holur afkastamældar með færanlegum blásturs-búnaði en eftir að borholur eru komnar í rekstur er fylgst með afköstum holnanna. Á meðan rafstöð virkjunarinnar er stopp í lengri tíma vegna reglubundins viðhalds er gert ráð fyrir að loka fyrir borholur. Áður en holur eru teknar í notkun að loknu slíku stoppi er nauðsynlegt að hleypa þeim upp og láta þær jafna sig í blæstri og munu þær þá blása út í sameiginlegan blástursbúnað.

Gert er ráð fyrir að förgun affallsvatns frá borholum í blæstri verði með sama hætti og við boranir leitt að vatnsfarvegi, í sprungu eða í svelgholu eftir aðstæðum á hverjum stað.

Á **mynd 15** má sjá frágang við borholu við blástursprófanir. Frá hljóðdeyfinum hægra megin á myndinni mun affallsvatnið verða leitt í lögnum að förgunarstað eins og áður er getið.



**Mynd 15** Hefðbundinn frágangur borholu. Kúluhúsið er utan um sjálfa borholuna og gufan rýkur út um hljóðdeyfinn. Hægra megin við hann rennur affallsvatnið út.

### Frágangur

Við gerð borstæða og við allar tengdar framkvæmdir verður þess vandlega gætt að valda sem minnstu jarðraski. Að borun lokinni verður borteigurinn lagfærður þannig að hann falli sem best að umhverfinu. Allt efni og búnaður sem ekki tengist nýtingu holnanna verður fjarlægt að borun lokinni. Færanlegir hljóðdeyfar verða settir við holur eftir borun og lokuð hús sett yfir holutoppa til að verja búnað og koma í veg fyrir slys. Reglulegt eftirlit verður haft með vinnsluholum og holubúnaði.

Í **töflu 5** er yfirlit yfir staðsetningu borsvæða, flatarmál, jarðmyndun og gróðurlendi sem þau standa á, aðkomu að svæðunum, fyrirkomulag sem er gert ráð fyrir með frárennsli og hvort svæði sem verndað samkvæmt hverfisvernd í gildandi skipulagi eða er innan svæðis á náttúrminjaskrá.

**Tafla 5** Yfirlit yfir fyrirhugaða borteiga á Þeistareykjum**.**

| Borsvæði | Flatarmál $m^2$ | Jarðmyndun | Gróður | Aðkoma | Frárennsli | Vernd |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Norðan Bæjarfjalls*** | | | | | | |
| A | 51.000 | Skriðubingur, leira og leirrennsli/raskað | Graslendi | Lagfærð núverandi slóð | Veitt í tjörn við Tjarnarás | Svæði á náttúru-minjaskrá |
| B | 25.000 | Stóravítishraun | Fjalldrapamói | Ný vegslóð | Veitt í tjörn við Tjarnarás | Svæði á náttúru-minjaskrá |
| C | 25.000 | Stóravítishraun | Fjalldrapamói/ graslendi | Lagfærð núverandi slóð | Veitt í tjörn við Tjarnarás | Svæði á náttúru-minjaskrá |
| F | 25.000 | Skriðubingur, leira og leirrennsli | Graslendi | Lagfærð núverandi slóð | Veitt í tjörn við Tjarnarás | Svæði á náttúru-minjaskrá |
| G | 25.000 | Stóravítishraun | Fjalldrapamói | Ný vegslóð | Veitt í tjörn við Tjarnarás | Svæði á náttúru-minjaskrá að hluta |
| H | 25.000 | Stóravítishraun | Fjalldrapamói/- graslendi | Lagfærð núverandi slóð | Veitt í sprungu eða svelgholu | |
| I | 25.000 | Stóravítishraun | Fjalldrapamói | Ný vegslóð | Veitt í sprungu eða svelgholu | |
| J | 25.000 | Stóravítishraun | Fjalldrapamói | Lagfærð núverandi slóð | Veitt í sprungu eða svelgholu | |
| ***Ofan Bóndhólsskarðs*** | | | | | | |
| K | 12.500 | Stóravítishraun | Lyngmói | Lagfærð núverandi slóð | Veitt í tjörn við Tjarnarás | Svæði á náttúru-minjaskrá |
| L | 25.000 | Stóravítishraun | Lyngmói | Ný vegslóð | Veitt í tjörn við Tjarnarás | |
| M | 25.000 | Stóravítishraun | Sandorpið hraun | Ný vegslóð | Veitt í tjörn við Tjarnarás | |
| ***Vestan núverandi vegar*** | | | | | | |
| D | 25.000 | Borgarhraun | Fjalldrapamói/ graslendi | Virkjunarvegur | Veitt í sprungu eða svelgholu | Svæði á náttúru-minjaskrá |
| E | 25.000 | Stóravítishraun | Fjalldrapamói | Virkjunarvegur | Veitt í tjörn við Tjarnarás | |
| N | 25.000 | Þeistareykjahraun | Lyngmói | Lagfærð núverandi slóð | Veitt í sprungu eða svelgholu | |
| O | 25.000 | Stóravítishraun | Fjalldrapamói | Ný vegslóð | Veitt í sprungu eða svelgholu | Hverfisvernd HÞ4 |

### 4.3.3 GUFUVEITA

Gufuveita tekur við vökvanum frá borholunum og skilur að gufu og skiljuvatn. Þrýstingi á gufuveitunni er haldið stöðugum með því að stilla afköst vinnsluholna eftir þörfum og lágmörkun á blæstri umframgufu út úr því. Jafnframt veitir hún skiljuvatni í frárennslisveitu.

Gufuveitan er byggð samkvæmt reynslu, sem aflað hefur verið í sams konar gufuveitum á háhitasvæðum á Íslandi. Safnæðar frá borteigum tengjast sameigin-legum skiljustöðvum og fjarlægð frá þeim að stöðvarhúsi er höfð um hálfur kílómetri. Helstu hlutar gufuveitu eru: Safnæðar frá borholum, skiljustöðvar, aðveituæðar, gufustjórnlokar og útblásturshljóðdeyfir.

**Safnæðar**

Gert er ráð fyrir að borholur verði boraðar frá allt að 15 borsvæðum, eins og greint er frá hér að framan. Safnæðalagnir frá borholunum munu liggja að skiljustöðvum (**mynd 12**). Áætluð heildarlagnaleið safnæða frá borholum á Þeistareykjum er um 9.800 m. Þvermál lagna verður 0,4–1 m. Dæmi um safnæðar frá borholum að skiljustöð má sjá á **mynd 16.**



**Mynd 16** Safnæðalagnir frá borholum á borsvæðum að skiljustöð og lokahúsi við Kröflustöð.

Streymi í safnæðum er blanda vatns og gufu. Vatnið getur streymt sem úði í gufunni, sem kápa innan á rörinu eða á botni lagnarinnar og svo framvegis. Hvernig flæðið er ræðst af ýmsum þáttum eins og hlutfalli vatns og gufu, þrýstingi, þvermáli lagnar, hraða o.fl. Ef safnæðar liggja upp í móti getur, við ákveðnar aðstæður, verið hætta á að streymið í þeim verði óstöðugt svo kallað högg- eða bylgjustreymi („slug flow“). Með því að láta safnæðar halla niður á við í streymisátt er lítil hætta á þess konar streymi og er því leitast við að safnæðar liggi niður í móti.

Fyrir jarðhitavirkjun á Þeistareykjum er gert ráð fyrir að safnæðar og aðveituæðar, sem nánar er fjallað um hér á eftir, standi ofanjarðar á steyptum undirstöðum eins og allsráðandi er á háhitasvæðum. Frágangur þessi er sýndur á **mynd 17**. Fyrirhugaðar lagnaleiðir eru sýndar á **mynd 12**. Lagnaleiðir, hönnun, litaval og áferð munu taka mið af umhverfi til að falla vel að landi.

Til er tækni, sem gerir kleift að grafa safnæðar og aðveituæðar í jörðu en henni hefur eingöngu verið beitt í takmörkuðum tilfellum t.d. við þverun vega. Þeistareykir ehf. hafa kynnt sér hvernig aðrir framkvæmdaaðilar hafa útfært klæðningu lagna og telja með litavali, áferð og gljástigi á álkápu megi ná viðunandi árangri við að draga úr sýnileika. Sjá nánar umfjöllun í kafla 5 um aðrar útfærslur framkvæmdar sem skoðaðar hafa verið.



**Mynd 17** Dæmigerður frágangur röralagna í gufuveitu frá tveim borholum í Kröflu. Fjær sést í gufu frá hljóðdeyfi þar sem blástursprófanir stand yfir við þriðju holuna.

### Gufuskiljur - skiljustöðvar

Gert er ráð fyrir að skiljustöðvar geti orðið þrjár, sjá **mynd 12**. Skiljustöð I sunnan stöðvarhúsreits tekur við gufu frá borteigum á sunnanverðu svæðinu en skiljustöð II norðan stöðvarhúss fær gufu frá nyrstu borteigunum. Skiljustöð III fær svo gufu frá borteig O, sem er nyrst og vestast á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði virkjunarinnar. Skiljustöðvar verða um 10 m háar. Skiljustöð I verður um 590 $m^2$ að flatarmáli. Skiljustöðvar II og III verða um 240 $m^2$ að flatarmáli.

Safnæðar leiða jarðhitavökvann frá borholum að skiljustöð. Í skiljustöðinni er vökvinn skilinn í gufu og vatn. Gufan er flutt í gufulögnum að stöðvarhúsi en skiljuvatnið er leitt að borholu á niðurrennslissvæði. Við staðsetningu þeirra er leitast við að stytta lagnaleiðir og að streymi að þeim verði niður í móti. Eftir því sem skiljustöð stendur hærra aukast möguleikar á að veita skiljuvatni frá henni.

Gert er ráð fyrir að setja upp tvær láréttar gufuskiljur fyrir hverja 50 $MW_e$ einingu. Byggt verður stálgrindarhús yfir hluta skiljunnar. Á **mynd 18** frá Nesjavöllum má sjá dæmi um skiljustöðvar til vinstri við gufuhúfa Nesjavallavirkjunar lengst til hægri á myndinni.



**Mynd 18** Skiljustöðvar, aðveituæðar, stöðvarhúsmannvirki og kæliturn á Nesjavöllum.

### Gufustjórnlokar - lokahús

Gufustjórnlokar í lokahúsi stjórna þrýstingi í gufuveitu með því að hleypa umfram-gufu út í útblásturshljóðdeyfi. Frá aðveituæð liggur lögn að gufustjórnlokunum. Gert er ráð fyrir að settir verði upp tveir gufustjórnlokar fyrir fyrstu virkjunareininguna og einn gufustjórnloki fyrir hverja virkjunareiningu, sem bætt er við. Miðað er við að stjórnlokar og íhlutir þeirra verði sérhannaðir með tilliti til hávaða og titrings. Áætlað er að lokahús Þeistareykjavirkjunar verði um 6 m hátt og 580 $m^2$ að flatarmáli**.** Um er að ræða svipað mannvirki og lokahús við Kröflustöð og sjá má á **mynd 16** hér að framan. Gert er ráð fyrir að útblásturshljóðdeyfar verði tveir og þeir verði um 12 m háir.

Skiljuvatnið, sem streymir í gegnum skiljuvatnsstjórnlokana, streymir að niður-rennslissvæðum undir fullum þrýstingi um frárennslisveitu í niðurrennslisholur, sem gert er ráð fyrir að verði á tveimur stöðum annað norðan við stöðvarhúsið en hitt sunnan þess (**mynd 12)**, sjá umfjöllun um frárennslisveitu í kafla 4.3.7.

### Aðveituæðar

Frá skiljustöðvunum verður gufunni fyrir hverja 50 $MW_e$ einingu veitt eftir aðveituæð að stöðvarhúsi sem er 1 m að þvermáli. Lagnirnar sem verða í grunn-atriðum hannaðar á sama hátt og safnæðar frá borholum, **mynd 17** hér að framan. Fyrir 200 $MW_e$ virkjun er áætlað að þurfi fjórar aðveituæðar. Tvær um 500 m lagnir munu liggja frá skiljustöð I og ein jafnlöng frá skiljustöð II. Frá skiljustöð III er gert ráð fyrir að lögð verði um 1 km löng aðveitulögn að skiljustöð II. Heildarlagnaleið aðveituæða er áætluð 2.000 m.

**Útstreymi jarðhitalofttegunda**

Við nýtingu jarðhita streyma jarðhitalofttegundir út í umhverfið. Einnig er tímabundið útstreymi þegar borholur verða blástursprófaðar.

Í jarðhitagufunni á Þeistareykjum eru óþéttanlegar lofttegundir um 0,3% af massa gufunnar. Eftir að jarðhitavirkjun er komin í rekstur berast jarðhitalofttegundir frá henni út um útblásturshljóðdeyfi með umframgufu og frá lofttæmidælum, sem draga lofttegundirnar út úr eimsvala og dæla þeim út í andrúmsloftið efst í kæliturnum. Þar blandast þær loftblæstri upp úr kæliturnunum og dreifast þar vel. Ef vindáttir eru óhagstæðar þannig að gas frá kæliturni leggur yfir stöðvarhús, er gert ráð fyrir að hægt verði að blása gasi út um háf vestan við stöðvarhús.

Heildarútstreymi jarðhitalofttegunda frá 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun á Þeistareykjum er áætluð 28.960 tonn á ári. Helstu lofttegundir í gufunni eru koltvíoxíð ($CO_2$) 77,0%, brennisteinsvetni ($H_2S$) 18,9%, köfnunarefni ($N_2$) 3,34%, vetni ($H_2$) 0,70% og metan ($CH_4$) 0,05%. Áætlað árlegt útstreymi þessara lofttegunda frá virkjuninni talið upp í sömu röð og að framan er: 22.300, 5.470, 980, 200 og 14 tonn á ári.

### 4.3.4 STÖÐVARHÚS

Gert er ráð fyrir að stöðvarhús verði reist á svæði austan við fyrirhugaðan virkjunarveg og um 1.500 m norðan við skálann á Þeistareykjum (**mynd 12**). Í stöðvarhúsi verða vélasalir, þjónustubygging og stjórnstöð. Í nágrenni stöðvarhússins verður einnig verkstæði, skemma og aðstaða fyrir starfsmenn.

Skipulag í og við stöðvarhús miðar að því að mögulegt sé að reisa virkjun í áföngum. Þegar nýjum áfanga er bætt við þá sem fyrir eru, bætist við vélarsalur og samhliða lengist þjónustubygging.. Afmarkaður stöðvarhúsreitur er um 67.700 $m^2$ að flatarmáli.

Fyrirhugað er að stöðvarhúsið verði um 12 m hátt einangrað stálgrindarhús á steyptum sökklum. Gert er ráð fyrir að rafbúnaður verði í samtengdri þjónustubyggingu með yfirþrýstu og hreinsuðu lofti framan við vélasali og að sá hluti stöðvarhússins verði steinsteyptur. Fullbyggt verður stöðvarhúsið um 7.000 $m^2$ að flatarmáli.

Verkstæði og skemma á stöðvarhúsreit verða um 8 m há stálgrindarhús á steyptum sökklum. Áætlað er að þau verði um samtals um 1.600 $m^2$ að flatarmáli.

### 4.3.5 KÆLITURNAR

Áætlað er að reistir verði allt að fjórir kæliturnar, einn fyrir hverja 50 $MW_e$ einingu virkjunarinnar um 70 m austan við stöðvarhúsið. Afstaða til annarra mannvirkja hefur verið valin m.a. með tilliti til ríkjandi vindátta, sjá nánar **mynd 12**. Gert er ráð fyrir að á Þeistareykjum verði reistir hefðbundnir blautir kæliturnar af mótstreymisgerð. Vatni er úðað yfir fyllingu og undir henni er steypt þró, sem vatninu er safnað í. Loftið er dregið í gegnum op á hliðum turnsins, upp í gegnum fyllinguna og blásið upp úr turninum með rafdrifnum viftum. Hver kæliturn verður með fjórum viftum.

Hluti kælivatnsins gufar upp og mettar loftið úr kæliturninum. Auk ferskvatns er gert ráð fyrir að nota þéttivatn frá eimsvala til að bæta upp vatnið, sem hverfur úr hringrásinni. Gert er ráð fyrir að kælivatnshringrásardælur verði í stálgrindarhúsi úti

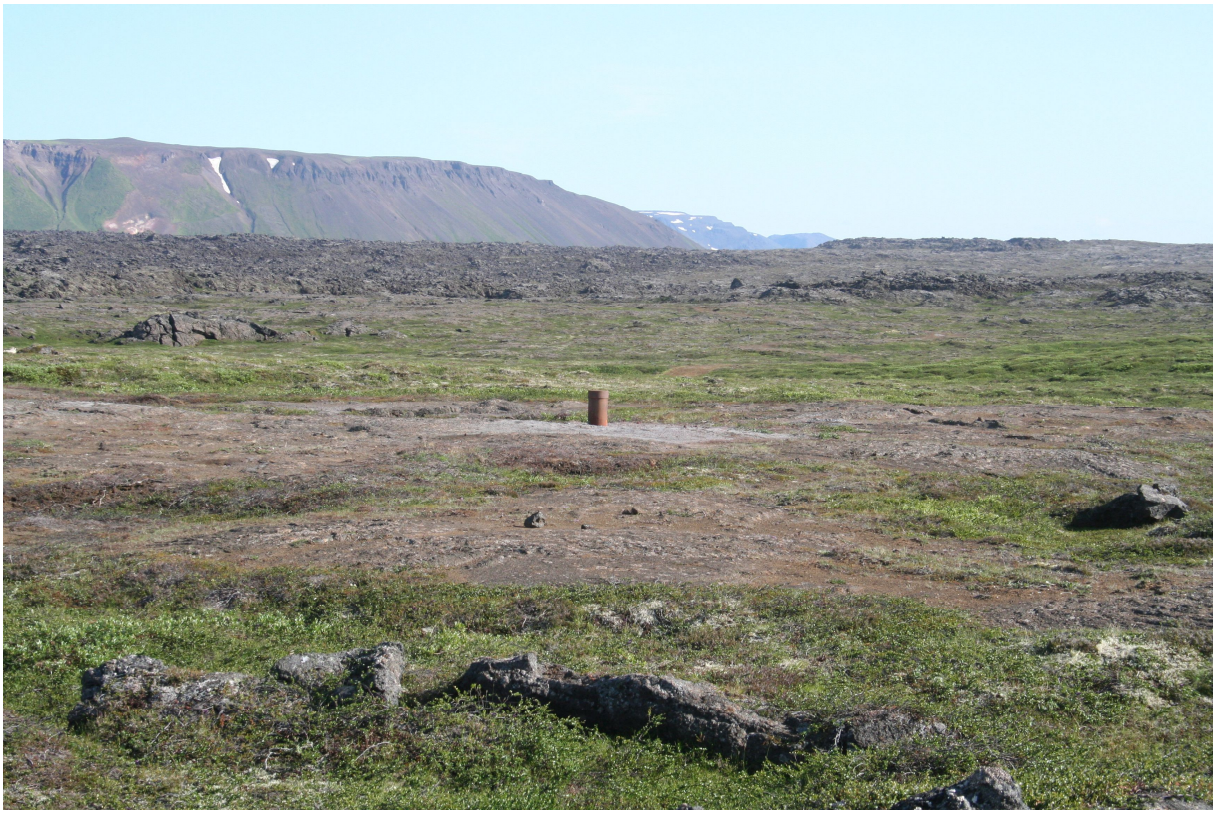
við kæliturna, sem reist er á steyptum kjallara. Samfelld steinsteypt þró verður undir öllum kæliturnum.

Áætlað er að kæliturnar Þeistareykjavirkjunar verði 13 m háir og hver þeirra verði 900 $m^2$ að flatarmáli. Á **mynd 18** hér að framan má sjá kæliturn við Nesjavalla-virkjun svipaðrar gerðar og þeir sem eru áformaðir við Þeistareykjavirkjun.

### 4.3.6 VATNSVEITA

Afla þarf neysluvatns fyrir virkjunina og vinnubúðir. Auk þess er gert ráð fyrir að ferskt vatn verði notað til áfyllingar á kælikerfi og til ýmiss konar kælingar svo sem í gastæmikerfi, í loftræstingu, á spennum, á rafala og olíukerfi. Til að anna þessari vatnsþörf þurfa afköst vatnsveitu að verða 25 L/s fyrir hverja 50 $MW_e$ einingu, þ.e. 100 L/s fyrir 200 $MW_e$ rafstöð.

Lítið vatn er að finna á yfirborði á Þeistareykjum. Rannsóknir sýna hins vegar að auðvelt er að afla þess með borunum. Gert er ráð fyrir að ferskt vatn verði fengið úr borholum, sem boraðar verða við Skildingahól norðvestan við stöðvarhús (**myndir 12 og 19**). Fyrir fullbyggða virkjun er áætlað að bora þurfi 2 vatnsöflunar-holur. Við vatnsbólið verða settar upp dælur. Gert er ráð fyrir að dælur og mótorar verði sambyggð og því eingöngu þörf fyrir eina sameiginlega byggingu fyrir allan rafbúnað um 4 m háa og 84 $m^2$ að flatarmáli. Frá vatnsbólinu er gert ráð fyrir að lögð verði niðurgrafin um 4.400 m löng vatnslögn að Þeistareykjavirkjun, samhliða fyrirhuguðum virkjunarvegi.



**Mynd 19** Fyrirhugað vatnsbólssvæði og vatnskönnunarhola ÞR-09 við Skildingahól. Horft til suðurs yfir Þeistareykjahraun. Bæjarfjall í baksýn.

### 4.3.7 FRÁRENNSLISVEITUR

Frárennsli frá virkjun samanstendur af skiljuvatni frá skiljustöð, þéttivatni frá virkjun og kælivatni frá kæliturni ásamt öðru frárennsli. Eins og fram kemur í umfjöllun um vinnslurás, er gert ráð fyrir að skiljuvatni verði veitt í niðurrennslisholur, að þéttivatn verði afloftað og síðan bætt í kælivatnshringrás ásamt upphituðu ferskvatni.

**Skiljuvatn-grunnförgun**

Eins og greint er frá hér að framan er jarðhitavökvinn leiddur frá borholum í safnæðum að skiljustöð. Í skiljustöðinni er vökvinn skilinn í gufu og vatn. Gufan er flutt í aðveituæðum að stöðvarhúsi en skiljuvatnið er leitt í niðurrennslisæðum, á yfirborði að borholum á niðurrennslissvæðum, sjá **mynd 12**. Niðurrennslisæðarverða 0,4-1 m að þvermáli og fyrirkomulag við þær verður eins og við safnæðar og aðveituæðar virkjunarinnar, sjá kafla 4.3.3 hér að framan.

Magn skiljuvatns ræðst af vermi borholuvökva. Gert er ráð fyrir að vermið verði 1.800-2.200 kJ/kg og verður skiljuvatnsstreymi þá 140-320 L/s frá 200 $MW_e$ virkjun. Niðurrennslisholur fyrir skiljuvatn verða 300-500 m djúpar og fóðraðar niður á um 250 m dýpi. Vatninu verður þannig veitt niður fyrir grunnvatnsborð og í efri lög jarðhitageymis. Gert er ráð fyrir að hver niðurrennslishola taki við 50-100 L/s af vatni. Með grunnförgun er ekki verið að bæta nýtingu jarðhitakerfisins heldur koma til móts við óskir um að affallsvatn frá Þeistareykjavirkjun verði ekki losað á yfirborði. Gert er ráð fyrir að boraðar verði 2-7 niðurrennslisholur fyrir 200 $MW_e$ rafstöð. Áformað er að holurnar verði annars vegar á 53.000 $m^2$ niðurrennslissvæði norðan við skiljustöð II og hins vegar á 21.000 $m^2$ niðurrennslissvæði vestan við skiljustöð I. Heildarlagnaleið niðurrennslisæða verður um 4.800 m.

Stefnt er að því að niðurrennslisholur verði boraðar um leið og vinnsluholur fyrir Þeistareykjavirkjun og að grunnförgun skiljuvatns hefjist um leið og virkjunin verður gangsett.

**Skiljuvatn-djúpförgun**

Með djúpförgun er átt við að veita frárennsli um nokkuð djúpar holur ofan í jarðhitageyminn, sem unnið er úr. Dýpt holnanna getur verið um 1500 m. Tilgangur með djúpförgun er, auk þess að veita frárennsli frá stöð, að styðja við vinnslu úr jarðhitageyminum með því að minnka massatöku úr honum og draga úr þrýsti-lækkun. Ef illa tekst til með djúpförgun getur hún skemmt eða eyðilagt vinnsluholur og vinnslusvæði. Því er nauðsynlegt að eiginleikar jarðhitageymisins séu vel þekktir áður en ráðist er í djúpförgun. Líklegt er að djúpförgunarholur þurfi að vera annað hvort við frárennsli úr jarðhitageyminum eða við innstreymi inn í hann. Núverandi þekking á jarðhitageyminum á Þeistareykjum er ekki nægjanleg til að staðsetja megi holurnar eða áætla fjölda holna til að djúpförgun heppnist og til að lágmarka hættu á truflunum. Hennar verður ekki aflað nema með reynslu af nýtingu jarðhitageymisins, það er að segja mæla viðbrögð hans við vinnslu og með borunum og tilraunum. Stefnt er að því að hefja djúpförgun í samráði við Orkustofnun þegar reynsla liggur fyrir af nýtingu og eiginleikar jarðhitageymisins eru betur þekktir.

**Skiljuvatn-neyðarlosun**

Ef bilun verður í niðurrennslisveitu þannig að ekki verður hægt að veita skiljuvatni í niðurrennslisholur, er nauðsynlegt að til reiðu sé neyðarlosun. Frá gufuskiljum liggja

lagnir að steyptum vatnshljóðdeyfum, sem staðsettir verða 100-300 m frá skiljustöðvunum þremur (**mynd 12**). Í neyð verður skiljuvatninu veitt í þessa hljóðdeyfa þar sem um 15% af vatninu gufar upp en því vatni, sem eftir er, veitt niður í svelgholur. Svelgholurnar verða boraðar niður á um 100 m dýpi við vatnshljóðdeyfana.

**Kælivatn**

Frá kæliturnum 200 $MW_e$ virkjunar munu streyma samtals rúmlega 80 L/s af kælivatni. Eins og áður hefur komið fram er hér um að ræða hreint vatn og laust við mengandi efni. Gert er ráð fyrir að því verði veitt í svelgholur, sem boraðar verða austan við kæliturnana. Svelgholurnar verða 30-60 m djúpar. Gert er ráð fyrir að fyrir 200 $MW_e$ virkjun þurfi fjórar svelgholur.

**Þéttivatn**

Til greina kemur að blanda hluta þéttivatns saman við skiljuvatn og veita í niðurrennslisholur. Við það mun frárennsli frá kæliturnum minnka en vegna nauðsynlegrar útskolunar í kælivatnshringrás verður frárennsli þó ekki minna en 8 L/s frá hverjum kæliturni eða 32 L/s frá 200 $MW_e$ virkjun.

Auk frárennslis, sem talið er upp hér að ofan, myndast þéttivatn í rakaskiljum, gufuaðveitu, í gufuhljóðdeyfum og við upphitun safnæða. Hér er um lítið magn að ræða. Gert er ráð fyrir að þéttivatn, sem tekið verður út úr gufulögnum á stöðvarhússvæðinu verði sameinað þéttivatni frá hverfli en þéttivatn annars staðar á virkjunarsvæði verði losað í grjótfyllingar á yfirborði.

**Annað frárennsli**

Annað frárennsli frá virkjuninni verður meðhöndlað í samræmi við viðeigandi reglur. Þannig verða settar upp rotþrær annars vegar fyrir skólp frá stöðvarhússvæði og hins vegar fyrir skólp frá starfsmannahúsi. Frárennsli frá niðurföllum í vélasal verður veitt í olíuskilju og byggt verður þvottaplan við verkstæði og frárennsli frá því mun einnig tengjast olíuskiljunni.

### 4.3.8 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

**Vegir að borsvæðum og vegslóðar með lögnum**: *„Að mati Umhverfisstofnunar kemur ekki nægilega skýrt fram hve mikið af vegum að borsvæðum nýtast einnig sem vegir meðfram lögnum, ekki kemur heldur nægilega skýrt fram hve mikið þarf að leggja af lagnavegum umfram þá vegi sem gefnir eru upp í metrum. Umhverfisstofnun tekur undir að lágmarksuppbygging verði á vegum innan virkjunarsvæðisins og bendir á vegagerð vegna Hverahlíðarvirkjunar á Hellisheiði, en þar liggja vegir lágt og sjónræn áhrif eru lítil*.“

Gerð hefur verið ný útgáfa af yfirlitsmynd af framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar (**mynd 12**). Þar er gleggri aðgreining lagnaleiða, nýrra vega, og núverandi vegslóða. Þar sem ekki er sérstakur aðkomuvegur að borsvæðum verður vegur með lögnum nýttur sem aðkomuvegur þangað. Við lagnaframkvæmdir eru gerðar vinnuslóðir á framkvæmdatíma. Þær verða varanlegar þar sem ekki er um aðra aðkomuleið að ræða að viðkomandi borsvæði. Við mat á umhverfisáhrifum er gert ráð fyrir raski við vega- og lagnaframkvæmdir eftir því hvort nýtt er fyrirliggjandi vegslóð eða lagður nýr vegur. Í köflum um mat áhrifa á jarðmyndanir (9.3), gróður

(9.5), fornleifar (9.11) og fleira er lýst umfangi áhrifa og gerð grein fyrir niðurstöðu matsins sem byggist m.a. á umfangi áhrifa vegna heildarrasks. Eins og kemur fram í kafla 4.3.1 verður um lágmarksuppbyggingu vega að borsvæðum og meðfram lögnum að ræða, þó þannig að heilsársaðgengi verði tryggt.

Nýir vegir að borsvæðum verða 7,1 km langir og af þeim nýtast um 5,9 km einnig sem lagnaleiðir. Núverandi vegslóðir verða endurbættar samanlagt á um 5,4 km kafla, þar af munu 2,7 km nýtast bæði sem vegir að borsvæðum og lagnaleiðir. Lagnaleiðir þar sem vegslóðir með lögnum nýtast ekki til aðkomu að borsvæðum verða 3,1 km. Í kafla 4.3.2 kemur fram að ekki er víst að borað verði frá borteigum á öllum borsvæðum sem sýnd eru á uppdráttum. Borárangur og um leið viðbótar þekking á svæðinu mun segja til um það. Það er framkvæmdaraðila í hag að minnka framkvæmdasvæðið og þá um leið rask eins og kostur er án þess að útiloka ákveðin áhugaverð svæði. Verði borað á færri borsvæðum mun það geta leitt til þess að dregið verði úr umfangi bæði lagna- og vegagerðar fyrir Þeistareykjavirkjun.

**Borteigar:** Í umsögn Umhverfisstofnunar kemur eftirfarandi fram: *„Þegar skoðuð er staðsetning þeirra 15 borsvæða sem valin hafa verið, kemur í ljós að 6 borsvæði eru innan svæðis á náttúruminjaskrá. Þetta eru borteigur D, borteigur A, borteigur F að mestu, borteigur B, borteigur C, borteigur K og borteigur G að hluta. ...Að mati Umhverfisstofnunar er með vali á borsvæðum K, L, og M verið að fara inn á svæði sem tilheyrir annarri landslagsheild en aðrir hlutar af virkjunarsvæðinu. Umhverfisstofnun telur að þar sem ekki er víst að öll áætluð borsvæði verði nýtt, sé mikilvægt að hafa sem síðasta valkost að bora í Bóndhólsskarði og á Þeistareykjabungu. Með því að fara inn á Þeistareykjabungu mun skerðing á víðernum ná austur til Hrútafjalla, því Þeistareykjabunga er eins og háslétta og liggur landssvæðið í austri hærra en landssvæðið vestan Bæjarfjalls og Ketilfjalls og mun sýnileiki framkvæmda verða mikill í austurátt. ...Að mati Umhverfisstofnunar á ekki að fara með borsvæði austur fyrir Bóndhólsskarð. Einnig telur Umhverfisstofnun að með holu N sé verið að fara inn á svæði þ.e. vestursvæði sem að öðru leyti verður óhreyft og telur stofnunin mikilvægt hvað varðar áhrif á landslagsheildir að ekki verði þverað yfir hverfisverndarsvæði og farið inn á vestursvæðið.“*

Í niðurstöðu umsagnar Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík segir: *„Engin mannvirkjagerð eigi sér stað austan við Bóndhólsskarð í tengslum við framkvæmdir vegna Þeistareykjavirkjunar. ...Með færslu borsvæðis út fyrir svæði á náttúruminjaskrá verði dregið úr áhrifum á svæði sem hefur verndargildi og hefur verið á náttúruminjaskrá síðan 1984.“*

Framkvæmdaraðili fellst ekki á tilmæli Umhverfisstofnunar um að borsvæði K, L, M í og við Bóndhólsskarð og N á vesturhluta orkuvinnslusvæðisins á Þeistareykjum komi ekki til greina fyrir Þeistareykjavirkjun eins og framkvæmdin er kynnt í þessari matsskýrslu. Ítrekað er eftirfarandi sem einnig kemur fram í kafla 4.3.2. Erfitt er að gera samanburð á borteigum og gildi þeirra þegar engar holur hafa verið boraðar á þeim. Þó skal á það bent að ekki er víst að borað verði frá öllum borteigunum. Borárangur og um leið viðbótarþekking á svæðinu kemur til með að segja til um það. Það er framkvæmdaraðila í hag að minnka framkvæmdasvæðið, og þá um leið rask, eins og kostur er, en án þess að útiloka ákveðin áhugaverð svæði.

Öll borsvæði eru jafnir kostir á þessu stigi. Enn er ekki hægt að útiloka neitt þeirra með vissu vegna umhverfisáhrifa. Eftir því sem þekking á jarðhitasvæðinu á Þeistareykjum eykst verður hægt að gera áætlanir um nýtingu borsvæðanna með meiri vissu. Gert er ráð fyrir að gufu verði aflað með því að bora inn undir Bæjarfjall og með því að bora í sprungur og misgengi, sem ganga norður úr fjallinu. Þá er einnig gert ráð fyrir að hægt verði að bora inn undir Ketilfjall og afla gufu þaðan frá borsvæðum A til J. Með borsvæðum K, L og M í og ofan við Bóndhólsskarð gefst möguleiki á að afla gufu austar en er aðgangur að við fjallsræturnar neðan skarðsins. Einnig opnast þar möguleiki á að bora að austanverðu undir Bæjarfjallið. Þá er gert ráð fyrir tveimur borsvæðum, N og O, nokkru vestan og norðvestan við skálann á Þeistareykjum. Þau hafa mikla þýðingu fyrir djúpkönnun vestar á jarðhitasvæðinu.

Framkvæmdaraðili bendir á að öll fyrirhuguð borsvæði eru innan afmarkaðs orkuvinnslusvæðis samkvæmt staðfestu svæðisskipulagi og því í samræmi við stefnu sveitarfélagsins um landnotkun á svæðinu. Í samráði við sveitarfélagið hefur komið fram að afmörkun orkuvinnslusvæða og verndarákvæði við Þeistareyki í aðal-skipulagsáætlun munu verða í samræmi við Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025, sjá kafla 7.1.

Rétt er að með vali á borsvæði austan Bóndhólsskarðs er farið inn á aðra landslags-heild en aðrir hlutar orkuvinnslusvæðisins á Þeistareykjum. Framkvæmdaraðili getur ekki fallist á að með því að fara inn á Þeistareykjabungu muni skerðing á víðernum ná austur til Hrútafjalla, því Þeistareykjabunga sé eins og háslétta og landssvæðið í austri liggi hærra en landssvæðið vestan Bæjarfjalls og Ketilfjalls og sýnileiki framkvæmda muni verða mikill í austurátt. Að mati framkvæmdaraðila blandar Umhverfisstofnun þar saman skilgreiningu á sýnileika og skerðingu á víðernum. Skerðing ósnortinna víðerna er sýnd á **mynd 59** í frummatsskýrslu og nær ekki austur til Hrútafjalla. Fjarlægð hefur mikil áhrif á sýnileika. Einnig hefur það mikil áhrif hvort mannvirki ber við land eða himin. Ef mannvirki ber við land eru þau mun minna áberandi. Þess verður gætt að mannvirki á borteigum muni bera við land séð frá Stóravíti og gönguleiðum um Þeistareykjabungu. Hugsanlega getur gætt sjónrænna áhrifa tímabundið austur til Hrútafjalla við vissar aðstæður vegna gufu frá borholum á Þeistareykjasvæðinu við blástursprófanir. En talið er að mannvirki á borsvæðunum muni sjást lítið eða ekkert. Sjá einnig umsagnir, athugasemdir og viðbrögð framkvæmdaraðila vegna áhrifa á landslag í kafla 9.2.3 og áhrifa á ásýnd í kafla 9.9.3.

**Förgun frárennslisvatns á borunartíma**. *„Að mati Umhverfisstofnunar er óásættanlegt að gert er ráð fyrir að svo mikið frárennsli fari í náttúrulega tjörn án þess að nánar sé metið magn affallsvatns á bortíma og efnisinnihald affallsvatnsins. Enn er ekki vitað með vissu um efnainnihald frárennslis. Að mati Umhverfisstofnunar skortir umfjöllun um möguleg áhrif á lífríki tjarnarinnar. ...Að mati Umhverfisstofnunar verður að gera ráð fyrir að frárennsli á borunartíma frá öllum borsvæðum fari í svelgsholur. Fram kemur að óákveðið er hvort að frárennsli frá borsvæðum H, I, J, D, N og O fari í sprungu eða svelgsholu. Að mati Umhverfisstofnunar þyrfti slíkt að liggja fyrir áður en veitt er leyfi til virkjunarframkvæmda á svæðinu. Umhverfisstofnun vill einnig benda á að miðað við mynd 9 í viðauka A1 er fylgir frummatsskýrslu er vegurinn um Þeistareyki áætlaður nálægt suðurenda tjarnarinnar á Tjarnarási. Losun frárennslis í tjörnina geti mögulega gert það að verkum að tjörnin nái að veginum.“*

Frárennsli frá borholum við borun og síðar blástursprófanir verður leitt í sprungur eða svelgholur þar sem því verður við komið á Þeistareykjum. Í kafla 4.3.2, umfjöllun um borun, er lýst hvernig svelghola er útbúin. Í umfjöllun um blásturs-prófanir kemur fram að förgun affallsvatns frá borholum í blæstri verði með sama hætti og við boranir þ.e. leitt að vatnsfarvegi, í sprungu eða í svelgholu eftir aðstæðum á hverjum stað. Sums staðar er ekki hægt að koma því í sprungur eða svelgholur nálægt holunum vegna þess hversu jarðlög við borsvæðið eru þétt. Við rannsóknaboranir á þannig svæðum hefur affallsvatn verið leitt í plastlögn að farvegi nærri tjörninni sem er á orkuvinnslusvæðinu. Í sama farveg fer afrennsli og leysingavatn af jarðhitasvæðinu á Þeistareykjum. Bent er á að um tímabundin áhrif er að ræða og takmarkað magn affallsvatns tengt borunum. Flestar rannsóknaholur sem boraðar hafa verið til þessa á Þeistareykjum hafa hátt hlutfall gufu þannig að rennsli frá holum í blæstri hefur verið lítið og ekki borið á útfellingum í farvegum. Við háhitaboranir er ýmist notað vatn til að kæla borkrónu og bera borsvarf til yfirborðs eða leðja sem er blanda af skolvatni og náttúrulegum leirsteindum. Reiknað er með að við borun þurfi að jafnaði um 40-60 L/s af vatni. Borvatn verður tekið úr núverandi borvatnsveitu úr grunnum borholum. Megnið af svarfinu fellur til í þrónni en gert er ráð fyrir að fíngerðasta efnið fljóti með vökvanum út úr henni. Affallsvatn frá blásandi borholum er jarðhitavökvi og efnainnihald og hiti í samræmi við það og getur valdið útfellingum, sjá **töflu 12** í kafla 9.4. Annað affallsvatn eins og borvatn inniheldur hins vegar lítið magn steinefna og veldur ekki útfellingum. Þegar vinnsluholur verða boraðar er gert ráð fyrir að blástur og prófanir verði í stuttan tíma. Í **töflu 5** í lok kafla 4.3.2 er yfirlit yfir fyrirhugaða borteiga á Þeistareykjum og áformað fyrirkomulag við frárennsli frá borholum. Áformað er að rannsaka lífríki tjarnarinnar áður en framkvæmdir við Þeistareykjavirkjun hefjast. Ítrekað er að blásturstími verður hafður eins stuttur og mögulegt er til að draga sem mest úr losun jarðhitavatns í tjörnina. Samráð verður haft við eftirlitsaðila og leyfisveitendur um nánari útfærslu fyrirkomulags við förgun affallsvatns frá borteigum við leyfisumsóknir.

Vegna nálægðar virkjunarvegar við tjörnina er bent á að um er að ræða norðurenda en ekki suðurenda tjarnarinnar eins og segir í umsögn Umhverfisstofnunar. Framkvæmdaraðili mun hafa eftirlit með breytingum á vatnsborði tjarnarinnar. Þess verður gætt að það fari ekki yfir þá hæð sem þekkt er undanfarin misseri. Ekki er talin hætta að á hún nái veginum vegna losunar affallsvatns frá borholum.

Í umsögn Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík kemur eftirfarandi fram: *„Umhverfisstofnun telur ekki ásættanlegt að frárennsli frá fyrirhuguðum borholum verði leitt í nálæga farvegi því með því skapist hætta á útfellingum úr vatninu en það hefur neikvæð áhrif á gróður og er til mikilla lýta í landinu. Stofnunin telur að gera eigi ráð fyrir að affallsvatn verði leitt í svelgholur ef ekki er unnt að leiða það í sprungur sem eru nægjanlega góðir viðtakar. Mikilvægt er þó að fylgst verði vel með því hvort svelgholur eða sprungur virki sem viðtaki meðan á borun stendur og að gripið verði til einhverra ráðstafana ef svo reynist ekki vera. ...Ekki verði um að ræða neina yfirborðsförgun affallsvatns við borun eða blástur borhola.“*

Framkvæmdaraðili getur ekki fallist á að ekki verði möguleg yfirborðsförgun affallsvatns við borun eða blástur borholna. Vísað er til viðbragða hér að framan við

umsögn um mat á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar varðandi förgun frárennslisvatns frá borholum.

**Neyðarlosun** í umsögn Umhverfisstofnunar segir: *„Ljóst er að förgun affallsvatns hefur reynst meira mál en gert var ráð fyrir í fyrstu, bæði á Hellisheiði og í virkjuninni í Svartsengi. Að mati Umhverfisstofnunar þarf að sýna fram á að nægjanlegt kerfi neyðarlosunar verði til staðar á hverjum tíma til að taka við mögulegri hámarks neyðarlosun affallsvatns, sem upp gæti komið, enda kemur skýrt fram í frummatsskýrslunni að yfirborðsförgun verði aldrei kostur.“*

Í niðurstöðu umsagnar Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum segir orðrétt *„Tryggt verði að neyðarlosun valdi ekki verulega neikvæðum umhverfisáhrifum og sýnt fram á að nægjanlegt kerfi neyðarlosunar verði til staðar á hverjum tíma til að taka á móti hámarks neyðarlosun affallsvatns sem upp gæti komið.“*

Í kafla 4.3.7 í umfjöllun um grunnförgun skiljuvatns kemur fram að stefnt er að því að niðurrennslisholur verði boraðar um leið og vinnsluholur fyrir Þeistareykjavirkjun og að grunnförgun skiljuvatns hefjist um leið og virkjunin verður gangsett. Framkvæmdaraðili gerir jafnframt ráð fyrir því að þá verði til staðar kerfi fyrir tímabundna neyðarlosun skiljuvatns frá virkjuninni. Ekki er reiknað með að neyðarlosun vari nema í stuttan tíma, talið í klukkustundum eða dögum og að svelgholur taki við öllu skiljuvatni.

**Athugasemd Landverndar**

Í athugasemd Landverndar kemur eftirfarandi fram um borteiga og borholur*: „Samkvæmt tillögum í frummatsskýrslu er gert ráð fyrir mjög mörgum borsvæðum innan svæðis sem er á náttúruminjaskrá og miklum þéttleika. Landvernd fær ekki séð að sá fjöldi borplana sem er fyrirhugaður sé nauðsynlegur og bendir á að hægt er að bora allt að 1-1,5 km til hliðar með skáborunum og koma þannig í veg fyrir óþarfa rask. Landvernd fer fram á það að gerðar verði kröfur í ákvörðun Skipulagsstofnunar um mat og samanburð á kostum hvað þennan þátt varðar. Samtökin vinna nú að hugmyndum um annað og breytt skipulag svæðisins sem verða sendar til Skipulagsstofnunar eins og fljótt og auðið er.“*

Vísað er í viðbrögð framkvæmdaraðila við athugasemd Umhverfisstofnunar um borteiga framar í þessum kafla.

Í bréfi Skipulagsstofnunar til Landverndar, dags. 17. ágúst 2010 kemur eftirfarandi fram: *„Þann 14. júní sl. barst Skipulagsstofnun athugasemd frá Landvernd vegna frummatsskýrslna Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II, háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík, álvers á Bakka auk frummatsskýrslu um sameiginlegt mat hinna tengdu framkvæmda. Í umsögn Landverndar komu m.a. fram ábendingar um fjölda fyrirhugaðra borteiga á Þeistareykjum og að hugmyndir um annað og breytt skipulag svæðisins yrðu sendar til Skipulagsstofnunar eins fljótt og auðið yrði. Þann 16. ágúst barst Skipulagsstofnun erindi frá Landvernd með tillögum að skipulagi framkvæmdasvæðis við Þeistareyki með þeirri beiðni að tillögunum yrði komið í réttan farveg.*

*Þegar kynningartíma frummatsskýrslu vegna Þeistareykjavirkjunar rann út 14. júní sl. sendi Skipulagsstofnun framkvæmdaraðila þær umsagnir og athugasemdir sem höfðu borist. Frá þeim tíma hefur framkvæmdaraðili unnið að gerð matsskýrslu þar*

*sem fram koma ábendingar sem bárust við skýrsluna á kynningartíma og viðbrögð framkvæmdaraðila við þeim.*

*Skipulagsstofnun telur það ekki samræmast ákvæðum 4. málsliðar 10. gr. laga nr. 106/2000 m.s.b. að taka við frekari athugasemdum Landverndar átta vikum eftir að auglýstum sex vikna lögbundnum fresti til athugasemda lauk. Stofnunin telur að í tilvikum þar sem aðili máls boðar að hann muni koma á framfæri frekari upplýsingum máli sínu til stuðnings, þurfi það að gerast eins fljótt og unnt er, sbr. 9. gr. stjórnsýslulaga nr. 37/1993 um málshraða. Skipulagsstofnun getur því ekki fallist á að málsaðili geti tekið sér meira en tvöfalt lengri frest en lögbundinn athugasemdafrest til að koma frekari gögnum á framfæri, varðandi mál sem er til meðferðar er skv. 5. gr. laga nr. 106/2000 m.s.b.*

*Því beinir Skipulagsstofnun þeim tilmælum til Landverndar að snúa sér beint til framkvæmdaraðila og kynna honum tillögur sínar og jafnframt að koma þeim á framfæri við sveitarstjórn Þingeyjarsveitar, þar sem þær geta nýst við gerð deiliskipulags á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar.“*

Tillögur Landverndar um skipulag framkvæmdasvæðis við Þeistareyki bárust Þeistareykjum ehf. með bréfi dags. 25. ágúst 2010. Afrit af bréfinu fylgir með matsskýrslu í viðauka A22, ásamt framangreindu bréfi Skipulagsstofnunar. Á þessu stigi telur framkvæmdaraðili ekki ástæðu til að taka afstöðu til þeirra atriða sem fjallað er um í framangreindu erindi Landverndar. Vísað er til erindis Skipulagsstofnunar frá 17. ágúst 2010 þar sem fram kemur að stofnunin telur ekki samræmast lögum að taka við athugasemdum sem berast átta vikum eftir athugasemdafrest. Framkvæmdaraðili telur að taka megi á atriðum sem Landvernd bendir á í framtíðinni, við endanlega útfærslu og hönnun, og við gerð deiliskipulags á virkjunarsvæðinu í samráði við Þingeyjarsveit. Landvernd hefur þá væntanlega aftur aðkomu að því ferli.

## 4.4 VIRKJUNARVEGUR

Í þessum kafla er gerð grein fyrir, vali á veglínu, staðháttum, legu, lengd og breidd vegar frá Húsavík að Þeistareykjavirkjun, og innan orkuvinnslusvæðisins, uppbyggingu vegar og efnistöku sem tengist vegagerð.

Þeistareykir ehf. kynntu drög að tillögu að matsáætlun fyrir allt að 150 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun fyrir Skipulagsstofnun í nóvember 2007. Þar var greint frá áformum framkvæmdaraðila um að leggja framkvæmdaveg að virkjuninni frá Reykjaheiðarvegi við Höfuðreiðarmúla. Þar yrði vikið frá fyrirliggjandi vegslóð suður að Skildingahól og þaðan austur að virkjunarsvæðinu. Einnig var greint frá því að undanfarin ár hafi Norðurþing lagfært og byggt upp gamla Reykjaheiðarveginn á kaflanum frá Húsavík um Grjótháls að Höskuldsvatni. Jafnframt kom þar fram að í aðalskipulagi Húsavíkurbæjar er Reykjaheiðarvegur flokkaður undir: Aðrir akvegir / slóðir í dreifbýli og að gert sé ráð fyrir að flokkun Reykjaheiðarvegar verði breytt í landsveg, þegar hann tengir þéttbýlissvæði Húsavíkur við skipulagt útivistarsvæði / skíðasvæði við Höskuldsvatn (og við Þeystareyki og hugsanlega Kelduhverfi).

Skipulagsstofnun gerði athugasemd við umfjöllun og afmörkun framkvæmda- og athugunarsvæðis í drögum að tillögu að matsáætlun vegna fyrirhugaðs virkjunarvegar. Benti stofnunin í minnisblaði dags. 20. nóvember 2007 á að í frummatsskýrslu yrði gerð grein fyrir kostum í legu vega og vísaði í svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum. Einnig að sýna þyrfti legu athugunarsvæðis og meta umhverfisáhrif

vegalagningar alla leið til Húsavíkur. Í minnisblaði 19. febrúar 2008 ítrekaði Skipulagsstofnun ábendingar sínar um að meta þyrfti umhverfisáhrif af lagningu virkjunarvegar til Húsavíkur og að suðurmörkum svæðis matsáætlunar. Jafnframt að á myndum og teikningum þyrfti að sýna allt vegsvæði vegarins til Húsavíkur.

Í þessari frummatsskýrslu fyrir allt að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun er fyrirhugaður virkjunarvegur annars vegar lagfærður gamli Reykjaheiðarvegurinn í núverandi vegstæði frá Húsavík að Höskuldsvatni og áleiðis að Höfuðreiðarmúla, þar sem Norðurþing hefur unnið að lagfæringum og verið framkvæmdaraðili. Hins vegar er um að ræða nýjan veg, þar sem Þeistareykir eru framkvæmdaraðili, þ.e. frá Höfuðreiðarmúla að orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum og til suðurs að mörkum orkuvinnslusvæðisins. Í skýrslunni er því gerð grein fyrir mati á umhverfisáhrifum af vegagerð alla leið frá Húsavík að Þeistareykjum og suður að mörkum þess svæðis sem matið nær til.

### 4.4.1 VIRKJUNARVEGUR OG SKIPULAG

Framkvæmdin sem hér um ræðir er 31,5 km langur vegur frá Húsavík að Þeistareykjum. Fyrirhuguð lega virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum er sýnd á **mynd 1** og á yfirlitsmyndum 1 og 2 og grunnmyndum 1-8 í **viðauka A1** með þessari skýrslu. Vegurinn fylgir að mestu núverandi vegi fyrstu 10 km frá Húsavík austur yfir Grjótháls að Höskuldsvatni og núverandi vegslóða þaðan áfram austur að Höfuðreiðarmúla. Þar sveigir veglínan til suðurs um Hellumó, suður fyrir enda Guðfinnugjár í Þeistareykjahrauni og síðan til austurs um Stórahversmó að fyrirhuguðu stöðvarhúsi Þeistarreykjavirkjunar skammt norðan Þeistareykja. Frá stöðvarhúsi liggur veglínan til suðvesturs um jarðhitasvæði hjá Þeistareykjum og tengist núverandi vegslóða vestan undir Bæjarfjalli.

Jarðhitavirkjun á Þeistareykjum þarf trygga aðkomuleið allt árið. Þeistareykir ehf. áforma í samstarfi við viðkomandi sveitarfélög að lagfæra eða leggja nýjan veg frá Húsavík að virkjunarsvæðinu. Virkjunarvegurinn verður í samræmi við stefnu sveitarfélaganna Þingeyjarsveitar og Norðurþings, samanber Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007). Þar kemur fram að eitt af meginmarkmiðum svæðisskipulagsins er að „*Með samþættingu ólíkra mannvirkja (t.d. vega og lína eða vega og lagna) verði leitast við að halda umfangi neikvæðra umhverfisáhrifa í lágmarki og takmarka þau við ákveðnar og fáar leiðir. Stefna ber að því að háspennulínur liggi í meginatriðum meðfram eða í námunda við aðalvegi*“. Virkjunarvegurinn verður á köflum samhliða fyrirhuguðum háspennulínum og getur þar nýst sem línuvegur við þá framkvæmd.

Farið hefur fram umhverfismat fyrrgreindrar svæðisskipulagsáætlunar og val á veglínu. Aðkomuvegur frá Húsavík eftir núverandi vegi að Höfuðreiðarmúla er í samræmi við staðfest Aðalskipulag fyrir Sveitarfélagið Húsavíkurbæ 2005-2025 (Tækniþing, 2006). Við Höfuðreiðarmúla verður vikið frá fyrirliggjandi vegslóð suður að Skildingahól og þaðan austur að virkjunarsvæðinu. Þeistareykir ehf. telja að ekki komi til greina að nýta legu núverandi vegslóðar á þessum kafla þar sem hún er torfær, einkum að vetri til. Sjá nánari umfjöllun í kafla 5.2 um aðrar útfærslur á framkvæmd við virkjunarveg sem skoðaðar voru.

Samkvæmt svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum er gert ráð fyrir að aðkoma að virkjunarsvæðinu verði einnig möguleg úr suðri um Hólasand. Gerð er grein fyrir framkvæmdum við veg norður frá Kísilvegi (87) að orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum í frummatsskýrslu Landsnets hf. um háspennulínur frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík. Þar er um að ræða tengda framkvæmd, sjá **mynd 1.**

### 4.4.2 HÖNNUNARFORSENDUR

Eftirfarandi umfjöllun um virkjunarveg byggir á skýrslu Vegagerðarinnar (2008).

**Leiðarval**

Forsendur fyrir því leiðarvali sem liggur fyrir eru:

1. Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Í skipulaginu er afmarkað svæði fyrir flutningslínur raforku og vegi frá Þeistareykjavirkjun að norðurmörkum skipulagssvæðisins skammt vestan Höfuðreiðarmúla.
2. Lega núverandi vegar frá Húsavík um Grjóthála að Höfuðreiðarmúla. Húsavíkurbær og síðar Norðurþing hefur á undanförnum árum unnið að lagningu þessa vegar í áföngum og er lega hans sýnd á Aðalskipulagi fyrir sveitarfélagið Húsavíkurbæ 2005-2025. Vegurinn er um 4 m breiður, víða með mjög kröppum beygjum og allt að 13-14 % bratta á köflum. Vegurinn er á fremur lágri fyllingu upp á Grjóthála að vestan, en annarsstaðar á allhárri fyllingu með bröttum fláum.

Vegurinn fylgir núverandi vegi frá Húsavík að Höskuldsvatni (St. 11000) að mestu leyti, en Norðurþing hefur verið að leggja veginn undanfarin ár vegna aðkomu að útivistarsvæði við Höskuldsvatn. Við mælingar af þeim vegi kom í ljós að planlega hans er mjög knöpp og vegurinn svo brattur á köflum að nánast er ógjörningur að endurbyggja hann á verstu stöðunum í núverandi vegstæði, nema með rúmlega 10 % halla, sem jafngildir aðeins um 40 km hönnunarhraða samkvæmt vegstaðli. Við nánari skoðun (febrúar 2010) kom í ljós að með viðsættanlegri aukningu á magni fyllinga og skeringa á verstu köflunum mætti koma langhalla vegarins niður í 9 %, sem samsvarar 60 km hönnunarhraða. Breytingar á veginum verða á þremur stöðum á um 2 km kafla. Þær eru sýndar með bláum lit á grunnmynd 1 af 8 í **viðauka 1**. Að mati framkvæmdaraðila er slíkur vegur ásættanlegur sem heilsársvegur vegna virkjunarinnar enda eru þeir kaflar vegarins sem um ræðir þrjár brekkur, samtals um einn kílómetri, næst Húsavík. Slíkir vegir eru víða í vegakerfi Vegagerðarinnar.

**Vegflokkur – kennisnið vegar**

Gert er ráð fyrir að vegurinn verði 7,0 m breiður af vegflokki C7, með 6,8 m breiðu bundnu slitlagi.

Við ákvörðun planlegu vegarins innan svæðisskipulagsrammans hér að framan, er tekið mið af hannaðri legu háspennulína Landsnets þannig að vegurinn liggi hvergi samsíða línu nær en 100 m (**mynd 1**).

Á kaflanum frá Höskuldsvatni að Þeistareykjum er miðað við hönnunarhraða 80-90 km/klst, sem gefur m.a. eftirfarandi markstærðir vegarins í hæð og plani:

| | |
|---|---|
| Hámarkslengd beinnar línu í planlegu: | 1.600-1.800 m |
| Lágmarks beygjuradíus í planlegu: | 234-336 m |
| Hámarks langhalli vegar (bratti) | 7 % |
| Lágmarks hábogi í hæðarlegu: | 3.000-4.500 m |
| Lágmarks lágbogi í hæðarlegu: | 1.500-2.100 m |
| Hámarks þverhalli akbrautar: | 7,5-7,0 % |
| Mætilengd | 248-304 m |
| Lágmarks framúraksturslengd | 525-575 m |

Vegurinn er hannaður fyrir 11,5 t öxulþunga. Við hönnun og magntöku vegarins er gengið út frá eftirfarandi stærðum:

| | |
|---|---|
| Tvöföld klæðing | 3 sm |
| Efra burðarlag | 20 sm, tvískipt: Efri hluti 5 sm úr unnu 0-25 mm efni og neðri hluti 15 sm úr unnu 0-57 mm efni. |
| Neðra burðarlag | 30-50 sm eftir gæðum fyllingarefnis |
| Fylling | undirbygging úr efni skv. efniskröfum fyllingar |
| Bratti vegfláa | 1:3 |
| Breidd vegrásar | 4,0 m |
| Flái upp úr vegrás | 1:3 |
| Botnhalli vegrásar | 3 % |
| Dýpt vegrásar frá vegöxl | 0,93 m |

Öryggissvæði meðfram vegi eru skilgreind skv. staðli 7,0 m út frá akbrautarbrún beggja vegna. Innan öryggissvæðis skulu hvergi vera ójöfnur sem mælast hærri en 0,2 m mælt með 3 m réttskeið í akstursstefnu. Skeringar og fyllingar eru sýndar á grunnmyndum 1-8 í **viðauka A1**.

### 4.4.3 PLANLEGA OG HÆÐARLEGA

**Húsavík (utan þéttbýlis) – Höskuldsvatn**

| | | kafli |
|---|---|---|
| Minnsti beygjuradíus | 150 m | 888 – 971 |
| Þverhalli akbrautar | 7,0 % | |
| Mesti langhalli vegar | 10,3 % | 1001-1174 |
| Krappasti lágbogi hæðarlegu | 2.000 m | 837-1001 |
| Krappasti hábogi hæðarlegu | 3.000 m | 1174-1421 |

Á fyrstu 500 m veglínunnar næst þéttbýli á Húsavík eru kröppustu há- og lágbogar 500 m og minnsti beygjuradíus 80 m.

**Höskuldsvatn - Þeistareykir**

| | | kafli |
|---|---|---|
| Minnsti beygjuradíus | 250 m | 23691-24109 |
| Þverhalli akbrautar | 6,4 % | |
| Mesti langhalli vegar | 6,5 % | 23976-24237 |
| Krappasti lágbogi hæðarlegu | 3.000 m | 23695-23956 |
| Krappasti hábogi hæðarlegu | 4.500 m | 11649-11891 |

### 4.4.4 RÆSI

Engir farvegir með rennandi vatni allt árið þvera vegstæðið. Vegna leysingavatns verða stálröraræsi undir veginn a.m.k. við stöðvar 3500, 4200, 7360, 9800, 10660, 11560 og 28200. Eftir nánari skoðun og endanlega hönnun gæti ræsum fjölgað.

### 4.4.5 TENGINGAR

Gert er ráð fyrir eftirfarandi tengingum vega og slóða við veglínuna:

| Tenging | Stöð | stefna H/V | áætluð lengd tengingar |
|---|---|---|---|
| Tengivirki Rarik | 290 | V | 20 m |
| Vegslóð | 840 | V | 10 m |
| Vegslóð | 840 | H | 10 m |
| Vegslóð | 1980 | H | 10 m |
| Reykjaheiðarvegur | 15990 | V | 40 m |
| Vegslóð að námu RHN-10/11 | 18800 | H | 20 m |
| Vegslóð | 22700 | H | 20 m |
| Vegslóð | 25680 | V | 20 m |
| Vegslóð að tengivirki | 27000 | H | 20 m |
| Vegur að stöðvarhúsi | 27300 | V | 40 m |
| Vegur að skála | 28000 | V | 20 m |
| Vegslóð | 29020 | V | 10 m |
| Vegslóð | 29400 | H | 10 m |
| Vegslóð | 30840 | V | 20 m |

### 4.4.6 ÁNINGARSTAÐIR

Gert er ráð fyrir áningarstöðum á tveimur stöðum við veginn, nálægt stöð 4640 ofan Húsavíkur og nálægt stöð 28400 við Þeistareyki. Áningarstaðir verða aðskildir frá vegi með stæðum fyrir 5-10 smábíla og 1-2 rútur.

### 4.4.7 ÞVERANIR

Fyrirhuguð háspennulína Landsnets milli Þeistareykjavirkjunar og Bakka við Húsavík (Þeistareykjalína 1) þverar vegstæðið á tveimur stöðum, nálægt stöð 21320 og stöð 22750. Fyrirhuguð háspennulína milli Þeistareykjavirkjunar og fyrirhugaðs tengivirkis á Hólasandi, Hólasandslína 2, þverar vegstæðið nálægt stöð 30450. Auk þess þverar Þeistareykjalína 1, ásamt línu sem liggur frá tengivirki á Hólasandi vestur fyrir Lambhagafjöll, veglínuna nálægt stöð 7300.

Fyrirhugaðar lagnaleiðir frá borsvæðum N og O á orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum þvera vegstæðið á tveimur stöðum, nálægt stöð 25700 og stöð 29000.

### 4.4.8 MAGNTÖLUR - EFNISÞÖRF

Helstu magntölur vegarins eru áætlaðar eftirfarandi:

| | |
|---|---|
| Fyllingar | 397.900 $m^3$ |
| Fláafleygar | 135.300 $m^3$ |
| Skeringar í vegstæði | 141.800 $m^3$ |
| Neðra burðarlag | 157.300 $m^3$ |
| Efra burðarlag | 49.600 $m^3$ |
| Flatarmál klæðingar | 220.200 $m^2$ |
| Flatarmál fláa og rása | 497.800 $m^2$ |

### 4.4.9 EFNISTAKA

Gert er ráð fyrir að allt efni í veginn verði flutt úr námum og skeringum í vegstæði með eftirfarandi hætti:

| **Efni í:** | **Efnistaka:** | **Áætlað magn $m^3$** |
|---|---|---|
| Fyllingar | úr námum | 391.400 |
| Fyllingar | úr skeringum í vegstæði | 6.500 |
| Fláafleygar | úr skeringum í vegstæði | 135.300 |
| Neðra burðarlag | úr námum | 157.300 |
| Efra burðarlag 0-53 mm | unnið efni úr námum | 38.000 |
| Efra burðarlag 0-25 mm | unnið efni úr námum | 11.600 |
| Steinefni í klæðingar 0-20 mm | unnið efni úr námum | 7.900 |

Samkvæmt framangreindri áætlun er efnisþörf fyrir virkjunarveg frá Húsavík samtals um 748.000 $m^3$ þar af komi um 142.000 $m^3$ úr skeringum og 606.000 $m^3$ úr námum. Nánar er fjallað um efnistöku og fyrirhuguð efnistökusvæði í kafla 4.5.1 hér á eftir.

### 4.4.10 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

**Virkjunarvegur***: „Að mati Umhverfisstofnunar eru mestu rök með veglínu B þau að búið er að raska veglínunni þar sem hún verður lögð í eldri slóða og þótt ekki verði hægt að leggja veginn alfarið í gamla slóðann þá er það minna rask en að gera nýjan veg frá grunni. Einnig vegur það þungt að mati Umhverfisstofnunar að veglína A fer nærri þeim fálkavarpstöðum sem oftast hafa verið notaðir og verða hreiðurstæðin í sjónlínu frá veglínu A. Líkur á aukinni truflun á fálkavarp á þessum stöðum munu því aukast verulega. Að því leyti er veglína B betri kostur. Einn af þeim kostum sem talinn er veglínu A til tekna er að þá er hægt að nota núverandi slóða*

*sem göngu- eða reiðleið. Að mati stofnunarinnar er þetta ekki kostur sem er veglínu A til tekna. Einnig er í umfjöllun um kosti talið veglínu A til tekna að sú veglína sé í betri tengslum við aðra framkvæmdaþætti virkjunarinnar. Að mati Umhverfisstofnunar hafa háspennulínur sína eigin þjónustuslóða, svo nálægð virkjunarvegar breytir engu þar um. Einnig munu háspennulínurnar þvera nýja veglínu A tvisvar sem mun auka mjög á neikvæð sjónræn áhrif af línunum fyrir þá sem aka að og frá virkjuninni. Því telur Umhverfisstofnun veglínu B vera betri kost enda liggur veglínan að mestu í fari eldri slóða og mun gróður fela ummerki slóðans þegar fram líða stundir eins segir í frummatsskýrslunni. Báðar ofangreindar veglínur liggja um 10 kílómetra á hraunum sem njóta verndar samkvæmt 37. gr. laga nr 44/1999 um náttúruvernd. Umhverfisstofnun fellst ekki á niðurstöðu framkvæmdaraðila að áhrif veglína A og B á landslag og jarðmyndanir verði sambærileg. Að mati stofnunarinnar verða umhverfisáhrif veglínu A meiri þar sem þar er vegagerð um ósnortin hraun og að umferð um veginn kann að hafa áhrif á varp fálka. Vegagerð um línu B mun að miklu leyti fara um eldri bílfæran slóða í umhverfi sem þegar hefur verið raskað.“*

Í niðurstöðu umsagnar Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík kemur eftirfarandi fram: *„Valin verði veglína B fyrir virkjunarveg að Þeistareykjum í stað veglínu A, til að draga úr áhrifum á eldhraun og fálka.“*

Vísað er til umfjöllunar er þetta varðar í kafla 5 í frummatsskýrslu. Umhverfisstofnun fellst ekki á niðurstöðu framkvæmdaraðila að áhrif veglína A og B á landslag og jarðmyndanir verði sambærileg. Í kafla 5.2.5 kemur fram að veglína B liggur um sambærilegar jarðmyndanir og að hluta um sömu landslagsheildir og veglína A. Báðar veglínur liggja um tíu kílómetra á hraunum sem njóta verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd. Því getur framkvæmdaraðili ekki fallist á sjónarmið Umhverfisstofnunar.

Samkvæmt upplýsingum frá Náttúrfræðistofu Norðurlands eystra var fálkahreiður sem Umhverfisstofnun bendir á að hafi verið í 500 m fjarlægð frá fyrirhuguðum virkjunarvegi (veglína A) í um 850 m frá núverandi vegi (veglína B) að Þeistareykjum (Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2010). Framkvæmdaraðili getur ekki fallist á þá fullyrðingu að verulegar líkur séu á meiri truflun á fálkavarp vegna vegar samkvæmt kosti framkvæmdaraðila en ef virkjunarvegur yrði lagður sem næst núverandi vegi.

Framkvæmdaraðili vill ítreka að ekkert hafi komið fram við nánari skoðun, sem gefi tilefni til að ætla að nýr vegur eftir veglínu B leiði til þess að fyrirhugaður virkjunarvegur hafi minni umhverfisáhrif en ef farið yrði eftir veglínu A. Því ítrekar framkvæmdaraðili niðurstöðu sína um að vegur samkvæmt veglínu B komi ekki til greina. Í frummatsskýrslu er því eingöngu gerð grein fyrir mati á umhverfisáhrifum vegar samkvæmt veglínu A, sem er kostur framkvæmdaraðila.

***Virkjunarvegur, efnistaka**: „Að mati Umhverfisstofnunar er í frummatsskýrslu mikill munur á áætlaðri efnisþörf og áætlaðri efnistöku og ætti að ráðgera efnistöku í samræmi við efnisþörf. Náma ÞRN-2 við Kvíhóla sem er bólstra- og brotabergsnáma og er áætlað að nema megi 1.000.000 m³ efnis úr henni. Að mati Umhverfisstofnunar er umfang efnistökunnar verulegt og mun skerða annars gróskumikið svæði. Náma nr. ÞRN-1 er suðvestan í Bæjarfjalli sem áætlað er að verði gengið frá að vinnslu*

*lokinni. Að mati Umhverfisstofnunar er frágangssvæði námunnar of vítt afmarkað miðað við núverandi mörk og mælir með að mörk frágangs verði sett nær mörkum núverandi námu. Umhverfisstofnun bendir á að samkvæmt 48. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd skal liggja fyrir áætlun námurétthafa um væntanlega efnistöku áður en leyfi er veitt til náms jarðefna. Þar skal tilgreint m.a. gerð efnis og magn sem tekið er, vinnslutími og frágangur á efnistökusvæði. Umhverfisstofnun hefur eftirlit með efnistöku á landi."*

Fjallað er um efnistöku í kafla 4.5.1. Þar er greint frá helstu sjónarmiðum við val á efnistökusvæðum, afmörkun þeirra og frágangi. Bent er á að val efnistökusvæðanna hefur farið fram í samráði við sveitarfélögin Norðurþing og Þingeyjarsveit þar sem færa þurfti námurnar inn á aðalskipulag. Við mat á efnistökustöðum er gert ráð fyrir að einhver óvissa sé með vinnanlegt magn og efnistökugæði á hverjum stað. Því er nauðsynlegt að magnáætlun efnistökusvæða sé talsvert hærri en ráðgerð efnisþörf. Með því skapast svigrúm svo ekki komi til þess að afla þurfi nýrra efnistökusvæða eftir að framkvæmdir eru hafnar. Ítrekað er að efnistaka í námu ÞRN-1 miðar fyrst og fremst að frágangi samanber einnig upplýsingar um vinnsludýpi og magnáætlun í **töflu 6**. Mörk frágangs verða sett eins nærri núverandi námu og hægt er. Til að ná að jafna fláa í yfirborði skriðunnar svo vel fari er nauðsynlegt að fara út fyrir núverandi mörk námunnar. Að mati framkvæmdaraðila er ekki þörf á frekari umfjöllun í matsskýrslu en gerð verður efnistökuáætlun og áætlun um frágang fyrir námurnar þegar að framkvæmdum kemur í samráði við sveitarfélögin og Umhverfisstofnun. Slík áætlun er nauðsynleg svo sveitarfélagið geti veitt framkvæmdaleyfi fyrir efnistökunni.

**Athugasemd Landverndar**

***Veglagning**: „Landvernd vill sjá aðra tillögu að vegi að Þeistareykjum. Í frummatsskýrslu er eingöngu fjallað um nýlagningu um hraunasvæði. Hér þarf að skoða gamla vegstæðið betur. Samtökin munu gera tillögu um annað fyrirkomulag hvað vegstæði varðar."*

Í kafla 5.2 er fjallað um aðrar útfærslur virkjunarvegar. Þar eru bornar saman tvær veglínur og kemst framkvæmdaraðili að því að vegur samkvæmt veglínu B komi ekki til greina. Í frummatsskýrslu er því eingöngu fjallað um mat á umhverfisáhrifum virkjunarvegar samkvæmt veglínu A. Vísað er til þeirrar umfjöllunar er varðar athugasemd Landverndar. Einnig er vísað í viðbrögð framkvæmdaraðila við athugasemd Umhverfisstofnunar um virkjunarveg. Ekki hefur borist tillaga um annað fyrirkomulag hvað vegstæði varðar frá Landvernd.

## 4.5 AÐRIR FRAMKVÆMDAÞÆTTIR

Auk mannvirkja á orkuvinnslusvæðinu felur framkvæmdin í sér efnistöku, geymslusvæði, svæði fyrir vinnubúðir og starfsmannaaðstöðu, losun úrgangs auk tengingar við flutningskerfi raforku. Gerð er grein fyrir þessum þáttum hér á eftir.

### 4.5.1 EFNISTAKA

Áætluð efnisþörf vegna framkvæmda við Þeistareykjavirkjun er um 427.000 $m^3$. Fyrir byggingarreiti, byggingar og borteiga þarf um 235.000 $m^3$ í burðarlög og 115.000 $m^3$ í fyllingar, samtals 350.000 $m^3$. Í vegi og slóðir á virkjunarsvæðinu er

fyllisefnisþörfin alls 77.000 $m^3$, sem skiptist í burðar- og slitlög, 31.000 $m^3$, og fyllingarefni 46.000 $m^3$. Eins og greint er frá í kafla 4.4.9 er áætluð efnisþörf um 748.000 $m^3$ vegna virkjunarvegar. Hluti efnis í virkjunarveg eða um 142.000 $m^3$ verður fengið úr skeringum í vegstæðinu. Af heildarefnisþörf sem er 1.175.000 $m^3$ þarf að vinna 1.033.000 $m^3$ úr efnistökusvæðum. Þar er um að ræða efni í fyllingar, burðarlög og slitlög. Á þessu stigi er ekki vitað hvert steypa í mannvirki verður sótt og því ekki hægt að fjalla um hvar fylliefni í steypu verður tekið.

Fyrirhugað er að fá efni úr fimm námum, tvær eru í Þingeyjarsveit og þrjár í Norðurþingi. Engin efnistaka verður í sjöttu námunni sem fjallað er um í þessari skýrslu, en gerð er grein fyrir áformum um frágang. Staðsetning efnistökusvæðanna er sýnd á **myndum 1 og 11**. Óskað hefur verið eftir því við viðkomandi sveitarfélög að efnistökusvæðin verði tekin inn á aðalskipulag, sjá umfjöllun um samræmi við skipulag í kafla 7. Svæðin eru í auglýstri tillögu að breytingu á Aðalskipulagi Húsavíkurbæjar 2005-2025 og samkvæmt samráði við Þingeyjarsveit eru þær í drögum að Aðalskipulagi Þingeyjarsveitar 2009-2021. Gerð verður áætlun um efnistöku í samræmi við ákvæði í VI. kafla laga nr. 44/1999 um náttúruvernd og sótt um framkvæmdaleyfi ef opna þarf nýjar námur.

Með vísun í stefnu sveitarfélaganna, sem sett er fram í svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, er stefnt að því að nýta eftir föngum þær námur sem þegar eru opnar þar sem aðstæður leyfa. Vegna vegaframkvæmda á vegum Aðaldælahrepps (nú Þingeyjarsveitar) og framkvæmda við rannsóknaboranir á Þeistareykjum hefur fylliefni einkum verið sótt í tvær námur við Þeistareyki, í Bæjarfjalli (ÞRN-1) og í Kvíhólum (ÞRN-2), sjá **mynd 11**.

Ómar Bjarki Smárason (2010) Jarðfræðistofunni Stapa ehf. hefur séð um jarðfræði- og efnisathuganir vegna efnistökusvæða fyrir framkvæmdina (**viðauki A18**). Umfjöllun hér á eftir byggir niðurstöðum þeirra athugana. Ljósmyndir af efnistökusvæðum eru einnig úr **viðauka A18**.

Leitað var að vinnanlegu efni fyrir fyrirhugaðar framkvæmdir í nágrenni framkvæmdasvæða. Við val á efnistökusvæðum er almennt litið til eftirfarandi atriða.

- Efnisgæði og vinnsluhæfni.
- Flutningsvegalengd.
- Verndargildi, sýnileiki og sjónræn áhrif.

Í **töflu 6** er yfirlit yfir efnistökusvæðin sem áformað er að nýta vegna framkvæmda. Greint er frá staðsetningu þeirra, áætluðu flatarmáli, magnáætlun, jarðmyndun, efnisgerð, verndarflokkun og hvort um opnar námur eða nýjar er að ræða. Efnistökusvæðin RHN-10 og RHN-11 eru samliggjandi og er hér á eftir fjallað um þau sem eitt svæði RHN-10/11.

**Verndarflokkun**

Verndargildi efnistökusvæðanna hefur verið greint samkvæmt verndarflokkun Vegagerðarinnar, sjá **töflu 6**. Flokkarnir eru fimm, frá fyrsta flokki með mjög hátt verndargildi og niður í fimmta flokk með mjög lágt verndargildi. Flokkunin gefur vísbendingu um hve viðkvæmt fyrirhugað efnistökusvæði er og hversu líklegt er að efnistaka kunni að hafa umhverfisáhrif (Vegagerðin, 2002).

Efnistökusvæði RHN-1 og RHN-5 eru innan vatnsverndarsvæða samkvæmt Aðalskipulagi sveitarfélagsins Húsavíkurbæjar 2005-2025 og teljast því hafa mjög

hátt (grannsvæði) eða hátt verndargildi (fjarsvæði). Ef horft er fram hjá vatnsvernd fá námurnar lágt verndargildi. Þar er ekki að finna jarðmyndanir sem njóta verndar með tilliti til fegurðar, jarðmyndunar, gróðurs eða dýralífs og auðvelt er að hylja rask eftir efnistöku. Gróðurhula er slitrótt eða ekki til staðar nema í RHN-5. Á fjórum af sex efnistökustöðum er einhver saga um fyrri efnistöku en það ætti að koma til lækkunar á verndargildi þar sem landið er raskað. Engin saga er um efnistöku á svæðum RHN-6 og RHN-10/11. Engin efnistaka verður á svæði ÞRN-1. Eingöngu er gert ráð fyrir frágangi námunnar.

**Tafla 6** Yfirlit yfir efnistökusvæði.

| Náma | Flatar-mál (ha) | Vinnslu-dýpi (m) | Magn-áætlun ($m^3$) | Jarð-myndun | Efnisgerð | Verndarflokkur skv. flokkun Vegagerðarinnar | Athugasemd |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RHN-1 *(E33)* Grásteinsheiði | 2 | | 40.000 | Jökulurð | Jökul-ruðningur | Mjög hátt verndargildi vegna vatnsverndar, grannsvæði | Opin náma við vegslóða. |
| RHN-5 *(E36)* Suður af Höskuldsvatni | 16 | 2 | 200.000 | Malar-hjallar | Möl og sandur | Hátt verndargildi vegna vatnsverndar, fjarsvæði | Gömul náma. Hólar að mestu grónir viðkvæm-um gróðri, lyngi og mosa. |
| RHN-6 Sæluhúsamúli | 1,2 | | 60.000 | Brota- og kubbaberg | Brotið basalt | Lágt verndargildi | Engin fyrri efnistaka |
| RHN-10/11 Austan Jónsnípu | 17/11 | 5 | 1.000.000/ 20.000 | Hraun/ foksandur | Brotið basalt/ sandur | Meðal verndargildi | Engin fyrri efnistaka. |
| ÞRN-1 Vestan í Bæjarfjalli | 5 | | | Skriða | Kantað brotaberg | Meðal verndargildi | Opin náma við veg. Gengið verður frá námu. |
| ÞRN-2 Kvíhólar | 20 | 15 | 1.000.000 | Bólstra-brotaberg | Brotið basalt | Lágt verndargildi. | Opin náma við veg. Gróin lyngi, mosa og grasi. |

### Efnistökusvæði

Hér á eftir er greint nánar frá staðháttum á fyrirhuguðum efnistökusvæðum.

Efnistökusvæði RHN-1: Við Grásteinsheiði austur af Botnsvatni, rétt norðan við veginn yfir Reykjaheiði, er opin náma. Þetta getur ekki talist gott fyllingarefni. Náman hefur verið nýtt undanfarin ár til vegagerðar upp frá Húsavík. Efsta lagið er jökulleir en undir leirnum er hörð móhella sem unnin hefur verið með stærri tækjum og hentar ágætlega sem burðarlag. Fyrirhugað efnistökusvæði er liðlega 1 hektari að stærð og efnismagnið innan þess er um 40.000 $m^3$ af fylliefni til vegagerðar. Hugsanlegt er að stækka þessa námu og ná úr henni um 80.000 $m^3$. Yfirborð lands er lítt gróið og náman er ófrágengin eins og má sjá á **mynd 20**.



**Mynd 20** Efnistökusvæði RHN-1.

Efnistökusvæði RHN-5: Suður af Höskuldsvatni um 200 m sunnan Reykjaheiðarvegar er gömul náma með grófri möl sem notuð hefur verð til slóðagerðar á Reykjaheiði (**mynd 21**). Þarna virðist ágæt möl í fyllingar og burðarlög. Sé þarna gott efni má líklega ná mestu af því efni sem þarf í veginn upp að þessari námu frá Húsavík og að vegmótum að Veigubúð norðan við Höfuðreiðarmúla. Nokkrar könnunargryfjur voru grafnar í þessa námu. Þarna er þykkur malarhjalli sem birtist í lágreistum hólum sem ná frá gamla námuraskinu og 700 m til suðurs. Lauslega áætlað má á 10 ha svæði nema hér um 200.000 $m^3$ af hnullungaríkri möl sem býður upp á um 50.000 $m^3$ af góðu fyllingarefni og um 150.000 $m^3$ burðarlagsefni fyrir virkjunarveg. Vinnsludýpið yrði um 2 m. Aðkoma verður frá fyrirhuguðum virkjunarvegi eftir fyrirliggjandi vegslóð. Hólarnir eru að mestu grónir viðkvæmum gróðri, lyngi og mosa.



**Mynd 21** Efnistökusvæði RHN-5.

Efnistökusvæði RHN-6: Í hólum norðaustan við Veigubúð við Sæluhúsmúla er hæð úr brota- eða kubbabergi með háa rúmþyngd og væntanlega óvenju gott brot- og slitþol. Þetta virðist kjörið efni til vinnslu í slitlag fyrir vegagerð. Aðkoma að námu yrði inn úr gili eftir fyrirliggjandi vegslóð. Afmarkað hefur verið um 2 hektara efnistökusvæði og efnismagn er a.m.k. 60.000 $m^3$. Könnunargryfjur voru grafnar í þessa námu og kom í ljós að magn kubbabergsins er ekki eins mikið og í fyrstu var talið. Með því að færa til ljósleiðara sem um hana liggur mætti vinna á bilinu 5.000-10.000 $m^3$ af slitlagsefni fyrir vegagerð. Gróður á svæðinu er slitrótt hula af mosa en moldarjarðvegur er nær engin (**mynd 22**).

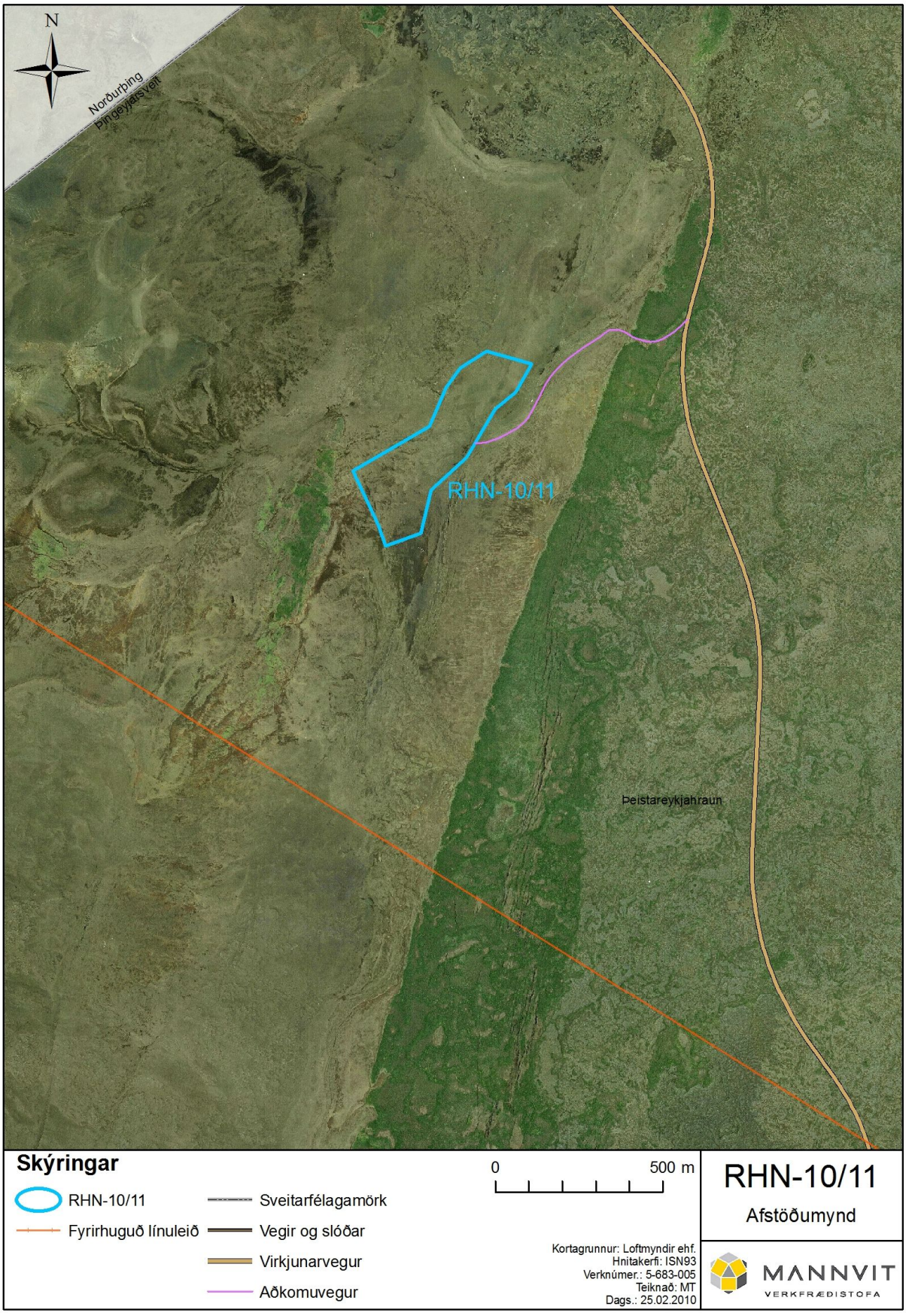


**Mynd 22** Efnistökusvæði RHN-6.

Efnistökusvæði RHN-10/11: Eins og áður sagði er fjallað um efnistökusvæðin RHN-10 og RHN-11 sem eitt svæði RHN-10/11. Austan Jónsnípu um 800 m vestan við fyrirhugaðan virkjunarveg, þar sem hann verður lagður um vestanvert Þeistareykjahraun, er efnistaka fyrirhuguð í svokölluðu Skjaldarhauni, óskilgreindu hrauni og Skildingahrauni. Hér hefur ekki verið opnuð náma áður. Eins og sést á **mynd 23,** og loftmynd af svæðinu (**mynd 24**), er yfirborð landsins nær gróðurlaust.



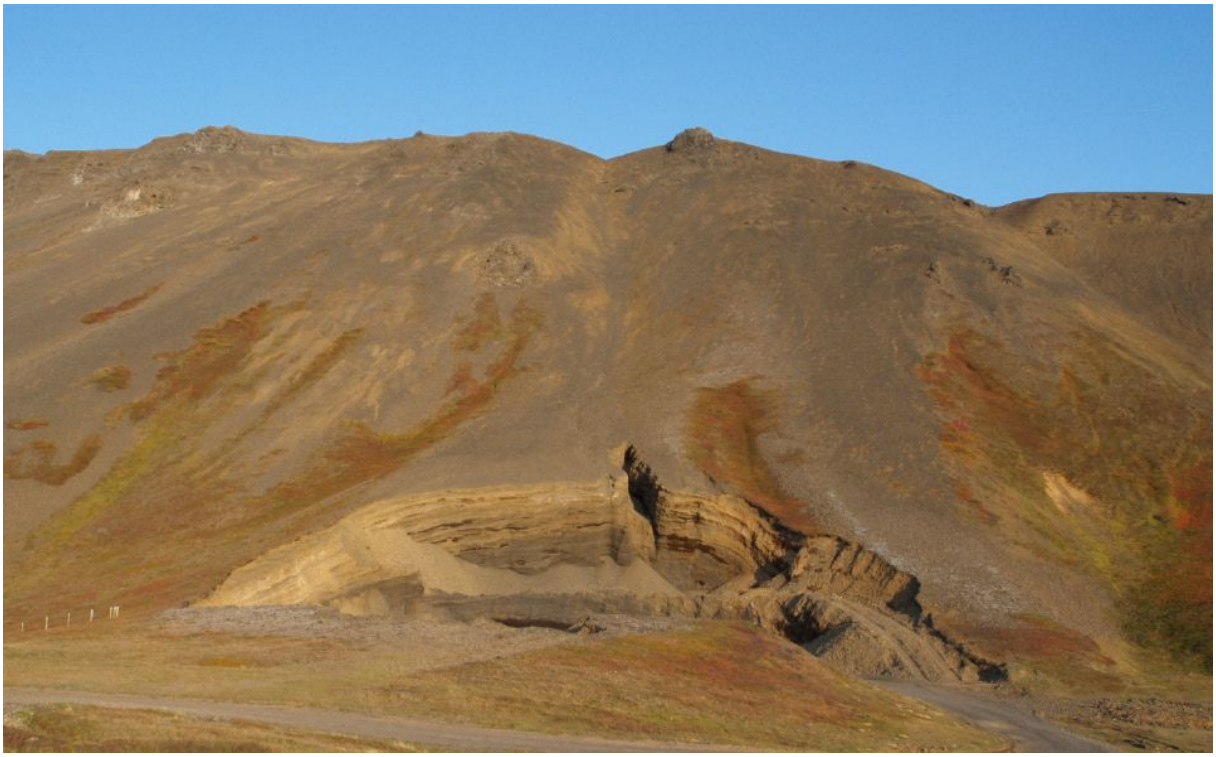
**Mynd 23** Efnistökusvæði RHN-10 og 11.




**Mynd 24** Efnistökusvæði RHN-10 og 11 í Skjaldarhrauni austan Jónsnípu.

Stærð svæðis RHN-10 er um 17 ha. Af svæðinu er gert ráð fyrir að hægt sé að vinna um 700.000 $m^3$ miðað við að unnið sé niður í liðlega 4 m dýpi. Miðað við dýpi sem kannað var með gryfjum í námunum er áætlað að af því megi vinna um 200.000 $m^3$ í fyllingarefni og 500.000 $m^3$ í burðarlagsefni einkum fyrir virkjunarveg en einnig að hluta vegna framkvæmda við Þeistareykjavirkjun. Með því að dýpka hluta svæðisins niður í allt að 10 m dýpi mætti vinna þarna um 1 milljón rúmmetra. Meðalvinnsludýpi er áætlað 5 m. Um 20.000 $m^3$ af foksandi mætti vinna á 1,5 ha á svæði RHN-11. Leggja þarf 800 m langan aðkomuveg frá fyrirhuguðum virkjunarvegi að efnistökusvæði RHN-10/11.

Efnistökusvæði ÞRN-1: Um 600 m austur af fyrirhuguðum virkjunarvegi undir Bæjarfjalli er opin náma í skriðukeilu. Hér hefur verið tekið efni í slóðir og borplön á Þeistareykjum. Náman myndar áberandi sár í hlíð Bæjarfjalls (**mynd 25**). Yfirborð skriðunnar er aðeins að litlum hluta gróið en þó gefa mosi og skófir ákveðinn litartón sem breytist við þegar yfirborði er raskað. Efnistaka mun fyrst og fremst miða að því að ganga frá námunni. Aðkoma verður eftir fyrirliggjandi vegslóð.



**Mynd 25** Efnistökusvæði ÞRN-1.

Efnistökusvæði ÞRN-2: Austan við núverandi vegslóð og fyrirhugaðan virkjunarveg vestan Kvíhóla er opin náma. Hér er bólstra- og brotaberg sem nýst hefur í slóðir og borplön í nágrenninu (**mynd 26**). Yfir jarðmyndun er lag af moldarjarðvegi sem er gróinn lyngi, mosa og grasi. Yfirborðsflötur núverandi námu er um 0,2 ha en yfirborð þess svæðis sem afmarkað hefur verið fyrir efnistöku er um 7 ha að flatarmáli (**mynd 27**). Þar má vinna samtals 700.000 til 1 milljón rúmmetra af bólstrabergsmulningi. Miðað er við meðalvinnsludýpi 10 - 15 m.

Áformað er að vinna námuna í tveimur áföngum ÞRN-2A og ÞRN-2B. Gert er ráð fyrir að námuopið verði haft lítið til að innsýn í námuna verði sem minnst. Áfangi ÞRN-2A gæti verið með um 11 m stálhæð að meðaltali eftir að 1 m þykk jarðvegs-

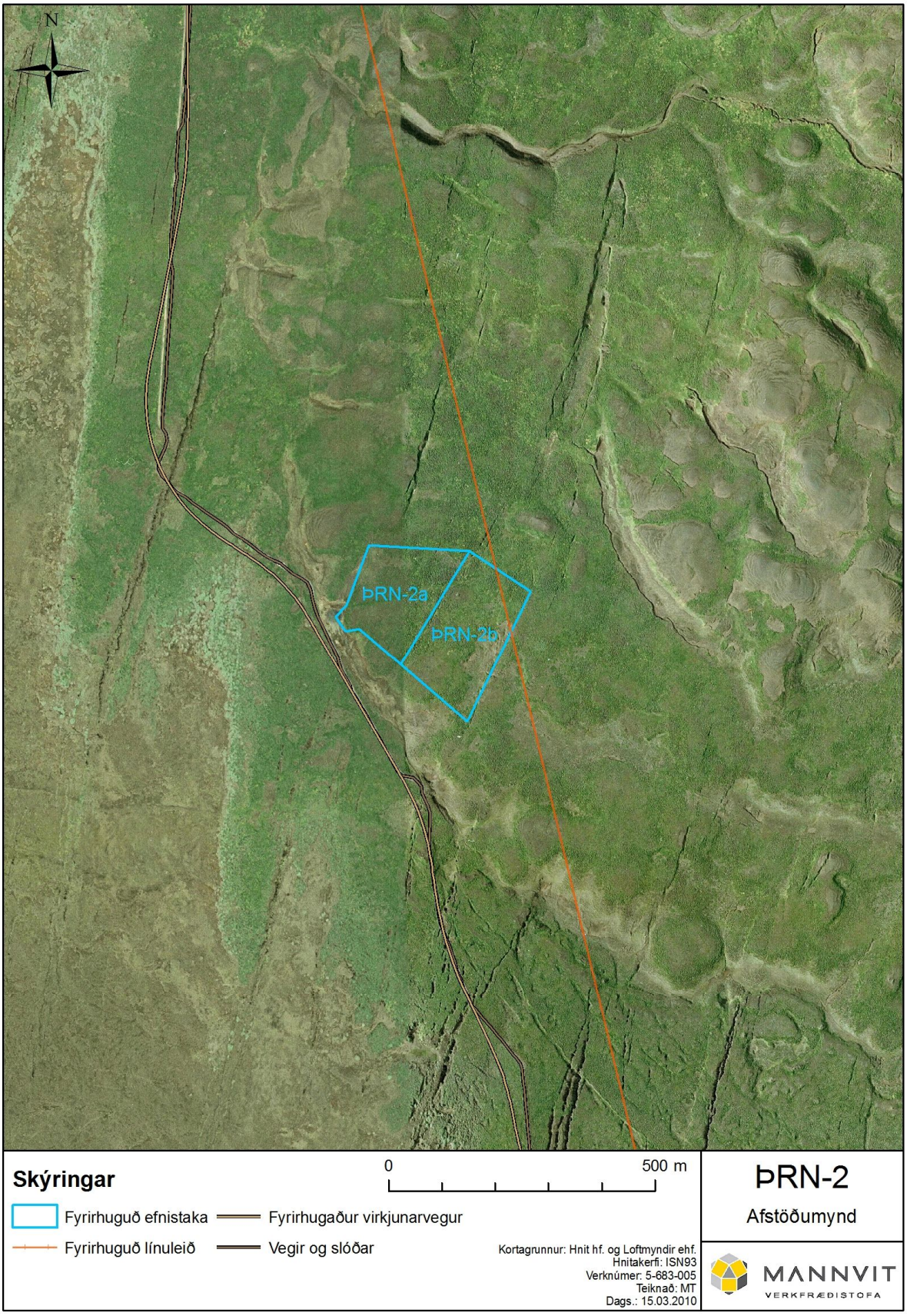
þekjan hefur verð fjarlægð og gæfi því um 300.000 $m^3$ af bólstrabergsmulningi. Miðað við það dýpi sem kannað var með gryfjum á efnistökusvæðinu er áætlað að af því megi vinna um 50.000 $m^3$ af fyllingarefni og 250.000 $m^3$ í burðarlög bæði fyrir virkjunarveg og mannvirkjagerð á orkuvinnslusvæði. Jarðvegur yrði um 30.000 $m^3$. Áfangi ÞRN-2B gæti verið með um 20 m stálhæð, sem rétt væri að skipta í tvo 10 m háa palla. Af efri palli mætti vinna allt að 380.000 $m^3$ og þeim neðri um 320.000 $m^3$, eða samtals um 700.000 $m^3$. Af því má gera ráð fyrir að allt að 600.000 $m^3$ geti nýst sem burðarlagsefni og um 100.000 $m^3$ í fylliefni. Hlutfall burðarlagsefna eykst með vinnsludýpi.




**Mynd 26** Efnistökusvæði ÞRN-2.

### Frágangur

Mikilvægt er að vanda til verka við skipulag náma, landmótun og frágang (Vegagerðin ofl., 2002). Efnistökusvæðin RHN-1, 5, 6 og10/11 eru á fremur opnum og hallalitlum svæðum og nóg efni verður aflögu til þess að slétta og móta landið á sem náttúrulegastan hátt og á þann hátt að vatn renni af og ekki sé hætta á rofi. Gert er ráð fyrir að hliðar náma verði jafnaðar í halla 1:1 þannig að þær standi vel. Jarðvegi og gróðri verður haldið til haga og námukantar græddir upp þannig að þeir falli sem best að umhverfinu. Þetta verður gert í samráði við eftirlitsaðila Umhverfisstofnunar. Með tímanum munu verksummerki afmást og hverfa, líklega á nokkrum árum. Þar sem jarðvegshula og gróðurþekja er til staðar, á efnistöku-svæðum RHN-5 og ÞRN-2, þarf að halda svarðlagi til haga og dreifa yfir á eftir og græða upp landið þar sem við á.




**Mynd 27** Efnistökusvæði ÞRN-02 í Kvíhólum.

Fyrirhugað er að ganga frá námu ÞRN-1 í vestanverðu Bæjarfjalli með því að jafna fláa í yfirborði skriðunnar í samræmi við það sem **mynd 28** sýnir. Lagt er til að sá hluti skriðukeilunnar sem er framan við námuna verði látin ósnertur til að skýla innsýn í neðri hluta námunnar. Nauðsynlegt er að setja efni upp að köntunum í þeim hluta námunnar og ganga frá þannig að stöðugt sé. Efninu ofantil í námunni þarf að ýta niður í námubotninn í einum áfanga. Mörk frágangs verða sett eins nærri núverandi námu og hægt er. Til að ná að jafna fláa í yfirborði skriðunnar svo vel fari er nauðsynlegt að fara út fyrir núverandi mörk námunnar.



**Mynd 28** Tölvugerð mynd af fyrirhuguðum frágangi efnistökusvæðis ÞRN-1.

### 4.5.2 VINNUBÚÐIR OG AÐSTAÐA STARFSMANNA

Framkvæmdaraðili og verktakar munu setja upp aðstöðu fyrir starfsmenn sína á Þeistareykjum á framkvæmdatíma. Svæði til þess ætlað er afmarkað á **mynd 12** norðan við stöðvarhúsreitinn. Gert er ráð fyrir að þar verði byggt hús fyrir aðstöðu starfsmanna eftir að rekstur virkjunar hefst.

### 4.5.3 FLUTNINGAR OG GEYMSLUSVÆÐI

Á Húsavík er næsta stórskipahöfn og áformað er að þungaflutningar á framkvæmdatíma verði þaðan.

Gert er ráð fyrir að geyma rör og annað efni vegna framkvæmda á geymslusvæði innan orkuvinnslusvæðisins á flötunum undir Ketilfjalli austan við stöðvarhúsið. Aðkoma að geymslusvæðinu sem er um 85.000 $m^2$ að flatarmáli verður að norðan samhliða fyrirhuguðum lagnaleiðum aðveituæðar frá skiljustöð II og safnæða frá borsvæðum I og J. Einnig verður fært að því sunnan frá eftir aðkomuvegi að borsvæði H. Sú leið fylgir núverandi vegslóð sem verður lagfærð. Einnig mun byggingarefni verða geymt á fyrirhuguðum stöðvarhúsreit á framkvæmdatíma. Reiknað er með að sett verði upp skemma á stöðvarhússvæðinu. Þá er gert ráð fyrir að 6.000 $m^2$ í botni gamallar námu, ÞRN-1, vestan í Bæjarfjalli verði jafnframt

notaðir sem geymslusvæði, þegar gengið hefur verið frá námunni eins og lýst er í kafla 4.5.1.

### 4.5.4 LOSUN ÚRGANGS

Geymsla, flutningur og losun úrgangs verður í samræmi við reglugerð nr. 737/2003 um úrgang. Á byggingartíma virkjunarinnar munu verktakar losa úrgang í sérstaka gáma sem fjarlægðir verða af gámaþjónustu. Búast má við að sorphirða á rekstrartíma verði í höndum Þingeyjarsveitar, nema samið verði um annað. Allur úrgangur verður losaður á viðurkenndum förgunarstað.

Borsvarf verður urðað eða fjarlægt af borteig að lokinni borun og fargað samkvæmt samráði við Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra.

Á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar er/verður smur- og olíuáfyllingarplan fyrir vinnuvélar og flutningabíla, þar sem frárennsli er leitt um olíugildru til hreinsunar olíu. Í samræmi við lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og reglugerð nr. 806/1999 um spilliefni verða olíugryfjur undir spennum, vélum og olíugeymslum í orkuverinu. Allt afrennsli annað en skólp verður leitt í gegnum olíuskilju.

### 4.5.5 TENGING VIÐ FLUTNINGSKERFI

Flutningur raforku frá jarðhitavirkjun á Þeistareykjum verður í höndum Landsnets hf. í samræmi við raforkulög nr. 65/2003. Víðtækt samráð hefur átt sér stað við sveitarfélög og Landsnet hf. um fyrirkomulag við tengingar og flutning á raforku.

220 kV háspennukerfi er ekki hluti Þeistareykjavirkjunar. Gert er ráð fyrir að afhending raforku frá virkjuninni á 220 kV spennu um jarðstrengi að tengivirki Landsnets verði við háspennuhlið vélarspenna. Tengivirkið verður staðsett vestan við fyrirhugað stöðvarhús virkjunarinnar (**mynd 12**).

Fyrirhuguð háspennulína, Þeistareykjalína 1, mun liggja frá fyrirhuguðu tengivirki við Þeistareyki yfir Þeistareykjahraun, þaðan yfir Jónsnípuskarð, framhjá Höfuðreiðarmúla og Árnahvammi þar sem hún þverar Kópaskerslínu 1. Sunnan við Höskuldsvatn stefnir línan í norðvestur að Hólasandslínu 1 og liggur samsíða henni að Bakka við Húsavík. Þá er einnig áformað að leggja háspennulínu, svokallaða Hólasandslínu 2, frá fyrirhuguðu tengivirki á Þeistareykjum að framtíðartengivirki á Hólasandi. Gerð er nánari grein fyrir tengingu jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum við rafveitukerfi í frummatsskýrslu Landsnets fyrir háspennulínur „Háspennulínur frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík“.

Sett verður upp tenging við núverandi 66 kV línu Landsnets sem liggur frá Laxárstöðvum að Kópaskeri (Kópaskerslínu 1). Tengivirki verður sett upp við línuna. Lagður verður 11 kV jarðstrengur samhliða virkjunarvegi þaðan að Þeistareykjum. Á framkvæmdatímanum verður tengingin notuð til að sinna þörfum framkvæmdanna en að framkvæmdum loknum verður tengingin eingöngu til vara. Hugsanlega verður fyrirhugað vatnsból Þeistareykjavirkjunar við Skildingahól tengt inn á 11 kV rafstreng.

### 4.5.6 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Norðurþings**

*„Í umsögn Norðurþings segir: „Æskilegt væri að tilvísanir væru í greinargerð og uppdrætti í þá númeringu efnistökusvæða sem birtast í tillögu að aðalskipulagi Norðurþings sem er í kynningu.“*

Þrjú efnistökusvæði fyrirhugaðrar framkvæmdar eru í Norðurþingi RHN-1 (E33), RHN-5 (E36) og RHN-6. Númer RHN-1 (E33), RHN-5 (E36) samkvæmt tillögu að Aðalskipulagi Norðurþings 2010-2030 hefur verið bætt inn í **töflu 6**. RHN-6 er ekki í aðalskipulagstillögunni.

*Í umsögn Norðurþings kemur einnig fram að: „Efnistökusvæði sem kallað er RHN-6 er ekki á samþykktu aðalskipulagi og ekki í tillögu að því aðalskipulagi sem er í kynningu.“*

Í nóvember 2008 óskaði framkvæmdaraðili eftir því að efnistökusvæði vegna framkvæmda, þar á meðal RHN-6, færu inn á aðalskipulag sveitarfélagins.

Greint er frá því í umhverfisskýrslu með tillögu að breytingu á Aðalskipulagi Húsavíkurbæjar 2005-2025 að Þeistareykir ehf. óskuðu eftir því að efnistökusvæði vegna virkjunarvegar yrðu tekin inn í aðalskipulag sveitarfélagsins. Eitt svæðanna RHN-6 liggur innan Norðurþings en utan skipulagsmarka aðalskipulags Húsavíkurbæjar og var því ekki tekið inn í breytinguna (Mannvit, 2010c).

Ósk um að efnistökusvæði RHN-6 verði tekið inn á aðalskipulag sveitarfélagins hefur verið ítrekuð. Haft hefur verið samráð við sveitarfélagið um að efnistökusvæði RHN-6 fari inn á nýtt aðalskipulag Norðurþings.

**Umsögn Heilbrigðiseftirlits Norðurlands eystra**

Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra (HNE) bendir á að tvö efnistökusvæði eru innan vatnsverndarsvæða. *„HNE bendir sérstaklega á námuna RHN-1 á Grásteinsheiði, en hún er á grannsvæði vatnsbólsins. Þetta er minnsta náman sem efni er sótt í. ...Önnur náma RHN-5, er líka á vatnsverndarsvæði, fjarsvæði, hún er fimm sinnum efnismeiri en fyrrnefnda náman. HNE telur ekki skynsamlegt að leyfa efnistöku á grannsvæði vatnsbólsins þar sem stærri tæki þarf til að vinna móhelluna. Náman er auk þess ekki efnismikil og ætti að vera auðvelt að fá efnið úr annarri námu.“*

Þeistareykjavirkjun og virkjunarvegur eru háð framkvæmdaleyfi frá viðkomandi sveitarfélagi og starfsleyfi sem veitt er af Heilbrigðiseftirliti Norðurlands eystra. Á grannsvæðum og fjarsvæðum vatnsbóla verður farið að þeim reglum sem gilda um framkvæmdir og notkun og geymslu hættulegra efna á slíkum svæðum. Í leyfisumsóknum verður lagt fram mat um hvort hætta sé á að vatnsból spillist vegna nálægrar starfsemi eða umferðar samanber reglugerð 796/1999 m.s.br. Einnig verður haft samráð við Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra um tilhögun framkvæmda á vatnsverndarsvæðum.

Fram kemur í umsögninni varðandi hús fyrir aðstöðu starfsmanna að *„Heilbrigðiseftirlitið telur nauðsynlegt að gerð verði grein fyrir hvernig staðið verði að fráveitu þessara húsa, sbr. reglugerð nr. 798/1999 um fráveitur og skólp. Einnig*

*skal vísað til reglugerðar nr. 35/1994 varðandi varnir gegn olíumengun frá starfsemi í landi, s.s. varðandi olíuskiljur, eldsneytisgeyma, lekavarnir o.fl.*

*Þá þarf að gera grein fyrir hvers konar aðstaða starfsmönnum er ætluð og hvernig staðið verður að frárennsli frá þeirri aðstöðu. Einnig varðandi mötuneyti starfsmanna, sbr. reglugerð nr. 522/1994 um matvælaeftirlit.“*

Framkvæmdaraðili leggur áherslu á að vinnubúðir á framkvæmdatíma og aðstaða fyrir starfsmenn á rekstrartíma verði samkvæmt reglugerðum nr. 798/1999 um fráveitur (rotþrær) og skólp og nr. 522/1994 um matvælaeftirlit. Þessu verður framfylgt í samráði við Heiðbrigðiseftirlit Norðurlands eystra og viðkomandi sveitarfélag.

Þess verður gætt að mengunarvarnir verði uppfylltar í samræmi við lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir, reglugerð nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun og reglugerð nr. 35/1994 um varnir gegn olíumengun frá starfsemi í landi. Að öðru leyti munu mengunarvarnir á svæðinu er varðar birgðir af olíu og öðrum hættulegum efnum taka mið af ákvæðum í starfsleyfi, útgefnu af Heilbrigðiseftirliti Norðurlands eystra.

**Athugasemd Landverndar**

Eftirfarandi kemur fram í umsögn Landverndar um efnisnámur: *„Í mati þarf að gera grein fyrir fullnaðarviðgerð á ljótri námu í skriðu vestan í Bæjarfelli. Í frummatsskýrslu er aðeins gerð grein fyrir viðgerð að hluta.“*

Við umsókn um framkvæmdarleyfi mun framkvæmdaraðili gera frekari grein fyrir áætlun um frágang námu ÞRN-1 í Bæjarfjalli og hafa um það samráð við Þingeyjarsveit og Umhverfisstofnun. Ítrekað er að framkvæmdaraðili fyrirhugar ekki frekari efnistöku í þessari námu. Einnig er vísað í viðbrögð framkvæmdaraðila við athugasemd Umhverfisstofnunar um virkjunarveg, efnistöku (kafli 4.4.10).

## 4.6 HELSTU KENNISTÆRÐIR OG ÁÆTLANIR

Í þessum kafla er greint frá helstu einkennistölum fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar. Einnig er sett fram framkvæmdaáætlun miðað við áætlaðan tíma við að reisa virkjunina. Þá er að lokum mannaflaáætlun sem tekur mið af framkvæmdaáætlun.

### 4.6.1 EINKENNISTÖLUR FRAMKVÆMDAR

Í **töflu 7** er yfirlit fyrir helstu einkennistölur framkvæmda vegna uppbyggingar Þeistareykjavirkjunar, 200 $MW_e$, eins og þeim hefur verið lýst hér að framan.

### 4.6.2 FRAMKVÆMDÁÆTLUN

Áformað er að byggja allt að 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun á Þeistareykjum sem reist verði í 50 $MW_e$ einingum. Eins og greint er frá í kafla 3.3 hér að framan hafa verið boraðar sex rannsóknaholur á austanverðu Þeistareykjasvæðinu. Samanlögð afkastageta holnanna jafngildir gufuþörf einnar 50 $MW_e$ vélasamstæðu. Þegar hefur því verið borað fyrir fyrstu einingu fyrirhugaðrar virkjunar. Áætlun um uppbyggingu fyrirhugaðrar virkjunar ræðst af raforkuþörf markaðarins og áætlaðri vinnslugetu jarðhitasvæðisins, byggðri á hugmyndalíkani af því, rannsóknaborunum og síðar

hermireikningum, þegar reynsla hefur fengist af rekstri þess. Byggingarhraði virkjunarinnar fer eftir árangri við frekari orkuöflun með vinnsluborunum. Gert er ráð fyrir að haft verði samráð við Orkustofnun um hugsanlega áfangaskiptingu byggingar virkjunar á Þeistareykjum. Þegar álit Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar liggur fyrir og aflað hefur verið tilskilinna leyfa geta framkvæmdir hafist.

Hér á eftir er gerð grein fyrir framkvæmdaáætlun fyrir tvær fyrstu einingar 200 $MW_e$ jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum. Gert er ráð fyrir að ákvörðun um virkjun verði tekin í upphafi árs en að viðeigandi leyfa verði aflað mánuðina þar á undan. Hönnun og gerð útboðsgagna hefst eftir að ákvörðun um virkjun hefur verið tekin og helstu verkþættir verða boðnir út um vorið. Gert er ráð fyrir að vegagerð, jarðvinna vegna mannvirkja og boranir hefjist fyrsta vorið og að borunum ljúki árið eftir. Á fjórða ári framkvæmdatímans má búast við öðru tímabili borana vinnsluholna fyrir tvær næstu 50 $MW_e$ einingarnar. Mestur þungi í vinnu við byggingar verður á öðru ári og fram á það þriðja. Gufuveitan verður byggð á öðru og þriðja ári framkvæmda. Gert er ráð fyrir að samið verði við verktaka um vél- og rafbúnað undir lok fyrsta árs framkvæmdanna. Forsmíði þessa búnaðar hefst tæpu ári eftir að ákvörðun um virkjun hefur verið tekin og er gert ráð fyrir að fyrsta vélasamstæðan ásamt fylgihlutum komi til landsins síðla á þriðja ári framkvæmda. Stefnt er að því að fyrsta vélasamstæðan verði gangsett í byrjun sumars fjórða árið eða um 40 mánuðum eftir að ákvörðun um virkjun er tekin. Önnur vélasamstæðan gæti verið gangsett um einum til tveimur mánuðum seinna.

Í grófum dráttum er framkvæmdaáætlun fyrir fyrstu tvær einingar 200 MWe jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum eftirfarandi:

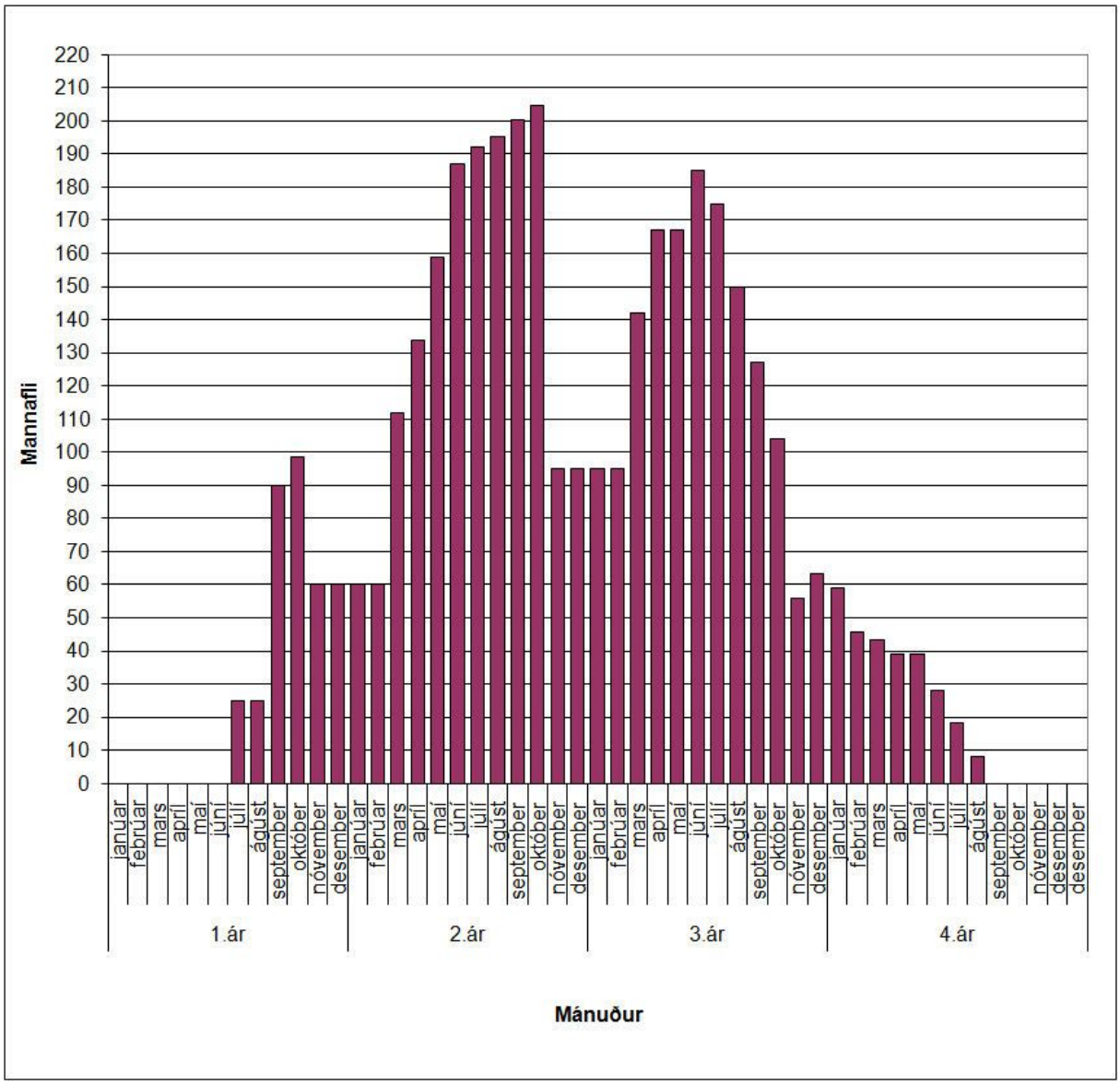
1. ár: Vegagerð, jarðvinna og boranir.
2. ár: Byggingar, gufuveita og boranir, ásamt forsmíði vél- og rafbúnaðar.
3. ár: Byggingar og gufuveita, ásamt smíði vél- og rafbúnaðar.
4. ár: Gangsetning tveggja vélasamstæða virkjunarinnar.

**Tafla 7** Helstu einkennistölur framkvæmdar við Þeistareykjavirkjun.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Afmörkuð borsvæði** | | Fjöldi<br>Heildarflatarmál | 15<br>400.000m$^2$ |
| **Borteigar** | | Meðalflatarmál/holu<br>Heildarflatarmál | 1.900 m$^2$/holu<br>77.000 m$^2$ |
| **Borholur** | | Fjöldi<br>Dýpi | Allt að 40<br>Allt að 3.000 m |
| **Gufuveita** | *Safnæðar* | Þvermál<br>Lagnaleiðir | 0,4-1 m<br>9.800m |
| | *Skiljustöðvar* | Hæð<br>Flatarmál | 10 m<br>2 x 240 m$^2$ og 1 x 590 m$^2$ |
| | *Aðveituæðar* | Fjöldi<br>Þvermál<br>Lagnaleiðir | 4<br>1 m<br>2.000 m |
| | *Lokahús* | Hæð<br>Flatarmál | 6 m<br>580 m$^2$ |
| | *Útblástursh ljóðdeyfar* | Fjöldi<br>Hæð | 2<br>12 m |
| **Frárennslisveita** | *Niðurrennslissvæði* | Fjöldi<br>Heildarflatarmál | 2<br>74.000 m |
| | *Niðurrennslisholur* | Fjöldi<br>Dýpi | 4-7<br>300-500 m |
| | *Niðurrennslisæðar* | Fjöldi<br>Lagnaleiðir | 3<br>4.800 m |
| **Vatnsveita** | *Borholur* | Fjöldi<br>Dýpi | 2<br>Allt að 100 m |
| | *Dæluhús* | Hæð<br>Flatarmál | 4 m<br>84 m$^2$ |
| | *Vatnslögn* | Lengd | 4.400 m |
| **Vegir** | *Virkjunarvegur* | Lengd<br>Breidd | 31,5 km<br>6 m |
| | *Vegir á orkuvinnslusvæði* | Nýir vegir<br>Núverandi vegir<br>Breidd | 8.800 m<br>6.300 m<br>4-6 m |
| **Efnistaka** | *Efnistökusvæði* | Fjöldi | 5 |
| | *Efnisþörf* | Virkjun<br>Virkjunarvegur | 427.000 m$^3$<br>748.000 m$^3$ |
| **Stöðvarhúsreitur** | *Stöðvarhús* | Hæð<br>Flatarmál | 12 m<br>7.000 m$^2$ |
| | *Kæliturnar* | Hæð<br>Flatarmál | 13 m<br>4 x 900 m$^2$ |
| | *Skemmur og verkstæði* | Hæð<br>Flatarmál | 8 m<br>1,600 m$^2$ |
| | *Aðstaða starfsmanna* | Hæð<br>Flatarmál | 3 m<br>300 m$^2$ |
| **Raftenging** | *Jarðstrengur* | Spenna<br>Lengd | 11 kV<br>11 km |

### 4.6.3 MANNAFLAÁÆTLUN

Ársverk vegna fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar eru 320 talsins við byggingu fyrstu tveggja 50 $MW_e$ eininganna. Hámarki framkvæmda verður náð á öðru sumri miðað við þá framkvæmdaáætlun sem lagt er upp með eða um 200 menn. Þriðja sumarið er áætlað að um 180 menn verði við vinnu þegar mest er. Áætluð mannaflaþörf við byggingu fyrstu tveggja eininganna er sýnd á **mynd 29**.




**Mynd 29** Mannaflaáætlun við framkvæmdir fyrir fyrstu tvær 50 $MW_e$ einingar Þeistareykjavirkjunar.

# 5 KOSTIR

Í eftirfarandi kafla er fjallað um mismunandi útfærslur framkvæmdaþátta á orkuvinnslusvæði og við virkjunarveg. Í lok kaflans er fjallað um núllkost, það er hvers konar þróunar er að vænta á svæðinu ef ekki verður af byggingu Þeistaeykjavirkjunar.

## 5.1 AÐRAR ÚTFÆRSLUR Á ORKUVINNSLUSVÆÐI

Hér á eftir er greint frá útfærslum við framkvæmd Þeistareykjavirkjunar sem skoðaðar hafa verið í matsferlinu. Greint er frá tilhögun við lagnir og fyrirkomulagi við kæliturna. Færð eru rök fyrir þeirri útfærslu sem valin var og lýst er í kafla 4.

### 5.1.1 NIÐURGRAFNAR LAGNIR

Við hönnun jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum er gert ráð fyrir að lagnir í flokki safnæða, aðveituæða og niðurrennslisæða standi ofanjarðar á steyptum undirstöðum eins og allsráðandi er á háhitasvæðum. Leitast verður við að fella lagnir að landslagi og draga úr sýnileika þeirra með litavali og áferð klæðningar.

Til er tækni sem gerir kleift að grafa gufulagnir í jörðu en henni verður eingöngu beitt í takmörkuðum tilfellum, til dæmis við þverun vega. Í hitaveitum hérlendis er löng reynsla af niðurgröfnum stállögnum, sem eru foreinangraðar með urethani og klæddar plastkápu. Hámarks hiti vökva í þessum lögnum er um 140 °C. Ef vökvinn er heitari brennur urethan einangrunin. Vökvi í safnæðum og gufulögnum verður yfir 170 °C heitur og lagnir þessarar gerðar koma því ekki til greina.

Önnur aðferð við að leggja gufulagnir í jörðu er að leggja þær í ræsi eða í steyptan stokk. Nokkur dæmi eru um slíkan frágang t.d. undir vegi. Lagnir eru að mestu leyti eins og þegar þær eru lagðar á yfirborði en undirstöður verða sambyggðar steyptum stokki og til greina kemur að sleppa álklæðningu. Að einhverju leyti má líta til reynslu af hitaveitulögnum, sem voru hér áður fyrr lagðar í steyptum stokkum. Ef tryggt var að vatn gæti ekki komist inn í stokkana reyndust þessar lagnir vel en ef ekki tókst að veita vatni út úr stokkunum tærðust lagnirnar hins vegar hratt. Skurður fyrir stokk þarf að vera um 2 m að dýpt og 4 til 6 m breiður. Að auki þyrfti um 4 m breiða vegslóð við hlið skurðarins á framkvæmdatíma. Breidd raskaðs svæðis gæti því orðið 8 til 10 m ef lagnir yrðu niðurgrafnar í skurði eða stokk.

Kostnaður við að leggja gufulagnir í jörðu, til dæmis í ræsi eða steyptum stokki, miðað við lögn sem er 0,4 m í þvermál, er um tvöfaldur miðað við að ganga frá lögnum á yfirborði á þann hátt, sem ætlunin er að gera á Þeistareykjum. Gröftur lagna í jörðu hefur einnig í för með sér umtalsvert rask þar sem skurðir þurfa að vera um 2 m að dýpt og um eða yfir 3 m á breidd. Hiti í jörðu kann einnig að valda erfiðleikum og gröftur getur verið erfiður ef fara þarf í gegnum klappir. Þá getur verið erfitt að ganga frá ýmsum tækjum sem gufulögnum fylgja. Búast má við að breyta þurfi lögnum og tengingum einkum ef virkjun verður byggð í áföngum. Slíkar breytingar verða erfiðari ef lagnir eru grafnar í jörðu. Jarðvegur á Þeistareykjum er víða leirkenndur og þéttur og getur hlaupið í rigningu. Erfitt verður að tryggja að jarðvegshlaup skemmi ekki niðurgrafnar lagnir. Ennfremur má nefna að vatn getur komist inn í stokka og tært undirstöður og lagnir utan frá.

Rekstur niðurgrafinna lagna er miklu erfiðari en lagna á yfirborði. Til dæmis verður erfiðara að tæma lagnir eða fylgjast með þeim í upphitun. Skemmist lagnir til dæmis vegna jarðvegshlaups getur reynst erfitt að finna skemmd og laga.

Af þeim ástæðum sem greint er frá hér að framan þá er ekki gert ráð fyrir að hafa lagnir í niðurgröfnum stokkum eða ræsi nema þar sem nauðsyn ber til t.d. þar sem þvera þarf vegi.

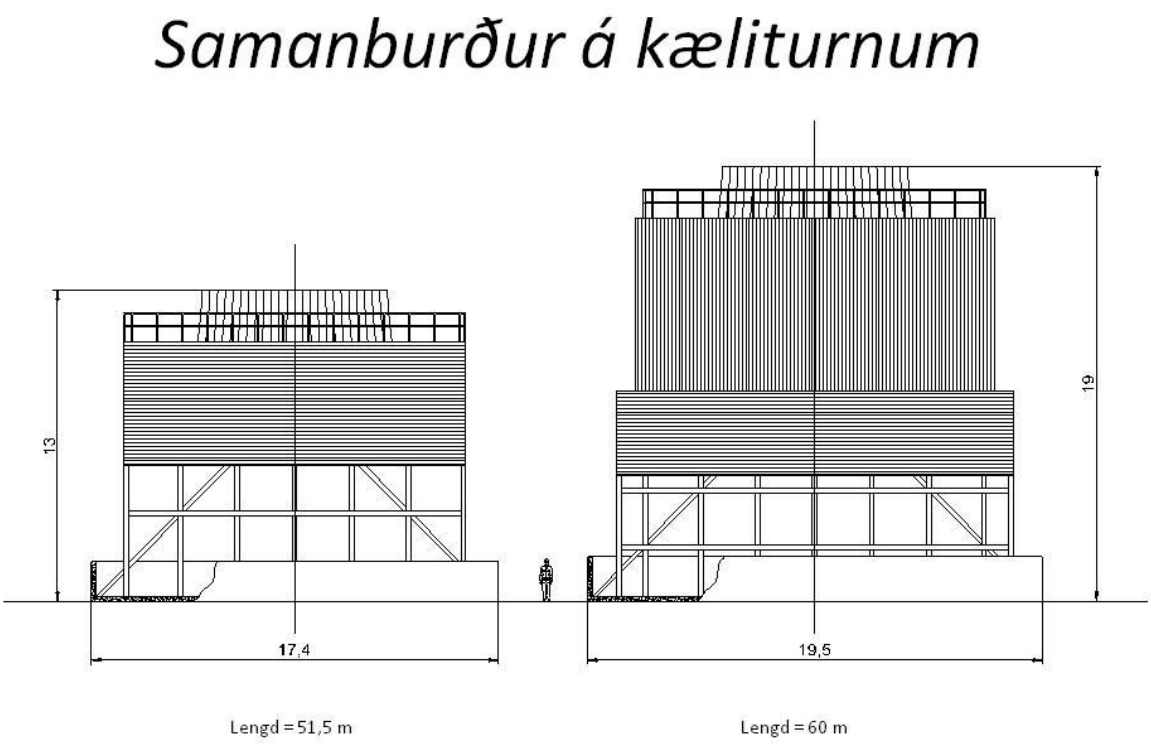
### 5.1.2 KÆLITURNAR

Eins og fram kemur í kafla 4.3.5 mun loftið sem frá kæliturninum streymir verða mettað raka. Í flestum tilvikum munu því gufubólstrar standa upp af turninum. Hversu áberandi þessir bólstrar eru ræðst af veðri og raka í lofti. Með annars konar hönnun má minnka bólstrana. Það er gert í blendings turnum (Hybrid cooling towers) þar sem vatnið er kælt, bæði með því að láta loft leika beint um það, loft hitnar og mettast raka, en einnig með óbeinum varmaskiptum vatns og lofts, loft hitnar og þornar. Með viðeigandi blöndun loftstraumanna verður loftið sem kastað er upp úr turni þurrt og án bólstra. Ókostir við kæliturna af þessari gerð miðað við hefðbundna kæliturna eru m.a.:

- Turnar eru stærri og mun hærri
- Loftstreymi er meira
- Aflþörf vifta er meiri
- Turnar eru 2,5 sinnum dýrari
- Gufubólstrar koma frá turni ef lofthiti er of lágur
- Heildarnýtni í virkjun verður minni

Orkunotkun blendings kæliturns er um 30% meiri en orkunotkun hefðbundins kæliturns. Hvort tveggja kemur til að loftflæði er meira í blendings turni og hann hærri þannig að lyfta þarf kælivatni hærra. Fyrir 50 MW vélasamstæðu liggur nærri að munurinn sé 500 kW eða sem nemur 1% af afli samstæðunnar. Stöð með blendings kæliturni nýtir því jarðhitann verr sem þessu nemur þ.e. slík stöð þarf um 1% meiri jarðhitavökva en stöðvar með hefðbundnum kæliturni.

Blendingsturn er ekki talinn raunhæfur kostur á Þeistareykjum einkum vegna gríðarlegs kostnaðar og þess að umfang þeirra er meira en hefðbundinna kæliturna, sjá **mynd 30**. Þeir yrðu mun meira áberandi í landi einkum vegna hæðar þeirra en þeir yrðu um 19 m háir samanborið við að fyrirhugaðir kæliturnar verða um 13 m háir. Þá geta þrátt fyrir allt skapast þær aðstæður við ríkjandi veðurfar á Þeistareykjum að bólstrar myndist frá blendingsturnum. Auk þess er aflþörf þeirra meiri og nýtni í virkjuninni verður minni. Því er gert er ráð fyrir að reistir verði hefðbundnir blautir kæliturnar á Þeistareykjum.




**Mynd 30** Samanburður á umfangi kæliturna. Blendings turn er til hægri á myndinni.

## 5.2 AÐRAR ÚTFÆRSLUR VIRKJUNARVEGAR

Í samræmi við matsáætlun og samráð við Skipulagsstofnun er hér á eftir fjallað um tvær útfærslur á fyrirhuguðum virkjunarvegi, veglínum A og B (**mynd 31**), á kafla frá Þeistareykjum að Höfuðreiðarmúla og þær bornar saman. Annars vegar er miðað við að fylgja núverandi vegslóð norðan við Þeistareyki og hins vegar miðað við að nýr vegur verði í samræmi við staðfest svæðisskipulag.

Samkvæmt svæðisskipulagsuppdrætti, staðfestum 16. janúar 2008, er gert ráð fyrir að nýr vegur að Þeistareykjum skuli lagður þar sem veglína A hefur verið hönnuð. Það er einnig í samræmi við stefnu svæðisskipulagsins að mannvirki, þar á meðal vegir, lagnir, háspennulínur, efnistökusvæði, vatnsból og vatnsveita verði á sama mann-virkjabelti, samanber eftirfarandi sem fram kemur í kafla 3.3.3 í greinargerð með svæðisskipulaginu um meginmarkmið varðandi mannvirkjagerð: *„Með samþættingu ólíkra mannvirkja (t.d. vega og lína eða vega og lagna) verði leitast við að halda umfangi neikvæðra umhverfisáhrifa í lágmarki og takmarka þau við ákveðnar og fáar leiðir. Stefna ber að því að háspennulínur liggi í meginatriðum meðfram eða í námunda við aðalvegi*“. Einnig kemur fram að við ákvörðun um veglínu milli orkuvinnslusvæðis á Þeistareykjum og Húsavíkur var einnig tekið mið af því markmiði að *„gert verði ráð fyrir hitaveitulögn meðfram vegi frá Þeistareykjum að Húsavík*“.

Í ljósi niðurstöðu umfjöllunar um framkvæmd og umhverfisáhrif auk samanburðar á fyrrgreindum útfærslum er gerð grein fyrir hvað talið er koma til greina sem

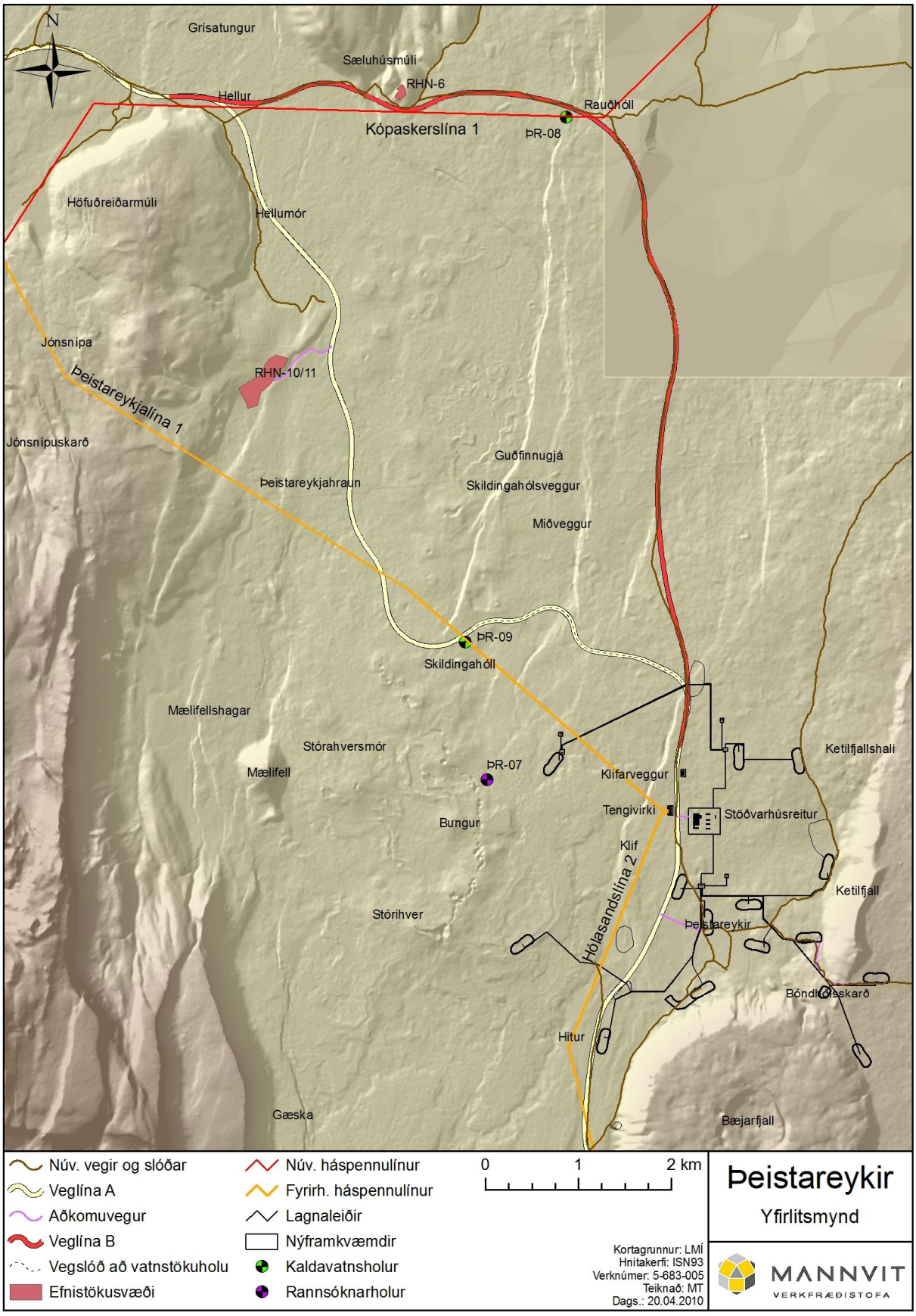
raunhæfur kostur á veglínu norðan Þeistareykja. Samanburður er byggður á fyrirliggjandi gögnum um náttúrufar, jarðfræði, gróður, landslag, fugla, umfang framkvæmdar og samræmi við stefnu svæðisskipulags háhitasvæða í Þingeyjarsýslum. Í 4. og 9. kafla frummatsskýrslunnar er gerð grein fyrir framkvæmd annars vegar og mati á umhverfisáhrifum þeirrar útfærslu sem talin er koma til greina sem raunhæfur kostur hins vegar, varðandi þá umhverfisþætti sem tilgreindir eru í matsáætlun.

### 5.2.1 VAL Á VEGLÍNU

Virkjunarvegur frá Húsavík að Þeistareykjum verður í samræmi við stefnu sveitarfélaganna Þingeyjarsveitar og Norðurþings, samanber Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 og Aðalskipulag Húsavíkurbæjar 2005-2025. Haft var samráð við Þeistareyki ehf., Landsvirkjun og Landsnet um mótun svæðisskipulagsáætlunarinnar. Eins og fram kemur hér að framan í kafla 4.4.1 fylgir vegurinn að mestu núverandi vegi og vegslóða austur að Höfuðreiðarmúla. Þar sveigir veglínan til suðurs austan Lambafjalla og síðan til austurs að fyrirhuguðu stöðvarhúsi Þeistareykjavirkjunar. Frá stöðvarhúsi liggur veglínan til suðvesturs og tengist núverandi vegslóð vestan undir Bæjarfjalli. Innan orkuvinnslusvæðis á Þeistareykjum hefur verið lagt til að núverandi vegur um svæðið verði færður frá skálanum á Þeistareykjum, sjá **mynd 12**.

Undanfarin ár hefur Norðurþing lagfært og byggt upp gamla Reykjaheiðarveginn á kaflanum frá Húsavík um Grjótháls að Höfuðreiðarmúla, sjá **mynd 1**. Reykjaheiðarvegur er í aðalskipulagi Húsavíkurbæjar flokkaður undir: Aðrir akvegir / slóðir í dreifbýli. Frá Höskuldsvatni liggur hann áfram að Sæluhúsmúla (Tækniþing, 2006). Slóðir þessar eru að hluta til gamlar þjóðbrautir en ekki hluti af almenna umferðarkerfinu. Fram kemur í greinargerð aðalskipulagsins að gert er ráð fyrir að flokkun Reykjaheiðarvegar verði breytt í landsveg, þegar hann tengir þéttbýlissvæði Húsavíkur við skipulagt útivistarsvæði / skíðasvæði við Höskuldsvatn (og við Þeistareyki og hugsanlega Kelduhverfi).

Framkvæmdaraðili hefur unnið að undirbúningi mats á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar í samvinnu við yfirvöld skipulags- og umhverfismála frá því snemma á árinu 2007. Í samræmi við opinbera stefnumörkun sem staðfest var í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 er fyrirhugaður kostur á veglínu norðan Þeistareykja samkvæmt tillögu Þeistareykja ehf. að matsáætlun innan þess mannvirkjabeltis sem þar er afmarkað fyrir veg, háspennulínu að hluta og hugsanlega hitaveitulögn (veglína A). Sá kostur að leggja nýjan veg eftir óbreyttri veglínu norðan Þeistareykja (veglína B) er ekki í samræmi við gildandi skipulagsáætlun og var af þeim sökum ekki til umfjöllunar í tillögunni. Í þessum kafla er, til samanburðar, gerð grein fyrir mögulegum vegi sem fylgir sem mest núverandi vegi. Tillaga að vegi samkvæmt þessum kosti (veglína B), sem sýnd er á **myndum 32-35**, byggir á fyrirliggjandi loftmyndum og kortagrunni. Lagt hefur verið mat á umfang vegar, skeringar og fyllingar. Þá er fjallað um hugsanlega snjósöfnun með tilliti til vetrarfærðar.




**Mynd 31** Yfirlitsmynd sem sýnir útfærslur A á B á fyrirhuguðum virkjunarvegi norðan Þeistareykja.

Í samanburði kosta er jafnframt fjallað um tengsl virkjunarvegar við aðra þætti fyrirhugaðrar framkvæmdar við Þeistareykjavirkjun og hverju það muni breyta varðandi umfang framkvæmda, áhrifasvæði og heildaráhrif. Kosturinn við að fara í vegagerð eftir nýrri veglínu eru m.a. tengingar við aðra fyrirhugaða framkvæmdaþætti Þeistareykjavirkjunar. Þar á meðal er fyrirhugað vatnsból fyrir virkjunina við vatnsskönnunarholu ÞR-09 í námunda við Skildingahól. Þaðan er fyrirhugað að leggja vatnslögn við hlið virkjunarvegar að starfsmannaðstöðu og stöðvarhúsi virkjunarinnar. Einnig má nefna fyrirhugað efnistökusvæði austan Jónsnípu, en þangað eru um 3 km frá núverandi vegi og þyrfti sérstakan veg þangað ef nýr virkjunarvegur fylgdi núverandi vegi. Einnig þyrfti þá sér aðkomuveg og lagnaleið að fyrrnefndu vatnsbóli. Þá er gert ráð fyrir að vinnurafmagn verði leitt að Þeistareykjum um jarðstreng frá Kópaskerslínu meðfram nýjum vegi. Gerð er grein fyrir hve löngum kafla af 11 km leið milli Þeistareykja og Höfuðreiðarmúla yrði hlíft við framkvæmdum ef nýr vegur fylgdi núverandi vegi.

Framkvæmd við vegslóða að kjarnaholu ÞR-07 sunnan við Skildingahól var tilkynningarskyld og tók Skipulagsstofnun þann 1. júní 2007 ákvörðun um að framkvæmdin væri ekki matsskyld. Í ákvörðuninni var meðal annars vísað til þess að sama veglína gæti hugsanlega nýst fyrir framtíðarveg. Um er að ræða 3 km kafla umræddrar nýrrar veglínu samkvæmt svæðisskipulagi af alls um 10 km leið frá því hún víkur af núverandi vegi norðan Þeistareykja þar til hún sameinast Reykjaheiðarvegi norðan Höfuðreiðarmúla.

### 5.2.2 SAMRÁÐ VIÐ SKIPULAGSSTOFNUN

***Tillaga að matsáætlun***

Fimmtudaginn 19. nóvember 2009 var haldinn fundur með Skipulagsstofnun um ákvörðun stofnunarinnar frá 6. nóvember 2009 um tillögu að matsáætlun fyrir allt að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun í Þingeyjarsveit og Norðurþingi, sem er hluti matsáætlunar, sbr. 2. mgr. 8. gr. laga nr. 106/2000.

Tilgangur fundarins var að fara yfir ákvörðun Skipulagsstofnunar og leita skilnings á nokkrum atriðum sem þar koma fram. Þar er m.a. um að ræða umfjöllun um kost á nýjum vegi norðan Þeistareykja og mat á áhrifum framkvæmdar umfram þann kost sem Þeistareykir ehf. telja koma til greina og kynntur var í tillögu að matsáætlun. Einnig er um að ræða skilning á hvað felast eigi í samanburði á nýjum vegi eftir núverandi veglínu við vegkost framkvæmdaraðila.

Ákveðið var á fundinum að Þeistareykir ehf. sendu inn fyrirspurn til Skipulagsstofnunar þar sem farið yrði yfir sameiginlegan skilning og leiðbeiningar um samræmi milli matsáætlunar og umfjöllunar í frummatsskýrslu um framangreind atriði. Í fyrirspurn sem send var til Skipulagsstofnunar 2. desember 2009 (**viðauki A19**) var greint frá því hvernig framkvæmdaraðili fyrirhugaði að koma til móts við athugasemdir Skipulagsstofnunar við tillögu að matsáætlun, byggt á gögnum sem þegar liggja fyrir. Gerð var grein fyrir hvernig framkvæmdaraðili áformaði að fjalla um ákveðna þætti í frummatsskýrslu og óskað eftir athugasemdum og samþykki Skipulagsstofnunar varðandi það hvort umfjöllunin teldist vera í samræmi við matsáætlun samkvæmt skilningi stofnunarinnar.

Þeistareykir ehf. hafa ekki talið koma til greina sem raunhæfan kost að virkjunarvegur fylgi núverandi veglínu. Vísa Þeistareykir fyrst og fremst til þess að

það er ekki í samræmi við stefnu sveitarfélaganna, sem hefur verið staðfest í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Af þessum sökum var í tillögu að matsáætlun ekki gert ráð fyrir að meta umhverfisáhrif af þeim kosti. Þar af leiðandi hafa rannsóknar- og athugunarsvæði ekki náð að öllu leyti til núverandi veglínu. Því eru ekki fyrir hendi sambærileg gögn varðandi alla þætti fyrir báða kosti til samanburðar.

Landfræðileg greining hefur verið gerð á svæði sem nær til beggja kosta. Til er jarðfræðikort á báðum veglínum, þannig að bera má saman áhrif á jarðmyndanir. Gróðurkort er til af nýrri veglínu samkvæmt svæðisskipulagi og sérfræðingar gerðu vettvangskönnun á gróðri og fuglalífi. Slík gögn eru ekki til fyrir núverandi veglínu. Talið er að landslag og náttúrufar séu nokkuð einsleit fyrir báða kosti og því sé hægt að byggja samanburð á fyrirliggjandi gögnum.

Talið er að bera megi umrædda kosti saman varðandi þætti tengda áhrifum á náttúrufar vegna nálægðar við athugunarsvæði í samræmi við kost samkvæmt svæðisskipulagi og þess að til eru ljósmyndir og loftmyndir af núverandi vegi. Auk þess er til gróðurflokkun samkvæmt CORINE landflokkun Landmælinga Íslands af báðum veglínum (Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson, 2009). Þá eru einnig fyrir hendi gögn hvað varðar náttúruminjar.

Í þessum kafla er gerð grein fyrir framangreindum atriðum og byggir samanburður á fyrirliggjandi gögnum.

Skipulagsstofnun svaraði erindi Þeistareykja ehf. í bréfi dags. 7. desember 2009 (**viðauki A19)**. Skipulagsstofnun féllst á hvernig framkvæmdaraðili hugðist koma til móts við athugasemdir stofnunarinnar. Skipulagsstofnun gerði þó athugasemdir til frekari skýringa á því sem fram kom í ákvörðun stofnunarinnar, en taldi jafnframt rúmast innan skilnings framkvæmdaraðila.

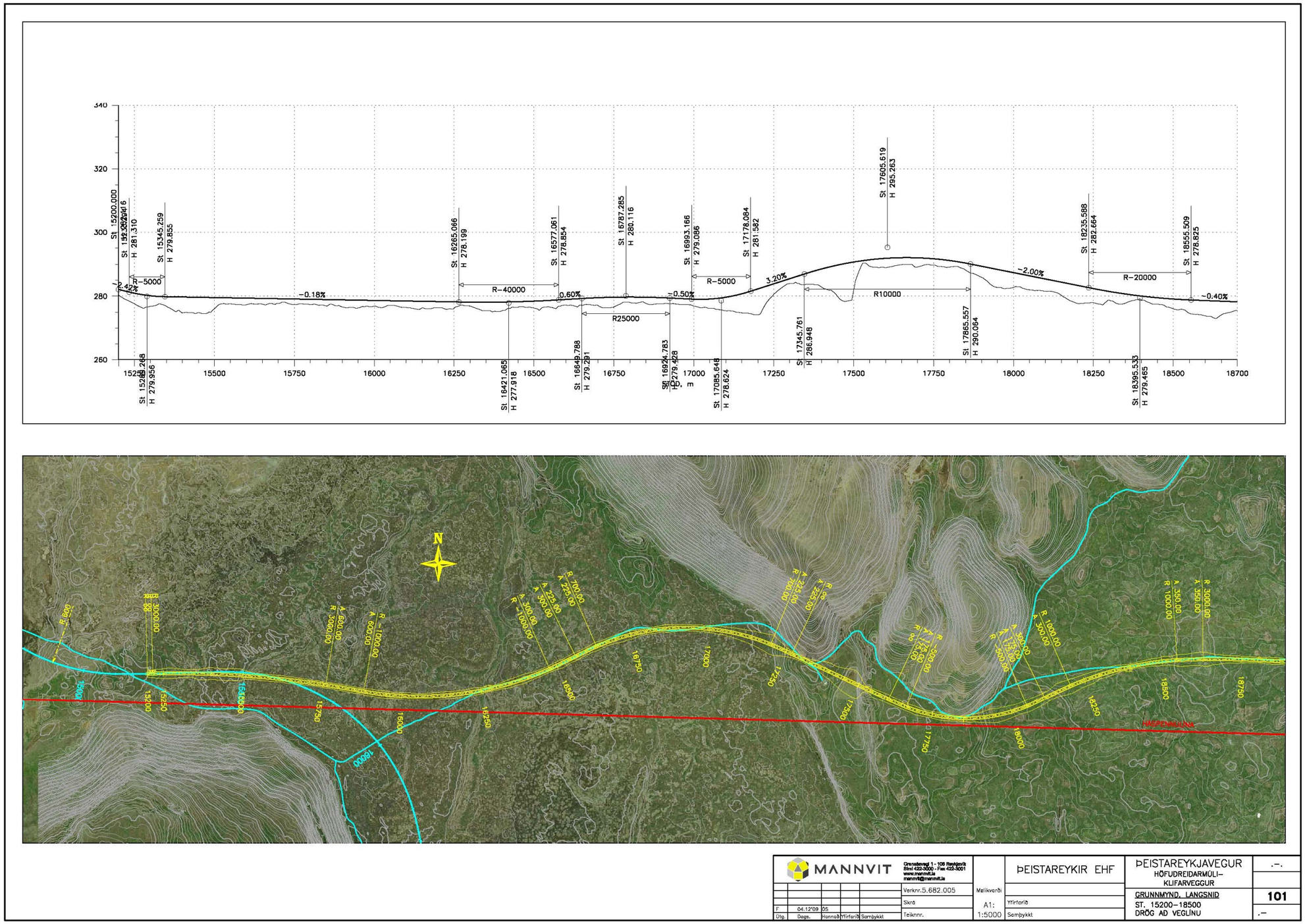
Framkvæmdaraðili getur ekki orðið við tilmælum Skipulagstofnunar, samanber erindi stofnunarinnar frá 2. desember sl., um að gera grein fyrir hvaða rök lágu til grundvallar því að umrædd veglína var valin, sem ætti að koma fram í greinargerð Svæðisskipulags háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Þar sem svæðisskipulagið fyrir umrætt svæði var staðfest áður en vinna hófst við mat á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar er það ekki á hendi framkvæmdaraðila að færa rök fyrir þeim sjónarmiðum sem liggja að baki slíkri ákvörðun sveitarfélaga. Samanburður á veglínum A og B hér á eftir er gerður út frá sjónarmiðum framkvæmdaraðila.

### 5.2.3 VEGLÍNUR A OG B NORÐAN ÞEISTAREYKJA

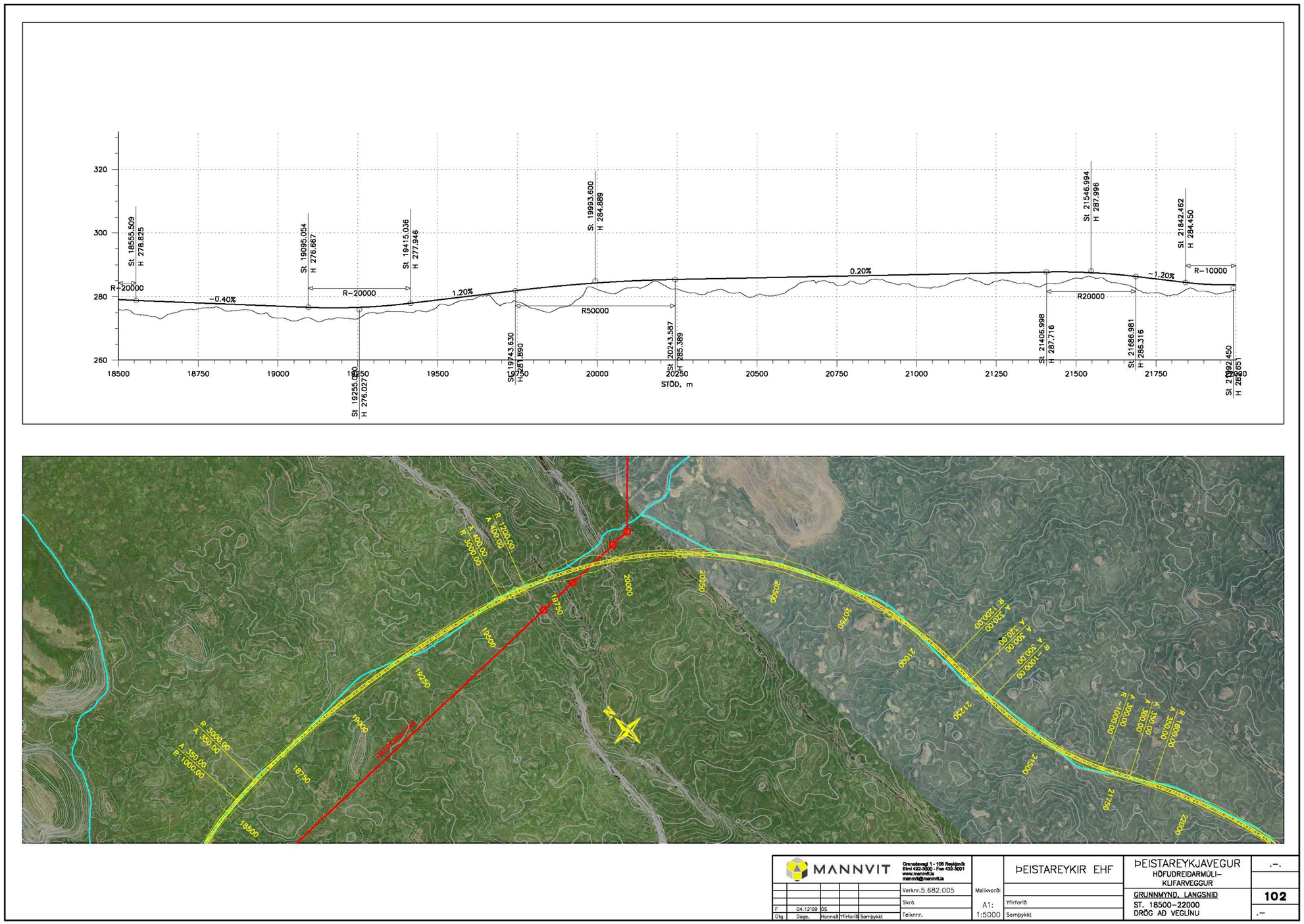
***Veglína A: Veglína samkvæmt svæðisskipulagi***

Vegstæði var valið samkvæmt gildandi svæðisskipulagsuppdrætti. Unnin var frumhönnun og hún gefin út í nóvember 2008 (Vegagerðin, 2008). Notast var við fyrirliggjandi kortagrunna auk þess sem mælt var í vegstæði. Í skýrslu Vegagerðarinnar eru hönnunarforsendur tilgreindar.

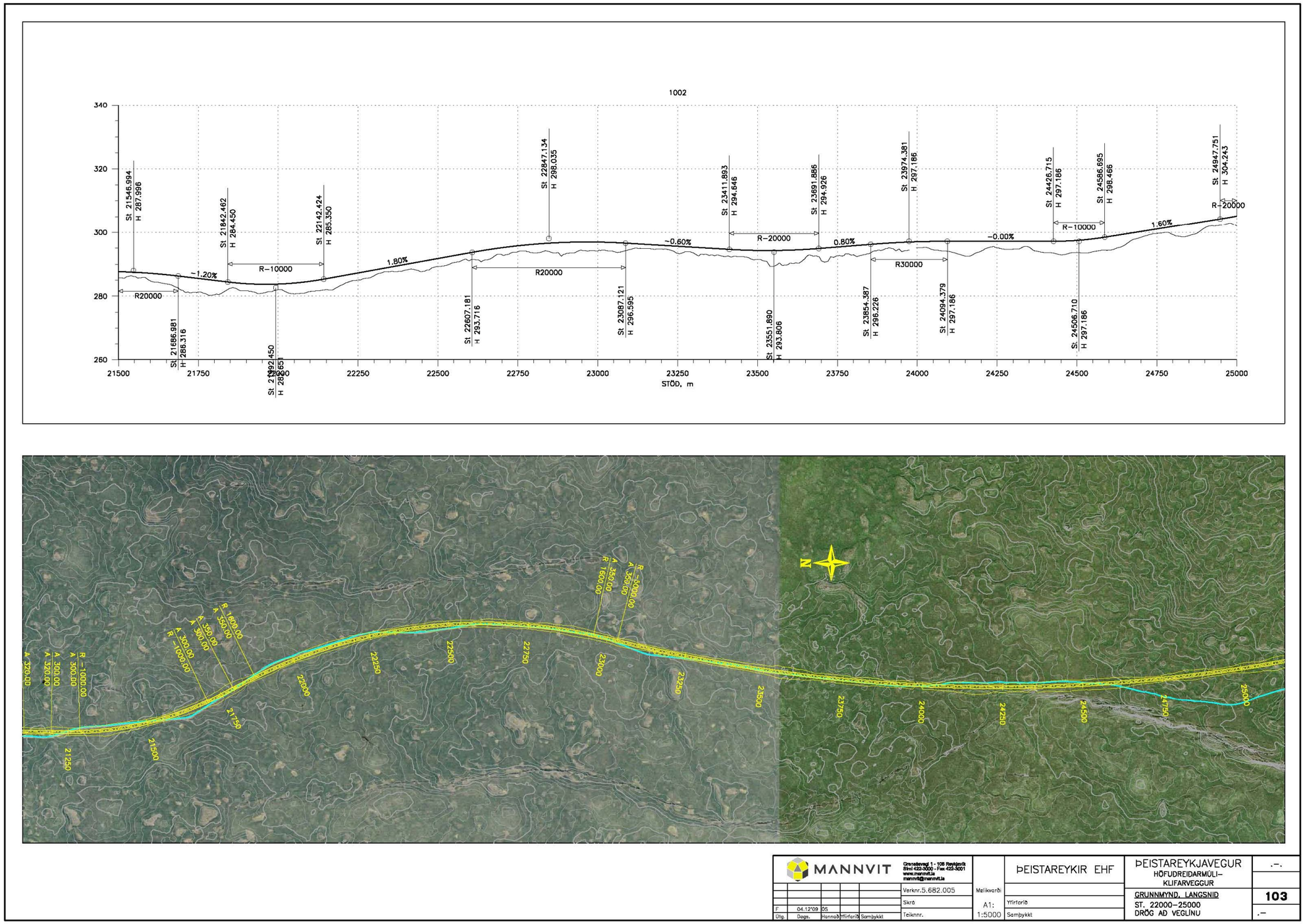
Á **mynd 31** eru sýndar veglínur samkvæmt útfærslu A sem er nýr vegur samkvæmt staðfestu svæðisskipulagi og útfærslu B sem er nýr vegur eftir núverandi vegi. Vísað er til kafla 4.4 varðandi nánari lýsingu á framkvæmd við virkjunarveg frá Húsavík að Þeistareykjum.



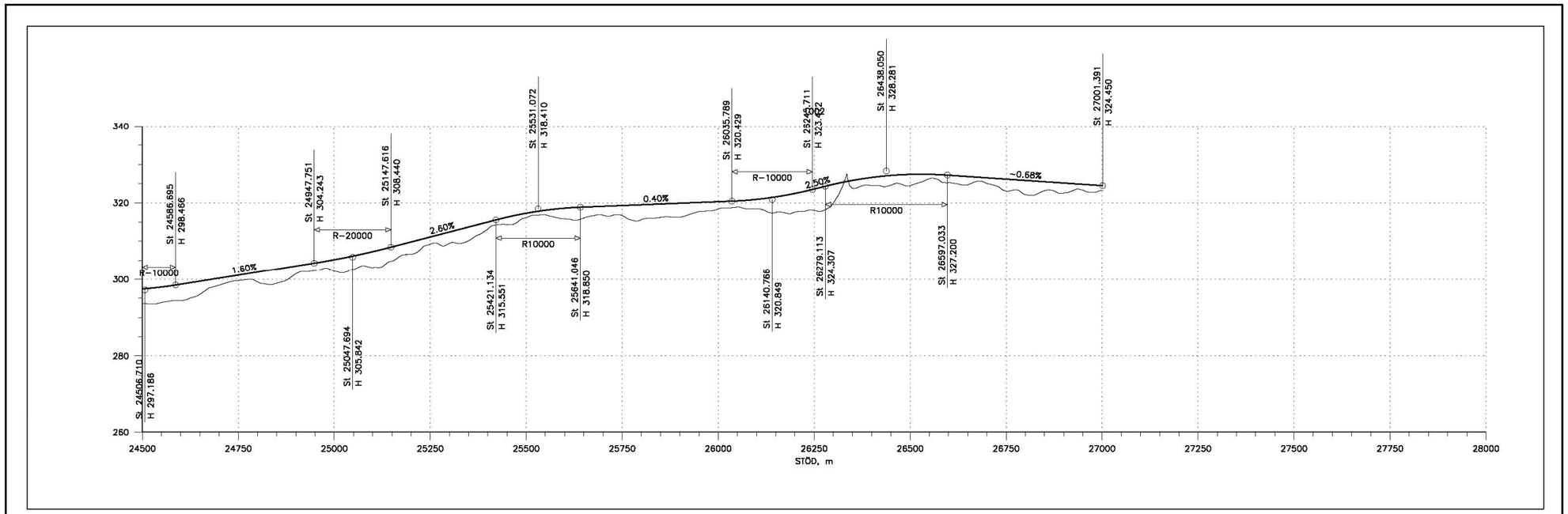

**Mynd 32** Veglína B. Grunnmynd og langsnið vegar. Teikning 1**.**




**Mynd 33** Veglína B. Grunnmynd og langsnið vegar. Teikning 2**.**




**Mynd 34** Veglína B. Grunnmynd og langsnið vegar. Teikning 3**.**




**Mynd 35** Veglína B. Grunnmynd og langsnið vegar. Teikning 4**.**

***Veglína B: Núverandi vegslóð***

Leitast var við að leggja veglínu sem lægi sem næst núverandi slóð frá Höfuðreiðarmúla suður að Þeistareykjum (**mynd 31**). Notast var við fyrirliggjandi kortagrunna en engar mælingar gerðar sérstaklega fyrir veglínuna. Veglínan er sýnd á fjórum teikningum þar sem grunnmynd og langsnið vegarins er sýnt (**myndir 32-35**). Sömu hönnunarforsendur voru settar og fyrir veg þann sem Vegagerðin hannaði (veglína A). Á þessu stigi er hæðarlega ákvörðuð á venjulegan hátt og ekki hefur enn verið tekið tillit til athugasemda hér á eftir varðandi snjóalög.

### 5.2.4 ALMENNUR SAMANBURÐUR VEGLÍNA A OG B

***Samanburður vegtæknilegra atriða við veglínu A og veglínu B***

Leggja má veglínu B þannig að ýmis vegtæknileg atriði eins og t.d. ferlar í grunnmynd, hæðarlega og sjónlengdir séu sambærileg að gæðum og í veglínu A.

Hins vegar skilur á milli veglína þegar metinn er stofnkostnaður, rekstrarkostnaður (snjómokstur) og rekstraröryggi (opnunarhlutfall). Í öllum þessum atriðum hallar á veglínu B. Nánar er fjallað um þessi atriði hér á eftir.

***Samanburður á kostnaði við veglínu A og veglínu B***

Niðurstaða skoðunar á vegkosti samkvæmt veglínu B er sett fram sem fjórar teikningar, þar sem grunnmynd (loftmynd) og langsnið veglínu B er sýnt (**myndir 32 til 35**). Þá hafa þversnið í veginn verið dregin upp.

Forsendur vegna samanburðar á kostnaði eru ekki sambærilegar hvað varðar nákvæmni grunngagna þar sem veglína A hefur verið mæld en veglína B ekki.

Kostnaður vegna veglínu A er byggður á frumhönnun Vegagerðarinnar og hún gefin út í nóvember 2008 (Vegagerðin, 2008). Ekki liggur fyrir sérstök kostnaðaráætlun fyrir þann hluta veglínu A sem verið er að bera saman við veglínu B, aðeins alla veglínuna frá Húsavík að Þeistareykjum. Ekkert bendir þó til annars en að kostnaður við lengdarmetra ætti að öðru jöfnu að vera sambærilegur, sjá þó athugasemdir síðar um varnir gegn snjósöfnun.

***Samanburður á vegalengdum veglínu A og veglínu B***

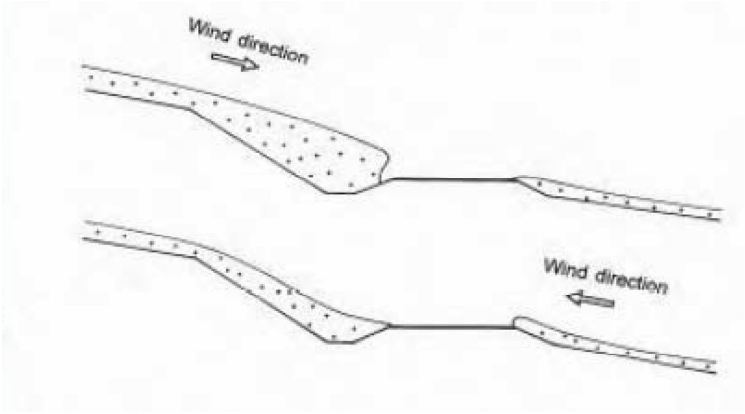
Frá sameiginlegri stöð 15200 við Höfuðreiðarmúla að sameiginlegri stöð um 2,5 km norðan Þeistareykja (St. 27000/St. 26260) er veglína B um 7% lengri en veglína A.

Miðlína núverandi slóðar er innan axlabrúna á veglínu B á aðeins 33% leiðarinnar sem sýnir að við lagningu nýrrar veglínu með þeim kröfum sem gerðar eru í vegstaðli getur verið erfitt að fylgja gamalli slóð nema í grófum dráttum.

Núverandi slóð eða ummerki eftir hana verður að einhverju leyti utan við fláafót veglínu B og þar með sýnileg á 50% leiðarinnar.

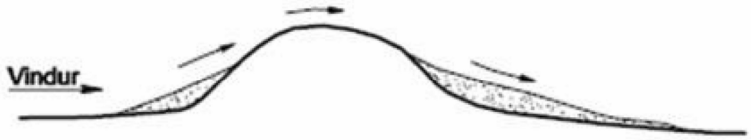
***Veghönnun með tilliti til snjósöfnunar***

Í norskri handbók um veghönnun gagnvart snjó og skafrenningi er eftirfarandi skýringarmynd (**mynd 36**). Hætt er við að skafrenningur undan brekku safni meiri snjó að vegi en skafrenningur upp í móti. Einnig verður meiri snjósöfnun ef skering er hlémegin við veginn.




**Mynd 36** Snjósöfnun á vegi við skafrenning undan brekku**.**

Í handbók Vegagerðarinnar um snjóhönnun vega er mynd sem sýnir hvernig snjór safnast fyrir við hól eða hæð í skafrenningi (**mynd 37**). Vindhraðafall verður við brekkufót áveðurs og þar getur orðið snjósöfnun. Hlémegin er lögun og stærð skafla háð krappa hóls, halla brekkunnar og fleiri þáttum.




**Mynd 37** Snjósöfnun við hól eða hæð í landslagi.

***Lýsing á veglínu A og mat á snjósöfnun***

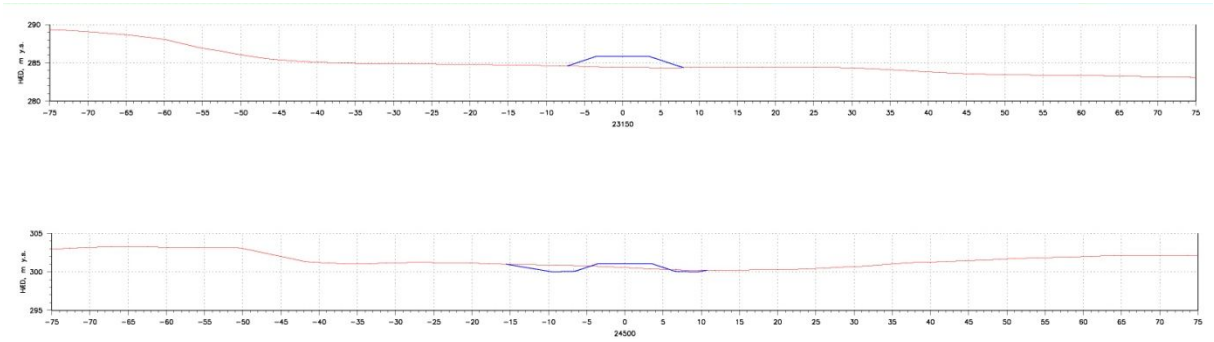
Veglína A liggur, eftir að komið er yfir Höfuðreiðarmúla, um nyrstu fláka Þeistareykjahrauns í sléttri og víðáttumikilli breiðu um allt skarðið milli Höfuðreiðarmúla og Sæluhúsmúla. Hraunið er helluraun, víðast rennisléttir, mosagrónir hraunflekar með smáhellum, sprungum og sandorpnum jarðföllum inn á milli. Austan Höfuðreiðarmúla eru víða miklar sprungur og gjár með u.þ.b. norður-suður stefnu og sneiðir vegurinn hjá þeim þar sem hann liggur um hraunið suður með Höfuðreiðarmúla. Við Skildingahólsvegg verður hraunið mun mishæðóttara og að sama skapi meira hulið þykkum moldarjarðvegi og lyngmóabreiðum. Eftir það er vegstæðið að mestu á algrónu landi.

Veglínan var ekin í desember 2009 á stórum fjallabíl. Aðstæður voru hinar bestu þar sem landið var u.þ.b. 80% hulið snjó og því auðvelt að sjá hvar mestur snjór hafði safnast saman í haust en hraunkollar og fjallatoppar voru snjólaus í toppinn eins og sjá má á **mynd 38** sem tekin er í veglínu A í miðju Þeistareykjahrauninu til norðvesturs.




**Mynd 38** Horft til norðurvestur eftir veglínu A í Þeistareykjahrauni. Höfuðreiðarmúli til vinstri og Sæluhúsmúli til hægri á mynd**.**

Skoðuð voru snið í veginn, teiknuð inn í sama landlíkan og snið sem sýnd eru með veglínu B. Frá Höfuðreiðarmúla að Skildingahólsvegg er ekki að sjá hættulega snjósöfnunarstaði í sniðum. Þegar komið er syðst á svæðið, þar sem farið er fyrir Skildingahólsvegg, eru tvö snið sem virðast geta orðið erfið í skafrenningi að norðan. Í stöð 23150 er hátt hæðardrag skammt norðan við veg og í stöð 24500 liggur vegur lágt í sniði og hæðardrag skammt fyrir norðan (**mynd 39**).




**Mynd 39** Snið í veg samkvæmt veglínu A við stöðvar 23150 og 24500**.**

### *Lýsing á núverandi slóð og veglínu B og mat á snjósöfnun*

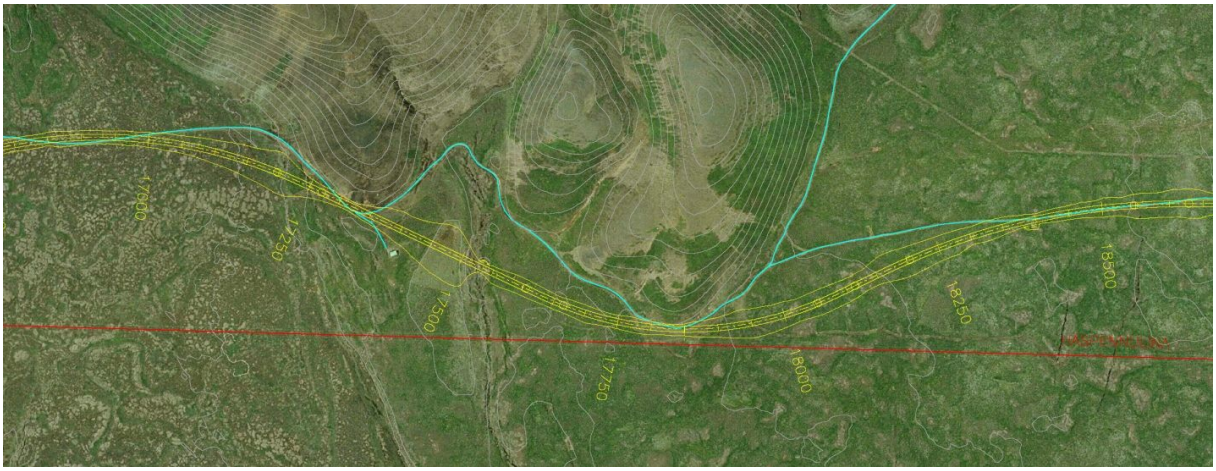
Núverandi slóð hefur víðast hvar verið mörkuð í hraunin með jarðýtu á sínum tíma, enda er landið erfitt yfirferðar og það var nánast ófært öllum farartækjum áður en slóðin var rudd að sögn heimamanna. Það er eðli slíkra slóða að þær voru ruddar sem akstursleiðir að sumar- og haustlagi og með lágmarkstilkostnaði. Þær voru því eðlilega lagðar þar sem land var sléttast og þar sem hægt var að beita ýtutönn á landið. **Mynd 40,** sem er tekin til norðurs um einn kílómetra sunnan við Rauðhól, er dæmigerð fyrir slóðina norðaustanverða.




**Mynd 40** Núverandi vegslóð norðan Þeistareykja. Mynd tekin til norðurs um 1 km sunnan við Rauðhól**.**

Kaflinn undir Sæluhúsmúla er erfiðasti hluti leiðarinnar. Núverandi slóð sem sýnd er blá á **mynd 41** er þrædd meðfram hlíðinni. Undir múlanum, þar sem slóðin liggur um hafa verið lagðar aukavegslóðir. Þessar aukaslóðir voru notaðir fyrst á vorin til þess að sneiða framhjá snjósköflum sem skóf í sunnan undir Sæluhúsmúla í norðanátt á vetrum. Áður fyrr var þetta eina leiðin í Kelduhverfi frá Húsavík á bíl og því lagt upp úr að gera hana færa sem fyrst á vorin. Þannig hafa aukaslóðirnar væntanlega orðið til. Við austurhluta múlans liggur háspennulína (Kópaskerslína 1, sýnd rauð á meðfylgjandi loftmynd) rúma 20 m frá veginum, þar sem næst er. Ein aukaslóðanna liggur suður fyrir línuna á kafla, en slóðin hefur trúlega verið lögð löngu áður en línan var lögð.

Við Sæluhúsmúla er veglína B í nýju vegstæði á 1500 m kafla frá stöð 17000 að stöð 18500, því ekki er möguleiki á að fylgja núverandi slóð á þessum kafla vegna þess hve núverandi slóð er hlykkjótt.




**Mynd 41** Núverandi vegur og veglína B við Sæluhúsmúla**.**

Ný veglína liggur í sama vegstæði og núverandi slóð við austurhluta múlans. Ekki er hægt að færa hana til vegna nálægðar við háspennulínu.

Á meðfylgjandi ljósmynd, tekin í desember 2009 við eystri hluta Sæluhúsmúla (**mynd 42**), er núverandi slóð til austurs horfin undir skafl og stutt í að skaflinn nái

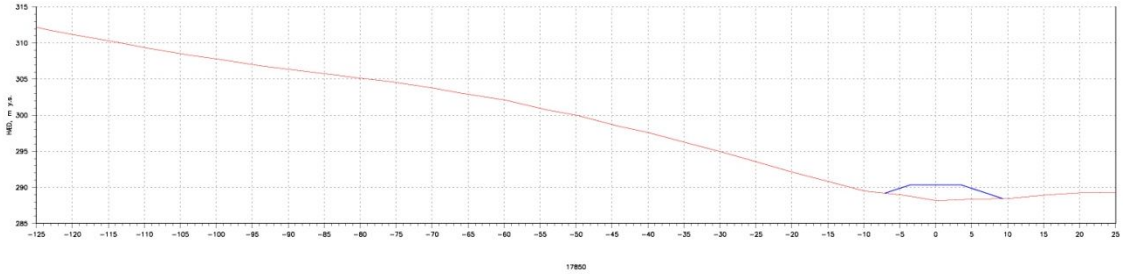
aukaslóðinni sem er á milli línu og múla. Á myndinni má sjá vegamót tveggja aukaslóða þar sem önnur slóðin liggur norðan línunnar en hin liggur suður fyrir línuna.

Veglína B væri hér komin undir snjó þótt ekki sé mikinn snjó að sjá á sléttlendi í nágrenninu. Þá er nokkuð augljóst að skaflinn á myndinni á eftir að stækka þegar skefur að norðan, um það vitna aukaslóðirnar.



**Mynd 42** Horft til austurs yfir núverandi veg og aukaslóðir við austanverðan Sæluhúsmúla.

Snið í nýjan veg (**mynd 43**), tekið á sama stað og framangreind ljósmynd (**mynd 42**), sýnir að vegurinn mun væntanlega verða mjög erfiður að vetrarlagi, samanber fyrrgreindar tilvísanir í handbækur um snjóhönnun vega, jafnvel þótt vegurinn yrði mikið upphækkaður á þessum stað. Um er að ræða tvo vegkafla við Sæluhúsmúla, nokkur hundruð metra langa.



**Mynd 43** Snið í nýjan veg við Sæluhúsmúla samkvæmt veglínu B**.**

Núverandi slóð var ekin í desember 2009. Mestur snjór hafði safnast saman í lægðum og í skjóli við hæðir en hæðir og hólar voru að mestu snjólaus í toppinn. **Mynd 44** er tekin til vesturs í veglínu B nærri Rauðhól. Sæluhúsmúli er rétt hægra megin við mastur. Snjór virtist hvað mestur á þessum slóðum. Athygli vekur að mun minni snjór er í Sæluhúsmúlanum að austanverðu, en að sunnanverðu, sjá **mynd 38** hér að framan með veglínu A. Veglína B er sunnan undir múlanum.

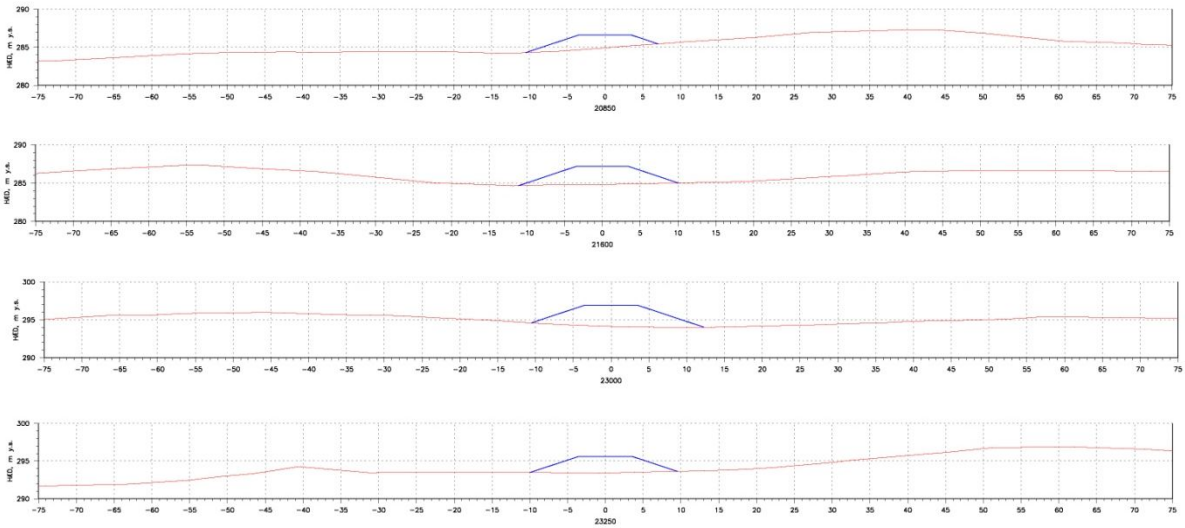


**Mynd 44** Horft til vesturs úr nágrenni Rauðhóls yfir veglínu B. Sæluhúsmúli er rétt hægra megin við háspennumastur.

Við vettvangsskoðun vakti athygli að á núverandi slóð sunnan við Rauðhól og suður að Þeistareykjum var víða áberandi meiri snjór næst slóðinni en til hliðar við hana. Þótt landið virðist tiltölulega flatt sést að í því eru hólar og ásar og hæðarmunur þeirra og slakkans á milli er víða 2-3 m. Vegagerðarmaðurinn hefur greinilega lagt slóðina í slakkann þar sem hann er auðveldastur til vegagerðar og eðlilega reynt að forðast hæðirnar þar sem mest er grjótið og erfiðast að ryðja slóð.

Dæmi, sem lýsa þessu betur, má sjá á eftirfarandi sniðum (**mynd 45**). Vegurinn er á suðurleið og ríkjandi skafrenningsátt úr norðri eða norðaustri er frá vinstri á sniðunum. Sé vitnað til skýringarmynda hér að framan ber að varast hæðir og hóla vinstra megin við veg. Einnig getur skafið úr norðvestri og þá eru hæðir hægra megin við veg varhugaverðar.

Í stöð 20850 er 3 m hátt hæðardrag hægra megin við veg og vegstæðið er ekki á góðum stað í sniðinu. Í stöð 21600 nær 2 m upphækkaður vegur tæplega upp fyrir hæðardrög sitt hvoru megin við veg. Í stöð 23000 nær 3 m hár vegur rétt upp fyrir hæðadrög sitt hvoru megin við veg. Í stöð 23250 er um 5 m hátt hæðardrag hægra megin við veg og annað lægra vinstra megin.



**Mynd 45** Snið nýs vegar á fjórum stöðvum sunnan Rauðhóls samkvæmt veglínu B**.**

Vegur sem byggður er upp í eða mjög nærri slóð sem lögð hefur verið með þeim hætti sem lýst er hér að framan mun óhjákvæmilega verða verri vetrarvegur en vegur sem lagður er með snjóalög í huga.

Vegur sem lagður er á besta stað þar sem er snjóþungt er gjarnan hannaður þannig að hann sé um 1,5 til 2,0 m upp úr landi. Stærðargráður í efnismagni við vegagerð má sjá í eftirfarandi upptalningu (7 m vegbreidd, vegflái 1:3). Kostnaður er gjarnan í beinu hlutfalli við efnismagn.

- Vegur sem er 1,0 m upp úr landi þarf um 10 $m^3$/m
- Vegur sem er 1,5 m upp úr landi þarf um 18 $m^3$/m
- Vegur sem er 2,0 m upp úr landi þarf um 27 $m^3$/m
- Vegur sem er 3,0 m upp úr landi þarf um 51 $m^3$/m

Með hliðsjón af því sem að framan er sagt má álykta að ef vegur samkvæmt veglínu B þyrfti að vera 1,0 m hærri upp úr landi en veglína A til þess að vera sambærilega varinn fyrir snjósöfnun, þá gæti kostnaður við hvern lengdarmetra slíks vegar orðið um tvöfaldur miðað við eðlilega hannaðan veg.

Að sögn heimamanna sem mikið ferðast um á vélsleðum er verulegur munur á snjóalögum annars vegar í Grísatungufjöllum rétt norðan við veglínu B og hins vegar í Lambafjöllum sem eru vestan við fyrirhugaðar veglínur. Veglína B liggur um 5 km til austurs áður en hún beygir og liggur þaðan um 6 km til suðurs. Veglína A liggur í um 6 km til suðurs áður en hún beygir og liggur þaðan um 4 km til austurs. Það er mat heimamanna að þeim mun fyrr sem vegur liggi til suðurs með Lambafjöllum þeim mun minni líkur séu á að hann teppist af snjó.

***Háspennulínur og vegir***

Skipulagsstofnun benti að gera þyrfti grein fyrir legu fyrirhugaðs línuvegar Landsnets miðað við tvo kosti virkjunarvegar norðan Þeistareykja.

Það er á hendi Landsnets hf. sem framkvæmdaraðila línanna að gera grein fyrir framkvæmd við línuveg við Þeistareykjalínu 1. Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir tengdum framkvæmdum, þar á meðal háspennulínum að því marki sem gögn leyfa.

Umfjöllun um línuveg norðan Þeistareykja byggir á upplýsingum frá Landsneti hf. Gerð er grein fyrir afstöðu fyrirhugaðra línuvega til nýs vegar samkvæmt svæðisskipulagi annars vegar (veglína A) og til nýs vegar sem fylgdi núverandi vegslóð norðan Þeistareykja hins vegar (veglína B).

Meðfram fyrirhugaðri háspennulínu frá Þeistareykjum að Bakka við Húsavík þarf að leggja framkvæmda- og viðhaldsslóðir. Veglína A liggur á kafla nærri línunni og þess vegna má nýta veginn sem aðkomuleið að línuslóðum á þeim kafla þar sem línan mun liggja yfir Þeistareykjahraun. Veglína B liggur hvergi nærri fyrirhugaðri háspennulínu og nýtist því á engan hátt við línubygginguna.

***Námur og slóðir að þeim***

Leggja þarf veg um Þeistareykjahraun að efnisnámum RHN-10/11.

Sunnan við Höfuðreiðarmúla, austan Jónsnípu, eru fyrirhugaðar efnisnámur (RHN-10/11), sem nýta á einkum til vegagerðar og mögulega í virkjunarframkvæmdir. Ef veglína A verður fyrir valinu þarf að leggja nokkur hundruð metra veg að námunum en um 3 km veg ef veglína B verður fyrir valinu.

Verði veglína B fyrir valinu má að hluta til nýta efni til vegagerðar úr námu við Sæluhúsmúla (RHN-6) þar sem hún liggur mun nær veglínu B en RHN-10/11 gerir. Efni til virkjunarframkvæmda yrði þá líklega sótt suður fyrir Þeistareyki í námu ÞRN-2 við Kvíhóla, þar sem vegalengd frá námu RHN10/11 til virkjunar mun lengjast verulega við veglínu B.

Akstursvegalengd með efni til vegagerðar fyrir veglínu B er lengri frá námum RHN-6 og RHN-10/11 en vegalengd frá námu RHN-10/11 fyrir veglínu A. Sama gildir um efni til virkjunarframkvæmda. Námuvinnsla er því öll dýrari við veglínu B en við veglínu A.

***Mannvirki tengd Þeistareykjavirkjun og slóðir að þeim***

Skammt frá Skildingahól í veglínu A hefur verið boruð vatnsvinnsluhola vegna virkjunarinnar. Áður en hún var boruð var lögð slóð í fyrirhugaða veglínu A. Lengd þessarar slóðar er um 2,5 km, sem er tæpur fjórðungur veglínunnar sem er til umfjöllunar í samanburðinum.

Verði veglína B fyrir valinu þá verður heildarlengd varanlegra vega umtalsvert lengri en við veglínu A.

***Almenn rök gegn vegi, sem reynt er að leggja ofan í gamlan veg (veglína B)***

Ef veglína B er lögð þannig að gamall vegur eða leifar hans séu sýnilegar á 50% leiðarinnar, þá er hætt við að það veiti vegfaranda þá tilfinningu að verið sé að spilla landi með óþörfum hætti.

Ekki er hægt að nýta það sem eftir er af gömlu vegslóðinni á nokkurn hátt og því verður að reyna að afmá slóðina, en það getur reynst torsótt að gera það svo vel fari, í hraunalandslagi eins og er á þessum slóðum. Þó mun gróður að einhverju leyti fela ummerki slóðar þegar fram líða stundir.

***Almenn rök fyrir nýju vegstæði (veglína A)***

Leggja má veglínu A á nýjum stað þannig að vegfarandi hafi á tilfinningunni að vegurinn falli vel að landi og að engin óþarfa spjöll hafi verið unnin.

Nýr vegur á nýjum stað býður upp á að nýta gömlu slóðina til ferðaþjónustu svo sem gönguleið, reiðleið eða fjórhjólaleið og tengja öðrum þekktum ferðaleiðum á svæðinu fjarri bílaumferð. Sé það ekki talið fýsilegt má loka og reyna að afmá gömlu slóðina með þeim annmörkum sem rætt er um hér að framan. Þegar fram líða stundir mun gróður að einhverju leyti ná að fela ummerki slóðar.

**Yfirlit yfir almennan samanburð veglína**

Það er flest sem mælir með veglínu A og má þar nefna eftirfarandi:

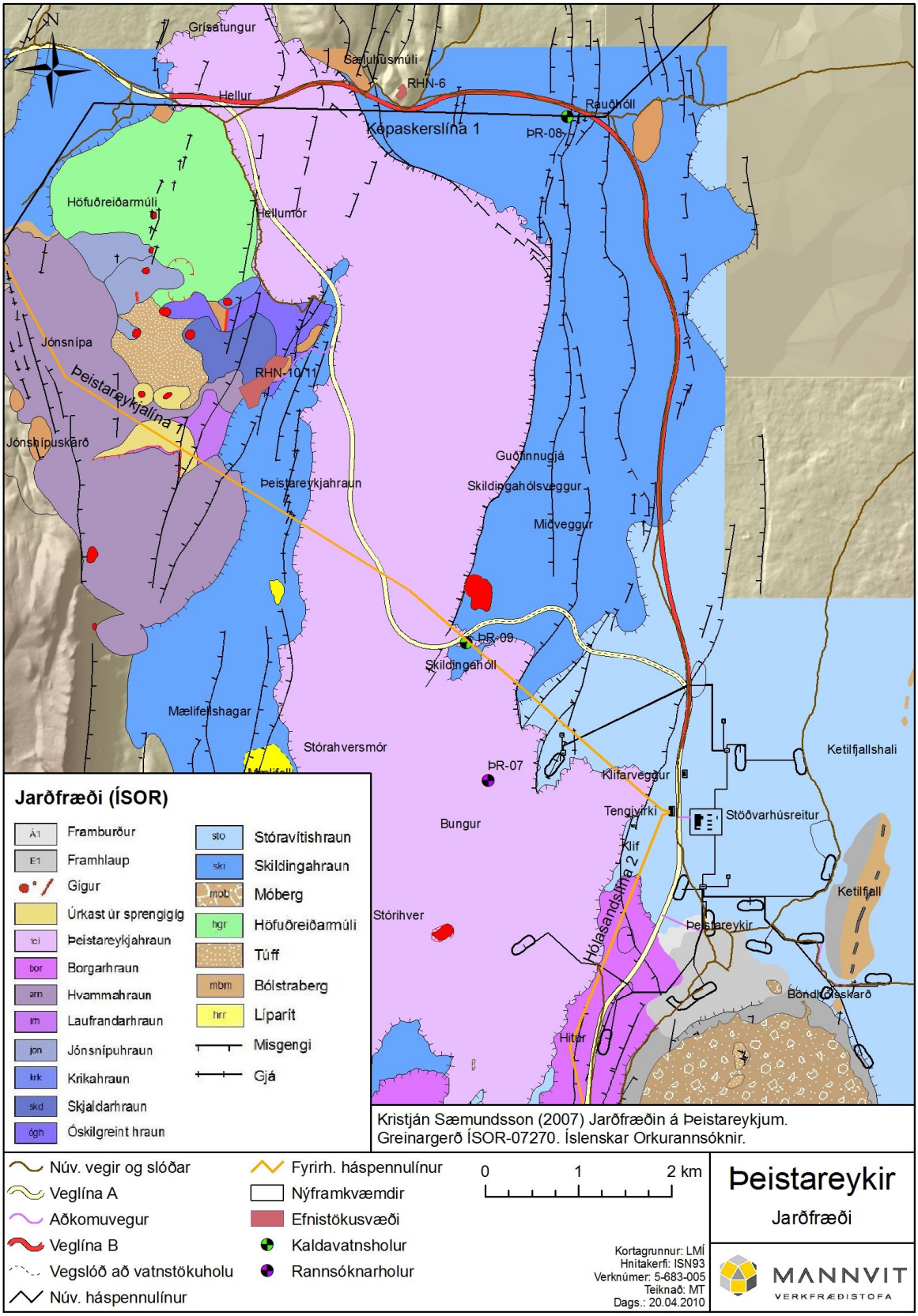
- Á samþykktum skipulagsuppdrætti er gert ráð fyrir veglínu A.
- Veglína B er um 750 m lengri en veglína A og er þá ekki tekið tillit til annarra slóða.
- Óhjákvæmilegir vegir að námu austan Jónsnípu, sem er 3 km frá núverandi vegi, að vatnsvinnsluborholum við Skildingahól, einnig um 3 km frá núverandi vegi og að háspennulínu í Þeistareykjahrauni eru þess valdandi að heildarlengd vega og slóða mun verða lengri með veglínu B. Kostnaður við vegagerð við veglínu B verður meiri, sem þessum vegum nemur.
- Snjósöfnun, sérstaklega við Sæluhúsmúla og almennt meiri snjóalög norðarlega á svæðinu sem hér er til umfjöllunar, valda því að erfiðara verður að halda veglínu B opinni að vetrarlagi þegar snjóar og skefur. Af sömu ástæðu má ætla að reksturskostnaður verði umtalsvert meiri.
- Veglína B gæti á köflum orðið allt að tvöfalt dýrari á lengdarmetra en veglína A vegna meiri snjóalaga á leið B.
- Kostnaður við akstur úr námum er meiri við veglínu B vegna lengri akstursvegalengda.
- Þótt veglína B verði lögð mun núverandi slóð eða ummerki eftir hana verða utan við fláafót og þar með sýnileg á um 50% leiðarinnar. Þetta getur veitt vegfaranda þá tilfinningu að illa sé farið með land.
- Veglína A býður upp á að nýta gömlu slóðina til margvíslegrar ferðaþjónustu.

Út frá samræmi við staðfest skipulag og stefnu sveitarfélaga, styttri veglínu, betri tengslum við aðra framkvæmdaþætti Þeistareykjavirkjunar og tengdar framkvæmdir, minni líkum á snjósöfnun, lægri áætlaðs framkvæmda- og rekstrarkostnaðar, auk þess sem gamla vegslóðin getur hugsanlegt nýst áfram sem göngu- og reiðleið, þá telur framkvæmdaraðili nýjan veg samkvæmt veglínu A mun vænlegri kost en samkvæmt veglínu B.

### 5.2.5 SAMANBURÐUR UMHVERFISÁHRIFA VEGLÍNA A OG B

***Áhrif á landslag og jarðmyndanir***

Veglína A frá Þeistareykjum að Höfuðreiðarmúla liggur um tvær landslagsheildir fyrstu þrjá kílómetrana. Fyrst um Stóravítis- og Skildingahraun vestur að Skildingahól og þaðan bróðurpartinn af leiðinni, sjö kílómetra, um Þeistareykjahraun norður fyrir Höfuðreiðarmúla (sjá **mynd 46**). Um er að ræða eldhraun af misjöfnum aldri og misgróin á allri þessari leið.




**Mynd 46** Jarðfræði á veglínum A og B norðan Þeistareykja**.**

Veglína B liggur um sömu landslagsheildir og veglína A. Á fyrsta hluta leiðarinnar fer hún tæpa tvo kílametra um Stóravítishraun, mestan hlutann, um átta kílómetra, liggur leiðin um Skildingahraun og síðustu tvo kílómetrana á Þeistareykjahrauni.

Báðar veglínur liggja því alla leið, um tíu kílómetra, á hraunum sem njóta verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd.

Framkvæmdaraðili telur að áhrif veglína A og B á landslag og jarðmyndanir verði sambærileg.

***Áhrif á gróður***

Innan orkuvinnslusvæðis frá því sem vikið er frá núverandi vegslóð mun nýr vegur samkvæmt veglínu A að mestu fara yfir samfellt gróinn fjalldrapamóa á hrauni (**viðauki A7**). Frá orkuvinnslusvæðinu út fyrir Höfuðreiðarmúla fer veglína A yfir illa gróinn og talsvert sandorpinn kafla og þar sem gróður er að finna er mest lyngmói. Stór flæmi eru lítt- eða ógróin hraun, hrein og sandorpin.

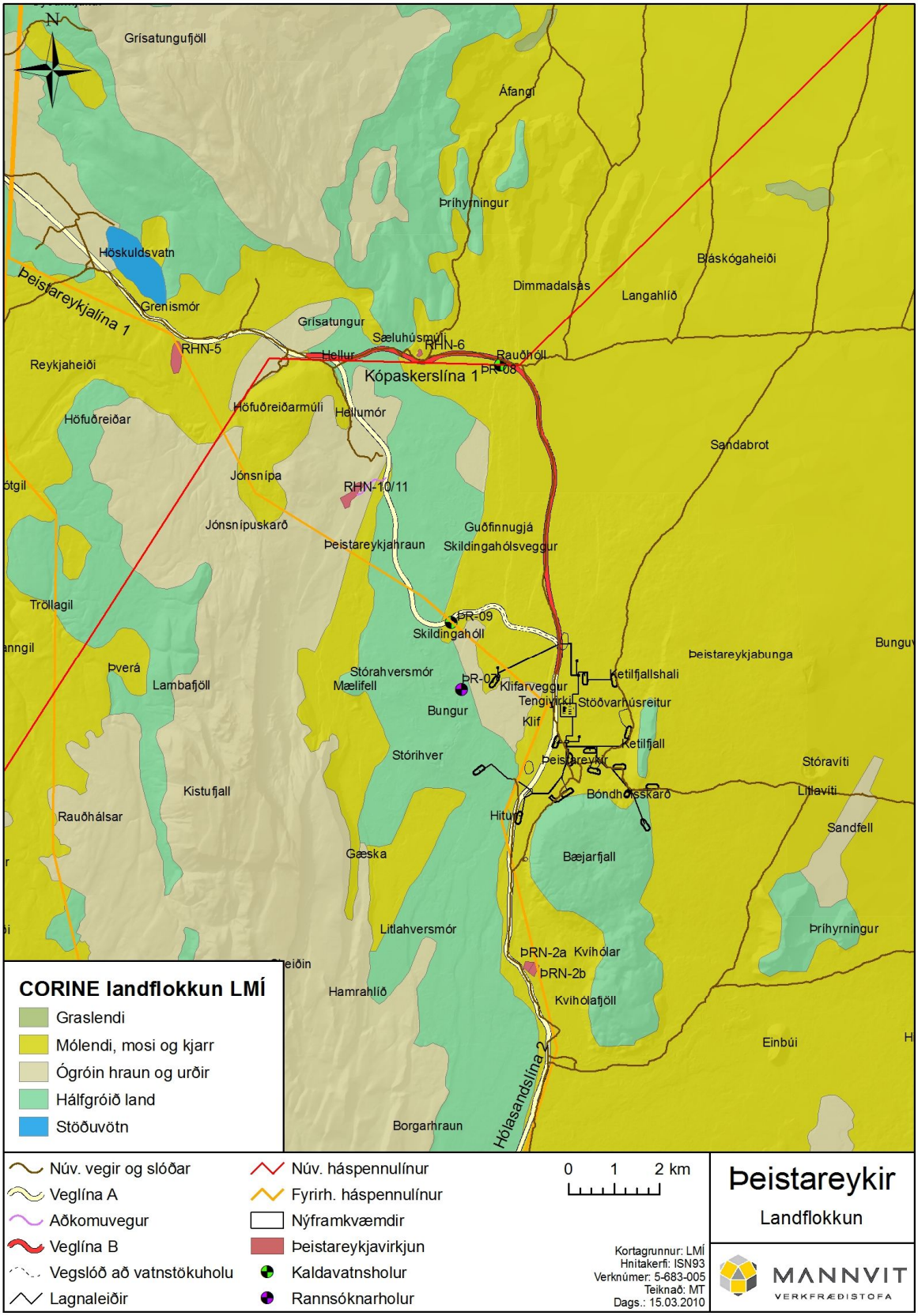
Ekki er til nákvæmt gróðurkort nema af þeim hluta veglínu B sem liggur innan orkuvinnslusvæðisins. Þar er samfellt gróinn fjalldrapamói (**viðauki A7**) og heldur svo áfram langleiðina norður eftir núverandi vegslóð þar sem hann fer um Skildingahraun.

Samkvæmt korti (**mynd 47**) sem sýnir CORINE landflokkun Landmælinga Íslands (Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson, 2009) liggur veglína A um mólendi vestur af stöðvarhúsreitnum, þá hálfgróið land norður að Höfuðreiðarmúla og nyrst um ógróin hraun og urðir.

Á **mynd 47** má sjá að veglína B liggur samkvæmt CORINE landflokkun um mólendi um Stóravítishraun og Skildingahraun, nær alla leiðina að Sæluhúsmúla. Síðasta kafla leiðarinnar að Höfuðreiðarmúla fer hún um hálfgróið land á Þeistareykjahrauni.

Báðar veglínur A og B fara yfir gróið land á um eða yfir helmingi leiðarinnar. Þó veglína B fylgi að hluta núverandi vegslóð þá er áætlað að um 50% slóðarinnar lendi utan við vegfláa nýs vegar samkvæmt þessari útfærslu. Jarðvegs- og gróðurhula er jafnframt þykkari á Stóravítishrauni og Skildingahrauni.

Vegagerð samkvæmt báðum leiðum mun raska grónu landi og telur framkvæmdaraðili að áhrif virkjunarvegar norðan Þeistareykja eftir veglínu B á gróður verði meiri eða sambærileg og af vegagerð samkvæmt veglínu A.




**Mynd 47** CORINE landflokkun LMÍ á veglínum A og B norðan Þeistareykja.

***Áhrif á verndarsvæði og menningarminjar***

Báðir veglínukostir liggja nær alla leið frá stöðvarhúsi að Höfuðreiðarmúla um hraun sem er jarðmyndun sem nýtur verndar samkvæmt 37. grein í lögum nr. 44/1999 um náttúruvernd samanber umfjöllum um samanburð áhrifa vegagerðar á jarðmyndanir og landslag hér að framan.

Veglína A liggur á tveimur stöðum um eða við svæði með sprungum og misgengjum sem njóta hverfisverndar, HÞ4 samkvæmt svæðisskipulagi (**mynd 48**). Mannvirkjagerð er þó heimil en vanda skal sérstaklega til allra mannvirkja. Veglína B liggur sömuleiðis um tvö HÞ4 hverfisverndarsvæði.

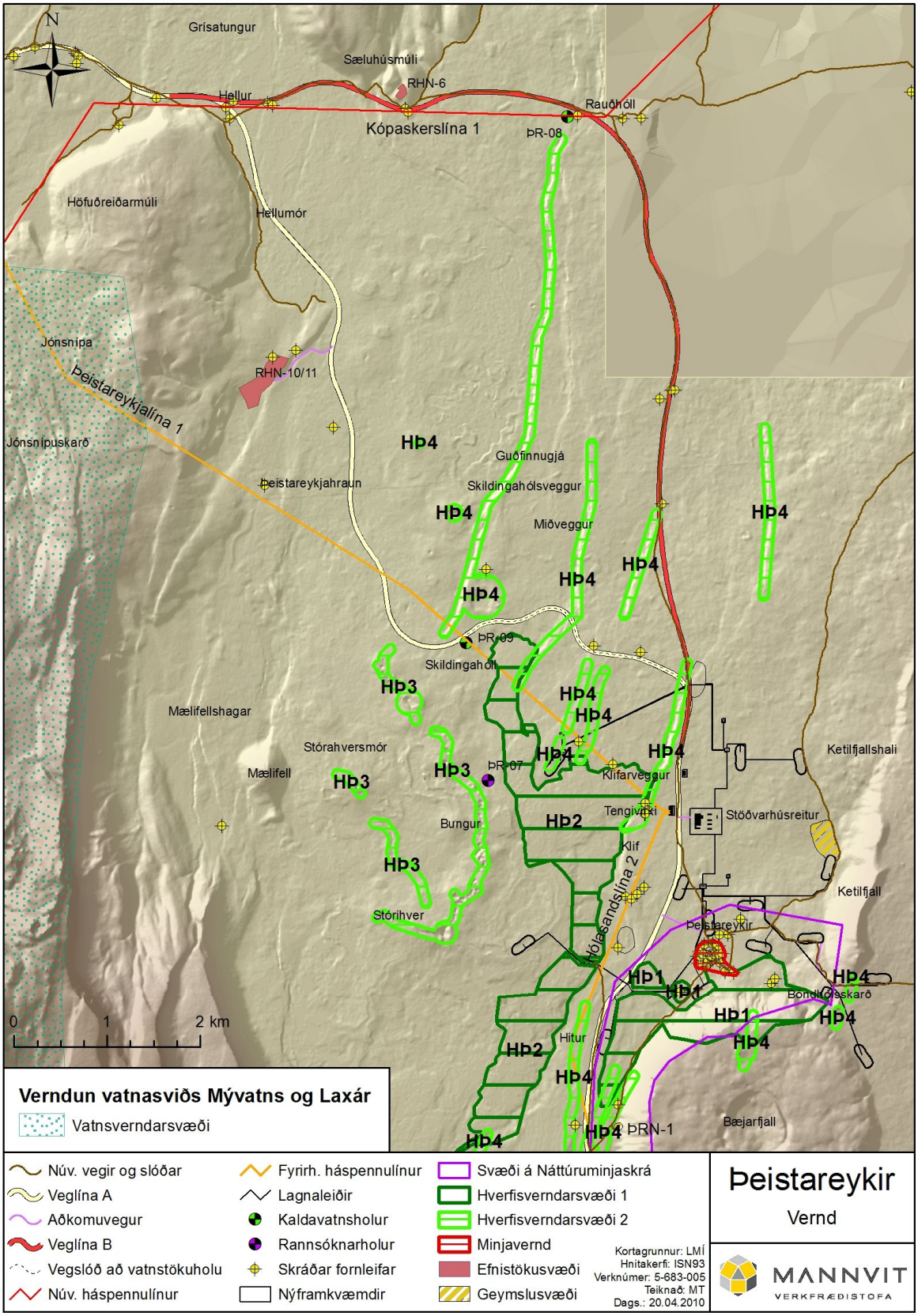
Nokkrir skráðir minjastaðir eru í nágrenni við báðar veglínur. Hægt verður að taka tillit til þeirra við frekari útfærslu vegar og er ekki talinn neinn munur á veglínum A og B hvað þetta varðar.

Í samræmi við það sem fram kemur um hugsanleg áhrif nýs vegar samkvæmt veglínum A og B telur framkvæmdaraðili að áhrif beggja útfærsla verði sambærileg á verndarsvæði og menningarminjar.

### 5.2.6 NIÐURSTAÐA SAMANBURÐAR VEGLÍNA A OG B

Það er niðurstaða Þeistareykja ehf. í samræmi við umfjöllun hér að framan, um nýjan veg norðan Þeistareykja samkvæmt veglínum A og B, að veglína B komi ekki til greina. Framkvæmdaraðili telur nýjan veg samkvæmt veglínu A mun vænlegri kost en samkvæmt veglínu B. Ástæðan er að veglínan er í samræmi við staðfest skipulag og stefnu sveitarfélaga, hún er styttri, betri tengsl eru við aðra framkvæmdaþætti Þeistareykjavirkjunar m.a. vegi og tengdar framkvæmdir, minni líkur eru á snjósöfnun, lægri áætlaður framkvæmda- og rekstrarkostnaðar, auk þess sem gamla vegslóðin getur hugsanlegt nýst áfram sem göngu- og reiðleið. Þá telur framkvæmdaraðili ekkert hafa komið fram við nánari skoðun, sem gefi tilefni til að ætla að nýr vegur eftir veglínu B leiði til þess að fyrirhuguð Þeistareykjavirkjun og virkjunarvegur hafi minni umhverfisáhrif en ef farið yrði eftir veglínu A.

Þeistareykir ehf. telja nýjan veg samkvæmt veglínu B ekki koma til greina. Í þessari frummatsskýrslu er í öðrum köflum en hér í 5. kafla gerð grein fyrir framkvæmd og mati á umhverfisáhrifum virkjunarvegar norðan Þeistareykja samkvæmt þeirri leið sem kynnt var í tillögu að matsáætlun, það er samkvæmt veglínu A.




**Mynd 48** Verndarsvæði samkvæmt svæðisskipulagi og náttúruminjaskrá, ásamt menningarminjum á veglínum A og B norðan Þeistareykja.

## 5.3 NÚLLKOSTUR

Með núllkosti er átt við þann kost að ekki verði af byggingu jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum. Samkvæmt staðfestu svæðisskipulagi hafa viðkomandi sveitarfélög markað og samþykkt stefnu um nýtingu jarðhita til raforkuframleiðslu, afmörkun landsvæða fyrir mannvirki tengd orkuvinnslu, flutningslínum og vegum. Hvernig svæðið mundi þróast ef ekki kæmi til framkvæmdanna og miðað við núverandi landnotkun er erfitt að spá fyrir um, enda skortir allar forsendur til slíkra ályktana.

Óbreytt landnotkun er í ósamræmi við gildandi svæðisskipulag og tillögur að aðalskipulagi sveitarfélaganna á svæðinu. Ekki verður frekara rask eða umhverfisáhrif af völdum framkvæmda og reksturs við Þeistareykjavirkjun og virkjunarveg. Á móti kemur að engin jákvæð samfélagsleg áhrif tengd iðnaðaruppbyggingu í Þingeyjarsýslum og á landsvísu verða vegna hugsanlegs ávinnings af framkvæmdum og jarðhitanýtingu.

Á þessu stigi er ekki hægt að segja fyrir um hvort aðrar framkvæmdir verða mögulega á orkuvinnslusvæðinu í framtíðinni verði ekki af byggingu Þeistareykjavirkjunar og vegagerð frá Húsavík að Þeistareykjum. Verði núverandi rannsóknaholur ekki nýttar sem vinnsluholur í náinni framtíð er stefnt að því að koma svæðinu aftur sem næst í fyrra horf í samráði við leyfisveitendur og eftirlitsaðila. Framkvæmdum við rannsóknaboranir hefur verið haldið í lágmarki, til að mynda með því að lagfæra og nýta vegslóðir sem fyrir voru á svæðinu til aðkomu að borteigum. Gert er ráð fyrir að vegslóðir sem hafa verið lagfærðar með því að keyra í þær fyllingarefni verði látnar óáreyttar. Þær verða því aðeins færar vel búnum bílum til lengri tíma litið, nema viðkomandi sveitarfélög sjái um að halda þeim við. Við frágang rannsóknaholu sem ekki nýtist sem vinnsluhola er gert ráð fyrir að fylla í borholukjallarann þannig að sjáanlegur hluti holunnar á yfirborði verði eingöngu stútur upp úr jörðinni með holuloka. Hugsanlega verður settur yfir hana málmkassi til að verja búnaðinn. Með slíkum frágangi er unnt að nýta holuna til mælinga. Hægt er að minnka umfang borteiga, jafnvel moka burtu efni sem keyrt hefur verið í borplön, afmá ummerki eins og hægt er og græða upp ef við á. Niðurstaðan er því að ef ekki verður af þeirri framkvæmd sem kynnt er í þessari matsskýrslu helst svæðið nokkurn veginn óbreytt frá því sem nú er. Reikna má með að náttúran og umhverfið muni þróast eftir eigin lögmálum án áhrifa virkjunar og bætts aðgengis að svæðinu.

# 6 FRÁVIK FRÁ MATSÁÆTLUN

## 6.1 BORSVÆÐI

Í tillögu að matsáætlun voru kynntir 14 möguleikar á borsvæðum. Borsvæði F hefur verið fært og því snúið 90° miðað við það sem gert var ráð fyrir, sjá **mynd 12**. Eins og fram kemur í kafla 4.3.2 er borteigur á þessu svæði sérstaklega hugsaður fyrir boranir til vestur undir sprungusvæðið þar sem góður hiti er neðan 1500-1800 m dýpis. Auk þess sem talið er að breytingin verði til þess að auka möguleika á stefnuborun á svæðinu var færsla í átt frá skálanum og Þeistareykjatúninu talin geta dregið úr áhrifum á ásýnd og minja- og hverfisvernd.

Einu borsvæði hefur verið bætt við í frummatsskýrslu, borsvæði E (**mynd 12**). Það er gert til að auka möguleika á að ná betur með stefnuborunum að bora vinnsluholur til vesturs undir Tjarnarás og lengra til norðurs en hægt er frá borsvæði F. Samkvæmt niðurstöðum yfirborðsrannsókna og fyrirliggjandi upplýsingum úr rannsóknaborholum á Þeistareykjum eru taldar líkur á að þar geti vinnsluboranir gefið góða raun.

Að mati Þeistareykja ehf. er um minni háttar frávik frá matsáætlun að ræða og er í frummatsskýrslu gerð grein fyrir þessum framkvæmdaþætti og umhverfisáhrifum á sambærilegan hátt og fyrir önnur borsvæði. Allar rannsóknir og athugunarsvæði ná til borsvæðis E varðandi þá umhverfisþætti sem fjallað er um í mati á umhverfisáhrifum.

## 6.2 STÖÐVARHÚSREITUR

Stöðvarhúsreitur hefur verið færður um 110 m til austur frá því sem áður var gert ráð fyrir. Þetta var gert m.a. vegna þess að þröngt þótti þar sem virkjunarvegur liggur milli fyrirhugaðs stöðvarhúss og tengivirkis þegar horft er til framtíðarnýtingar vegarins sem ferðaleiðar.

## 6.3 HITAVEITULÖGN

Í ákvörðun Skipulagsstofnunar um tillögu Þeistareykja ehf. að matsáætlun fyrir Þeistareykjavirkjun, dags. 6. nóvember 2009, kemur fram að í frummatsskýrslu þurfi að fjalla um hugsanlega hitaveitulögn meðfram nýjum vegi milli Þeistareykja og Húsavíkur sbr. eftirfarandi:

> *„Í fyrsta lagi er í því sambandi bent á að í svæðisskipulagi (kafli 5.2.4) er við leiðaval tekið mið af því að mögulegt verði að leggja hitaveitu meðfram veginum. Í frummatsskýrslu þarf að fjalla um rök fyrir því að þörf verði á slíkri hitaveitu. Þá þarf að gera rökstuddan samanburð á gerð slíks mannvirkis annars vegar meðfram nýjum vegi er lægi sem mest eftir og í nágrenni við núverandi veg og hins vegar meðfram vegi skv. svæðisskipulaginu. Í slíkum samanburði yrði ekki aðeins horft til vegalengdar heldur einnig tæknilegra þátta er varða legu/byggingu/rekstur slíkrar lagnar, jarðtæknilegra aðstæðna og umhverfisáhrifa, áhrifa á náttúru og sjónræn áhrif“.*

Framkvæmdaraðili getur ekki orðið við athugasemd Skipulagsstofnunar. Hér á eftir er greint frá samráði við Skipulagsstofnun vegna þessa fráviks frá matsáætlun.

Einnig er fjallað um stöðu mála varðandi tengsl skipulags og hugsanlegra áforma um hitaveitulögn meðfram virkjunarvegi að Þeistareykjum í framtíðinni.

### 6.3.1 SAMRÁÐ VIÐ SKIPULAGSSTOFNUN

Fimmtudaginn 19. nóvember 2009 var haldinn fundur með Skipulagsstofnun um ákvörðun stofnunarinnar frá 6. nóvember sl. um tillögu að matsáætlun fyrir allt að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun í Þingeyjarsveit og Norðurþingi, sem er hluti matsáætlunar, sbr. 2. mgr. 8. gr. laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum.

Tilgangur fundarins var að fara yfir ákvörðun Skipulagsstofnunar og leita skilnings á nokkrum atriðum sem þar koma fram. Þar er m.a. um að ræða umfjöllun um mögulega hitaveitulögn frá Þeistareykjum til Húsavíkur og mat á umhverfisáhrifum slíkrar framkvæmdar. Á framangreindum fundi kom fram hjá Skipulagsstofnun að þar sem engin áform væru um lagningu hitaveitulagnar frá Þeistareykjum til Húsavíkur væri nægjanlegt að birta í frummatsskýrslu yfirlýsingu viðkomandi sveitarfélaga þess efnis að ekki væru nein áform um hitaveitulögn frá Þeistareykjum til Húsavíkur.

Ákveðið var á fundinum að Þeistareykir ehf. sendu inn fyrirspurn til Skipulagsstofnunar þar sem farið yrði yfir sameiginlegan skilning og leiðbeiningar um samræmi milli matsáætlunar og umfjöllunar í frummatsskýrslu um framangreint atriði. Í fyrirspurninni sem send var til Skipulagsstofnunar 2. desember 2009 (**viðauki A19**) var greint frá því hvernig framkvæmdaraðili fyrirhugaði að fjalla um framangreindan þátt í frummatsskýrslu og óskað eftir athugasemdum og samþykki Skipulagsstofnunar varðandi það hvort umfjöllunin teldist vera í samræmi við matsáætlun samkvæmt skilningi stofnunarinnar.

Skipulagsstofnun svaraði erindi Þeistareykja ehf. í bréfi dags. 7. desember 2009 (**viðauki A19)**. Þar kemur fram að Skipulagsstofnun telur að framkvæmdaraðili hafi greint vel frá stöðu málsins í erindi sínu. Lagði stofnunin til að framkvæmdaraðili birti eftirfarandi umfjöllun í frummatsskýrslu.

### 6.3.2 HITAVEITULÖGN OG SVÆÐISSKIPULAG HÁHITASVÆÐA

Í lið 5.2.4 í greinargerð Svæðisskipulags háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 þar sem fjallað er um „Mat á skipulagskostum fyrir legu vegar“ kemur fram að við ákvörðun á veglínu á milli orkuvinnslusvæðis á Þeistareykjum og Húsavíkur var einnig tekið mið af því að í framtíðinni verði möguleiki á að leggja hitaveitulögn meðfram veginum (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

Á þessu stigi eru hvorki áform um að byggja varmastöð á Þeistareykjasvæðinu né hitaveitulögn frá Þeistareykjum til Húsavíkur. Þetta var staðfest með bréfi frá Norðurþingi dags. 14. janúar 2010 (**viðauki A19)**. Í sjötta kafla greinargerðar með fyrrgreindu svæðisskipulagi er gerð grein fyrir staðfestri skipulagstillögu. Þó fram komi í kafla 6.6 í greinargerðinni að hugsanlegt sé að með virkjun háhitasvæðisins á Þeistareykjum gefist kostur á hitaveitu þaðan til Húsavíkur, þá kemur þar einnig fram að ekki liggja á þessu stigi fyrir nein mótuð framkvæmdaáform að þessu leyti samanber eftirfarandi:

*„Hugsanlegt er að með virkjun háhitasvæðisins á Þeistareykjum gefist kostur á hitaveitu þaðan til Húsavíkur þannig að heitt affallsvatn frá virkjuninni nýtist til húshitunar og iðnaðarstarfsemi þar. Ekki liggja á þessu stigi fyrir nein mótuð framkvæmdaáform að þessu leyti.*

*Í svæðisskipulaginu felst heimild til þess að leggja hitaveitulögn frá Þeistareykjum að Húsavík sbr. markmið sveitarfélaganna (kafli 3.2.3). Miðað er við að lögnin fylgi aðalvegi í meginatriðum í samræmi við markmið sveitarfélaganna um samþættingu mannvirkja.*

*Lega hugsanlegrar hitaveitulagnar er sýnd á svæðisskipulagsuppdrætti meðfram vegi til norðurs frá Þeistareykjum. Lega lagnar innan orkuvinnslusvæðis er ekki sýnd. Nákvæm lega verður skilgreind nánar í aðalskipulagi viðkomandi sveitarfélaga og í deiliskipulagi orkuvinnslusvæðisins. Ekki þarf að breyta svæðisskipulaginu þótt breytingar verði gerðar á legu hitaveitulagnarinnar í samræmi við hönnun vegar sbr. ákvæði um virkjanaveg í kafla 6.5.1.*

*Hitaveitulögnin kann að vera háð mati á umhverfisáhrifum framkvæmda sbr. ákvæði 2. viðauka laga um mat á umhverfisáhrifum framkvæmda (106/2000). Tilkynna ber framkvæmdina til Skipulagstofnunar sem metur hvort áhrif hennar beri að meta sérstaklega“.*

Þó það sé stefna viðkomandi sveitarfélaga, samkvæmt staðfestu svæðisskipulagi, að hugsanleg hitaveitulögn fylgi aðalvegi frá Þeistareykjum að Húsavík, einhvern tíma í framtíðinni, er hitaveitulögn ekki hluti af fyrirhugaðri framkvæmd við Þeistareykjavirkjun og hafa Þeistareykir ehf. engin áform um slíka framkvæmd. Þeistareykir ehf. geta því ekki orðið við tilmælum Skipulagsstofnunar um að gera grein fyrir framkvæmd við hitaveitulögn og umhverfisáhrifum hennar, hvorki meðfram eða í nágrenni við núverandi veg, né meðfram virkjunarvegi samkvæmt svæðisskipulagi.

Eins og fram kemur í kafla 6.6 í greinargerð með svæðisskipulaginu heyrir framkvæmd við hitaveitulögn undir lög um mat á umhverfisáhrifum. Verði einhvern tíma í framtíðinni tekin ákvörðun um hitaveituframkvæmd á Þeistareykjum og hitaveitulögn þaðan mun viðkomandi framkvæmdaraðili, hugsanlega annar en Þeistareykir ehf., þurfa að kynna þau áform fyrir viðeigandi sveitarfélögum og skipulagsyfirvöldum. Gert er ráð fyrir að framkvæmdin fái þá málsmeðferð í samræmi við gildandi lög, þar á meðal lög nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum og Skipulags- og byggingarlög nr. 73/1997.

Þeistareykir ehf. telja að niðurstaða samráðs við Skipulagsstofnun sé að það teljist vera í samræmi við samþykkta matsáætlun að hvorki verður fjallað um framkvæmd við hitaveitulögn né umhverfisáhrif slíks mannvirkis í frummatsskýrslu um Þeistareykjavirkjun.

# 7 SKIPULAG OG LANDNOTKUN

Fyrirhugað virkjunarsvæði á Þeistareykjum er í Þingeyjarsveit. Virkjunarvegur frá Húsavík að Þeistareykjum liggur einnig um Norðurþing, sjá **mynd 1**. Í þessum kafla er greint frá stöðu skipulags og landnotkun á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði. Einnig er fjallað um hvort svæðið njóti verndar af einhverju tagi samkvæmt gildandi skipulagi og lögum nr. 44/1999 um náttúruvernd.

## 7.1 STAÐA SKIPULAGS

### Svæðisskipulag

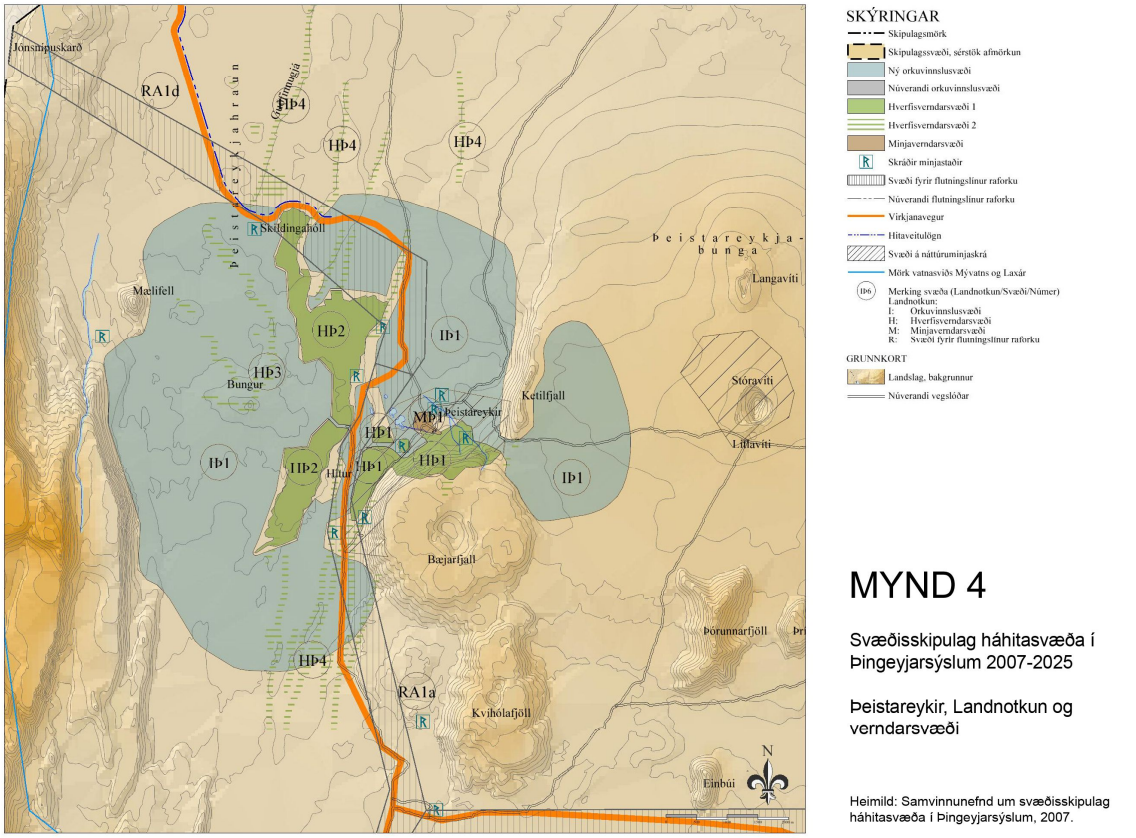
Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar er í gildi Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 sem var staðfest af umhverfisráðherra 16. janúar 2008. Fyrirhugaðar framkvæmdir eru í samræmi við það skipulag. Hér er um að ræða fyrsta skipulag sinnar tegundar á Íslandi. Svæðisskipulagið markar sameiginlega stefnu viðkomandi sveitarstjórna um orkuvinnslu og vernd á jarðhitasvæðum í Þingeyjarsýslum. Skipulagið var unnið í samræmi við lög nr. 105/2006 um umhverfismat áætlana. Við mótun þeirrar stefnu sem fram kemur í skipulaginu var haft samráð við stofnanir, hagsmunaaðila og félagasamtök. Afmörkuð eru orkuvinnslusvæði byggt á niðurstöðum rannsókna, náttúrufars, náttúruverndar og menningarminja. Til áréttingar stefnu um vernd eru sett hverfisverndarákvæði vegna náttúru- og menningarminja. Jafnframt er mörkuð stefna um legu aðkomuvega og flutningslína. Á **mynd 49** má sjá útdrátt úr skipulagsuppdrætti fyrir orkuvinnslusvæðið á Þeistareykjum eins og það er í gögnum með svæðisskipulagi (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

### Þingeyjarsveit

Unnið er að gerð aðalskipulags fyrir Þingeyjarsveit. Gert er ráð fyrir að tillaga að aðalskipulagi Þingeyjarsveitar verði auglýst á vormánuðum 2010. Í samráði við sveitarfélagið hefur komið fram að afmörkun orkuvinnslusvæða og verndarákvæði við Þeistareyki í aðalskipulagsáætlun munu verða í samræmi við Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

### Norðurþing

Aðalskipulag Húsavíkurbæjar 2005-2025 var staðfest af umhverfisráðherra þann 1. desember 2006. Á uppdrætti er sýnd veglína (aðrir vegir) frá sveitarfélagamörkum við Sæluhúsmúla, norðan við Höfuðreiðarmúla og áleiðis til Húsavíkur (Tækniþing, 2006). Þann 19. janúar 2010 samþykkti sveitarstjórn Norðurþings tillögu að breytingu á Aðalskipulagi Húsavíkurbæjar 2005-2025 Háspennulínur, Reykjaheiðarvegur og iðnaðarlóð á Bakka. Breytingin felst í nánari útfærslum á stefnu gildandi aðalskipulags varðandi fyrirhugaðar framkvæmdir innan Norðurþings sem ákvarðaðar hafa verið í sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum (Lögbirtingarblaðið, 2009). Breytingin var staðfest af umhverfisráðherra 31. mars 2010. Tillaga að nýju aðalskipulagi sem nær yfir allt land sveitarfélagsins, Aðalskipulag Norðurþings 2010-2030, hefur farið í gegnum kynningarferli í samræmi við 18. gr. skipulags- og byggingarlaga. nr. 73/1997 m.s.br. Samráð hefur verið við Norðurþing um fyrirhugaðar framkvæmdir við virkjunarveg að Þeistareykjum.




**Mynd 49** Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Séruppdráttur, Þeistareykir. Landnotkun og verndarsvæði.

### Deiliskipulag

Unnið verður deiliskipulag fyrir Þeistareykjavirkjun á orkuvinnslusvæðinu í samvinnu framkvæmdaraðila og Þingeyjarsveitar.

## 7.2 LANDNOTKUN

### Landbúnaður

Fyrr á tímum var búskapur í landi Þeistareykja en ekki hefur verið búið þar síðan 1873 þegar jörðin fór síðast í eyði. Túnið á Þeistareykjum var nytjað áfram allt fram undir 1955 og jörðin sem afréttur Aðaldæla og Reykdælahrepps frá árinu 1914 (Orri Vésteinsson, 2001). Í dag er svæðið nýtt sem afréttur fyrir sauðfé bænda í Þingeyjarsveit (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

### Landgræðsla

Hluti Þeistareykjasvæðisins er innan landgræðslusvæðis við Hólasand, sjá **mynd 1**.

### Útivist

Á haustin er svæðið nýtt af rjúpnaskyttum. Að vetri til er stunduð vélvædd útivist á svæðinu ásamt því sem farið er um svæðið á gönguskíðum. Á sumrin fara akandi ferðamenn um svæðið og nýta sér torfarnar slóðir sem þar eru. Einnig leggur göngufólk og vélhjólamenn leið sína um svæðið. Farnar eru nokkrar skipulagðar hestaferðir um svæðið. Nokkur fjöldi fólks nýtir sér skálann á Þeistareykjum, sem Þingeyjarsveit

og jeppaklúbburinn 4x4 halda við (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

## 7.3 VERND

Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar frá Húsavík hafa verið afmörkuð verndarsvæði í skipulagsáætlunum vegna náttúrverndar, vatnsverndar og minjaverndar. Á Þeistareykjum er einnig afmarkað náttúruverndarsvæði samkvæmt Náttúruminjaskrá. Það er sýnt á **mynd 50** ásamt hverfisverndarsvæðum samkvæmt Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 og afstöðu til framkvæmdasvæðis. Verndarsvæði samkvæmt Aðalskipulagi Húsavíkurbæjar 2005-2025 og fyrrnefndu svæðisskipulagi ásamt afstöðu til fyrirhugaðs virkjunarvegar eru sýnd á **mynd 51**.

**Lög um náttúruvernd**

Samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd njóta þar upptaldar jarðmyndanir og vistkerfi sérstakrar verndar og skal forðast röskun þeirra eins og kostur er. Þar á meðal eru eldvörp, gervigígar og eldhraun, hverir og aðrar heitar uppsprettur, svo og hrúður og hrúðurbreiður, 100 $m^2$ að stærð eða stærri en slíkar jarðmyndanir er að finna á Þeistareykjum.

**Náttúruminjaskrá**

Jarðhitasvæðið á Þeistareykjum er á náttúruminjaskrá vegna fjölbreyttra jarðhitamyndana, gufu- og leirhvera, útfellinga í norðurhlíðum Bæjarfjalls og við Bóndhól og jarðhitaplantna (Náttúruverndarráð, 1996).

**Hverfisvernd**

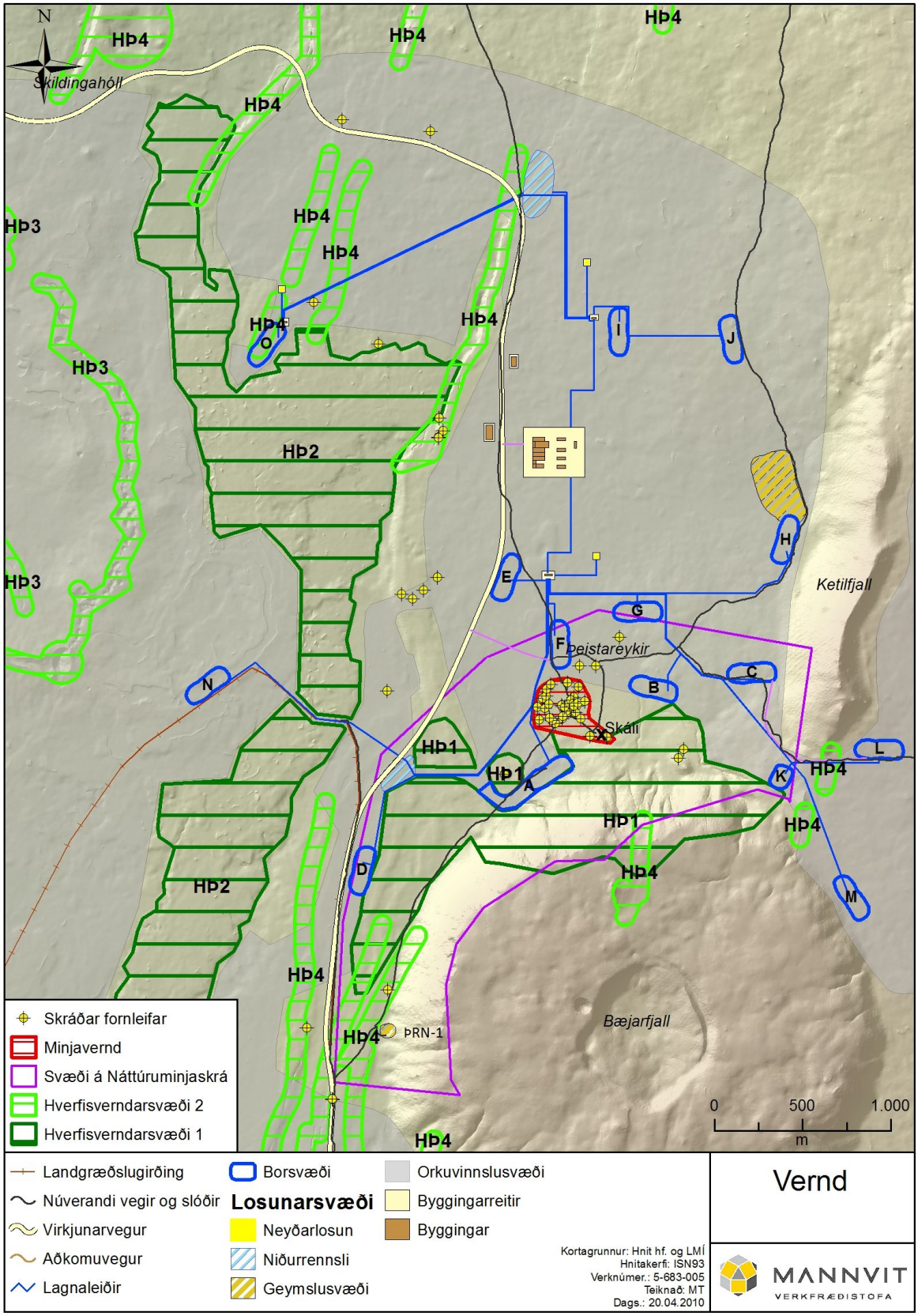
Í svæðisskipulagi fyrir háhitasvæði í Þingeyjarsýslum marka sveitarfélögin stefnu og setja skilyrði um vernd náttúru- og menningarminja. Gerð er grein fyrir því hvaða þættir í umhverfi viðkomandi svæðis njóta tiltekinnar verndar. Enn fremur kemur fram hvaða kvaðir eru samfara hverfisvernd varðandi landnotkun og framkvæmdir.

Hverfisvernd I: Afmörkuð eru svæði þar sem mannvirkjagerð og jarðrask er óheimil eða háð ströngum skilyrðum og takmörkunum.

Hverfisvernd II: Afmörkuð eru svæði með ákveðnum jarðmyndunum þar sem gæta skal sérstakrar varúðar við alla mannvirkjagerð og taka tillit til þeirra náttúrufyrirbrigða sem njóta eiga sérstakrar verndar.

Við afmörkun hverfisverndarsvæða er m.a. tekið mið af ákvæðum 37. greinar laga um náttúruvernd um sérstaka vernd ákveðinna jarðmyndana og vistkerfa. Þau svæði sem njóta hverfisverndar á Þeistareykjum eru eftirfarandi:

- Jarðhitasvæðið á Þeistareykjum: Innan svæðisins eru fjölbreyttar jarðhitamyndanir, gufu- og leirhverir ásamt útfellingum. Sérstæður snigill og planta hafa einnig fundist innan svæðisins.
- Hluti Þeistareykjahrauns: Afmarkað er apalhraun á austurjaðri hraunsins.
- Gígar, hrauntröð og hellar í Þeistareykjahrauni.
- Sprungur og misgengi.
- Afmarkað verndarsvæði utan um bæjarhól, tóftir, garða og sæluhús.




**Mynd 50** Verndarsvæði á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar.

**Vatnsvernd**

Vegstæðið milli Húsavíkur og Höfuðreiðarmúla er innan vatnsverndarsvæðis vatnsbóls Húsavíkur (**mynd 51**). Frá Húsavík að suðurenda Höskuldsvatns er vegstæðið innan grannsvæðis vatnsbólsins en við Höfuðreiðarmúla er vegstæðið innan fjarsvæðis þess (Aðalskipulag fyrir sveitarfélagið Húsavíkurbæ 2005-2025). Um grannsvæði og fjarsvæði vatnsbóla gilda reglur sem tilgreindar eru í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.

## 7.4 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Norðurþings**

*Varðandi aðalskipulag Norðurþings segir í umsögninni: „Það skal áréttað að breyting á Aðalskipulagi Húsavíkurbæjar 2005-2025 var samþykkt í sveitarstjórn 19. janúar 2010 og staðfest af umhverfisráðherra 31. mars 2010. Ennfremur er nýtt aðalskipulag Norðurþings í kynningarferli með athugasemdafresti til 1. júlí n.k. Texta kafla 7.1 þyrfti að leiðrétta m.v. þær breytingar sem orðið hafa á stöðu aðalskipulagsins.“*

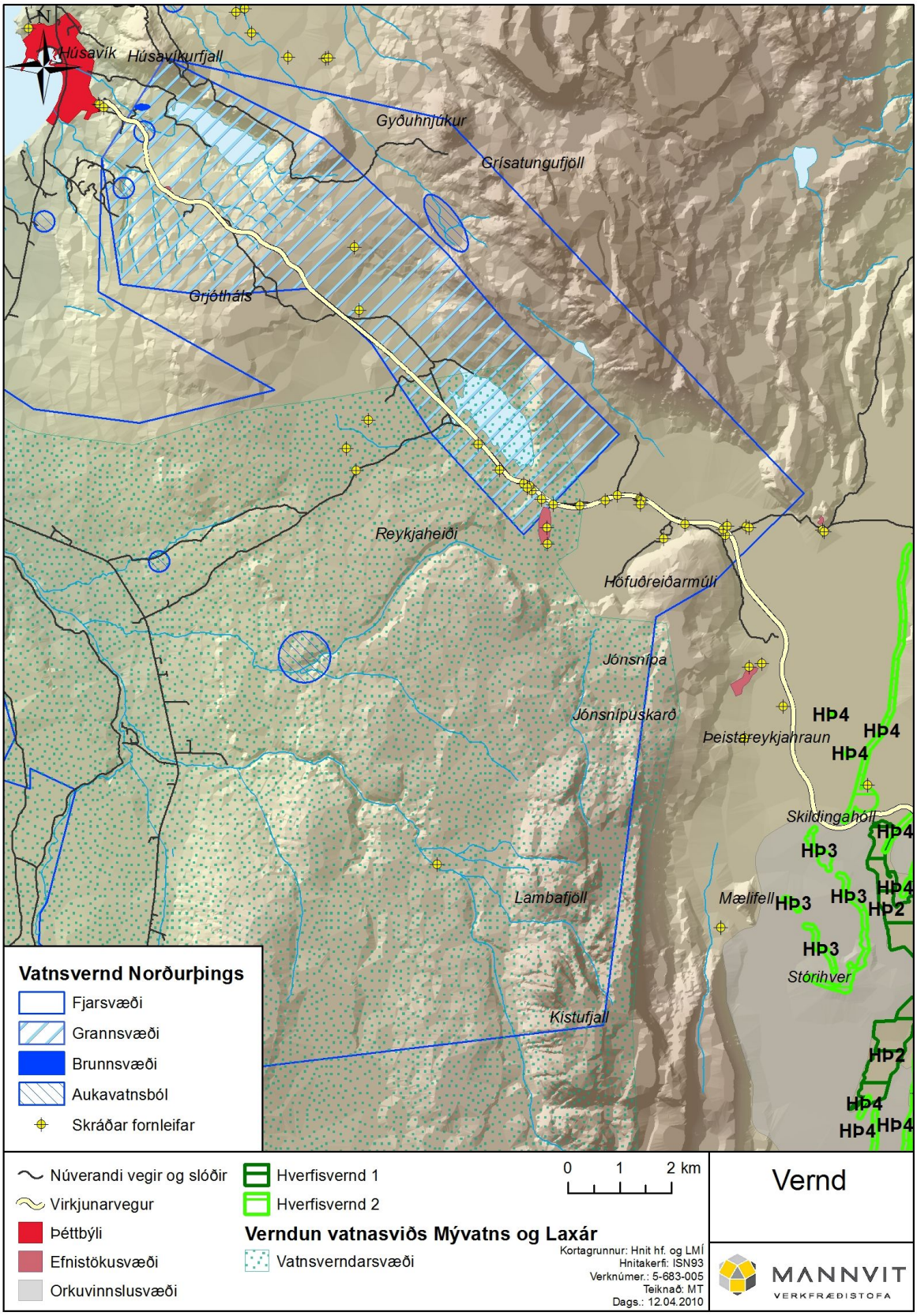
Texta í kafla 7.1. hefur verið breytt til samræmis við athugasemd.

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

***Vernd**: „Umhverfisstofnun bendir á að hvert borsvæði er um 26.000 m², þannig að þau fimm borsvæði sem eru alfarið inni á svæði á náttúruminjaskrá eða að hluta taka yfir 12 ha af því svæði. Gert er ráð fyrir hverfisverndarsvæði I og II og er það vel, en stofnunin vekur athygli á því að ofangreind hverfisverndarsvæði eru renningar milli þeirra svæða sem ætluð eru borsvæðum. Að mati Umhverfisstofnunar er umhverfið á Þeistareykjum einstakt, og þar af leiðandi er mikilvægt að þar verði óröskuð svæði fyrir ferðamenn/náttúruunnendur, af þeirri stærðargráðu að þau gefi mynd af eiginleikum svæðisins. Varðandi landnotkunartillöguna eins og hún lítur út, þá er gert ráð fyrir að svæðið á náttúruminjaskrá verði hlutað sundur af borsvæðum og gufulögnum og hefur að mati Umhverfisstofnun talsvert neikvæð áhrif.“*

Fyrirhugað framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar er innan orkuvinnslusvæðis samkvæmt staðfestu Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Tillit hefur verið tekið til verndarsvæða samkvæmt skipulagi við staðsetningu mannvirkja og samráð verið haft og verður áfram við Þingeyjarsveit þar að lútandi við nánari útfærslu framkvæmdarinnar. Komið hefur fram að afmörkun orkuvinnslusvæða og verndarákvæði við Þeistareyki í aðalskipulagsáætlun Þingeyjarsveitar munu verða í samræmi við svæðisskipulagið. Framkvæmdaraðili nýtir verndargildi sem eitt af viðmiðum við mat á einkennum og vægi umhverfisáhrifa á ýmsa umhverfisþætti s.s. jarðmyndanir (kafli 9.3), en metur ekki sérstaklega áhrif á vernd sem sérstakan umhverfisþátt. Auk þess er framkvæmdin í samræmi við stefnu Þingeyjarsveitar um landnotkun. Því getur framkvæmdaraðili ekki fallist á að landnotkun hafi talsverð neikvæð áhrif á vernd. Ekki er gert ráð fyrir að borteigar raski öllu svæðinu sem afmarkað er sem borsvæði og því ekki hægt að fullyrða að 12 ha muni raskast inni á svæði á náttúruminjaskrá. Bent er á að í kafla 4.3.2 kemur fram afmörkuð borsvæði eru um 26.000 $m^2$ að flatarmáli, nema borsvæði A sem er stærra og borsvæði K sem er minna. Samtals eru borsvæðin 15 um 400.000 $m^2$. Áætlað er að flatarmál borteiga verði að meðaltali um 1.900 $m^2$ fyrir hverja borholu

og að heildarflatarmál borteiga verði samtals um 77.000 $m^2$. Þannig að einungis um einn fimmti hluti afmarkaðra borsvæða fari undir borteiga.




**Mynd 51** Verndarsvæði við virkjunarveg frá Húsavík austur fyrir Höfuðreiðarmúla.

# 8 AÐFERÐAFRÆÐI VIÐ MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

Unnið er eftir matsáætlun. Ákvörðun Skipulagsstofnunar um matsáætlun lá fyrir 6. nóvember 2009 og má nálgast hana á vef stofnunarinnar www.skipulag.is. Tillaga framkvæmdaraðila að matsáætlun er aðgengileg á vef Þeistareykja ehf., www.theistareykir.is og Mannvits hf., www.mannvit.is.

Í þessum kafla er fjallað um aðferðafræði mats á umhverfisáhrifum jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum. Greint er frá því hvaða hlutar framkvæmdarinnar eru helst taldir hafa áhrif á umhverfið og á hvaða umhverfisþætti er lögð áhersla við mat á áhrifum. Einnig er greint frá þeim viðmiðum sem liggja til grundvallar mati á umhverfis-áhrifum og hugtökum sem notuð eru við greiningu á einkennum og vægi áhrifa.

## 8.1 ATHUGUNAR OG ÁHRIFASVÆÐI

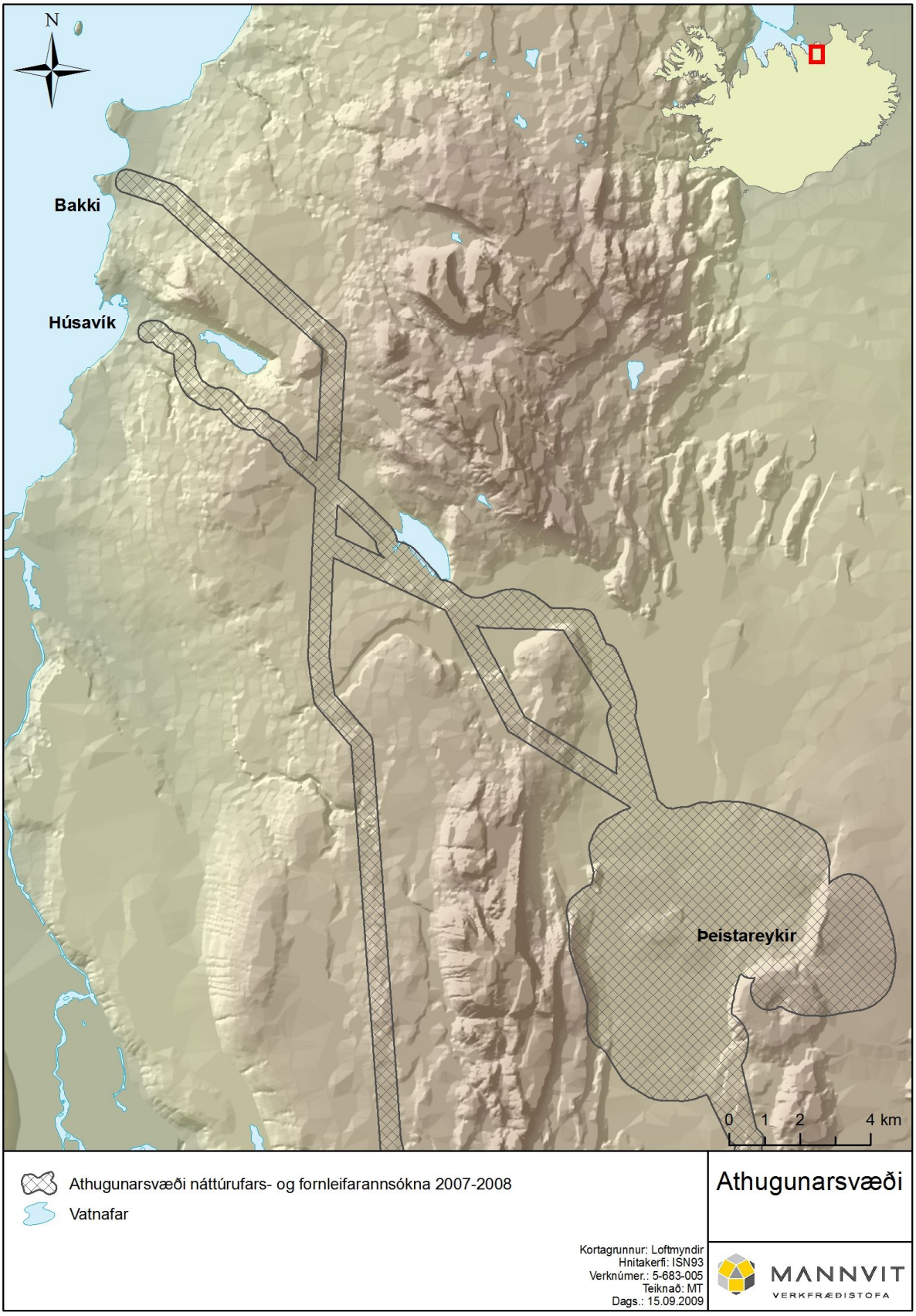
Yfirlitsmyndir af framkvæmdasvæði fyrirhugaðs virkjunarvegar frá Húsavík og jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum, eru sýndar á **myndum 11 og 12**.

Athugunarsvæði vegna hugsanlegra áhrifa á umhverfi nær út fyrir orkuvinnslusvæðið og vegarstæði. Má þar nefna áhrif á vatn, loft, landslag og samfélag. Athugunarsvæði vegna náttúrufars- og fornleifarannsókna á orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum, við veglínu og á háspennulínuleiðum er sýnt á **mynd 52**.

Skipta má þýðingarmestu áhrifum fyrirhugaðrar framkvæmdar í fjóra eftirfarandi þætti sem afmarka svokallað áhrifasvæði:

- Bein áhrif vegna rasks á vegstæðum, borsvæðum, lagnaleiðum og byggingarreitum.
- Áhrif á loftgæði og vatn vegna útstreymis jarðhitalofttegunda og losunar jarðhitavökva.
- Sjónræn áhrif varanlegra mannvirkja og áhrif hljóðs frá borholum á framkvæmdatíma og virkjun á rekstrartíma (ríkjandi hljóðuppsprettur).
- Áhrif á samfélag á nærliggjandi svæðum.

Í kafla 9 er lagt mat á umhverfisáhrif fyrirhugaðra framkvæmda. Heildaráhrifin eru sett fram í kafla 10 sem er þá jafnframt nánari lýsing á eiginlegu áhrifasvæði fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar.




**Mynd 52** Athugunarsvæði náttúrufars- og fornleifarannsókna við Þeistareyki, virkjunarveg og á háspennulínuleiðum frá Þeistareykjum og Kröflu að Bakka.

## 8.2 ÁHRIFAÞÆTTIR

Fyrirkomulag mannvirkja Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegur frá Húsavík er sýnt á **myndum 11 og 12.**

Með hugtakinu áhrifaþáttur er vísað til þeirra þátta framkvæmdar og starfsemi sem henni fylgir sem líklegir eru til að valda umhverfisáhrifum. Áhrifaþættir eru greindir út frá upplýsingum um umfang og tilhögun framkvæmdar. Eftirfarandi framkvæmdaþættir (áhrifaþættir) eru taldir geta valdið umhverfisáhrifum á framkvæmdatíma annars vegar og á rekstrartíma hins vegar:

| Framkvæmdatími | Rekstrartími |
|---|---|
| • Vegir<br>• Borteigar<br>• Vatnsveita<br>• Borholur<br>• Gufuveita<br>• Stöðvarhús<br>• Kæliturnar<br>• Frárennslisveitur<br>• Umferð<br>• Efnistaka | • Vinnsla jarðhita<br>• Borholur<br>• Vatnsvinnsla<br>• Losun affallsvatns<br>• Útstreymi jarðhitalofttegunda<br>• Varanleg mannvirki<br>• Umferð |

## 8.3 UMHVERFISÞÆTTIR

Mikilvægt er að greina eins fljótt og hægt er hvaða áhrif fyrirhuguð framkvæmd getur haft á helstu umhverfisþætti. Sú vinna hefst með gerð tillögu að matsáætlun. Einnig fer fram mat á því hvaða hlutar framkvæmdarinnar eru taldir líklegastir til að valda mestum umhverfisáhrifum og hvers eðlis þau áhrif eru. Við greiningu áhrifa er meðal annars stuðst við eftirfarandi:

- Reynslu af byggingu og rekstri jarðhitavirkjana hér á landi.
- Reynslu Þeistareykja ehf. og Landsvirkjunar af borun rannsóknaholna og vinnsluholna.
- Upplýsingar um staðhætti og umhverfi.
- Ábendingar umsagnaraðila, leyfisveitenda, sérfræðinga og annarra er málið varðar.
- Niðurstöðu Skipulagstofnunar úr ákvörðunum og úrskurðum vegna einstakra rannsóknaborana á Þeistareykjum, í Kröflu og í Gjástykki.

Í samræmi við lög um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 m.s.br. ber að gera grein fyrir umhverfisþáttum sem hugsanlega verða fyrir áhrifum af fyrirhugaðri framkvæmd. Í kafla 9 hér á eftir er gerð grein fyrir mati á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar á eftirfarandi umhverfisþætti:

- Jarðhitakerfi og orkuforði
- Ásýnd
- Landslag
- Jarðmyndanir
- Vatn
- Loft
- Lífríki
- Samfélag
- Fornleifar

Ef niðurstaða mats á umhverfisáhrifum leiðir í ljós neikvæð áhrif er gerð grein fyrir hugsanlegum mótvægisaðgerðum til að draga úr umfangi þeirra. Í ljósi niðurstöðu mats á umhverfisáhrifum eru settar fram tillögur um vöktun áhrifa ef þörf krefur.

## 8.4 VIÐMIÐ UMHVERFISÞÁTTA

Við mat á umhverfisáhrifum er stuðst við viðmið í **töflu 8**. Auk viðmiða eru við mat á umhverfisáhrifum tekið tillit til umsagna og athugasemda sem komu fram við samráð og kynningu og niðurstöður í sérfræðiskýrslum.

## 8.5 EINKENNI OG VÆGI UMHVERFISÁHRIFA

Við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar framkvæmdar er stuðst við leiðbeiningar Skipulagsstofnunar um flokkun umhverfisáhrifa, viðmið, einkenni og vægi. Í hverjum áhrifakafla eru einkenni og vægi áhrifa metin með tilliti til umfangs og skilgreindra viðmiða. Í samantektartöflu í lok skýrslunnar eru einkenni og vægi umhverfisáhrifa dregin saman fyrir hvern umhverfisþátt. Eftirfarandi skilgreiningar á einkennum og vægi áhrifa eru notuð eftir því sem við á:

**Einkenni umhverfisáhrifa**

- Bein og óbein áhrif
- Jákvæð og neikvæð áhrif
- Sammögnuð áhrif
- Varanleg áhrif
- Tímabundin áhrif
- Afturkræf og óafturkræf áhrif

**Vægi umhverfisáhrifa**

Til að skilgreina vægi áhrifanna er notast við hugtök sem byggja á leiðbeiningum Skipulagsstofnunar. Í **töflu 9** eru hugtökin sett fram ásamt skýringum.

**Tafla 8** Umhverfisþættir og viðmið.

| Umhverfisþættir | Viðmið |
|---|---|
| Jarðhitakerfi og orkuforði | • Lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu.<br>• Velferð til framtíðar, sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, stefnumörkun til ársins 2020, gefið út af umhverfisráðuneytinu. |
| Ásýnd og landslag | • V. kafli laga nr. 44/1999 um náttúruvernd.<br>• Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.<br>• Náttúruminjaskrá (sjöunda útgáfa, 1996). |
| Jarðmyndanir | • 37. gr. laga um náttúruvernd nr. 44/1999.<br>• Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.<br>• Velferð til framtíðar, sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, stefnumörkun til ársins 2020, gefið út af umhverfisráðuneytinu. |
| Lífríki | • Lög nr. 44/1999 um náttúruvernd.<br>• Válisti 1 - Plöntur, 1996.<br>• Válisti 2 - Fuglar, 2000.<br>• Reglugerð nr. 252/1996 um friðun tiltekinna villtra fuglategunda, friðlýsingu æðarvarps, fuglamerkingar, hamskurð o.fl.<br>• Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.<br>• Náttúrverndaráætlun 2009-2013.<br>• Alþjóðasamningar sem varða líffræðilega fjölbreytni og vernd votlendis s.s. Ramsarsamningurinn.<br>• Stefnumörkun Íslands um framkvæmd samningsins um líffræðilega fjölbreytni, gefið út af umhverfisráðuneytinu. |
| Loft | • Viðmið Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar (WHO).<br>• Lög um losun gróðurhúsalofttegunda nr. 65/2007.<br>• Reglugerð nr. 390/2009 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum.<br>• Lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengun.<br>• Reglugerð nr. 787/1999 um loftgæði.<br>• Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar.<br>• Reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti. |
| Vatn | • Lög nr. 97/2004 um verndun Mývatns og Laxár.<br>• Lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu.<br>• Aðalskipulag sveitarfélagsins Húsavíkurbæjar 2005-2025.<br>• Reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns m.s.br.<br>• Reglugerð nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns.<br>• Reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn.<br>• Reglugerð nr. 35/1994 um varnir gegn olíumengun frá starfsemi í landi. |
| Samfélag | • Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.<br>• Viljayfirlýsing Ríkisstjórnar Íslands, Norðurþings, Skútustaðahrepps og Þingeyjarsveitar. 22. október 2009.<br>• Reglugerð nr. 724/2008, um hávaða. |
| Fornleifar | • Þjóðminjalög nr. 107/2001 |

**Tafla 9** Vægi umhverfisáhrifa.

| Vægi áhrifa | Skýringar |
|---|---|
| Verulega jákvæð | • Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt bæta hag mikils fjölda fólks og/eða hafa jákvæð áhrif á umfangsmikið svæði.<br>• Breyting eða ávinningur sem hlýst af framkvæmd er oftast varanleg.<br>• Áhrifin eru oftast á svæðis, lands- og/eða heimsvísu en geta einnig verið staðbundin.<br>• Áhrifin samræmast ákvæðum laga og reglugerða, almennri stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að. |
| Talsvert jákvæð | • Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt taka ekki til umfangsmikils svæðis, en svæðið kann að vera viðkvæmt fyrir breytingum, m.a. vegna náttúrufars og fornminja.<br>• Áhrifin geta verið jákvæð fyrir svæðið og/eða geta verið jákvæð fyrir fjölda fólks.<br>• Áhrifin gera verið varanleg.<br>• Áhrif geta verið staðbundin, svæðisbundin og/eða á landsvísu.<br>• Áhrifin samræmast ákvæðum laga og reglugerða, almennri stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að. |
| Nokkuð jákvæð | • Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt eru minni háttar, með tilliti til umfangs svæðis og viðkvæmni þess fyrir breytingum ásamt fjölda fólks sem verður fyrir áhrifum.<br>• Áhrifin eru í mörgum tilfellum tímabundin<br>• Áhrifin eru oftast staðbundin eða svæðisbundin.<br>• Áhrifin samræmast ákvæðum laga og reglugerða, almennri stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að. |
| Óveruleg/engin | • Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt eru lítil og taka til lítils afmarkaðs svæðis.<br>• Verndargildi umhverfisþáttar er óverulegt.<br>• Áhrif á fólk eru óveruleg.<br>• Áhrif staðbundin og yfirleitt afturkræf.<br>• Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt eru engin á skilgreindu áhrifasvæði.<br>• Áhrifin samræmast ákvæðum laga og reglugerða, almennri stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að. |
| Nokkuð neikvæð | • Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt eru minni háttar, með tilliti til umfangs svæðis og viðkvæmni þess fyrir breytingum ásamt fjölda fólks sem verður fyrir áhrifum.<br>• Áhrifin eru í mörgum tilfellum tímabundin og að mestu afturkræf.<br>• Áhrifin eru oftast staðbundin eða svæðisbundin.<br>• Áhrif geta að einhverju leyti verið í ósamræmi við ákvæði laga og reglugerða, almenna stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamninga sem Ísland er aðili að. |
| Talsvert neikvæð | • Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt taka ekki til umfangsmikils svæðis, en svæðið kann að vera viðkvæmt fyrir breytingum, m.a. vegna náttúrufars og fornminja.<br>• Áhrifin geta verið neikvæð fyrir svæðið og/eða geta valdið fjölda fólks ónæði eða óþægindum.<br>• Áhrifin geta verið varanleg og í sumum tilfellum óafturkræf.<br>• Áhrif geta verið staðbundin, svæðisbundin og/eða á landsvísu.<br>• Áhrif geta verið í ósamræmi við ákvæði laga og reglugerða, almenna stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamninga sem Ísland er aðili að. |
| Verulega neikvæð | • Áhrif framkvæmdar á umhverfisþátt skerða umfangsmikið svæði og/eða svæði sem er viðkvæmt fyrir breytingum, m.a. vegna náttúrufars og fornminja, og/eða rýra hag mikils fjölda fólks.<br>• Breyting eða tjón sem hlýst af framkvæmdinni er oftast varanleg og yfirleitt óafturkræft.<br>• Áhrifin eru oftast á svæðis-, lands- og/eða heimsvísu en geta einnig verið staðbundin.<br>• Áhrifin eru í ósamræmi við ákvæði laga og reglugerða, almennri stefnumörkun stjórnvalda eða alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að. |
| Óvissa | • Ekki er vitað um eðli eða umfang umhverfisáhrifa á tiltekna umhverfisþætti, m.a. vegna skorts á upplýsingum, tæknilegra annmarka eða skorts á þekkingu.<br>• Það getur verið unnt að afla upplýsinga um áhrifin með frekari rannsóknum eða markvissri vöktun. |

## 8.6 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

**Einkenni og vægi umhverfisáhrifa**: Umhverfisstofnun bendir á að*: „Í kafla um aðferðafræði við mat á umhverfisáhrifum er í töflu 8* (tafla 9 í matsskýrslu) *farið yfir vægi umhverfisáhrifa. Í töflunni eru notuð fleiri hugtök, en þau sem eru notuð í leiðbeiningum Skipulagsstofnunar um einkenni og vægi umhverfisáhrifa sem voru gefnar út í desember 2005. Að mati Umhverfisstofnunar þarf að rökstyðja af hverju hugtökin eru fleiri í töflunni en hugtökin í ofangreindum leiðbeiningum.“*

Við mat á umhverfisáhrifum framkvæmda hafa skýrsluhöfundar notast við hugtakið *„nokkuð“* frá árinu 2006. Ástæðan er sú að bilið á milli „óverulegra“ áhrifa og „talsverðra“ áhrifa er of breitt að mati skýrsluhöfunda. Því var ákveðið að bæta við hugtakinu „nokkuð“ þar á milli. Ákvörðunin þar um var tekin í samráði við Skipulagsstofnun á sínum tíma vegna frummatsskýrslu Alcoa Fjarðaáls en hægt er að víkja frá þeirri aðferðafræði sem lögð er til í leiðbeiningum Skipulagsstofnunar að viðhöfðu samráði við stofnunina. Í samræmi við þessa ákvörðun voru hugtökin í **töflu 9** skilgreind að nýju með leiðbeiningar Skipulagsstofnunar til hliðsjónar.

# 9 GRUNNÁSTAND OG UMHVERFISÁHRIF

Í kafla 8 er fjallað um aðferðafræði mats á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar. Greint er frá athugunarsvæði vegna hugsanlegra umhverfisáhrifa, hvaða framkvæmdaþættir eru taldir hafa áhrif á umhverfið og á hvaða umhverfisþætti er lögð áhersla við mat á áhrifum. Í köflum 9.1 til 9.11, um mismunandi umhverfisþætti, er fyrst greint frá grunnástandi út frá rannsóknum og upplýsingum sem liggja fyrir. Rakin eru þau áhrif sem vænta má af framkvæmdum og þær mótvægisaðgerðir sem til greina koma til að draga úr áhrifum þegar það á við. Einkenni og vægi umhverfisáhrifa eru metin út frá skilgreindum viðmiðum. Niðurstöður matsins eru svo teknar saman í lok umfjöllunar um hvern umhverfisþátt.

## 9.1 JARÐHITAKERFI OG ORKUFORÐI

### 9.1.1 GRUNNÁSTAND

Þeistareykjasvæðið er miðjan í eldstöðvakerfi sem nær utan frá Öxarfirði suður fyrir Mývatn. **Myndir 2 og 8** framar í þessari skýrslu sýna jarðfræðikort af Þeistareykjum. Þeistareykjasvæðið ber flest einkenni megineldstöðvar, nema í landslagi. Þar er mest upphleðsla í eldstöðvakerfinu, líparít kemur þar fyrir og þar er háhitasvæði. Í 3. kafla hér að framan er greint frá þeim rannsóknum og rannsóknaborunum sem gerðar hafa verið á Þeistareykjum. Í kafla 9.3 hér á eftir er fjallað um yfirborðsjarðfræði og mat á áhrifum á jarðmyndanir. Hér á eftir er fjallað um jarðhitakerfið og orkuforða á Þeistareykjum og mat á áhrifum fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar á þennan umhverfisþátt.

Þeistareykir ehf. fólu Íslenskum orkurannsóknum (ÍSOR), verkfræðistofunni Mannvit og Verkfræðistofunni Vatnaskil (i) gerð hugmyndalíkans af jarðhitakerfinu, (ii) frummat á afkastagetu þess með rúmmálsaðferð og (iii) uppsetningu reiknilíkans af jarðhitakerfinu. Eftirfarandi umfjöllun byggir á skýrslu um fyrstu tvo liðina (**viðauki A2**).

Hugmyndalíkan sem er fyrsta stig verkefnisins er eins konar samsafn hugmynda um gerð og eðli jarðhitakerfis sem byggist á öllum tiltækum gögnum frá jarðhitasvæðinu á hverjum tíma. Í stuttu máli segir líkanið til um uppstreymi jarðhitavökvans og rennslisleiðir hans. Hugmyndalíkan er nauðsynleg undirstaða fyrir uppsetningu og gerð reiknilíkans. Til þess að gera hugmyndalíkan af jarðhitasvæði þarf að fara yfir öll tiltæk gögn, og fyrirliggjandi túlkun þeirra, og skoða þau í samhengi. Helstu gögn sem tiltæk eru frá Þeistareykjum og notuð voru við smíði hugmyndalíkansins eru:

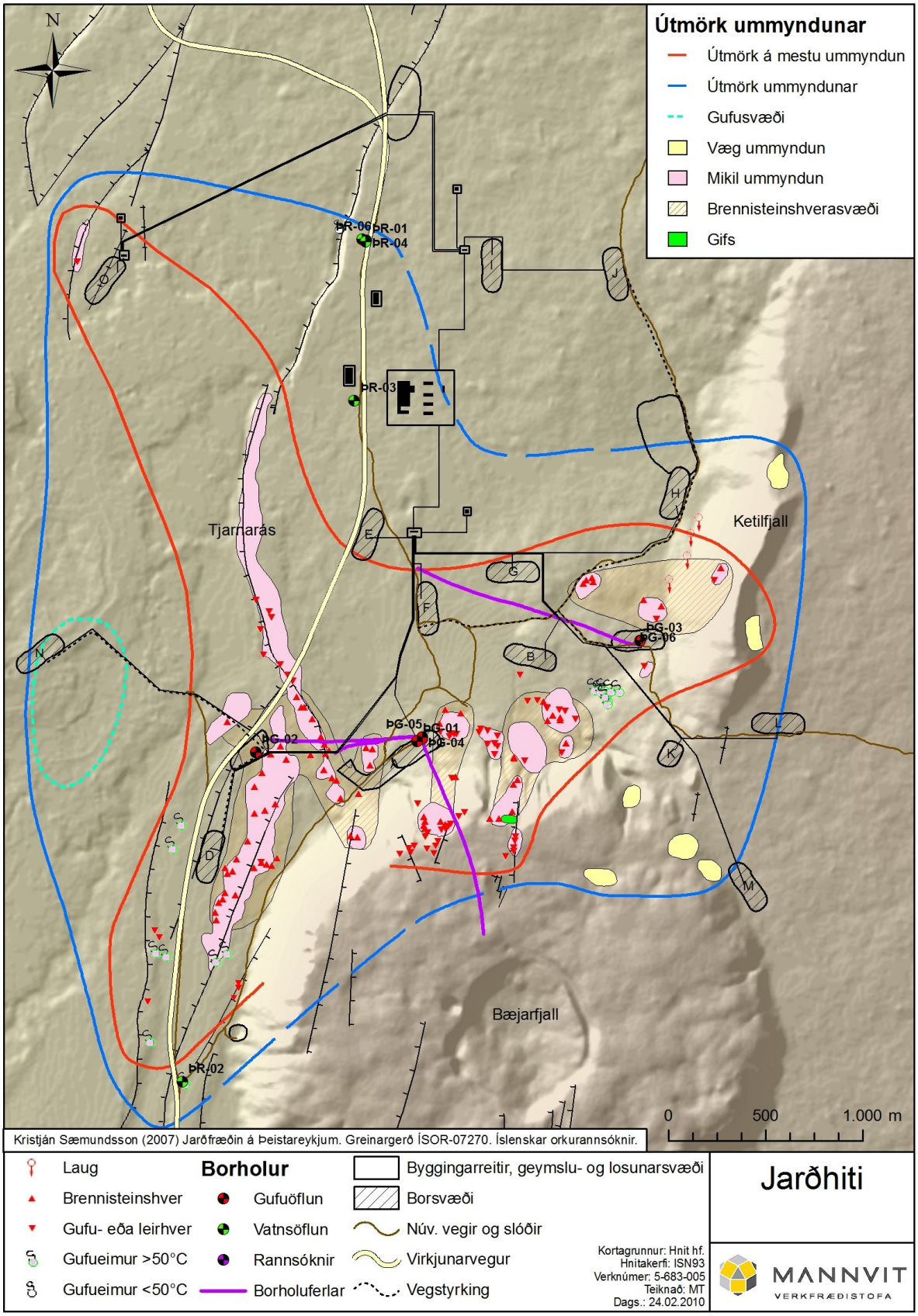
- Yfirborðsjarðfræði, þar á meðal gögn um jarðmyndanir og sprungur.
- Efnasamsetning jarðhitavökva – gögn um efnainnihald vatns og gufu úr náttúrulegu útstreymi.
- Yfirborðsmælingar, einkum viðnámsmælingar eins og TEM- og MT-mælingar.
- Niðurstöður flugsegulmælinga.
- Borholujarðfræði byggð á svarfgreiningu og borholumælingum.
- Hita- og þrýstimælingar auk upplýsinga um helstu æðar í holum.
- Niðurstöður borholuprófana við borlok, blástursprófanir og aðrar prófanir.
- Efnainnihald sýna af borholuvökva.

Helstu niðurstöður hugmyndalíkansins af Þeistareykjum sýna eftirfarandi:

- Jarðlagaskipan svæðisins, mögulegar sprungur, misgengi og annað sem áhrif getur haft á rennslisleiðir heita vökvans.
- Upphaflegt hita- og þrýstiástand.
- Skiptingu upp í undirkerfi á grundvelli efnainnihalds vatns og gufu.
- Staðsetningu á uppstreymi og innstreymi í jarðhitakerfið.
- Stærð jarðhitakerfisins, bæði flatarmál og þykkt.
- Mat á lekt, poruhluta og öðrum einkennisstærðum.
- Randskilyrði fyrir reiknilíkan.

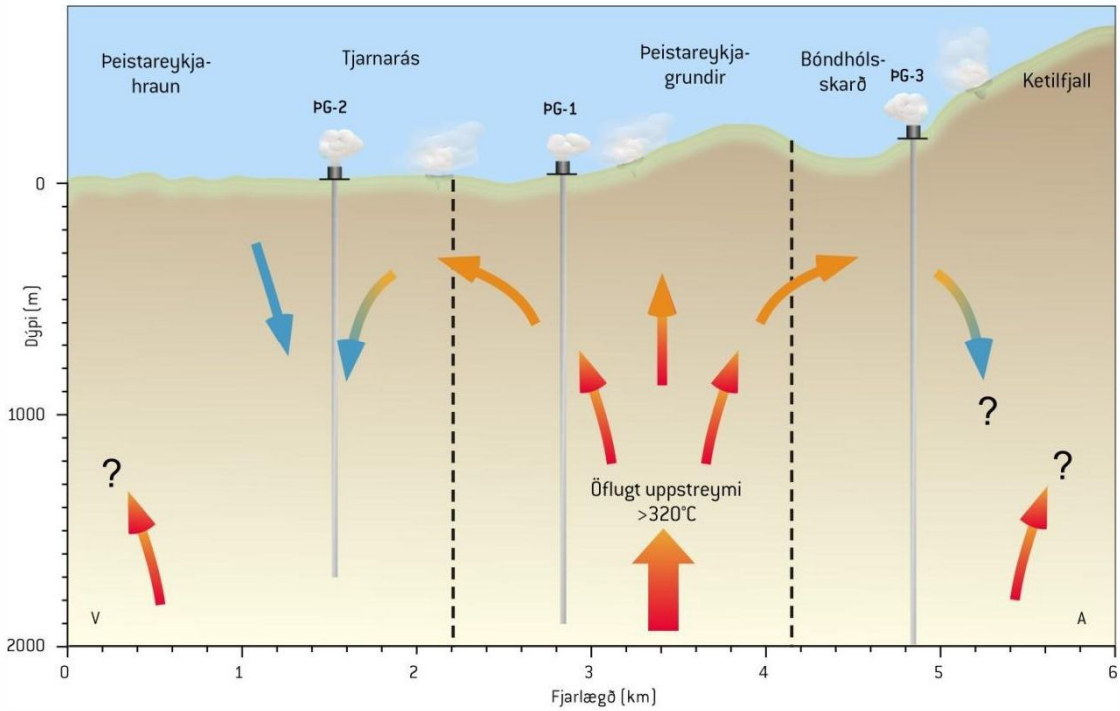
Með rúmmálsmatinu sem er næsta stig verkefnisins er eldra jarðvarmamat sem gert var fyrir svæðið árið 1985 uppfært (Guðmundur Pálmason o.fl., 1985). Matið felur í sér áætlun um það hversu mikill varmi er fólginn í bergi og vatni jarðhitasvæðis og hve stór hluti þess sé nýtanlegur til orkuframleiðslu á gefnu tímabili.

Í skýrslunni „Hugmyndalíkan jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og jarðvarmamat með rúmmálsaðferð“ (**viðauki A2**) er yfirlit um niðurstöður umfangsmikilla yfirborðsrannsókna og borana á jarðhitasvæðinu á Þeistareykjum. Samþætting þeirra hefur leitt af sér hugmyndalíkan af jarðhitakerfinu. Mestar upplýsingar um jarðhitakerfið eru tiltækar á stuttu austur-vestur sniði norðan Bæjarfjalls frá holu ÞG-2 í vestri til holu ÞG-3 í austri (**mynd 53**). Mest lekt og lægstur hiti er í sprungurein með opnar sprungur og gjár sunnan við Tjarnarás (hola ÞG-2). Undir Þeistareykja-grundum og norðan til í Bæjarfjalli virðist aftur á móti vera öflugt jarðhitaupp-streymi, sem tengist bæði norðlægum sprungukerfum og austur-vestur sprungurein undir norðanverðu Bæjarfjalli. Líklegt er að lektin sé best þar sem sprungustefnurnar skerast. Undir vestanverðu Ketilfjalli virðist bergið þétt neðan 1.900 m dýpis (ÞG-3) en þar er mjög hár hiti. Niðurstöður TEM- og MT-viðnámsmælinga benda til þess að jarðhitasvæðið á Þeistareykjum sé stórt, eða allt að 45 $km^2$, og að aðaluppstreymi kerfisins sé eftir NNA-SSV sprungukerfi norður úr Bæjarfjalli. Önnur veikari uppstreymi virðast liggja eftir öðrum sprungukerfum beggja vegna en viðnámsskil benda til þess að svæðið sé afmarkað suð-vestan Bæjarfjalls. Upplýsingar um jarðlagaskipan undir yfirborði fást úr borholum (Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 2008). Hún ber upphleðsluháttum glöggt vitni. Þykkar móbergsmyndanir einkenna efsta hluta jarðlagastaflans. Skiptast þar á túffmyndanir, breksíur og bólstrabergslög. Innskotatíðni eykst með dýpi. Á um 800–900 m dýpi undir sjávarmáli (1.150-1.300 m frá yfirborði) verður ákveðin breyting, en þar neðan við eru hraunlagasyrpur, oft með þykkum millilögum, meira áberandi. Þá hefur ummyndun á Þeistareykjasvæðinu verið skoðuð vandlega með greiningu á borsvarfi samhliða borun. Steindirnar sýna stigvaxandi hita eftir því sem neðar dregur. Engin merki um kælingu samkvæmt ummyndun hafa komið fram enn sem komið er í vinnsluhlutanum.




**Mynd 53** Ummerki jarðhita á yfirborði á Þeistareykjum og afstaða til fyrirhugaðra framkvæmda.

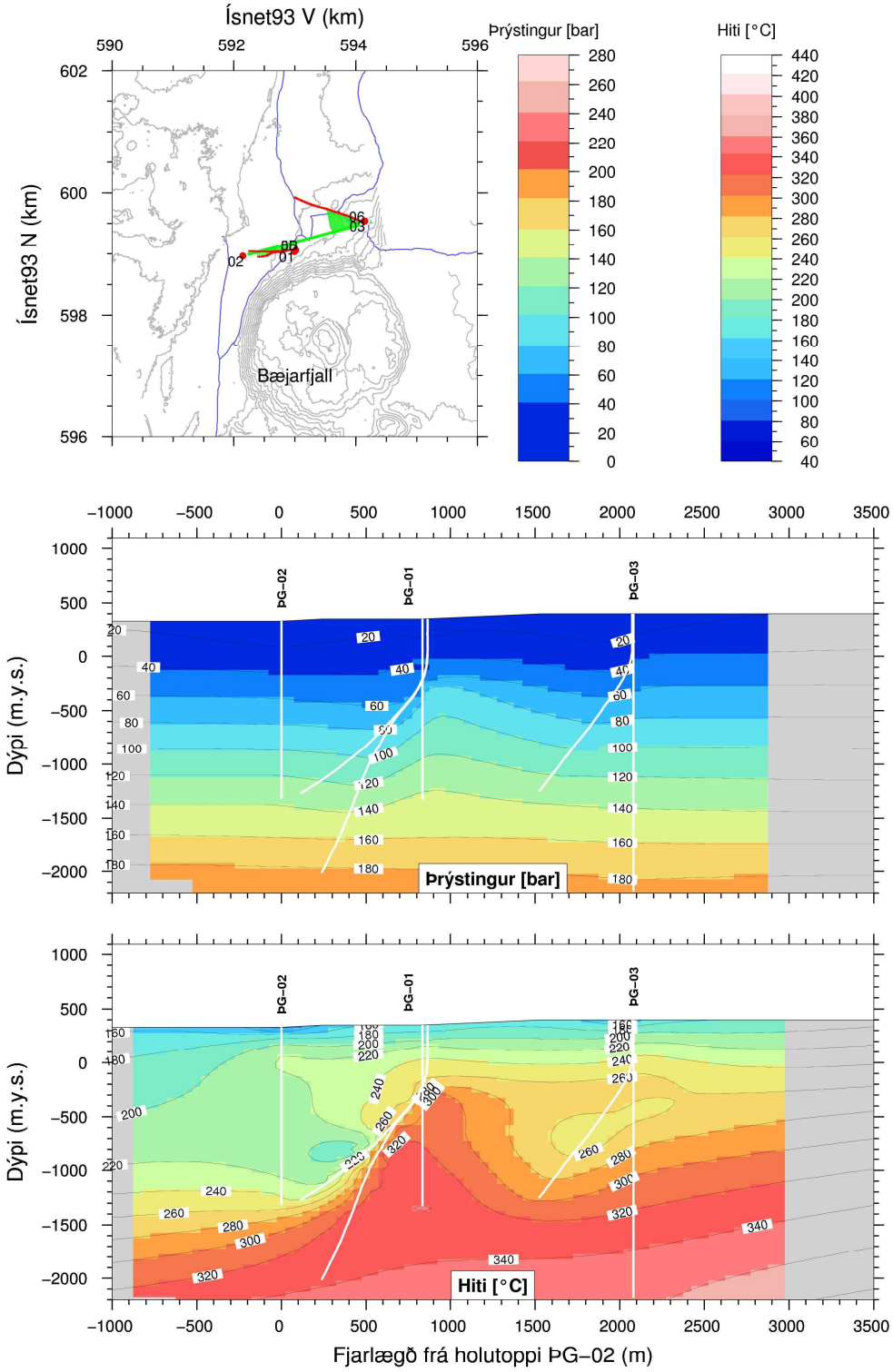
Á **mynd 54** eru sýndir megindrættir núverandi hugmyndalíkans af jarðhitakerfinu á Þeistareykjum í áðurnefndu austur-vestur sniði frá ÞG-2 til ÞG-3, þar sem mestar upplýsingar eru fyrirliggjandi. Nokkuð gott samræmi virðist þar á milli mismunandi upplýsinga eins og hita, þrýstings, viðnáms (grunnt samkvæmt TEM og dýpra samkvæmt MT) og ummyndunar. Mestar upplýsingar felast þó í tiltækum upplýsingum um hita- og þrýstiástand, sem sýndar eru á **mynd 55**. Þær benda til rennslisleiða eins og sýndar eru á **mynd 54**, þ.e. öflugs uppstreymis nálægt holu ÞG-1 og tilheyrandi hræringa (lárétt streymi grunnt, bæði til austurs og vesturs, og niðurrennsli eftir kólnun). Gert er ráð fyrir láréttu rennsli bæði til austurs og vesturs, öflugu niðurrennsli í sprungubeltinu sem hola ÞG-2 er boruð í og jafnvel einhverju niðurrennsli austan holu ÞG-3. Þessi mynd verður þó í stöðugri uppfærslu næstu árin eftir því sem frekari upplýsingar um eðli jarðhitakerfisins bætast við, sérstaklega við frekari boranir. Með borun holu ÞG-5B varð ljóst að hitinn undir holu ÞG-2, sem er 1721 m djúp, er á 2000 m dýpi um 320°C. Boruð 450 m djúp kjarnahola ÞR-07 árið 2007 um 3 km norðvestur af Þeistareykjaskála. Þar hefur mælst 180°C hiti.




**Mynd 54** Megindrættirnir í hugmyndalíkani Þeistareykjakerfisins í austur-vestur sniði um holur ÞG-2 og 3 en í því sniði liggja mestar upplýsingar fyrir um jarðhitakerfið. Örvarnar sýna líklegar rennslisleiðir vatns í sniðinu en til viðbótar við uppstreymið í miðju sniðinu er talið líklegt að streymi sé úr suðri undan Bæjarfjalli og til norðurs eftir sprungukerfinu (Viðauki A2).

Á grundvelli fyrirliggjandi niðurstaðna hafa verið gerðar tillögur um staðsetningu borsvæða fyrir vinnsluholur (**mynd 12**). Í framhaldinu verður hugmyndalíkan þetta grundvöllur reiknilíkans sem ætlunin er að setja upp til að meta framleiðslugetu Þeistareykjasvæðisins og viðbrögð þess við vinnslu. Við þróun reiknilíkansins er gert ráð fyrir að nota TOUGH2/iTOUGH2 tölvuforritin. Hafa verður í huga að núverandi hugmyndalíkan byggist á frekar takmörkuðum gögnum, nákvæmustu upplýsingarnar eru tiltækar í um 3 km löngu sniði. Hugmyndalíkanið og reiknilíkanið munu saman

verða í stöðugri uppfærslu á næstu árum eftir því sem frekari rannsóknarniðurstaðna verður aflað, einkum með borunum.




**Mynd 55** Hita- og þrýstingssnið í gegnum holur ÞG-1, ÞG-2, ÞG-3, ÞG-5, ÞG-5B og ÞG-6 á Þeistareykjum. Hita- og þrýstingsgildi eru metin út frá áætluðum berghita og upphafsþrýstingi í holunum (viðauki A2).

**Mat á vinnslugetu jarðhitakerfisins**

Vökvinn úr borholunum sem boraðar hafa verið er mjög hentugur til raforkuvinnslu (að undanskilinni holu ÞG-2). Vermi þeirra er hátt og því má reikna með að lítið skiljuvatn verði á ferðinni tengt nýtingu þeirra. Efnainnihald vökvans er jafnframt hentugt til vinnslu. Uppleyst efni eru um 1.000 mg/kg og gasstyrkur vel undir 1% í þunga.

Eins og fram kemur í kafla 3.1 er rúmmálsaðferð hentugt tól til að leggja varfærið upphafsmat á líklega vinnslugetu jarðhitasvæða. Þar er einkum litið til varmaforða svæðisins en ekki tekið tillit til mögulegs orkustreymis að svæðinu vegna nýtingar. Nýtingarmöguleikar jarðhitasvæðisins á Þeistareykjum hafa jafnframt verið metnir með því að gera nýtt jarðvarmamat með rúmmálsaðferð. Monte Carlo aðferð var beitt til að fá líkindadreifingu fyrir mögulega útkomu matsins (**viðauki A2**). Til að mögulegt væri að spá fyrir um viðbrögð jarðhitakerfisins við áframhaldandi nýtingu var reiknuð möguleg raforkuvinnslugeta jarðhitakerfisins til 30, 50 og 100 ára (sjá í **töflu 10**) með ákveðnum vikmörkum. Í reikningum er hámarksflatarmál jarðhitasvæðisins umhverfis Þeistareyki 45 $km^2$, samanber niðurstöður TEM og MT viðnámsmælinga. Lágmarksstærð er 10 $km^2$ og tekur mið af svæði þar sem jarðhitaummerki sjást á yfirborði og upplýsingum úr rannsóknarborholum, en reikningar voru miðaðir við að líklegasta flatarmál jarðhitasvæðisins væri meðaltal þessara stærða, 27,5 $km^2$. Reikningarnir voru miðaðir við að framleiðsla rafmagns yrði úr þeim hluta jarðhitageymisins sem er heitari en 180°C miðað við 13% raforkunýtingu. Til samanburðar er í Kröfluvirkjun II miðað við 170°C 12% raforkunýtingu (Anette K. Mortensen o.fl., 2008). Hitamunurinn felst í áformuðum hærri skiljuþrýstingi á Þeistareykjum og nýtingaprósentan tekur mið af skiljuþrýstingi og er fundin út í uppgefnum töflum (Wilcox, G., 2006).

**Tafla 10** Niðurstöður rúmmálsmats sýndar með tölfræðilegum stærðum fyrir líkindadreifinguna fyrir rafafl úr áætluðum jarðhitageymi á Þeistareykjum til 30, 50 og 100 ára.

| Tölfræðistærðir | Gildi [ $MW_e$ ] (til 30 ára) | Gildi [ $MW_e$ ] (til 50 ára) | Gildi [ $MW_e$ ] (til 100 ára) |
|---|---|---|---|
| Líklegasta gildið: | 348 (3,7% líkur) | 209 (3,7% líkur) | 104 (3,77% líkur) |
| 90% öryggisbil: | 191-622 | 115-373 | 57-187 |
| Meðaltal: | 391 | 235 | 117 |
| Miðgildi: | 380 | 228 | 114 |
| Staðalfrávik | 127 | 76 | 38 |
| 90% mörk | 241 | 145 | 72 |

Í **töflu 10** kemur eftirfarandi fram:

- Ef jarðvarminn er nýttur á 30 árum verður rafaflið á bilinu 191-622 $MW_e$ (90% öryggisbil) og 90% líkur á því að rafaflið verði meira en 241 $MW_e$.
- Ef miðað er við 50 ára nýtingu verður rafaflið á bilinu 115-373 $MW_e$ (90% öryggisbil) og 90% líkur á því að rafaflið verði meira en 145 $MW_e$.
- Ef miðað er við 100 ára nýtingu verður rafaflið á bilinu 57-187 $MW_e$ (90% öryggisbil) og 90%líkur á því að rafaflið verði meira en 72 $MW_e$.

Í jarðvarmamati frá 1985 er heimtanlegur varmi úr þeim hluta jarðhitageymisins sem er heitari en 130°C metinn 2,9 EJ. Inn í það gildi hefur aðgengileiki verið tekinn um

80% af heildarsvæði og varmaheimtustuðull um 20%. Niðurstaðan miðað við 50 ára nýtingartíma er 150 $MW_e$ rafaflsgeta miðað við orkunýtingu í virkjun um 8%.

Þess ber að geta að ekki er hægt að segja fyrir um sjálfbærni út frá rúmmálsmatinu sem greint er frá í **töflu 10**. Matið er háð óvissu og er lögð áhersla á að rúmmálsaðferðin tekur ekki tillit til mikilvægra þátta sem ráða miklu um afkastagetu jarðhitakerfa, eins og þrýstilækkunar vegna vinnslu, þróunar gufupúða, innstreymis og áhrifa niðurdælingar, nema í gegnum varmaheimtustuðulinn. Allir þessir þættir stuðla að meiri afkastagetu og má taka tillit til þeirra með hærri stuðli. Rúmmálsaðferðin er þó góð til að gera fyrsta mat á afkastagetu jarðhitakerfis áður en upplýsingar um ofangreinda þætti eru tiltækar.

Staðsetning Þeistareykja innan gosbeltisins og tilvist vel opinna sprungna mun væntanlega valda öflugu innstreymi. Þá mun hiti nálægt suðumarki, allavega í hluta jarðhitakerfisins, líklegast valda því að einhvers konar gufupúði muni þróast eftir að vinnsla hefst, nema innstreymið sé þeim mun öflugra. Þessu til viðbótar má svo auka og viðhalda vinnslugetu jarðhitakerfisins með niðurdælingu. Jafnframt munu dýpri boranir í framtíðinni að öllum líkindum auka vinnslugetuna umtalsvert, en hér hefur aðeins verið gert ráð fyrir jarðhitavinnslu niður á 3 km dýpi. Allt bendir þetta til þess að líta megi á niðurstöður rúmmálsmatsins sem neðri mörk. Þó verður að hafa í huga að atriðin, sem aukið geta vinnslugetuna, hafa ekki verið staðfest nema að takmörkuðu leyti. Aðeins hefur verið borað á mjög takmörkuðu svæði innan Þeistareykjasvæðisins.

Sjálfbær nýting jarðhitakerfa hefur verið skilgreind sem vinnsla sem hægt er að viðhalda í mjög langan tíma, eða 100–300 ár (Guðni Axelsson o.fl., 2001; Guðni Axelsson o.fl., 2006). Er þá jafnvel gert ráð fyrir tímabundinni ágengri vinnslu og síðan verði dregið úr vinnslu í framhaldinu (Guðni Axelsson o.fl., 2006), sjá jafnframt umfjöllun um sjálfbærni og endurnýjanleika jarðhita í kafla 3.1 hér að framan. Hugmyndin að tímabilum í rekstri jarðhitasvæðis með mismikilli vinnslu byggir á því að áhrif vinnslu á flest jarðhitakerfi á Íslandi eru talin afturkræf, þ.e. að jarðhitakerfi komist aftur í fyrra ástand eftir hæfilega hvíld eða minni notkun, væntanlega af sambærilegri lengd og vinnslutímabilið. Reynsla frá öðrum svæðum, þar á meðal Nesjavöllum og Svartsengi, hefur sýnt þetta svo og niðurstöður hermireikninga. Telja verður að svo verði einnig á Þeistareykjum vegna jarðfræðilegra aðstæðna og eðlis jarðhitakerfisins.

Rúmmálsaðferðin nýtist ekki vel til að meta sjálfbæra vinnslugetu jarðhitakerfisins á Þeistareykjum, eða afturkræfni áhrifa vinnslu þar. Það er einungis hægt með flóknari reiknilíkönum eftir að nokkuð löng reynsla er komin á viðbrögð jarðhitakerfisins þar við vinnslu. En byggt á niðurstöðunum hér að framan, bæði niðurstöðum rúmmálsmatsins og þeim þáttum sem aukið geta vinnslugetuna umfram það sem væri ef eingöngu orkuforðinn væri nýttur, má telja góðar líkur á því að hún sé a.m.k. 100–150 $MW_e$ til 100 ára (Ásgrímur Guðmundsson o.fl. 2008). Sjá þó umfjöllun hér á eftir á eftir í kafla 9.1.2,, um mat á afkastagetu jarðhitakerfisins á Þeistareykjum byggt á greinargerð Guðna Axelssonar (2009).

Eins og greint er frá í kafla 3.1 er það stefna Þeistareykja ehf. að nýta jarðhitann með sjálfbærum hætti með því að virkja í áföngum á Þeistareykjum miðað við þekkingu og reynslu á vinnslueiginleikum svæðisins á hverjum tíma.

### 9.1.2 UMHVERFISÁHRIF

**Viðmið umhverfisþátta**

- Lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu.
- Velferð til framtíðar, sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, stefnumörkun til ársins 2020, gefið út af umhverfisráðuneytinu.

**Umfang, einkenni og vægi áhrifa**

Það er markmið framkvæmdaraðila að jarðhitanýting á Þeistareykjum verði með sjálfbærum hætti. Við ákvörðunartöku varðandi umfang jarðhitavinnslu á Þeistareykjum, verður stuðst við hugmyndalíkan sem byggir á samtúlkun á öllum fyrirliggjandi rannsóknagögnum. Afkastageta jarðhitasvæðisins á Þeistareykjum var metin með jarðvarmamati með rúmmálsaðferð og Monte Carlo reikningum.

Hér á eftir verður fjallað um hugsanleg áhrif fyrirhugaðrar vinnslu á jarðhitageyminn með tilliti til sjálfbærni fyrirhugaðrar nýtingar.

Eins og kom fram í **köflum 3 og 9.1.1** hafa verið gerðar yfirgripsmiklar rannsóknir og mælingar á jarðhitasvæðinu á Þeistareykjum sem nýtast við að greina umhverfisáhrif jarðhitavinnslu á orkuvinnslusvæðinu.

Reynsla á jarðhitasvæðum sýnir að jarðhitavirkni á yfirborði háhitasvæða getur breyst, annars vegar af náttúrulegum orsökum og hins vegar vegna orkuvinnslu. Fjallað er um hugsanleg áhrif á yfirborðsvirkni í kafla 9.3 Jarðmyndanir. Þrýstingslækkun í jarðhitakerfum vegna vinnslu getur valdið því að innstreymi í kerfin aukist nokkurn veginn í hlutfalli við það magn sem upp er tekið (Guðni Axelsson o.fl., 2001 og 2005). Einnig getur ágeng vinnsla í nokkra áratugi valdið því að þrýstingur lækkar meira en innstreymi og því minnkar vinnslugeta svæðisins.

Vinnsla jarðhita mun hafa áhrif á jarðhitageyminn. Jafnframt getur losun affallsvatns frá virkjuninni með niðurrennsli í djúpar borholur (djúpförgun) haft áhrif á geyminn ef sú leið verður valin. Losun í jarðhitageyminn getur minnkað þrýstifall í honum og þar með lengt líf hans. Hins vegar getur niðurrennsli í geyminn einnig stuðlað að kælingu og skert nýtingu hans. Þess vegna þarf að fá reynslu af rekstri jarðhitasvæðisins áður en farið er út í að losa allt affallsvatn í jarðhitageyminn. Leiði reynsla af jarðhitanýtingu á Þeistareykjum í ljós að djúpförgun affallsvatns sé vænlegur kostur fyrir jarðhitageyminn, verður sú aðferð skoðuð.

Niðurstöður hins varfærna rúmmálsmats í **töflu 10** benda til þess að jarðhitakerfið á Þeistareykjum muni geta staðið undir 191-622 $MW_e$ virkjun næstu 30 árin og að 90% líkur séu á að rafaflið verði meira en 240 $MW_e$ á ári. Byggt á niðurstöðum rúmmálsmatsins og að teknu tilliti til þeirra þátta sem aukið geta vinnslugetuna umfram það sem væri ef eingöngu orkuforðinn væri nýttur, má telja góðar líkur á því að vinnslugetan sé a.m.k. 100–150 $MW_e$ til 100 ára, annað hvort með stöðugri vinnslu eða með tímabundinni ágengri vinnslu og síðan að dregið verði úr vinnslu í framhaldinu (**viðauki A2).** Þó má gera ráð fyrir breytilegri vinnslu við áratuga langan rekstur. Ef ágeng vinnsla er stunduð tímabundið á ákveðnu svæði þarf að draga úr henni síðar meir til að viðhalda sjálfbærri nýtingu (Guðni Axelsson o.fl., 2006; Guðni Axelsson, 2009).

Nýting jarðhitakerfa á ýmsum stöðum í heiminum síðustu áratugi hefur sýnt að jarðhitavinnsla getur verið sjálfbær. Mögulegt er að haga vinnslu úr jarðhitakerfi þannig

að kerfið nái jafnvægisástandi á nýjan leik, jafnvel eftir að stórfellda vinnslu, og að henni megi halda í langan tíma (Guðni Axelsson, o.fl., 2006). Hér á eftir er fjallað um þá þætti sem þarf að hafa í huga svo að jarðhitanýting geti verið sjálfbær:

A. Sjálfbær vinnslugeta jarðhitakerfa er óþekkt við upphaf vinnslu, en hana má meta út frá fyrirliggjandi gögnum um innri gerð og eðli kerfanna (stærð jarðhitakerfis og hitaástand) og gögnum um viðbrögð þeirra við vinnslu. Áætlanir verða áreiðanlegri eftir því sem vinnslusaga viðkomandi jarðhitakerfis lengist (meiri gögn safnast um viðbrögð við vinnslu).
B. Sjálfbær vinnslugeta er háð vinnslutækni, jafnt vinnsluaðferðinni og tækniframförum. Niðurrennsli/niðurdæling affallsvatns getur dregið úr þrýstingslækkun í jarðhitageyminum og þar með lengt endingartíma jarðhitakerfisins til orkuvinnslu.
C. Reikna má með að með dýpri borholum í framtíðinni (4-5 km í stað 2-3 km í dag) megi vinna meiri orku úr mörgum jarðhitakerfum, ekki síst háhitakerfum tengdum eldstöðvakerfum.

Guðni Axelsson (2009) fjallar í greinargerð nánar um líklega afkastagetu jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og sjálfbæra nýtingu þess vegna mats á umhverfisáhrifum, en gert er í hugmyndalíkans- og rúmmalsmatsskýrslu (Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 2008). Einkum er þar horft til austurhluta orkuvinnslusvæðisins á Þeistareykjum og hvað sé eðlilegt að reikna með að hámarksafkastageta þess hluta svæðisins sé.

Í greinargerð Guðna Axelssonar (2009) er lögð áhersla á að afkastageta Þeistareykjasvæðisins er enn ekki að fullu þekkt vegna þess að aðeins hefur verið borað í lítinn hluta kerfisins og vegna þess að kerfið hefur aðeins verið álagsprófað í takmörkuðum mæli í stuttan tíma. Niðurstöður rúmmálsmatsins, spanna mjög vítt bil, aðallega vegna óvissu í stærð kerfisins og óvissu í svokölluðum varmaheimtustuðli. Þetta endurspeglar hve illa þekkt afkastagetan er. Jafnframt tekur rúmmálsaðferðin ekki tillit til mikilvægra þátta sem ráða miklu um afkastagetu jarðhitakerfa, eins og þrýstingslækkunar vegna vinnslu, þróunar hugsanlegs gufupúða, innstreymis og áhrifa niðurdælingar (nema í gegnum varmaheimtustuðulinn). Allir þessir þættir geta stuðlað að meiri afkastagetu. Rúmmálsaðferðin er góð til fyrsta mats á afkastagetu jarðhitakerfis áður en upplýsingar um ofangreinda þætti eru tiltækar.

Fram kemur í greinargerð Guðna Axelssonar (2009) að ekki er til opinberlega viðurkennd skilgreining á því hvað felst í sjálfbærri jarðhitavinnslu, en lagt hefur verið til að sjálfbær nýting jarðhitakerfa sé skilgreind sem vinnsla sem hægt er að viðhalda í mjög langan tíma, eða 100–300 ár (Guðni Axelsson o.fl., 2006). Er þá jafnvel gert ráð fyrir tímabilum með ágengri vinnslu (sem ekki er hægt að halda óbreyttri í 100–300 ár) og í framhaldinu verði dregið úr vinnslu. Hugmyndin að breytilegri vinnslu byggir á því að áhrif vinnslu á flest jarðhitakerfi á Íslandi eru talin afturkræf, þ.e. að jarðhitakerfi komist aftur í fyrra ástand eftir hæfilega hvíld, væntanlega af sambærilegri lengd og vinnslutímabilið. Þar sem vinnslutímabil er samfelldur rekstur einstaka undirsvæða innan orkuvinnslusvæðis eða alls orkuvinnslusvæðisins. Er þetta byggt á reynslu frá mismunandi svæðum svo og niðurstöðum hermireikninga. Rúmmálsaðferðin nýtist ekki vel til að meta sjálfbæra vinnslugetu jarðhitakerfisins á Þeistareykjum, eða afturkræfni áhrifa vinnslu þar. Það er einungis hægt með flóknari reiknilíkönum eftir að nokkuð löng reynsla er komin á viðbrögð jarðhitakerfisins þar við vinnslu. Fyrstu niðurstöður úr reiknilíkani geta legið fyrir að lokinni álagsprófun á svæðinu ári 2010.

Eins og greint er frá í kafla 3.1 um sjálfbæra vinnslu jarðhita getur vinnsla úr jarðhitasvæði færst til á þann hátt að aukið álag á einu undirsvæði þarf ekki að hafa áhrif á vinnslu á öðru. Þannig er hægt að draga úr vinnslu eða hvíla á einum stað meðan aukið er á öðrum og haldið þannig stöðugri rafmagnsframleiðslu í virkjuninni. Þeistareykir ehf. stefna að því að byggja upp vinnslu jarðhita á Þeistareykjasvæðinu í áföngum til að tryggja að unnið sé innan marka sjálfbærni sem er í samræmi aðferð 2 til sjálfbærrar nýtingar (Guðni Axelsson o.fl., 2006). Vinnsla verður aukin í nokkrum áföngum þar til sjálfbær vinnslugeta hefur verið metin og sjálfbæru mörkunum náð.

Í greinargerð Guðna Axelssonar (2009) kemur fram að fyrirliggjandi niðurstöður er þó hægt að nota til að svara spurningum um líklega afkastagetu jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og sjálfbæra nýtingu þess, ef svörin eru skoðuð í ljósi ofangreindra takmarkana. Gengið er útfrá eftirfarandi forsendum: (a) Að austursvæðið sé um helmingur alls svæðisins eins og það var skilgreint í hugmyndalíkansskýrslunni, (b) miðað er við að vinnslan verði sjálfbær, en væntanlega breytileg (c) neðri mörk líklegrar afkastagetu eru áætluð á grundvelli neðri marka rúmmálsmatsins fyrir 50 ára vinnslu (**tafla 10**) og (d) líkleg hámarksafkastageta byggir á efri mörkum rúmmálsmatsins fyrir 50 ára vinnslu (**tafla 10**). Á grundvelli þessa fást eftirfarandi niðurstöður:

1. Vegna þess að afkastageta Þeistareykjasvæðisins er í upphafi ekki að fullu þekkt er æskilegt að nýting svæðisins verði í þrepum og að fyrsta þrepið verði ekki of stórt, eins og almennt gildir um jarðhitasvæði. Þannig má slá tvær flugur í einu höggi; forðast offjárfestingu með of stórri virkjun og afla upplýsinga sem nýtast til að ákvarða afkastagetuna af mun meiri nákvæmni en hægt er í upphafi. Í framhaldinu verður hægt að ákveða stærð næstu virkjunarskrefa og endanlega stærð virkjunar svæðisins.
2. Jafnframt væri æskilegt að álagsprófa svæðið í einhvern tíma (t.d. 0,5–2 ár) áður en fyrsti áfangi virkjunar yrði byggður. Slík prófun myndi í raun samsvara fyrsta virkjunarskrefinu, ef massataka og tímalengd væru sambærileg.
3. Út frá fyrirliggjandi niðurstöðum (sjá forsendu (c) hér að framan) er lagt til að fyrsta virkjunarskrefið á austursvæðinu svari til u.þ.b. 50 $MW_e$.
4. Út frá fyrirliggjandi niðurstöðum (sjá forsendu (d) hér að framan) er lagt til að miðað verði við að endanleg stærð virkjunar á austursvæðinu verði u.þ.b. 200 $MW_e$. Þetta ætti m.a. við mat á umhverfisáhrifum.
5. Ekki er enn hægt að meta sjálfbæra vinnslugetu austursvæðis Þeistareykja af neinni vissu, eins og áður hefur komið fram. Þó má gera ráð fyrir að hún sé á bilinu 50–200 $MW_e$ samkvæmt framanskráðu og breytilegri vinnslu eftir atvikum.

Rétt er að benda á það að ofangreindar niðurstöður eru byggðar á niðurstöðum rúmmálsmatsins fyrir 50 ára nýtingu, en gera ráð fyrir sjálfbærri breytilegri vinnslu í 100–300 ár. Byggir þetta á því að rúmmálsmatið tekur ekki tillit til nokkurra þátta sem aukið geta vinnslugetuna umfram það sem hún væri ef eingöngu orkuforðinn væri nýttur (sjá hér að ofan). Þetta eru m.a. þættir sem stuðla að endurnýjun massa- og orkuforðans, þar á meðal þegar dregið er úr vinnslu. Nú er verið að setja upp reiknilíkan af jarðhitakerfinu á Þeistareykjum, sem byggir á öllum tiltækum gögnum um kerfið. Niðurstöður þeirra og frekari borana á svæðinu munu nýtast til að ákvarða afkastagetu kerfisins af meiri nákvæmni en hægt hefur verið til þessa. Þá standa

vonir til þess að afla megi meiri orku í framtíðinni á Þeistareykjum með dýpri borunum, eins og á öðrum háhitasvæðum á Íslandi.

Eins og fram kemur í kafla 4.6.2 verða áætlanir um uppbyggingu Þeistareykjavirkjunar gerðar með hliðsjón af áætlaðri vinnslugetu jarðhitasvæðisins, byggðri á hugmyndalíkani af því og síðar hermireikningum, þegar reynsla hefur fengist af rekstri virkjunarinnar. Byggingarhraði virkjunarinnar fer eftir árangri við frekari orkuöflun með vinnsluborunum. Við nýtingu jarðhita á Þeistareykjum verður miðað að sjálfbærri vinnslu og er gert ráð fyrir að haft verði samráð við Orkustofnun um hugsanlega áfangaskiptingu byggingar virkjunar á Þeistareykjum.

**Mótvægisaðgerðir**

Engar eiginlegar mótvægisaðgerðir eru fyrirhugaðar vegna áhrifa á jarðhita og orkuforða. Leiði vöktun og eftirlit auk reynslu af jarðhitanýtingu á Þeistareykjum í ljós að djúpförgun skiljuvatns sé vænlegur kostur fyrir jarðhitageyminn, verður skoðað að breyta fyrirkomulagi niðurrennslis úr grunnförgun í djúpförgun.

**Niðurstaða**

Við nýtingu jarðhita á Þeistareykjum verður miðað að sjálfbærri vinnslu. Í samræmi við niðurstöður jarðvarmamats er gert ráð fyrir að virkjunin verði reist í einingum. Ef vel tekst til í þeim efnum má búast við að áhrif jarðhitavinnslu á svæðinu verði í jafnvægi við nýtingu og muni hafa óveruleg áhrif á jarðhitakerfi og orkuforða. Þetta mat er þó háð óvissu.

### 9.1.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

*Í umsögn Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík segir að sjálfbær vinnsla byggist á að djúpförgun affallsvatns hefjist á Þeistareykjum þegar reynsla liggur fyrir af nýtingu og eiginleikar jarðhitageymisins eru betur þekktir.*

Hér er um misskilning að ræða. Djúpförgun er ekki forsenda sjálfbærni en getur haft áhrif á nýtingartíma jarðhitakerfisins. Ef vel tekst til við djúpförgun getur hún haft jákvæð áhrif á jarðhitakerfið sem felst í því að draga úr niðurdrætti. Í kafla 4.3.7 kemur fram að stefnt er að því að hefja djúpförgun á Þeistareykjum í samráði við Orkustofnun þegar reynsla liggur fyrir af nýtingu og eiginleikar jarðhitageymisins eru betur þekktir.

## 9.2 LANDSLAG

### 9.2.1 GRUNNÁSTAND

Við mat á umhverfisáhrifum á Íslandi hefur ekki mikið farið fyrir samræmdum aðferðum við mat á áhrifum á landslag. Sú aðferðafræði sem stuðst er við hér er að miklu leyti mótuð eftir þeim aðferðum sem beitt hefur verið á Bretlandseyjum. Í **viðauka A5** (Mannvit, 2010a) má finna nánari upplýsingar um aðferðarfræði sem

beitt var við að meta áhrif framkvæmda við Þeistareykjavirkjun og virkjunarveg frá Húsavík á landslag.

Landslag við Þeistareyki einkennist fyrst og fremst af hraunum ásamt fjöllum og hryggjum sem ganga upp úr flötum hraununum. Hraunin eru misjöfn að aldri og þar af leiðandi er áferð þeirra ólík. Jarðhiti á yfirborði finnst einnig á svæðinu og gætir ummyndunar í jarðvegi í næsta nágrenni hans. Fjöll og hryggir eru flest úr móbergi. Þeistareykjasvæðið sjálft og hraunin í nágrenni þess afmarkast af nokkrum fjöllum sem eru Bæjarfjall til suðurs, Lambafjöll til vesturs, Grísatungufjöll til norðurs og Ketilfjall og Þeistareykjabunga til austurs.

Landslag á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði hefur verið flokkað niður í landslagsheildir. Við flokkunina er stuðst við ákveðna þætti sem mynda það landslag sem leggja á mat á hverju sinni. Þessir þættir eru bornir/lagðir saman:

- Jarðfræði
- Gróðurfar
- Vatnafar
- Landnotkun
- Landform

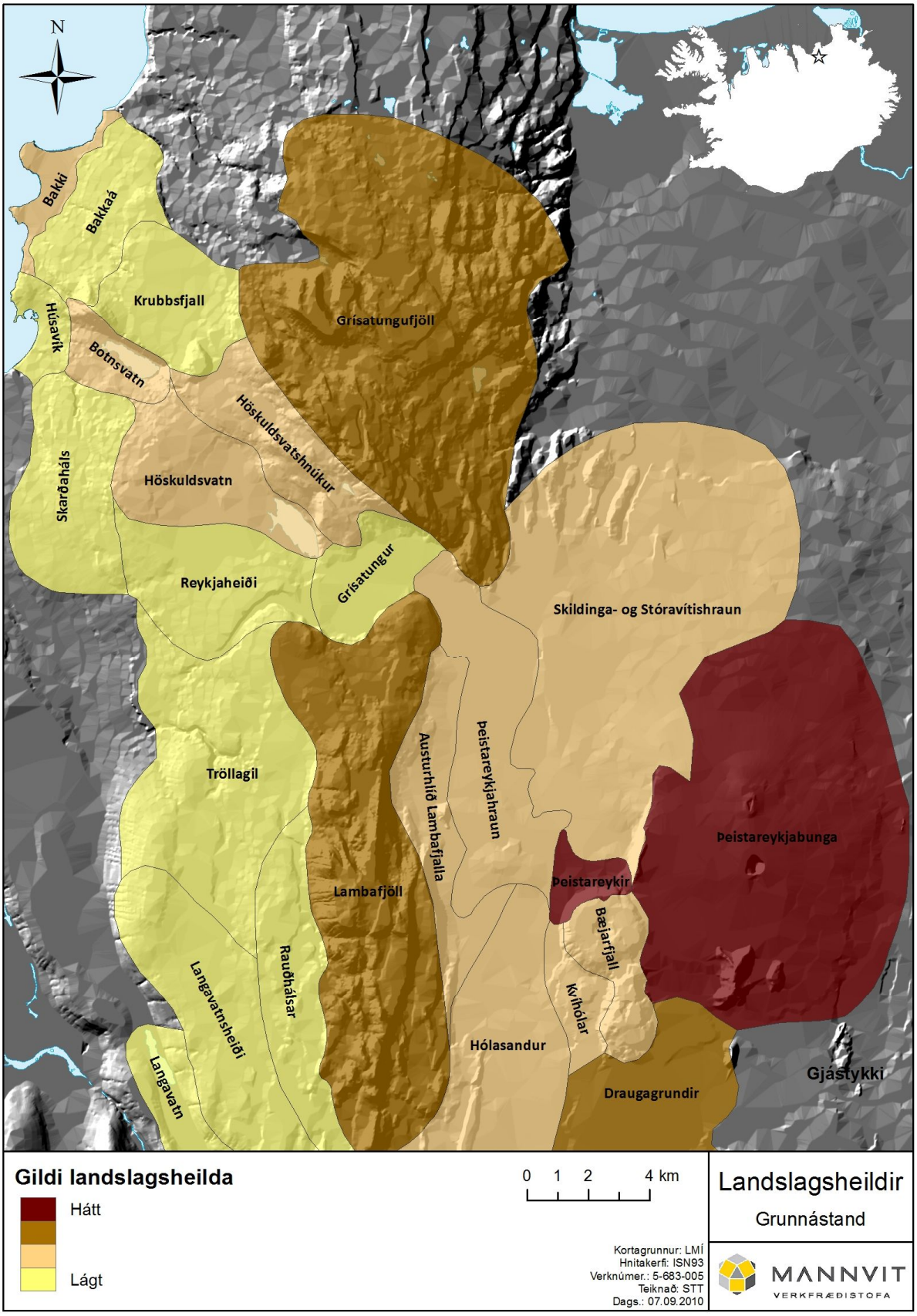
Í hverri landslagsheild er hluti ofangreindra þátta ráðandi við skilgreiningu á stærð og lögun hverrar heildar. Samspil ákveðinna þátta er einnig mikilvægt, t.d. ræður berggrunnur miklu um hvaða gróður þrífst á viðkomandi svæði. Afmörkun hverrar heildar getur einnig ráðist af landformum, þ.e.a.s. þeirri umgjörð sem lokar á frekari sýn áhorfandans. Þetta geta til að mynda verið fjallgarðar, hólar eða hryggir. Mörk landslagsheilda eru dregin með mjórri línu á korti til einföldunar. Hverri landslagsheild er gefið nafn sem dregið er af þekktu örnefni innan heildarinnar. Á **mynd 56** má sjá landslagsheildir sem afmarkaðar hafa verið ásamt gildi þeirra.

Öllum landslagsheildum sem voru greindar var gefið ákveðið gildi. Gildi hverrar heildar er fengið með því að leggja saman nokkra þætti, en þeir eru:

- Ósnortin víðerni
- Nýting til útivistar og annarrar afþreyingar
- Vernd
- Jarðhiti á yfirborði

Sé landslagsheild hluti af ósnortnu víðerni hækkar gildi hennar í samanburði við aðrar sem eru það ekki. Hugtakið ósnortin víðerni á sér ákveðna tengingu við mat á landslagi auk þess sem hugtakið er skilgreint í lögum um náttúruvernd nr. 44/1999. Þar segir um ósnortin viðerni: *Landsvæði sem er a.m.k. 25 km$^2$ að stærð eða þannig að hægt sé að njóta þar einveru og náttúrunnar án truflunar af mannvirkjum eða umferð vélknúinna farartækja á jörðu, er í a.m.k. 5 km fjarlægð frá mannvirkjum og öðrum tæknilegum ummerkjum, svo sem raflínum, orkuverum, miðlunarlónum og þjóðvegum, og þar sem ekki gætir beinna ummerkja mannsins og náttúran fær að þróast án álags af mannlegum umsvifum.*

Þau svæði sem flokkuð hafa verið niður í landslagsheildir eru sum nýtt til útivistar. Stuðst er við upplýsingar úr þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið á nýtingu svæðisins til útivistar (**viðauki A14**). Einnig var safnað upplýsingum um gönguleiðir og aðrar ferðaleiðir. Séu landslagsheildir nýttar til útivistar á einn eða annan hátt hækkar gildi þeirra.

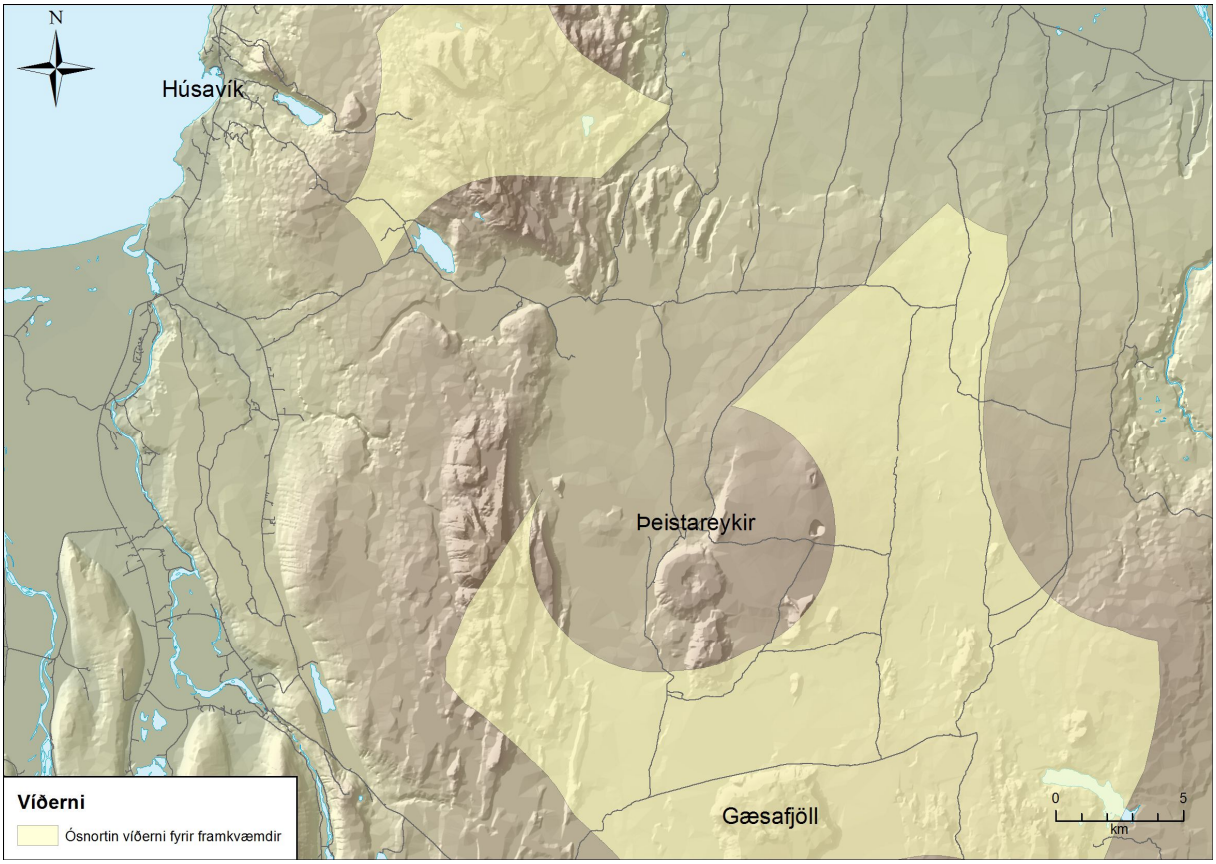



**Mynd 56** Landslagsheildir og gildi þeirra á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar.

Þar sem verndarsvæði eru innan landslagsheilda fá þær hærra gildi af þeim sökum. Til að verndarsvæði sé tekið inn í mat á gildi landslags þarf það að vera verndað vegna landslags, gróðurfars, jarðfræði eða annarra þátta sem hafa bein áhrif á einkenni og útlit viðkomandi svæðis. Verndarsvæðin þurfa að vera afmörkuð í náttúruminjaskrá, skipulagsáætlunum eða samkvæmt lögum. Svæði við Þeistareyki er til að mynda á náttúruminjaskrá og um önnur gildir hverfisvernd samkvæmt skipulagi (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

Jarðhitavirkni á yfirborði og jarðhitaummyndun hækka gildi landslags þar sem útlit svæðanna sker sig úr nánasta umhverfi.

Í **viðauka A5** má finna nánari upplýsingar um flokkun landslags og gildismat landslagsheilda. Hægt er með einföldum hætti að kortleggja ósnortin víðerni út frá þessari skilgreiningu með því að reikna fjarlægð frá viðkomandi fyrirbærum. Hér skal þó tekið fram að þjóðvegur er samkvæmt skilgreiningu Vegagerðarinnar vegur sem hefur vegnúmer í vegaskrá og haldið er við af Vegagerðinni. Upplýsingar um ósnortin víðerni er hér notað til að meta gildi landslagsheilda. Sé landslagsheild hluti af ósnortnu víðerni hækkar gildi hennar í samanburði við aðrar sem eru það ekki.




**Mynd 57** Ósnortin víðerni í grennd við Þeistareyki og austan Húsavíkur.

Á **mynd 57** eru sýnd ósnortin víðerni greind samkvæmt framangreindri skilgreiningu. Um er að ræða tvö svæði. Annað er austan Húsavíkur og hitt í sunnan og austan Þeistareykja. Þess má þó geta að undanfarin ár hefur Norðurþing lagfært og byggt upp gamla Reykjaheiðarveginn á kaflanum frá Húsavík um Grjótháls að Höfuðreiðarmúla. Einnig hefur verið settur upp lítill skíðagönguskáli til bráðabirgða við Grjótháls. Vegurinn fellur þó ekki enn undir skilgreiningu vegar sem hefur áhrif

á stærð víðerna og tímabundin skálabygging hefur það ekki heldur. Áhrif núverandi mannvirkja við Þeistareyki eru augljós þar sem þau mynda gat í syðra svæðið. Á milli svæðanna tveggja liggur háspennulína (Kópaskerslína 1) sem veldur því að skil myndast á milli svæðanna. Svæðið austan Húsavíkur er um 94 km$^2$ en svæðið kringum Þeistareyki er um 374 km$^2$. Bæði svæðin eru því talsvert yfir þeirri lágmarksstærð sem gefin er upp í skilgreiningu á ósnortnum víðernum.

### 9.2.2 UMHVERFISÁHRIF

**Viðmið umhverfisþátta**

- V. kafli laga nr. 44/1999 um náttúruvernd.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

**Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa**

***Áhrif á landslag***

Áhrif á landslag eru metin með tilliti til umfangs þeirra framkvæmda sem lenda innan hverrar heildar og grunnástands. Þær heildir sem fyrirhuguð framkvæmd nær að stórum hluta inn á eru eftirfarandi:

- Kvíhólar
- Þeistareykir
- Þeistareykjahraun
- Þeistareykjabunga
- Skildinga- og Stóravítishraun
- Grísatungur
- Höskuldsvatn
- Botnsvatn
- Húsavík

Fyrirhuguð framkvæmd er utan annarra landslagsheilda eða sker aðeins lítinn hluta af þeim. Hér á eftir er fjallað um áhrif á þær landslagsheildir sem nefndar eru hér að framan. Á **mynd 58** má sjá kort sem sýnir landslagsheildir flokkaðar eftir áhrifum.

**Verulega neikvæð áhrif:** Áhrif á landslagsheildina Þeistareyki eru talin verða verulega neikvæð. Við Þeistareyki er landslag sérstætt og ólíkt þeim svæðum sem finnast í næsta nágrenni. Við Þeistareyki er virkur jarðhiti á yfirborði með tilheyrandi ummyndunum. Gróðurþekja innan heildarinnar er þétt utan hverasvæðanna og ólík því sem finnst í hraunum í kring. Útivist er stunduð á svæðinu og hluti þess er skilgreindur sem svæði á náttúruminjaskrá. Jafnframt eru samkvæmt svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum skilgreind náttúruverndar- og minjaverndarsvæði á Þeistareykjum. Ljóst er að hluti fyrirhugaðrar framkvæmdar lendir innan heildarinnar (**mynd 58**). Heildin sjálf er lítil og eru áhrif talin verða verulega neikvæð.

**Talsverð neikvæð áhrif:** Landslagsheildin Þeistareykjahraun er talin verða fyrir talsverðum neikvæðum, beinum og varanlegum áhrifum. Heildin nær yfir Þeistareykjahraun sem er með yngri hraunum á svæðinu. Þar er einnig að finna eldvörp og hella auk misgengja. Landslagsheildin sker sig talsvert úr þar sem minni gróður er innan hennar miðað við næsta nágrenni (Landmælingar Íslands, 2004). Fyrirhugaður virkjunarvegur mun liggja um hraunið og verður hann uppbyggður og

liggur um stóran hluta heildarinnar. Einnig er fyrirhugað eitt borsvæði og lögn innan syðsta hluta heildarinnar.

**Nokkuð neikvæð áhrif:** Sex landslagsheildir eru taldar verða fyrir nokkuð neikvæðum beinum og varanlegum áhrifum. Fyrirhugaður virkjunarvegur frá Húsavík mun liggja um landslagsheildirnar Botnsvatn, Höskuldsvatn, Grísatungur og Kvíhóla. Austan Höskuldsvatns eru vegir fyrir sem eru þó frábrugðnir fyrirhuguðum vegi því þar er um að ræða torfarnar vegslóðir. Nokkur hluti fyrirhugaðra mannvirkja Þeistareykjavirkjunar er innan landslagsheildarinnar Skildinga- og Stóravítishrauns. Landslagsheildin er mjög stór og teygir sig um 15 km í norður frá Bæjarfjalli. Fyrirhuguð virkjun verður því innan lítils hluta af heildinni og þar eru áhrifin talin verða nokkuð neikvæð.

**Óveruleg áhrif:** Borsvæði austan Bóndhólsskarðs ná inn fyrir mörk landslagsheildarinnar Þeistareykjabungu. Landslagsheildin er mjög stór (um 90 $km^2$) og því hafa borsvæðin lítil áhrif á heildina. Talið er að áhrifin verði óveruleg. Einnig er talið að áhrif á landslagsheildina Húsavík verði óveruleg þar sem umhverfi er nú þegar mjög manngert.

Aðrar landslagsheildir á athugunarsvæðinu verða fyrir litlum sem engum áhrifum.

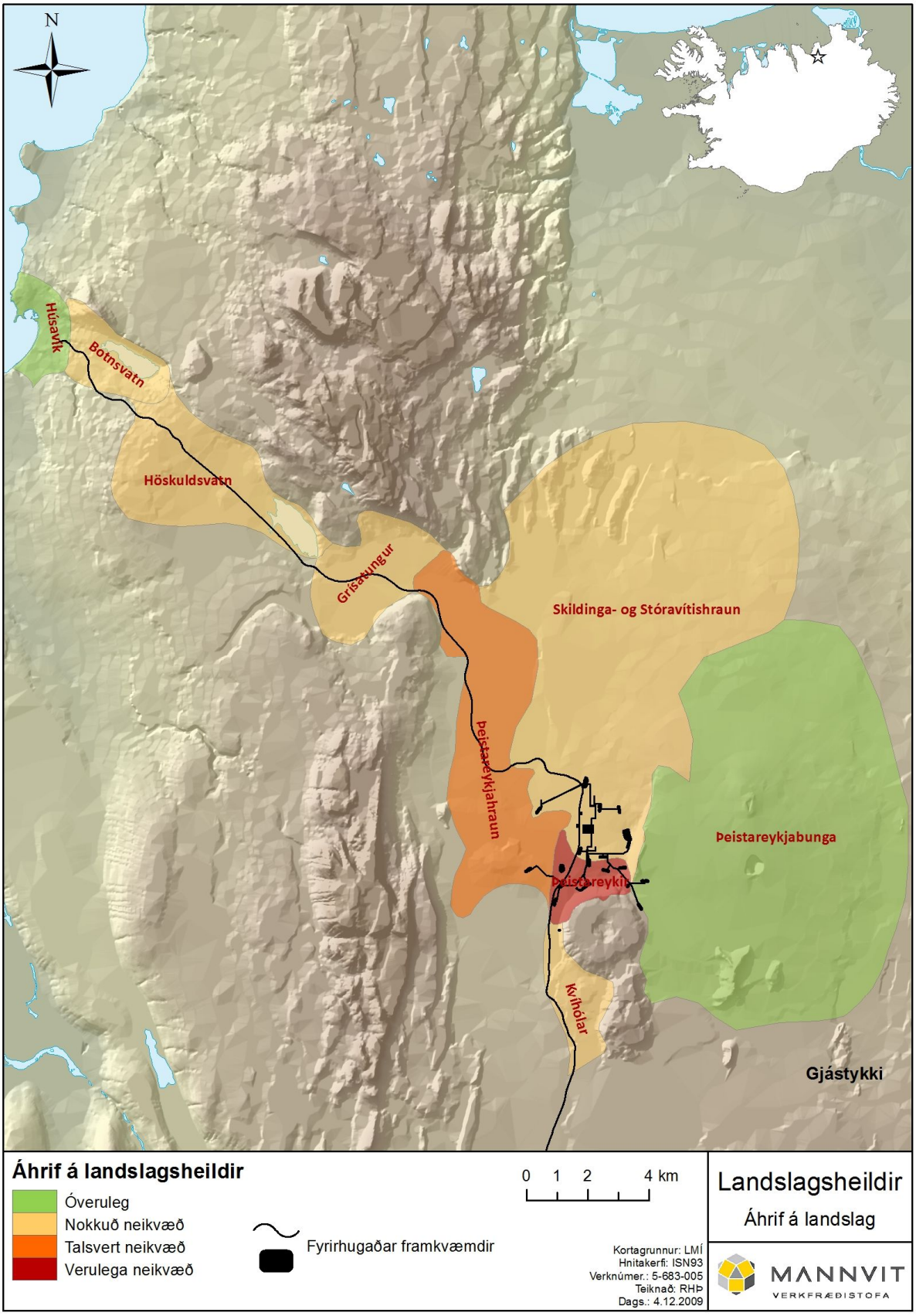
***Áhrif á ósnortin víðerni***

Á **mynd 59** má sjá skerðingu sem verður á ósnortnum víðernum miðað við fyrirhugaðar framkvæmdir við Þeistareykjavirkjun og virkjunarveg frá Húsavík. Svæðið austan Húsavíkur skerðist talsvert vegna fyrirhugaðs vegar. Að vissu leyti má segja að það hafi þegar gerst með þeirri uppbyggingu Reykjaheiðarvegar sem Norðurþing hefur staðið að undanfarin ár. Svæðið mun minnka sem nemur 24 $km^2$ en svæðið sem verður eftir mælist um 70 $km^2$. Þar er því ennþá um að ræða ósnortið víðerni (stærra en 25 $km^2$). Svæðið sunnan og austan Þeistareykja skerðist vegna fyrirhugaðra mannvirkja á orkuvinnslusvæðinu við Þeistareyki. Skerðingin nemur um 34 $km^2$ en eftir verður um 340 $km^2$ svæði sem fellur undir ósnortið víðerni.

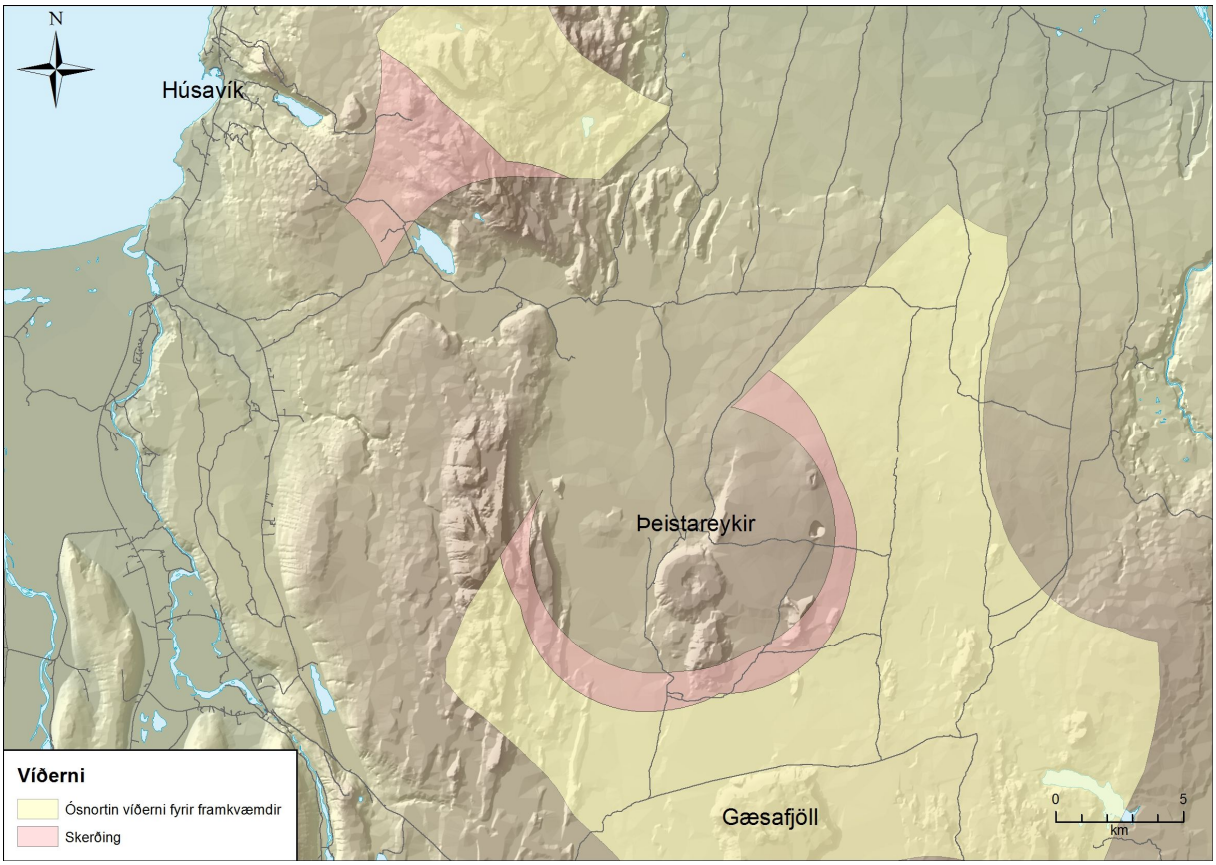
**Mótvægisaðgerðir**

Engar eiginlegar mótvægisaðgerðir eru fyrirhugaðar í tengslum við áhrif á landslag.

Syðra niðurrennslissvæði Þeistareykjavirkjunar var upphaflega hugsað við litla tjörn vestan við Tjarnarás, nokkru norðar en nú er gert ráð fyrir við ÞG-02. Við breytinguna er stærri hluta svæðis við Tjarnarás og Hitur hlíft, sem m.a. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur bent á að hafi sérstöðu varðandi gróður, jarðmyndanir og landslag á Þeistareykjum. Hefur Náttúrfræðistofnun mælst til að svæðinu verði hlíft við raski eins og kostur er (Kristbjörn Egilsson og Guðmundur Guðjónsson, 2009). Auk þess fækkar lagnaleiðum við þessa breytingu þar sem niðurrennslisæð að svæðinu verður lögð samhliða safnæðum frá borsvæðum A, D, N og F. Ekki er síður mikilvægt að við þessa breytingu er komið í veg fyrir að niðurrennslislagnir þveri virkjunarveginn.




**Mynd 58** Áhrif framkvæmda við Þeistareykjavirkjun og virkjunarveg á landslagsheildir.




**Mynd 59** Skerðing ósnortinna víðerna í grennd við Þeistareyki**.**

### Niðurstöður

Áhrif á landslag verða mest þar sem mannvirki jarðhitavirkjunar eru fyrirhuguð í grennd við Þeistareyki. Þar sker núverandi landslag sig frá nánasta umhverfi, en þar er að finna jarðhita á yfirborði ásamt þéttum gróðri. Einnig er svæðið nýtt til útivistar og þangað eru farnar skipulagðar ferðir að sumri til. Gildi landslagsheildarinnar telst hátt. Hluti fyrirhugaðra mannvirkja verða innan hennar og áhrifin eru talin verulega neikvæð.

Fyrirhugaður virkjunarvegur mun liggja um nokkrar landslagsheildir. Áhrif hans eru mest á Þeistareykjahraun en minni innan annarra heilda. Virkjunarvegur mun hafa talsverð neikvæð áhrif á landslagsheildina Þeistareykjahraun en nokkuð neikvæð á heildirnar Botnsvatn, Höskuldsvatn, Grísatungur og Kvíhóla. Áhrif mannvirkja virkjunar og virkjunarvegar á Skildinga- og Stóravítishraun eru nokkuð neikvæð.

Áhrif virkjunarvegar og borteiga virkjunar verða óveruleg á landslagsheildirnar Húsavík og Þeistareykjabungu.

Þau víðerni sem skilgreind voru í grennd við Þeistareyki koma til með að minnka um sem nemur tæplega 9% frá upprunalegri stærð vegna fyrirhugaðra framkvæmda. Fyrirhuguð framkvæmd mun hafa talsverð neikvæð áhrif á ósnortin víðerni.

### 9.2.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

***Umhverfisáhrif á landslag**: „Umhverfisstofnun tekur undir þær niðurstöður að áhrif virkjunar á landslagsheildina Þeistareyki eru verulega neikvæð, og að umhverfisáhrif verða talsverð neikvæð á Þeistareykjahraun. Að mati Umhverfisstofnunar verða umhverfisáhrif af borsvæði austan Bóndhólsskarðs umtalsverð neikvæð á landslagsheildina Þeistareykjabungu. Þeistareykjabunga eða Stóravítisdyngja er sögð ein stærsta dyngja landsins að rúmmáli 20 km³ með upptök í Stóravíti, skv. viðauka A3, sem fjallar um jarðfræðina á Þeistareykjum. Umhverfisstofnun tekur undir að landslagsheildin er stór og að mati stofnunarinnar er mjög víðsýnt við Þeistareykjabungu og þar sem engin mannvirki eru nú fyrir austan Bóndhólsskarð mun borsvæði með tilheyrandi mannvirkjum hafa áhrif á víðsýni yfir alla landslagsheildina. Umhverfisstofnun er því ósammála niðurstöðu er birtist í mynd 58, að víðerni á Þeistareykjabungu verði fyrir óverulegum áhrifum. Þeistareykjabunga er fyrir framkvæmdir ósnortin svo áhrifin verða verulega neikvæð, því framkvæmdir verða sýnilegar um alla landslagsheildina. Að mati Umhverfisstofnunar munu borsvæði austan Bæjarfjalls skerða landslagsheildir austan Bæjarfjalls. Umhverfisstofnun vekur athygli á því að mynd 56 sem sýnir landslagsheildir og gildi þeirra á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar sýnir ekki allt áhrifasvæði áætlaðra framkvæmda. Að mati stofnunarinnar ætti sama mynd af landslagsheildum að vera í frummatsskýrslu um Þeistareykjavirkjun og er í frummatsskýrslu um Kröflu II, á þeirri mynd er betra yfirlit yfir allar landslagsheildir.“*

Framkvæmdaraðili gerir greinarmun á áhrifum á landslag annars vegar (kafli 9.2) og ásýnd hins vegar (kafli 9.9). Umhverfisstofnun gerir athugasemd við áhrif á landslagsheildina Þeistareykjabungu sem sé ósnortin auk þess sem þar sé mikið víðsýni. Þarna er að mati framkvæmdaraðila verið að leggja saman áhrif á mismunandi umhverfisþætti. Framkvæmdaraðili fellst ekki á að áhrif á Þeistareykjabungu séu umtalsverð neikvæð, auk þess sem bent er á að það hugtak er hvorki notað í þessari skýrslu né í samræmi við leiðbeiningar Skipulagsstofnunar um einkenni og vægi umhverfisáhrifa. Ítrekað er að áhrif á landslagsheildina eru talin óveruleg vegna þess hve lítill hluti hennar skerðist.

Hvað víðsýni varðar þá hefur fjarlægð mikil áhrif á ásýnd þar sem mannvirki verða lítt greinanleg í fjarska auk þess sem ekki er rétt að mannvirki á borteigum verði sýnileg um landslagsheildina Þeistareykjabungu. Sjá einnig viðbrögð við athugasemdum og umsögnum í kafla 9.9.3. **Myndum 56 og 58** hefur verið breytt til að sýna betur áhrifasvæði framkvæmdar varðandi landslag. Ekki er hægt að fallast á að mynd sem sýnir landslagsheildir í frummatsskýrslu um Kröfluvirkjun II ætti að vera í skýrslu um Þeistareykjavirkjun þar sem hún nær ekki til framkvæmdasvæðis Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum. Í **viðauka A5** sem fylgir í breyttri útgáfu með matsskýrslu eru kort sem sýna flokkun í landslagsheildir og gildi landslags yfir stærra svæði.

Það er ekki rétt sem segir í umsögn Umhverfisstofnunar að á **mynd 58** í frummatsskýrslu komi fram að víðerni á Þeistareykjabungu verði fyrir óverulegum áhrifum þar sem viðkomandi mynd sýnir áhrif á landslagslagsheildir. Bent er á að í niðurstöðu mats framkvæmdaraðila um áhrif á landslag kemur fram að þau víðerni sem

skilgreind voru í grennd við Þeistareyki komi til með að minnka um sem nemur tæplega 9% frá upprunalegri stærð vegna fyrirhugaðra framkvæmda, sjá **myndir 57 og 59**. Framkvæmdaraðili getur ekki fallist á það mat Umhverfisstofnunar að Þeistareykjavirkjun hafi veruleg neikvæð áhrif á ósnortin víðerni og að áhrif á Þeistareykjabungu séu umtalsverð neikvæð. Ítrekað er að fyrirhuguð framkvæmd mun hafa talsverð neikvæð áhrif á ósnortin víðerni en er talin hafa óveruleg áhrif á landslagaheildina Þeistareykjabungu sem er 90 km$^2$ að flatarmáli, þar sem mjög lítill hluti hennar skerðist.

## 9.3 JARÐMYNDANIR

### 9.3.1 GRUNNÁSTAND

***Jarðmyndanir***

Norðausturgosbelti Íslands skiptist í fimm afmörkuð eldstöðvakerfi. Innan þeirra eru megineldstöðvar og virk sprungukerfi. Jarðhitasvæðið á Þeistareykjum tengist nyrsta og vestasta eldstöðvakerfinu. Hin kerfin eru kennd við megineldstöðvar innan þeirra. Þau eru talið frá vestri til austurs, Kröflu-, Fremrináma-, Öskju- og Kverkfjallakerfi. Á öllum þessum svæðum eru þekkt háhitasvæði (Axel Björnsson o.fl., 2007).

Íslenskar orkurannsóknir, Mannvit verkfræðistofa og Verkfræðistofan Vatnaskil (**viðauki A2**) unnu skýrsluna „Hugmyndalíkan jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og jarðvarmamat með rúmmálsaðferð“. Kristján Sæmundsson (**viðauki A3**) fjallar ítarlega um jarðfræði Þeistareykjasvæðisins. Eftirfarandi umfjöllun er byggð á þeim skýrslum auk heimilda sem þar er getið. Þeistareykjasvæðið er miðjan í eldstöðvakerfi sem nær utan frá Öxarfirði suður fyrir Mývatn. **Myndir 2 og 8** framar í þessari skýrslu sýna jarðfræðikort af Þeistareykjum.

Þeistareykjasvæðið ber flest einkenni megineldstöðvar, nema í landslagi. Þar er mest upphleðsla í eldstöðvakerfinu, líparít kemur þar fyrir og þar er háhitasvæði. Jökull hefur hörfað af Þeistareykjasvæðinu alllöngu áður en ísöld lauk (lok hennar eru sett við 11.500 ár frá nútíð). Land er þar að mestu þakið hraunum. Þau runnu öll, nema eitt, á lokaskeiði ísaldar og skömmu eftir ísaldarlok. Öll eru þau dyngjuhraun, misjöfn að stærð og ólík að bergsamsetningu. Eldri myndanir, móbergs- og bólstrabergsfjöll eru með fáum undantekningum einnig úr dyngjubasalti. Þau setja mestan svip á landslagið þar sem eru Lambafjöll og Þeistareykjafjöllin. Jarðhitinn á Þeistareykjum er allur austan megin í sprungusveimi kerfisins. Kaldar leirskellur eru vestan megin í honum, suður af líparíthnúknum Mælifelli. Elstu jarðmyndanir eru móbergsstapar í Lambafjöllum og ofan á þeim móbergshryggir og móbergstúff og túffbreiður. Þetta er svo til allt úr basalti. Á stöpunum eru grágrýtishraunlög en annars eru þeir að sjá úr skálaga breksíu. Í Þeistareykjafjöllum er Ketilfjall langelst. Ketilfjall er það eina af þessum fjöllum sem komið hefur upp á langri (a.m.k. 4 km) gossprungu. Bæjarfjall er sennilega yngst Þeistareykjafjalla. Mælifell og Hólkorn (Litla-Mælifell) 1.500 m norðan þess eru úr líparíti, hvort tveggja mjög skriðurunnin. Skildingahraun nær að rótum Lambafjalla og hefur runnið vestur að Höskuldsvatni og inn í Geldingadal og vestur úr dalstafninum.

Stóravítisdyngjan (Þeistareykjabunga) er ein stærsta dyngja landsins, líklega um 20 km$^3$ að rúmmáli. Upptök hennar eru í Stóravíti. Hraun úr henni hafa runnið vestur á Þeistareyki um skörð báðum megin við Ketilfjall. Gígurinn, Stóravíti, er mjög

sérstakur. Hann er um 140 m djúpur, myndaður er hraunkvikan dróst niður í goslok. Langavíti er norður af Stóravíti, gígur í yngra hrauni og ólíku Stóravítishrauninu að gerð. Borgarhraun er upprunnið í lágum og grunnum en víðum gíg um 1 km suðvestan við Þórunnarfjöll. Það hefur runnið vestur sunnan við Kvíhólafjöll og breiðst út í hraunsundinu milli Þeistareykjafjalla og Lambafjalla. Aldur þess er 11.000–11.400 ár. Hitur, gufusvæði vestan við Bæjarfjall, eru að mestu á þessu hrauni. Þeistareykjahraun er yngst hraunanna á Þeistareykjasvæðinu, komið úr gíg sem nefndur er Stórihver. Aldur hraunsins er rúmlega 2.500 ár. Þeistareykjahraun er 28 $km^2$ að flatarmáli en meðalþykkt þess er varla minni en 40 m og rúmmálið um 1 $km^3$.

Sprungusveimur Þeistareykjakerfisins er 7–8 km breiður um miðbikið sem hér hefur verið til umræðu. Miðja sigsvæðisins hleypur til á hvera- og skellusvæðinu. Þeistareykja megin er miðjan skammt vestur af Bæjarfjalli og Kvíhólum og liggur þaðan suður, Mælifells megin er hún skammt vestan við Mælifell og liggur þaðan norður á Höfuðreiðarmúla. Á því miðju er Stórihver, upptakagígur Þeistareykjahrauns.

Í hraunsundinu milli Þeistareykjafjalla og Lambafjalla er fjöldinn allur af gjám og misgengissprungum. Sunnan við Þeistareykjahraun töldust þær 30 á 4,5 km bili milli Kvíhóla/Kvíhólafjalla og Gæskuveggjar að vestan. Samanlögð vídd gjánna á þessu bili reyndist vera á bilinu 45–50 m. Gjárnar eru í Borgarhrauni. Nærri lætur að rifnunin sé um fjórði hluti þess sem búast mætti við þvert yfir rekbeltið á þessu tímabili, þ.e. frá því að Borgarhraun rann um 10.000 árum fyrir nútíð. Líkast til hefur orðið a.m.k. ein gliðnunarhrina í Þeistareykjakerfinu sem heimildir greina frá, eða árið 1618. Árið 1885 varð jarðskjálfti með upptök þar nærri sem misgengi sunnan í Tjörnesblokkinni ganga inn í Þeistareykjasveiminn. Óvíst er hvort honum hafi fylgt gliðnun á gjám. Í Þeistareykjahrauni sjást ekki gjár fyrr en norðan til. Höggun í því byrjar við Skildingahólsvegg og nær norðvestur á Hellur á Reykjaheiði þar sem hraunið endar. Skildingahólsveggur klofnar nyrst í tvær greinar. Önnur, Guðfinnugjá, heldur óbreyttri stefnu til norðurs, hin, Sæluhúsveggur, klýfur sig frá til norðvesturs. Meginþættir í færslu beggja eru sig og gliðnun.

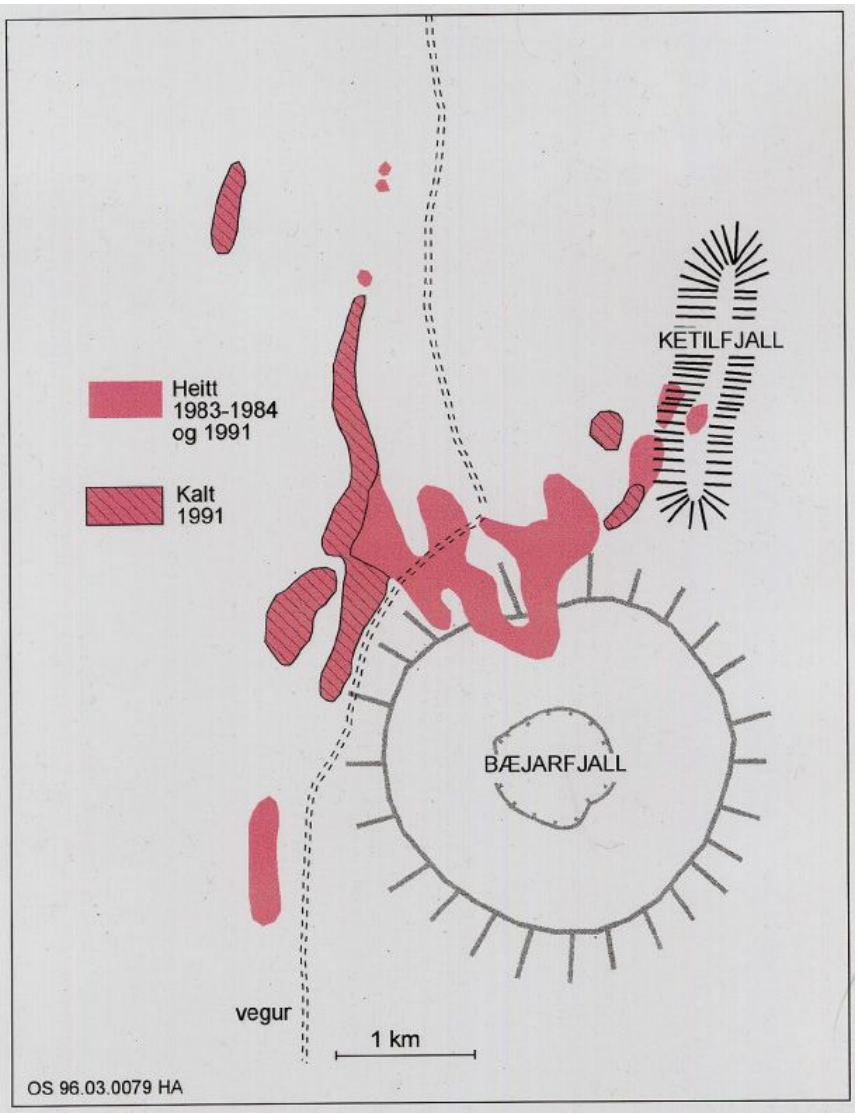
***Jarðhiti og ummyndun***

Jarðhitavirkni á Þeistareykjum var kortlögð sem hluti af umfangsmiklum yfirborðsrannsóknum á svæðinu 1981-1983 á vegum Orkustofnunar. Ári síðar gaf Orkustofnun gaf út viðamikla skýrslu um verkefnið. Þar á meðal var jarðfræðikort af jarðhitasvæðinu við Þeistareyki og næsta nágrenni í mælikvarðanum 1:400.000. Kortið sýnir einnig dreifingu jarðhita og ummyndunar í mælikvarðanum 1:100.000 (Gestur Gíslason o.fl., 1984). Í framhaldi var fylgst með svæðinu og kannaðar náttúrlegar breytingar án þess að vinnsla kæmi til. Í samstarfsverkefni Landsvirkjunar, Hitaveitu Reykjavíkur, Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar hélt verkefnið áfram undir heitinu „Áhrif vinnslu jarðhita á umhverfið“ voru Þeistareykir eitt þeirra óvirkjuðu háhitasvæða sem rannsökuð voru (Halldór Ármannsson o.fl., 2000). Yfirborðsummerki jarðhitans hafa verið flokkuð í leirhveri, brennisteinsþúfur, heita ummyndun, gufur, volgrur, afbræðslur og kalda ummyndun og ná alls yfir um 11 $km^2$ svæði (Darling og Ármannsson, 1989; Gestur Gíslason o.fl., 1984).

Þeistareykjasvæðið er heitt austan megin en kalt vestan megin. Austan megin er hverasvæði með volgri jörð, miklum gufu-, leir- og brennisteinshverum, og hitum þar sem gufueim leggur upp úr gljúpu hrauni og gjám, sjá **mynd 53 í** kafla 9.1.1 hér að framan. Vestan megin eru kaldar leirskellur á allstóru svæði sunnan við Mælifell.

Þær eru á gjásvæði í Skildingahrauni og algróið þar umhverfis. Hverir hafa líklega ekki verið þar uppi síðan fyrir Heklugosið H3 (3.100 ára). Misgengi sem liggur frá Bæjarfjalli í sveig norður með Tjarnarási skiptir hverasvæðinu þannig að austan þess eru misgengi ekki sýnileg öðruvísi en í dreifingu hveranna fyrr en uppi á Bæjarfjalli. Því veldur einkum framburður frá fjallinu. Vestan við Tjarnarás eru misgengi hins vegar skýr í landslagi. Sig á þeim nemur nokkrum metrum að vestanverðu og mikil hveravirkni fylgir þeim sunnan til en kaldar og rétt volgar leirskellur raða sér frá hverunum allangt norður með þeim. Vestan undir Ketilfjalli mótar fyrir tveimur sprengigígum við brekkurætur hvor sínum megin við Ketil, hverabollann í hlíðinni.

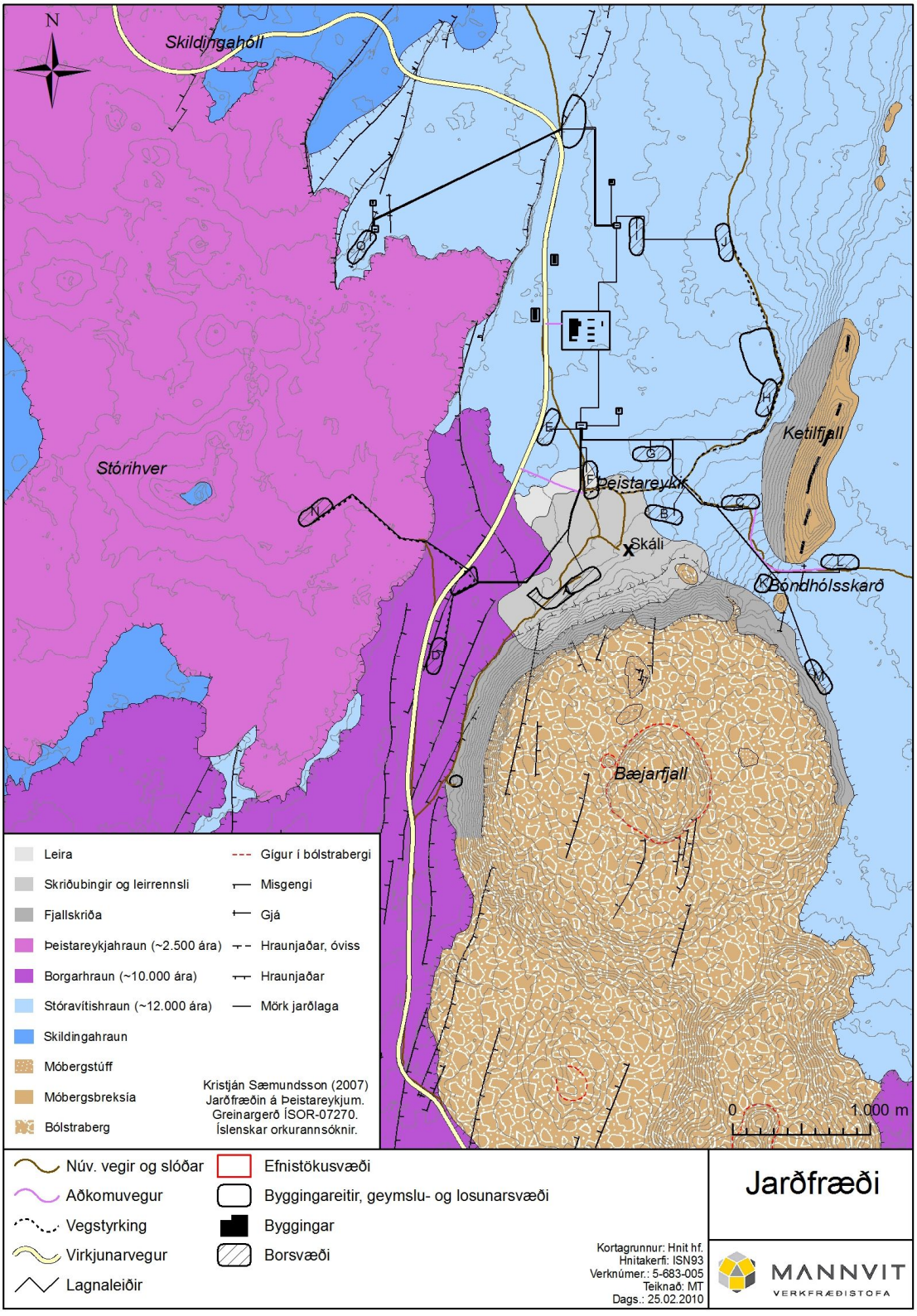
Eftirlit með yfirborðsummerkjum á svæðinu og efnasamsetningu gufu þriggja gufuaugna, eins frá hverju hinna álitlegu svæða, bendir til hugsanlegrar færslu virkni frá Tjarnarási í vestri til Þeistareykjagrunda austar (**mynd 60**).




**Mynd 60** Breytingar á yfirborðavirkni á Þeistareykjum 1984-1991 (Halldór Ármannsson o.fl., 2000).

Í tengslum við fyrirhugaðar framkvæmdir á Þeistareykjum var unnið nýtt jarðfræðikort (**viðauki A3**) sem sýnt er á **mynd 61**. Afmörkun fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis má sjá á kortinu. Um er að ræða stöðvarhús og tilheyrandi virkjunarmannvirki, borsvæði, vegi að borsvæðum, lagnir, skiljustöðvar, geymslusvæði, efnistöku-

svæði og nýjan virkjunarveg frá Húsavík og um orkuvinnslusvæðið. Hér á eftir eru upplýsingar um hraun/jarðlög sem lenda undir mismunandi framkvæmdaþáttum. Til að skoða nánar hvaða mannvirki er um að ræða er vísað í framkvæmdalýsingu í 4. kafla og yfirlitsmyndir af framkvæmdasvæði í 4. kafla (**myndir 11 og 12**).




**Mynd 61** Jarðfræði á orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum og fyrirhugaðar framkvæmdir.

***Hverfisvernd***

Í kafla 7.3 er umfjöllun um verndarsvæði á áhrifasvæði fyrirhugaðrar framkvæmdar ásamt **myndum 50 og 51** sem sýna afstöðu virkjunarmannvirkja og virkjunarvegar til verndarsvæða. Þar má sjá eftirfarandi hverfisverndarsvæði:

- **HÞ1 Jarðhitasvæðið á Þeistareykjum.** Svæðið er á náttúruminjaskrá en afmörkun **HÞ1** er nákvæmari og þrengri en þar. Ástæða þótti til að afmarka hverfisverndarsvæðið með meiri nákvæmni. Innan **HÞ1** verða samkvæmt svæðisskipulagi háhitasvæða hvorki heimiluð mannvirki af neinu tagi né annað jarðrask.
- **HÞ2 Hluti Þeistareykjahrauns.** Afmarkað er apalhraun á austurjaðri hraunsins. Verndarsvæðið er tvískipt um girðingarveg. Mannvirkjagerð verður heimil á og við girðingarveginn, þ.e. mannvirkjabelti með vegi og lögnum (pípum) þvert yfir hraunið sbr. afmörkun orkuvinnslusvæðis. Önnur mannvirkjagerð er óheimil svo og allt annað jarðrask.
- **HÞ3 Gígar, hrauntröð og hellar í Þeistareykjahrauni** skulu njóta sérstakrar verndar. Mannvirki, vegslóðir og lagnir geta verið innan eða í grennd við **HÞ3**. Við undirbúning framkvæmda, hönnun og deiliskipulagsgerð skal þess sérstaklega gætt að ekki verði raskað þeim jarðmyndunum sem njóta verndar. Mannvirkjum skal þannig komið fyrir að þau rýri sem minnst heildaryfirbragð svæðisins, þ.e. hraunbungu með gíg efst og áberandi hrauntröð til norðurs auk fleiri gíga og hrauntraða sem á svæðinu eru.
- **HÞ4 Sprungur og misgengi** eru eitt af helstu einkennum Þeistareykjasvæðisins. Mannvirkjagerð er heimil inni á **HÞ4** en vanda skal sérstaklega til allra mannvirkja þar sem nauðsynlegt verður að fara um svæðin, fella þau vel að landi og virða megindrætti landslagsins.

Þannig hefur í svæðisskipulagi verið tekið tillit til sérstöðu þessara jarðmyndana í samræmi við lög um náttúruvernd og framkvæmdaraðili hefur tekið mið af því við staðsetningu mannvirkja.

***Aðkomuvegir***

Aðkomuvegur verður lagður frá virkjunarvegi að stöðvarhúsreit. Gert er ráð fyrir aðkomuvegi að Þeistareykjaskála frá fyrirhuguðum virkjunarvegi í átt að borsvæði F og áfram þaðan að skálanum. Aðkomuvegur verður einnig lagður frá borsvæði C að borvæðum K og L í Bóndhólsskarði. Allir eru þessir vegir á Stóravítishrauni.

***Stöðvarhúsreitur***

Um 67.700 $m^2$ byggingarreitur fyrirhugaðra stöðvarhúsmannvirkja er á Stóravítishrauni.

***Niðurrennslisvæði***

Gert er ráð fyrir tveimur niðurrennslissvæðum, annað er á Stóravítishrauni, rúman 1 km norðan við stöðvarhúsreit fyrirhugaðrar jarðhitavirkjunar. Afmarkað svæði er um 53.000 $m^2$ að flatarmáli. Ekki er gert ráð fyrir að allt svæðið fari undir niðurrennslisholur. Lögn og slóð að svæðinu eru einnig á Stóravítishrauni.

Syðra niðurrennslissvæðið er á röskuðu svæði á Borgarhrauni, skammt norðan við borsvæði D og er afmarkaður reitur um 21.000 $m^2$ að flatarmáli. Hér er ekki heldur

gert ráð fyrir að allt svæðið fari undir mannvirki. Lögn og slóð að niðurrennslissvæðinu eru einnig á Borgarhrauni.

***Skiljustöðvar og neyðarlosunarsvæði***

Gert er ráð fyrir þremur skiljustöðvum og neyðarlosunarsvæðum við þær. Öll eru þau á Stóravítishrauni, sjá **mynd 61**. Einnig eru lagnir og slóðir að neyðarlosunarsvæðunum á Stóravítishrauni.

Skiljustöð II sem verður reist í nágrenni borsvæði O og neyðarlosunarsvæði þar skammt norður af eru í námunda við hverfisverndarsvæði HÞ4.

***Geymslusvæði***

Gert er ráð fyrir um 85.000 $m^2$ geymslusvæði á Stóravítishrauni, á flötunum vestanundir Ketilfjalli norður af borteig H. Gert er ráð fyrir aðkomuleið að svæðinu úr norðri samhliða lagnaleiðum milli stöðvarhúss og borsvæðis J og þaðan sömu leið og fyrirliggjandi slóð. Einnig er gert ráð fyrir 6.000 $m^2$ geymslusvæði í gamalli efnisnámu (ÞRN-1) vestanvert í Bæjarfjalli. Núverandi vegslóðir innan orkuvinnslusvæðisins, sem liggja að báðum svæðunum verða nýttir áfram, styrktir og breikkaðir (breidd verður 4-6 m).

***Lagnir frá borsvæðum***

Núverandi vegir og slóðir eru sýnd á **mynd 61** og verður stór hluti þeirra innan orkuvinnslusvæðisins styrktur og breikkaður í 4-6 m (sjá nánar í kafla 4.3.1). Hluti lagna að borsvæðum verða lagðar meðfram núverandi vegum/slóðum. Nýjar slóðir verða lagðar meðfram lagnaleiðum að borsvæðum þar sem ekki er hægt að fylgja fyrirliggjandi slóðum.

Lagnaleiðir frá borsvæðum B, C, E, F, G, H, I, J, K, L, M og O liggja um Stóravítishraun að fyrirhuguðu stöðvarhúsi.

Lagnaleið frá borsvæði A liggur um skriðubing og leirur að borsvæði F.

Lagnaleið frá borsvæði D liggur um Borgarhraun en síðan inn á skriðubingi og leirur að borsvæði F.

Lagnaleið frá borsvæði N liggur á Þeistareykjahrauni inn á Borgarhraun og að lokum inn á skriðubingi og leirur að borsvæði F. Lögn og slóði mun þvera Hitur á um 100 m kafla en liggur utan hverfisverndarsvæða, sjá **mynd 50**.

Lagnaleiðir frá borsvæðum L og O liggja yfir misgengis/sprungusvæði sem njóta hverfisverndar HÞ4, sjá **mynd 50.**

***Borsvæði***

Borteigar verða staðsettir innan borsvæða. Meðalflatarmál borteiga fyrir hverja holu er áætlað um 1.900 $m^2$. Borsvæði sem afmörkuð eru á yfirlitsmyndum (**mynd 12**) eru flest hver um 25.000 $m^2$ að flatarmáli. Undantekningar eru borsvæði A sem er stærra og borsvæði K sem er minna.

- **Borsvæði A** er á skriðubing og leirrennsli.
- **Borsvæði F** er á skriðubing, leirrennsli að inn á leirum.
- **Borsvæði N** er á Þeistareykjahrauni sem rann fyrir um 2.500 árum.
- **Borsvæði O** er á Stóravítishrauni sem rann fyrir 12.000 árum,
- **Borsvæði B, C, D, E, G, H, I, J, K, L og M** eru öll á Stóravítishrauni.

Borsvæði O er inn á hverfisverndarsvæði HÞ4 og mun það raskast sem nemur flatarmáli fyrirhugaðs borteigs, sjá **mynd 50**.

***Efnistökusvæði***

Eftirfarandi umfjöllun og myndir eru úr skýrslu Ómars Bjarka Smárasonar hjá jarðfræðistofunni Stapa ehf. (**viðauki A18**). Í kafla 4.5.1 er umfjöllun um efnistökusvæði og ljósmyndir af þeim. Staðsetning svæðanna er sýnd á **myndum 1, 11 og 64.**

Efnistökusvæði RHN-1: Um er að ræða opnu í fínefnaríkri jökulurð. Svæðið telst ekki sérstakt eða markvert með tilliti til náttúrufars og auðvelt er að móta námu á þann hátt að vel falli að landi.

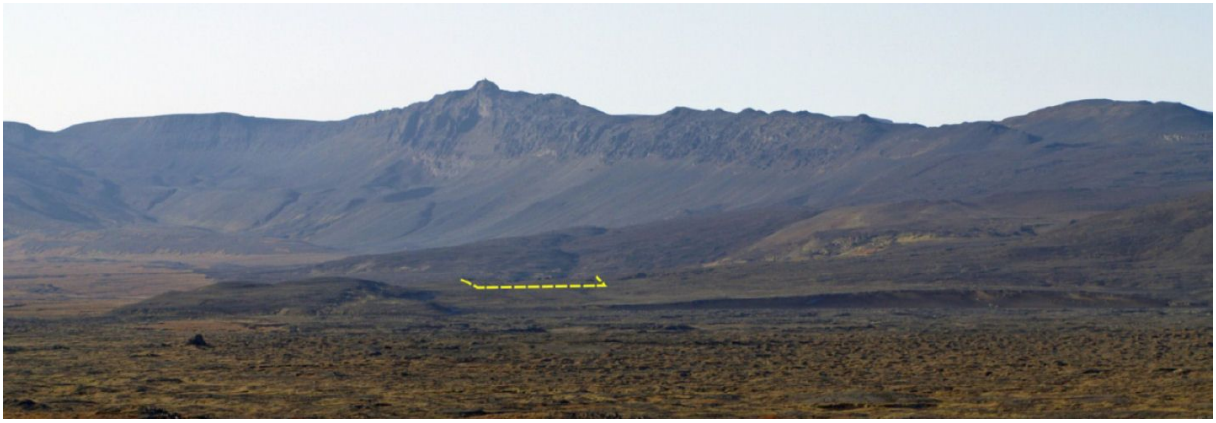
Efnistökusvæði RHN-5: Gömul náma austur af Höskuldsvatni. Þykkur malarhjalli þar sem setið hefur sest til í straumvatni í tengslum við ísaldarjökul. Jarðmyndunin er ekki sérstæð sem slík. Mikilvægt er að safna saman svarðlagi fyrir efnisvinnslu, halda til haga og jafna út yfir raskað svæði við frágang og uppgræðslu.

Efnistökusvæði RHN-6: Í hólum norðaustan við Veigubúð við Sæluhúsmúla er hæð úr brota- eða kubbabergi **mynd 62**. Sæluhúsmúli er móbergshryggur með NV-SA læga stefnu. Jarðmyndunin er ekki sérstæð sem slík. Náman verður sýnileg frá núverandi vegslóð inn að Þeistareykjum en hún er skammt frá honum. Auðvelt er að móta efnistöku á þann hátt að vel falli að núverandi landi. Verndargildið er metið lágt.



**Mynd 62** RHN-6 austan við Sæluhúsmúla. Örin bendir á gamla námu, en aðkoman í nýja námu yrði inn úr gili og yrði lítt áberandi.

Efnistökusvæði RHN-10/11: Fyrirhugað er efnistökusvæði í svokölluðu Skjaldarhauni og óskilgreindu hrauni. Hvað jarðsögulegan aldur varðar eru hraunin á svæðinu frá lokum ísaldar. Hraunið er að miklu leyti hulið lausum jarðlögum, foksandi, mold og skriðuefni og þess vegna eru hrauneinkenni lítt sýnileg. Náman verður sýnileg frá virkjunarvegi (**mynd 63**) en ef rétt er staðið að landmótun og frágangi ætti hún að vera lítið áberandi þegar fram líða stundir. Svæðið hefur meðal verndargildi.



**Mynd 63** Náma RHN-10 og 11 austan við Jónsnípu. Norðurkantur námunnar er sýndur með brotinni línu. Myndin er tekin með aðdráttarlinsu (300 mm) til suðurs frá Sæluhúsmúla. Kistufell er fyrir miðri mynd.

Efnistökusvæði ÞRN-1: Í vestanverðu Bæjarfjalli er opin náma í skriðukeilu. Efnið í skriðunni er bögglabergsmöl, að hluta blönduð foksandi. Opna náman í skriðu utan í Bæjarfjalli, ÞRN-1, fær meðal verndargildi. Jarðmyndunin sem slík hefur lágt verndargildi en það sem gildir til hækkunar er að náman er áberandi frá fjallvegi inn að Þeistareykjum. Þá hefur náman áhrif á heildar ásýnd Bæjarfjalls. Efnistaka er eingöngu hugsuð sem liður í að ganga frá námunni.

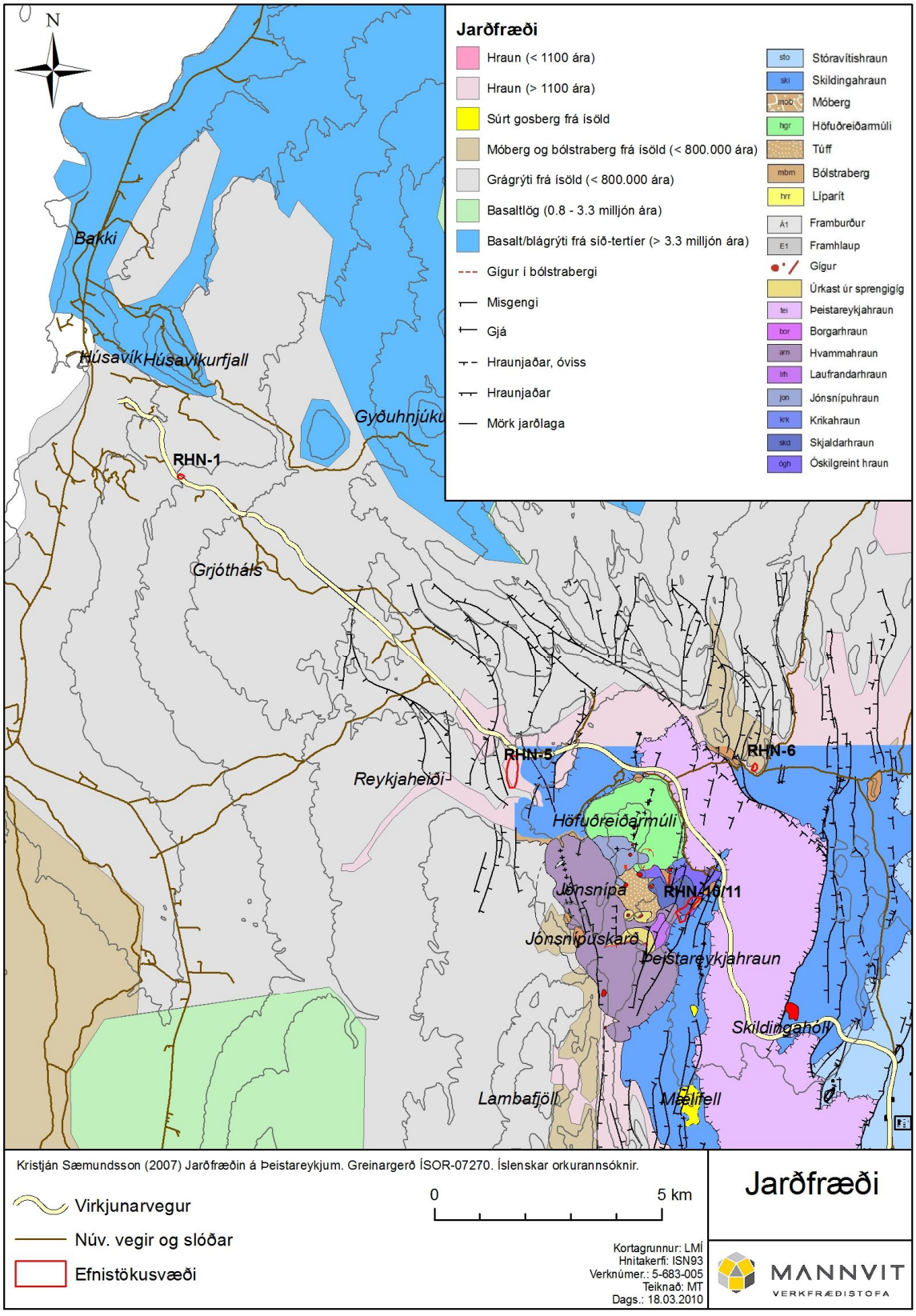
Efnistökusvæði ÞRN-2: Rétt við fyrirhugaðan virkjunarveg vestan við Kvíhóla er opin náma. Hér er bólstra- og brotaberg sem nýst hefur í slóðir og borplön í nágrenni. Yfirborð þess svæðis sem afmarkað hefur verið fyrir efnistöku er um 7 ha. Náman er hluti af stórri bólstrabergsmyndun í Kvíhólum og ef til vill Bæjarfjalli sem myndast hefur við gos undir jökli á síðari hluta ísaldar, eða fyrir minna en 0,8 milljón árum. Náman verður mjög stór þar sem þetta er aðal náman fyrir Þeistareyki. Til þess að halda sýnileika námu í lágmarki er náman formuð þannig að hún myndar einskonar gíg inn í Kvíhóla. Verndargildið er metið lágt, þar sem hér er um stækkun á opinni námu að ræða. Jarðmyndunin sem slík nýtur ekki sérstakrar verndar.

***Virkjunarvegur***

Jarðfræði á áhrifasvæði virkjunarvegar er sýnd á **mynd 64**. Milli Húsavíkur og Höskuldsvatns er vegstæðið á grágrýtisgrunni. Við Höskuldsvatn liggur vegstæðið inn á um 11.000 ára gamalt hraun. Um 2 km austan vatnsins liggur vegurinn á stuttum kafla um all mishæðótt sprungu- og misgengjasvæði inn á nýrra hraun, þ.e. nyrstu fláka Þeistareykjahrauns, sem liggur í sléttri og víðáttumikilli breiðu um allt skarðið milli Höfuðreiðarmúla og Sæluhúsmúla. Hraunið er víðast rennislétt helluraun, með smáhellum og sprungum. Austan Höfuðreiðarmúla eru víða miklar sprungur og gjár með u.þ.b. norður-suður stefnu og sneiðir vegurinn hjá þeim þar sem hann liggur um hraunið suður með Höfuðreiðarmúla. Við Skildingahólsvegg verður hraunið mun mishæðóttara (Vegagerðin, 2008).

Við Skildingahól er vegstæðið á Þeistareykjahrauni en beygir til austurs yfir Skildingahraun og svo suðurs inn á Stóravítishraun, allt suður að stöðvarhúsi Þeistareykjavirkjunar. Frá fyrirhuguðu stöðvarhúsi norðan Þeistareykja að núverandi vegslóðum undir Bæjarfjalli er vegstæðið að mestu á Stóravítishrauni, sjá **mynd 61**. Á þessu svæði er víða virkur jarðhiti á yfirborði sem vegurinn sneiðir hjá.

Fyrirhugaður virkjunarvegur liggur á orkuvinnslusvæðinu yfir svæði á Tjarnarási með mikilli ummyndun á um 100 m kafla norðaustan við niðurrennslissvæðið við holu ÞG-02, sjá **mynd 53** í kafla 9.1.1.




**Mynd 64** Jarðfræði á áhrifasvæði fyrirhugaðs virkjunarvegar.

### 9.3.2 UMHVERFISÁHRIF

**Viðmið umhverfisþátta**

- 37. gr. laga um náttúruvernd nr. 44/1999.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.
- Velferð til framtíðar, sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, stefnumörkun til ársins 2020, gefið út af umhverfisráðuneytinu.

**Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa**

Við gerð fyrirhugaðra mannvirkja verður jarðrask á byggingarreitum mannvirkja, á borsvæðum, á lagnaleiðum, í vegstæðum aðkomuvega, í vegstæði virkjunarvegar, á geymslusvæðum, á niðurrennslissvæðum og á efnistökusvæðum. Við staðsetningu mannvirkja hefur eftir fremsta megni verið tekið tillit til jarðmyndana sem njóta verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd og gildandi svæðisskipulagi.

Samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd njóta þar upptaldar jarðmyndanir og vistkerfi sérstakrar verndar og skal forðast röskun þeirra eins og kostur er. Þar á meðal eru eldvörp, gervigígar og eldhraun, hverir og aðrar heitar uppsprettur, svo og hrúður og hrúðurbreiður, 100 $m^2$ að stærð eða stærri en slíkar jarðmyndanir er að finna á Þeistareykjum. Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði eru merki um jarðhita á yfirborði og eldhraun sem falla undir framangreinda grein laganna og hafa þau verið kortlögð (sjá **myndir 61 og 64**). Eldhraun eru hraun sem runnið hafa eftir að jöklar hurfu af landinu í ísaldarlok.

Jarðhitasvæðið á Þeistareykjum er á náttúruminjaskrá vegna fjölbreyttra jarðhitamyndana, gufu- og leirhvera, útfellinga í norðurhlíðum Bæjarfjalls og við Bóndhól og jarðhitaplantna (Náttúruverndarráð, 1996). Einnig eru Vítin á Þeistareykjabungu á náttúrminjaskrá en framkvæmdir munu hvorki hafa áhrif á þau né umhverfi þeirra.

Náttúrufræðistofnun Íslands hefur lokið umfangsmiklum rannsóknum á náttúrufari og verndargildi 18 háhitasvæða landsins í tengslum við 2. áfanga rammaáætlunar (Trausti Baldursson o.fl., 2009). Af þeim 7 svæðum (engin undirsvæði tiltekin) sem Náttúrufræðistofnun gerir tillögu um hámarksvernd vegna sérstöðu er Gjástykki það jarðhitasvæði sem er næst Þeistareykjum. Hin svæðin eru Torfajökull, Kröflusvæði, Askja, Reykjanes, Geysir, og Brennisteinsfjöll. Af þessum svæðum er Torfajökulssvæðið talið hafa hæst verndargildi. Háhitasvæðið á Þeistareykjum hefur 15. hæsta verndargildi af þeim 18 svæðum sem voru metin. Ef öll undirsvæði eru tekin með lenda Þeistareykir í 26. sæti af 39 háhitasvæðum.

Í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 eru skilgreind hverfisverndarsvæði innan orkuvinnslusvæðisins á Þeistareykjum. Mismunandi kvaðir gilda á þessum svæðum, sjá skilgreiningar í kafla 9.3.1. Svæðin eru sýnd á **mynd 50** í kafla 7.3 hér að framan.

***Áhrif á jarðmyndanir***

Fyrirhugaðar framkvæmdir á orkuvinnslusvæðinu og virkjunarvegur frá Húsavík að Þeistareykjum munu skerða og hafa nokkuð neikvæð staðbundin áhrif á eldhraun þar sem mannvirki raska þeim. Í **töflu 11** hafa verið teknar saman upplýsingar um áætlað

hámarksrask jarðmyndana sem njóta verndar, það er eldhrauna sem runnið hafa eftir að ísaldarjökull hvarf af svæðinu. Til samanburðar er heildarstærð viðkomandi hrauna (**viðauki A3**; Árni Hjartarson, 2003). Mest rask verður á jarðmynduninni Stóravítishrauni, um 12.000 ára gömlu grónu hrauni, þar sem flest mannvirki fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar verða staðsett. Hraunið sem er talið eitt stærsta dyngjuhraun á Íslandi er um 46.000 ha að flatarmáli. Rask verður á um 67 ha Stóravítishrauns eða 0,15% af heildarflatarmáli þess. Næst mest rask, 25 ha, verður á Þeistareykjahrauni sem er 0,88% af heildarflatarmáli hraunsins sem er um 2.800 ha. Á Borgarhrauni raskast 11 ha af 3.200 ha hrauni vegna virkjunarframkvæmda og virkjunarvegar, eða 0,35% heildarflatarmáls þess. Aðeins um 4 ha rask verður á Skildingahrauni sem einnig er mjög stórt 25.000 ha dyngjuhraun. Við efnistöku í námu RHN-10/11 raskast 1,7 ha, eða 3,4% af Skjaldarhrauni sem er 50 ha að flatarmáli. Samanlagt er flatarmál fjögurra framangreindra hrauna 77.050 ha. Hámarksrask vegna framkvæmda við virkjunarveg og Þeistareykjavirkjun er talið verða 109 ha, sem þýðir 0,14% af heildarflatarmáli hraunanna skerðist vegna framkvæmdanna.

**Tafla 11** Rask framkvæmda við virkjun og veg á eldhraunum - mælieining hektarar (ha).

| Hraun | Heildarflatarmál ha | Rask vegna fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar ha | Hlutfall jarðmyndunar sem raskast % |
|---|---|---|---|
| Stóravítishraun | 46.000 | 67 | 0,15 |
| Skildingahraun | 25.000 | 4 | 0,02 |
| Þeistareykjahraun | 2.800 | 25 | 0,88 |
| Borgarhraun | 3.200 | 11 | 0,35 |
| Skjaldarhraun | 50 | 1,7 | 3,4 |
| Alls | 77.050 | 109 | 0,14 |

Framkvæmdir við borsvæði O og aðkomuveg og lagnir að borsvæði L munu hafa nokkuð neikvæð staðbundin áhrif á jarðmyndanir sem njóta hverfisverndar 2 samkvæmt flokki HÞ4, sprungur og misgengi, í svæðisskipulagi. Mannvirkjagerð er þó heimil inni á hverfisverndarsvæðum 2 (HÞ4), en vanda skal sérstaklega til allra mannvirkja.

Virkjunarvegurinn mun skerða og hafa nokkur varanleg neikvæð áhrif á eldhraun (Borgarhraun, Stóravítishraun, Skildingahraun og Þeistareykjahraun), á leiðinni um orkuvinnslusvæðið og á kaflanum norðan við Þeistareyki (Þeistareykjahraun) allt norður fyrir Höfuðreiðarmúla.

***Áhrif á virkan jarðhita og ummyndun***

Axel Björnsson (**viðauki A4)** vann skýrslu um jarðhita á Þeistareykjum og möguleg áhrif virkjunar á jarðhitasvæðið. Eftirfarandi umfjöllun byggir á þeirri skýrslu nema annað sé tekið fram.

Verulegar breytingar verða á jarðhitasvæðinu á Þeistareykjum frá ári til árs af náttúrulegum ástæðum, einkum vegna árstíðaskipta, breytilegrar úrkomu og tíðarfars. Þetta á jafnt við um gufuaugu, brennisteins- og ummyndunarskellur svo og leirhveri og laugar. Einnig hafa mælst verulegar breytingar á yfirborði og á djúphita sem væntanlega tengjast jarðskjálftavirkni og landhreyfingu.

Við nýtingu háhitasvæða á Íslandi hefur komið í ljós að breytingar á yfirborðsvirkni eru ýmist litlar sem engar á sumum svæðum en á öðrum hefur orðið umtalsverð aukning á yfirborðsvirkni vegna þrýstilækkunar og aukinnar suðu efst í jarðhitakerfinu. Hvergi hefur dregið úr virkni á yfirborði háhitasvæðis vegna borana og vinnslu. Bjarnarflag er dæmi um svæði þar sem litlar breytingar hafa orðið. Þar hefur eingöngu orðið vart þrýstingslækkunar í jarðhitageyminum í næsta nágrenni vinnsluholna þrátt fyrir allumfangsmikla jarðhitavinnslu í hátt í 30 ár.

Á Nesjavöllum hefur vinnsluaukning verið stigvaxandi og hafa orðið lítilsháttar breytingar á jarðhitavirkni (VSÓ Ráðgjöf, 2008). Þar hafa sum svæði þornað á meðan virkni hefur aukist á öðrum svæðum. Erfitt er að tengja breytingar á Nesjavöllum við nýtingu þar sem þekkt eru dæmi um mun meiri breytingar af náttúrulegum orsökum.

Virkjunarsvæði Reykjanesvirkjunar er dæmi um svæði þar sem miklar breytingar á yfirborðsvirkni hafa orðið frá því að vinnsla hófst. Myndast hefur gufupúði með háan þrýsting efst í jarðhitakerfinu vegna borana og vinnslu jarðhita sem hefur orðið til þess að hveravirkni hefur aukist mikið á yfirborði (VSÓ Ráðgjöf, 2009).

Einnig er vel þekkt að náttúrulegar breytingar verða á jarðhitavirkni á jarðhitasvæðum, sem ekki eru nýtt, frá einum tíma til annars. Þannig hafa athuganir frá árinu 1981 sýnt að á Þeistareykjum hafa orðið töluverðar breytingar, meðal annars á gufuaugum, brennisteins- og ummyndunarskellum, leirhverum og laugum sjá **mynd 60** hér að framan. Af framangreindu er ljóst að þar sem jarðhitavinnsla er til staðar er erfitt að greina á milli hvort breytingar á yfirborðsvirkni séu af náttúrulegum orsökum eða af völdum vinnslunnar.

Í fyrrnefndri skýrslu fjallar Axel Björnsson (**viðauki A4**) um möguleg áhrif virkjunar á Þeistareykjum. Fram kemur að þar er talið að breytingar á hverasvæðinu vegna vinnslu verði vart meiri en búast megi við vegna náttúrulegra orsaka og jafnvel verulega minni eða svipaðar árstíðabundnum sveiflum. Sum jarðhitasvæði hafa lítið sem ekkert breyst þrátt fyrir verulega nýtingu í áratugi. Á öðrum svæðum hefur orðið umtalsverð aukning á hveravirkni vegna þrýstilækkunar og aukinnar suðu efst í jarðhitakerfinu. Þessar breytingar eru svipaðar og verða við stærri jarðskjálfta eða eldsumbrot.

Fyrirhugaðar framkvæmdir vegna Þeistareykjavirkjunar verða utan jarðhitasvæða þar sem yfirborðsvirkni og jarðhitaummyndun er á Þeistareykjum og mun ekki hafa bein neikvæð áhrif á hann. Fyrirhugaður virkjunarvegur mun hafa nokkuð neikvæð staðbundin bein áhrif á orkuvinnslusvæðinu þar sem hann fer yfir jarðmyndun sem nýtur verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd. Um er að ræða um 100 m kafla við Tjarnarás norðaustan við niðurrennslissvæðið við holu ÞG-02, þar sem er mikil jarðhitaummyndun.

Talið er erfitt að spá fyrir um óbein áhrif á virkan jarðhita það er hvort og hve miklar breytingar á yfirborðsvirkni geta orðið við vinnslu á jarðhita á Þeistareykjasvæðinu. Athuganir hafa sýnt að engin tvö jarðhitasvæði/jarðhitakerfi eru nákvæmlega eins (**viðauki A4**). Búast má við að erfitt geti orðið að greina hvort breytingar á yfirborðsvirkni megi rekja til vinnslunnar eða til náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveifla. Á þessu stigi er ekki hægt að segja fyrir um hvort eða hvar gufupúði muni myndast þar sem það er háð því hvar meginvinnslan verður úr jarðhitasvæðinu.

**Mótvægisaðgerðir**

Engar eiginlegar mótvægisaðgerðir eru fyrirhugaðar vegna áhrifa á jarðmyndanir. Mótvægisaðgerðir eru flóknar í orðsins fyllsta skilningi. Fyrir virkjunaraðila skiptir miklu máli að halda uppi virku umhverfiseftirliti með viðeigandi skrásetningu til að meta allar þær breytingar sem geta orðið á yfirborðsvirkni. Viðbrögð við breytingum verður að meta hverju sinni.

Ef gufupúði myndast þá er besta mótvægisaðgerðin að bora vinnsluholur í gufupúðann til að nýta gufuna til raforkuframleiðslu, samanber Svartsengi og Reykjanes.

**Niðurstöður**

Talið er að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa nokkuð neikvæð bein og varanleg áhrif á jarðmyndanir sem njóta verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd, þar sem eldhraun og jarðhitaummynduð svæði raskast vegna framkvæmdanna.

Framkvæmdir við borsvæði O og aðkomuveg og lagnir að borsvæði L munu hafa nokkuð neikvæð staðbundin áhrif á jarðmyndanir sem njóta hverfisverndar samkvæmt svæðisskipulagi (HÞ4). Mannvirkjagerð er þó heimil inni á hverfisverndarsvæði 2 (HÞ4) en vanda skal sérstaklega til allra mannvirkja.

Búast má við að erfitt geti orðið að greina hugsanleg óbein áhrif jarðhitavinnslu á yfirborðsvirkni jarðhita á Þeistareykjasvæðinu og hvort breytingar verði raktar til vinnslunnar eða til náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna. Talið er að jarðhitanýting hafi óveruleg áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita ef mótvægisaðgerðir til að takmarka þrýstingslækkun í jarðhitageyminum heppnast vel. Þetta mat er þó háð óvissu.

### 9.3.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

***Umhverfisáhrif á jarðmyndanir**: „Umhverfisstofnun tekur undir umfjöllun og niðurstöður frummatsskýrslunnar um að fyrirhugaðar framkvæmdir á Þeistareykjasvæðinu munu hafa bein, neikvæð og varanleg áhrif á jarðmyndanir. Niðurstaða í frummatsskýrslu er að virkjunarvegur muni hafa varanleg áhrif á eldhraun á leiðinni um orkuvinnslusvæðið og á kaflanum norðan við Þeistareyki. Að mati Umhverfisstofnunar hefur hraunið norðan Þeistareykja þegar verið raskað af núverandi vegslóða frá Höfuðreiðarmúla að Þeistareykjum og þar af leiðandi muni það hafa minna rask á hraunum í för með sér að leggja virkjunarveg um veglínu B. Að mati Umhverfisstofnunar munu fyrirhugaðar framkvæmdir hafa veruleg neikvæð áhrif á jarðmyndanir sem njóta verndar skv. 37. gr. laga nr. 44/1999 og svæðis á náttúruminjaskrá þar sem eldhraun og jarðhitaummynduð svæði munu raskast vegna framkvæmdanna.“*

Vegur samkvæmt veglínu B kemur ekki til greina að mati framkvæmdaraðila og er því ekki gerð grein fyrir umhverfisáhrifum þeirrar útfærslu í frummatsskýrslu. Sjá einnig viðbrögð framkvæmdaraðila við umsögn Umhverfisstofnunar um virkjunarveg í kafla 4.4.10.

Á svæðum eins og við Þeistareyki er ekki gerlegt að komast hjá því að raska eldhraunum þar sem þau þekja meirihluta svæðisins. Þess í stað hefur verið gætt að því að fara ekki á svæði sem raskað gætu merkilegum jarðfræðilegum fyrirbærum eða jarðmyndunum. Sjá einnig viðbrögð framkvæmdaraðila við umsögn Umhverfisstofnunar varðandi áhrif á vernd í kafla 7.4.

Framkvæmdaraðili getur ekki fallist á mat Umhverfisstofnunar að fyrirhuguð framkvæmd muni hafa veruleg neikvæð áhrif á jarðmyndanir sem njóta verndar skv. 37. gr. laga nr. 44/1999 og svæði á náttúruminjaskrá. Að teknu tilliti til viðmiða og takmarkaðs umfangs áhrifa á umræddar jarðmyndanir (**tafla 11**) er ítrekað að framkvæmdin er talin hafa nokkur bein, neikvæð og varanleg áhrif á jarðmyndanir sem njóta verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd, þar sem eldhraun og jarðhitaummynduð svæði raskast vegna framkvæmdanna.

Í umsögn Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík kemur eftirfarandi fram: *„Umhverfisstofnun telur að ekki eigi að draga þá ályktun að umhverfisáhrif verði óveruleg ef matið er háð töluverðri óvissu. Enn fremur má geta þess að í skýrslunni „Jarðhiti á Þeistareykjum: Möguleg áhrif virkjunar á jarðhitasvæðið“ eftir Axel Björnsson kemur eftirfarandi m.a. fram: „Þegar borað verður í jarðhitakerfið og vinnsla hefst má búast við einhverjum breytingum á jarðhita á yfirborði. Líklegast er að hveravirkni aukist eitthvað eins og á flestum öðrum háhitasvæðum sem jarðhitaorka er unnin úr. Hvers eðlis og hve miklar breytingarnar verða er erfitt að segja fyrir um. …Búast má við að nokkur niðurdráttur verði í jarðhitageyminum og að hveravirkni aukist við boranir a.m.k. fyrst um sinn.“ Því má búast aukinni yfirborðsvirkni á Þeistareykjum í kjölfar jarðhitanýtinga en aukin yfirborðsvirkni getur haft í för með sér neikvæð umhverfisáhrif, sbr. breytingar á yfirborðsvirkni á Reykjanesi í kjölfar jarðhitanýtingar þar.“*

Framkvæmdaraðili ítrekar það sem fram kemur í niðurstöðu mats á áhrifum á jarðmyndanir um að jarðhitanýting muni hafa óveruleg áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita ef mótvægisaðgerðir til að takmarka þrýstingslækkun í jarðhitageyminum heppnast vel. Matið er þó háð óvissu. Meðal annars er það vegna þess að erfitt geti verið að rekja óbein áhrif á yfirborðsvirkni til vinnslunnar eða til náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna. Nefna má sem dæmi náttúrulegar breytingar sem urðu á yfirborðsvirkni í Hveragerði í kjölfar Suðurlandsskjálftanna árið 2008 (Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson, 2009). Þar kemur upp fjöldi vatnshvera og kísilhvera í röskuðum hrúðurbreiðum. Aðallega er um tvö svæði að ræða, það er í miðju bæjarins og við Reyki. Leirhverir, leirugir vatnshverir og gufuhverir eru einnig algengir. Goshverir voru á nokkrum stöðum en nú er aðeins Grýla virk. Við Reyki urðu verulegar breytingar þar sem vatnshverir breyttust í leirhveri og virkni jókst mikið.

Vissulega er ekki hægt að fullyrða um að umhverfisáhrifin verði óveruleg enda er um mat að ræða, háð mismikilli óvissu. Eins og hugtakið ber með sér snýst mat á umhverfisáhrifum um að „meta“ möguleg umhverfisáhrif. Í því mati er ávallt falin óvissa, enda oft byggt á útreikningum, líkangerð og fyrri reynslu af svipuðum framkvæmdum ásamt öðru. Aðferðafræði matsins gengur þó út á að draga úr óvissu eins og kostur er en geta þess um leið á hvaða fyrirvörum matið byggir. Framkvæmdaraðili telur ekki að „raunveruleg“ umhverfisáhrif hljóti alltaf að verða

meiri og neikvæðari eins og Umhverfisstofnun heldur fram, þau geta líka orðið minni. Í þessari skýrslu er á nokkrum stöðum getið um óvissuna en ályktanir við mat á áhrifum þó byggt á þeim þáttum sem að framan greinir.

Í umsögn Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat segir einnig: *„Í frummatsskýrslu kemur fram að eftirlit verði með mögulegum breytingum eins og verið hefur í Kröflu til þessa. Ekki kemur fram að sambærilegt eftirlit verði með breytingum á Þeistareykjasvæðinu heldur að búast megi við að erfitt geti orðið að greina hugsanleg óbein áhrif jarðhitavinnslu á yfirborðsvirkni jarðhita þar og hvort breytingar verði raktar til vinnslunnar eða til náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna. Umhverfisstofnun telur það jákvætt að áfram verði gerðar athuganir á yfirborðsummerkjum á Kröflusvæðinu en telur að það sama eigi gera á Þeistareykjasvæðinu, enda eigi náttúrulegar breytingar ekki að koma í veg fyrir vöktun á jarðhitasvæðinu. Þá vekur Umhverfisstofnun athygli á að ekki er ljóst af umfjöllun í frummatsskýrslu hvort vöktun muni leiða til einhverra aðgerða ef í ljós koma breytingar vegna vinnslunnar.“*

Í kafla 11.2 kemur fram að eftirlit verður með breytingum á yfirborðsvirkni jarðhitans á Þeistareykjum með sýnatöku og myndum.

Ítrekað er það sem fram kemur í kafla 9.3.2 að fyrir virkjunaraðila skiptir miklu máli að halda uppi virku umhverfiseftirliti með viðeigandi skrásetningu til að meta allar þær breytingar sem geta orðið á yfirborðsvirkni. Viðbrögð við breytingum verður að meta hverju sinni.

Ef gufupúði myndast þá er besta mótvægisaðgerðin að bora vinnsluholur í gufupúðann til að nýta gufuna til raforkuframleiðslu, samanber Svartsengi og Reykjanes.

## 9.4 VATN

### 9.4.1 GRUNNÁSTAND

Þeistareykjasvæðið er tiltölulega þurrt en lítill lækur rennur undan Ketilfjalli (Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2007a).

Tjörn er við sunnanverðan Tjarnarás (**mynd 3**). Vatnsstaða í tjörninni er yfirleitt í hámarki fyrri hluta sumars eftir vorleysingar, en auk yfirborðsvatns rennur í hana vatn frá hverunum við Þeistareyki (Þórólfur H. Hafstað, 2000). Oft þornar tjörnin seinni part sumars.

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. 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 tjörnin 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. Í framhaldi af því voru gerðar skolvatnsvinnsluholur, sem nú gefa volgt vatn, tæplega 30°C. Þess háttar vatn hentar

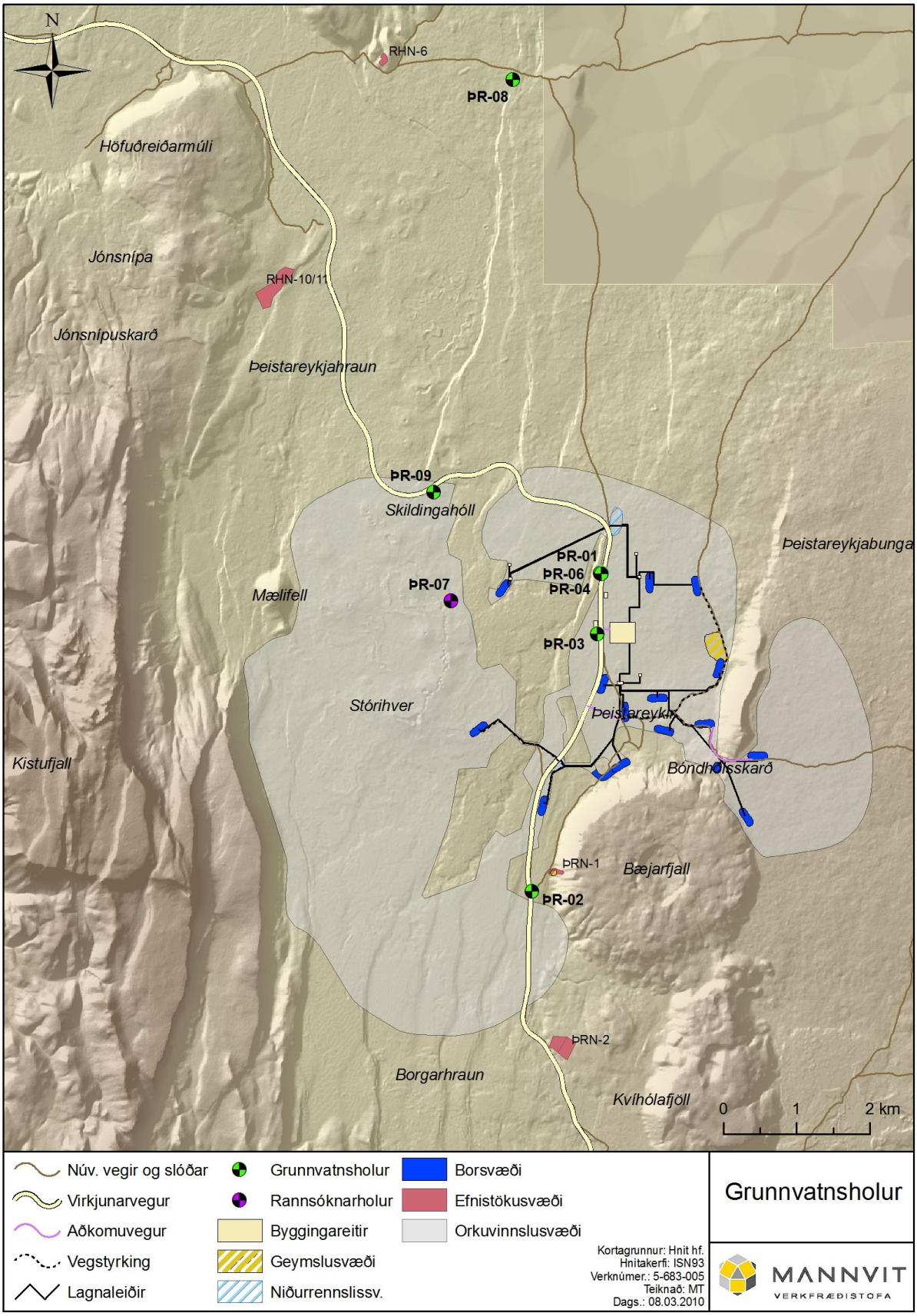
borverki vel, en við rekstur á væntanlegu orkuveri þarf helst að hafa aðgang að kaldara vatni (**viðauki A20**).

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. Einnig gafst tækifæri til að sýna á nokkuð sannfærandi hátt hve mikil áhrif náttúrulegt afrennsli háhitavatns frá Þeistareykjavæðinu hafði á hitastig grunnvatns norður í Kelduhverfi (**viðauki A20**).

Grunnvatnslíkan af vatnasviði Jökulsár á Fjöllum, Skjálfandafljóts og aðrennslissvæðis Mývatns nær allt frá Dyngjujökli í suðri og norður í Skjálfanda og Öxarfjörð. Líkanið var upphaflega unnið árið 1992 með mesta áherslu á syðri hluta svæðisins og uppfært árið 1999 með áherslu á aðrennslissvæði Mývatns. Grunnvatnslíkanið var uppfært enn frekar árið 2008 með áherslu á svæðið í næsta nágrenni Mývatns og norðan vatnsins allt til Axarfjarðar (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008).

Vegna fyrirhugaðrar 200 $MW_e$ virkjunar á Þeistareykjum er ráðgert að 140-320 L/s af um 180°C heitu skiljuvatni verði fargað með svonefndri grunnförgun á nokkur hundruð metra dýpi. Grunnvatnslíkanið sem hefur verið þróað í gegnum árin og sem nefnt er hér að framan er tvívítt líkan sem tekur eingöngu tillit til efsta hluta grunnvatnskerfisins (efstu 100 metrar), en grunnförgun myndi veita skiljuvatninu niður á 200-300 metra dýpi. Þess vegna var nauðsynlegt að uppfæra tvívíða líkanið og breyta því í þrívítt (fjöllaga) grunnvatnslíkan (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2009). Ákveðið var að þrívíða grunnvatnslíkanið næði frá grunnvatnsyfirborði niður á 500 metra undir sjávarmáli. Líkaninu er skipt upp í 11 lög þar sem hvert lag er 100 metra þykkt. Eins og lýst er í grunnvatnslíkaninu (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008) þá skipta sprungusveimar hjá Þeistareykjum og Gjástykki á milli sín grunnvatnsstraumum og gera má ráð fyrir litlu streymi þvert á þessa sprungusveima.

Boraðar hafa verið allmargar grunnar borholur á Kröflusvæðinu, Þeistareykjasvæðinu og í Gjástykki til að treysta stoðir grunnvatnslíkansins. Úr sumum þessara holna hafa jafnframt fengist vatnssýni til efnagreininga. Á **mynd 65** er sýnd staðsetning grunnvatnsholna í nágrenni Þeistareykja. Til eru allgóð gögn um eiginleika grunnvatns á svæðinu frá jöklum til sjávar milli Skjálfandafljóts og Jökulsár á Fjöllum. Hefur þeirra einkum verið aflað af Orkustofnun en einnig í ýmsum rannsóknarverkefnum innlendra og erlendra háskóla (t.d. Björn Jóhannesson, 1977; Kölb, 1995). Einnig eru til nokkrar upplýsingar um stöðugar samsætur vetnis og súrefnis, sem gefa upplýsingar um uppruna vatnsins og unnt er að nota sem náttúruleg ferilefni.

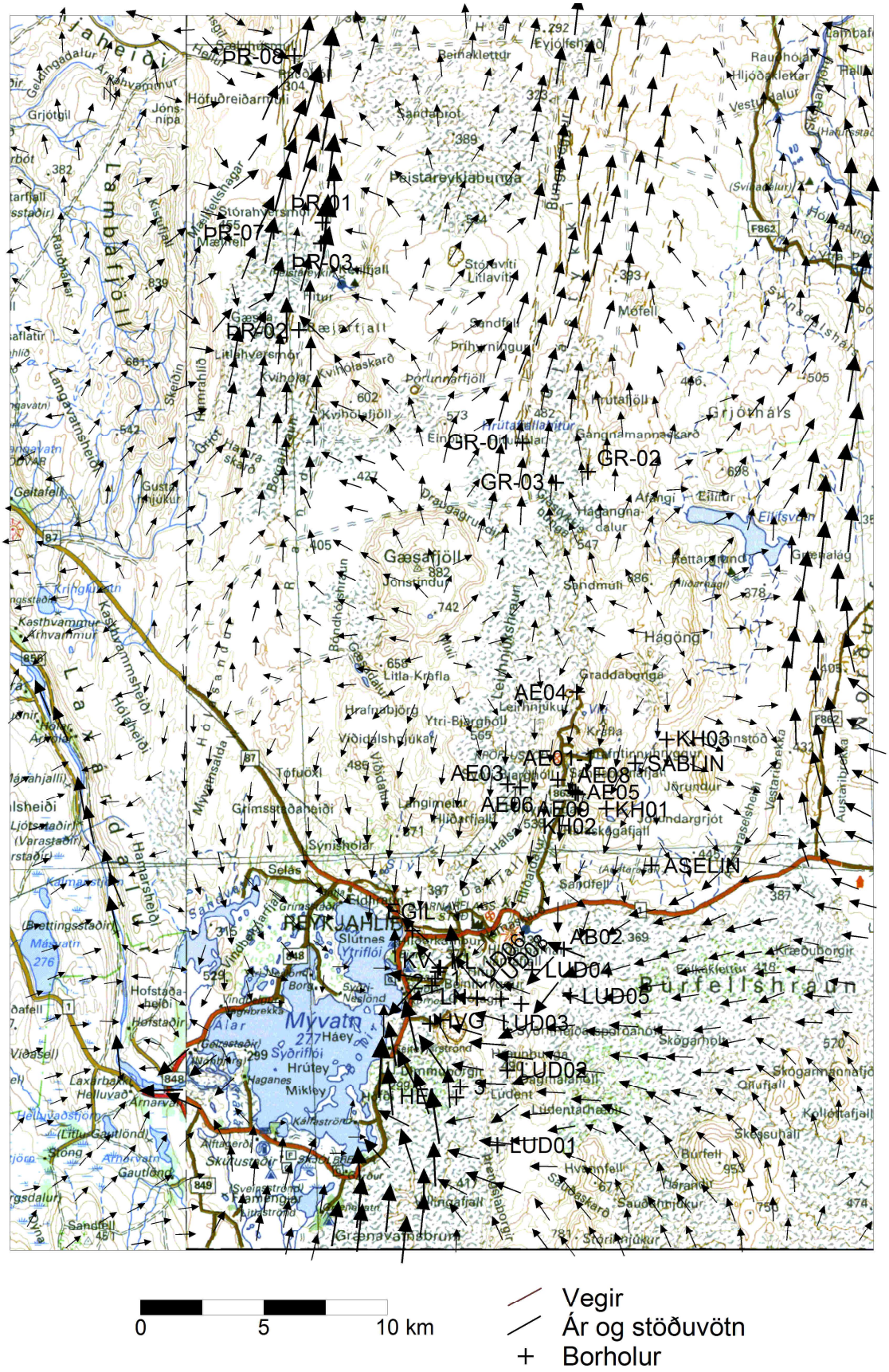



**Mynd 65** Grunnvatnsholur í nágrenni Þeistareykja.

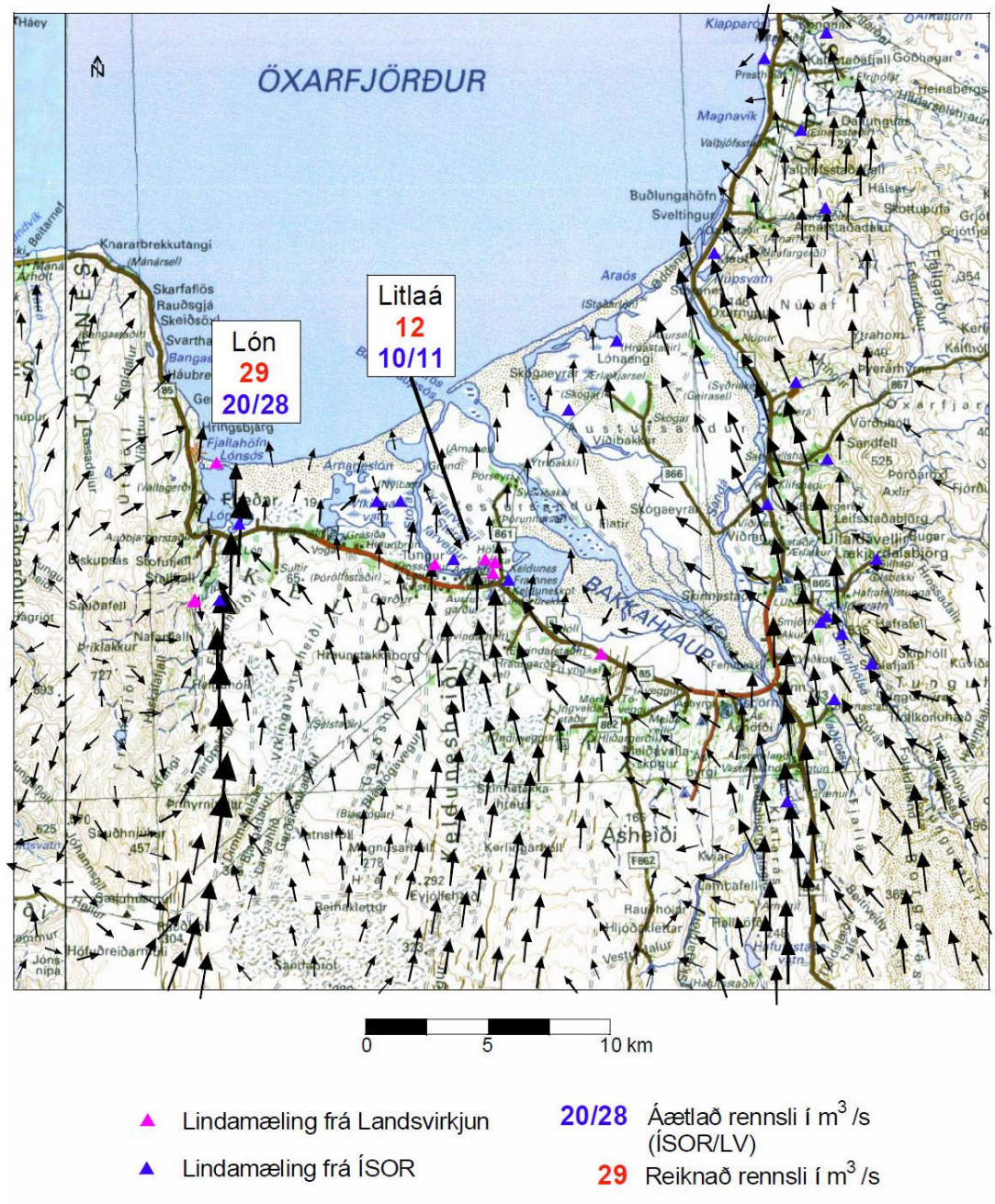
Landsvirkjun hefur haft forgöngu um mjög ítarlegar grunnvatnsrannsóknir á Mývatns- og Kröflusvæðinu, kortlagt grunnvatnsstrauma, kannað uppruna vatnsins og rannsakað rennslisleiðir heits og kalds grunnvatns (Halldór Ármannsson o. fl., 1998; Heiðrún Guðmundsdóttir, 2000; Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1999 og 2001; Hrefna Kristmannsdóttir og Halldór Ármannsson, 2004). Jafnframt hefur verið haft reglulegt eftirlit með mögulegum breytingum á efnainnihaldi í kjölfar virkjunarframkvæmda (Guttormur Sigbjarnarson o. fl., 1974; Halldór Ármannsson, 1995; Halldór Ármannsson o.fl., 2000).

Í Kelduhverfi og í Öxarfirði, svo og á svæðinu við Húsavík hafa verið gerðar ítarlegar grunnvatnsrannsóknir á síðustu áratugum (Lúðvík Georgsson o. fl.; 1989; Þórólfur H. Hafstað, 1989). Nýjustu rannsóknirnar tengjast jarðhitarannsóknum á svæðinu svo og rannsóknum á grunnvatni vegna fiskeldis og verkefna á sviði heilsutengdrar ferðaþjónustu (Bjarni Richter o.fl., 1999; Guðmundur Ó. Friðleifsson o.fl., 1999 og 2000; Hildur Vésteinsdóttir, 2006; Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 2006; Kristmannsdóttir et al., 2007; Lúðvík Georgsson o.fl., 2000). Þá hefur verið unnið grunnvatnslíkan af svæðinu (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008). Grunnvatn af Þeistareykjasvæðinu streymir í norður til sjávar vestast í Kelduhverfi (**myndir 66 og 67**).

Landsvirkjun og Þeistareykir ehf. hafa undanfarin ár rannsakað grunnástand vatnskerfa á hugsanlegum áhrifasvæðum fyrirhugaðra jarðhitavirkjana við Kröflu og á Þeistareykjum (Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007). Fylgst hefur verið með efnainnihaldi grunnvatns á svæðinu frá Húsavík að Kópaskeri. Sýni voru tekin úr Þeistareykja- og Kröflusprungureinum. Sýnatökustaðir þar sem 22 vatnsýnum var safnað til greininga á hita og efnainnihaldi árið 2006-2007 eru sýndir á **mynd 68.** Númer viðkomandi sýna eru sýnd á kortinu og volg sýni (>10 °C) eru merkt með rauðu en köld sýni með bláu. Þessum rannsóknum var haldið áfram sumarið 2008 (Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Rakel Guðrúnardóttir, 2009). Tekin voru sýni til heildarefnagreiningar og mælinga á samsætum á þrettán þeirra tuttugu og tveggja staða, sem rannsökuð voru í grunnúttektinni 2007. Á **mynd 69** er kort sem sýnir sýnatökustaðina árið 2008 og skýringar eru þær sömu og á **mynd 68.** Því eru nú fyrir hendi ítarleg gögn um grunnástand vatns á hugsanlegu áhrifasvæði jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum.

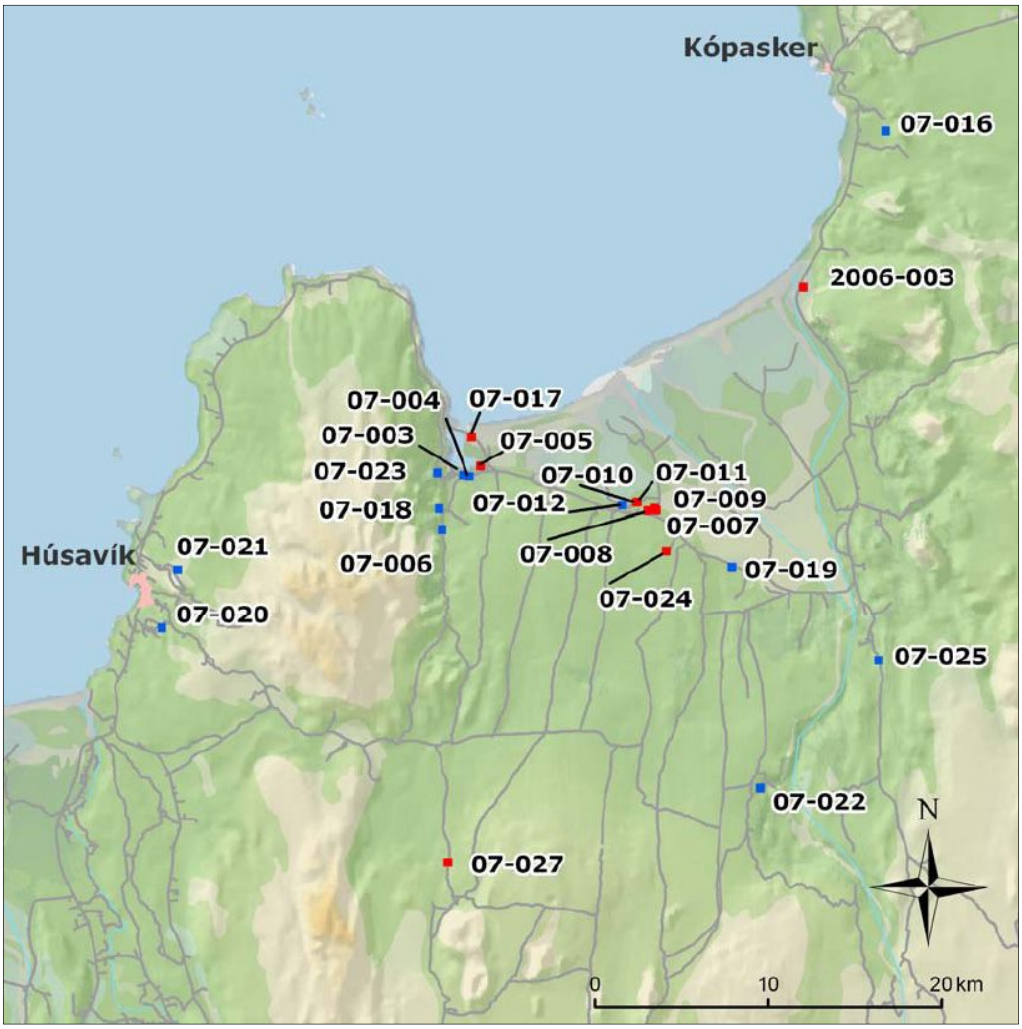



**Mynd 66** Reiknað grunnvatnrennsli frá Mývatni norður fyrir Þeistareyki (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008)**.**

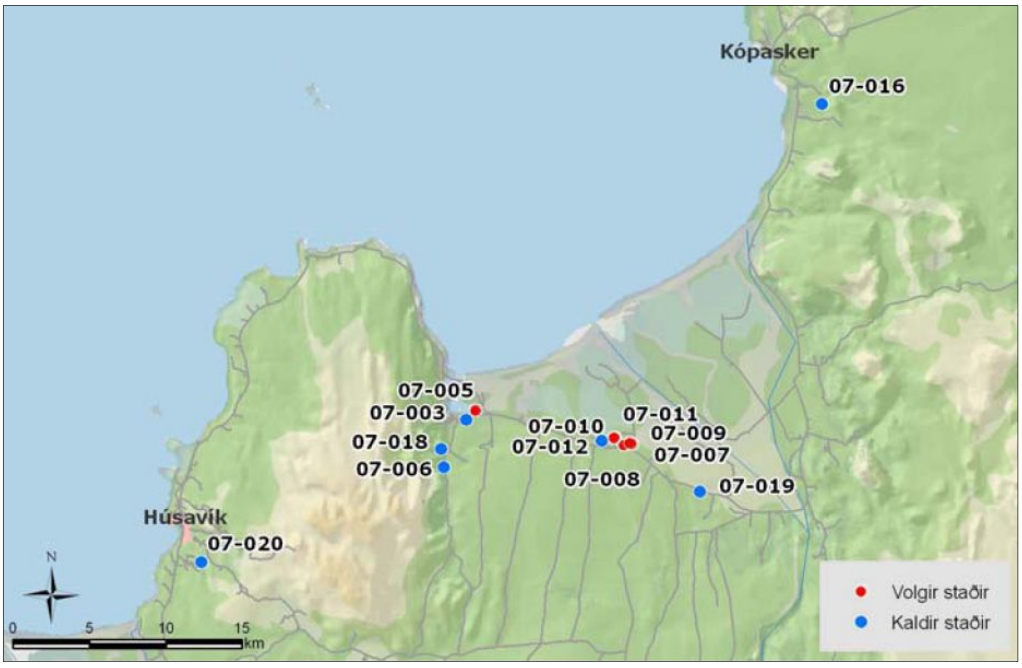



**Mynd 67** Grunnvatnsstraumar í norður frá Þeistareykjum. Einnig er sýnt mælt og reiknað rennsli í Lindum við Lón og Litluá í Kelduhverfi (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008).

Gert er ráð fyrir að reglubundnu eftirliti verði haldið áfram eftir að rekstur Þeistareykjavirkjunar hefst. Markmiðið er að fylgjast með grunnvatni og kanna hvort ný virkjun hafi áhrif á efnainnihald vatns sem streymir út í Öxarfjörð. Reynslan af hliðstæðu eftirliti í Mývatnssveit vegna virkjana í Bjarnarflagi og Kröflu bendir eindregið til að ekki sé líklegt að áhrifa gæti á grunnvatn í Kelduhverfi og Öxarfirði vegna virkjunar á Þeistareykjum. Ennfremur eru gerðar ítarlegri kröfur um eftirlit með grunnvatni við Mývatn og Laxá með sérstakri lagasetningu frá 1974 og með síðari breytingum.




**Mynd 68** Sýnatökustaðir í grunnúttekt grunnvatnsrannsókna 2007. Volg sýni eru merkt með rauðu.




**Mynd 69** Sýnatökustaðir á árinu 2008. Rauðu punktarnir sýna þær lindir þar sem vatnið er volgt.

### 9.4.2 UMHVERFISÁHRIF

Vatnsöflun fyrir borvatnsveitu, frárennsli frá borholum við borun og prófanir geta haft tímabundin áhrif á vatn. Einnig getur vatnsöflun fyrir jarðhitavirkjun og losun affallsvatns frá henni haft áhrif á vatn eftir að rekstur hefst.

Gert er ráð fyrir að vatnsþörf 200 $MW_e$ virkjunar á Þeistareykjum verði um 100 L/s og að magn skiljuvatns verði allt að 320 L/s og hiti þess um 180°C.

**Viðmið umhverfisþátta**

- Lög um verndum Mývatns og Laxár, nr. 97/2004.
- Lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu.
- Reglugerð nr. 796/1999 (nr. 533/2001 og 913/2003) um varnir gegn mengun vatns.
- Reglugerð nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns.
- Reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn.
- Reglugerð nr. 35/1994 um varnir gegn olíumengun frá starfsemi í landi.

**Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa**

Gert er ráð fyrir að tímabundin förgun affallsvatns frá borholum við borun og blástursprófanir verði með sama hætti. Það verður leitt að vatnsfarvegi, í sprungu eða í svelgholu eftir aðstæðum á hverjum stað. Vökvinn verður leiddur eftir frárennslislögn viðkomandi borteigs að förgunarstað. Fyrir borun á borsvæðum A og C hefur affallsvatn verið leitt í lækjarfarveg sem ber náttúrulegt jarðhitavatn og leysingavatn af hverasvæði út í tjörnina við Tjarnarás. Þar hverfur vökvinn niður um sprungur í grunnvatn. Gert er ráð fyrir að sami háttur verði hafður á við boranir á borsvæðum B, E, F, G, K, L og M. Við borteiga á borsvæðum D, H, I, J, N og O fjær tjörninni, er gert ráð að farga affallsvökva frá borholum með því að leiða það í sprungur, þar sem þær eru fyrir hendi, eða útbúa svelgholur. Tryggt verður að förgun affallsvatns frá borholum í blæstri í sprungum og svelgholum verði þar sem lekt jarðlaga er næg til að draga úr líkum á útfellingum úr jarðhitavökvanum.

Eins og greint er frá hér að framan er vegstæði virkjunarvegar milli Húsavíkur og Höfuðreiðarmúla innan vatnsverndarsvæðis vatnsbóls Húsavíkur. Frá Húsavík að suðurenda Höskuldsvatns er vegstæðið innan grannsvæðis vatnsbólsins en við Höfuðreiðarmúla er vegstæðið innan fjarsvæðis þess (Tækniþing, 2006).

Fyrirhugað efnistökusvæði RHN-5 og virkjunarvegur á kafla við Höskuldsvatn og eru á vatnasviði Mývatns og Láxár (**mynd 51**). Samkvæmt 4. gr. laga um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Þingeyjarsýslu skal forðast að valda spjöllum á vatnasviði Mývatns og Laxár sem raskað gætu vernd vatnsins og árinnar, sérstaklega gæðum og rennsli grunnvatns. Á þessu svæði fellur afmörkun vatnasviðsins saman við grannsvæði og fjarsvæði vatnsverndar vatnsbóls Húsavíkur.

Um grannsvæði og fjarsvæði vatnsbóla gilda reglur sem tilgreindar eru í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn. Samkvæmt 13. gr. reglugerðar nr. 796/1997 um varnir gegn mengun grunnvatns skal umhverfis hvert vatnsból ákvarða verndarsvæði sem skiptist í brunnsvæði, grannsvæði og fjarsvæði. Við skilgreiningu vatnsverndarflokkana skal taka mið af vatnafræðilegum, jarðfræðilegum og landfræðilegum aðstæðum á vatnasviði vatnsbólsins, mikilvægi þess og mengunarhættu. Á grannsvæðum og

fjarsvæðum vatnsbóla verður farið að þeim reglum sem gilda um framkvæmdir og notkun og geymslu hættulegra efna á slíkum svæðum. Samráð verður haft um það við Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra.

### *Áhrif á gunnvatn*

Grunnförgun skiljuvatns á 200-300 m dýpi í borholur er ofan hins eiginlega jarðhitakerfis, sem unnið verður úr í Þeistareykjavirkjun. Grunnförgun mun ekki koma jarðhitakerfinu til góða. Talið er að grunnförgun skiljuvatns muni hafa óveruleg áhrif á jarðhitakerfið.

Við förgun skiljuvatns getur verið hætta á efnamengun grunnvatns. Skiljuvatn inniheldur meginhluta þeirra uppleystu efna sem eru í jarðhitavökvanum. Ekki er ástæða til að óttast áhrif þessara efna þó svo að styrkur nokkurra þeirra sé um eða yfir mörkum fyrir drykkjarvatn. Þess má geta að jarðhitaáhrifa gætir í efstu grunnvatnslögum á Þeistareykjum, sjá umfjöllun um áhrif vatnstöku síðar í þessum kafla.

Efnainnihald borholuvökva hefur verið mælt á Þeistareykjum og byggir áætluð meðaltalssamsetning skiljuvatns sem fargað verður frá Þeistareykjavirkjun á þeim greiningum. Meðaltals samsetning vatns úr holum á Þeistareykjum, þ.e. styrkur aðalefna í mg/kg er sýndur í **töflu 12** (Magnús Ólafsson, 2009) og samanburður við neysluvatnsmörk samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn. Feitletruð gildi eru yfir neysluvatnsmörkum. Í **töflu 13** er sýnd meðaltals samsetning vatns úr borholum með tilliti til styrks snefilefna í µg/kg (Magnús Ólafsson, 2009) og samanburður við neysluvatnsmörk samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 og umhverfismörk fyrir málma til verndar lífríki samanber **töflu 14** samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Til samanburðar er birt **tafla 14** er notuð til að flokka yfirborðsvatn með tilliti til mengandi efna samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 og reglugerð nr. 797/1999, um varnir gegn mengun grunnvatns.

**Tafla 12** Meðaltals samsetning vatns úr holum á Þeistareykjum, styrkur aðalefna í mg/kg (Magnús Ólafsson, 2009) og samanburður við neysluvatnsmörk.

| Mældur þáttur | Tákn | Meðaltal (mg/kg) | Neysluvatnsmörk (mg/kg) |
|---|---|---|---|
| Sýrustig | pH | 7,91 | 6,5-9,5 |
| Karbónat | $CO_2$ | 50,2 | Engin |
| Brennisteinsvetni | $H_2S$ | 33,9 | Engin |
| Uppleyst efni | UE | 1087 | Engin |
| Bór | B | **2,03** | 1,0 |
| Kísill | $SiO_2$ | 700 | Engin |
| Natríum | Na | 127 | 200 |
| Kalíum | K | 25,3 | Engin |
| Magnesíum | Mg | 0,005 | Engin |
| Kalsíum | Ca | 0,60 | Engin |
| Flúoríð | F | 0,98 | 1,5 |
| Klóríð | Cl | 95,6 | 250 |
| Súlfat | $SO_4$ | 16,1 | 250 |
| Ál | Al | **1,701** | 0,2 |

**Tafla 13** Meðaltals samsetning vatns úr holum á Þeistareykjum, styrkur snefilefna í µg/kg (Magnús Ólafsson, 2009) og samanburður við neysluvatnsmörk og umhverfismörk.

| Málmur | Tákn | Meðaltal (µg/kg) | Neysluvatnsmörk (µg/kg) | Umhverfismörk |
|---|---|---|---|---|
| Arsen | As | 5,30 | 10 | Flokkur II |
| Baríum | Ba | 0,88 | Engin | Ekki ákvörðuð |
| Kadmíum | Cd | 0,03 | 5,0 | Flokkur I |
| Kóbalt | Co | 0,03 | Engin | Ekki ákvörðuð |
| Króm | Cr | 0,77 | 50 | Flokkur I |
| Kopar | Cu | 0,12 | 2000 | Undir mörkum |
| Járn | Fe | 19,4 | 200 | Ekki ákvörðuð |
| Kvikasilfur | Hg | 0,01 | 1,0 | Undir mörkum |
| Mangan | Mn | 1,04 | 50 | Ekki ákvörðuð |
| Mólýbden | Mo | 6,69 | Engin | Ekki ákvörðuð |
| Nikkel | Ni | 0,70 | 20 | Flokkur I |
| Blý | Pb | 0,04 | 10 | Undir mörkum |
| Strontíum | Sr | 4,64 | Engin | Ekki ákvörðuð |
| Sínk | Zn | 1,54 | Engin | Undir mörkum |

**Tafla 14** Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.

| | Hg | Cu | Zn | Cd | Pb | Cr | Ni | As | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | mg/kg |
| **Flokkur I <** | | 0,5 | 5 | 0,01 | 0,2 | 0,3 | 0,7 | 0,4 | 0,02 |
| **Flokkur II <** | | 3 | 20 | 0,1 | 1 | 5 | 1,5 | 5 | 0,04 |
| **Flokkur III <** | | 9 | 60 | 0,3 | 3 | 15 | 4,5 | 15 | 0,09 |
| **Flokkur IV <** | | 45 | 300 | 1,5 | 15 | 75 | 22,5 | 75 | 0,15 |
| **Flokkur V >** | 1 | 45 | 300 | 1,5 | 15 | 75 | 22,5 | 75 | 0,15 |

Umhverfismörk I: Mjög lítil eða engin hætta á áhrifum.

Umhverfismörk II: Lítil hætta á áhrifum.

Umhverfismörk III: Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.

Umhverfismörk IV: Áhrifa að vænta.

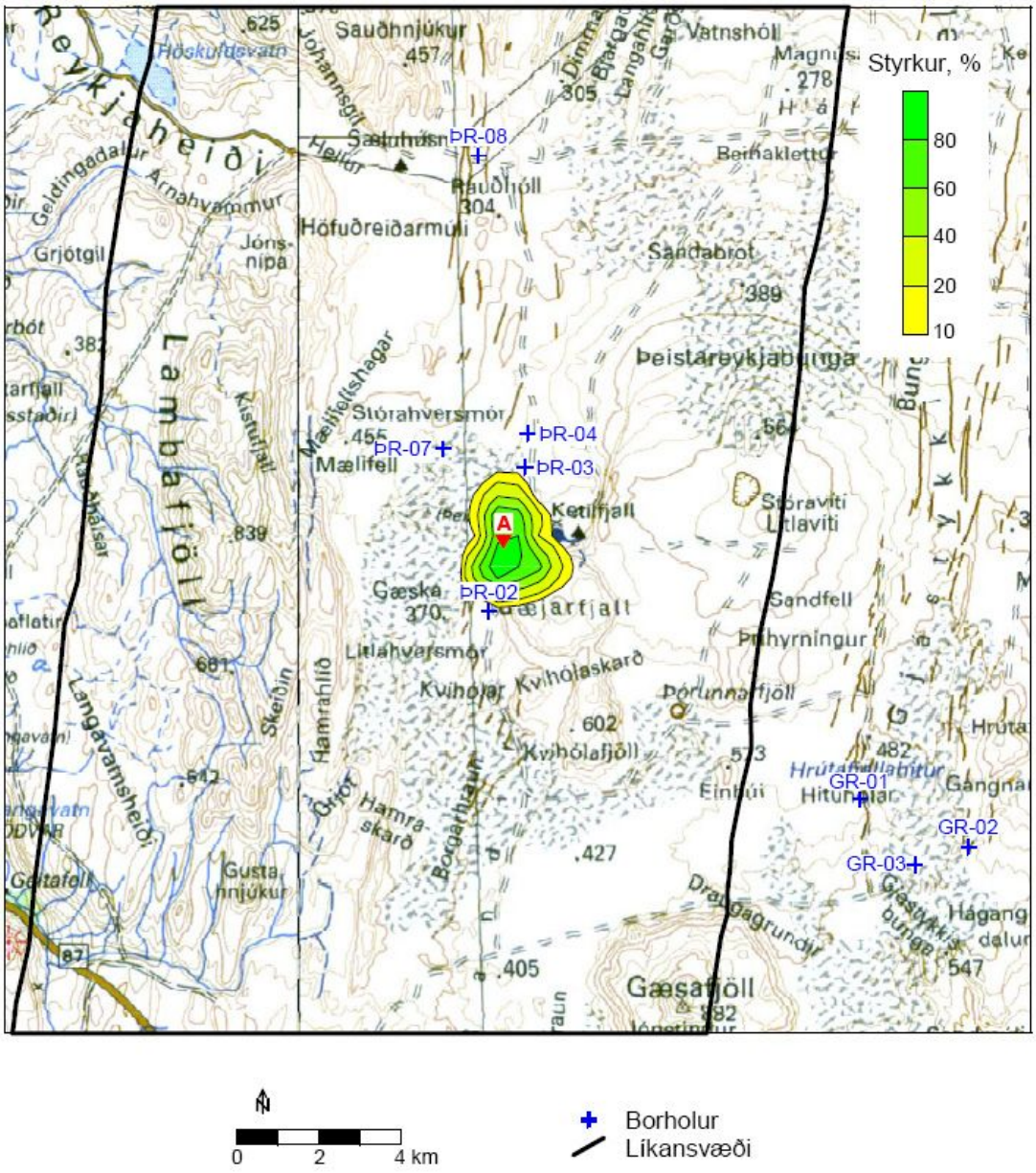
Umhverfismörk V: Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði.

Gert er ráð fyrir því að skiljuvatni frá virkjuninni verði fargað með grunnförgun á 200-300 m dýpi í borholur. Um er að ræða tvo förgunarstaði. Annar þeirra er við holu ÞG-02 vestan við borsvæði. Hinn er beint norður af stöðvarhúsreitnum, þar sem fyrirhugaður virkjunarvegur beygir til vesturs, sjá **mynd 12**. Unnin hefur verið dreifingarspá fyrir grunnförgun affallsvatns frá virkjun á Þeistareykjum miðað við þessa förgunarstaði. Miðað við áformað fyrirkomulag við niðurrennslisveitu eru taldar litlar líkur á vandamálum vegna útfellinga úr skiljuvatni.

Upphaflega var það skoðað sem hugsanlegur kostur að farga skiljuvatni frá Þeistareykjavirkjun á yfirborði, í tjörnina austan Tjarnaráss, þaðan sem það sígur um sprungur niður í grunnvatn. Fallið var frá því. Ástæðan fyrir því er meðal annars óvissa um áhrif á vatnsborð tjarnarinnar, hugsanlegar útfellingar á yfirborði og hættu á að efni úr skiljuvatni, sem er jarðhitavökvi, berist í efri grunnvatnslög. Einnig getur það skapað hættu fyrir menn og dýr að losa mjög heitt affallsvatns á yfirborði. Eins og greint er frá í kafla 4.3.7 og framar í þessum kafla er gert ráð fyrir að skiljuvatni frá Þeistareykjavirkjun verði fargað á 200-300 m dýpi í borholur niður fyrir efri grunnvatnslög.

Fyrirliggjandi þrívítt grunnvatnslíkan var notað til að kanna hvaða áhrif grunnförgun skiljuvatns vegna fyrirhugaðrar virkjunar á Þeistareykjum hefur á grunnvatn á svæðinu. Grunnförgun skiljuvatns var reiknuð fyrir tvo förgunarstaði, annars vegar stað A sem er niðurrennslissvæði vestan við borsvæði A, þar sem hola ÞG-02 var boruð. Hins vegar er staður B, sem er annað fyrirhugað niðurrennslissvæði, norð-vestur af skiljustöð II og borsvæði I. Förgunarstaðirnir eru sýndir á **mynd 12** ásamt borholum í næsta nágrenni.

Tvö tilfelli voru reiknuð (**viðauki A6**). Í tilfelli 1 var fargað 320 L/s á stað A, sjá **myndir 70 og 71**. Í tilfelli 2 var skiljuvatninu skipt upp á milli staða A og B, og fargað 215 L/s á stað A og 105 L/s á stað B, sjá **myndir 72 og 73**. Í báðum tilfellum er miðað við að skiljuvatninu sé fargað á 200-300 metra dýpi, sem tilheyrir lagi 7 í grunnvatnslíkani af svæðinu sem er við eða undir sjávarmál.




**Mynd 70** Tilfelli 1 – grunnförgun 320 L/s af skiljuvatni á 300 m dýpi á stað A. Reiknaður styrkur sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni, í lagi sem er frá 0 - 100 metra undir sjávarmáli (viðauki A6).

**Myndir 70 til 73** sýna að styrkur efna er í báðum tilfellum hverfandi fyrir utan Þeistareykjasvæðið og nær ekki upp að grunnvatnsborði (**Viðauki A6**). Styrkur efna í um 2 km fjarlægð frá niðurrennslisholum er talinn verða minni en 10% af upphaflegum styrk efna í skiljuvatni sem fargað verður í borholurnar og vart mælanlegur.

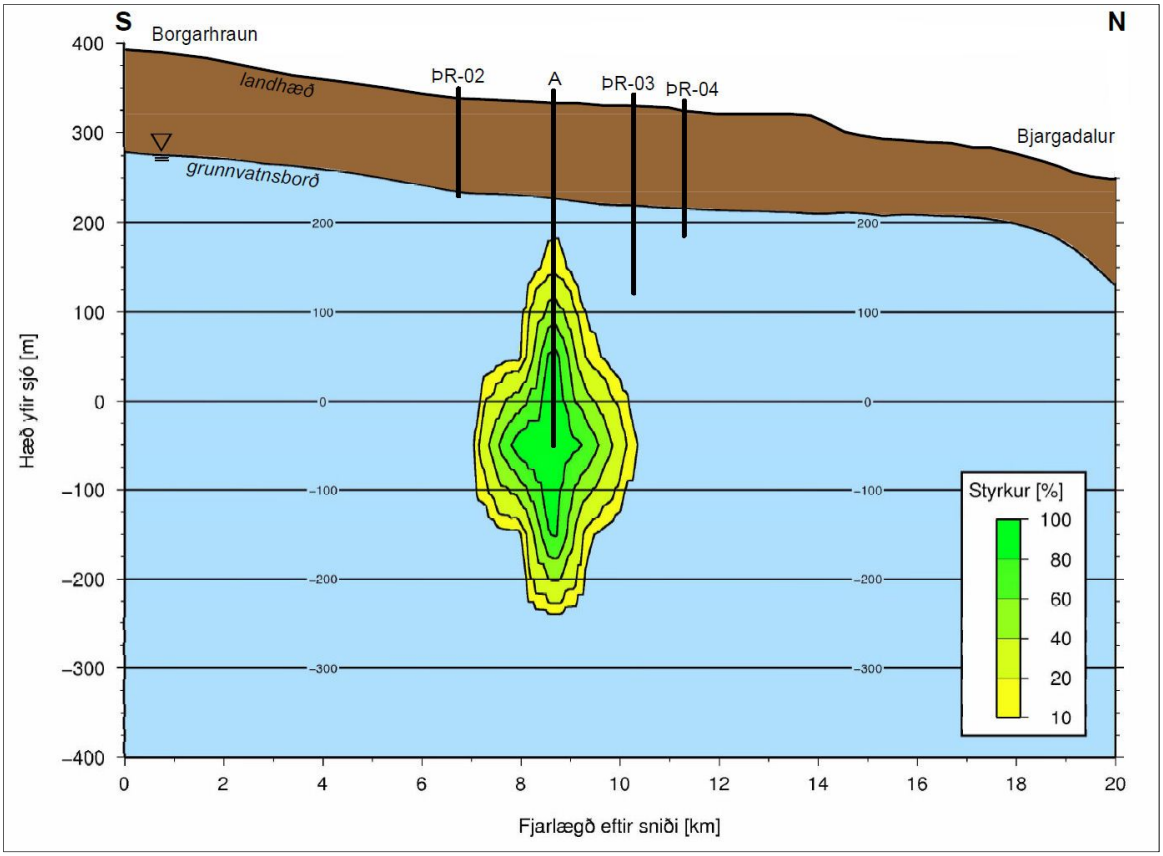
Fram kemur í greinargerð Þórólfs H. Hafstað (2010) að þar sem förgun skiljuvatns sé töluvert neðan við sjávarmál, er ekki talin hætta á að heita og létta vatnið fljóti ofan á kalda grunnvatninu. Niðurstaða líkanreikninga sýni að áhrifa gætir aðeins 2 km út frá niðurrennslisholum.

Talið er að förgun skiljuvatns frá Þeistareykjavirkjun muni hafa nokkur staðbundin áhrif á grunnvatn næst niðurrennslisholum en muni þó aldrei ná upp fyrir grunnvatnsborð. Áhrif á grunnvatn fjær Þeistareykjum eru talin verða óveruleg.

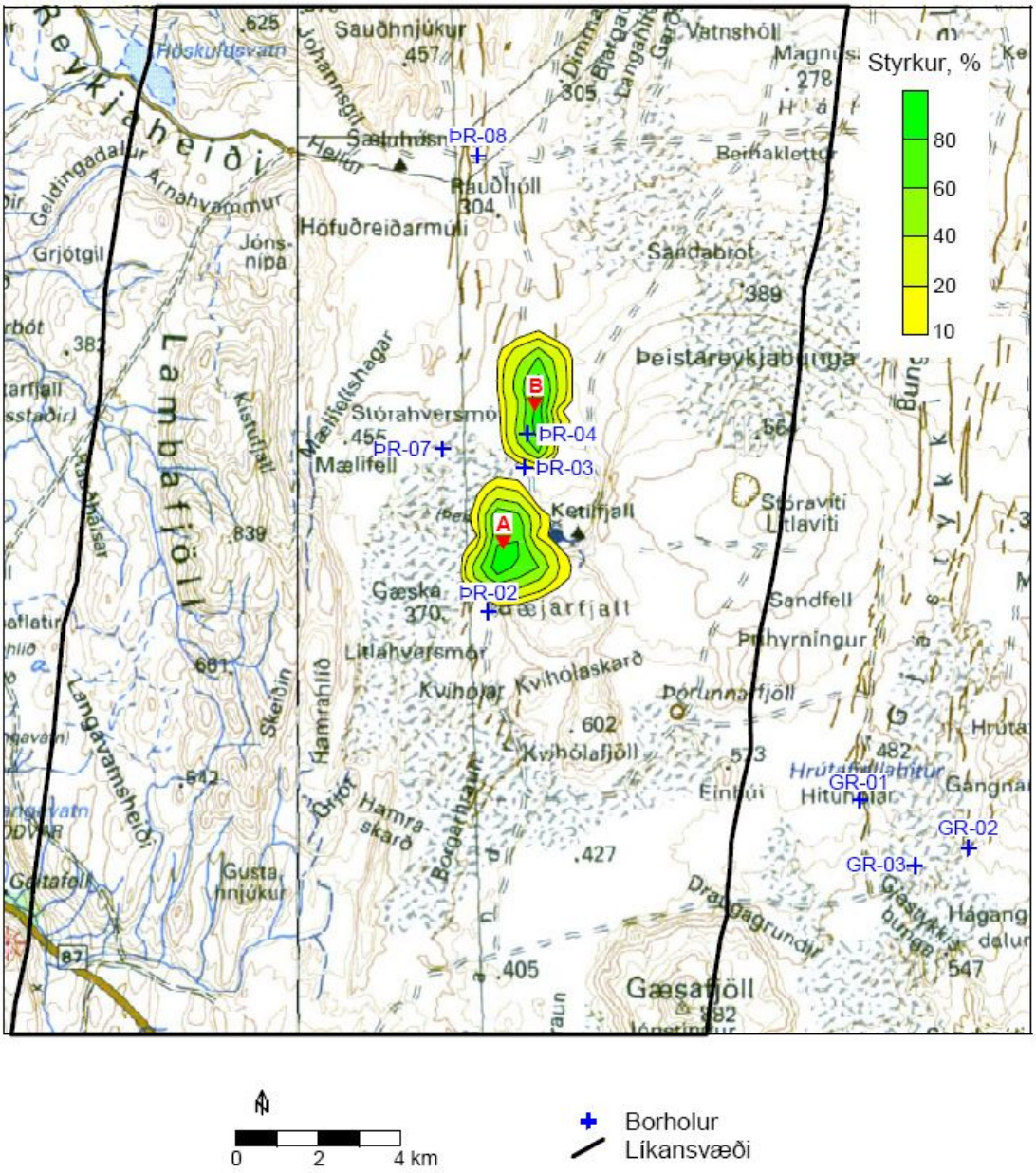
### *Áhrif á vatnsból*

Við vegagerð og efnistöku á grannsvæði og fjarsvæði vatnsbóls Húsavíkur verður farið að þeim reglum sem gilda um framkvæmdir og notkun og geymslu hættulegra efna á slíkum svæðum. Samráð verður haft um það við Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra. Með þeirri tilhögun framkvæmda sem er fyrirhuguð eru áhrif fyrirhugaðs virkjunarvegar á vatnsból talin óveruleg.

Þar sem áhrifa grunnförgunar skiljuvatns frá Þeistareykjavirkjun mun ekki gæta út fyrir Þeistareykjasvæðið eru áhrif framkvæmdar við virkjun og virkjunarveg á önnur vatnsból eða ferskvatnslindir í Kelduhverfi talin óveruleg.




**Mynd 71** Tilfelli 1 – grunnförgun 320 L/s af skiljuvatni á stað A. Reiknaður styrkur í þversniði í gegnum Þeistareyki sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni (viðauki A6).

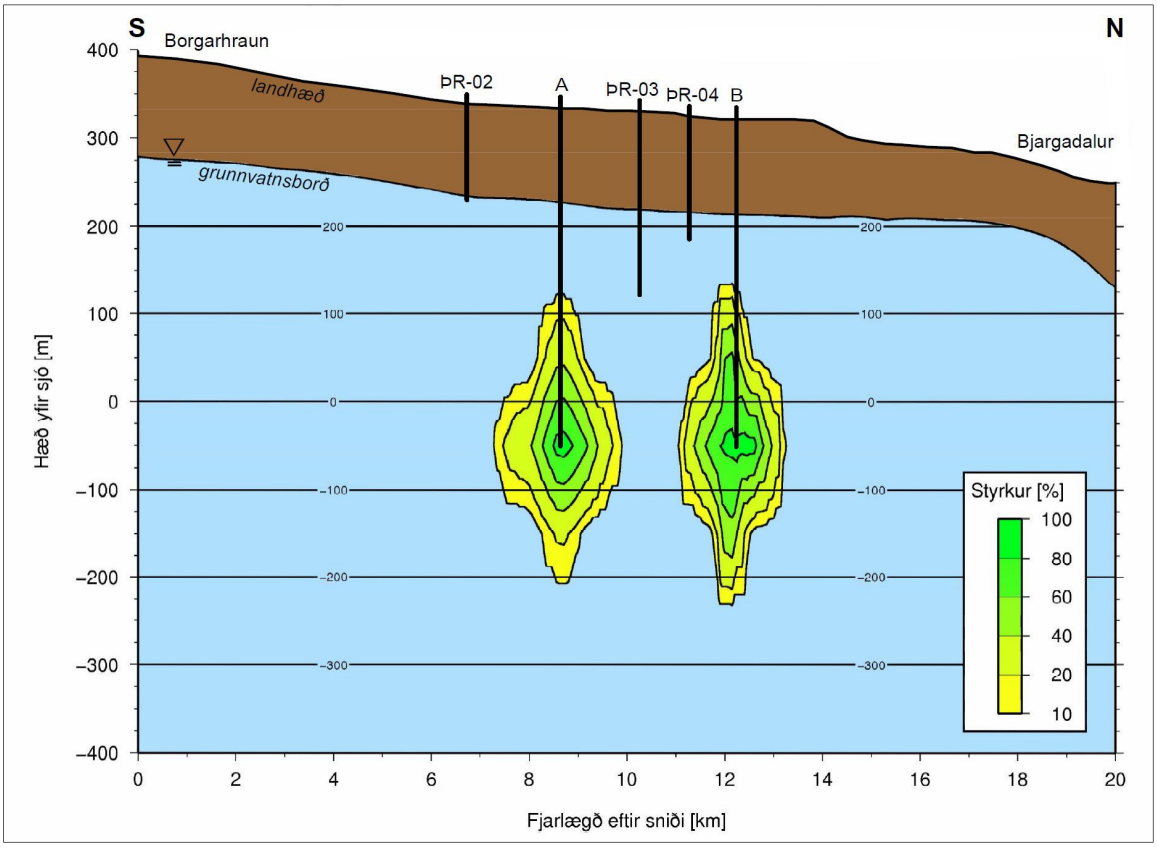



**Mynd 72** Tilfelli 2 – grunnförgun 215 L/s af skiljuvatni á stað A og 105 L/s af skiljuvatni á stað B, á 300 m dýpi. Reiknaður styrkur, sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni, í lagi sem er frá 0 - 100 metra undir sjávarmáli (viðauki A6).

### *Áhrif vatnstöku*

Áætluð kaldavatnsþörf virkjunar á Þeistareykjum er 100 L/s og er hola ÞR-09 við Guðfinnugjá talin vænlegur vatnstökustaður. Mældur hiti í holu ÞR-09 er um 7,5°C. Hola ÞR-02 í nágrenni Bæjarfjalls er um 100°C heit, en þar gætir áhrifa jarðhitasvæðisins enda eru yfirborðsmerki jarðhita þar víða greinileg. Heit vatnstunga er því líkleg til að teygja sig norður eftir viðamiklum sprungusveimnum. Við Lón í Kelduhverfi eru enn merki um hitaáhrifin þar sem grunnvatnshiti mælist á einstaka stöðum um 10°C (Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007; Þórólfur H. Hafstað, 1989). Í holu ÞR-08 hefur mælst 2–5°C hiti og er lægri hitinn sennilega vegna árstíðabundinna sveifla. Í holu ÞR-07 hafa hitamælingar sýnt 5–10°C hita. Það er því ljóst að hiti fellur mjög hratt útfrá sprungusveimnum til vesturs. Grunnvatnslíkanið var notað til að reikna út hita grunnvatns á líkansvæðinu (**mynd 74**). Niður-

stöður reikninganna eru sýndar á **mynd 74** ásamt staðsetningu borholna. Niðurstöðurnar eru í samræmi við lýsingu á hita í borholum hér að framan. Við 100 L/s dælingu úr holu ÞR-09 verða litlar sem engar breytingar á hitamyndinni, þannig að hiti í holunni helst óbreyttur.

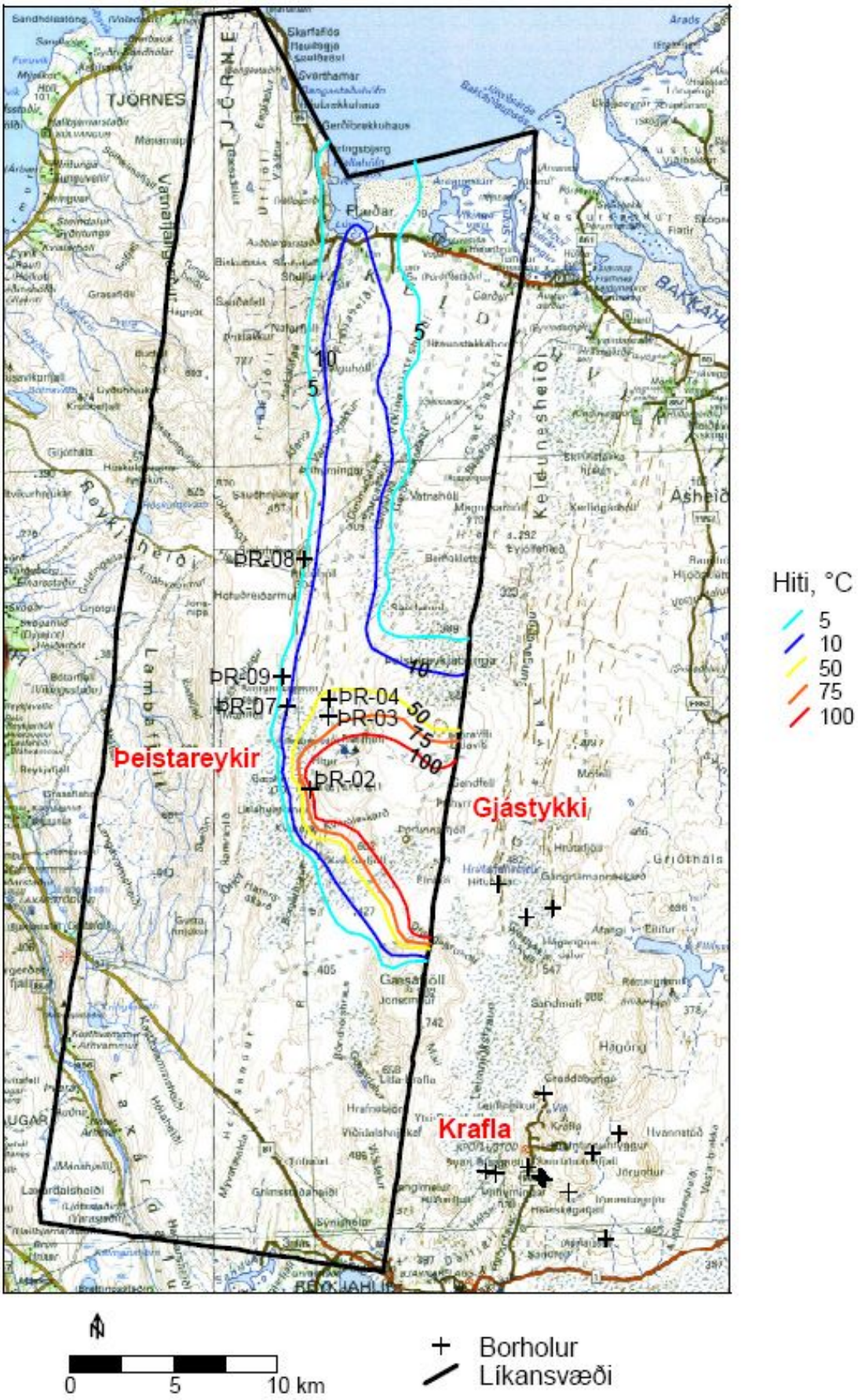



**Mynd 73** Tilfelli 2 – grunnförgun 215 L/s af skiljuvatni á stað A og 105 L/s af skiljuvatni á stað B. Reiknaður styrkur í þversniði í gegnum Þeistareyki sem hlutfall af upphaflegum styrk í skiljuvatni (viðauki A6).

Fram kemur í greinargerð Þórólfs H. Hafstað (2010) að niðurstaða grunnvatnslíkansins á **mynd 74** sýni hvernig gjárnar og sprungustefnan á Þeistareykjasvæðinu stýra framrás grunnvatns til norðurs. Í líkaninu sé gert ráð fyrir að grunnvatnshiti vestan Guðfinnugjár/Skildingahólsveggjar, sé um 4°C. Í holu ÞR-08 norður við vegamót Reykjaheiðarvegar og núverandi vegar að Þeistareykjum, hefur hiti mælst enn lægri. Einnig kemur fram að þetta kalda vatn eigi að hluta til uppruna sinn af Lambafjallasvæðinu og sé að minna leyti ættað úr suðri, en þaðan er meiri hætta á jarðhitamengun grunnvatns. Mælt er með að bora vatnstökuholur vestan gjánna þar sem vatn er kaldara og minni hætta á að draga að jarðhitavatn. (**viðauki A20**).

Að lokum var kannað hvort 100 L/s dæling grunnvatns úr holu ÞR-09 við Skildingahól drægi til sín vatn frá fyrirhugaðri grunnförgun skiljuvatns frá Þeistareykjavirkjun. Reiknað var fyrir tvö tilfelli eins og áður. Niðurstöður sýna að grunnförgun skiljuvatns mun engin áhrif hafa á efnasamsetningu vatns dælt úr holu ÞR-09 (**viðauki A6**).

Vatnstaka í fyrirhuguðu vatnsbóli Þeistareykjavirkjunar í nágrenni við holu ÞR-09 er talin hafa óveruleg áhrif á grunnvatn hvað varðar náttúrulega hitadreifingu í grunnvatni á Þeistareykjasvæðinu og hvort það geti dregið til sín skiljuvatn frá grunnförgun í borholur á niðurrennslissvæðum virkjunarinnar.




**Mynd 74** Reiknaður hiti grunnvatns við Þeistareyki samkvæmt þrívíðu grunnvatnslíkani (viðauki A6).

**Mótvægisaðgerðir**

Gert er ráð fyrir að þær vatnsöflunar- og vatnsförgunaraðferðir sem lýst hefur verið hér að framan séu með þeim hætti að ekki sé þörf á neinum sértækum mótvægisaðgerðum.

Við vegagerð og efnistöku á verndarsvæði vatnasviðs Mývatns og Laxár og grannsvæði og fjarsvæði vatnsbóls Húsavíkur verður farið að þeim reglum sem gilda um framkvæmdir og notkun og geymslu hættulegra efna á slíkum svæðum. Samráð verður haft um það við Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra.

**Niðurstöður**

Talið er að förgun skiljuvatns frá Þeistareykjavirkjun muni hafa nokkur staðbundin neikvæð áhrif á grunnvatn næst niðurrennslisholum en þau muni þó aldrei ná upp fyrir grunnvatnsborð. Áhrif á grunnvatn fjær Þeistareykjum eru talin verða óveruleg.

Áhrif fyrirhugaðs virkjunarvegar á vatnsból, vatnsverndarsvæði Húsavíkurbæjar og verndarsvæði vatnasviðs Mývatns og Láxár eru talin verða óveruleg.

Áhrif Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar á önnur vatnsból eða ferskvatnslindir í Kelduhverfi eru talin óveruleg.

Vatnstaka í vatnsbóli Þeistareykjavirkjunar er talin hafa óveruleg áhrif á grunnvatn.

### 9.4.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

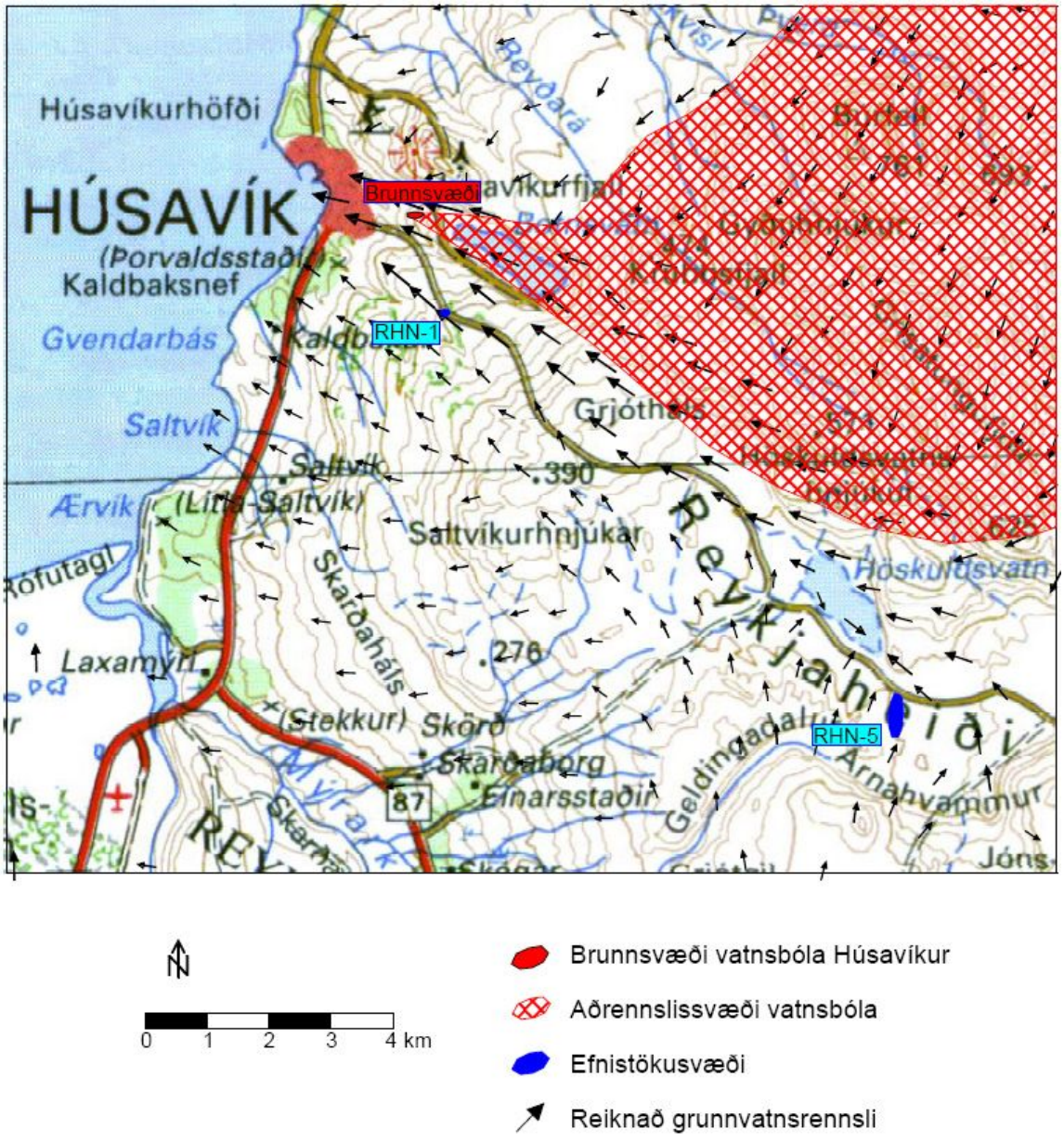
**Umsögn Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra**

*„Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra bendir á að hluti vegar liggur innan grannsvæðis og fjarsvæðis vatnsverndarsvæðis vatnsbóls Húsavíkur, allt frá Höfuðreiðarmúla og niður fyrir vatnsbólið neðan Botnsvatns. Nauðsynlegt er að meta hættur á byggingar- og rekstrartíma vegarins og fjalla um hugsanlegar sértækar aðgerðir til verndar vatnsbólanna. HNE minnir á hlutverk og skyldur heilbrigðisnefnda varðandi vatnsvernd á verndarsvæðum vatnsbóla. Vísað er til reglugerðar nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns m.s.br.“*

Framkvæmdaraðili mun fara að gildandi reglum um framkvæmdir á vatnsverndarsvæðum að höfðu samráði við Heilbrigðiseftirlitið. Eins og greint er frá í kafla 1.3 eru framkvæmdir vegna virkjunar á Þeistareykjum og virkjunarvegar háð starfsleyfi sem Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra veitir. Samkvæmt 2. mgr. 15. gr. reglugerðar nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns, m.sbr., skal við ákvörðun um framkvæmdir á vatnsverndarsvæði umsækjandi starfsleyfis leggja fram mat um hvort hætta sé á að vatnsbólið spillist vegna nálægrar starfsemi eða umferðar. Við matið skal, eftir því sem við á, taka mið af vatnafræðilegum, jarðfræðilegum og landfræðilegum aðstæðum á vatnasviði vatnsbólsins, líklegum uppsprettum mengunar, mengunarálagi og mikilvægi vatnsbólsins. Við vegagerð og efnistöku á verndarsvæði vatnasviðs Mývatns og Laxár og grannsvæði og fjarsvæði vatnsbóls Húsavíkur verður farið að þeim reglum sem gilda um framkvæmdir og notkun og geymslu hættulegra efna á slíkum svæðum. Í leyfisumsóknum verður lagt fram mat á hvort hætta sé á að vatnsból spillist vegna nálægrar starfsemi eða umferðar samanber reglugerð 796/1999 m.s.br.

Vegna framkvæmda við virkjunarveg að Þeistareykjum frá Húsavík er fyrirhuguð efnistaka á tveimur svæðum, í námum RHN-1 og RHN-5, sem liggja innan grannsvæðis og fjarsvæðis vatnsverndar vatnsbóla Húsavíkur. Verkfræðistofan Vatnaskil (2010c) reiknaði hugsanleg áhrif fyrirhugaðrar efnistöku á vatnsból Húsavíkur. Grunnvatns- og rennslislíkan fyrir Norðausturland sem hefur verið þróað hjá fyrirtækinu fyrir Landsvirkjun var notað við reikningana (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008).

Niðurstöður útreikninga eru sýndar á **mynd 75**, þar sem fyrirhuguð efnistökusvæði eru einnig sýnd( Verkfræðistofan Vatnaskil, 2010c). Eins og sést á myndinni er aðal grunnvatnsstefna frá suðaustri til norðvesturs á svæði námanna. Brunnsvæði vatnsbóla Húsavíkur er sýnt á myndinni auk aðrennslissvæðis þeirra. Samkvæmt grunnvatnslíkaninu eru efnistökusvæði og fyrirhugaður virkjunarvegur utan aðrennslissvæðis vatnsbólanna.




**Mynd 75** Aðrennslissvæði vatnsbóla Húsavíkur.

Hætta getur verið á að olía berist í jarðveg og þaðan í grunnvatn frá vélum, þungaflutningabílum og öðrum ökutækjum. Samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. skal gæta fyllstu varúðar í meðferð ýmissa efna, þar á meðal olíu, einkum ef vitað er um sprungur eða misgengi. Til að fyrirbyggja hættu á neikvæðum áhrifum efnistöku og vegagerðar á grunnvatn, vatnsverndarsvæði og vatnsból í nágrenninu verður þess gætt eins og kostur er að olía og önnur efni úr ökutækjum og þungavinnuvélum komist ekki í snertingu við jörð. Við framkvæmd verður farið eftir kröfum í reglugerð nr. 35/1994 um varnir gegn olíumengun frá starfsemi á landi.

Framkvæmdaraðili mun setja fram kröfur og tilmæli til verktaka, varðandi umhverfis- og öryggismál. Ætlast er til þess að verktakar fari að þeim lögum, reglugerðum og reglum sem varða öryggi aðbúnað, hollustuhætti og öryggisráðstafanir við mannvirkjagerð. Hið sama gildir gagnvart öllum öðrum íslenskum lögum, reglugerðum og reglum sem gilda á hverjum tíma og snerta viðkomandi verkefni á einhvern hátt. Haga skal öryggi á verkstað þannig að líkur á að eldsneyti leki niður við áfyllingu sé ávallt í lágmarki. Um olíutanka er gerð krafa um að þeir uppfylli gildandi reglugerð. Tryggt skal að vatn og jarðvegur mengist ekki. Losun á olíu- og olíusamböndum í vatn, grunnvatn og jarðveg er bönnuð. Ef mengun berst í jarðveg skal tafarlaust hreinsa hann upp og skila til viðurkennds móttökuaðila fyrir úrgang eða meðhöndla jarðveginn í samræmi við leiðbeiningar frá viðkomandi heilbrigðiseftirliti. Í viðbragðs og neyðaráætlun, skal verktaki gera grein fyrir viðbrögðum við mengun á vatnsverndarsvæði.

## 9.5 GRÓÐUR

### 9.5.1 GRUNNÁSTAND

Sumarið 2007 fór fram athugun á gróðurfari á fyrirhuguðu orkuvinnslusvæði á Þeistareykjum og á fyrirhuguðum virkjunarvegi ásamt á öðrum framkvæmdasvæðum í Þingeyjarsýslum á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands (**viðaukar A7 og B1**). Sumarið 2008 fór fram viðbótar gróðurathugun á Þeistareykjum á vegum stofnunarinnar og afmörkun á svæðum þar sem sérstæðan gróður er að finna á jarðhitasvæðinu (**viðauki A8**). Þessi viðbótar kortlagning á Þeistareykjum var nákvæmari en sú fyrri vegna minni mælikvarða og meiri greiningarhæfni í myndkortum. Árið 2009 gaf Náttúrufræðistofnun Íslands út skýrslu um mat á verndargildi 18 háhitasvæða, í tengslum við rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, þar sem m.a. var byggt á gróðurathugunum á svæðunum á undanförnum fjórum árum, þ.á.m. Þeistareykjum, (Trausti Baldursson o.fl., 2009).

Við gróðurkortagerðina (**viðaukar A7 og B1**) var gróðurfar og útbreiðsla háplantna athuguð og gróður flokkaður eftir ríkjandi og/eða einkennandi tegundum á gróðurkortum. Gróðurþekja var einnig metin og landgerðum lýst.

Á **mynd 76** er kort sem sýnir gróðurlendi á Þeistareykjasvæðinu og á **myndum 77 og 78** má sjá gróðurlendi sem fyrirhugaður virkjunarvegur mun liggja um á leið sinni frá norðurhluta orkuvinnslusvæðisins og að Húsavík. Á **mynd 79** eru sýnd gróðurlendi á fyrirhuguðu efnistökusvæði ÞRN-2 við Kvíhólafjöll. Kortin eru byggð á gögnum frá Náttúrufræðistofnun Íslands (**viðaukar A7, A8 og B1**). Mjög lítill gróður er á fyrirhuguðu efnistökusvæði ÞRN-10/11 austan Jónsnípu eins og sjá má á **mynd 80**, þar er melur. Gróðurfar var ekki kortlagt á því svæði.

**Gróðurfar á orkuvinnslusvæði við Þeistareyki**

Gróðurfarsúttekt Náttúrufræðistofnunar Íslands (**viðauki A7)** miðast við ytri mörk á fyrirhuguðu orkuvinnslusvæði sem er alls um 54 km² að flatarmáli. Það er að mestu flatlendur fjalldrapamói með hrauni á yfirborði að undanskildum þeim hluta sem tilheyrir Bæjarfjalli og nágrenni Þeistareykja þar sem yfirborðsvirkni jarðhita er mest.

Liðlega fimmtungur orkuvinnslusvæðisins er lítt- eða ógróinn og er 39% af flatarmáli svæðisins með skerta gróðurþekju. Útbreiddasta landgerðin á svæðinu er hraun, sem þekur 52% af ógrónu landi, og þar á eftir melar með 24% þekju. Aðrar landgerðir með nokkra útbreiðslu (yfirleitt vel innan við 10% af ógrónu landi) eru stórgrýtt land, hveraleir, sandar, klettar/klappir og skriður.

Liðlega þriðjungur svæðisins, 36%, er samfellt gróinn (með yfir 90% gróðurþekju). Einsleitir fjalldrapa- og lyngmóar einkenna gróna hlutann en ef tekið er mið af einstökum gróðurlendum er gróðurfarið nokkuð fjölbreytt. Lyngmói er útbreiddasta gróðurlendið (43% af grónu landi) og þar á eftir fjalldrapamói (40%). Önnur gróðurlendi með nokkra útbreiðslu eru fléttumói (7%), víðimói og kjarr (4%) og graslendi (4%). Mörg önnur gróðurlendi koma fyrir, með óverulega útbreiðslu, mest melgresi (þekur 22 ha). Votlendi er á þremur litlum blettum við rætur Ketilfjalls og á fjórum litlum blettum við rætur Lambafjalla (**viðauki A8**). Heildarflatarmál votlendis er innan við 2 ha. Gróðurfarslega má skipta orkuvinnslusvæðinu í sjö svæði:

1. Áfoksgeiri á sunnanverðu svæðinu á milli Lambafjalla og Kvíhólafjalla (um 8 $km^2$) sem teygir sig ríflega 4 km til norðurs á móts við bæjastæði Þeistareykja. Meginhlutinn er bert hraun en nyrsti hlutinn er sendinn og að verulegum hluta gróinn gisnum víðimóa.
2. Beggja vegna áfoksgeirans er samfellt gróið mólendi (hvor hluti um sig 2 $km^2$), að mestu leyti á hrauni, og er fjalldrapamói ríkjandi. Nokkuð er af víðimóa, graslendi og melgresi við jaðra áfoksgeirans.
3. Í hrauninu ofan við stóra áfoksgeirann er svæði hálfgróið rýrum lyngmóa og fléttumóa (um 12 $km^2$).
4. Vestan til í Þeistareykjabungu austur að Ketilfjalli er gróskumikill samfellt gróinn fjalldrapamói á hrauni (um 10 $km^2$).
5. Austan við Ketilfjall sunnan í Þeistareykjabungu er flatlendi (um 6,5 $km^2$) gróið að tveimur þriðju hlutum nokkuð gróskumiklum lyngmóa.
6. Á flatlendinu í grennd við bæinn Þeistareyki og í hlíðum Bæjarfjalls, Ketilfjalls og öðru fjalllendi (um 7 $km^2$) eru fjölbreyttar landslagsgerðir, gróðurfar mjög fjölbreytt, búsetuáhrif og mikil hveravirkni. Graslendi er útbreiddast á svæðinu (áður að hluta ræktað land) en einnig er þar fjalldrapamói, lyngmói, blómlendi, þursaskeggs- og sefmói. Við rætur Ketilfjalls eru þrír votlendisblettir eins og áður kom fram. Á þessu svæði er nokkuð um volg svæði (jarðhitaáhrif á yfirborði), það er hverasvæði með hveraleir, svonefndar Hitur, suðurhluti Tjarnaráss og svæði fyrir miðju Ketilfjalli, frá sléttlendi og upp í hlíðar. Á slíkum svæðum og í graslendi/-lyngmóa í grennd við þau vaxa hugsanlega sjaldgæfar jarðhitaplöntur.
7. Við rætur Lambafjalla, austan hraunbreiðu, er nokkuð gróskumikill fjalldrapamói í hlíðum og á flatlendi (um 5 $km^2$). Á köflum er gróður gisinn, einkum að sunnanverðu undir fjallshlíð, en þó fjölbreyttur, með fjalldrapamóa, lyngmóa, fléttumóa, graslendi, þursaskeggsmóa og mýrar/flóa

blettum. Lítt- eða ógróna landið er ýmist fjalllendi (melar, klettar og hraun) eða grýttir flatlendismelar.

Hér á eftir er fjallað um gróðurlendi og landgerðir sem mismunandi framkvæmdaþættir á Þeistareykjum fara yfir. Fjallað verður um fyrirhugaðan virkjunarveg síðar í þessum kafla.

- **Stöðvarhúsreitur**: Um 67.700 $m^2$ af samfellt grónum fjalldrapamóa (með yfir 90% gróðurþekju) munu fara undir byggingarreit.
- **Niðurrennslissvæði, lögn og slóð**: Gert er ráð fyrir tveimur niðurrennslissvæðum, annað er 53.000 $m^2$ að flatarmáli og verður staðsett á samfellt grónum fjalldrapamóa rúmum 1 km norðan við byggingarreitinn. Þó er ekki gert ráð fyrir að allt svæðið fari undir niðurrennslisholur. Lögn og slóð að svæðinu mun fara yfir sama gróðurlendið. Hitt svæðið, um 21.000 $m^2$ að flatarmáli, verður staðsett nokkru norðan við borteig D, á röskuðu svæði þar sem borhola ÞG-02 er. Þetta svæði liggur að hluta yfir og í grennd við Hitur og á graslendi. Fjallað er um gróðurlendi undir lögnum og slóðum í grennd við þetta niðurrennslissvæði í umfjöllun um lagnir og slóðir frá borsvæðum síðar í þessum kafla.
- **Neyðarlosunarsvæði, lagnir og slóðir**: Gert er ráð fyrir þremur neyðarlosunarsvæðum skammt frá fyrirhuguðum skiljustöðvum og eru þau öll staðsett á samfellt grónum fjalldrapamóa. Lagnir og slóðir að þeim verða á sama gróðurlendi og neyðarlosunarsvæðin.
- **Geymslusvæði og slóðir að þeim**: Gert er ráð fyrir um 85.000 $m^2$ geymslusvæði við Ketilfjall (norður af borteig H) á samfellt grónum fjalldrapamóa og að hluta á graslendi. Núverandi vegir/slóðir, sem verða nýttir áfram, styrktir og breikkaðir (breidd verður 4-6 m), liggja að þessum svæðum. Einnig er gert ráð fyrir 6000 $m^2$ geymslusvæði á röskuðu landi þar sem hefur verið efnistaka vestan í Bæjarfjalli.
- **Borsvæði**: Borteigar verða staðsettir innan afmarkaðra borsvæða. Meðalflatarmál borteiga fyrir hverja holu er áætlað um 1.900 $m^2$. Borsvæði sem afmörkuð eru á yfirlitsmyndum eru eins og áður hefur komið fram (kafli 5.1.1) um 26.000 $m^2$ að flatarmáli nema borsvæði A og K.
  - **Borsvæði A** verður á mikið röskuðu graslendi. Vestasti hluti borsvæðisins verður nálægt Hitum.
  - **Borsvæði B** verður að á samfellt grónum fjalldrapamóa en fer að hluta yfir moldir.
  - **Borsvæði C** verður á samfellt grónu graslendi og fjalldrapamóa.
  - **Borsvæði D** verður að stærstum hluta á samfellt grónum fjalldrapamóa en að hluta á graslendi.
  - **Borsvæði E** verður á samfellt grónum fjalldrapamóa.
  - **Borsvæði F** verður á samfellt grónu graslendi.
  - **Borsvæði G** verður á samfellt grónum fjalldrapamóa.
  - **Borsvæði H** verður á samfellt grónum fjalldrapamóa og graslendi. Í grennd við borteiginn, austur af honum, er votlendisblettur.
  - **Borsvæði I** verður á samfellt grónum fjalldrapamóa.
  - **Borsvæði J** verður á samfellt grónum fjalldrapamóa.
  - **Borsvæði K** verður að mestu á samfellt grónum lyngmóa en einnig á fjalldrapamóa og sandorpnu hrauni.
  - **Borsvæði L** verður á samfellt grónum lyngmóa.

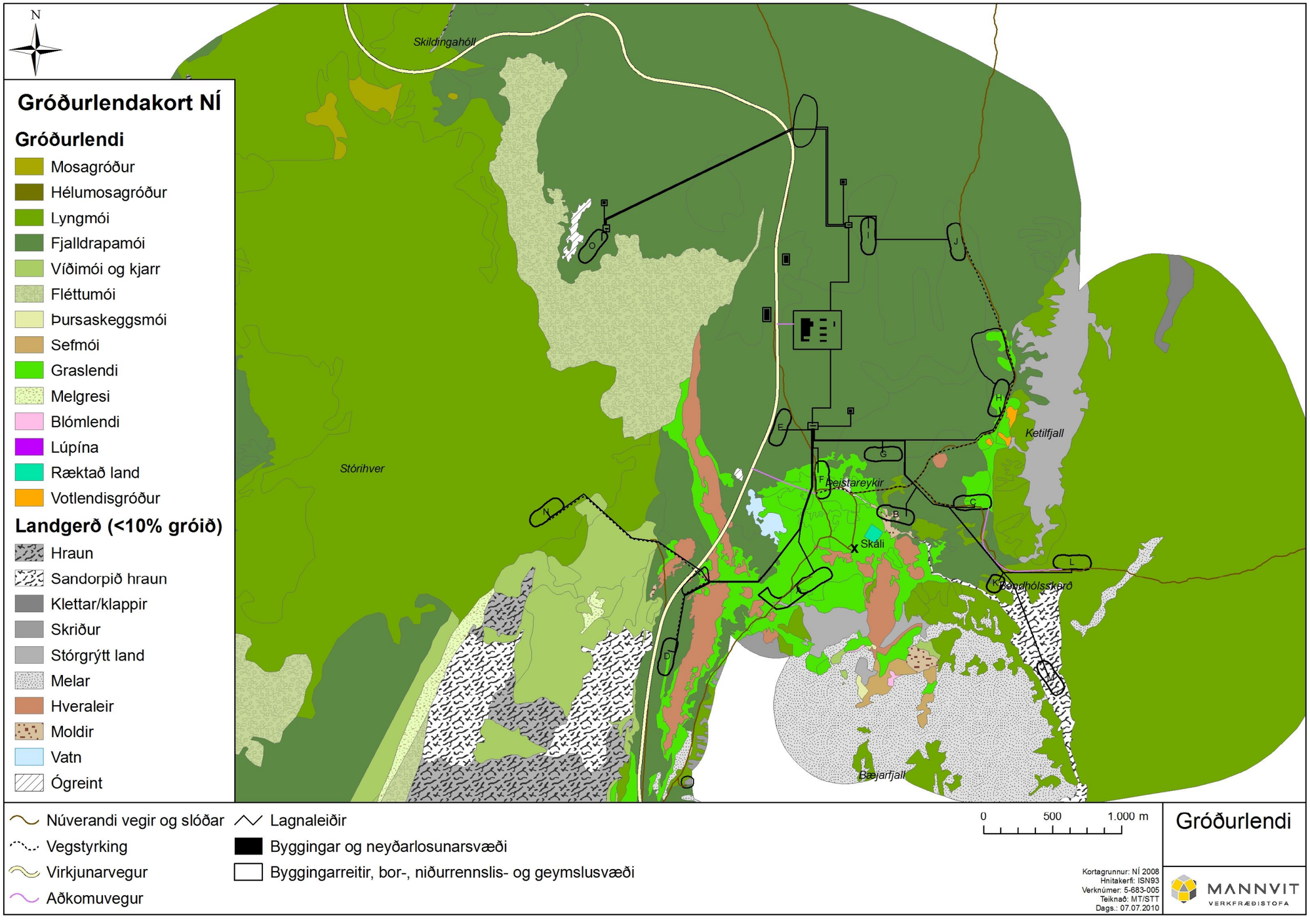
- **Borsvæði M** verður á sandorpnu hrauni.
- **Borsvæði N** verður á lyngmóa með yfir 50% gróðurþekju.
- **Borsvæði O** verður á samfellt grónum fjalldrapamóa.

- **Lagnir og slóðir frá borsvæðum**: Núverandi vegir og slóðir eru sýndir á **mynd 76** og verður stór hluti þeirra styrktur og breikkaður í 4-6 m (sjá nánar í kafla 4.3.1). Hluti lagna að borsvæðum verða lagðar meðfram núverandi vegum/slóðum sem verða nýttir áfram. Þetta á við veg/slóð frá borsvæði F að borsvæði H við Ketilfjall, og að borteigum C, K og L. Breikkun vega/slóða mun yfirleitt fara yfir sama gróðurlendi og vegurinn/slóðin liggur yfir (sjá á **mynd 76**). Nýjar slóðir verða lagðar meðfram lögnum frá öðrum borsvæðum og er fjallað um gróðurlendi þar undir hér á eftir:
  - **Lögn og slóð frá borsvæði A** mun fara yfir samfellt gróið graslendi að borsvæði F en síðan á samfellt grónum fjalldrapamóa.
  - **Lögn og slóð frá borsvæði B** mun fara yfir samfellt gróin fjalldrapamóa.
  - **Lögn frá borsvæði C** mun fara yfir samfellt gróin fjalldrapamóa.
  - **Lögn og slóð frá borsvæði D** mun fara að hluta yfir samfellt gróinn fjalldrapamóa og að hluta yfir graslendi að borsvæði F. Þessi lagnaleið verður lögð yfir og í grennd við Hitur, einkum við syðra niðurrennslissvæðið.
  - **Lögn og slóð frá borsvæði E** mun fara yfir samfellt gróin fjalldrapamóa.
  - **Lögn frá borsvæði F** mun að hluta fara yfir samfellt gróið graslendi og að hluta yfir samfellt gróinn fjalldrapamóa.
  - **Lögn og slóð frá borsvæði G** mun fara yfir samfellt gróin fjalldrapamóa.
  - **Lögn frá borsvæði H** mun að hluta fara yfir samfellt gróinn fjalldrapamóa og að hluta yfir graslendi.
  - **Lögn og slóð frá borsvæði I** mun fara yfir samfellt gróin fjalldrapamóa.
  - **Lögn og slóð frá borsvæði J** mun fara yfir samfellt gróin fjalldrapamóa.
  - **Lögn frá borsvæði K** mun að stærstum hluta fara yfir samfellt gróinn fjalldrapamóa en einnig yfir lyngmóa (að meðaltali um 75% gróðurþekja).
  - **Lögn frá borsvæði L** mun fara yfir lyngmóa (að meðaltali um 75% gróðurþekja) að borsvæði K.
  - **Lögn og slóð frá borsvæði M** liggur að mestu á sandorpnu hrauni að borsvæði K, en næst því er lyngmói.
  - **Lögn og slóð frá borsvæði N** mun fara yfir lyngmóa, víðimóa og kjarr, og graslendi, Hitur, fjalldrapamóa og graslendi. Lögn og slóði mun þvera Hitur á um 100 m kafla.
  - **Lögn og slóð frá borsvæði O** mun fara yfir samfellt gróin fjalldrapamóa.
- **Aðkomuslóð** frá fyrirhuguðum virkjunarvegi í átt að borsvæði F mun fara yfir samfellt gróinn fjalldrapamóa og graslendi. Önnur aðkomuslóð frá borsvæði C verður lögð að svæði þar sem borsvæði K og L eru. Sú slóð mun fara yfir samfellt gróinn fjalldrapamóa og lyngmóa.
- **Efnistökusvæði**: Tvö efnistökusvæði eru fyrirhuguð í grennd við orkuvinnslusvæðið, annars vegar austan við Jónsnípu (RHN-10/11) og hins vegar vestan við Kvíhólafjöll (ÞRN-2). Svæðið við Kvíhólafjöll verður að mestu á samfellt grónum fjalldrapamóa. Eins og sjá má á **mynd 79** er þar möl á yfirborði á litlum blettum. Efnistökusvæðið við Jónsnípu verður á lítt grónum mel eins og sést á **mynd 80**.

**Gróðurfar við fyrirhugaðan virkjunarveg**

Hér á eftir er fjallað um gróðurlendi og landgerðir sem fyrirhugaður virkjunarvegur mun liggja um allt frá suðurhluta orkuvinnslusvæðisins á Þeistareykjum að Húsavík. Lega þess hluta vegarins, sem fjallað er um í frummatsskýrslu þessari, er sýnd með svartri línu innan orkuvinnslusvæðisins á **mynd 76** og frá norðurmörkum þess að Húsavík á **myndum 77 og 78**. Í **viðauka A7** er eystri hluti vegstæðisins auðkenndur sem A1, það er sá hluti sem liggur í norðurátt frá orkuvinnslusvæðinu, um Þeistareykjahraun, austan og norðan Höfuðreiðarmúla og að Höskuldsvatni. Vestari hluti vegstæðisins er auðkenndur með A2 í viðaukanum, það er sá hluti sem liggur frá Höskuldsvatni að Húsavík. Þeim hluta vegarins sem liggur innan orkuvinnslusvæðisins er ekki lýst sérstaklega í **viðauka A7** og því er umfjöllun um gróðurlendi og landgerðir hér á eftir byggð á gróðurlendakortinu á **mynd 76**.

- **Gróðurfar við virkjunarveg innan orkuvinnslusvæðis**: Fyrirhugaður virkjunarvegur innan orkuvinnslusvæðisins verður að hluta lagður yfir núverandi veg/slóð eins og sjá má á **mynd 76** Hann verður styrktur og breikkaður á þessum svæðum. Nýlagning virkjunarvegar og breikkun núverandi vegar/slóðar mun að mestu fara yfir samfellt gróinn fjalldrapamóa á hrauni. Hluti vegarins, vestur af skálanum á Þeistareykjum, um 2 km langur kafli, mun þó liggja yfir ólíkara svæði. Sá hluti vegarins mun liggja nálægt Hitum og yfir syðsta hluta Tjarnaráss. Á þessum svæðum vaxa hugsanlega jarðhitaplöntur eins og áður hefur komið fram. Allt frá Tjarnarás að Skildingahól mun vegstæðið fara yfir fjalldrapamóa á hrauni en í nágrenni við hólinn tekur við lyngmói á hrauni. Gróðurþekja í lyngmóanum er mun minni en í fjalldrapamóanum, eingöngu að meðaltali um 50%. Þar er einnig víða meira af grjóti og hrauni á yfirborði.
- **Gróðurfar við virkjunarveg norður frá orkuvinnslusvæðinu að Höskuldsvatni (A1 í viðauka A7)**: Vegurinn mun fara um tiltölulega flatt heiðarland í 260–320 m h.y.s. Um fjórðungur lands á þessu svæði er lítt- eða ógróinn og er þar að mestu hraun en einnig umtalsverðir sandar og melar. Einungis fimmtungur vegarins á þessu svæði mun fara um algróið land. Sé horft á einstök gróðurlendi er gróðurfarið á þessum hluta vegstæðisins einhæft. Lyngmói er útbreiddasta gróðurlendið og útbreiðsla fjalldrapamóa umtalsvert minni. Nokkra útbreiðslu hafa fléttumói og graslendi. Gróðurfarslega skiptist þessi hluti vegstæðisins í tvo kafla:
  - Fyrri kaflinn, 7,5 km langur, nær frá orkuvinnslusvæðinu út fyrir Höfuðreiðarmúla. Hann er illa gróinn og talsvert sandorpinn og þar sem gróður er að finna er mest lyngmói. Stór flæmi eru lítt- eða ógróin hraun, hrein og sandorpin. Í hlíðarrótum er samfelldur fjalldrapamói og graslendi hér og þar.
  - Seinni kaflinn, 1,9 km langur, nær að suðurenda Höskuldsvatns. Hann er vel gróinn, mest fjalldrapamóa en víða fléttumóa og lyngmóa á litlum blettum.




**Mynd 76** Gróðurlendi á framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar.

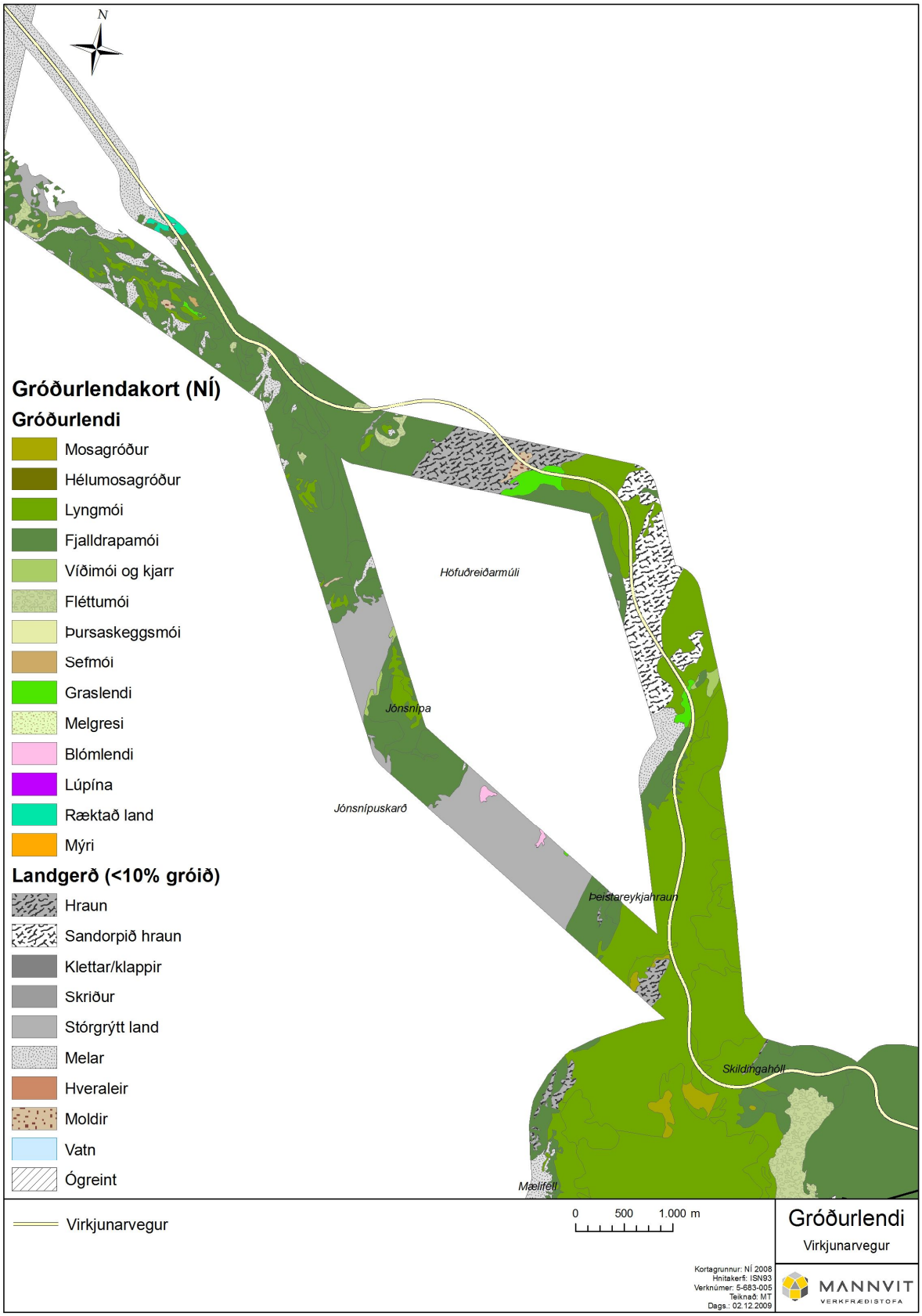
- **Gróðurfar við virkjunarveg frá Höskuldsvatni að Húsavík (A2 í viðauka A7)**: Liðlega þriðjungur vegstæðisins liggur um algróið land og um 20% þess er með skerta gróðurþekju. Sé horft á einstök gróðurlendi er gróðurfarið mjög fjölbreytt á þessum hluta vegstæðisins. Fjalldrapamói útbreiddastur og önnur algeng gróðurlendi eru alaskalúpína, lyngmói, skógrækt, fléttumói og uppgræðsla. Votlendisblettur er við fyrirhugað vegstæði um 1 km frá Húsavík. Melar þekja nær allt ógróið land en moldir koma þó fyrir. Gróðurfarslega skiptist þessi hluti vegstæðisins í fjóra kafla:
  - Fyrsti kaflinn, 1,3 km langur næst Höskuldsvatni, fer að mestu yfir illa gróið land. Þar eru mólendisflekkir, einkum lyngmói, ásamt fjalldrapa- og fléttumóa með lítt- eða ógrónum melum á milli.
  - Annar kaflinn, 3 km langur, fer yfir lítt- eða ógróinn mel. Þar var þó alaskalúpínu vélsáð fyrir tveimur árum.
  - Þriðji kaflinn, 3,6 km langur, fer yfir land þar sem gróðurfar svipar mjög til fyrsta kaflans en fléttumói er hér algengari.
  - Fjórði kaflinn, um 3,4 km langur, liggur næst Húsavík þar sem gróðurfar hefur breyst mikið á undanförnum áratugum vegna skógræktar og sáningar. Áður var þar illa gróið mólendi. Þar er nú barrviður og alaskalúpína að ná yfirhöndinni á kostnað villta gróðursins sem eru m.a. snjódældarbollar með aðalbláberjalyngi. Vegstæðið mun fara yfir alaskalúpínu á þessu svæði. Votlendisblettur er við fyrirhugað vegstæði á þessum vegkafla eins og áður kom fram.

**Háplöntur**

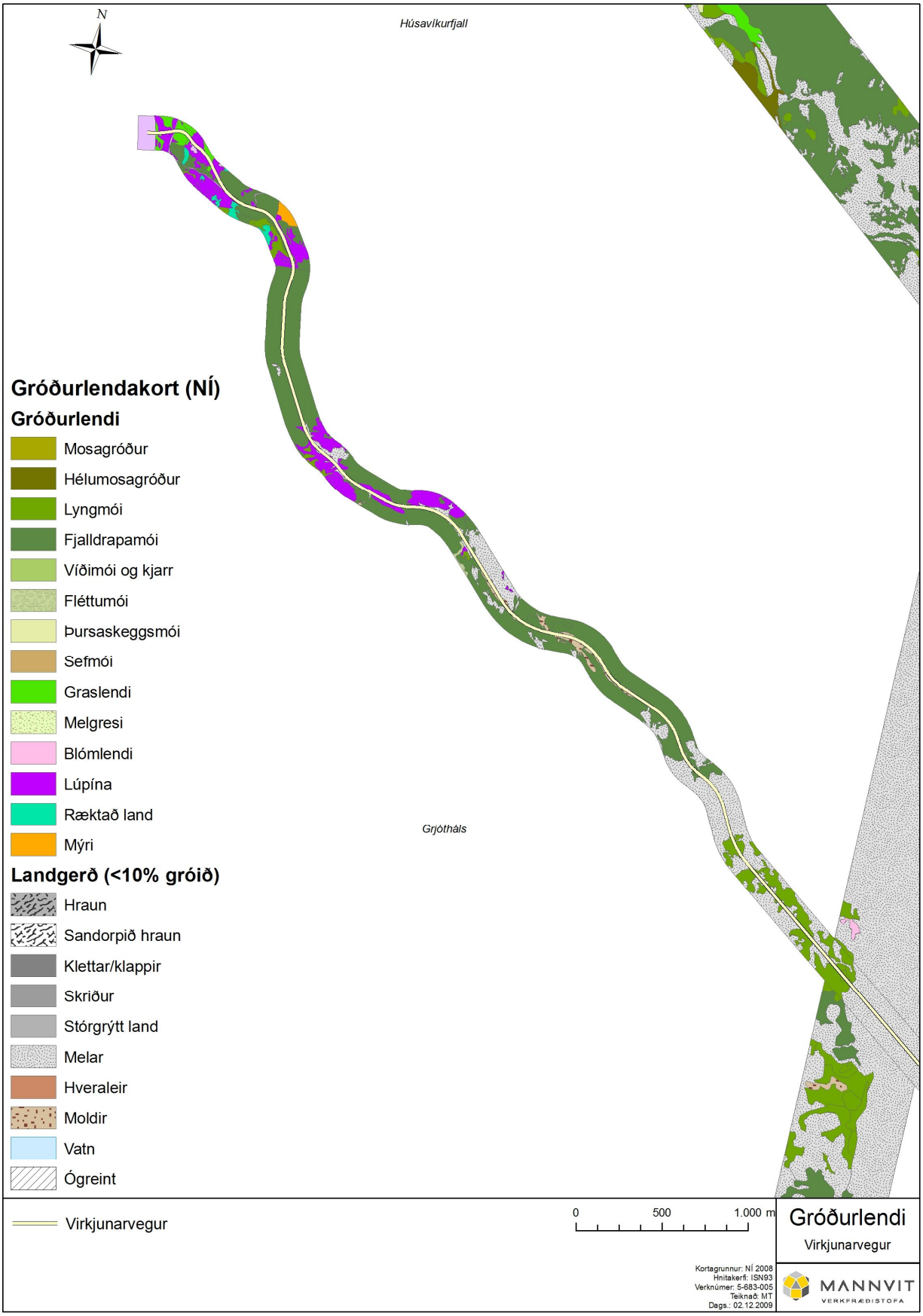
Flestar tegundir háplantna sem fundust á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði eru algengar á Norðausturlandi og/eða á landsvísu. Þetta á þó ekki við um fjórar tegundir, naðurtungu (*Ophioglossum azoricum*), blákollu (*Prunella vulgaris*), græðisúru (*Plantago major*) og villilín (*Linum catarticum*). Fjallað er um þær hér fyrir neðan.

Á Þeistareykjasvæðinu er töluvert af ógrónum hverasvæðum við Hitur. Þetta er lítt raskað svæði með fjölda virkra leirhvera ásamt kulnuðum hveraholum sem margar eru nú grónar og þekja hveraleirflákar yfirborð svæðanna. Hveraleir þekur 5% orkuvinnslusvæðisins (**viðaukar A7 og A8**). Tjarnarás er einnig hveraleirsræma en suðurhluti hans er enn virkt hverasvæði. Hveraleirinn í Hitum og í suðurhluta Tjarnaráss er yfirleitt mjög lítið gróinn eða ógróinn en þó má á nokkrum stöðum finna talsvert af jarðhitaplöntum sem og í jöðrum þeirra innan um gras og lyng. Einnig má finna slíkar plöntur í volgum jarðvegi undir miðri hlíð Ketilsfjalls.

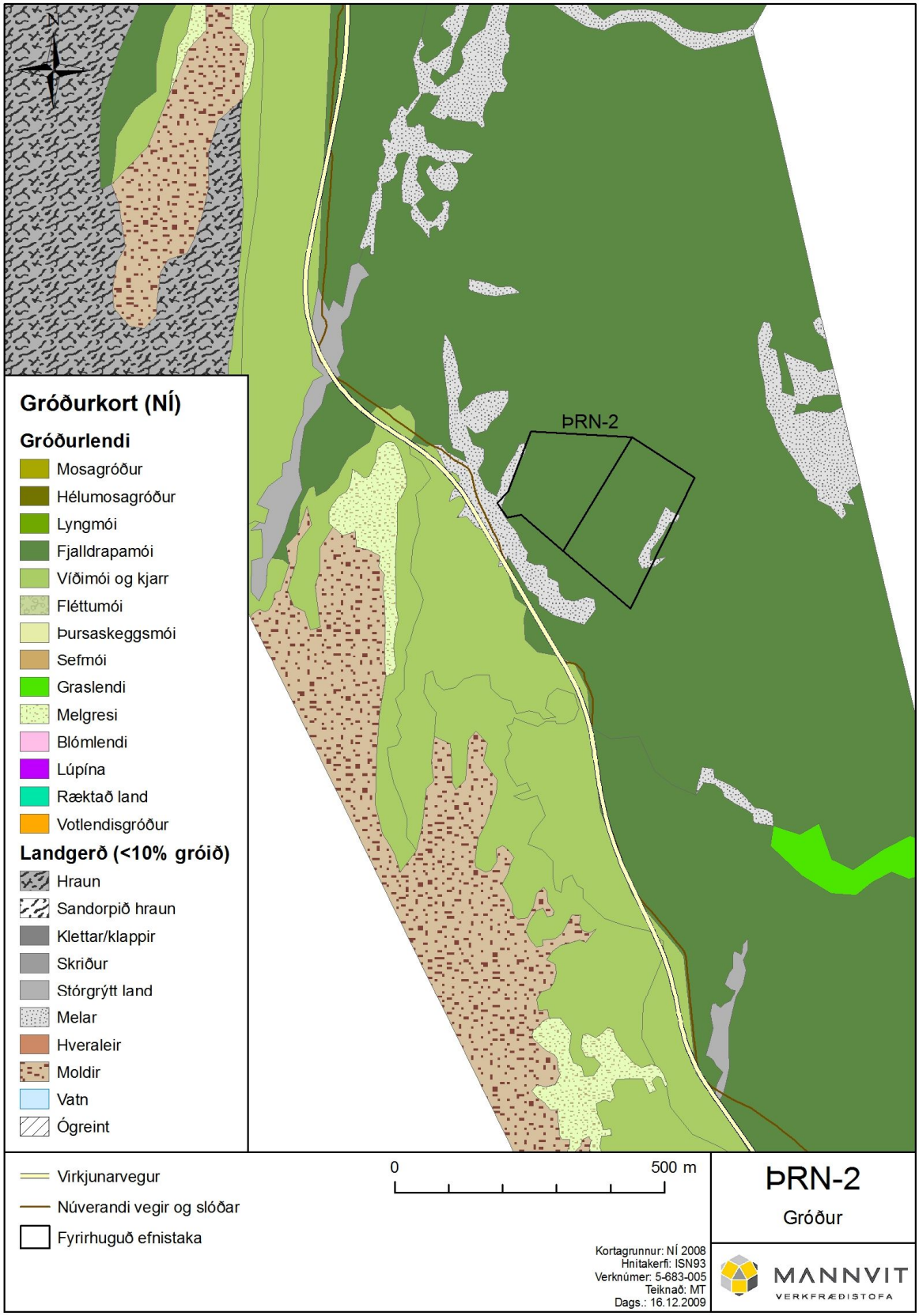
Naðurtunga er sú jarðhitaplanta sem fannst á þessum svæðum sem vex eingöngu þar sem jarðhiti er. Aðrar tegundir sem fundust í volgum jarðvegi er blákolla og dvergafbrigði af græðisúru. Þessar tvær tegundir eru nokkuð algengar á láglendi á hlýjustu svæðum landsins en finnast nær eingöngu við jarðhita inn til landsins. Auk þess fannst villilín í fyrsta sinn á Þeistareykjasvæðinu og er talið líklegt að jarðhitinn skapi skilyrði fyrir tegundina og að hún nái að þroska fræ.



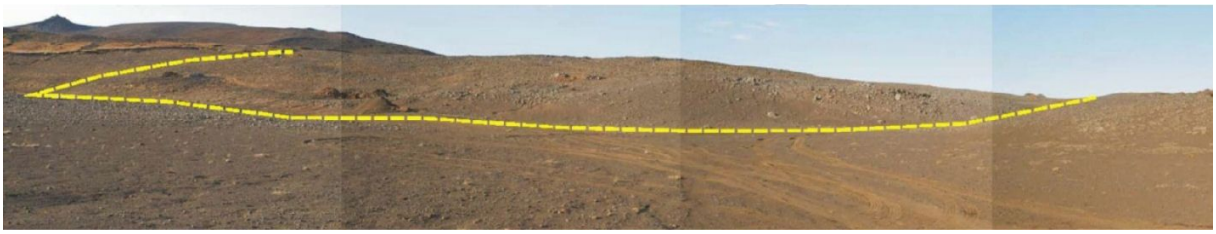

**Mynd 77** Gróðurlendi á framkvæmdasvæði virkjunarvegar frá Þeistareykjum norður fyrir Höskuldsvatn.




**Mynd 78** Gróðurlendi á framkvæmdasvæði virkjunarvegar frá norðurenda Höskuldsvatns að Húsavík.




**Mynd 79** Gróðurlendi undir fyrirhuguðu efnistökusvæði ÞRN-2 sunnan við Þeistareyki, við Kvíhólafjöll.



**Mynd 80** Ljósmynd af svæði sem fer undir fyrirhugað efnistökusvæði austan Jónsnípu (Ómar Bjarki Smárason, 2008).

### 9.5.2 UMHVERFISÁHRIF

**Viðmið umhverfisþátta**

- Válisti 1 - Plöntur, Náttúrufræðistofnun Íslands, 1996.
- VII. kafli nr. 44/1999 um náttúruvernd.
- Náttúruverndaráætlun 2009–2013.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.
- Alþjóðasamningar sem varða líffræðilega fjölbreytni og vernd votlendis s.s. Ramsarsamningurinn.
- Stefnumörkun Íslands um framkvæmd samningsins um líffræðilega fjölbreytni, gefið út af umhverfisráðuneytinu.

**Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa**

***Áhrif jarðrasks***

Við gerð fyrirhugaðra mannvirkja mun gróður fara forgörðum vegna jarðrasks á byggingarreitum mannvirkja, á borsvæðum, á lagnaleiðum, í vegstæðum aðkomuvega, í vegstæði virkjunarvegar, á geymslusvæðum, á niðurrennslissvæðum og á efnistökusvæðum. Þannig skerðast viðkomandi gróðurlendi því sem nemur stærð svæða sem fer undir framangreinda framkvæmdaþætti. Einnig getur jarðhitavökvi og gufa frá borholum haft áhrif á gróður í næsta nágrenni borteiga þegar borholur verða blástursprófaðar. Reynsla frá blástursprófunum á rannsóknaholum við Þeistareyki er að gufuhlutfall hefur verið hátt og því lítið vatn borist frá holunum, auk þess sem lítið hefur verið um útfellingar. Fjallað er um hugsanleg áhrif jarðhitalofttegundarinnar $H_2S$ á gróður síðar í þessum kafla.

Hluti fyrirhugaðra framkvæmdaþátta verða á eða í grennd við svæði þar sem jarðvegur er volgur. Um er að ræða svonefndar Hitur (hvera- og leirhverasvæði), syðsta hluta Tjarnaráss og svæði við rætur Ketilfjalls. Á slíkum svæðum vaxa sjaldgæfar jarðhitaplöntur sem skapa sérstöðu bæði á lands- og héraðsvísu (**viðauki A8**). Ein þessara tegunda, naðurtunga, er á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands. Í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025 eru ákveðin svæði á Þeistareykjum skilgreind sem hverfisvernduð. Í fyrirhuguðum framkvæmdum er ekki gert ráð fyrir jarðraski innan hverfisverndarsvæðis 1 (HÞ-1) (sjá **mynd 50** í kafla 7.3 um vernd). Þetta er í samræmi við stefnumið svæðisskipulagsins um að *við alla mannvirkjagerð og framkvæmdir skal taka mið af sérstöðu svæðisins og þess gætt að ekki verði raskað sérstökum jarðmyndunum eða náttúruminjum, fágætum tegundum dýra og plantna og búsvæðum þeirra*.

Á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands er naðurtunga flokkuð sem sjaldgæf tegund á landsvísu, talin í nokkurri hættu (LR), og hefur verndargildið 8 af 10 mögulegum. Í endurskoðun válistans er lagt til að tegundin verði flokkuð í yfirvofandi hættu (VU) (**viðauki A8**). Í þingsályktun um náttúruverndaráætlun 2009–2013, sem samþykkt var á Alþingi 2. febrúar 2010, er lagt til að allar háplöntutegundir á válista verði friðlýstar.

Sérfræðingar Náttúrufræðistofnunar telja að alls staðar þar sem volgir blettir eru til staðar á Þeistareykjasvæðinu megi gera ráð fyrir að sjaldgæfur jarðhitagróður þrífist. Vegna hættunnar á að þær raskist á framkvæmdartíma voru sérfræðingar hjá stofnuninni beðnir um að fara aftur á svæðið sumarið 2008 (**viðauki A8**) í þeim tilgangi að afmarka vaxtarsvæði jarðhitagróðurs með nákvæmari hætti og að kortleggja sjaldgæfar jarðhitaplöntur, sem þeir og gerðu. Í ljós kom að jarðhitaplönturnar vaxa einungis á litlum blettum og því er talið óráðlegt að merkja fundarstaði þessara tegunda nákvæmlega á kort vegna hættu á að þeir verði fyrir átroðningi og/eða skemmdum. Því er á gróðurkorti Náttúrufræðistofnunar Íslands í **viðauka A8** afmarkað eitt stórt svæði og tvö önnur minni þar sem jarðhitaplönturnar finnast á eða er líklegt að þær eigi auðvelt með að breiðast út og þrífast. Náttúrufræðistofnun Íslands leggur til að þessi svæði verði ekki fyrir meira raski en nú er orðið. Einnig er þar lögð áhersla á að þess verði gætt að svæðin verði fyrir sem minnstum áhrifum af völdum brennisteinsgufu frá útblæstri borholna.

Eftir að skýrsla Náttúrufræðistofnunar (**viðauki A8)** kom út var staðsetning ýmissa framkvæmdaþátta skoðuð og tekið mið af framangreindri afmörkun. Sjá einnig umfjöllun um aðrar útfærslur framkvæmda í kafla 5.1. Meðal annars var fallið frá því að hafa niðurrennslissvæði og lögn að því á óröskuðu svæði vestan við suðurhluta Tjarnaráss og þess í stað ákveðið að hafa eitt slíkt svæði á suðurhluta orkuvinnslusvæðisins, nánar tiltekið á röskuðu svæði þar sem nú er borhola ÞG-02, nokkru norðan við borsvæði D. Umrætt svæði er þó innan afmörkunar fyrir jarðhitaplöntur og því er mögulegt að frekara rask á því svæði fari yfir vaxtarstaði þeirra.

Ekki er mögulegt að færa alla framkvæmdaþætti út fyrir afmörkuðu svæðin og því er sú hætta fyrir hendi að á framkvæmdartíma verði farið yfir vaxtarstaði naðurtungu og fleiri jarðhitaplantna. Þetta á við um eftirfarandi framkvæmdaþætti:

- Borsvæði H, vegur/slóð og lagnaleið að borteignum eru nálægt volgu svæði undir miðri hlíð Ketilfjalls.
- Vestasti hluti borsvæðis A verður í grennd við Hitur.
- Lögn og slóð frá borsvæðum D og N mun fara yfir Hitur.
- Hluti virkjunarvegar mun liggja í grennd við Hitur og fara yfir syðsta hluta Tjarnaráss.

Af framangreindri umfjöllun leiðir að nokkur óvissa er um áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á naðurtungu og fleiri jarðhitaplöntur á Þeistareykjum. Þó skal tekið fram að þegar hefur verið tekið tillit til þessarar ábendingar auk hverfisverndarákvæða og áformað að öll mannvirki verði utan svæða þar sem yfirborðsvirkni gætir á Þeistareykjum.

Votlendi er á þremur litlum blettum við rætur Ketilfjalls. Einn votlendisblettur er rétt við borteig H og lögn og slóði frá borsvæðinu mun liggja í jaðri annars sem er nokkru sunnar. Einnig er votlendisblettur við fyrirhugaðan virkjunarveg, um 1 km

austan við Húsavík. Gæta þarf þess að votlendisblettirnir raskist ekki á framkvæmdatíma.

Samkvæmt lögum nr. 44/1999 um náttúruvernd og Ramsarsamningnum nýtur votlendi, 3 ha að stærð eða stærra, sérstakrar verndar. Framangreindir votlendisblettir vestan Ketilfjalls eru vel innan við 1 ha að stærð en hafa mikið gildi vegna þess hve votlendi er sjaldgæft á Þeistareykjasvæðinu. Þeim verður hlíft við raski eins og Náttúrufræðistofnun Ísland (**viðauki A8**) mælist til að verði gert og eru áhrif á þau talin verða óveruleg.

Í **töflu 15** er tekið saman áætlað hámarksrask fyrirhugaðrar framkvæmdar við Þeistareykjavirkjun á gróðurlendi á orkuvinnslusvæðinu samkvæmt gróðurkorti Náttúrufræðistofnunar Íslands (**myndir 76-79**). Sjá einnig umfjöllun í kafla 9.5.1 hér að framan um gróður á áhrifasvæði framkvæmda við Þeistareykjavirkjun innan orkuvinnslusvæðisins.

**Tafla 15** Gróðurlendi sem raskast að hámarki á orkuvinnslusvæði vegna fyrirhugaðra framkvæmda við Þeistareykjavirkjun, mælieining hektarar (ha).

| Gróðurlendi | Raskað flatarmál (ha) | Kortlagt flatarmál (ha) |
|---|---|---|
| Fjalldrapamói | 73 | 1.664 |
| Lyngmói | 10 | 1.825 |
| Graslendi | 10 | 153 |

Ekkert af þeim gróðurlendum sem raskast nýtur sérstakrar verndar. Við allar framkvæmdir verður þess gætt að halda jarðraski og þar með gróðurskemmdum í lágmarki. Á svæðum þar sem er volgur jarðvegur og votlendisblettir í grennd verður gætt fyllstu varúðar.

Í **töflu 16** er tekið saman yfirlit yfir lengd hvers vegkafla, áætlað flatarmál rasks og upplýsingar um gróðurlendi/landgerðir á fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar frá orkuvinnslusvæði við Skildingahól til Húsavíkur. Nánari lýsingu er að finna í hér að framan í kafla 9.5.1.

Stór hluti framkvæmdasvæðis fyrirhugaðs virkjunarvegar utan orkuvinnslusvæðisins er illa eða lítt gróinn. Ekkert af þeim gróðri sem raskast vegna vegaframkvæmda nýtur sérstakrar verndar.

**Tafla 16** Gróður á áhrifasvæði virkjunarvegar frá Skildingahól til Húsavíkur.

| Vegarkafli utan orkuvinnslusvæðis | Lengd (m) | Raskað flatarmál (ha) | Gróðurlendi/landgerð |
|---|---|---|---|
| (1) Skildingahóll - Höfuðreiðarmúli | 7.500 | 18,7 | Illa gróinn sandorpinn/ lyngmói |
| (2) Höfuðreiðarmúli - Höskuldsvatn | 1.900 | 44,8 | Fjalldrapamói/fléttumói/lyngmói |
| (3) Sunnan Höskuldsvatns | 1.300 | 3,2 | Illa gróið/mólendisflekkir |
| (4) Höskuldsvatn - Grjótháls | 3.000 | 7,5 | Lítt eða ógróinn melur |
| (5) Grjótháls - Grásteinsheiði | 3.600 | 9,0 | Illa gróið/mólendisflekkir |
| (6) Grásteinsheiði - Húsavík | 3.400 | 8,5 | Uppgræslusvæði/barrviður og lúpína |

### *Áhrif brennisteinsvetnis*

Á framkvæmdatíma jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum er hugsanlegt að jarðhitavökvi og gufa frá blásandi borholum, hafi áhrif á gróður. Á rekstrartíma geta borist gufa og jarðhitalofttegundir frá gufuveitu og kæliturnum. Einkum er það jarðhitalofttegundin brennisteinsvetni ($H_2S$) sem talin er geta haft áhrif á viðkvæman gróður eins og mosa. Ekki hafa verið ákvörðuð þolmörk mosa gagnvart brennisteini né umhverfismörk varðandi $H_2S$ hér á landi. Vinna við ákvörðun á slíkum mörkum er í gangi hjá Umhverfisstofnun (2009c).

Orkuveita Reykjavíkur lét rannsaka tengsl $H_2S$ frá Hellisheiðarvirkjun og skemmdir á grámosa sem hafa komið í ljós víða á Hellisheiði (Efla, 2009). Tekin voru sýni af mosa síðla hausts 2008 á svæðum þar sem áhrifa af $H_2S$ er að vænta í grennd við virkjunina, í grennd við aðrar jarðhitavirkjanir og til samanburðar á svæðum þar sem ekki er að vænta áhrifa af $H_2S$, svo sem í Bláfjöllum. Marktæk hækkun á styrk brennisteins mældist í mosa næst Hellisheiðarvirkjun, í innan við 700 m fjarlægð, miðað við í mosa í Bláfjöllum. Styrkur brennisteins lækkaði eftir því sem lengra var farið frá virkjuninni. Í um 1.500 m fjarlægð frá stöðvarhúsi til suðvesturs, við Suðurlandsveg, var styrkur brennisteins enn nokkuð hærri miðað við í Bláfjöllum sem bendir til að áhrifa útblásturs frá stöðvarhúsi gæti ennþá í þessari fjarlægð. Hins vegar benda sýnilegar skemmdir á mosanum í þeirri fjarlægð frá virkjuninni ekki til efnaskemmda (enginn dauður mosi sjáanlegur) heldur rofskemmda af völdum veðráttu. Rofskemmdir í mosabreiðum voru greinilegar undan megin úrkomuátt. Einnig sáust álíka rofskemmdir í mosabreiðum í Bláfjöllum. Þekkt er að laus jarðefni sem fjúka frá framkvæmdasvæðum veikja gróður og auka líkur á rofskemmdum. Í niðurstöðu framangreindrar skýrslu eru leiddar líkur að því að mosaskemmdir í grennd við Hellisheiðarvirkjun megi að hluta rekja til áhrifa frá brennisteini og að hluta til rofs af völdum lausra jarðefna.

Á gróðurlendakorti á **mynd 76** kemur fram að gróðursamfélagið mosagróður þekur einungis lítinn hluta athugunarsvæðisins. Hafa verður þó í huga að nokkur mosi vex í mólendi og víðar. Mosaþemba er hins vegar megin gróðurlendið í nágrenni Hellisheiðarvirkjunar og gerir þessi munur á gróðurfari á Þeistareykjum og á Hellisheiði samanburð á áhrifum virkjananna tveggja á gróður erfiðan.

Framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar er mjög vel gróið og verður land grætt upp þar sem það á við með því að binda laus jarðefni á framkvæmdatíma og að honum loknum. Í ljósi þess að þolmörk gróðurs gagnvart uppsöfnun á $H_2S$ eru ekki þekkt er erfitt að spá fyrir um hvort jarðgufa frá fyrirhugaðri Þeistareykjavirkjun geti haft neikvæð áhrif á mosa eða annan viðkvæman gróður. Óvissa ríkir því um hugsanleg áhrif $H_2S$ frá fyrirhugaðri virkjun á gróður í grennd við stöðvarhús.

**Mótvægisaðgerðir**

Engar eiginlegar mótvægisaðgerðir eru fyrirhugaðar hvað gróður varðar. Gert er ráð fyrir að við nánari útfærslu framkvæmda verði haft samráð við sérfræðinga um staðsetningu og umfang mannvirkja innan svæða sem Náttúrufræðistofnun Íslands (**viðauki A8)** hefur mælst til að verði hlíft eins og kostur er.

**Niðurstöður**

Nokkur óvissa ríkir um áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á jarðhitaplöntur á Þeistareykjum.

Þar sem ekki er gert ráð fyrir raski á votlendisblettum við rætur Ketilfjalls á framkvæmdatíma og í grennd við virkjunarveginn eru áhrif á slík gróðurlendi sem eru sjaldgæf á framkvæmdasvæðinu talin verða óveruleg.

Á rekstrartíma ríkir óvissa um áhrif $H_2S$ frá jarðhitavinnslu á Þeistareykjum á viðkvæman gróður næst stöðvarhúsinu. Þolmörk gróðurs gagnvart $H_2S$ eru ekki þekkt.

### 9.5.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

***Gróður**: Umhverfisstofnun bendir á eftirfarandi: „Í umfjöllun Náttúrufræðistofnunar Íslands kemur fram að mikilvægt sé að raska ekki votlendissvæðum við Ketilfjall, þar sem votlendi er lítið á þessum slóðum og eykur það verndargildi votlendis við Ketilfjall. Að mati Umhverfisstofnunar þyrfti að skoða hvort hætta sé á mengun og/eða röskun frá borsvæði H á votlendissvæðið, þar sem borsvæði, lagnaslóð og virkjunarvegur liggja svo nálægt votlendinu sérstaklega því sem liggur nyrst. Varðandi svæðið vestan Ketilfjalls þá telur Umhverfisstofnun lagnaslóð að óþörfu þræða lítið lyngmóasvæði og telur Umhverfisstofnun að lagnaslóð frá borsvæði H ætti að vera meðfram virkjunarvegi sem er vestan lyngmóans.“*

Þess verður gætt að raska ekki votlendi vestan Ketilfjalls eða leiða yfir það affallsvatn frá borholum. Athafnasvæði verktaka verður afmarkað til að koma í veg fyrir óþarfa rask.

Yfirlitskort af framkvæmdasvæðinu (**mynd 12**) og áhrifakort (**mynd 76**) hafa verið uppfærð. Þar kemur fram að núverandi vegslóð og aðkomuleið að borsvæði H og geymslusvæði undir Ketilfjalli er ekki lagnaleið þannig að ekki er gert ráð fyrir raski á þessum kafla nema við styrkingu slóðarinnar.

***Umhverfisáhrif á gróður**: „Að mati Umhverfisstofnunar gætir ósamræmis í kaflanum um umhverfisáhrif á gróður, því þrátt fyrir það að framkvæmdaraðilar telji að unnið sé eftir stefnumiðum svæðisskipulags háhitasvæða í Þingeyjarsýslu, þá*

*kemur fram í sama kafla þegar farið er yfir að borsvæði H liggi leiðin nálægt volgu svæði undir miðri hlíð Ketilfjalls. ...Naðurtunga er sjaldgæf á landsvísu og á válista, og plönturnar blákolla, dvergafbrigði af dvergsúru og villilín eru ekki algengar á Norðausturlandi. Að mati Umhverfisstofnunar þarf framkvæmdaraðili að tryggja að ekki verði farið yfir viðkvæm búsvæði þessara jurta.“*

Niðurstaða mats á áhrifum framkvæmdar á gróður er að þar sem ekki er gert ráð fyrir raski á votlendisblettum við rætur Ketilfjalls á framkvæmdatíma og í grennd við virkjunarveginn eru áhrif á slík gróðurlendi sem eru sjaldgæf á framkvæmdasvæðinu talin verða óveruleg. Ítrekað er að gert er ráð fyrir að við nánari útfærslu framkvæmda verði haft samráð við sérfræðinga um staðsetningu og umfang mannvirkja innan svæða sem Náttúrufræðistofnun Íslands (**viðauki A8)** hefur mælst til að verði hlíft eins og kostur er. Auk þess verður athafnasvæði verktaka afmarkað til að koma í veg fyrir óþarfa rask.

***Áhrif brennisteinsvetnis á gróður**: „Umhverfisstofnun bendir á að líkur eru á að efnamengun og heit gufa geti haft áhrif á viðkvæman gróður sbr. rannsókn sem Orkuveita Reykjavíkur lét gera (Efla 2009) sem sýndi að efnamengun, heit gufa og heitt vatn orsaka skemmdir á mosa og jurtum, jafnframt að kvikasilfur, brennisteinn, arsen og bór safnast fyrir í gróðri nálægt borholum og öðrum mannvirkjum sem gufu/heitt vatn leggur frá. Ljóst er að viðkvæmur gróður sem er í nágrenni væntanlegra borsvæða og annarra mannvirkja sem gefa frá sér gufu getur orðið fyrir áhrifum. Nýlega var samþykkt reglugerð um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti nr. 514/2010 en samkvæmt henni ber rekstraraðila að tryggja að styrkur brennisteinsvetnis fari ekki yfir heilsuverndarmörk sbr. 1. viðauka reglugerðarinnar. Gróðurverndarmörk hafa ekki verið sett en mikilvægt er að vakta gróðurframvindu á framkvæmdasvæðinu og bregðast við ef neikvæð áhrif verða sýnileg.“*

Í frummatsskýrslu kemur fram á bls. 161 að hugsanlegt sé að jarðhitavökvi og gufa frá blásandi borholum hafi áhrif á gróður. Hér er um tímabundin áhrif að ræða við blástursprófanir nýrra vinnsluholna. Á rekstrartíma ríkir óvissa um áhrif $H_2S$ frá jarðhitavinnslu á Þeistareykjum á viðkvæman gróður næst stöðvarhúsinu. Þolmörk gróðurs gagnvart $H_2S$ eru ekki þekkt. Í kafla 11.3 kemur fram að fylgst verður með breytingum á gróðri í samráði við sérfræðinga. Tíðni mælinga og athugana verður metin út frá svörun og í samráði við leyfisveitendur og eftirlitsaðila.

Heilsuverndarmörk nýrrar reglugerðar gilda ekki innan iðnaðarsvæðis samkvæmt skipulagi. Fjallað er um áhrif á loft í kafla 9.8.

Í umsögn Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík kemur eftirfarandi fram: *„Umhverfisstofnun telur nauðsynlegt að búsvæði tegunda á válista verði afmarkað sérstaklega á meðan á framkvæmdum stendur og því fylgt eftir að búsvæðum þeirra verði ekki raskað. Enn fremur telur stofnunin að sérstaklega þurfi að fylgjast með breytingum á yfirborðsvirkni á Þeistareykjum þar sem slík breyting getur haft neikvæð/óæskileg áhrif á búsvæði naðurtungu og grípa til aðgerða ef með þarf. Í því sambandi vekur Umhverfisstofnun athygli á eftirfarandi ábendingum í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2008 segir m.a.*:“

> *„Ljóst er að naðurtunga vex eingöngu í volgum jarðvegi þar sem heit jarðgufan liggur yfir hverasvæði. Hún á því í vök að verjast þar sem nýting á jarðhita getur spillt*

*búsvæði hennar. Ef hin náttúrlegu hverasvæði þorna og kólna mun tegundin hverfa af þeim. Að mati Náttúrufræðistofnunar Íslands er skylda allra sem að málinu koma að koma í veg fyrir að búsvæði naðurtungu skerðist við framkvæmdir á fyrirhuguðum orkuvinnslusvæðum í Bjarnarflagi, Jarðbaðshólum og á Þeistareykjum. Utan Íslands hefur naðurtunga aðeins fundist á Azoreyjum (Hörður Kristinsson 1996). Ísland ber því mikla ábyrgð á því að halda verndarhendi yfir búsvæðum naðurtungunnar og sjá til þess að tegundin deyi ekki út á heimsvísu.“*

Í niðurstöðu umsagnar Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat segir: *„Búsvæði tegunda á válista verði afmarkað sérstaklega meðan á framkvæmdum stendur og því fylgt eftir að búsvæðum þeirra verði ekki raskað.*“

Vísað er í viðbrögð framkvæmdaraðila hér að framan við umsögn um frummatsskýrslu Þeistareykjavirkjunar er varðar umhverfisáhrif á gróður og áhrif brennisteinsvetnis á gróður. Jafnframt er vísað til viðbragða í kafla 9.3.3 við umsögn stofnunarinnar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum. Þar kemur fram að eftirlit verður með breytingum á yfirborðsvirkni á jarðhitasvæðinu á Þeistareykjum eftir að rekstur virkjunarinnar hefst.

## 9.6 DÝRALÍF

### 9.6.1 GRUNNÁSTAND

#### Fuglar

***Orkuvinnslusvæðið á Þeistareykjum***

Fuglalíf á Þeistareykjasvæðinu var kannað sumarið 2003 á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands (Guðmundur A. Guðmundsson og Ólafur K. Nielsen, 2004). Þá sáust alls níu tegundir varpfugla í nágrenni jarðhitasvæðisins. Þúfutittlingur, heiðlóa, hrossagaukur og lóuþræll voru algengustu tegundirnar. Einnig sáust þar smyrill, fálki og hrafn.

Ítarlegri athugun fór fram á fuglalífi á Þeistareykjasvæðinu sumarið 2007 sem og á öðrum fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum í Þingeyjarsýslum (**viðauki A9**). Fuglar voru taldir á sniðum til að fá hugmynd um þéttleika þeirra auk þess sem fuglalíf var kannað almennt. Heildarlengd sniða á Þeistareykjasvæðinu var 13,5 km. Á heildina litið var tegundafjölbreytni og þéttleiki fugla lítill. Þó sáust fleiri tegundir á svæðinu en sumarið 2003 eða alls 15. Þær eru álft, heiðagæs, grágæs, smyrill, fálki, rjúpa, heiðlóa, lóuþræll, hrossagaukur, spói, kjói, þúfutittlingur, maríuerla, skógarþröstur og snjótittlingur. Þetta eru allt taldir líklegir varpfuglar á svæðinu að undanskilinni álft, grágæs og heiðagæs.

Mólendi var algengasta búsvæðið á talningarsniðum en alls var talið á 10,8 km mólendis. Fremur rýrt mólendi var austan Ketilfjalls enda er það svæði í um 500 m hæð yfir sjávarmáli. Önnur mólendissnið voru neðar eða milli 300 og 400 metra hæð og voru þau vel gróin og lyng og kvistgróður áberandi. Einnig var talið á sniðum á mosavöxnu hrauni, alls 2,7 km. Þetta mosavaxna hraun var í nágrenni Stórahvers í um 350 m hæð yfir sjó en búsvæðið er einkennandi fyrir Þeistareykjahraun.

Alls sáust 109 varppör á talningarsniðum og var heiðlóa algengust (66 pör) og þar á eftir þúfutittlingur (27 pör). Aðrar tegundir voru mun fáliðaðri. Heildarþéttleiki fugla var 45,2 pör/km$^2$. Af einstökum tegundum var þéttleiki heiðlóu mestur eða

31,3 pör/km², þéttleiki þúfutittlings var 11,7 pör/km$^2$ en minna en 2 pör/km$^2$ voru af hrossagauk og spóa. Ef borin eru saman mismunandi búsvæði kemur í ljós að þéttleiki fugla mælist meiri í mosavaxna hrauninu en í mólendinu sem stafar af miklum þéttleika heiðlóu í fyrrnefnda búsvæðinu. Hins vegar er fjölbreytnin mun meiri í mólendinu.

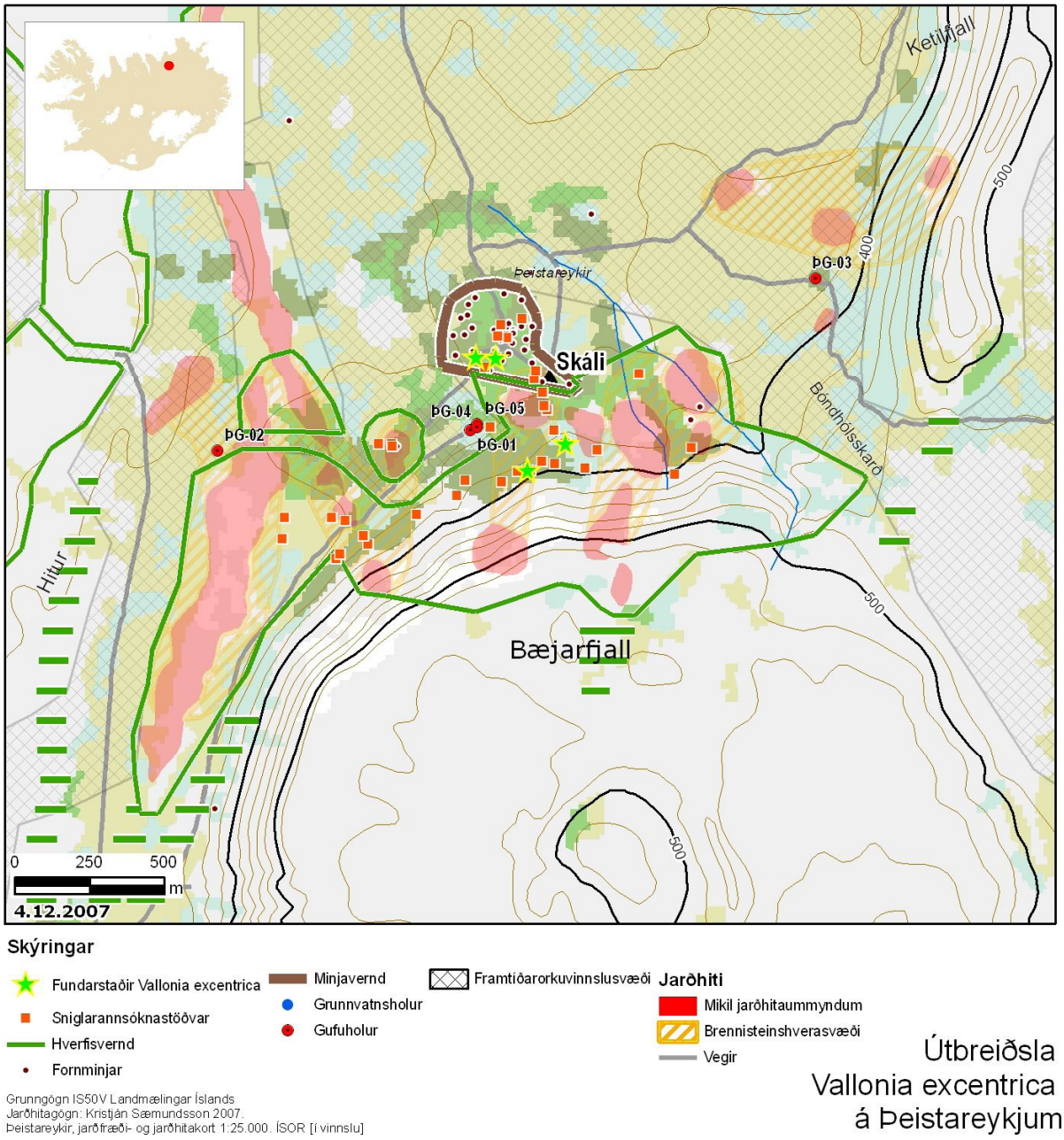
***Virkjunarvegur***

Sumarið 2008 fór fram athugun á fuglalífi á vegstæði fyrirhugaðs virkjunarvegar milli Þeistareykja og Húsavíkur (**viðauki A10**). Gögn úr athugunum árið 2007 voru einnig notuð í skýrslu um virkjunarveginn. Sams konar aðferðum var beitt 2008 og í athuguninni sumarið 2007 á Þeistareykjum. Alls var talið á 13 aðskildum sniðum sem voru í heild 28,8 km löng. Á heildina litið var tegundafjölbreytni og þéttleiki fugla á athugunarsvæðinu lítill og er ástæðan rakin til gróðurleysis. Stór hluti veglínunnar mun liggja um lítt gróið land. Alls sáust 18 tegundir fugla í athuguninni það er álft, grágæs, stokkönd, straumönd, toppönd, smyrill, fálki, rjúpa, heiðlóa, lóuþræll, hrossagaukur, jaðrakan, spói, kjói, þúfutittlingur, maríuerla, skógarþröstur og snjótittlingur. Rjúpa er algengur varpfugl í mólendi á svæðinu. Af heildarlengd mælisniða voru 16,3 km í mólendi, 10,4 km í lítt grónu landi og 2,1 km í lynggrónu helluhrauni. Þéttleiki varpfugla var mestur í mólendinu eða 37,5 pör/km$^2$ en minnstur í lítt gróna landinu, eða aðeins 3,0 pör/km$^2$. Í lynggrónu helluhrauni mældist þéttleiki varpfugla 10,3 pör/km$^2$. Þrjár tegundir fugla voru í öllum gróðurlendum og með mestan þéttleika, það er þúfutittlingur (6,3 pör/km²), heiðlóa (5,6 pör/km$^2$) og spói (4,5 pör/km$^2$). Einkennis fuglar mólendisins eru heiðlóa og þúfutittlingur. Talsvert ber líka á spóa, sérstaklega nyrst.

**Smádýr**

Í tengslum við gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma var gerð könnun á gróðri og smádýrum á sex háhitasvæðum á Íslandi (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003). Eitt þessara svæða er Þeistareykir. Í samanburði á háhitasvæðunum kom í ljós að á Þeistareykjum fundust flestar tegundir smádýra, eða 166 talsins. Af þeim tegundum sem fundust er engin eiginleg jarðhitategund en nokkrar tegundir eru algengari við jarðhita en utan hans. Fiðrildið *Bryotropha similis* er dæmi um slíka tegund en hún finnst venjulega sunnar á landinu og á láglendi.

Haustið 2007 fór fram athugun á útbreiðslu sjaldgæfs snigils (*Vallonia excentrica*) á Þeistareykjasvæðinu (**viðauki A11**). Áður voru eingöngu til munnlegar heimildir um tilvist snigilsins. Alls fannst snigillinn á 4 stöðum af 37 sem leitað var á og eru þeir fundarstaðir sýndir á **mynd 81**. Tveir fundarstaðirnir eru á sömu slóðum og Árni Einarsson fann snigilinn fyrir nokkrum árum. Ekki fundust sniglar við útihús bæjarins á Þeistareyjum í athuguninni haustið 2007 og ekki var tilvist hans athuguð við hraunjaðarinn, vestan bæjarstæðisins, þar sem Hálfdán Björnsson frá Kvískerjum fann snigilinn árið 1974. Þá voru sniglarnir víða innan um smágerðan gróður, meðal annars naðurtungu þar sem jarðhita gætti. Því er mögulegt að útbreiðsla snigilsins sé nokkuð víðtækari en athugunin haustið 2007 bendir til (**viðauki A11**). Þeistareykir eru eini fundarstaður þessa snigils hér á landi.




**Mynd 81** Fundarstaðir snigilsins *Vallonia excentrica* á Þeistareykjum haustið 2007. Fundarstaðirnir eru auðkenndir með grænum stjörnum (viðauki 11).

## 9.6.2 UMHVERFISÁHRIF

### Viðmið umhverfisþátta

- Válisti 2 - Fuglar, Náttúrufræðistofnun Íslands, 2000.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.
- Alþjóðasamningar sem varða líffræðilega fjölbreytni og vernd votlendis s.s. Ramsarsamningurinn.
- Stefnumörkun Íslands um framkvæmd samningsins um líffræðilega fjölbreytni, gefið út af umhverfisráðuneytinu.
- Reglugerð nr. 252/1996 um friðun tiltekinna villtra fuglategunda, friðlýsingu æðarvarps, fuglamerkingar, hamskurð o.fl.

**Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa**

***Fuglar***

Í athugunum á Þeistareykjasvæðinu (**viðauki A9**) sáust tvær tegundir fugla, sem eru á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands, og taldar vera í yfirvofandi hættu, það eru fálki og hrafn. Fálki verpir í klettum og var sumarið 2007 með hreiður í um 500 m fjarlægð frá fyrirhuguðum virkjunarvegi norðvestan við Þeistareyki (Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2007). Tvö hrafnsóðul eru nú þekkt á Þeistareykjasvæðinu. Ekki kemur fram í framangreindum viðaukum hvar staðsetning þeirra er né hvort fyrirhugaðir framkvæmdarþættir fara nálægt þeim.

Alls sáust fjórar tegundir á válista í athugun á leið fyrirhugaðs virkjunarvegar (**viðauki A10**), það eru grágæs, straumönd, fálki og hrafn. Óvíst er hvort grágæs og straumönd verpi í grennd við fyrirhugaðan veg eða á Þeistareykjum. Grágæs er á válista sem tegund í yfirvofandi hættu og straumönd sem tegund í nokkurri hættu. Þær gráæsir sem sáust, nánar tiltekið í grennd við Þeistareyki, voru að öllum líkindum geldfuglar.

Aðrar tegundir fugla, sem sáust í athugunum í **viðaukum A9** og **A11** eru algengar á lands- og héraðsvísu. Þá er þéttleiki fugla á athugunarsvæðunum yfirleitt lítill.

Fálkar, smyrlar og hrafnar hafa talsvert verið rannsakaðir í Þingeyjarsýslum undanfarna áratugi og eru óðul tegundanna og ábúð þeirra nokkuð vel þekkt á svæðinu. Á Þeistareykjum eru þekkt 6 smyrilsóðul, 2 fálkaóðul og 2 hrafnsóðul. Á árunum 1981 til 2003 var mest vitað um fjögur smyrilsóðul í ábúð sama árið á Þeistareykjum og hrafnaóðulin hafa bæði verið í ábúð flest árin. Hvað fálka varðar hefur annað óðalið verið í ábúð í 57% framangreindra ára en hitt 82% (Guðmundur A. Guðmundsson og Ólafur K. Nielsen, 2004). Fálkar hafa nokkur hreiðurstæði innan hvers óðals og verpa yfirleitt ekki í sama hreiðrið ár eftir ár.

Það er mat sérfræðinga hjá Náttúrustofu Norðausturlands (**viðauki A10**) að við fyrirhugaðar framkvæmdir sé hætta á að fálki hætti að nota einhver hreiðurstæði í grenndinni og færi sig á önnur hreiðurstæði innan óðalsins. Þá getur vegur í nágrenni hreiðurstæðis valdið því að fálkinn hætti að nota það. Yfirleitt er um fleiri hreiðurstaði að ræða innan hvers óðals en fækkun á hreiðurstöðum er talin rýra gæði óðalsins (**viðauki A10**). Sömu sérfræðingar telja að framkvæmdirnar geti haft svipuð áhrif á hrafninn, það er mögulega fækkun hreiðurstæða.

Á framkvæmdatíma er talið að fuglar geti almennt orðið fyrir nokkuð neikvæðum, tímabundnum og staðbundnum áhrifum vegna hávaða, aukinnar umferðar þungaflutningabíla og vegna röskunar búsvæða og hreiðurstæðamissis við jarðrask. Einkum er þetta talið eiga við um fugla á áður óröskuðum svæðum. Mest hætta er á neikvæðum áhrifum á fugla á varptíma. Talið er að fuglar muni færa sig um set frá eldri hreiðurstæðum og finni sér ný hreiðurstæði fjær framkvæmdasvæðum.

Leitað var eftir áliti sérfræðinga Náttúrustofu Norðausturlands (Aðalsteinn Örn Snæþórsson, munnlegar upplýsingar) um hvort þeir telji að tímasetning þeirra framkvæmdaþátta sem valda mestri truflun, s.s. prófun borholna, skipti máli varðandi áhrif á fugla. Í ljós kom að þeir telja að ef slíkar framkvæmdir verða utan varptíma muni þær hafa óveruleg áhrif á varplendi og afkomu hrafna og fálka sem og annarra tegunda.

Á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar og borholna, er talið að áhrif á fugla verði óveruleg. Í **viðauka A10** er tekið fram að með virkjunarvegi að Þeistareykjum gæti veiðiálag á rjúpur aukist sem aftur getur haft afleidd neikvæð áhrif á afkomu fálka. Rjúpan er aðalfæða hans. Þar er einnig mælst til þess að framkvæmdaraðilar hafi samráð við fuglasérfræðinga um þörf á vöktun fálka og annarra fugla.

***Smádýr***

Ekki er til íslenskur válisti fyrir smádýr. Snigillinn *Vallonia excentrica* er ekki eiginleg jarðhitategund en jarðhitinn skapar aðstæður sem annars væru ekki fyrir hendi svo norðarlega. Talið er líklegt að Þeistareykir séu einn nyrsti fundarstaður tegundarinnar í heiminum (**viðauki A11**).

Nokkrar aðrar tegundir smádýra, sem fundust á volgum/heitum svæðum í athugun á Þeistareykjum í tengslum við rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003), hafa litla útbreiðslu á Norðausturlandi. Þær finnast venjulega sunnar á landinu og á láglendi.

Gert er ráð fyrir að annars staðar á Þeistareykjasvæðinu, þar sem ekki er volgur jarðvegur, lifi eingöngu algengar tegundir smádýra.

Fundarstaðir snigilsins *Vallonia excentrica* eru allir innan verndarsvæða sem afmörkuð hafa verið í Svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025. Borsvæði A mun liggja að mörkum hverfisverndarsvæðis HÞ1 eins og sjá má á **mynd 50** í kafla 7.3 um vernd. Við fyrirhugaðar framkvæmdir verður ekkert jarðrask innan þeirra hverfisvernduðu svæða. Þetta er í samræmi við stefnumið svæðisskipulagsins um að *við alla mannvirkjagerð og framkvæmdir skal taka mið af sérstöðu svæðisins og þess gætt að ekki verði raskað sérstökum jarðmyndunum eða náttúruminjum, fágætum tegundum dýra og plantna og búsvæðum þeirra*. Áhrif fyrirhugaðrar framkvæmdar á snigilinn á þessu svæði eru því talin verða óveruleg.

Í **viðauka A11** kemur fram að hugsanlegt sé að útbreiðsla snigilsins nái yfir stærra svæði en sýnt er á **mynd 81**. Eins og fram kemur verður ekkert rask vegna framkvæmda innan þeirra svæða sem skilgreind eru sem hverfisverndarsvæði vegna jarðhitaummerkja á Þeistareykjum. Auk þess er mjög lítill hluti fyrirhugaðra mannvirkja í grennd við svæði þar sem ummerkja jarðhita gætir. Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á snigilinn eru því talin óveruleg.

Þar sem jarðrask verður vegna mannvirkjagerðar, til að mynda þegar möl er lögð yfir jörð við gerð borsvæða, vega og slóða, verða staðbundin, talsverð neikvæð áhrif á lítt hreyfanleg smádýr. Óveruleg áhrif eru talin verða á smádýr á öðrum svæðum.

Ekki er talið að smádýr verði fyrir áhrifum á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar.

**Mótvægisaðgerðir**

Engar eiginlegar mótvægisaðgerðir eru fyrirhugaðar í tengslum við áhrif á dýralíf.

**Niðurstöður**

***Fuglar***

Á framkvæmdatíma eru talin geta orðið nokkuð neikvæð og tímabundin áhrif á fugla á og í grennd við framkvæmdasvæði, einkum á áður óröskuðum svæðum.

Á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar eru talin verða óveruleg áhrif á varplendi og afkomu fugla. Hvað fálka varðar gætu þó óbein áhrif vegna aukins veiðiálags á rjúpur vegna virkjunarvegar og bætts aðgengis að Þeistareykjum hugsanlega haft neikvæð áhrif á afkomu hans.

***Smádýr***

Á framkvæmdatíma verða talsverð neikvæð og staðbundin áhrif á algeng smádýr þar sem jarðrask verður og möl sett yfir við gerð borsvæða, slóða og vega. Talið er að áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á sjaldgæfan snigil *Vallonia excentrica* sem bundinn er við jarðhita verði óveruleg.

Á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar eru áhrif á smádýr talin verða óveruleg.

### 9.6.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

***Fuglalíf:*** *„Umhverfisstofnun telur óvíst að um tímabundin áhrif á fugla verði að ræða, enda gufuuppstreymi frá væntanlegri virkjun fyrirséð og bæði umferð og hávaðamengun. ...ekkert kemur fram um möguleg áhrif holna í blæstri en þær eru yfirleitt blásandi nokkra mánuði í einu. Einnig kemur fram að á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar og borholna er talið að áhrif á fugla verði óveruleg. Ekki er fjallað um að á framkvæmdartíma þurfi viðhaldsholur. Í kafla um borteiga og borholur kemur fram að allt að 40 vinnsluholur þurfi fyrir Þeistareykjavirkjun og að með viðhaldsborunum verði holurnar 4 til 6 á allt að 15 borsvæðum. Að mati Umhverfisstofnunar hefði þurft að fjalla um áhrif á rekstrartíma á fuglalíf undir þessum formerkjum.“*

Í umsögn Umhverfisstofnunar um frummatsskýrslu segir: *„Í umfjöllun um umhverfisáhrif á fugla kemur fram að:*

> *„Fálki verpir í klettum og var sumarið 2007 með hreiður í um 500 m fjarlægð frá fyrirhuguðum virkjunarvegi norðvestan við Þeistareyki.“*

*Í umfjöllun um veglínur A og B og samanburð þeirra framar í frummatsskýrslunni kemur ekkert fram um að veglína A liggi nálægt fálkahreiðri. Að mati Umhverfisstofnunar er nauðsynlegt að taka tillit til þessa þar sem fálki er á válista og er friðaður. Þeir fálkavarpstaðir sem oftast hafa verið notaðir verða bæði nærri fyrirhuguðum vegi og eins í sjónlínu. Líkur á aukinni truflun á fálkavarp á þessum stöðum munu því aukast verulega. Að mati Umhverfisstofnunar væri veglína B æskilegri hvað varðar áhrif hennar búsvæði fálka sbr. umfjöllun um virkjanavegi hér að framan.“*

Í **viðauka A9** kemur fram varðandi truflun vegna framkvæmda og aukinnar umferðar að helst þurfi að hafa í huga fugla á válista. Einnig kemur fram að fálkinn er viðkvæmur fyrir truflun á varptíma og sá möguleiki er fyrir hendi að fálkarnir hætti að nota einhverja hreiðurstaði verði þeir fyrir mikilli truflun en þeir eiga þó aðra

hreiðurstaði innan óðalsins. Fækkun á hreiðurstöðum rýri hins vegar gæði óðalsins. Jafnframt kemur fram að miðað við núgildandi áætlanir sé ekki fyrirséð að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa í för með sér mikil áhrif á afkomu fálka. Lagning heilsársvegar og raflínu muni hafa í för með sér truflun á framkvæmdatíma og að auki mun umferð um svæðið að öllum líkindum aukast til framtíðar. Af þessum ástæðum sé mikilvægt að fylgjast með ábúð fálka á framkvæmdasvæðum og haga framkvæmdum þannig í tíma að þær hafi sem minnst áhrif, séu hreiður nálægt framkvæmdasvæðum.

Varðandi athugasemd Umhverfisstofnunar um að fjalla hefði þurft um áhrif á fuglalíf á rekstrartíma er varða viðhaldsboranir er ítrekað að vegna borana og blástursprófana er fyrst og fremst um tímabundin áhrif að ræða á framkvæmdatíma. Eftir að virkjunin er komin í gagnið er gert ráð fyrir viðhaldsborunum á 2-4 ára fresti og eru áhrif þessa þáttar á fugla á rekstrartíma virkjunarinnar talin óveruleg.

Samanber framangreindar upplýsingar um mat á áhrifum á fugla í viðauka A9 ítrekar framkvæmdaraðili þá niðurstöðu að á framkvæmdatíma eru talin geta orðið nokkuð neikvæð og tímabundin áhrif á fugla á og í grennd við framkvæmdasvæði, einkum á áður óröskuðum svæðum. Einnig að á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar eru talin verða óveruleg áhrif á varplendi og afkomu fugla.

Í frummatsskýrslu er eingöngu gerð grein fyrir mati á umhverfisáhrifum virkjunar-vegar frá Höfuðreiðarmúla að Þeistareykjum samkvæmt veglínu A, sem er kostur framkvæmdaraðila. Eins og Umhverfisstofnun bendir á kemur í **viðauka A9** fram að fálki var með hreiður í um 500 m fjarlægð frá fyrirhuguðum vegi sumarið 2007. Samkvæmt upplýsingum frá Náttúrustofu Norðausturlands var hreiðrið um 850 m frá núverandi vegi (veglínu B) að Þeistareykjum (Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2010). Auk þess sem fram kemur í **viðauka A9** að miðað við núgildandi áætlanir sé ekki fyrirséð að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa í för með sér mikil áhrif á afkomu fálka. Framkvæmdaraðili getur ekki fallist á að þessi munur í fjarlægð frá hreiðrinu ráði úrslitum um það að veglína A sé síðri kostur en veglína B hvað áhrif á fugla varðar. Að öðru leyti er vísað til umfjöllunar er varðar samanburð á úrfærslum virkjunarvegar í kafla 5 í frummatsskýrslu.

# 9.7 ÖRVERUR Í HVERUM

## 9.7.1 GRUNNÁSTAND

### Örverur í hverum

Sumarið 2008 fór fram athugun á líffræðilegum fjölbreytileika örvera á hverasvæðum á Þeistareykjum (**viðauki A12**). Alls voru tekin 27 sýni úr leir, vökva, jarðvegi, yfirborðsummyndunum og gufuopum, mest sunnan og vestan Þeistareykja. Svæði fyrir miðju Ketilfjalli var einnig skoðað en engin sýni tekin þar sem yfirborðshiti þar virtist lítill sem enginn. Mögulegt var að greina tegundasamsetningu örvera í 21 sýni. Hitastig og sýrustig á sýnatökustöðunum spönnuðu vítt bil eða 33-96°C og var pH gildi sýrustigs 1,9-8,6.

Á **mynd 82** eru sýndir sýnatökustaðir í athugun á örverum á hverasvæðum á Þeistareykjum sumarið 2008.

Í súrum hverum á Þeistareykjum voru tegundir innan bakteríufylkinga *β-*, *δ-*, og *γ-Proteobaktería* og *Aquificae* algengastar, einkum sýrukærar og/eða frumbjarga tegundir sem nýta sér brennisteins- og járnsambönd og binda koltvíoxíð. Í gufuopum í hraunhólum við hærra sýrustig (pH 6,7-8,6) voru tegundir *Acidobaktería, Actinobaktería, Chloroflexi* og *Deinococcus-Thermus* áberandi. Margar þessara tegunda eru ófrumbjarga.

Fornbakteríur fundust einkum á súrum svæðum á Þeistareykjum, en ekki í gufuaugum í hrauni, enda er sýrustig þar hærra. Tegundir innan fylkingar *Crenarchaeota* fundust í öllum þessum sýnum, en tegundir innan *Euryarchaeota* voru bundnar við sýni úr yfirborðsummyndunum og súrum jarðvegi. Fornbakteríur geta flestar lifað frumbjarga lífi. Líffræðilegur fjölbreytileiki (Nt/Nmax) baktería var oftast á bilinu 1-3 og 1-2 meðal fornbaktería. Þessi lágu gildi eru dæmigerð fyrir jaðarvistkerfi, þar sem ein tegund er í mjög háu hlutfalli.

Fjölmargar nýjar tegundir fundust í sýnunum, einkum bakteríur í gufuaugum í hrauni á Þeistareykjum. Einnig sýndu tegundir *Euryarchaeota* innan fornbaktería oft lága skyldleikaprósentu og teljast því nýjar tegundir.

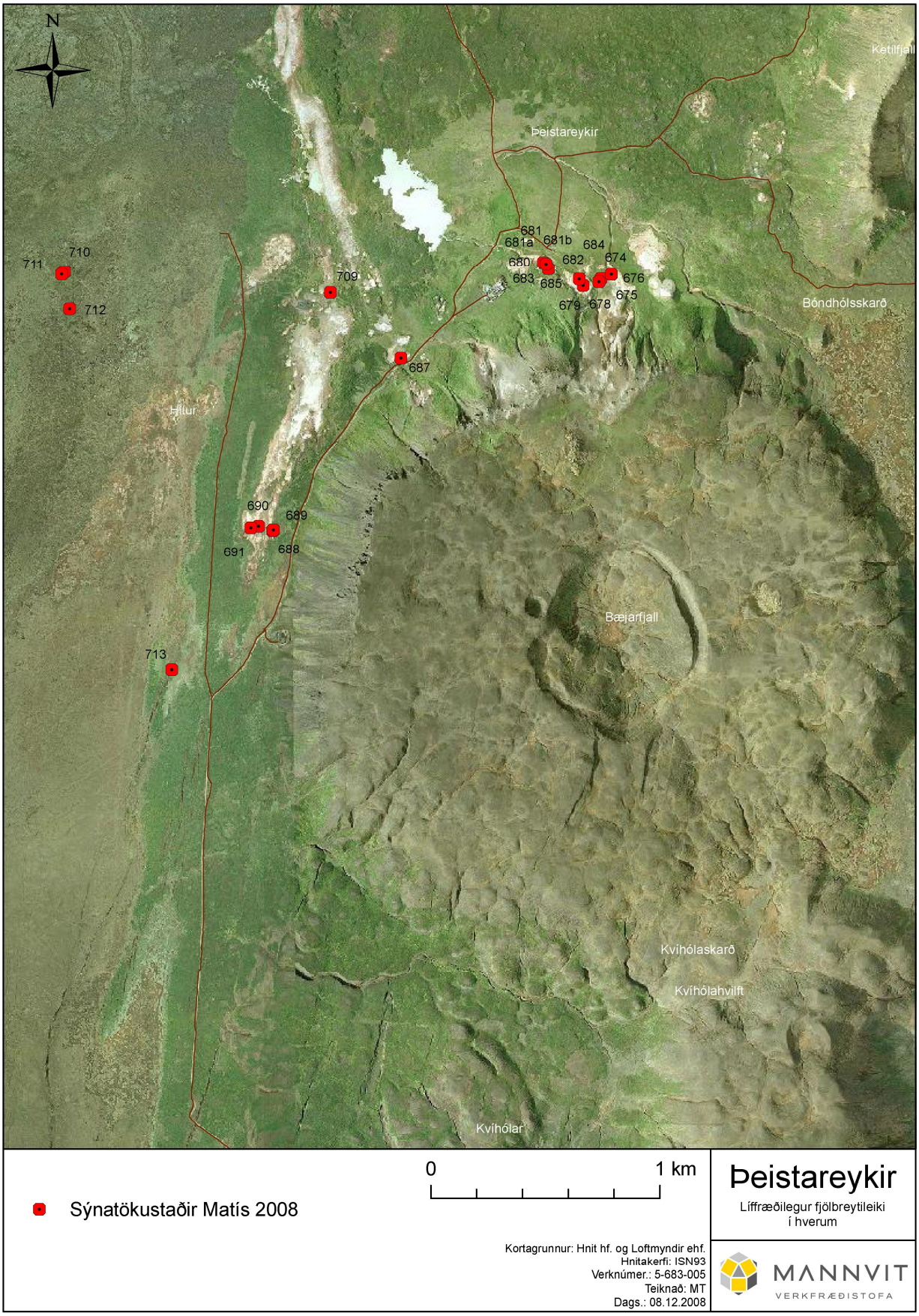
## 9.7.2 UMHVERFISÁHRIF

### Viðmið umhverfisþátta

- Samningurinn um líffræðilega fjölbreytni (CBD).
- Stefnumörkun Íslands um framkvæmd samningsins um líffræðilega fjölbreytni, gefið út af umhverfisráðuneytinu (2008).
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

### Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa

Vistkerfi í hverum á Þeistareykjum eru nokkuð sérstæð sem sést best á því að tíðni áður óþekktra tegunda er afar há og skyldleikaprósentan lág (**viðauki A12**).




**Mynd 82** Sýnatökustaðir vegna örverurannsókna á Þeistareykjum**.**

Við fyrirhugaðar framkvæmdir er ekki gert ráð fyrir að svæðum með virkum yfirborðsjarðhita verði raskað. Þetta er í samræmi við stefnumið svæðisskipulagsins um að *við alla mannvirkjagerð og framkvæmdir skal taka mið af sérstöðu svæðisins og þess gætt að ekki verði raskað sérstökum jarðmyndunum eða náttúruminjum, fágætum tegundum dýra og plantna og búsvæðum þeirra*. Einnig er þetta í samræmi við stefnumörkun Íslands um framkvæmd samings um líffræðilega fjölbreytni. Meginmarkmið hans er: *Að vernda og endurheimta líffræðilega fjölbreytni Íslands og koma í veg fyrir frekari skerðingu hennar, tryggja sjálfbæra nýtingu lífríkisins og endurheimta þá þætti þess sem spillst hafa eða horfið vegna umsvifa mannsins*.

Ef fyrirhuguð jarðhitavinnsla orsakar breytingar á yfirborðsvirkni getur lífríki í og við hveri hugsanlega orðið fyrir áhrifum.

Í umfjöllun Axels Björnssonar í skýrslu um möguleg áhrif virkjunar á Þeistareykjum á yfirborðsvirkni (2008) er talið að breytingar á hverasvæðinu við Þeistareyki vegna jarðhitavinnslu verði vart meiri en búast megi við vegna náttúrulegra orsaka og jafnvel verulega minni eða svipaðar árstíðabundnum sveiflum (sjá nánar í kafla 9.3.2 um jarðmyndanir).

Af framangreindu leiðir að áhrif fyrirhugaðrar jarðhitavinnslu á örverur á hverasvæðum á Þeistareykjum eru talin verða óveruleg.

**Mótvægisaðgerðir**

Engar eiginlegar mótvægisaðgerðir eru fyrirhugaðar í tengslum við áhrif á örverur í hverum.

**Niðurstöður**

| |
|---|
| Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á örverur í hverum og á svæðum með virkan yfirborðsjarðhita á Þeistareykjum eru talin verða óveruleg. |

# 9.8 LOFT

## 9.8.1 GRUNNÁSTAND

Útstreymi frá jarðhitavirkjunum er talið með í útstreymisbókhaldi Íslands vegna rammasamnings Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar. Jarðhitavirkjanir eru þó ekki háðar losunarheimildum samkvæmt lögum um losun gróðurhúsalofttegunda nr. 65/2007. Helstu lofttegundir í jarðhitagufu, sem eru taldar umhverfisspillandi, eru koltvíóxíð ($CO_2$), brennisteinsvetni ($H_2S$) og metan ($CH_4$). Auk þess teljast nitur ($N_2$) og vetni ($H_2$) til jarðhitalofttegunda. Brennisteinsvetni getur valdið eituráhrifum við háan styrk en koldíoxíð og metan eru gróðurhúsalofttegundir. Af snefilefnum, sem berast með gufu, hafa menn einkum áhyggjur af kvikasilfri (Hg).

Gasinnihald og samsetning jarðhitavökva hafa verið mæld við blástur rannsóknaholna. Í jarðhitagufunni á Þeistareykjum eru óþéttanlegar lofttegundir um 0,3% af massa gufunnar. Helstu lofttegundir í gufunni eru koltvíóxíð ($CO_2$) 77,0%, brennisteinsvetni ($H_2S$) 18,9%, köfnunarefni ($N_2$) 3,3%, vetni ($H_2$) 0,7% og metan ($CH_4$) 0,05%. Styrkur lofttegunda í gufunni er sýndur í **töflu 17.**

**Tafla 17** Meðaltals samsetning gufu úr borholum á Þeistareykjum, styrkur efna í mg/kg (Magnús Ólafsson, 2009).

| **Lofttegund** | | **Styrkur í gufu (mg/kg)** |
|---|---|---|
| Koltvíoxíð | $CO_2$ | 1889 |
| Brennisteinsvetni | $H_2S$ | 463 |
| Köfnunarefni | $N_2$ | 83 |
| Metan | $CH_4$ | 1,21 |
| Vetni | $H_2$ | 17,2 |

### Koltvíóxíð og metan

Koltvíóxíð, sem er aðal jarðhitalofttegundin, og metan eru gróðurhúsalofttegundir. Þrátt fyrir að metan sé margfalt öflugri gróðurhúsalofttegund en koltvíóxíð er útstreymi þess frá fyrirhugaðri jarðhitavirkjun hverfandi samanborið við útstreymi koltvíóxíðs.

### Brennisteinsvetni

Efnasambandið brennisteinsvetni ($H_2S$) er ein af jarðhitalofttegundunum sem berst frá flestum háhitasvæðum og eykst útstreymi þess út í andrúmsloftið við vinnslu jarðhita. Lofttegundin er lyktarsterk og eitruð í miklu magni. Lofttegundinni fylgir hin svokallaða hveralykt sem finnst á flestum háhitasvæðum landsins vegna náttúrulegs útstreymis lofttegundarinnar um gufuaugu, hveri og aðra yfirborðsvirkni. Engar íslenskar reglur eru í gildi um hámarksstyrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti aðrar en um mengunarmörk vinnustaða. Íslensk reglugerð mun vera í vinnslu. Á alþjóðavísu eru í gildi heilsuverndarviðmið frá Alþjóða heilbrigðismálastofnuninni (WHO) en þau eru 150 µg/m$^3$ að meðaltali á sólarhring. Þess má geta að lykt finnst af $H_2S$ við mjög lágan styrk eða einungis 7 µg/m$^3$. Styrkurinn þarf að vera mun hærri til að þorri almennings finni lykt. Til að mynda er sums staðar miðað við að óþægindamörkum sé náð við 42-50 µg/m$^3$, en rannsóknir sýna að við þann styrk skynji um 80% almennings lyktina samkvæmt upplýsingum frá Umhverfisstofnun (2009a).

Í **töflu 18** eru sýnd íslensk viðmiðunarmörk fyrir skaðsemi af völdum $H_2S$ í vinnuumhverfi og heilsuverndarviðmið WHO. Eins og sjá má eru vinnuverndarmörkin margfalt hærri en heilsuverndarviðmið WHO og ná yfir mun skemmri tíma. Ástæðan er sú að langtímaáhrif $H_2S$ á heilsu fólks eru ekki vel þekkt. Mörkin eru því höfð í lægri kantinum til að enginn vafi leiki á að fólki sé engin hætta búin ef styrkurinn er innan þessara marka.

**Tafla 18** Tiltæk viðmiðunarmörk fyrir styrk brennisteinsvetnis ($H_2S$).

| Styrkur $H_2S$ µg/m$^3$ | Viðmið/stofnun eða reglugerð |
|---|---|
| 150 | Heilsuverndarmörk, leiðbeinandi sólarhringsmeðaltal, viðmiðunargildi/WHO*. |
| 14.000 | Viðmiðunarmörk m.v. 8 klst. meðaltal á vinnustað/reglugerð nr. 390/2009 m.s.b. um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum. |
| 20.000 | Viðmiðunarmörk m.v. 15 mín. meðaltal á vinnustað/reglugerð nr. 390/2009 m.s.b. um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum. |

*Alþjóða heilbrigðismálastofnunin.

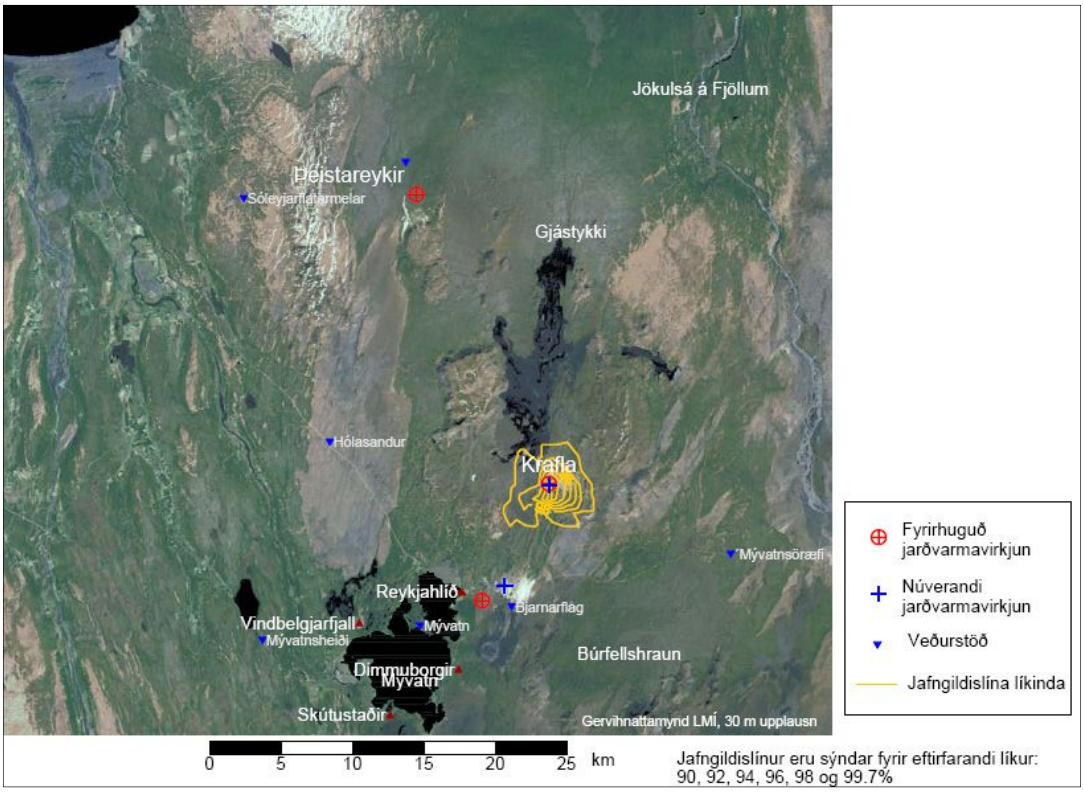
Árið 1993 var mælt brennisteinsvetni, brennisteinstvíoxíð og kvikasilfur í andrúmslofti á níu háhitasvæðum á Íslandi (Grétar Ívarsson o.fl., 1993). Þar á meðal var Þeistareykjasvæðið en söfnun og mælingar fóru fram dagana 27.-29. ágúst 1993. Alls var 181 mæling gerð 27. ágúst, á 30 mælistöðum. Stök mæligildi voru á bilinu 0-330 µg/m$^3$ (0-220 ppb). Meðalgildi þennan dag voru á bilinu 0-138 µg/m$^3$ (0-91,8 ppb) og meðaltal svæðisins var 33,8 µg/m$^3$ (22,5 ppb). Hæstu gildin mældust austan við skálann og voru þau á bilinu 118-138 µg/m$^3$ (78,8-91,8 ppb). Annað staðbundið hámark upp á 40 µg/m$^3$ (26,7 ppb) var tengt leirhverum um 750 metrum suðvestur af skálanum.

Vegna áforma um jarðhitavirkjun á Þeistareykjum og aðrar virkjanir á Norðausturlandi reiknaði Verkfræðistofan Vatnaskil dreifingu $H_2S$ í lofti frá núverandi virkjunum í Kröflu og Bjarnarflagi til að fá mat á grunnástand (**viðauki A13**). Kröflustöð er 60 $MW_e$ en virkjunin í Bjarnarflagi er lítil eða einungis 3 $MW_e$. Eins og sést á **mynd 83** eru engar líkur á að núverandi styrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) í byggð fari yfir heilsuverndarviðmið WHO. Meðaltalsstyrkur brennisteinsvetnis á Húsavík er reiknaður einungis 0,1-0,2 µg/m$^3$, á Þeistareykjum 0,5 µg/m$^3$ og í Reykjahlíð um 2 µg/m$^3$.

### 9.8.2 UMHVERFISÁHRIF

**Viðmið umhverfisþátta**

- Viðmið Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar (WHO).
- Reglugerð nr. 390/2009 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum.
- Lög um losun gróðurhúsalofttegunda nr. 65/2007.
- Lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengun.
- Reglugerð nr. 787/1999 um loftgæði.
- Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar.
- Reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.




**Mynd 83** Líkur á að sólarhringsmeðaltalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) í lofti frá núverandi 60 $MW_e$ Kröflustöð og 3 $MW_e$ Bjarnarflagsstöð sé undir 150 µg/$m^3$ (viðauki A13).

## Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa

Við nýtingu jarðhita streyma jarðhitalofttegundir út í umhverfið. Útstreymið er tímabundin þegar borholur eru blástursprófaðar. Eftir að jarðhitavirkjun er komin í rekstur berast jarðhitalofttegundir frá henni út um útblásturshljóðdeyfa og frá lofttæmidælum, sem draga lofttegundirnar út úr eimsvala og blása þeim út í andrúmsloftið efst í kæliturnum. Þar blandast þær loftblæstri upp úr kæliturnunum og dreifast þar vel.

Við virkjun og nýtingu jarðhita eykst útstreymi jarðhitalofttegunda á jarðhitasvæðinu. Heildarútstreymi jarðhitalofttegunda frá 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun á Þeistareykjum er áætluð 28.960 tonn á ári. Helstu lofttegundir í gufunni eru koltvíoxíð ($CO_2$) 77,0%, brennisteinsvetni ($H_2S$) 18,9%, köfnunarefni ($N_2$) 3,34%, vetni ($H_2$) 0,70% og metan ($CH_4$) 0,05%. Áætlað árlegt útstreymi þessara lofttegunda frá virkjuninni talið upp í sömu röð og að framan er: 22.300, 5.470, 980, 200 og 14 tonn á ári.

### *Gróðurhúsalofttegundir*

Það er háð alþjóðasamningum hversu mikið má losa af gróðurhúsalofttegundum út í andrúmsloftið og því nauðsynlegt að fylgjast með því magni sem þangað fer. Hins vegar er ekki nauðsynlegt að mæla styrk þeirra í andrúmslofti í nágrenni virkjunarsvæða eins og styrk eitraðra lofttegunda. Þó verður að hafa vara á því að koltvíóxíð ($CO_2$) er þyngri en andrúmsloft og getur safnast saman í lægðir þegar ekki hreyfir vind. Þótt styrkur $CO_2$ sé allnokkur er útstreymi þess á orkueiningu mun minni en í olíu- eða kolakyntum orkuverum (Halldór Ármannsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1992).

Jarðhitasvæði eru breytileg hvað varðar gasinnihald og magn $CO_2$ í gufunni. Til að mynda er hlutfallið töluvert lægra við Þeistareyki en á Kröflusvæðinu. Áætlað er að heildarútstreymi koltvíóxíðs ($CO_2$) frá fyrirhugaðri 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun nemi um 22.300 tonnum á ári sé reiknað með 8.200 klukkustunda rekstri virkjunarinnar með fullum afköstum. Til samanburðar var heildarútstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi ígildi 4.482.000 tonna árið 2007. Útstreymi koltvíóxíðs vegna virkjunar á Þeistareykjum kemur því til með að nema um 0,5% af heildarútstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi árið 2007.

Þrátt fyrir talsvert útstreymi er nýting jarðhita með bestu kostum til rafmagnsframleiðslu með tilliti til útstreymis gróðurhúsalofttegunda. Á Þeistareykjum verður útstreymið til að mynda margfalt minni en verður við sambærilega rafmagnsframleiðslu með jarðefnaeldsneyti.

***Brennisteinsvetni***

Eins og fram hefur komið eykst útstreymi brennisteinsvetnis ($H_2S$) út í andrúmsloftið við vinnslu jarðhita og prófun vinnsluholna. Áætlað er að heildarmagn brennisteinsvetnis í útblæstri 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjunar verði um 185 g/s. Miðað við þetta verður árlegt heildarútstreymi $H_2S$ um 5.500 t.

Eins og fram kom í kafla 9.8.1 finnst lykt af $H_2S$ við mjög lágan styrk eða einungis 7 µg/$m^3$. Sums staðar er miðað við að óþægindamörkum sé náð við 42-50 µg/$m^3$. Eins og fram kom í kafla 9.8.1 eru einu alþjóðlegu viðmiðunarmörkin heilsuverndarmörk upp á 150 µg/$m^3$ fyrir sólarhrings meðaltal frá Alþjóða heilbrigðismálastofnuninni (WHO).

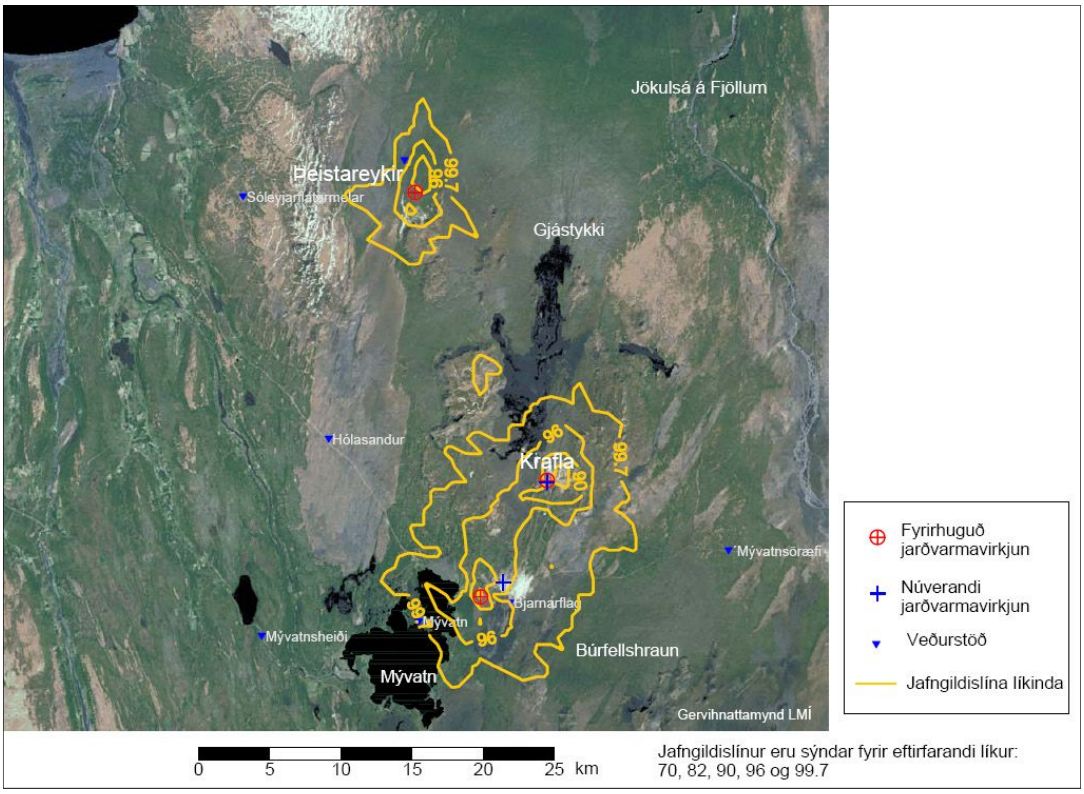
Hjá Verkfræðistofunni Vatnaskil var metin dreifing $H_2S$ miðað við fyrirhugaða 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun auk annarra virkjunaráforma á Norðausturlandi vegna hugsanlegra samlegðaráhrifa (sjá **viðauka A13** þar sem aðferðum við reikningana er lýst). Auk þess var núverandi Kröflustöð tekin með í reikninginn. Virkjanirnar sem um ræðir eru eftirfarandi:

- Núverandi 60 $MW_e$ Kröflustöð.
- 150 $MW_e$ Krófluvirkjun II.
- 90 $MW_e$ Bjarnaflagsvirkjun.
- 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun.

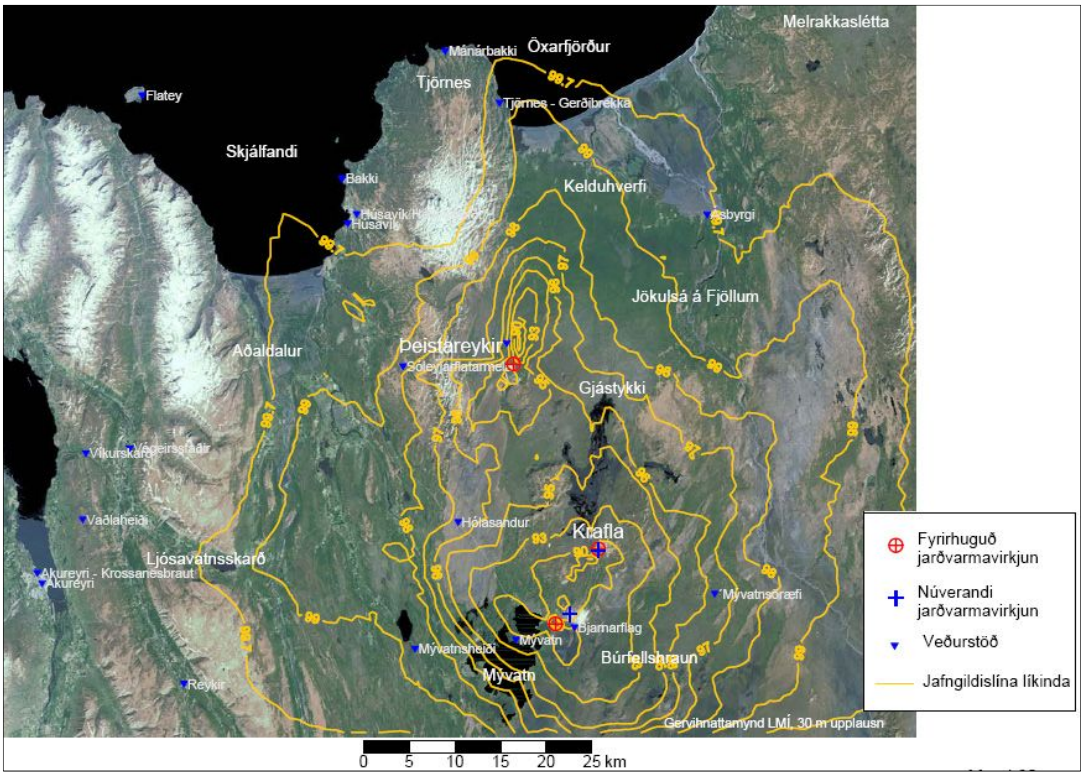
Hér er um sammögnunaráhrif að ræða og því nauðsynlegt að horfa til dreifingar $H_2S$ frá öllum virkjunum samtímis í fullri stærð. Við mat á áhrifum $H_2S$ frá framangreindum virkjunum er fyrst og fremst horft til heilsuverndarviðmiðs WHO, það er hvort, hvar og hversu oft styrkur $H_2S$ nær 150 µg/$m^3$ að meðaltali á sólarhring. Í ljósi þessa viðmiðs er nauðsynlegt að horfa til þeirrar byggðar þar sem styrkurinn gæti orðið hvað hæstur. Þar sem fyrst og fremst er verið að horfa til langtímaáhrifa á fólk vegna lágs styrks $H_2S$ þótti ekki þörf á að skoða sérstaklega gönguleiðir á virkjunarsvæðinu þar sem dvöl fólks er nær undantekningalaust tímabundin.

Í tilfelli fyrirhugaðra virkjana á Norðausturlandi eru það Húsavík og Reykjahlíð við Mývatn sem eru næstu þéttbýlisstaðir. Til viðmiðunar eru einnig sýndar dreifingarmyndir miðað við svokölluð óþægindamörk, það er 42 µg/$m^3$ fyrir klukkustundarmeðaltal.

Líkur á að sólarhrings meðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá fyrirhuguðum virkjunum á Norðausturlandi ásamt núverandi Kröflustöð sé undir 150 µg/m$^3$ eru sýndar á **mynd 84**. Miðað við þennan styrk eru alls engar líkur á að sólarhrings meðalstyrkur $H_2S$ fari yfir heilsuverndarmörk á Húsavík eða í Aðaldal og 95% líkur á að styrkurinn sé undir heilsuverndarmörkum í Reykjahlíð. Til samanburðar eru líkur á að klukkustundar meðalstyrkur $H_2S$ sé undir svokölluðum óþægindamörkum yfir 99% á Húsavík og um 90% í Reykjahlíð (**mynd 85**).



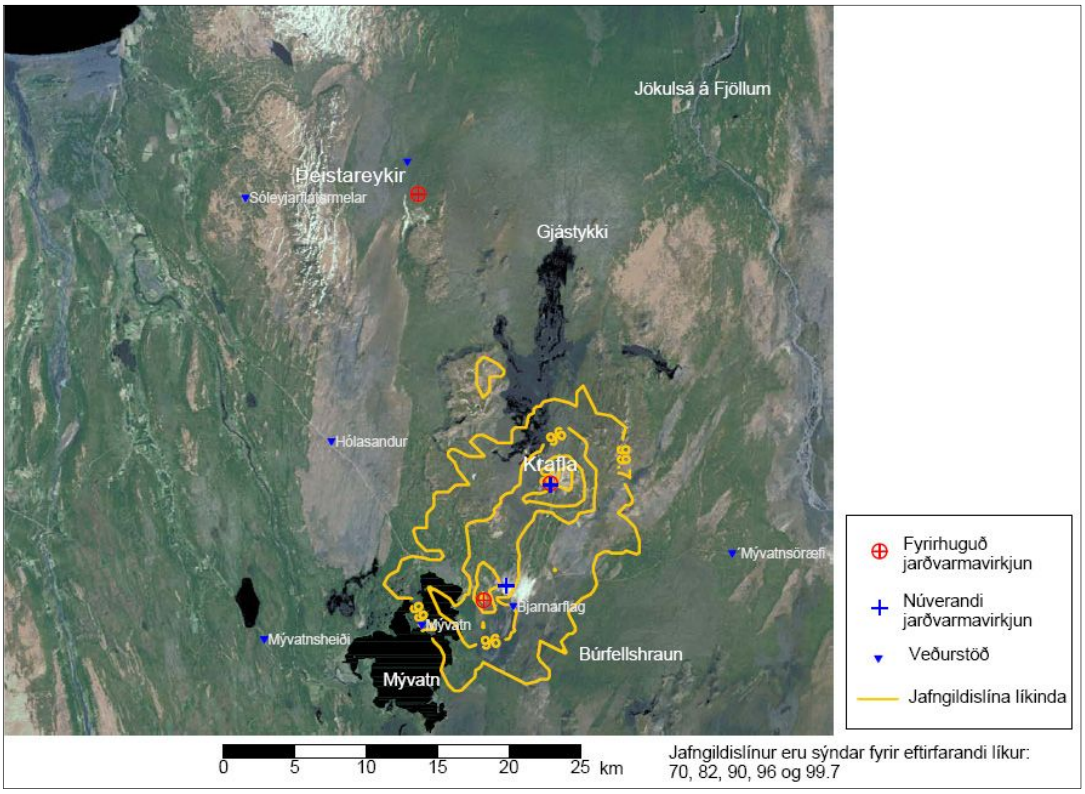

**Mynd 84** Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Kröflustöð (60 $MW_e$), Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$), Krófluvirkjun II (150 $MW_e$), og Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$) sé undir 150 µg/m$^3$ (viðauki A13).



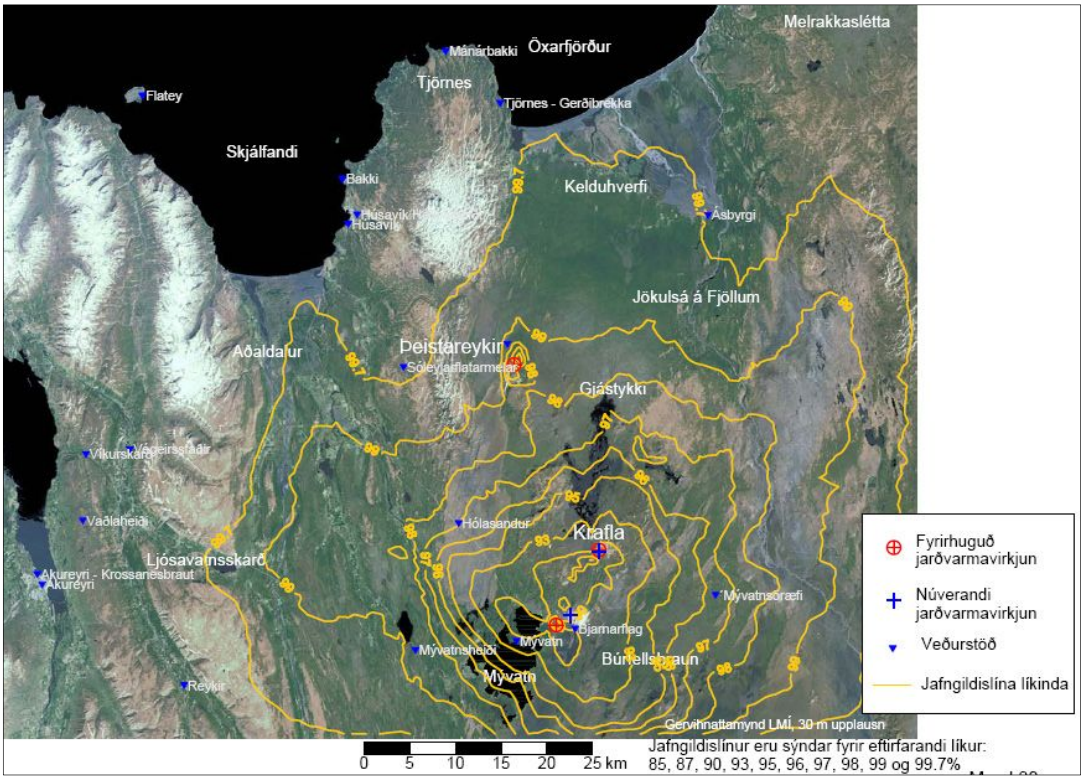

**Mynd 85** Líkur á að klukkustundar meðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Kröflustöð (60 $MW_e$) Kröfluvirkjun II (150 $MW_e$), Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$) og Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$) sé undir 42 µg/$m^3$ (viðauki A13).

Ýmsar leiðir eru til við hreinsun $H_2S$ úr útblæstri jarðhitavirkjana. Í samræmi við matsáætlun, hafa Þeistareykir látið kanna áhrif þess að hreinsa $H_2S$ úr útblæstri Þeistareykjavirkjunar. Gert var ráð fyrir 95% árangri í hreinsun en helstu hreinsunaraðferðir hreinsa á bilinu 95-98% úr útblæstri. Á **myndum 86 og 87** eru niðurstöður dreifireikninga fyrir $H_2S$ sýndar með myndrænum hætti. Sýndar eru niðurstöður reikninga fyrir útblástur frá fyrirhugaðri 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun miðað við 95% hreinsun á $H_2S$ í útblæstri. Á myndunum er einnig sýndur óhreinsaður útblástur fá Kröflustöð (60 $MW_e$), Kröfluvirkjun II (150 $MW_e$) og Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$).

Eins og sjá má á **mynd 86** eru engar líkur á að sólarhrings meðalstyrkur brennisteinsvetnis nái við þessar aðstæður heilsuverndarmörkum (150 µg/$m^3$) á Húsavík. Styrkur í Reykjahlíð færi yfir heilsuverndarmörk í um 5% tilfella eða svipað og án nokkurrar hreinsunar. Nær engar líkur, eða 0,3%, eru á að óþægindamörkum yrði náð á Húsavík, sem lækka enn frekar sé gert ráð fyrir hreinsun á Þeistareykjum. Óþægindamörkum yrði náð jafnoft í Reykjahlíð (**mynd 87**) eða í um 10% tilvika með og án hreinsunar $H_2S$ úr útblæstri á Þeistareykjum (sjá **mynd 85**). Ef $H_2S$ yrði eingöngu hreinsað úr útblæstri fyrirhugaðrar Þeistareykjavirkjunar en ekki í öðrum áformuðum jarðhitavirkjunum á Norðausturlandi, það er í Bjarnarflagi og Kröfluvirkjun II, sést að það hefur mest áhrif næst virkjunarsvæðinu á Þeistareykjum. Það á jafnt við um heilsuverndarviðmið WHO og óþægindamörkin en þeim yrði áfram náð í Reykjahlíð. Gerð er nánari grein fyrir útblæstri $H_2S$ frá Kröfluvirkjun II í frummatsskýrslu um Kröfluvirkjun II.




**Mynd 86** Líkur á að sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Kröflustöð (60 $MW_e$), Kröfluvirkjun II (150 $MW_e$), Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$) og Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$) sé undir 150 µg/$m^3$ miðað við 95% hreinsun $H_2S$ úr útblæstri Þeistareykjavirkjunar (viðauki A13).




**Mynd 87** Líkur á að klukkustundarmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Kröflustöð (60 $MW_e$), Kröfluvirkjun II (150 $MW_e$), Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$) og Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$) sé undir 42 µg/$m^3$ miðað við 95% hreinsun $H_2S$ úr útblæstri Þeistareykjavirkjunar (viðauki A13010).

Í ljósi þess sem hér hefur verið fjallað um þykir sýnt að hreinsun útblásturs frá Þeistareykjavirkjun hafi nær engin áhrif á heilsuverndarmörk eða óþægindamörk $H_2S$ í byggð, hvort heldur litið er til Húsavíkur eða Reykjahlíðar við Mývatn.

Samkvæmt reikningum mun styrkur $H_2S$ í lofti á áhrifasvæði Þeistareykjavirkjunar ekki fara yfir viðmiðunarmörk. Að mati framkvæmdaraðila er því ekki þörf á hreinsun $H_2S$ frá fyrirhugaðri Þeistareykjavirkjun þar sem reiknilíkön hafi frekar tilhneigingu til að oftúlka útbreiðslumörk og styrk loftdreifingar. Til að mynda er ekki tekið tillit til efnahvarfa í framangreindum reikningum þó svo að lausleg athugun bendi ekki til þess að þau skipti verulegu máli. Lagt er til, eins og fram kemur í kafla 11 um eftirlit, að styrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) í lofti verði mældur reglulega í nágrenni við virkjunina og inni í stöðvarhúsinu til að fylgjast með hvort styrkur fer yfir heilsuverndarviðmið og vinnuverndarviðmið. Jafnframt verði niðurstöður mælinga bornar saman við reiknaða dreifingu. Í ljósi niðurstöðu mælinga verður tíðni eftirlitsmælinga ákveðin og gripið til frekari aðgerða til mótvægis ef þörf reynist.

**Mótvægisaðgerðir**

Engar eiginlegar mótvægisaðgerðir eru fyrirhugaðar á Þeistareykjum vegna áhrifa á loft. Reglulegt eftirlit verður með styrk brennisteinsvetnis á virkjunarsvæðinu og í stöðvarhúsi. Árlegt útstreymi jarðhitalofttegunda frá virkjuninni verður skráð.

**Niðurstöður**

| |
|---|
| Áhrif vegna útstreymis jarðhitalofttegunda frá Þeistareykjavirkjun, einkum koltvíoxíðs ($CO_2$) og brennisteinsvetnis ($H_2S$) verða óveruleg. |

### 9.8.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn umhverfisstofnunar**

***Loftgæði**: Í umsögninni segir: „Rétt er að vekja athygli á því að eftir að frummatsskýrslur voru unnar, er komin út reglugerð sem takmarkar hámarksstyrk brennisteinsvetnis við 50µg/m$^3$ að meðaltali yfir 24 klukkutíma.*

*Heildarlosun Þeistareykjavirkjunar, Kröflustöðvar (núverandi), Kröfluvirkjunar II og Bjarnarflagsvirkjunar á brennisteinsvetni verður um 29.600 tonn á ári. Það er nokkuð meira en Hellisheiðar- og Nesjavallarvirkjanir losuðu samanlagt árið 2008. Losun frá þeim hefur skapað ýmiskonar óþægindi fyrir íbúa á höfuðborgarsvæðinu eins og t.d. lyktarmengun og aukna tæringu á rafeindatækjum. Byggð á höfuðborgarsvæðinu er í um 20-30 km fjarlægð frá Hellisheiðarvirkjun. Allar núverandi og fyrirhugaðar virkjanir í umræddum matsskýrslum eru innan 30 km frá þorpinu í Reykjahlíð.“*

Fyrir útgáfu reglugerðar voru ekki til íslensk heilsuverndarmörk og var tekið mið af viðmiðunarmörkum Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar (WHO) við mat á umhverfisáhrifum, 150 µg/m$^3$ fyrir sólarhrings meðaltal, og gerð grein fyrir áhrifum brennisteinsvetnis á loftgæði út frá því í frummatsskýrslu. Samkvæmt 5. gr. reglugerðar nr. 514/2010 skal styrkur brennisteinsvetnis, sem mældur er í samræmi við almennt viðurkenndar greiningaraðferðir sem Umhverfisstofnun samþykkir, ekki

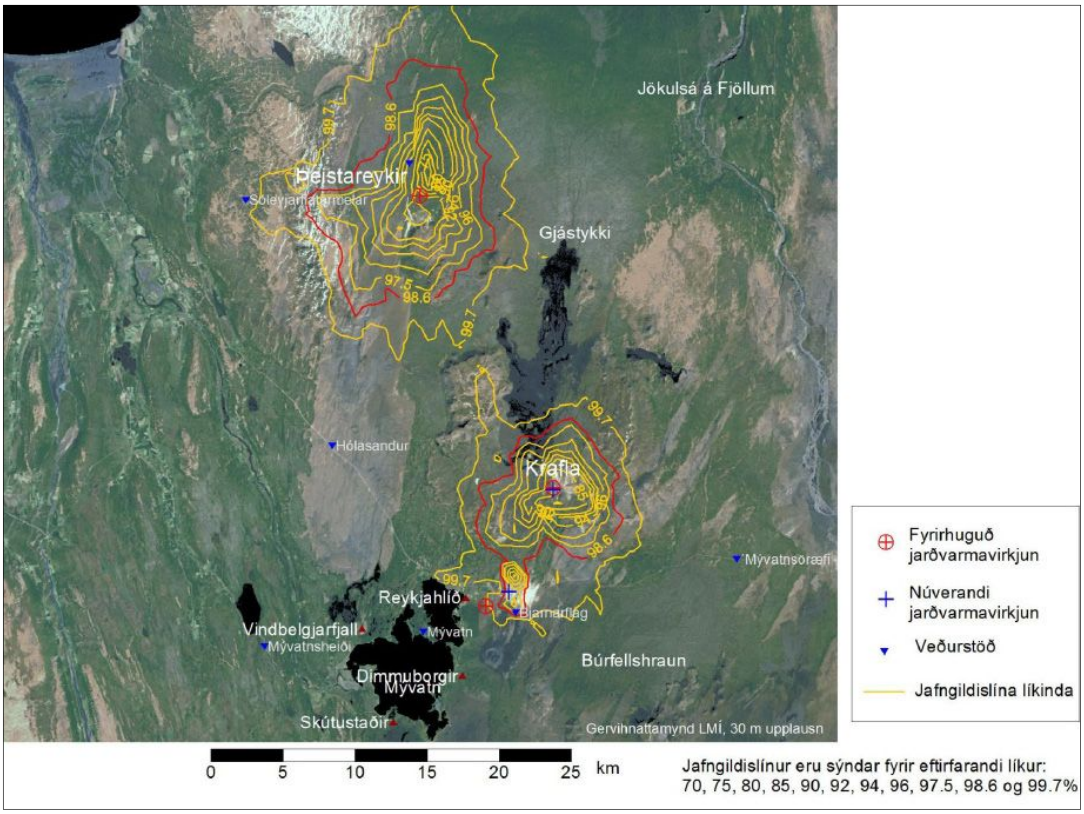
vera yfir eftirfarandi umhverfismörkum í **töflu 19** sem tilgreind eru í I. viðauka með reglugerðinni:

**Tafla 19** Umhverfismörk fyrir brennisteinsvetni samkvæmt reglugerð nr. 514/2010.

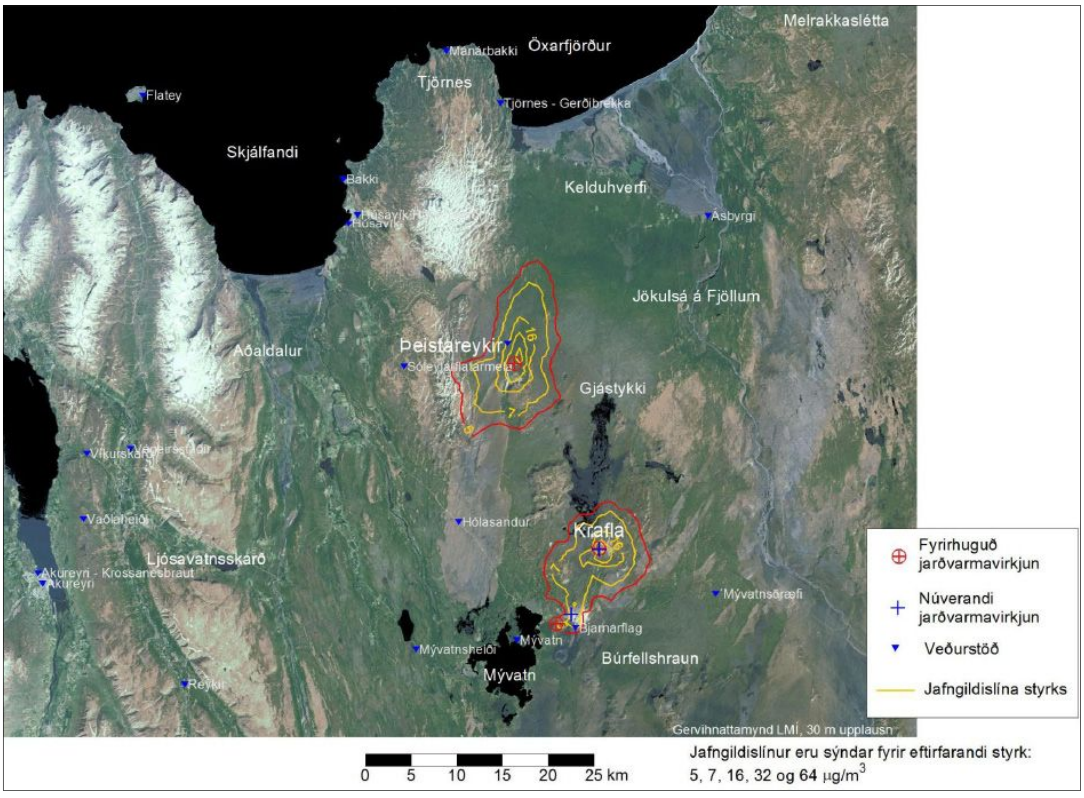
| **Umhverfismörk** | **Viðmiðunartími** | **Mörk (µg/m$^3$)** | **Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega** | **Gildir frá** |
|---|---|---|---|---|
| Heilsuverndarmörk | Hámark daglegra hlaupandi 24 stunda meðaltala | 50 | 5 | 18. júní 2010 |
| Heilsuverndarmörk | Hámark daglegra hlaupandi 24 stunda meðaltala | 50 | 0 | 1. júlí 2014 |
| Heilsuverndarmörk | Ár | 5 | | |

Verkfræðistofan Vatnaskil var fengin til að útbúa loftdreifingarmyndir miðað við reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti, byggt á fyrri líkanreikningum sem lýst er í frummatsskýrslu (**viðauki A21**). Helstu niðurstöður loftdreifingarreikninga frá Þeistareykjavirkjun auk núverandi virkjana á Norðausturlandi eru eftirfarandi:

- Engar líkur eru á að hlaupandi 24 klst. meðaltal $H_2S$ sé yfir 50 µg/m$^3$ á Húsavík, í Aðaldal og Kelduhverfi miðað við að 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun bætist við þær virkjanir sem fyrir eru á Norðausturlandi (**mynd 88**).
- Ársmeðalstyrkur fer ekki yfir 5 µg/m$^3$ nema í næsta nágrenni við fullbyggða Þeistareykjavirkjun (**mynd 89**)
- Áhrifasvæði Þeistareykjavirkjunar nær ekki til Mývatns (**myndir 88 og 89**).



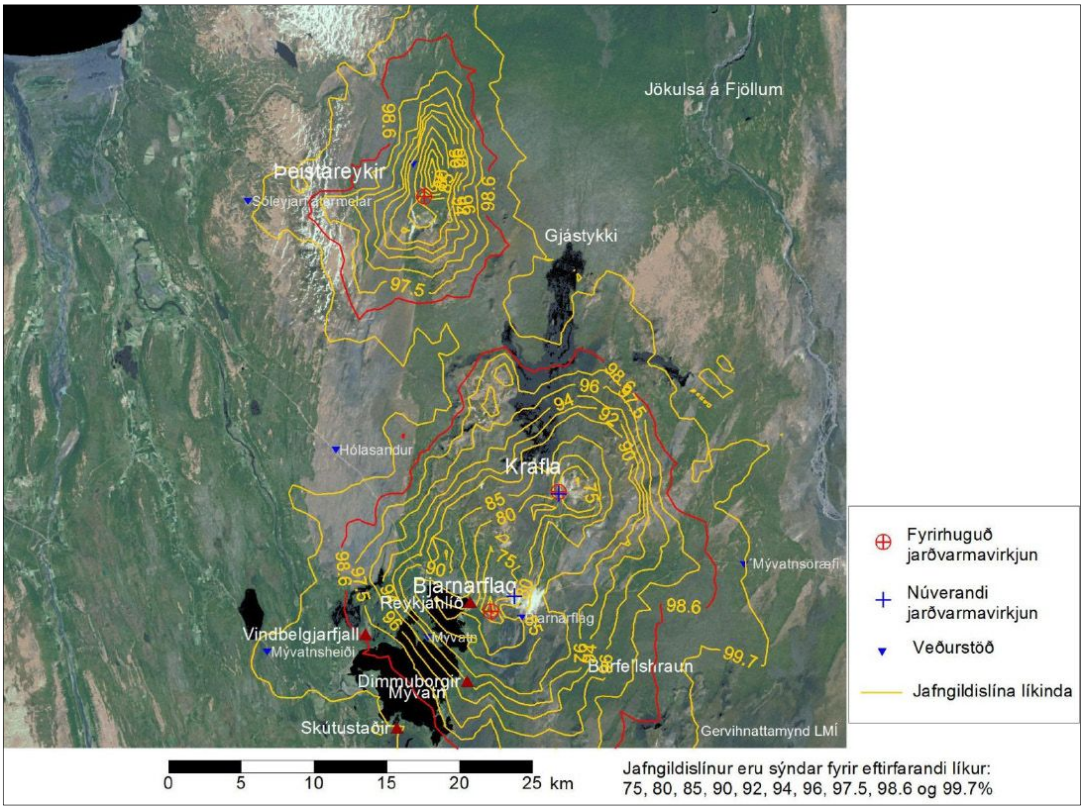

**Mynd 88** Líkur á að hlaupandi 24 klst meðaltal styrks brennisteinsvetnis frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$) og Bjarnarflagsstöð (3 $MW_e$) sé undir 50 µg/m$^3$.



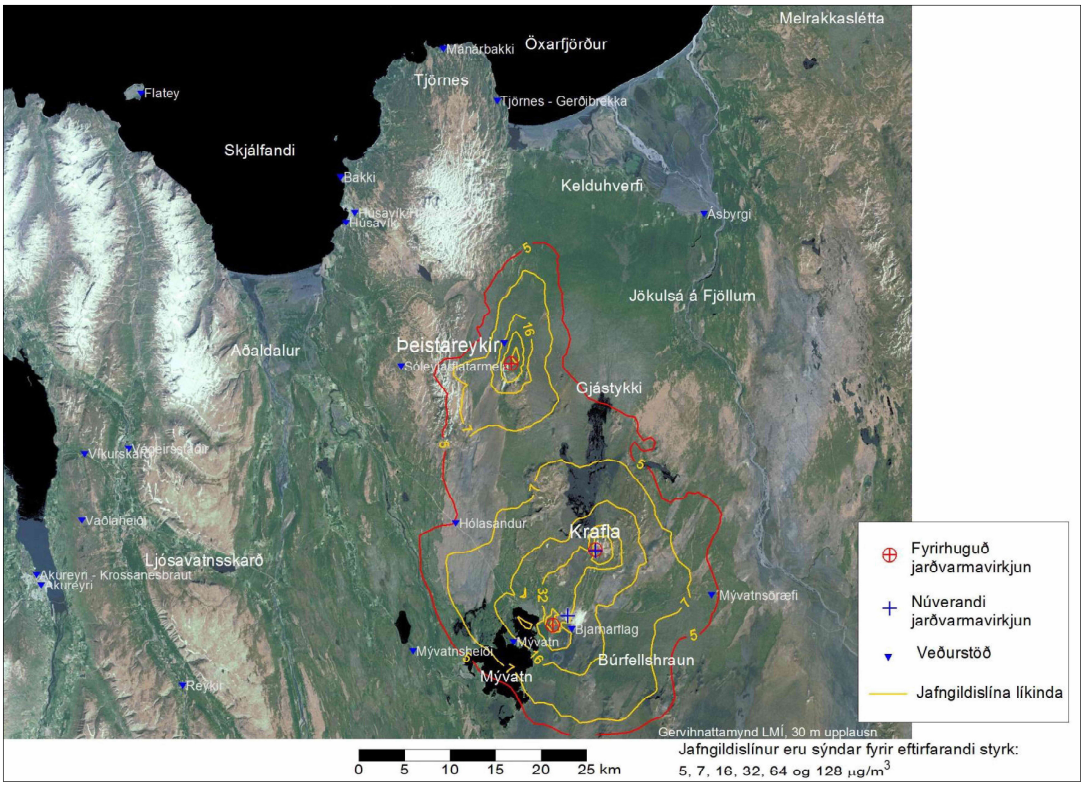

**Mynd 89** Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$), og Bjarnarflagsstöð (3 $MW_e$).

Í ljósi nýrrar reglugerðar voru einnig útbúnar myndir sem sýna dreifingu $H_2S$ miðað við fyrirhugaða 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun auk annarra virkjunaráforma á Norðausturlandi vegna hugsanlegra samlegðaráhrifa (sjá **viðauka A21**). Auk þess var núverandi Kröflustöð tekin með í reikninginn. Virkjanirnar sem um ræðir eru núverandi 60 $MW_e$ Kröflustöð, 150 $MW_e$ Kröfluvirkjun II, 90 $MW_e$ Bjarnaflagsvirkjun og 200 $MW_e$ Þeistareykjavirkjun. Helstu niðurstöður loftdreifireikninganna miðað við allar virkjanir fullbyggðar eru eftirfarandi:

- Engar líkur eru á að hlaupandi 24 klst meðaltal $H_2S$ sé yfir 50 µg/m$^3$ í byggð í Aðaldal, Kelduhverfi og á Húsavík (**mynd 90**).
- Líkur á að 24 klst. hlaupandi meðaltal $H_2S$ sé undir 50 µg/m$^3$ eru um 80% í Reykjahlíð sem er á áhrifasvæði Kröfluvirkjunar II og Bjarnarflagsvirkjunar (**mynd 90**).
- Ársmeðaltalsstyrkur $H_2S$ fer ekki yfir 5 µg/m$^3$ á Húsavík eða í Aðaldal og Kelduhverfi, en er yfir 5 µg/m$^3$ á nánast öllu Mývatnssvæðinu. Ársmeðalstyrkurinn er um 30 µg/m$^3$ í Reykjahlíð (**mynd 91**).



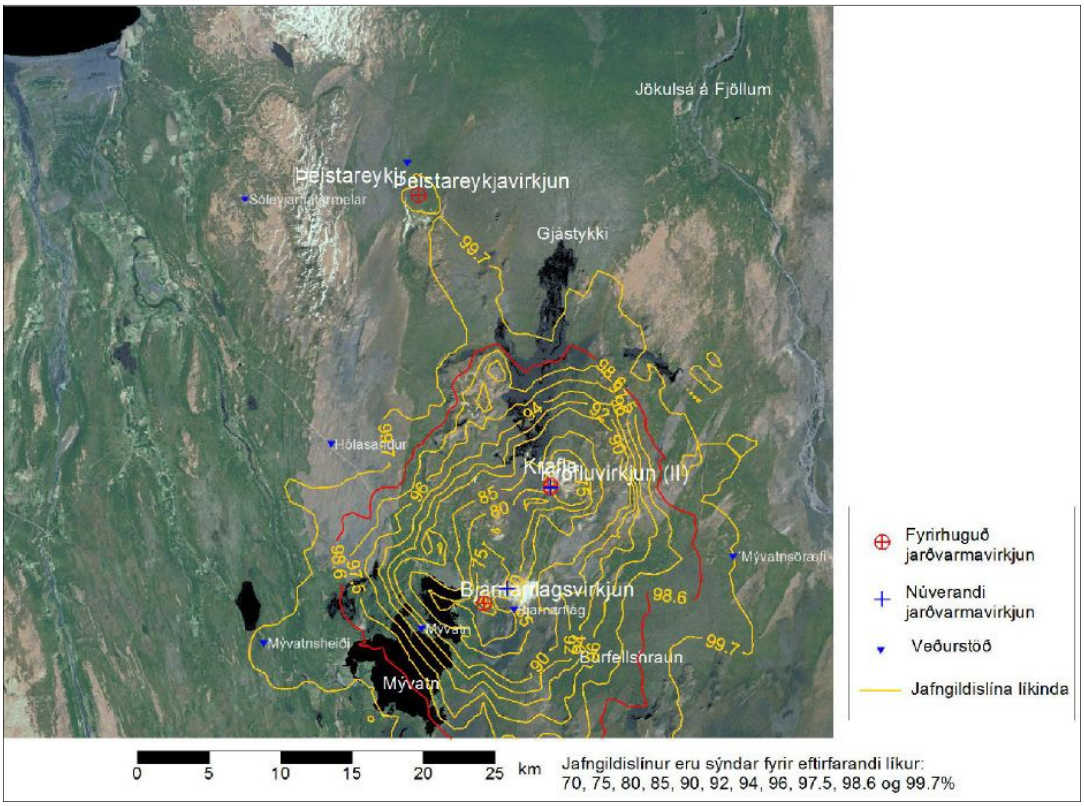

**Mynd 90** Líkur á að hlaupandi 24 klst. meðaltal styrks brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$), Kröfluvirkjun II (150 $MW_e$) og Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$) sé undir 50 µg/m$^3$.



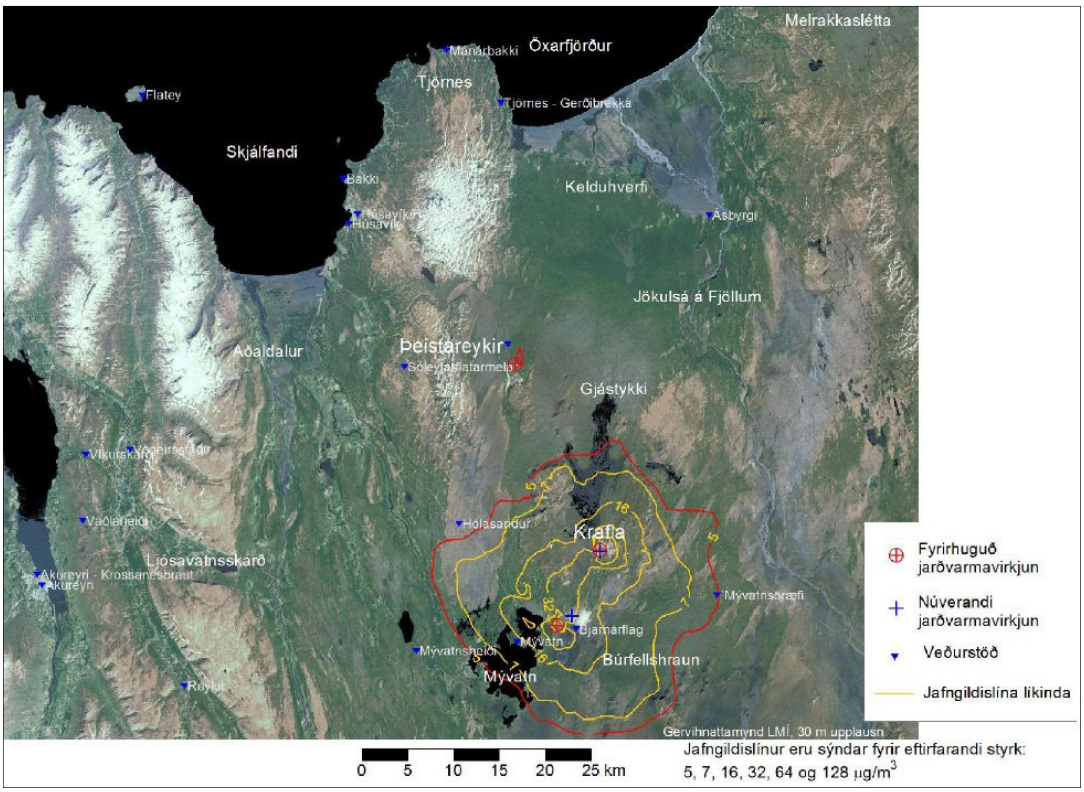

**Mynd 91** Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$), Krafluvirkjun II (150 $MW_e$) og Bjarnarflagsvirkjun (90 $MW_e$).

Samanlagt áætlað útstreymi brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá áformuðum jarðhita-virkjunum á Norðausturlandi er um 29.600 tonn á ári miðað við að uppsett afl þeirra verði allt að 500 MW í rafmagni. Framkvæmdaraðili bendir á að þar af er einn fimmti hluti þess, 5.500 tonn, áætlað árlegt útstreymi $H_2S$ frá Þeistareykjavirkjun, sem er stærst umræddra virkjana. Stærsta virkjunin mun því losa hlutfallslega minnst af $H_2S$.

Styrkur $H_2S$ fer ekki yfir heilsuverndarmörk á áhrifasvæði Þeistareykjavirkjunar. Þó voru könnuð aftur áhrif þess að hreinsa $H_2S$ úr útblæstri virkjunarinnar með hliðsjón af nýjum viðmiðum samkvæmt reglugerð 514/2010, sjá **myndir 92 og 93.** Eins og áður hefur komið fram hefur hreinsun $H_2S$ úr útblæstri Þeistareykjavirkjunar mest áhrif næst virkjuninni, en hefur takmörkuð áhrif á loftgæði á Húsavík eða í Kelduhverfi og Aðaldal. Hreinsun $H_2S$ á Þeistareykjum hefur ekki áhrif í Reykjahlíð samkvæmt dreifingarspá.




**Mynd 92** Líkur á að hlaupandi 24 klst. meðaltal styrks brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$) og Bjarnarflagsstöð (3 $MW_e$) sé undir 50 µg/$m^3$ með 95% hreinsun á Þeistareykjum.




**Mynd 93** Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis ($H_2S$) frá Þeistareykjavirkjun (200 $MW_e$), Kröflustöð (60 $MW_e$), og Bjarnarflagsstöð (3 $MW_e$) með 95% hreinsun brennisteinsvetnis á Þeistareykjum.

Í ljósi framangreindrar umfjöllunar er ekki talin þörf á hreinsun brennisteinsvetnis úr útblæstri Þeistareykjavirkjunar. Framkvæmdaraðili mun eftir sem áður tryggja að styrkur brennisteinsvetnis í andrúmslofti verði innan við umhverfismörk í lögum og reglugerðum samanber viðmið í upphafi kafla 9.8.2. Ef styrkurinn fer yfir heilsuverndarviðmið í nálægri byggð verður gripið til frekari aðgerða til mótvægis, til dæmis hreinsunar á útblæstri Þeistareykjavirkjunar, ef mældur styrkur fer yfir heilsuverndarviðmið. Tækniþekking við hreinsun á brennisteinsvetni úr útblæstri sambærilegra virkjana er vel þekkt í heiminum í dag. Til upplýsingar er áætluð stærð byggingar sem hreinsun útheimtir á við fjórðung úr vélasal fyrir hverja 50 $MW_e$ virkjunareiningu. Áætlað er að stofnkostnaður virkjunar muni hækka allt að 4,5-6% og rekstrarkostnaður á bilinu 50-100 %. Flokka má hreinsunaraðferðir í þrennt eftir því hvers eðlis þær eru. Þekktar eru líffræðilegar aðferðir, sem byggja á notkun brennisteinsbaktería, efnafræðilegar aðferðir sem byggja á notkun efna til að oxa brennisteinsvetni og eðlisfræðilegar aðferðir sem byggja á ísogi eða ásogi brennisteinsvetnis. Þá er í gangi tilraunaverkefni sem snýst um að skilja $H_2S$ úr gasi frá virkjun, blanda því við skiljuvatn og dæla því niður í bergið (Orkuveita Reykjavíkur, 2010). Ekki liggur fyrir niðurstaða hvaða aðferð muni henta best íslenskum aðstæðum.

Í umsögn Umhverfisstofnunar segir*: „Umhverfisstofnun vill taka sérstaklega fram að þessar dreifingarspár eru skýrt og vel fram settar og mjög gagnlegar til að átta sig á áhrifum af jarðhitanýtingu á svæðinu. Þó saknar stofnunin upplýsinga sem sérstaklega var óskað eftir á samráðsfundum fyrr í matsferlinu. Þá óskaði Umhverfisstofnun eftir að reiknaðir yrðu styrkir fyrir verstu mögulegu stöðu í næstu íbúðarbyggð. ...Umhverfisstofnun óskar sérstaklega eftir að fá upplýsingar um hæstu klukkustundargildi sem komu út úr líkanreikningum fyrir Reykjahlíð, Húsavík og þá byggð í Kelduhverfi sem næst er virkjunarsvæðum fyrir öll sjö tilvikin sem skoðuð voru. ...Umhverfisstofnun bendir á að nýsett reglugerð um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti nr. 514/2010 er ætlað að verja heilsu fólks.“*

Í upphafi kafla 9.8.2 eru talin upp ýmis viðmið, sem notuð eru við mat á umhverfisáhrifum á loft. Hámarksgildi eins og Umhverfisstofnun óskar eftir gefa villandi mynd af hugsanlegum áhrifum að mati framkvæmdaraðila auk þess sem hvergi er tekið mið af hámarksgildum í þeim viðmiðum sem notuð eru í matskaflanum. Framkvæmdaraðili telur því eðlilegast og fullnægjandi að gera grein fyrir umhverfisáhrifum í samræmi við þær kröfur og umhverfismörk sem sett eru í nýútkominni reglugerð um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti (**tafla 19**).

Framkvæmdaraðili Þeistareykjavirkjunar mun uppfylla ákvæði reglugerðar nr. 514/2010, um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti, þar sem hún gildir, reglugerð nr. 390/2009, um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum og reglugerð nr. 787/1999, um loftgæði.

Landsvirkjun er framkvæmdaraðili að Bjarnarflagsvirkjun og Kröfluvirkjun II. Gerð er grein fyrir útblæstri Kröfluvirkjunar II, dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni og áformum um vöktun og eftirlit í næstu byggð, í ljósi nýrra viðmiða í reglugerð nr. 514/2010, í matsskýrslu Landsvirkjunar um Kröfluvirkjun II.

Umhverfisstofnun bendir á að *„Í umfjöllun um grunnástands lofts bls. 170 er farið yfir útstreymi frá jarðhitavirkjunum og losun á umhverfisspillandi lofttegundum. Þar segir m.a.: „Af snefilefnum sem berast með gufu hafa menn einkum áhyggjur af kvikasilfri (Hg).“ Umhverfisstofnun telur að ítarlegri upplýsingar um hugsanleg*

*umhverfisáhrif kvikasilfurs þurfi að liggja fyrir og þá einnig hversu mikið er áætlað að berist af kvikasilfri með jarðhitagufu.“*

Hverfandi litlar líkur eru á að kvikasilfur berist með gufu frá kæliturnum, en þar verður útstreymi óþéttanlegra jarðhitalofttegunda frá Þeistareykjavirkjun (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2009), samanber efnagreiningar á sýnum úr borholum með hreinni gufu á Kröflusvæðinu. Kvikasilfur greinist eingöngu í vatnsmettaðri gufu.

## 9.9 ÁSÝND

### 9.9.1 GRUNNÁSTAND

Hér á eftir eru birtar ljósmyndir sem sýna framkvæmdasvæði fyrirhugaðrar virkjunar og virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum eins og það lítur út fyrir framkvæmdir. Einnig er í kafla 9.9.2 gerð grein fyrir umfangi og útliti mannvirkja eins og kostur er á þessu stigi. Myndatökustaðir á orkuvinnslusvæðinu eru sýndir á sýnileikakorti (**mynd 94**). Myndatökustaðir á vegstæði virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum eru sýndir á **mynd 95**. Eftirtaldir myndatökustaðir voru valdir til að sýna ásýnd svæðisins fyrir og eftir framkvæmd:

***Orkuvinnslusvæði***

Útsýni stutt frá vegi sunnan við Klifarvegg (**mynd 96**). Horft til suðurs í átt að Bæjarfjalli. Myndinni er ætlað að sýna ásýnd á svæði norðan við Bæjarfjall og undir Bóndhólsskarði séð frá virkjunarvegi fyrir framkvæmdir.

Frá hverasvæði í grennd við skálann við Þeistareyki (**mynd 98**). Horft er til norðvesturs yfir Stóravítishraun. Fjær sést Þeistareykjahraun og Lambafjöll í baksýn. Skálinn er vinsæll áningarstaður ásamt nærliggjandi hverasvæði. Myndinni er ætlað að sýna ásýnd í grennd við skálann fyrir framkvæmdir.

Útsýni frá brún Bæjarfjalls yfir Bóndhólsskarð (**mynd 100**). Horft er til norðurs í átt að Þeistareykjabungu. Myndinni er ætlað að sýna framkvæmdasvæði fyrir borsvæði, aðkomuvegi og lagnir, sem fyrirhuguð eru í og ofan við Bóndhólsskarð, fyrir framkvæmdir.

Útsýni yfir fyrirhugað framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar úr Bóndhólsskarði (**mynd 102**). Horft er til Lambafjalla og Höfuðreiðarmúla yfir Þeistareyki og Stóravítishraun. Myndinni er ætlað að sýna útsýni úr skarðinu fyrir framkvæmdir. Ferðaleið að Stóravíti og Litlavíti liggur um skarðið.

Á **mynd 104** er horft til norðurs af Bæjarfjalli yfir fyrirhugað orkuvinnslusvæði. Myndin sýnir fyrirhugað framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar fyrir framkvæmdir.

**Mynd 106** er tekin í austur við fyrirhugaðan veg þar sem hann liggur vestan Tjarnaráss. Horft er til Þeistareykja og Bóndhólsskarð er fyrir miðri mynd. Myndin sýnir ásýnd áður en framkvæmdir hefjast.

**Mynd 108** er tekin í átt að Bóndhólsskarði skammt suðaustur af skálanum á Þeistareykjum. Myndin sýnir útsýni í þessa átt í námunda við skálann.

Útsýni fyrir framkvæmdir af fyrirhuguðum virkjunarvegi við Klifarvegg til suðvesturs í átt að borsvæði O er sýnt á **mynd 110**.

***Virkjunarvegur***

Á **mynd 113** er sýnt hvernig útsýnið til vesturs frá Klifarvegg er af fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar fyrir framkvæmd. Þarna liggur vegslóð um Stóravítishraun að kjarnaholu ÞR-07 og grunnvatnsholu ÞR-09.

Horft er til vesturs yfir Stóravítis- og Skildingahraun að Skildingahól á **mynd 114**. Myndin sýnir fyrirhugað vegstæði virkjunarvegar fyrir framkvæmdir.

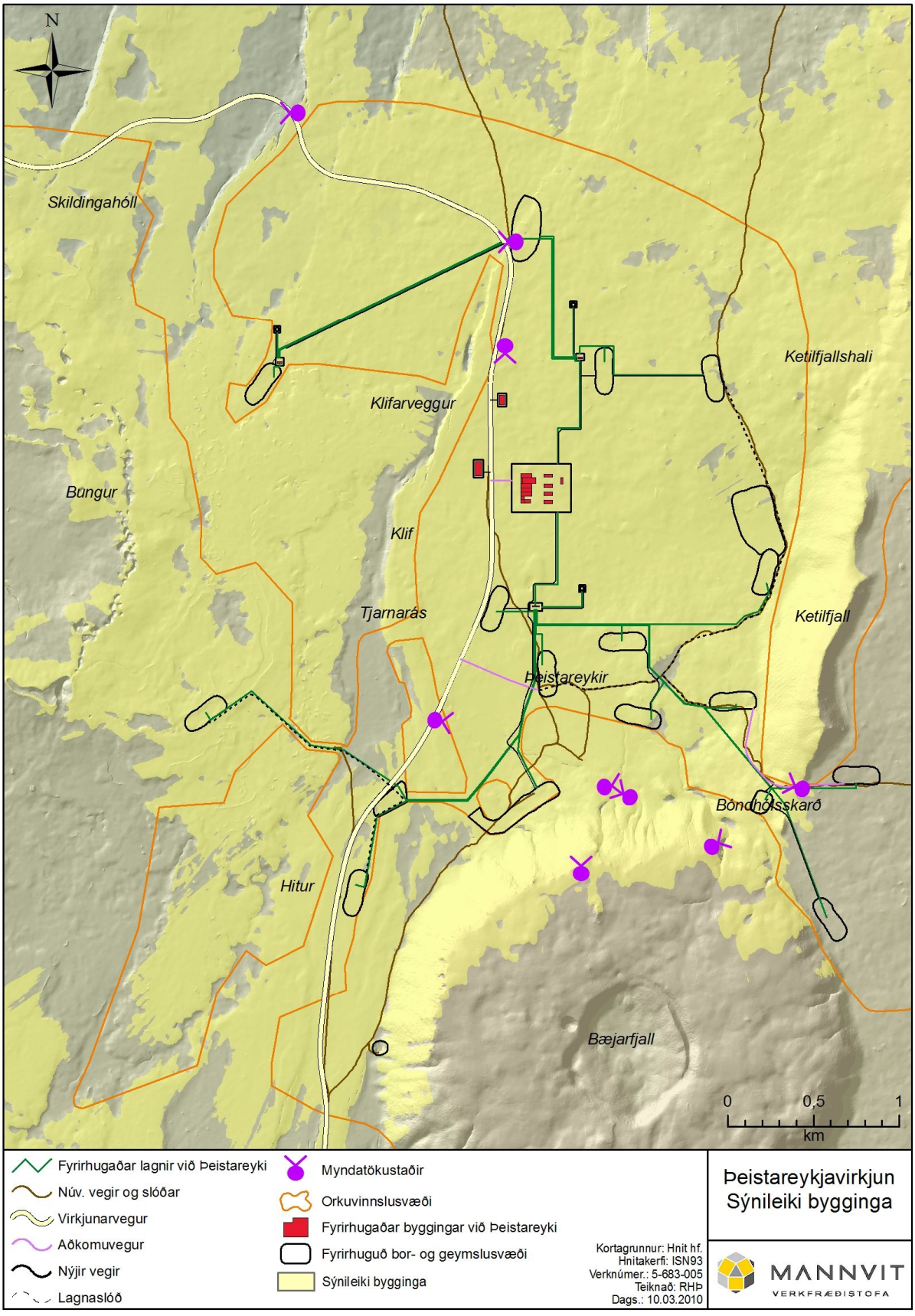
**Mynd 116** sýnir ásýnd við fyrirhugað vegstæði í Þeistareykjahrauni skammt vestan við Skildingahólsvegg. Myndin er tekin til norðvesturs í átt að Grísatungufjöllum. Nær eru Höfuðreiðarmúli til vinstri og Sæluhúsamúli til hægri á myndinni.

Á **mynd 118** er horft til norðvesturs yfir sandorpið Þeistareykjahraun og fyrirhugað vegstæði. Grísatungufjöll eru í baksýn, Höfuðreiðarmúli til vinstri og Sæluhúsmúli til hægri á myndinni.

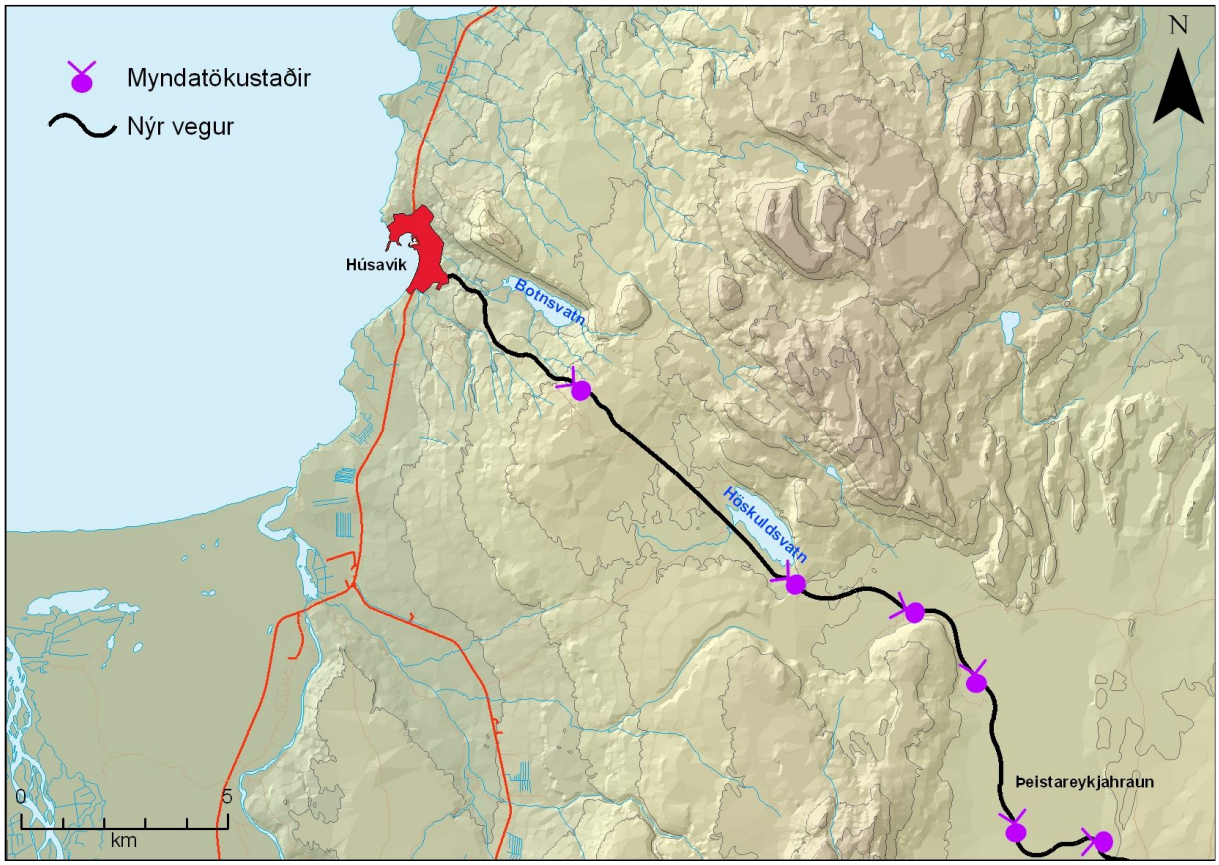
**Mynd 120** er tekin til vesturs á núverandi fjallvegi norðan Höfuðreiðarmúla og sýnir ásýndina fyrir framkvæmdir við virkjunarveg.

**Mynd 122** sýnir útsýni fyrir framkvæmd til norðvesturs frá núverandi fjallvegi suðaustan við Höskuldsvatn sem sést til hægri á myndinni.

**Mynd 124** er tekin á vestanverðum Grjóthálsi. Hún sýnir útsýni af núverandi fjallvegi í átt til Húsavíkur. Húsavíkurfjall og Botnsvatn til hægri á myndinni.




**Mynd 94** Sýnileiki bygginga á orkuvinnslusvæðinu við Þeistareyki og myndatökustaðir.




**Mynd 95** Fyrirhugaður virkjunarvegur. Myndatökustaðir og sjónarhorn mynda.

## 9.9.2 UMHVERFISÁHRIF

### Viðmið umhverfisþátta

- V. kafli laga nr. 44/1999 um náttúruvernd.
- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.

### Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa

Virkjunarvegur frá Húsavík að Þeistareykjum og bygging jarðhitavirkjunar mun breyta ásýnd framkvæmdasvæðisins. Til viðbótar mannvirkjum á stöðvarhúsreit verða á virkjunarsvæðinu skiljustöðvar, lagnir, vegir, borteigar, borholur og efnistökusvæði. Gufuútstreymi getur einnig haft áhrif á ásýnd.

Lagt var mat á sýnileika framkvæmda og áhrif á ásýnd framkvæmdasvæðisins á orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum. Við matið var nýttur ArcGIS hugbúnaður þar sem sýnileiki var greindur í tví- og þrívíðu umhverfi. Upplýsingar um sýnileika framkvæmdar eru settar fram á **mynd 94**.

Einnig hefur verið lagt mat á breytingu á ásýnd frá helstu ferðaleiðum og útsýnisstöðum og hvernig það gæti haft áhrif á upplifun ferðamanna á svæðinu. Til grundvallar þessari greiningarvinnu var meðal annars lögð fram stefna sveitarfélaganna Norðurþings og Þingeyjarsveitar samkvæmt svæðisskipulagi háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, gögn um göngu- og reiðleiðir, niðurstaða úttektar Ferðamálaseturs Íslands á útivist og ferðaþjónustu á svæðinu og önnur fyrirliggjandi gögn. Fyrir valda staði hafa verið útbúnar myndir á ljósmyndagrunni sem sýna ásýnd umhverfisins eftir framkvæmdir. Staðsetning myndatökustaða og sjónarhorn mynda á orkuvinnslusvæði

er sýnd á yfirlitskorti á **mynd 94.** Myndin sýnir einnig reiknaðan sýnileika fyrir fyrirhugaða byggingar vegna Þeistareykjavirkjunar. Myndatökustaðir og sjónarhorn mynda á veglínu virkjunarvegar eru sýndir á **mynd 95**.

***Orkuvinnslusvæði***

Við greiningu á sýnileika eru eftirtaldar byggingar Þeistareykjavirkjunar notaðar:

- Stöðvarhús
- Kæliturnar
- Skiljustöðvar
- Lokahús og gufuháfar

Hæðir eru samkvæmt **töflu 7** í kafla 4.6.1 (tafla með kennistærðum virkjunar). Það sama á við um byggingar sem settar eru inn á ljósmyndir. Áformað tengivirki Landsnets vestan við stöðvarhúsreitinn er einnig sýnt. Það og byggingar fyrirhugaðrar virkjunar koma til með að sjást víða í nágrenni við virkjunina. Á korti er svæði þar sem byggingar munu sjást sýnt með gulum lit (**mynd 94**). Bæjarfjall og Ketilfjall koma til með að draga úr sýnileiki bygginga til suðurs og austurs. Samkvæmt sýnileikagreiningu munu byggingar ekki sjást í lægð við Tjarnarás. Þess skal þó getið að lagnir og mannvirki á borsvæðum gætu sést þar sem þau eru ekki inn í sýnileikagreiningu.

Fyrirhugaðar framkvæmdir við Þeistareyki muna sjást vel í næsta nágrenni. Flest virkjanamannvirki standa á flötum svæðum norðan Bæjarfjalls og sjást vel frá svæðum þar sem landið er hærra eins og t.d. í Bóndhólsskarði.

Hér á eftir er lýst myndum sem sýna framkvæmdasvæði fyrirhugaðrar virkjunar og virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum eins og það mun líta út eftir að framkvæmdum er lokið.

Á **mynd 97** má sjá mannvirki fyrirhugaðrar virkjunar þegar horft er í átt að Bæjarfjalli. Byggingar virkjunarinnar verða áberandi þar sem nánasta umhverfi þeirra er flatt. Á myndinni sjást einnig lagnir í grennd við stöðvarhús og kæliturna. Settir hafa verið inn gufubólstrar frá borholum í blæstri á borsvæðum A og C. Til hægri má sjá fyrirhugaðan virkjunarveg.

Á **mynd 99** má sjá nágrenni skálans á Þeistareykjum. Í næsta nágrenni munu sjást lagnir og borsvæði, sem sett hafa verið inn á myndina. Einnig sést í skiljustöð við Þeistareykjahraun til hægri á myndinni, en hún er í um þriggja kílómetra fjarlægð.

Á **mynd 101** hafa borsvæði og lagnaleiðir verið sett inn á myndina og má sjá fyrirhuguð borsvæði í Bóndhólsskarði og rétt ofan þess. Frá þessum svæðum munu liggja lagnir niður skarðið að skiljustöð. Borsvæði K til vinstri efst í skarðinu er minna en önnur borsvæði. Mannvirki í Bóndhólsskarði ásamt gufuútstreymi verða áberandi séð frá flatlendi norðan Bæjarfjalls.

**Mynd 103** sýnir ásýndarbreytingar sé horft úr Bóndhólsskarði yfir Þeistareyki, Stóravítishraun og Þeistareykjahraun. Frá þessu sjónarhorni verða talsvert miklar ásýndarbreytingar. Héðan sést stór hluti fyrirhugaðra mannvirkja.

**Mynd 105** sýnir ásýndarbreytingar horft af Bæjarfjalli yfir fyrirhugað framkvæmdasvæði Þeistareykjavirkjunar. Frá þessu sjónarhorni verða talsvert miklar ásýndarbreytingar líkt og úr Bóndhólsskarði. Héðan sést stór hluti fyrirhugaðra mannvirkja, stöðvarhús, kæliturnar, skiljustöðvar, lagnir, vegir og borholur.

Ásýndarbreytingar séð í átt að Bóndhólsskarði frá fyrirhuguðum virkjunarvegi vestan Tjarnarárss eru sýndar á **mynd 107**. Lagnir og gufubólstrar frá borholum hafa verið sett inn á myndina.

Á **mynd 109** er sýnd breyting á útsýni frá nágrenni skálans á Þeistareykjum. Myndin er tekin í átt að Bóndhólsskarði og hefur safnæðalögn frá borsvæðum ofan skarðsins verið bætt inn á myndina.

Á **mynd 111** er horft af fyrirhuguðu vegstæði til suðvestur í átt að borsvæði O. Hún sýnir breytta ásýnd eftir framkvæmd. Skiljustöð, aðkomuvegur að henni og borsvæði O auk lagna hafa verið sett inn á myndina.

***Virkjunarvegur***

Tökustaðir og sjónarhorn ljósmynda af vegstæði virkjunarvegar innan orkuvinnslusvæðis eru sýndir á **mynd 94**. **Mynd 95** sýnir myndatökustaði á vegkaflanum milli Húsavíkur og orkuvinnslusvæðis.

Á **mynd 113** er horft til vesturs yfir Stóravítishraun af Klifarvegg. Myndin sýnir ásýndarbreytinguna þar sem fyrirhugaður vegur og lögn frá borsvæði O hafa verið sett inn á myndina. Vegurinn verður uppbyggður á kaflanum næst Klifarvegg og því mun bera talsvert á honum þar.

**Mynd 115** sýnir legu fyrirhugaðs virkjunarvegar um Stóravítishraun og Skildingahraun. Vegurinn verður uppbyggður og því mun bera nokkuð á honum þar sem hann fer um flatlendi hraunanna.

**Mynd 117** sýnir ásýndarbreytingu með tilkomu vegar um Þeistareykjahraun skammt vestan við Skildingahólsvegg.

Ásýndarbreyting eftir framkvæmd við virkjunarveg í sandorpnu Þeistareykjahrauni austan Höfuðreiðarmúla er sýnd á **mynd 119.**

Á **mynd 121** hefur verið settur inn fyrirhugaður vegur til að sýna breytingu sem verður á útsýni til vesturs við núverandi fjallveg á svæðinu norðan við Höfuðreiðarmúla.

**Mynd 123** sýnir hvernig útsýni til norðvesturs breytist af núverandi fjallvegi við austurenda Höskuldsvatns, þegar virkjunarvegur hefur verið byggður.

Horft er af núverandi fjallvegi á vestanverðum Grjóthálsi í átt til Húsavíkur á **mynd 125.** Húsavíkurfjall og Botnsvatn til hægri á myndinni. Fyrirhugaður virkjunarvegur hefur verið settur inn á myndina.



**Mynd 96** Horft í átt að Bæjarfjalli frá stað skammt norðan fyrirhugaðs stöðvarhúss, grunnástand.



**Mynd 97** Horft í átt að Bæjarfjalli. Fyrirhugaðar framkvæmdir í grennd við stöðvarhús hafa verið settar inn á myndina. Sýndir eru gufubólstrar frá borsvæðum A til hægri og B til vinstri.



**Mynd 98** Skáli á Þeistareykjum, grunnástand.



**Mynd 99** Skáli á Þeistareykjum. Fyrirhugaðar framkvæmdir hafa verið settar inn á myndina.



**Mynd 100** Horft af Bæjarfjalli norður yfir Bóndhólsskarð, grunnástand.



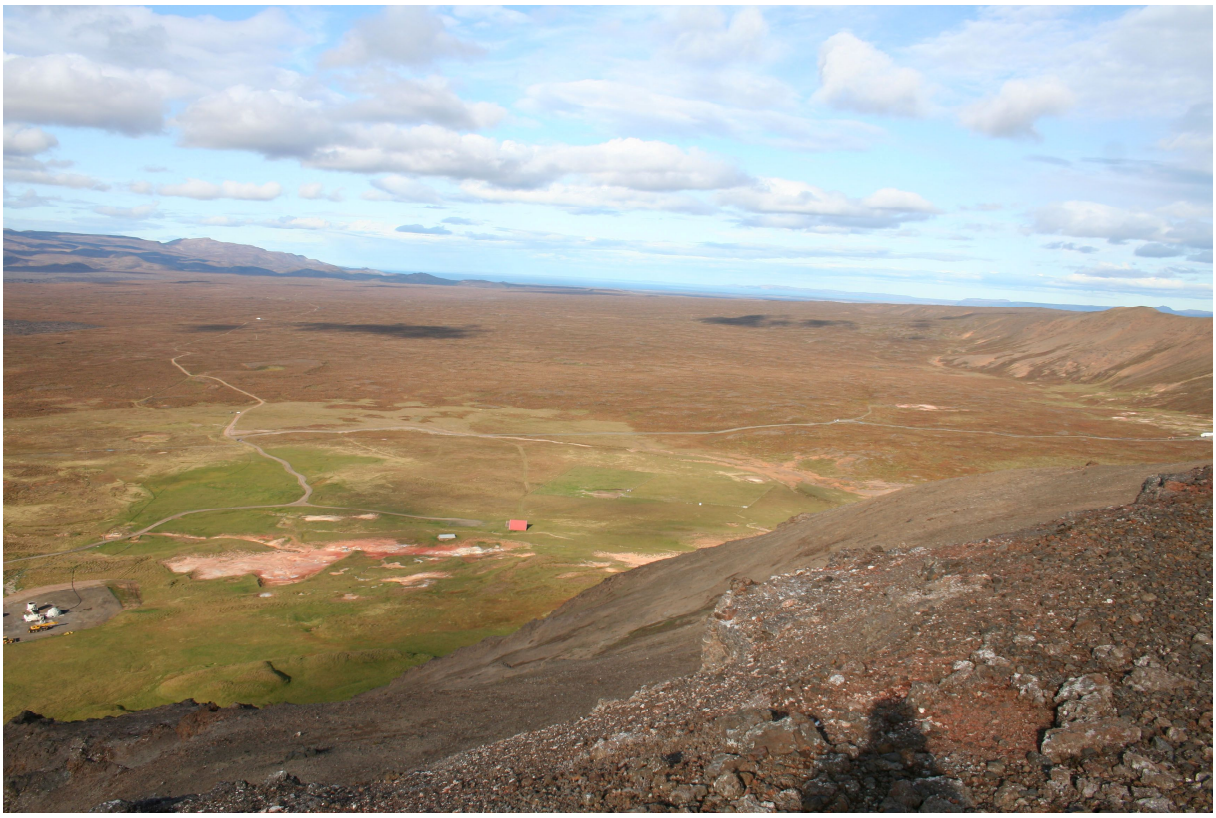

**Mynd 101** Horft af Bæjarfjalli norður yfir Bóndhólsskarð. Fyrirhuguð borsvæði og lagnir hafa verið sett inn á myndina. Bókstafir tákna borsvæði eins og þau eru merkt á kortum.



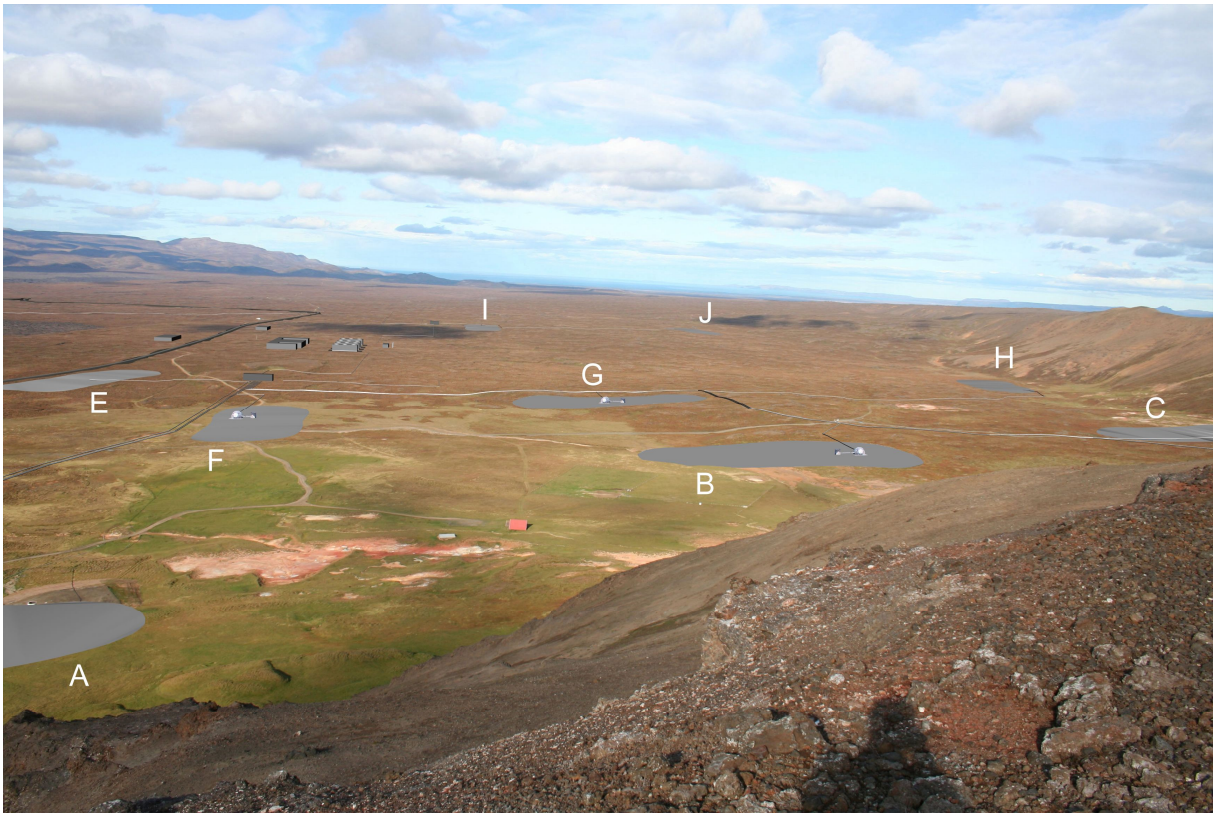
**Mynd 102** Séð úr Bóndhólsskarði yfir Stóravítishraun í átt að Lambafjöllum, grunnástand.




**Mynd 103** Séð úr Bóndhólsskarði yfir Stóravítishraun í átt að Lambafjöllum. Fyrirhugaðar framkvæmdir hafa verið settar inn á myndina. Bókstafir tákna borsvæði eins og þau eru merkt á kortum.



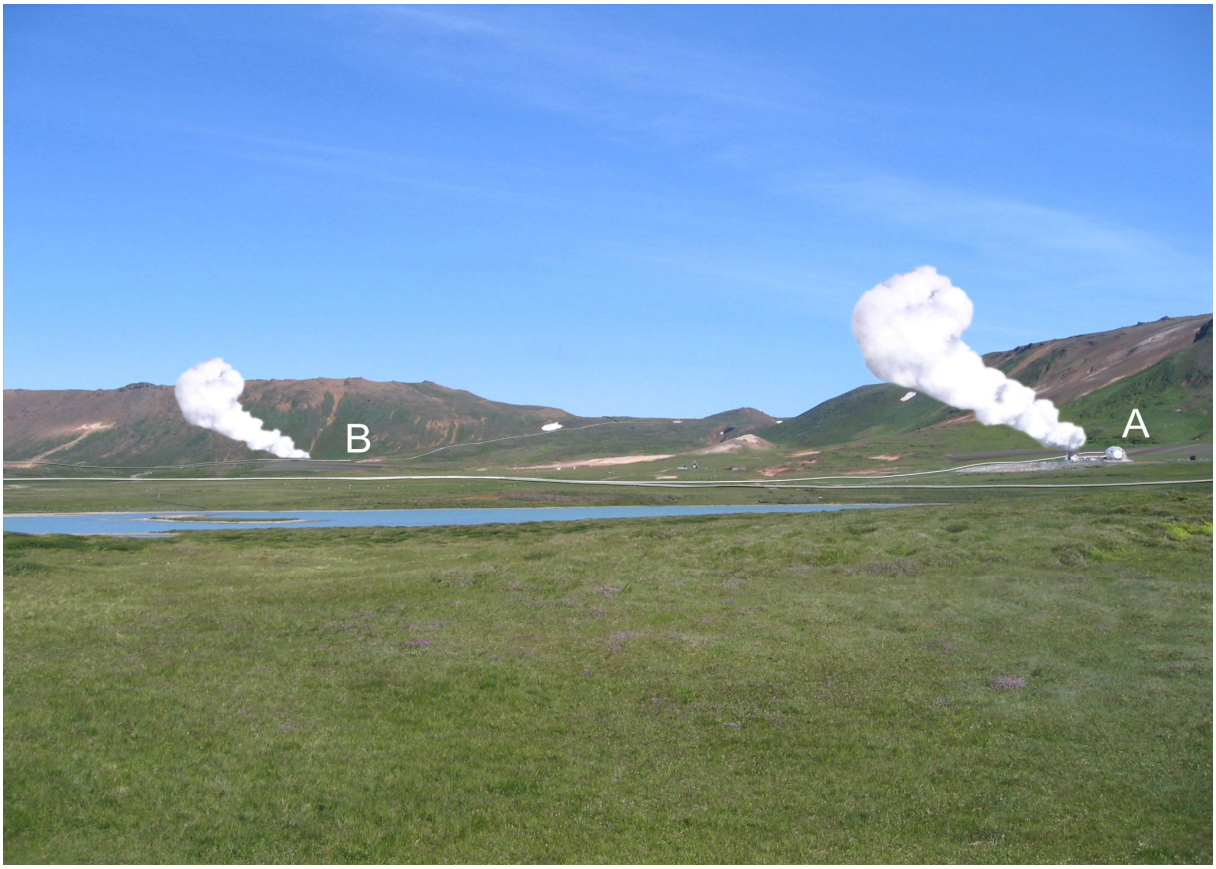
**Mynd 104** Horft af Bæjarfjalli til norðurs yfir fyrirhugað virkjunarsvæði við Þeistareyki, grunnástand.




**Mynd 105** Horft til norðurs af Bæjarfjalli yfir fyrirhugað virkjunarsvæði. Fyrirhugað stöðvarhús, skiljustöðvar, borsvæði, borholuhús og lagnir, auk virkjunarvegar hafa verið sett inn á myndina. Bókstafir tákna borsvæði eins og þau eru merkt á kortum.



**Mynd 106** Horft til austurs í átt að Bóndólsskarði frá fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar við St. 28500, grunnástand.




**Mynd 107** Horft af fyrirhuguðum virkjunarvegi í átt að Bóndhólsskarði. Lagnir og gufubólstrar frá borholum á borsvæðum A og B hafa verið settir inn á myndina.



**Mynd 108** Mynd tekin í átt að Bóndhólsskarði skammt suðaustur af skálanum á Þeistareykjum, grunnástand**.**



**Mynd 109** Mynd tekin í átt að Bóndhólsskarði skammt suðaustur af skálanum á Þeistareykjum. Safnæðalögn frá borsvæðum ofan skarðsins hefur verið sett inn á myndina.



**Mynd 110** Horft af virkjunarvegi (St. 25700) til suðvesturs í átt að borsvæði O. Lambafjöll í baksýn, grunnástand.



**Mynd 111** Horft af virkjunarvegi til suðvesturs í átt að borsvæði O. Á miðri myndinni má sjá skiljustöð sem áformuð er við hlið þess. Aðkomuvegur og lagnir hafa verið sett hægra megin inn á myndina.



**Mynd 112** Horft til vesturs af Klifarvegg yfir vegslóð sem liggur í fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar (St. 25600) að borholum ÞR-07 og ÞR-09, grunnástand 26.07.2007.



**Mynd 113** Horft til vesturs af Klifarvegg yfir fyrirhugað vegstæði virkjunarvegar á Stóravítis-hrauni. Vegur og lögn frá borsvæði O hafa verið sett inn á myndina.



**Mynd 114** Horft í vestur yfir vegslóð að borholum ÞR-07 og ÞR-09 þar sem hún liggur á Stóravítis- og Skildingahrauni, (St. 24000), grunnástand 26.07.2007.



**Mynd 115** Horft í vestur yfir Stóravítis- og Skildingahraun. Fyrirhugaður virkjunarvegur hefur verið settur inn á myndina.



**Mynd 116** Horft yfir Þeistareykjahraun af fyrirhuguð vegstæði (St. 21500) til norðvesturs í átt að Grísatungufjöllum. Höfuðreiðarmúli nær til vinstri og Sæluhúsmúli fyrir miðri mynd, grunnástand 20.10.2009.



**Mynd 117** Horft yfir Þeistareykjahraun til norðvesturs í átt að Grísatungufjöllum. Virkjunarvegur hefur verið settur inn á myndina.



**Mynd 118** Horft til norðvesturs yfir sandorpið Þeistareykjahraun (St. 17500). Grísatungufjöll í baksýn, Höfuðreiðarmúli til vinstri í mynd og Sæluhúsmúli til hægri, grunnástand 20.10.2010.



**Mynd 119** Horft til norðvesturs yfir sandorpið Þeistareykjahraun. Fyrirhugaður virkjunarvegur hefur verið settur inn á myndina.



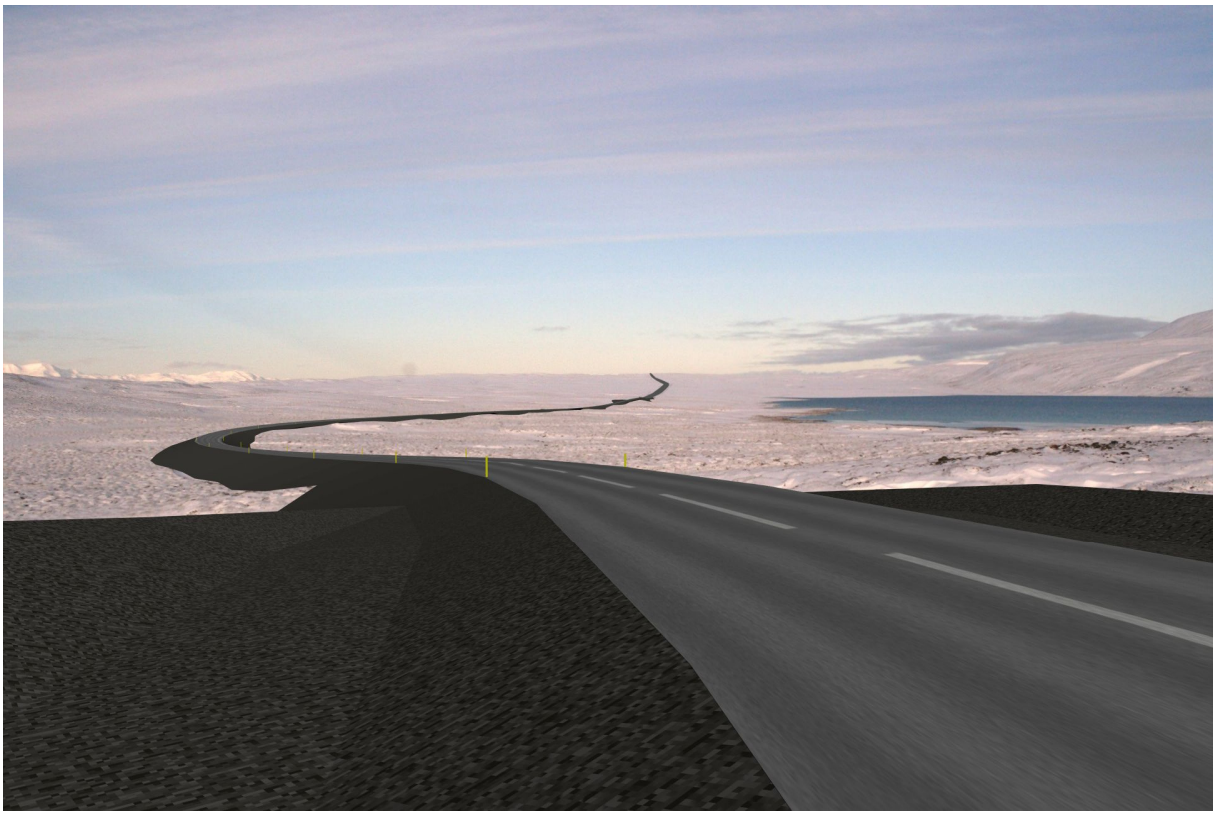
**Mynd 120** Mynd tekin til vesturs af núverandi fjallvegi norðan Höfuðreiðarmúla (St. 15000), grunnástand 20.10.2010.



**Mynd 121** Hér hefur fyrirhugaður virkjunarvegur verið settur inn á mynd sem tekin er til vesturs af núverandi fjallvegi norðan Höfuðreiðarmúla.



**Mynd 122** Horft til norðvesturs yfir núverandi fjallveg suðaustan við Höskuldsvatn sem sést til hægri á myndinni (St. 12000), grunnástand 20.10.2010.



**Mynd 123** Hér hefur fyrirhugaður virkjunarvegur verið settur inn á mynd sem tekin er til norðvesturs við suðausturenda Höskuldsvatns.



**Mynd 124** Horft af núverandi fjallvegi á vestanverðum Grjóthálsi í átt til Húsavíkur (St. 4500). Húsavíkurfjall og Botnsvatn til hægri á myndinni, grunnástand 20.10.2010.



**Mynd 125** Horft af vestanverðum Grjóthálsi í átt til Húsavíkur. Fyrirhugaður virkjunarvegur hefur verið settur inn á myndina.

**Mótvægisaðgerðir**

Engar eiginlegar mótvægisaðgerðir eru fyrirhugaðar vegna áhrifa á ásýnd. Fyrirkomulag og staðsetning fyrirhugaðra mannvirkja hefur þó tekið breytingum sem matsferlið leiddi af sér.

Í fyrstu drögum að fyrirkomulagi mannvirkja var gert ráð fyrir öðrum lagnaleiðum norðan og vestan Þeistareykjaskálans (**mynd 12**). Þær hafa verið sameinaðar og þar af leiðandi fer minna land undir lagnir en áætlað var í fyrstu. Jafnframt hafa lagnaleiðir fjarlægst nokkuð skálasvæðið sem hefur í för með sér að ónæði og áhrif af lögnum á ásýnd svæðisins eru talin minnka miðað við það sem áður var áformað.

Syðra niðurrennslissvæði Þeistareykjavirkjunar hefur verið fært frá tjörn vestan við Tjarnarás. Lagnaleiðum og þverunum lagna við virkjunarveginn fækkaði við þessa breytingu.

Upphaflega var gert ráð fyrir að frá borsvæði O (**mynd 12**) yrði lögð safnæð beint í austur að skiljustöð II. Leiðin lá rétt norðan við hraunjaðar sem þar er. Jafnframt var gert ráð fyrir aðkomuvegi að borsvæðinu frá fyrirhuguðum virkjunarvegi nokkru austan við Skildingahól. Eftir nánari skoðun, til að draga úr umfangi framkvæmdasvæðis og áhrifum á ásýnd, er gert ráð fyrir að reist verði skiljustöð við hlið borsvæðis O og að lögð verði aðveituæð frá henni að stöðvarhúsi. Einnig verði lögð niðurrennslisæð frá skiljustöðinni eftir sömu lagnaleið að nyrðra niðurrennslissvæðinu. Ákveðið var að færa lagnaleiðina fjær hraunjaðrinum til að draga úr áhrifum á ásýnd. Auk þess er ekki lengur gert ráð fyrir sérstökum aðkomuvegi að borsvæðinu og skiljustöð III heldur verður hann samhliða lagnaleiðinni.

Fyrirhugað var geymslusvæði fyrir virkjunina milli borsvæða B og F, á flötunum norðan skálans á Þeistareykjum. Til að minnka sýnileika var ákveðið að flytja geymslusvæðið á flatirnar undir Ketilfjalli þar sem það liggur lægra í landi og blasir ekki við ferðaleiðum. Þessi flutningur á geymslusvæðinu er talinn muna draga úr áhrifum á landnotkun vegna minna ónæðis við helsta áningarstaðinn á Þeistareykjum. Breytingin er jafnframt talin draga úr áhrifum á ásýnd svæðisins næst skálanum.

Til er tækni, sem gerir kleift að grafa safnæðar og aðveituæðar í jörðu en henni verður eingöngu beitt við þverun vega. Þeistareykir ehf. hafa kynnt sér hvernig aðrir framkvæmdaraðilar hafa útfært klæðningu lagna. Áformað er að með litavali, áferð og gljástigi á álkápu lagna á Þeistareykjum verði náð viðunandi árangri við að draga úr sýnileika.

**Niðurstöður**

Áhrif vegna ásýndarbreytinga við Þeistareyki eru talin verða verulega neikvæð bein og varanleg umhverfis virkjunina sjálfa, vestan Klifarveggs og undir hlíðum Bæjarfjalls. Á svæðinu er í dag mjög lítið af mannvirkjum og þangað sækir ferðafólk, en fyrirhugaðar framkvæmdir eru umfangsmiklar og hafa í för með sér verulegar ásýndarbreytingar.

Borsvæði austan Bóndhólsskarðs munu hafa óveruleg áhrif á svæðið þar fyrir austan í átt að Stóravíti sem er í um 3 km fjarlægð. Á þessu svæði er landið flatt en þó talsvert mishæðótt þannig að lítið sést af borsvæðunum nema mjög nálægt þeim. Gufustrókar við blástursprófanir koma þó tímabundið til með að sjást úr talsvert meiri fjarlægð.

Frá borholum við blástursprófanir koma til með að sjást gufustrókar. Þeir munu tímabundið breyta og hafa áhrif á ásýnd svæðisins og sjást við vissar aðstæður í byggð og utan við fyrirhugað orkuvinnslusvæði.

Fyrirhugaður virkjunarvegur mun hafa talsvert neikvæð bein og varanleg áhrif á ásýnd á óröskuðum svæðum þar sem hann liggur um flatlendi eins og Þeistareykjahraun og um orkuvinnslusvæðið. Á kaflanum milli Húsavíkur og Höskuldsvatn verða nokkuð neikvæð bein áhrif á ásýnd, en þar er þegar fyrirliggjandi fjallvegur sem Norðurþing hefur lagfært og byggt upp undanfarin ár.

### 9.9.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

Í umsögn Umhverfisstofnunar kemur eftirfarandi fram varðandi mat á áhrifum á landslag sem framkvæmdaraðila þykir rétt að flokka undir áhrif á ásýnd.

*„Umhverfisstofnun tekur undir að landslagsheildin er stór og að mati stofnunarinnar er mjög víðsýnt við Þeistareykjabungu og þar sem engin mannvirki eru nú fyrir austan Bóndhólsskarð mun borsvæði með tilheyrandi mannvirkjum hafa áhrif á víðsýni yfir alla landslagsheildina. Umhverfisstofnun er því ósammála niðurstöðu er birtist í mynd 58, að víðerni á Þeistareykjabungu verði fyrir óverulegum áhrifum. Þeistareykjabunga er fyrir framkvæmdir ósnortin svo áhrifin verða verulega neikvæð, því framkvæmdir verða sýnilegar um alla landslagsheildina.“*

Framkvæmdaraðili vísar til viðbragða í kafla 4.3.8 við umsögn Umhverfisstofnunar um borteiga og í kafla 9.2.3 við umsögn stofnunarinnar um umhverfisáhrif á landslag.

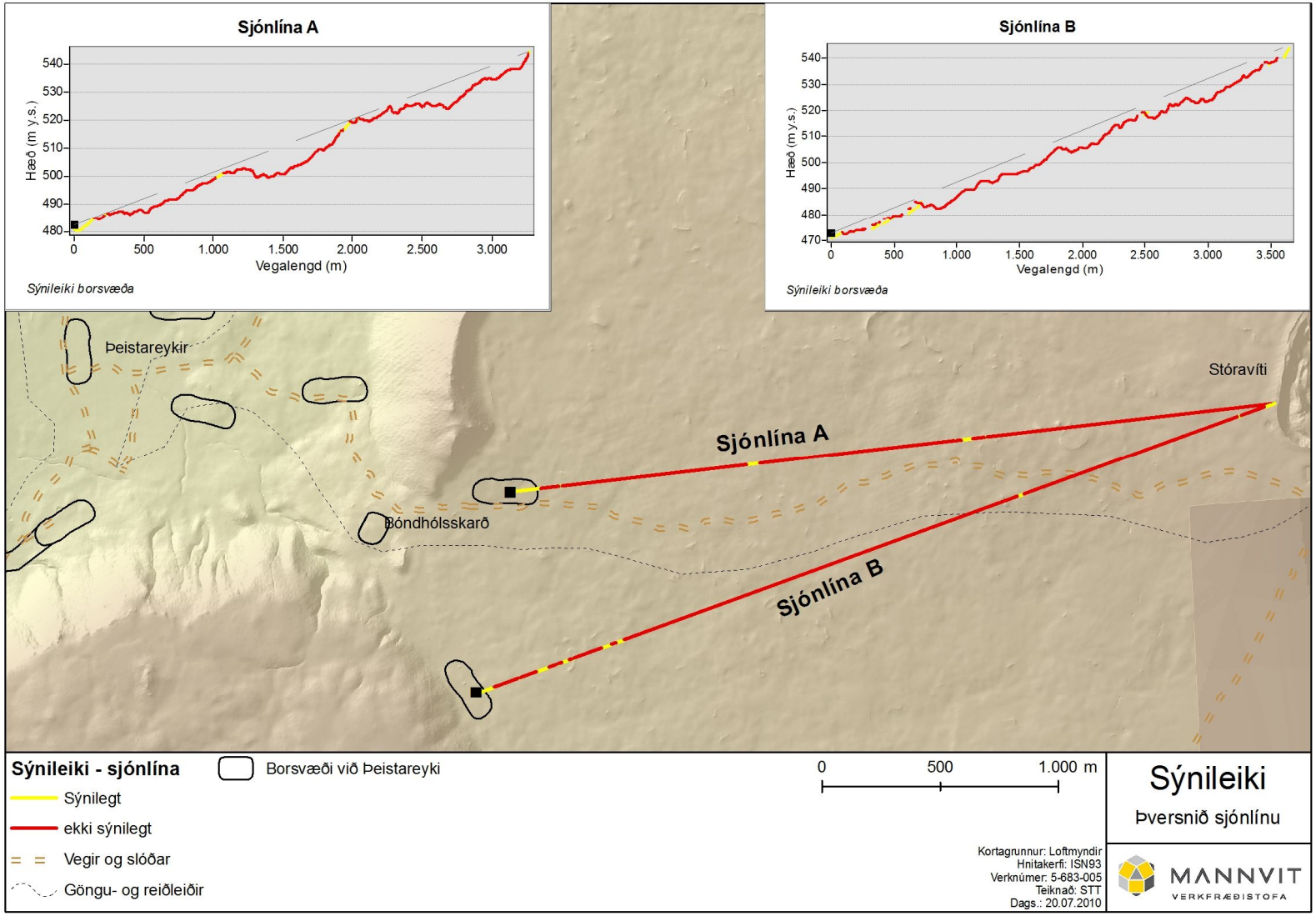
Framkvæmdaraðili hefur skoðað hver sýnileiki mannvirkja á borsvæðum austan Bóndhólsskarðs verður þegar horft er frá Þeistareykjabungu, úr nágrenni Hrútafjalla og Éthóla norðan Gjástykkisbungu. Þau munu helst sjást næst borsvæðunum og af fjallstoppum. Bætt hefur verið við tveimur myndum til að gera grein fyrir sýnileika innan landslagsheildarinnar Þeistareykjabungu (**mynd 126**) og í nágrenni við Hrútafjöll (**mynd 127**). Á **mynd 126** má sjá að mannvirki á borsvæðum austan Bónhólsskarðs verða ekki sýnileg nema úr næsta nágrenni og frá einstaka stað á línum dregnum frá miðju svæðanna að brún Stóravítis. Þau munu sjást frá hæstu brún Stóravítis sem er í 3,5 km fjarlægð frá borsvæði K og í tæplega 4 km fjarlægð frá

borsvæði M. Á **mynd 127** sést að frá stöðum á línum dregnum frá borsvæðunum að Éthólum og Hrútafjöllum og nágrenni þeirra munu mannvirkin ekki sjást nema frá toppum Þórunnarfjalla og síðan frá svæði í innan við 2 km fjarlægð frá borsvæðunum.

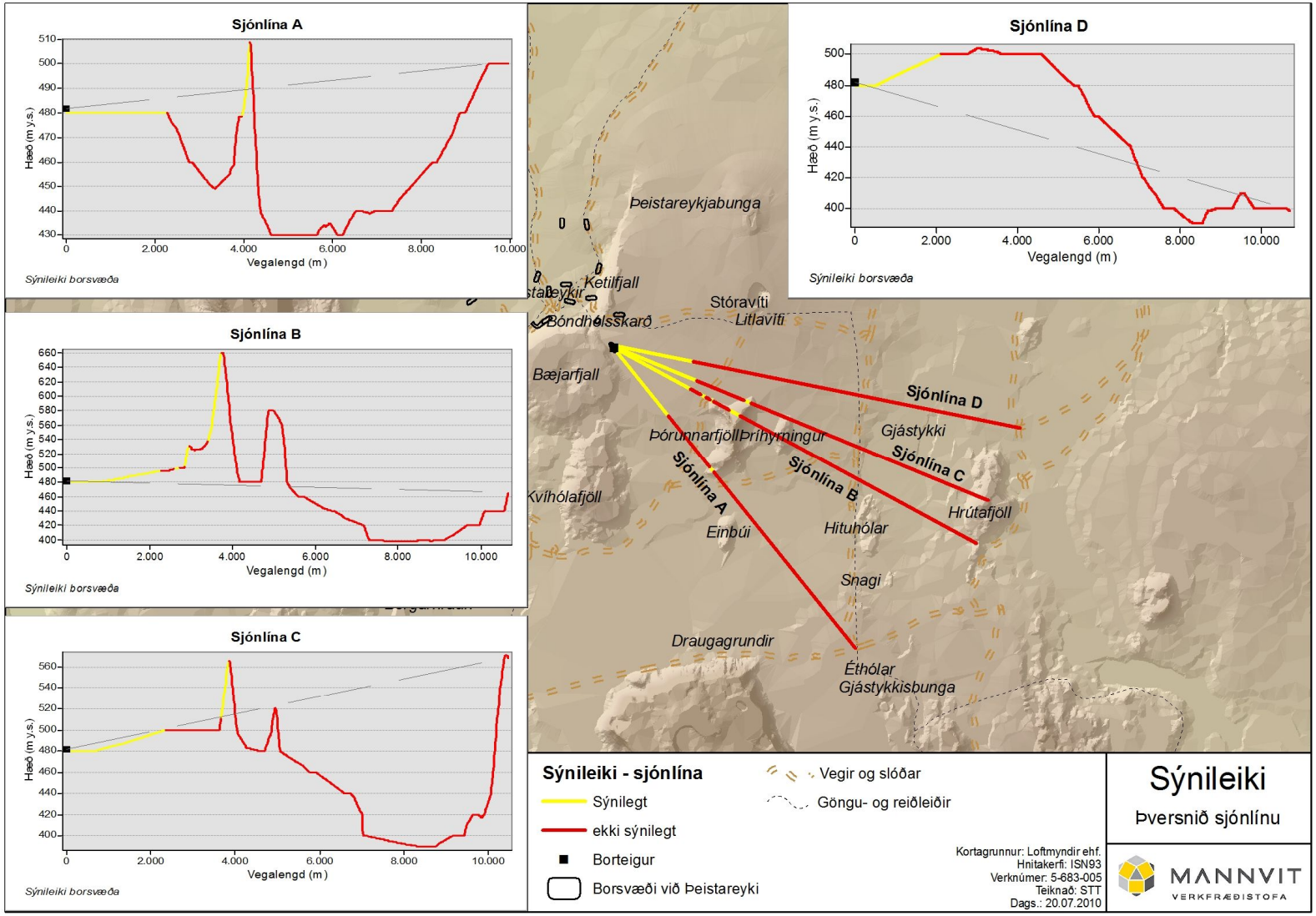
Áhrif fyrirhugaðrar framkvæmdar á ásýnd ná ekki yfir nema lítinn hluta landslagsheildarinnar Þeistareykjabungu og hvorki til Hrútafjalla né Éthóla, nema hugsanlega tímabundið við vissar veðuraðstæður vegna gufu frá blástursprófunum. Framkvæmdaraðili getur ekki fallist á þá niðurstöðu Umhverfisstofnunar að framkvæmdir á borsvæðum í Bóndhólsskarði hafi veruleg neikvæð áhrif á ásýnd (víðsýni), því þær verða alls ekki sýnilegar um alla landslagsheildina.

***Myndir**:* Umhverfisstofnun bendir á að*: „Til að sýna áhrif breytinga á ásýnd Þeistareykja þegar fyrirhugaðar framkvæmdir hafa verið reistar eru sýndar tölvugerðar myndir, fyrir og eftir framkvæmdir frá ákveðnum sjónarhornum. Á viðkomandi ljósmyndum eru væntanlegar framkvæmdir einstaklega fyrirferðalitlar og vonandi muni svo vel takast til. Umhverfisstofnun bendir á að til að gera myndirnar raunverulegri hefði mátt bæta á myndirnar athöfnum sem fylgja framkvæmdunum og rekstri, en á myndunum eru þau sýnd sem gráir fletir er liggja alveg flatt í landi. Sem dæmi skal nefna, að þegar horft er á mynd 96 í frummatsskýrslu (*nú mynd 103*), þá virðast gufulagnir algjörlega sveigjanlegar og liggja með landi. Umhverfisstofnun bendir á að lagnir liggja í beinum línum með því sem næst hvössum hornum. Því gefi umrædd mynd ekki raunsanna mynd af fyrirhugaðri legu og útliti lagnanna. Umhverfisstofnun vekur athygli á og gerir athugasemd við að vegflái er sýndur afar hár á mynd 106 í frummatsskýrslu (*nú mynd 113*). Umhverfisstofnun bendir á að vegir á Hellisheiði að Hverahlíð á vegum Orkuveitu Reykjavíkur hafa tekist vel til en þar liggja vegir slétt í landi og eru umhverfisáhrif umtalsvert minni, en þegar vegir eru hækkaðir eins og sýnt er á myndinni. Á mynd 108 (*nú mynd 115*) er einnig sýndur vegur áleiðis til Húsavíkur og er vegflái með dökkgrænum graslit. Að mati Umhverfisstofnunar kann vegagerð sem þessar myndir sýna að valda talsvert neikvæðum sjónrænum umhverfisáhrifum. Að mati Umhverfisstofnunar ætti vegurinn að liggja í landi til að draga úr umhverfisáhrifum hans. Leitast ætti við að græða upp vegfláa með grenndargróðri, í þessu tilfelli lynggróðri.“*

Á þessu stigi í undirbúningi framkvæmda við jarðhitavirkjanir, sem raunin er þegar mat á umhverfisáhrifum fer fram, er erfitt að gera ítarlega grein fyrir útliti mannvirkja og breytingu sem framkvæmdin hefur á ásýnd. Lögð er áhersla á að sýna legu og umfang en ekki nákvæma útfærslu. Mat á áhrifum á ásýnd verður alltaf huglægt eins og felst í orðinu. Í samþykktri tillögu að matsáætlun (kafli 5.5.3) kemur fram að í frummatsskýrslu verði gerð eins ítarleg grein fyrir umfangi og útliti mannvirkja og kostur er á því stigi. Einnig kemur fram að lagt verði mat á sýnileika framkvæmda og áhrif á ásýnd framkvæmdasvæðisins. Upplýsingar um sýnileika framkvæmdar verði settar fram á korti. Þá kemur fram að einnig verði lagt mat á breytingu á ásýnd frá helstu ferðaleiðum og útsýnisstöðum. Fyrir valda staði verði útbúnar myndir á ljósmyndagrunni sem sýna ásýnd umhverfisins fyrir og eftir framkvæmdir. Jafnframt kemur fram að í frummatsskýrslu verði greint frá því hvort mat á ásýndarbreytingum hafi áhrif á staðsetningu mannvirkja. Framkvæmdaraðili telur að umfjöllun og framsetning mats á áhrifum á ásýnd sé í samræmi við matsáætlun.




**Mynd 126** Sýnileiki mannvirkja á borsvæðum L og M á Þeistareykjum á Þeistareykjabungu og frá Stóravíti. Mannvirki sjást frá gullituðum svæðum.




**Mynd 127** Sýnileiki borsvæðis M á Þeistareykjum frá Éthólum og Hrútafjöllum.

Fyrirkomulag og gerð mannvirkja miðar að því að nýta orkuna á sem hagkvæmastan og öruggastan hátt og fella þau vel að umhverfinu. Framkvæmdaraðili ítrekar að það er markmiðið að draga úr sýnileika eins og kostur er og þar með áhrifum framkvæmdar á ásýnd. Það er í samræmi við 35. gr. laga nr. 44/1999 um náttúrvernd sem fjallar um hönnun mannvirkja. Samkvæmt því skal við hönnun vega, virkjana, verksmiðja og annarra mannvirkja gæta þess að þau falli sem best að svipmóti lands. Jafnframt er bent á að framkvæmdaraðili hefur með staðsetningu mannvirkja forðast að raska jarðmyndunum á Þeistareykjum sem njóta sérstakrar verndar samkvæmt 37. gr. laga um náttúruvernd. Slíkar jarðmyndanir setja víða svip sinn á ásýnd Þeistareykjasvæðisins.

Í kafla 4.3.1 kemur fram að á rannsóknartíma er gert ráð fyrir lágmarksuppbyggingu á vegum að borsvæðum. Þannig verði ekki ýtt upp efni á staðnum og einungis miðað við að fylliefni sem ekið er í veginn geri hann burðarhæfan á þessu stigi framkvæmda. Verði tekin ákvörðun um vinnslu á viðkomandi borsvæði verði vegurinn fullbyggður. Þetta verður gert til þess að auðvelda frágang og tryggja heilsársaðgengi um svæðið. Dæmi um borsvæði sem þetta á við eru borsvæðin I, J og O.

Við gerð borstæða og við allar tengdar framkvæmdir verður þess vandlega gætt að valda sem minnstu jarðraski (kafli 4.3.2). Að borun lokinni verður borteigurinn lagfærður þannig að hann falli sem best að umhverfinu.

Varðandi fyrirhugaðan virkjunarveg þá er ekki hægt að bera saman heilsársveg af vegflokki C7 við veg á Hellisheiði að Hverahlíð. Virkjunarvegur að Þeistareykjum verður að vera uppbyggður og 7 m breiður til að uppfylla viðkomandi staðal. Eins og fram kemur í frummatsskýrslu (kafli 9.9.2) mun slíkur vegur hafa talsverð neikvæð bein og varanleg áhrif á ásýnd á óröskuðum svæðum þar sem hann liggur um flatlendi eins og Þeistareykjahraun og um orkuvinnslusvæðið. Framkvæmdaraðili mun hafa samráð við sérfræðinga og viðkomandi yfirvöld um frágang og uppgræðslu raskaðra svæða og vegfláa.

Virkjunarvegur frá Húsavík að Þeistareykjum og bygging jarðhitavirkjunar mun breyta ásýnd framkvæmdasvæðisins. Til viðbótar mannvirkjum á stöðvarhúsreit verða á virkjunarsvæðinu skiljustöðvar, lagnir, vegir, borteigar, borholur og efnistökusvæði. Gufuútstreymi getur einnig haft áhrif á ásýnd. Fyrirhugaðar framkvæmdir við Þeistareyki munu sjást vel í næsta nágrenni. Flest virkjunarmannvirki standa á flötum svæðum norðan Bæjarfjalls og sjást vel frá svæðum þar sem landið er hærra eins og t.d. í Bóndhólsskarði. Á **mynd 94** er sýnt hvaðan byggingar Þeistareykjavirkjunar munu sjá úr næsta nágrenni.

Framkvæmdaraðili hefur unnið að undirbúningi Þeistareykjavirkjunar í samræmi við stefnu staðfests svæðisskipulags háhitasvæða í Þingeyjarsýslum samanber markmið þess um náttúruvernd og mannvirkjagerð, sjá kafla 3.3.1 og 3.3.2 í greinargerð með skipulagsáætluninni (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

***Mótvægisaðgerðir**: „Umhverfisstofnun tekur undir þær mótvægisaðgerðir sem taldar eru upp í kaflanum. Þó gerir Umhverfisstofnun athugasemd við borsvæði O sem er staðsett frá öðrum mannvirkjum með tilheyrandi skiljustöð. Umhverfisstofnun bendir á að heppilegt gæti verið að borsvæði nær stöðvarhúsi væru virkjuð fyrst en borsvæði O eins og K, L, N og M væru látin bíða enda eru fjarlægðir að þeim miklar*

*og mikil ásýndaráhrif felast í löngum lögnum vegtengingum og framkvæmdir dreifast. Einnig er minnst á geymslusvæði, en það mun standa nokkuð stakt undir Ketilfjalli samkvæmt núverandi áformum. Að mati Umhverfisstofnunar þyrfti að athuga hvort minni ásýndaráhrif yrðu ef geymslusvæði sem áformað er undir Ketilfjalli yrði komið fyrir bak við kæliturna. Geymslusvæði eru ill nauðsyn en draga mætti úr sýnileika með því að fella það við önnur mannvirki.“*

Framkvæmdaraðili getur ekki fallist á tilmæli Umhverfisstofnunar um að borsvæði K, L, M og N verði látin bíða. Varðandi staðsetningu borteiga er jafnframt vísað til viðbragða framkvæmdaraðila við umsögn Umhverfisstofnunar um borteiga í kafla 4.3.8. Til að minnka sýnileika geymslusvæðis, sem gera má ráð fyrir að verði nýtt um nokkurn tíma, var ákveðið að hafa það á flötum undir Ketilfjalli þar sem það liggur lægra í landi og blasir ekki við ferðaleiðum. Það er jafnframt talið draga úr áhrifum á landnotkun og ásýnd svæðisins næst skálanum á Þeistareykjum. Ekki er fallist á að það sé betri kostur að hafa geymslusvæði við hlið stöðvarhúss og kæliturna þar sem það verður nær virkjunarveginum og í alfaraleið. Við nánari útfærslu framkvæmdar á orkuvinnslusvæðinu verður haft samráð við framkvæmda-leyfisveitanda sem er Þingeyjarsveit.

Stöðvarhúsi var valinn staður eftir ítarlega úttekt þar sem aðkoma er góð, snóþyngsli lítil og lagnaleiðir frá borteigum og að niðurennslissvæðum verða í lágmarki. Þar liggur það vel við tengingum við flutningsvirki samkvæmt svæðisskipulagi og opið svæði minnkar líkur á uppsöfnun brennisteinsvetnis við stöðvarhúsið.

Ef stöðvarhúsinu yrði valinn staður undir Ketilfjalli, á svipuðum slóðum og fyrirhugað geymslusvæði, kallar það meðal annars á uppbyggðan aðkomuveg þvert yfir orkuvinnslsvæðið, umfangsmeiri mannvirki gufuveitu, lengri lagnir að stöðvarhúsi og lengri jarðstreng að tengivirki. Þessi staður er í lægð og með Ketilfjallið í baksýn, sem dregur úr sýnileika stöðvarhúsbygginga, en eykur líkur á snjósöfnun og uppsöfnun brennisteinsvetnis.

## 9.10 SAMFÉLAG

### 9.10.1 GRUNNÁSTAND

**Samgöngur**

Að Þeistareykjum liggja í dag mis greiðfærar vegslóðir. Þær eru ekki hluti af vegakerfi Vegagerðarinnar. Ófært er að Þeistareykjum nema á vel búnum bílum stóran hluta ársins.

**Afréttarland**

Orkuvinnslusvæði við Þeistareyki er nýtt sem afréttur fyrir sauðfé bænda í Þingeyjarsveit (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

**Atvinnulíf**

Ríkisstjórn Íslands, Norðurþing, Skútustaðahreppur og Þingeyjarsveit stefna að því að styrkja atvinnulíf í Þingeyjarsýslum sem byggir á hagnýtingu orkunnar frá háhitasvæðum í sýslunum (Iðnaðarráðuneytið, 2009).

**Útivist og ferðaþjónusta**

Á haustin er Þeistareykjasvæðið nýtt af rjúpnaskyttum. Að vetri til er stunduð vélvædd útivist á svæðinu ásamt því sem farið er um svæðið á gönguskíðum. Á sumrin fara akandi ferðamenn um svæðið og nýta sér torfarnar slóðir sem þar eru. Einnig leggur göngufólk og vélhjólamenn leið sína um svæðið. Farnar eru skipulagðar hestaferðir um svæðið. Nokkur fjöldi fólks nýtir sér skálann á Þeistareykjum, sem Þingeyjarsveit og jeppaklúbburinn 4x4 heldur við (Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007).

Rannsókn á vegum Rannsóknamiðstöðvar ferðamála, áður Ferðamálasetur Íslands, á áhrifasvæði fyrirhugaðrar jarðhitavirkjunar á Þeistareykjum og háspennulína frá Kröflu að Bakka við Húsavík fór fram frá ágúst 2007 til janúar 2008 (**viðauki A14**). Markmið rannsóknarinnar var að meta áhrif á ferðaþjónustu og útivist á áhrifasvæði framkvæmdanna. Rannsóknin byggir á viðtölum við fólk sem á hagsmuna að gæta í ferðaþjónustu og útivist á svæðinu. Spurt var um núverandi starfsemi, skoðanir fólks og væntingar til framtíðar. Á **mynd 128** eru sýndar þekktar göngu, reið- og vélsleðaleiðir, vegir, og slóðir á og í grennd við áhrifasvæðið, ásamt afmörkun helstu ferðaþjónustu- og útivistarsvæða byggt á niðurstöðum rannsóknarinnar.

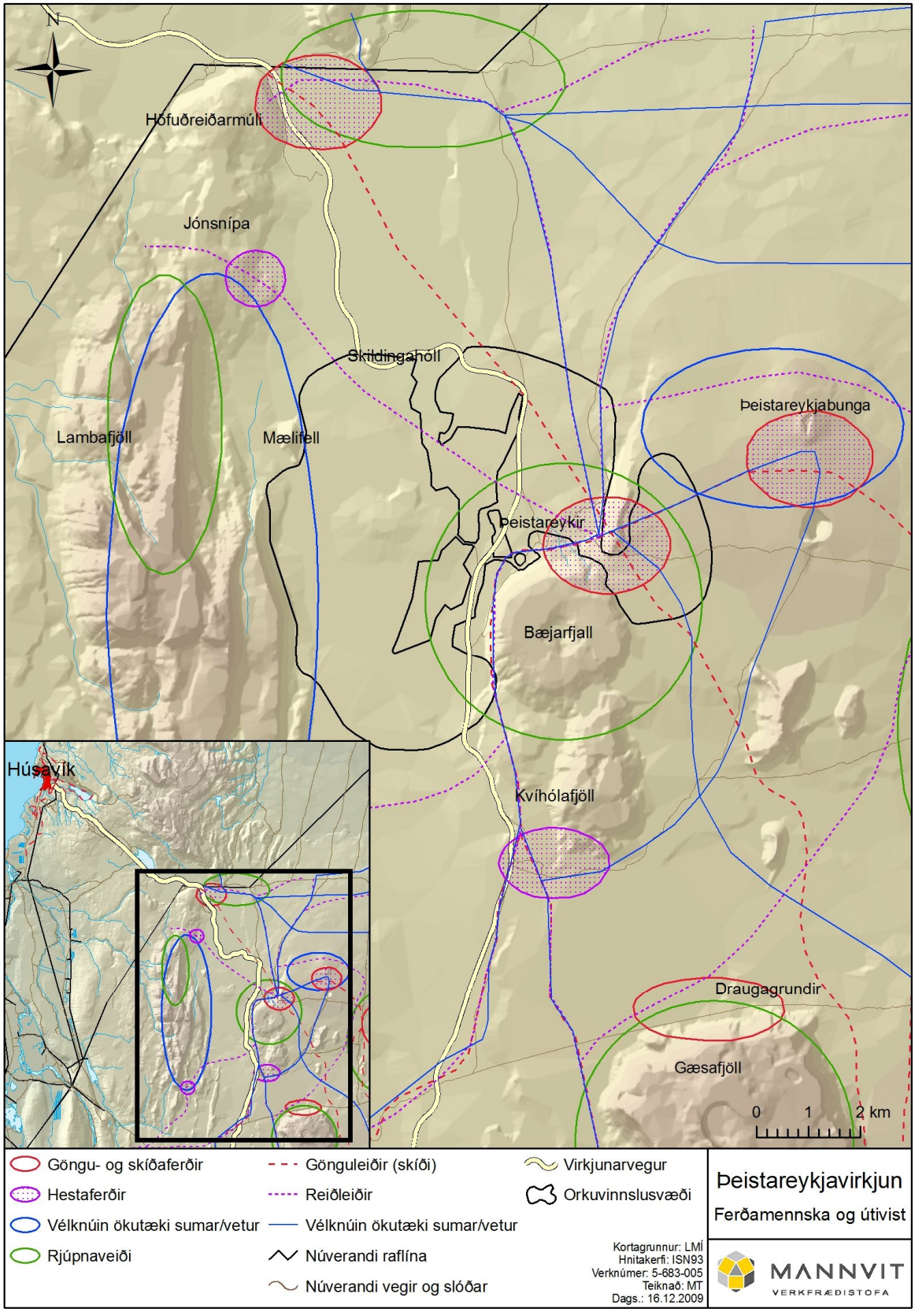
Í fyrrgreindri rannsókn kom í ljós að viðmælendum þykja eftirfarandi svæði mikilvæg sökum náttúrufegurðar, útsýnis eða jarðmyndana: Þeistareykir, Þeistareykjabunga, Höfuðreiðarmúli, Jónsnípuskarð, svæði suðvestan Kvíhólafjalla, norðurhlíðar Gæsafjalla, Gjástykki, svæði norðan Leirhnjúks og Gustaskarð.

Í skýrslu Rannsóknamiðstöðvar ferðamála kemur fram að ef skoðuð er markaðssetning á svæðinu og hvar helst má finna upplýsingar um það kemur fátt fram sem rennir stoðum undir að ferðaþjónusta á Þeistareykjasvæðinu sé komin af stað að neinu marki. Farið er í skipulagðar hestaferðir á vegum Hestamiðstöðvarinnar Saltvíkur í samvinnu við Íshesta og einnig í minna mæli á vegum Pólarhesta og Torfunes hestaleigu. Þessir þrír aðilar nýta gistiaðstöðu í skálanum undir Bæjarfjalli. Auk þessara fyrirtækja nýta hestamannafélög svæðið ásamt bændum. Má þar nefna Hestamannafélagið Léttir á Akureyri og lýsir fulltrúi þess því sem lykilsvæði í margra daga reiðleið sem liggur frá Eyjafirði og austur yfir heiðar í Öxarfjörð. Einu skipulögðu ferðirnar að vetri á Þeistareykjum eru ferðir ferðafélaga eftir því sem næst verður komist. Fjallasýn Rúnars Óskarssonar gerði mikið útá svæðið að vetri til með jeppa, vélsleða og skíðaferðir á árunum 1995-1999, en forsenda þess rekstrar var áætlunarflug á Húsavíkurflugvöll sem lagðist af haustið 1999.

Af þeim sem reka gistingu í nágrenni Þeistareykjasvæðisins má ráða að nýting annars ferðafólks sé lítt þekkt. Þeir sem reka gistiþjónustu fá fáar spurningar um svæðið, en hafa þó allir heyrt af einum og einum sem þangað fer.

Skálinn á Þeistareykjum hýsir 30-40 manns. Skálinn er leigður út til einstaklinga og hópa yfir sumarið. Hestamenn eru þar fyrirferðamestir, 10-12 hópar yfir sumarið. Annars er skálinn opinn öllum til viðveru og gistingar. Á haustin er hann notaður fyrir gangnamenn en á veturna eru jeppamenn og vélsleðamenn að nýta skálann í hverri viku og jafnvel oft í viku, koma þar við og gista.

Rannsóknamiðstöð ferðamála áætlar að um 2.400 manns heimsæki Þeistareyki og nágrenni á ári, þar af eru 1.500 rjúpnaskyttur og bændur, 350 einstaklingar í hestaferðum, 440 í göngu- og skíðaferðum og 115 til að stunda útivist á vélknúnum ökutækjum.




**Mynd 128** Ferðamennska og útivist. Ferðaleiðir ásamt helstu ferða- og útivistarsvæðum á áhrifasvæði Þeistareykjavirkjunar.

## 9.10.2 UMHVERFISÁHRIF

### Viðmið umhverfisþátta

- Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.
- Viljayfirlýsing Ríkisstjórnar Íslands, Norðurþings, Skútustaðahrepps og Þingeyjarsveitar. 22. október 2009.
- Reglugerð nr. 724/2008, um hávaða.

### Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa

#### *Áhrif á samgöngur*

*Framkvæmdatími:* Gert er ráð fyrir að flutningar á tækjum og byggingarefni fari um Húsavíkurhöfn og þaðan til Þeistareykja. Á framkvæmdatíma má því búast við töluverðu ónæði af umferð og þungaflutningum um fyrirhugaðan virkjunarveg frá Húsavík að Þeistareykjum. Einnig má búast við ónæði á göngu- og reiðleiðum af umferð og framkvæmdum innan orkuvinnslusvæðis vegna vegagerðar, borana, lagnaframkvæmda og byggingaframkvæmda.

*Rekstrartími*: Búist er við að umferð á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar og nýrra borholna verði töluvert meiri en nú er á um Þeistareyki og nágrenni þar sem aðgengi verður bætt til muna. Talið er að bætt aðgengi að svæðinu muni hafa talsverð varanleg jákvæð áhrif með því að gefa fleirum tækifæri til að ferðast til staða sem áður var aðeins fært á hluta úr ári á vel búnum ökutækjum.

#### *Áhrif á afréttarland*

Samkvæmt stefnu svæðisskipulags skulu hefðbundnar nytjar vera áfram á svæðinu (afréttir og veiðilönd) og skal þess gætt að mannvirki takmarki þær ekki. Beitarland mun skerðast sem nemur röskuðu landi vegna mannvirkja og mannvirki munu hafa áhrif á hvernig búfé kemst um svæðið.

#### *Áhrif á atvinnulíf*

Störf munu skapast við virkjunina á framkvæmdatíma. Áætlað er að uppbygging fyrstu tveggja áfanga virkjunarinnar taki um 3 ár (kafli 4.6) og er reiknað með að mest verði þar um 200 manns þegar byggingarframkvæmdir við virkjunina standa sem hæst.

Gert er ráð fyrir að samvinna verði um rekstur jarðhitavirkjana á Norðausturlandi þannig að þær njóti góðs hver af annarri. Áætlað er að 13 starfsmenn þurfi til vélgæslu í Þeistareykjavirkjun.

Ný störf sem skapast vegna uppbyggingar og reksturs Þeistareykjavirkjunar samræmast stefnu sveitarfélaga í Þingeyjarsýslum um að styrkja atvinnulíf í Þingeyjarsýslum. Uppbygging Þeistareykjavirkjunar er talin hafa nokkuð jákvæð áhrif á atvinnulíf í Þingeyjarsýslum. Einnig getur virkjun við Þeistareyki haft óbein veruleg jákvæð áhrif á atvinnulíf á svæðinu ef orkan verður nýtt til atvinnu-uppbyggingar þar.

#### *Áhrif á hljóðvist*

Unnin hafa verið hljóðkort til að leggja mat á breytingar á hljóðvist vegna uppbyggingar og reksturs Þeistareykjavirkjunar (**viðauki A15**).

Til að áætla hljóðstig frá borholum, blásandi og í rekstri auk hávaða frá stöðvarhúsi, kæliturnum og útblástursshljóðdeyfum var miðað við eldri mælingar og úttektir á slíku (**viðauki A15**). Auk þess var notast við mælingar frá Svartsengi og Reykjanesvirkjun og upplýsingar úr gagnagrunni SoundPlan til að áætla tíðnidreyfingu. Við reikningana er gert ráð fyrir 100 dB(A) frá blásandi borholu (með hljóðdeyfi), 70 dB(A) frá starfandi borholu (með hljóðdeyfi) og 80 dB(A) frá kæliturnum. Áhrif annarra hljóðgjafa voru metin hverfandi í samanburði við þessa. Það er þó gert ráð fyrir um 55 dB(A) frá stöðvarhúsi og skiljustöðvum í útreikningum.

Samkvæmt reglugerð nr. 724/2008 um hávaða má hljóðstig á iðnaðarsvæði ekki fara yfir 70 dB (A) við húsvegg og ekki yfir 40 dB(A) á kyrrlátum svæðum í dreifbýli. Kyrrlátt svæði er skilgreint sem svæði ætlað til útivistar og afmarkað er í skipulagi. Engin slík svæði eru afmörkuð á áhrifasvæði Þeistareykjavirkjunar en þar sem engin önnur viðmið eru til fyrir útivistarsvæði í dreifbýli verður stuðst við þau mörk.

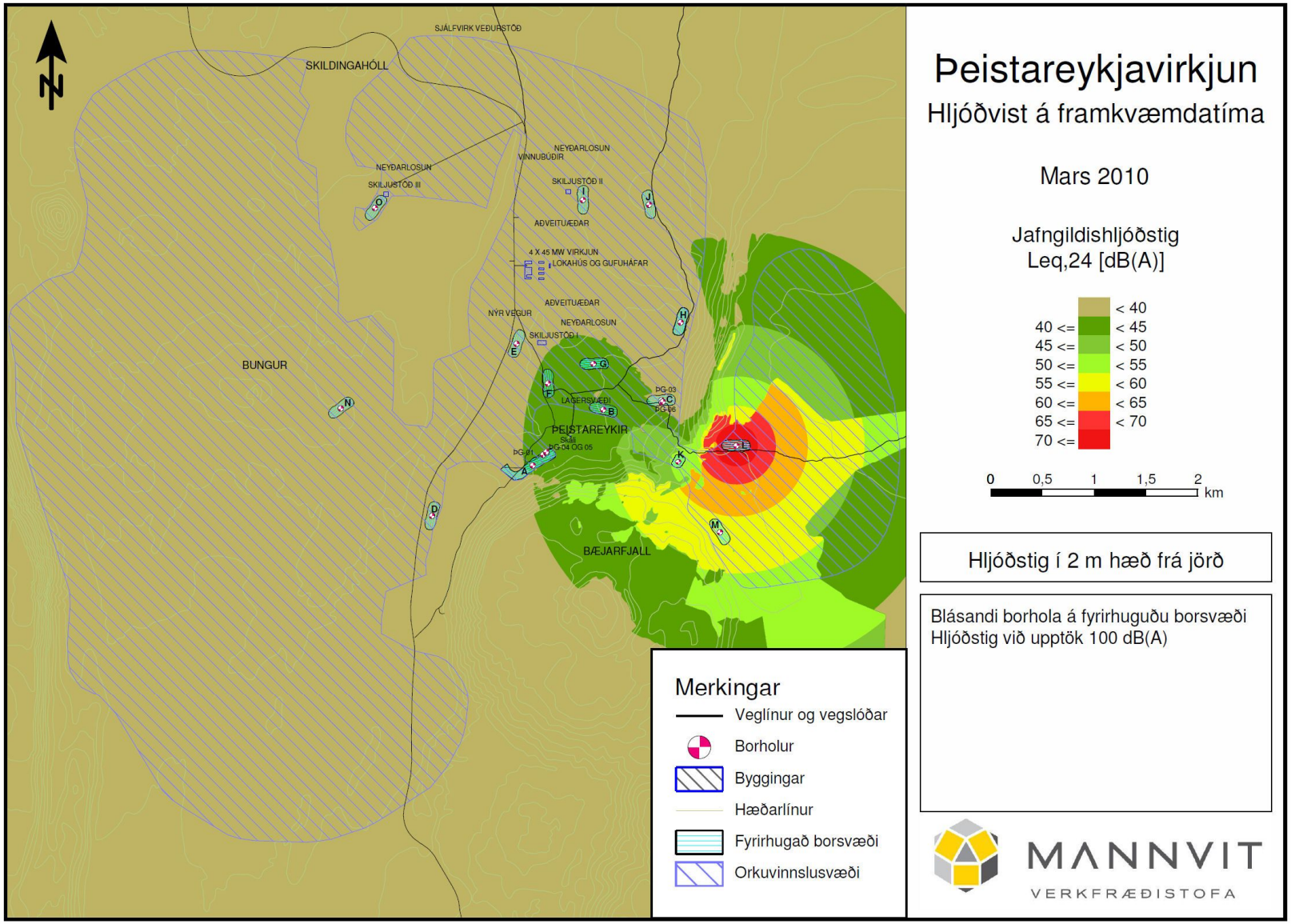
*Áhrif á framkvæmdatíma*: Framkvæmdum mun fylgja hávaði af ýmsum toga, s.s. hávaði frá umferð, tækjum, vinnuvélum, borun holna og prófun þeirra (borholum í blæstri). Almennt tekur borun holna um einn mánuð og prófun borholna 4-6 mánuði. Til að draga úr hávaða frá borholum í blæstri eru notaðir hljóðdeyfar á útblástursrör.

Gera má ráð fyrir að hávaða vegna borana og blástursprófana borholna gæti mest fyrstu ár framkvæmdatímans meðan boraðar eru vinnsluholur fyrir fyrstu tvær 50 $MW_e$ einingar virkjunarinnar. Á fjórða ári framkvæmdatímans má búast við öðru tímabili borana fyrir tvær næstu 50 $MW_e$ einingarnar. Eftir gangsetningu fullbyggðrar virkjunar verða eingöngu boraðar einstaka holur og lítið ónæði af því. Í samræmi við framkvæmdaáætlun (kafli 4.6.2) verða umsvif á virkjunarsvæðinu mest um mitt annað og þriðja ár framkvæmda við fyrstu tvær einingar Þeistareykjavirkjunar. Ekki liggur fyrir framkvæmdaáætlun fyrir næstu stig framkvæmda. Áhrif á hljóðvist verða nokkur allan framkvæmdatímann.

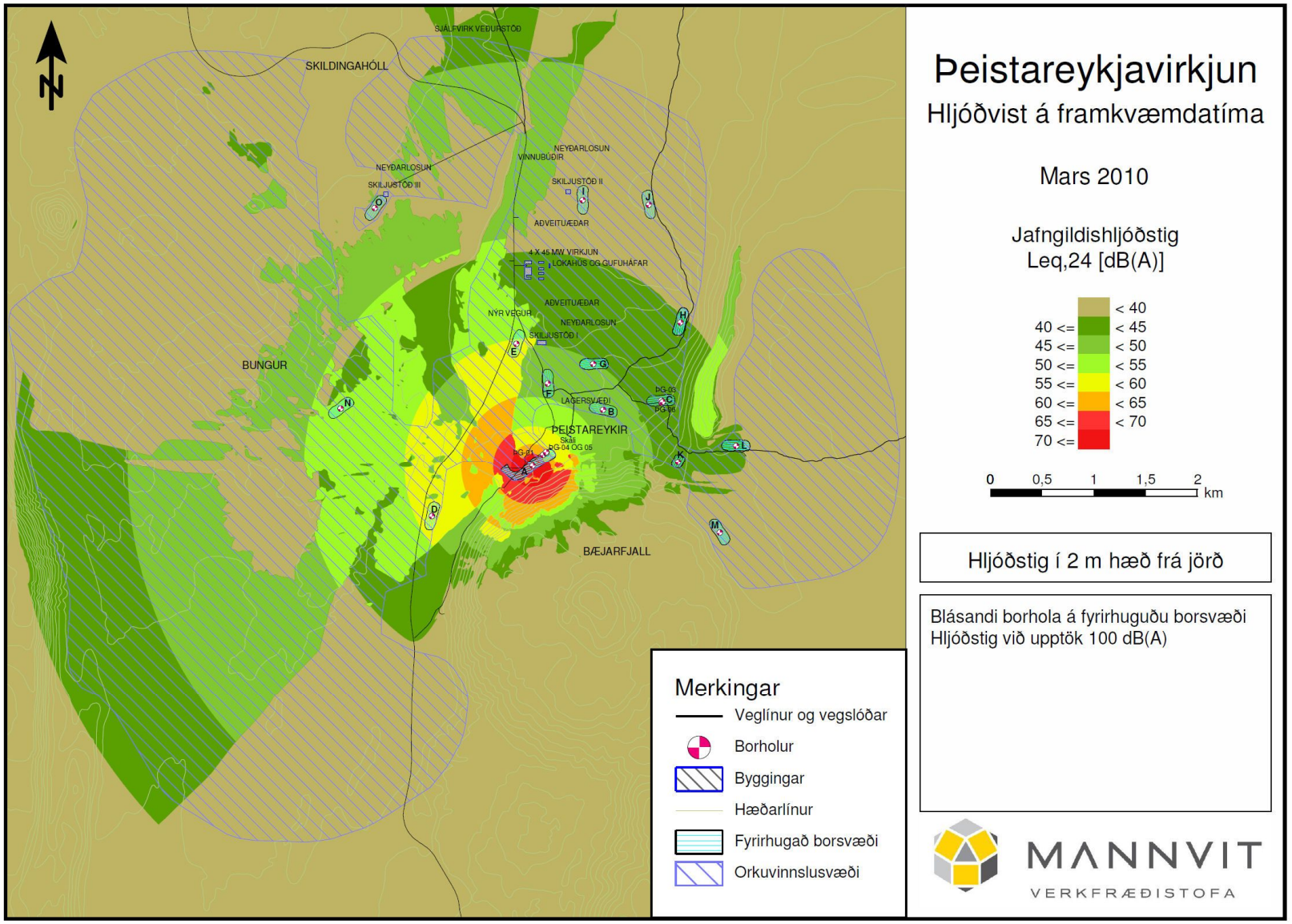
Á **myndum 129**, **130 og 131** eru sýnd áhrif á hljóðvist á Þeistareykjum miðað við borholur í blæstri á þremur borsvæðum (A, B og L). Borsvæði A og B eru nærri skálanum. Borsvæði L er upp af Bóndhólsskarði, þar eru ferðaleiðir sem nýttar eru af útivistarfólki, sjá **mynd 128** Við prófanir þessara holna er ljóst að hljóðstig við skálann á Þeistareykjum og ferðaleiðir verður yfir 40 dB og áhrif því tímabundið talsvert neikvæð á útivist.

*Áhrif á rekstrartíma*: Á rekstrartíma er búist við að hljóðstig á Þeistareykjasvæðinu verði nokkuð stöðugt. Helstu hljóðuppsprettur frá fyrirhugaðri Þeistareykjavirkjun og borholum verða stöðugur niður frá útblásturhljóðdeyfum við stöðvarhús, kæliturnum, vélasal og borholum í rekstri. Gert er ráð fyrir að hljóðstig verði undir viðmiðunarmörkum fyrir iðnaðarsvæði sem er 70 dB (A) við húsvegg.

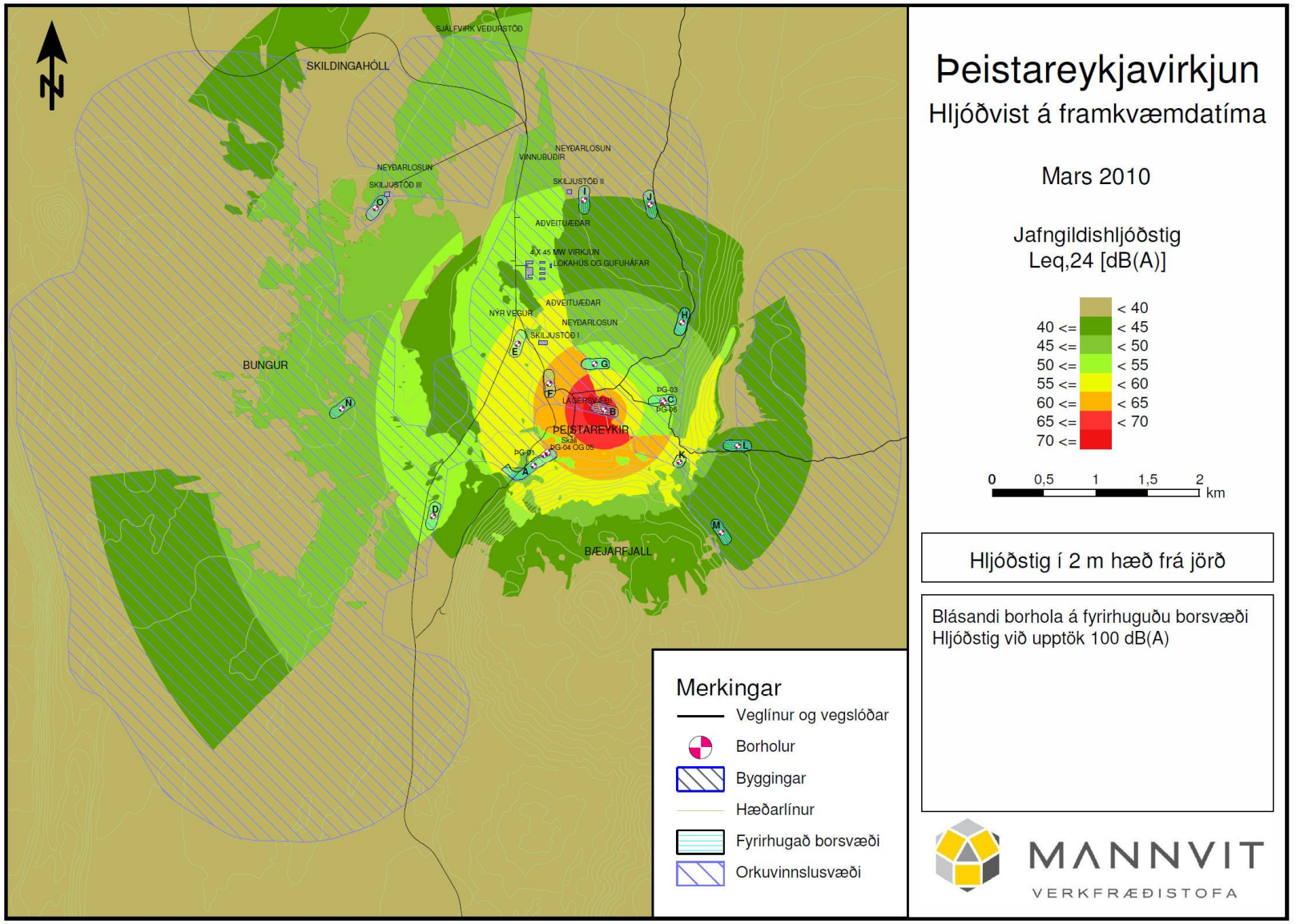
Á **mynd 132** eru sýnd áhrif á hljóðvist á Þeistareykjasvæðinu miðað við 200 $MW_e$ jarðhitavirkjun í rekstri. Samkvæmt þeim útreikningum er búist við að hljóðstig við skála á Þeistareykjum verði undir 40 dB á rekstrartíma og áhrif því óveruleg á útivist.



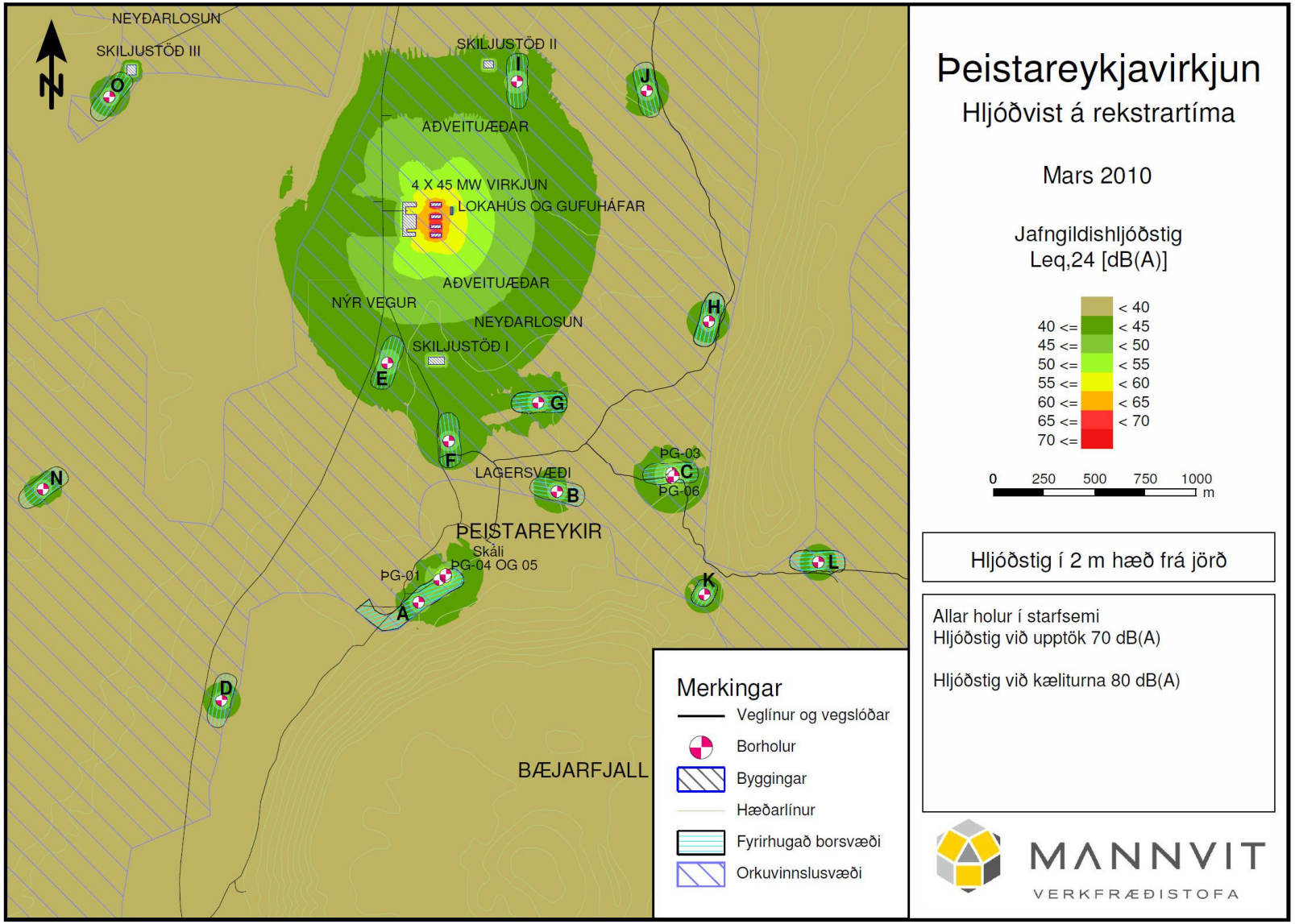

**Mynd 129** Hljóðstig við borsvæði L þegar borhola er blástursprófuð.




**Mynd 130** Hljóðstig við borsvæði A sunnan skálans á Þeistareykjum þegar borhola er blástursprófuð**.**




**Mynd 131** Hljóðstig við borsvæði B þegar borhola er blástursprófuð.




**Mynd 132** Hljóðstig á Þeistareykjum þegar 200 $MW_e$ virkjun er komin í rekstur og vinnsluholur tengdar við gufuveitu.

### *Áhrif á ferðaþjónustu og útivist*

Talið er að fyrirhugaðar framkvæmdir eigi eftir að hafa áhrif á ferðaþjónustu sem þegar er rekin á svæðinu. Jafnframt er talið að þær muni veita tækifæri til uppbyggingar ferðaþjónustu og frekari nýtingar svæðisins til útivistar. Það er niðurstaða rannsóknar Rannsóknamiðstöðvar ferðamála að framkvæmdir á Þeistareykjum og uppbygging línumannvirkja eigi eftir að breyta ásýnd og upplifun af svæðinu. Því muni ferðaþjónusta sem þar er nú rekin og hluti af útivist sem þar er stunduð hvorki fást þrifist í núverandi mynd, né svæðið markaðssett til framtíðar með þeim hætti sem hefur verið gert. Það er þó ekki þar með sagt að ferðaþjónusta og útivist eigi sér ekki framtíð á svæðinu. Ef eitthvað er þá eigi ferðum fólks eftir að fjölga á staðinn. Það eru hinsvegar ekki þeir sömu og hingað til hafa komið og mun verða meira um stutta viðdvöl og almennar skoðanaferðir, t.d. til að sjá mannvirki og eða einstök náttúrufyrirbrigði. Hluti útivistar mun haldast óbreyttur eða jafnvel aukast ef eitthvað er (**viðauki A14**). Um sjónræn áhrif á ferðamenn er fjallað í kafla 9.9.

**Mótvægisaðgerðir**

Til að draga úr hávaða frá borholum í blæstri eru notaðir hljóðdeyfar á útblástursrör. Á Þeistareykjum er ekki um að ræða neinn megin ferðamannatíma. Svæðið er vinsælt til ferðalaga og útivistar jafnt sumar sem vetur hjá ákveðnum hópi ferðamanna. Því er ekki talið mögulegt að tímasetja blástursprófanir, sem geta staðið yfir í 4-6 mánuði fyrir hverja holu, með tilliti til ferðamannatíma.

Sett verða upplýsingaskilti við ferðaleiðir og áfangastaði á framkvæmdatíma til að upplýsa ferðafólk um framkvæmdirnar og ónæði sem þær valda. Þá verður einnig tryggt að ferðaleiðir sem þvera lagnir verði opnar á rekstrartíma. Gerður verður nýr aðkomuvegur frá virkjunarvegi að núverandi vegslóð að skálanum á Þeistareykjum í stað núverandi slóðar sem liggur um framkvæmdasvæði virkjunarinnar.

Eins og áður hefur verið greint frá í kafla 9.9.2 hefur fyrirhugað geymslusvæði fyrir virkjunina verið flutt á flatirnar undir Ketilfjalli. Það er talið draga úr áhrifum á landnotkun vegna minna ónæðis við helsta áningarstaðinn á Þeistareykjum.

Eins fram kemur í kafla 9.3.2 hér að framan hefur syðra niðurrennslisvæðið verið fært frá því sem áður var ráðgert. Við þetta fækkar lagnaleiðum og áhrifasvæði framkvæmda minnkar. Ekki er síður mikilvægt að við þessa breytingu er komið í veg fyrir að niðurrennslislagnir þveri virkjunarveginn.

**Niðurstöður**

Á framkvæmdatíma sem nær yfir fjögur ár fyrir framkvæmdir við tvær fyrstu einingar Þeistareykjavirkjunar er talið að áhrif á samgöngur, ferðaþjónustu og útivist verði tímabundið verulega neikvæð vegna umferðar, ónæðis og hávaða frá borholum í blæstri. Áhrif eru talin talsvert jákvæð vegna fjölda atvinnutækifæra sem skapast á framkvæmdatíma.

Talið er að áhrifin á afréttarland innan orkuvinnslusvæðisins séu tímabundið talsvert neikvæð einkum á framkvæmdatíma þar sem beitarland skerðist og mannvirki munu hafa áhrif á hvernig búfé kemst um svæðið.

Bent er á það í skýrslu Rannsóknamiðstöðvar ferðamála að á rekstrartíma geti fyrirhuguð framkvæmd haft neikvæð áhrif á ferðaþjónustu og útivist í þeirri mynd sem nú er stunduð við Þeistareyki. Þó er niðurstaða þessa mats að bætt aðgengi með tilkomu nýs vegar muni hafa talsverð jákvæð áhrif á samgöngur, ferðaþjónustu og útivist þar sem fleiri geta ferðast um svæðið og möguleikar geti skapast á annars konar ferðamennsku og nýjar ferðaleiðir opnast frá nærliggjandi byggðum. Bein áhrif á atvinnutækifæri eru talin nokkuð jákvæð en óbein áhrif geta orðið verulega jákvæð þar sem orkan verður nýtt til atvinnuuppbyggingar.

### 9.10.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Ferðamálastofu**

Ferðamálastofa bendir á að*: „Fyrirhuguð Þeistareykjavirkjun á að rísa á lítt snortnu landi á svæði sem er rétt að byrja að uppgötvast sem ferðamannasvæði. Ferðamálastofa leggur áherslu á að tekið verði tillit til þeirra ferðaþjónustuaðila sem nú eru á staðnum meðan á framkvæmdum stendur þannig að framkvæmdir hafi sem minnst neikvæð áhrif á núverandi starfsemi. Jafnframt verði reynt að bæta aðstöðu til ferðaþjónustu á, og við, Þeistareyki til framtíðar. Með virkjunarframkvæmdum af þessu tagi má gera ráð fyrir að samsetning/ tegund ferðamanna muni breytast. Ekki er þó ólíklegt að möguleikar og tækifæri geti skapast fyrir aðra tegund ferðaþjónustu á svæðinu og þá sérstaklega ef hönnuðir og skipuleggjendur eru opnir fyrir möguleikum á sambýli ferðaþjónustu við virkjunina. Mannvirki þarf að skipuleggja og hanna þannig að þau falli sem best að landslagi og staðháttum á svæðinu og undirstriki (án yfirlætis) sérkenni og fegurð svæðisins. Ef vel tekst til gætu slík mannvirki orðið stolt Þingeyinga og vinsælt myndefni fyrir ljósmyndara.*

*Vanda þarf vel alla upplýsingagjöf vegna fyrirhugaðra framkvæmda þannig að ferðamenn geti auðveldlega áttað sig á umfangi framkvæmdanna, ástæðum fyrir þeim, vinnslutíma, sjálfbærni vinnslu, áhrifum á samfélag, umhverfi, lífríki, jarðfræði svæðisins, o.fl. Góð upplýsingagjöf er mikilvægur liður í að draga úr neikvæðri upplifun ferðamanna á jarðraski sem óhjákvæmilega fylgi slíkum framkvæmdum. Þessu markmiði mætti t.d. ná með uppbyggingu gestastofu/ þjónustumiðstöðvar við virkjunina."*

Í köflum 9.9.2 og 9.10.2 er fjallað um ýmsar mótvægisaðgerðir til að minnka áhrif á ferðamenn m.a. að dregið verði úr hávaða frá borholum með notkun hljóðdeyfa, að lögð verði ný vegslóð frá virkjunarvegi að skála, að geymslusvæði fyrir virkjunina

verði fjarri alfaraleið á flötum undir Ketilfjalli og syðra niðurrennslissvæðið hafi verið fært svo að lagnaleiðum fækkaði og áhrifasvæði minnkaði.

Hvað varðar breytingu á samsetningu/tegund ferðamanna kemur fram í kafla 9.10.2 að ferðaþjónusta og útivist á svæðinu muni ekki fást þrifist í núverandi mynd. Hvaða möguleikar og tækifæri geta skapast fyrir aðra tegund ferðaþjónustu á svæðinu ræðst m.a. af stefnu sem mörkuð verður um landnotkun á svæðinu í skipulagsáætlunum. Bent er á að sambærilegar framkvæmdir hafa leitt af sér vinsæla ferðamannastaði, eins og dæmin sýna við Kröflu, á Nesjavöllum, Hellisheiði, Svartsengi og Reykjanesi.

Samkvæmt stefnu staðfests svæðisskipulags háhitasvæða í Þingeyjarsýslum varðandi ferðaþjónustu og útivist (kafli 3.3.5 í greinargerð með svæðisskipulaginu) er á þessu stigi ekki stefnt að uppbyggingu meiri háttar aðstöðu fyrir ferðamenn og ferða-þjónustu inni á því skipulagssvæði sem þar er sérstaklega afmarkað. Miðað verði við að þjónusta verði fyrst og fremst við jaðra þess, á Húsavík, í Ásbyrgi og við Mývatn. Í orkumannvirkjum verði gert ráð fyrir aðstöðu fyrir þá þjónustu sem nauðsynlegt verður talið að gera ráð fyrir á svæðinu s.s. hreinlætisaðstöðu og sorphirðu. Með því verði stuðlað að því að aukin umferð í kjölfar framkvæmdanna valdi ekki skaða á umhverfi og náttúru.

Varðandi það að skipuleggja þurfi og hanna mannvirki þannig að þau falli sem best að landslagi og staðháttum á svæðinu og undirstriki sérkenni og fegurð svæðisins, bendir framkvæmdaraðili á að hluti mótvægisaðgerða í köflum 9.9.2 og 9.10.2 miða að framangreindu sem og á nokkrum öðrum stöðum í frummatsskýrslunni. Dæmi um þetta er í kafla 4.1, inngangi að framkvæmdalýsingu, þar sem fram kemur að við mat á umhverfisáhrifum virkjunarinnar hafi m.a. verið kannaðir möguleikar á að fella mannvirki vel að umhverfinu. Í kafla 4.3.3 er lögð áhersla á að lagnaleiðir, hönnun, litaval og áferð lagna taki mið af umhverfinu til að falla vel að landi og í kafla 5.1.1 stendur að leitast verði við að fella lagnir að landslagi. Að lokum má nefna að frágangur borteiga (kafli 4.3.2) verður með þeim hætti að borteigar falli sem best að umhverfinu.

Varðandi upplýsingagjöf kemur fram í kafla 9.10.2 (mótvægisaðgerðir) að sett verði upp upplýsingaskilti við ferðaleiðir og áfangastaði á framkvæmdatíma. Fram-kvæmdaraðili bendir á að uppbygging gestastofu/þjónustumiðstöðvar við virkjunina á Þeistareykjum verður í samræmi við stefnu um landnotkun og aðra uppbyggingu á Þeistareykjasvæðinu.

Í umsögn Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Krófluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík kemur eftirfarandi fram: *„Í þeim þremur skýrslum sem fyrir liggja varðandi áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á ferðaþjónustu kemur fram að skiptar skoðanir eru meðal ferðaþjónustuaðila og viðmælenda um áhrif framkvæmda, en jafnframt að ferðaþjónustuaðilar telja mikilvægt að samráð verði á milli aðila í ferðaþjónustu og útivist á svæðinu og þeirra sem að uppbyggingu standa, þannig að þeim fyrrnefndu verði gert kleift að vera áfram með sína starfsemi á svæðinu. Í skýrslu um áhrif fyrirhugaðrar virkjunar á Þeistareykjum og háspennulína að Kröflu að Bakka við Húsavík á ferðaþjónustu og útivist er settar fram tillögur í þágu ferðaþjónustu og útivistar á svæðinu. Í lokaorðum skýrslunnar segir:*

*„Ferðaþjónusta er vaxandi atvinnugrein á svæðinu og þó hún umbylti ekki samfélagi og atvinnulífi eins hratt og stórframkvæmdir er hún möguleiki til vaxtar sem taka verður tillit til og leyfa að þrífast á eigin forsendum. Nauðsynlegt er að veita henni rúm með þeim framkvæmdum sem til standa og gera þarf ráð fyrir samráði við þá sem hafa hagsmuni af eða áhuga á ferðaþjónustu og útivist. Þannig ætti að vera mögulegt að velta frekar fyrir sér gildum þeirra markmiða sem verið er að setja og um leið veita ferðaþjónustu sess atvinnugreinar á svæðinu, þar sem tillit er tekið til opinberrar stefnumörkunar þar á bæ.“*

*Þrátt fyrir framangreindar ábendingar er í frummatsskýrslu engin umfjöllun um hvernig samráði við ferðaþjónustuaðila og þá sem nýta svæðið til útivistar hefur verið eða mun verða háttað og hvort framkvæmdir hafi með einhverjum hætti tekið tillit til núverandi nýtingar á svæðinu. Umhverfisstofnun telur eðlilegt að í frummatsskýrslu kæmu fram tillögur um með hvaða hætti hægt er að standa að framkvæmdum þannig sem mest verði dregið úr áhrifum á ferðaþjónustu og útivist á svæðinu og hvernig haga á samráði við viðkomandi aðila. Umhverfisstofnun telur að í frummatsskýrslu sé um of einblínt á að líkur séu á að uppbygging orkumannvirkja hafi það í för með sér að aðgengi opnist að svæðum fyrir dagsferðalanga og aukning verði á ferðamönnum sem ferðast á eigin vegum. Ekki er hins vegar lagt mat á hvort sú breyting, sem telst jákvæð fyrir þann hóp ferðamanna, og þau neikvæðu áhrif sem verða á þá ferðaþjónustu og útivist sem nú er stunduð verði jákvæð þegar á heildina er litið og ferðaþjónustu á svæðinu til framdráttar.“*

Framkvæmdaraðili mótmælir því að ekki hafi verið haft samráð við ferðaþjónustuaðila við mat á umhverfisáhrifum, þar sem það var m.a. gert þegar unnið var að verkefnum sem greint er frá í þeim þremur skýrslum sem Umhverfisstofnun vísar til. Auk þess var fyrirhuguð framkvæmd og mat á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar kynnt á fundum fyrir félagasamtökum og hagsmunaaðilum í ferðaþjónustu og útivist á matsáætlunarstigi. Jafnframt var sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum kynnt félagasamtökum á Húsavík og í Reykjavík samanber kafla 1.4.3 í þessari matsskýrslu. Að öðru leyti er vísað í viðbrögð framkvæmdaraðila við umsögn Ferðamálastofu hér að framan varðandi athugasemdir Umhverfisstofnunar við mat á áhrifum framkvæmda á samfélag (ferðaþjónustu og útivist).

## 9.11 FORNLEIFAR

### 9.11.1 GRUNNÁSTAND

***Orkuvinnslusvæði***

Samkvæmt fornleifaskráningu Fornleifastofnunar Íslands, eru 58 þekktir fornleifastaðir í Þeistareykjalandi (Orri Vésteinsson, 2006). Þar af eru langflestir eða 35 í Þeistareykjatúni og þrír til viðbótar í næsta nágrenni sem tengjast búskap þar. Fyrst var skráð í Þeistareykjatúni og næsta nágrenni sumarið 2001 (Orri Vésteinsson, 2001) en síðsumars árið 2006 var öll jörðin, utan túnsins, skráð (Orri Vésteinsson, 2006). Þá kom í ljós að umtalsverðar mannvistarleifar eru á einum öðrum stað, í Mælifelli/Reykjaseli. Í Þeistareykjalandi fundust fjórar grjóthlaðnar réttir, flestar líklega frá 20. öld. Einnig eru á svæðinu vörður og ýmiskonar vísbendingar um leiðir um Þeistareykjaland, þó fáar hafi verið fjölfarnar. Í skýrslu Orra Vésteinssonar (2001) kemur fram að það virðist hafa verið búið á Þeistareykjum og Mælifelli á 14.

og 15. öld. Byggð hafi lagst af á Mælifelli eftir það, en verið samfelld byggð á Þeistareykjum á 16. og 17. öld og öðru hvoru framan af þeirri 18. Jörðin hafi endanlega farið í eyði 1743.

Síðla sumars árið 2007 skráði Fornleifastofnun Íslands fornleifar á fyrirhuguðum línustæðum sem liggja frá Kröflu í Mývatnssveit, norður til Þeistareykja og þaðan norður að álverslóð við Bakkahöfða hjá Húsavík (**viðauki A16**).

Í skýrslu Fornleifaverndar ríkisins (Sigurður Bergsteinsson, 2008) um fornleifaskráningu á Þeistareykjum kemur fram að innan við gamla tún Þeistareykjabæjarins voru skráðar 30 minjar. Einnig kemur fram að minjar skráðar á Þeistareykjalandi séu dæmigerðar fyrir afréttir, meðal annars fjárborg, kvíar, aðhöld, reiðleiðir og vörður.

Staðsetningu skráðra fornminja má sjá á **myndum 133 og 134**. Á **mynd 135** er sýnd staðsetning skráðra menningarminja í Þeistareykjatúni samkvæmt heimildum sem getið er í þessum kafla. Á Þeistareykjum er í skipulagi afmarkað minjaverndarsvæði utan um bæjarhól, tóftir, garða og sæluhús sem nýtur hverfisverndar. Eftirfarandi er listi yfir fornleifar sem eru í grennd við fyrirhugaðar framkvæmdir í vesturjaðri verndarsvæðisins samkvæmt **viðauka A16**:

**SÞ-250b:009** tóft: Þrískipt tóft, alls 10 x 6 m. Hún snýr austur-vestur og skiptist í tvö aflöng samsíða hólf og lítið hólf austan við það nyrðra. Veggir eru mjög signir, víðast um 1,5 m breiðir. 25 m austar er hringlaga hvompa, um 5 x 5 m að stærð, sem gæti verið tóft en líka gróinn rofblettur.

**SÞ-250b:010** tóft: Tóftin snýr norður-suður og er 12 m löng og 5-6 m breið. Grjót sést í sverði í botni tóftarinnar sunnan til og í austurvegg að utan. Þar er rof í vegginn og sést að grjóthleðslan er ekki meira en 0,7 m breið og bendir það til að tóft þessi sé af rétt eða stekk fremur en húsi.

**SÞ-250b:011** gerði: Gerðið er 60 m langt og 30 m breitt. Í gerðinu miðju er einföld aflöng tóft, 10x4 m að utan, og snýr heldur á skjön við gerðið.

**SÞ-250b:013** garðlag túngarður: Garðlag gengur til norðurs frá norðvesturhorni gerðis 011.

**SÞ-250b:014** garðlag túngarður: Garðlag liggur til norðurs frá norðausturhorni gerðis 011, samhliða garðlagi 013, en nær mun lengra í vestur. Garðurinn er alls um 90 m langur, mest 3 m breiður og 0,7 m hár.

**SÞ-250b:015** tóft: 3 m vestan við norðurendann á garðlagi 014 er tóft í túnjaðri. Tóftin er einföld og aflöng, snýr austur-vestur og hefur dyr sunnan til á vesturgafli. Hún er 9x6 m að utanmáli. Veggir eru 1,5 m breiðir og um 0,7 m háir.

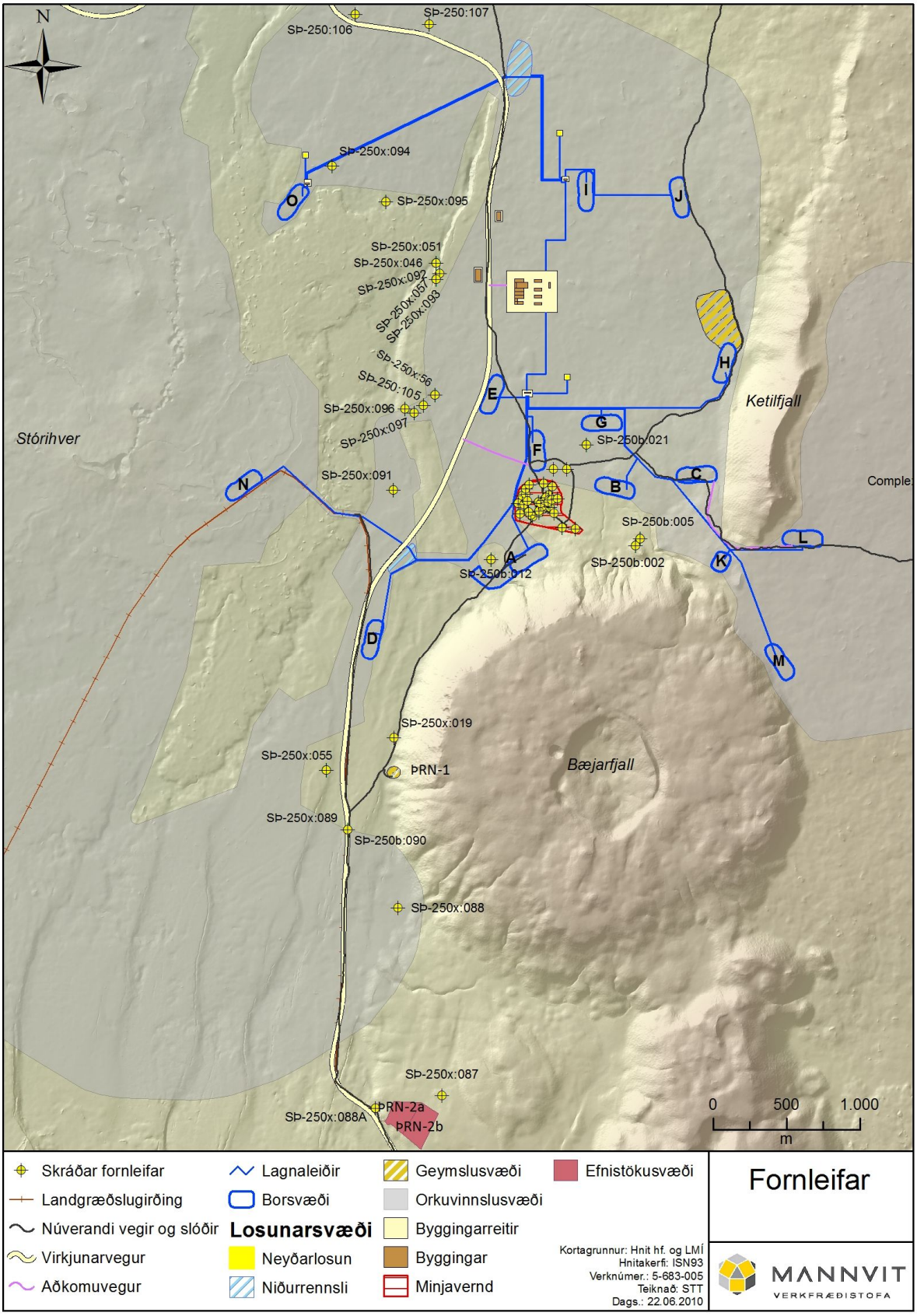
**SÞ-250b:016** tóft: 25 m NNA við norðurendann á garðlagi 014. Lítil einföld tóft, 4x3 m að utan með dyr á miðjum suðurvegg. (**viðauki A16**).

Í nágrenni borsvæðis O eru eftirfarandi fornleifar (**mynd 134** ):

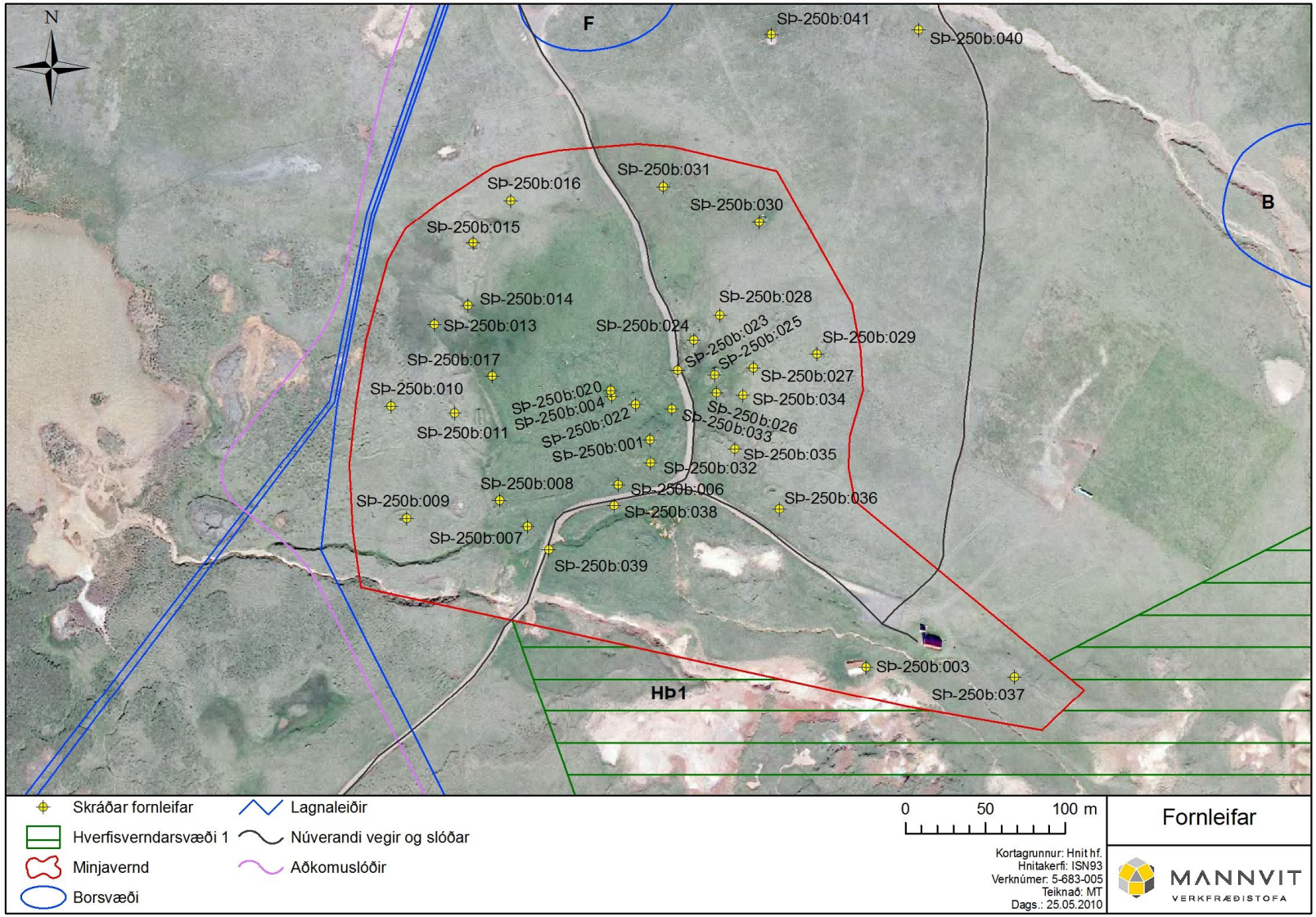
**SÞ-250b:094** varða samgöngubót: Um 1,5 km austur frá Skildingahóli er varða í fyrirhuguðu línustæði. Lágt holt sem rís úr harðmóa. Vörðubotn: 5 steinar í hnapp gægjast upp úr lyngsverði. Hæðin er um 15 sm og þvermálið um 0,6 m (**viðauki A16).**




**Mynd 133** Skráðar fornleifar innan 500 m fjarlægðar frá fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar.




**Mynd 134** Skráðar fornleifar innan 500 m fjarlægðar frá fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar og á orkuvinnslusvæði á Þeistareykjum.




**Mynd 135** Skráðar fornleifar í Þeistareykjatúni.

***Virkjunarvegur***

Sumarið 2008 skráði Fornleifastofnun Íslands fornleifar á vegstæði virkjunarvegar frá Húsavík að Kvíhólum sem er skammt sunnan Þeistareykja (**viðauki A17**). Nokkrir minjastaðir bættust við frá skráningunni sem unnin var á svæðinu 2007 (**viðauki A16**).

Alls hafa verið skráðar 32 fornleifar í grennd við fyrirhugað vegstæði frá Húsavík að Höfuðreiðarmúla. Alls 12 minjastaðir voru skráðir 2008 (**viðauki A17**), þar af 7 vörður, 2 götur/leiðir, 1 brú, 1 tóft og Þeistareykjahald (gerði/rétt). Minjarnar sem skráðar voru árið 2007 eru alls 19 vörður og ein gata/leið. Flestir minjastaðir eru á gróðurlendinu sunnan og vestan Höskuldsvatns í landi Skarða og í grennd við Þeistareyki (**myndir 133 og 134)**. Einnig eru þrír minjastaðir á gróðurlendinu fast við Húsavík. Afgangurinn eru vörður á melum og söndum. Einn minjastaður, Þeistareykjaaðhald, sem er gerði eða rétt norðvestan við Þeistareyki hafði áður verið skráð (Orri Vésteinsson, 2006). Í **töflu 20** er listi yfir 32 fornleifar sem eru í innan við 500 m fjarlægð frá miðlínu fyrirhugaðs virkjunarvegar frá Húsavík og suður fyrir orkuvinnslusvæðið á Þeistareykjum samkvæmt **viðaukum A16 og A17**. Fram kemur skráningarnúmer, tegund fornleifa og hættumat samkvæmt deiliskráningum þar sem miðað var við fyrri forsendur. Í dálknum lengst til hægri er fjarlægð hverrar fornleifar frá miðlínu vegarins miðað við núverandi forsendu um legu hans. Hér á eftir er stutt lýsing á fornleifum í nágrenni fyrirhugaðs virkjunarvegar sem byggir á viðaukunum.

**SÞ-313:191** gata leið: Suðaustast í Húsavíkurbæ, í framhaldi af Þverholti, er göngustígur sem liggur til austurs upp brekkuna. Þar sem malbikinu sleppir tekur við lúpínubreiða. Lækur rennur eftir litlu gili frá norðri til suðurs. Stígurinn er einfaldur en býsna djúpur. Sennilega er stígurinn fyrst og fremst notaður til útivistar af Húsvíkingum en gæti hafa verið fjárgata áður.

**SÞ-313:192** brú: Brú yfir læk sem rennur frá suðri til norðurs. Brúin er algróin og ekki gott að sjá byggingarefnið sem þó er timbur og jafnvel eitthvert torf. Lengdin er 7 m A-V og um 3 m á breidd.

**SÞ-313:193** er tóft rétt við Húsavíkurkaupstað: Nokkrum metrum norðan við fyrirhugað vegarstæði er fornleg tóft. Tóftin er sigin og harla ógreinileg, um 10 m N-S og um 6 m á breidd.

**SÞ-322:085** varða leið: Um 15 m suðvestan núverandi vegar um Reykjaheiði, suður frá syðsta hluta Höskuldsvatns, er varða. Varðan er hrunin en um 6 steinar eru í hnapp sem gægjast upp úr sverði. Hæðin er um 0,5 m og þvermálið um 0,6 m.

**SÞ-322:086** gata leið: Í móanum sem er vestan og sunnan við Höskuldsvatn er fjárgata sem liggur nokkuð samhliða núverandi vegi um Reykjaheiði. Gatan er býsna greinileg í móanum á rúmlega 1 km kafla. Hnit voru tekin á fjórum stöðum til að marka leiðina.

**SÞ-322:087** varða óþekkt: Á lágum mel, miðja vegu milli syðsta hluta Höskuldsvatns og Sæluhúsmúla er varða, um 60 m suðvestan við núverandi veg og um 15 m suðvestan fyrirhugaðs vegarstæðis. Varðan er nokkuð hrunin þó eru 10-15 steinar enn uppistandandi. Mesta hleðsluhæð er um 0,4 m og þvermálið um 0,6 m.

**Tafla 20** Skráðar fornleifar við virkjunarveg.

| Skráningarnr. | Tegund | Hættumat (Uggi Ævarsson, 2007/2008) | | Fjarlægð frá miðlínu vegar (m) |
|---|---|---|---|---|
| SÞ- 250x:055 | Varða | Stórhætta | (2007) | 105 |
| SÞ- 250x:056 | Þeistareykjaaðhald | Stórhætta | (2008) | 290 |
| SÞ- 250x:087 | Varða | Stórhætta | (2007) | 470 |
| SÞ- 250x:088<br>SÞ- 250x:088A | Gata | Stórhætta | (2007) | 369<br>45 |
| SÞ- 250x:089 | Varða | Stórhætta | (2007) | 1,5 |
| SÞ- 250x:090 | Varða | Stórhætta | (2007) | 3 |
| SÞ- 250x:104 | Varða | Hætta | (2007) | 178 |
| SÞ- 250x:105 | Varða | Stórhætta | (2008) | 330 |
| SÞ- 250x:106 | Varða | Stórhætta | (2008) | 60 |
| SÞ- 250x:107 | Varða | Hætta | (2008) | 77 |
| SÞ- 313:191 | Gata | Stórhætta | (2008) | 20 |
| SÞ- 313:192 | Brú | Stórhætta | (2008) | 29 |
| SÞ- 313:193 | Tóft | Stórhætta | (2008) | 113 |
| SÞ- 313:183 | Varða | Stórhætta | (2007) | 290 |
| SÞ- 322:069 | Varða | Stórhætta | (2007) | 67 |
| SÞ- 322:070 | Varða | Stórhætta | (2007) | 60 |
| SÞ- 322:071 | Varða | Stórhætta | (2007) | 38 |
| SÞ- 322:072 | Varða | Hætta | (2007) | 30 |
| SÞ- 322:073 | Varða | Hætta | (2007) | 3 |
| SÞ- 322:074 | Varða | Hætta | (2007) | 26 |
| SÞ- 322:075 | Varða | Hætta | (2007) | 38 |
| SÞ- 322:076 | Varða | Hætta | (2007) | 48 |
| SÞ- 322:077 | Varða | Hætta | (2007) | 125 |
| SÞ- 322:078 | Varða | Stórhætta | (2007) | 28 |
| SÞ- 322:080 | Varða | Stórhætta | (2007) | 70 |
| SÞ- 322:081 | Varða | Stórhætta | (2007) | 13 |
| SÞ- 322:082 | Varða | Stórhætta | (2007) | 90 |
| SÞ- 322:085 | Varða | Stórhætta | (2008) | 30 |
| SÞ- 322:086<br>SÞ- 322:086A<br>SÞ- 322:086B<br>SÞ- 322:086C | Gata | Hætta | (2008) | 44<br>45<br>37<br>81 |
| SÞ- 322:087 | Varða | Stórhætta | (2008) | 28 |
| SÞ- 322:088 | Varða | Hætta | (2008) | 335 |
| SÞ- 322:089 | Varða | Hætta | (2008) | 390 |

**SÞ-322:088** varða óþekkt: Fast sunnan við núverandi veg og um 370 m austan við fyrirhugað vegarstæði er varða. Varðan er um 0,8 m á hæð og um 0,8 m í þvermál neðst og er byggð úr stórum hraunsteinum. Um 60 m suðaustar er önnur varða, sjá 089.

**SÞ-322:089** varða óþekkt: Fast sunnan við núverandi veg og um 370 austan við fyrirhugað vegarstæði er varða. Varðan er um 1,1 m á hæð og um 1 m í þvermál neðst og er byggð úr stórum hraunsteinum. Í norðvestri sér í vörðu 088.

**SÞ-250x:055** varða: Um 150 m á hraunbrún vestan vegar með landgræðslugirðingu. Varðan er 6 umför, 2 m í þvermál og 1,2 m á hæð. Hún er mjög vaxin skófum. Austan við (vestari) slóðina eru götutroðningar sem liggja í átt að vörðunni og má vera að hún vísi á leið yfir hraunið, e.t.v. í átt að Gæsku.

**SÞ-250x:056** Þeistareykjaaðhald gerði/rétt: Gerðið er hlaðið úr hraungrýti, nema að austanverðu þar sem blágrýtishnullungar úr hverabrekkunni hafa verið notaðir. Dyraop er á suðausturhlið, um 1,5 m breitt.

**SÞ-250x:87** varða. Um 450 m, ef mælt er hornrétt frá Þeistareykjarvegi, til austurs, eru vörðuleifar. Allhátt melholt sem rís úr lyng- og fjalldrapamóa. Varðan er hrunin og nánast alveg útflött. Fuglaþúfa hefur myndast í vörðubotninum. Smágerð grjótdreif er umhverfis strýtuna, um 2 m N-S og um 1,5 m A-V

**SÞ-250x:88** gata leið: Fjárgata liggur vestan í Bæjarfjalli, í hlíðarfæti, og liggur úr suðri til norðurs. Þýfður lyngmói. Gatan er mjög greinileg, talsvert niðurgrafin og ógróin. Annað hnit var tekið um 1,5 km sunnar (**SÞ-250x:88a)**

**SÞ-250x:89** varða samgöngubót: Fast austan við Þeistareykjaveg, vestan undir Bæjarfjalli, eru tvær vörður. Suðaustari varðan er stærri en hin (sjá 090), um 1 m á hæð og einnig um 1 m í þvermál neðst og mjókkar upp. Grjótið í vörðunni er alskófsett að sunnanverðu.

**SÞ-250x:90** varða samgöngubót: Fast austan við Þeistareykjaveg, vestan undir Bæjarfjalli, eru tvær vörður fast við fyrirhugað línustæði. Varðan er minni en varða 089, þótt hleðslur standi, og er um 0,6 m á hæð og einnig í þvermál neðst.

**SÞ-250x:104** varða samgöngubót: Helluhraunsholt fast norðan við harðmóa. 8-10 steinar í hrúgu, um 0,5 m á hæð og um 0,5 m í þvermál. Varðan er fast austan við fjárgötu sem liggur NNV-SSA.

**SÞ-250x:105** varða óþekkt: Rétt rúman 1 km norð-norðvestan við Þeistareyki, í fyrirhuguðu vegarstæði, er varða. Fimm steinar hafa verið lagðir ofan á stóran stein sem rís upp um 0,7 m. Sjálf hleðslan er ekki nema um 0,3 m á hæð. Þvermálið er um 0,6 m.

**SÞ-250x:106** varða samgöngubót: Um 50 m norðan við fyrirhugað vegarstæði, uppi á misgengisvegg er varða og fjárgötutroðningur sem liggur N-S. Varðan er 5-8 steinar. Hæðin er um 0,6 m og þvermálið um 0,8 m.

**SÞ-250x:107** varða samgöngubót: Tæpa 100 m norðan fyrirhugaðs vegarstæðis er varða. Varðan er um 0,5 m á hæð og um 0,7 m í þvermál.

**SÞ-313:183** varða samgöngubót: Um 170 m norðan við veginn til Húsavíkur, á Reykjaheiði, er varða. Grjótmelur. Á nokkuð stóran, jarðfastan stein hafa verið settir 12-15 steinar í hnapp. Ekki er skófir að sjá á grjótinu. Varðan er um 0,6 m á hæð með

stóra steininum en sjálf hleðslan er um 0,4 m. Þvermálið er um 0,7 m. Varðan er um 80 m austan við fyrirhugað línustæði.

**SÞ- 322:069** varða samgöngubót: Lágt hraunholt sem rís úr stórþýfðum lyngmóa. Varðan er nýleg, 5 steinum hefur verið hróflað upp til að vísa á fastan hæðapunkt sem er steyptur í stein. Mesta hæð vörðunnar er um 0,6 m og þvermálið einnig um 0,6 m.

**SÞ- 322:070** Um 250 m suðaustan við vörðu 069 er önnur svipuð varða. Lágt holt rís úr þýfðum lyngmóa. Lítil varða, aðeins fjórir steinar í hnapp, 0,6 m á hæð og um 0,5 m í þvermál.

**SÞ- 322:071** varða samgöngubót: Um 20 m suðaustan vegar um Reykjaheiði, frá Þeistareykum til Húsavíkur, er gróinn grjóthóll og varða í kollinum. Grjóthóllinn breytist í hrygg sem nær um 100 m áfram til suðausturs. Varðan er um 0,7 m á hæð og um 0,8 m í þvermál en mjókkar mjög upp. Steinarnir eru skófsettir. Einföld fjárgata liggur neðan (SV) við hólhrygginn.

**SÞ- 322:072** varða samgöngubót: Um 500 m í austur frá vörðu 071 og um 40 m sunnan vegar er varða. Helluhraunsklöpp í harðmóa. Varðan virðist ekki vera gömul, 10-15 steinum hefur verið hrúgað saman, um 0,6 m á hæð og um 0,6 m í þvermál neðst. Hvorki er að sjá skófir né mosa á steinum.

**SÞ- 322:073** varða samgöngubót: Um 30 m sunnan vegar um Reykjaheiði, frá Þeistareykjum til Húsavíkur, er varða. Lágt grjótholt sem rís úr lyngmóa. Varðan virðist vera nýleg, hvorki skófir né mosa að sjá á steinum. Hæðin er um 0,6 m en þvermálið neðst er um 0,9 m.

**SÞ- 322:074** varða samgöngubót: Um 10 m sunnan vegar um Reykjaheiði, frá Þeistareykum til Húsavíkur, eru 3 vörður, næstum í hnapp, 074, 075, 076 og 077. Vörðurnar eru þar sem hálfgróið hraunið tekur við, austan við lyngmóann. Varðan virðist vera nýleg og er ólöguleg, 1 m í þvermál neðst og um 0,7 m á hæð.

**SÞ- 322:075** varða samgöngubót: Varðan er tæpa 30 m í suðaustan við vörðu 074. Vörðurnar eru þar sem hálfgróið hraunið tekur við, austan við lyngmóann. Varðan er nýleg, um 0,9 á hæð og um 0,9 m í þvermál neðst.

**SÞ- 322:076** varða samgöngubót: Varðan er um 20 m suðaustan við vörðu 075. Varðan er úr fremur litlum steinum og er harla nýleg að sjá, um 0,8 m á hæð og um 1 m í þvermál neðst.

**SÞ- 322:077** varða samgöngubót: Varðan er um 80 m SSV við vörðu 076. Hvorki er að sjá skófir né mosa á vörðunni sem er um 0,8 m á hæð og um 0,8 m í þvermál.

**SÞ- 322:078** varða samgöngubót: Um 150 m norðan við hlíðarrætur Höfuðreiðar-múla, austan við miðju fjallsins. Helluhraunsklappir rísa upp úr lyngmóa. Myndarleg varða á milli vegar og Kópaskerslínu, um 1,1 m á hæð og um 1,5 m í þvermál neðst. Grjót er skófsett.

**SÞ- 322:080** varða samgöngubót: Við norðausturhorn Höfuðreiðarmúla eru nokkrar vörður. Á milli Höfuðreiða- og Sæluhúsmúla getur verið að 2 leiðir komi saman, að austan og að sunnan. Varðan er um 5 m norðan vegar um Reykjaheiði, frá Þeistareykjum til Húsavíkur. Gisinn harðmói. Varðan er um 1,2 m á hæð og um 1,2 m í þvermál neðst. Ekki er skófir að sjá á steinum.

**SÞ- 322:081** varða samgöngubót: Varðan er um 120 m norðvestan vegar, um Reykjaheiði frá Þeistareykjum til Húsavíkur, rétt áður en hann tekur skarpa beygju til norðvesturs. Varðan er undir Kópaskerslínu sem liggur NA-SV. Gisinn harðmói. Varðan er um 1,1 m á hæð og um 1 m í þvermál neðst. Grjótið er fremur stórt í vörðunni, 7-8 umför, og er nokkuð skófsett.

**SÞ- 322:082** varða samgöngubót: Þessi varða er um 150 m norðvestan vegar um Reykjaheiði, frá Þeistareykjum til Húsavíkur, þar sem hann tekur skarpa beygju til norðvesturs. Gisinn harðmói. Varðan er lítil og virðist nýleg, 0,6 m á hæð og um 0,5 m í þvermál neðst.

***Efnistökusvæði***

Fornleifastofnun Íslands fór í fornleifakönnun á fimm efnistökusvæðum í september árið 2010 á framkvæmdasvæði Þeistareykjvirkjunar og virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum (Þóra Pétursdóttir, 2010). Gengið var um öll efnistökusvæðin og fundust fornminjar á þremur þeirra, á RHN-5, RHN-6 og RHN-10/11, alls fjórar fornminjar. Gerð er grein fyrir þeim hér á eftir ásamt hættumati. Engar fornleifar fundust á efnistökusvæðum RHN-1 og ÞRN-2.

***RHN-5***

**SÞ-322:090** Varða, óþekkt hlutverk. Vörðubrot er á lítt grónum mel í suðurjaðri efnistökusvæðis RHN-5. Umhverfis melinn eru smáþýfðir lynggrónir móar. Brotið er nær alveg fallið. Tvö umför standa og er neðsti hluti hleðslunnar sokkinn í melinn. Hleðslan er um 0,3 m á hæð og 0,5 m í þvermál. Í stórhættu vegna efnisnáms.

***RHN-6***

**SÞ-322:091** Varða, óþekkt hlutverk. Vörðubrot er austast á efnistökusvæði RHN-6. Efst á ógrónum mel. Brotið er nær alveg fallið og gróið umhverfis steinana. Tvö umför standa, um 0,4 m á hæð, og hefur hleðslan verið um 0,6 m í þvermál. Í stórhættu vegna efnisnáms.

***RHN-10/11***

**SÞ-250x:108** Varða óþekkt hlutverk. Varða er norðvestast á efnistökusvæðinu og stendur á steini sem er um 2x3 m að stærð og um 1 m á hæð. Varðan sjálf er um 0,7 m á hæð, þrjú umför og er fremur ungleg að sjá. Í stórhættu vegna efnisnáms.

**SÞ-250x:109** Varða óþekkt hlutverk. Varða er norðaustast á efnistökusvæðinu, á dálítilli hæð á melbrúninni, fast austan við vegslóða sem liggur inn á svæðið. Varðan er um 1 m á hæð, um 0,6 m í þvermál og 4 umför. Varðan er fremur ungleg en efri hluti hennar gæti þó verið yngri en undirstaðan. Í stórhættu vegna efnisnáms.

## 9.11.2 UMHVERFISÁHRIF

### Viðmið umhverfisþátta

- Þjóðminjalög nr. 107/2001.

### Umfang, einkenni og vægi umhverfisáhrifa

Þegar framkvæmdir sem þessar standa yfir er gjarnan töluverð umferð vinnuvéla og því er mikilvægt að ökumenn séu meðvitaðir um að vinna ekki umhverfisspjöll og þá um leið að skemma fornleifar óafvitandi ef þannig ber undir.

Fornleifum má enginn, hvorki landeigandi, ábúandi né nokkur annar, spilla, granda né breyta, ekki heldur hylja þær, laga né aflaga né úr stað flytja nema með leyfi Fornleifaverndar ríkisins samanber 10. gr. þjóðminjalaga nr. 107/2001. Í samræmi við 13. gr. laganna mun framkvæmdaraðili skýra Fornleifavernd ríkisins eins fljótt og hægt er, finnast fornleifar sem áður voru ókunnar. Séð verður til þess að framkvæmd verði stöðvuð þar til fengin er ákvörðun Fornleifaverndar ríkisins um hvort halda megi áfram og með hvaða skilmálum.

***Orkuvinnslusvæði***

Við val á staðsetningu fyrirhugaðra byggingarreita, borsvæða og vegslóða var tekið tillit til skráðra menningarminja á orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum og vegarstæði virkjunarvegar frá Húsavík. Engar fornleifar fyrirfinnast á þeim svæðum sem fara undir fyrirhuguð borsvæði, sjá **myndir 134** og **135** hér að framan.

Lagnaleið frá borsvæði A verður vestan við Þeistareykjatún, en þar er afmarkað svæði sem nýtur minjaverndar. Við framkvæmdir verður tekið fullt tillit til menningarminja í Þeistareykjatúni og fullt samráð verður haft við Fornleifavernd ríkisins meðan á framkvæmdum stendur. Taka þarf sérstakt tillit til fornleifa í vesturjaðri Þeistareykjatúns sökum nálægðar þeirra við fyrirhugaða lagnaleið (**viðauki A16**). Einnig verður tekið tillit til fornleifa við nánari staðsetningu mannvirkja í nágrenni borsvæðis O.

***Virkjunarvegur***

Í tengslum við deiliskráningu árið 2008 fór fram hættumat þar sem fornleifar sem eru innan við 150 m fjarlægð frá miðlínu fyrirhugaðs vegar voru metnar í stórhættu en þær sem eru fjær metnar í hættu (sjá hættumat **í töflu 20**). Við deiliskráningu árið 2007 lá veglínan ekki fyrir og við hættumatið var stuðst við þá vinnureglu að skrá allar minjar sem fundust á áhrifasvæði línustæða í hættu og allar minjar sem fundust í 150 m fjarlægð frá miðju línustæðis, sem liggur að hluta til samhliða virkjunarvegi, í stórhættu vegna framkvæmda. Forsendur hættumatsins hafa breyst síðan skráningarnar fóru fram með að hluta breyttri legu vegarins. Því er hluti fornleifanna ekki lengur innan við 150 m fjarlægð frá miðlínu hans eins sjá má í **töflu 20** og teljast ekki lengur í stórhættu.

Alls 24 af 32 fornleifum sem skráðar hafa verið við fyrirhugaðan virkjunarveg eru innan við 150 m frá miðlínu hans og teljast því í stórhættu vegna vegaframkvæmdanna (sjá í **töflu 20** og á **myndum 133** og **134**). Um er að ræða 19 vörður, þrjár götur/leiðir, eina tóft og eina brú. Það er því fyrirséð að hluti þeirra muni raskast eða fara forgörðum.

Eins og sjá má á **mynd 133** eru flestar fornleifar í nágrenni virkjunarvegarins á kaflanum frá Höskuldsvatni að Höfuðreiðarmúla þar sem vegurinn fylgir núverandi Reykjaheiðarvegi. Vestan Höskuldsvatns eru 4 skráðar fornleifar og þar sem fyrirhuguð er ný veglína frá Höfuðreiðarmúla að Þeistareykjum eru 3 skráðar fornleifar.

Framkvæmdaraðili mun sækja um leyfi til Fornleifaverndar ríkisins og hlíta skilmálum hennar í samræmi við 10. og 12. gr. þjóðminjalaga nr. 107/2001.

Gert er ráð fyrir að tekið verði tillit til fornleifa við nánari útfærslu virkjunarvegar. Ekki er þó víst að hægt verði að komast hjá raski allra og því verða áhrif á þær fornleifar talsvert neikvæð vegna virkjunarvegar. Mikilvægt er að gera ráðstafanir til að koma í veg að fornleifar spillist við framkvæmdina og að umferð vinnuvéla laski fornleifar við vegstæði virkjunarvegar.

***Efnistökusvæði***

Bætt hefur verið inn **myndum 133 og 134** þar sem sýndar eru fornleifar með skráningarnúmerum. Sýndar eru fornleifar í nágrenni við og á efnistökusvæðum. Fornleifar eru á þremur þeirra, á RHN-5, RHN-6 og RHN-10/11, alls fjórar vörður og eru allar í hættu vegna framkvæmda. Engar fornleifar fundust á efnistökusvæðum RHN-1 og ÞRN-2. Efnistaka hefur áhrif á framangreindar fornleifar og mun framkvæmdaraðili sækja um leyfi til Fornleifaverndar ríkisins ef raska þarf vörðunum.

**Mótvægisaðgerðir**

Ekki er þörf á eiginlegum mótvægisaðgerðum vegna fornleifa á orkuvinnslusvæðinu og við virkjunarveg þar sem talið er unnt að fara í fyrirhugaðar framkvæmdir án þess að raska þeim. Leitast verður við að haga framkvæmdum þannig að áhrif á fornleifar verði sem minnst. Gert er ráð fyrir að afmarka og merkja vel minjastaði nálægt fyrirhuguðum mannvirkjum á orkuvinnslusvæðinu við Þeistareyki og veglínu virkjunarvegar, til að draga úr hættu á að minjastöðum verði spillt á framkvæmdatíma.

Leitað verður eftir leyfi Fornleifaverndar ríkisins ef raska þarf fornleifum.

**Niðurstöður**

Áhrif á framkvæmdar á fornleifar á orkuvinnslusvæði verða óveruleg.

Áhrif í vegstæði virkjunarvegar verða staðbundið talsvert neikvæð á kafla milli Höskuldsvatns og Höfuðreiðarmúla á þær fornleifar sem raskast eða fara forgörðum. Á öðrum köflum virkjunarvegar eru áhrif á fornleifar talin óveruleg.

Efnistaka á þremur svæðum hefur nokkur áhrif á fornleifar ef raska þarf vörðum.

### 9.11.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Fornleifaverndar ríkisins**

***Orkuvinnslusvæðið**: „...Fornleifavernd ríkisins vekur athygli á því að norðaustan og utan við minjaverndarsvæðið eru leifar tveggja garða (SÞ-250x:040 og 041). Borsvæði F er einungis í nokkra tuga metra fjarlægð frá vestari garðinum. ...Fornleifavernd ríkisins telur mikilvægt að garðarnir verði merktir greinilega eða girtir af á meðan framkvæmdum á svæðinu stendur. ...*

*...Fornleifavernd ríkisins telur nauðsynlegt að farið verði með lagnir frá borsvæði A eins langt frá minjaverndarsvæðinu eins og kostur er. Þá verði vesturjaðar verndarsvæðisins girtur af í samráði við Fornleifavernd ríkisins til að koma í veg fyrir að fornleifar raskist af vangá.*

*...Utan bæjarstæðis Þeistareykja er einungis ein varða (SÞ-250x:094) í verulegri hættu vegna framkvæmda. Varðan er í nágrenni borsvæðis O. ...Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan framkvæmdum stendur lendi hún í nágrenni mannvirkja. Ef ekki verður komist hjá raski á vörðunni þarf að sækja um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að fjarlægja hana og hlíta þeim skilmálum sem stofnunin kann að setja, sbr. 10. og 12. gr. þjóðminjalaga (nr. 107/2001).*

*Fornleifavernd ríkisins telur að áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á orkuvinnslusvæði Þeistareykjavirkjunar verði fyrst og fremst á sjónrænt gildi og þar með upplifunargildi fornleifanna á bæjarstæði Þeistareykja. Mikil mannvirki munu rísa í nágrenni bæjarhólsins sem hljóta að hafa áhrif á upplifun fólks af rústum bæjar sem lá fjarri öðrum bæjum á fram til þessa afskekktum og ósnortnum stað. Huga þarf að því að halda framkvæmdum eins langt frá bæjarstæðinu og kostur er og jafnframt þyrfti að íhuga hvort hægt er t.d. að leggja lagnir í jörðu þar sem fyrirhugað er að þær liggi næst bæjarstæðinu.“*

Við val á staðsetningu fyrirhugaðra byggingarreita, borteiga og vegslóða var tekið tillit til skráðra menningarminja á orkuvinnslusvæðinu á Þeistareykjum. Við framkvæmdir verður tekið fullt tillit til menningarminja í Þeistareykjatúni og samráð haft við Fornleifavernd ríkisins meðan á framkvæmdum stendur. Bætt hefur verið við nýjum **myndum 133 og 134**. Á þeim eru skráningarnúmer fornleifa sýnd. Einnig hefur skráningarnúmerum fornleifa verið bætt inn á **mynd 135**.

Gert er ráð fyrir að afmarka og merkja vel minjastaði nálægt fyrirhuguðum framkvæmdum á orkuvinnslusvæðinu við Þeistareyki. Áformað er að fylgja lagnaleiðum sem kynntar eru í þessari skýrslu og að lagnir verði ofanjarðar í nágrenni við bæjarstæðið á Þeistareykjum. Haft verður samráð við Fornleifavernd ríkisins á framkvæmdatíma um afmarkanir og sótt um leyfi til stofnunarinnar ef raska þarf fornleifum.

**Virkjunarvegur**: Fornleifavernd ríkisins bendir á að *„Í frummatsskýrslu eru taldar upp 12 fornleifar sem sagðar eru í grennd við fyrirhugaðan virkjunarveg. Þetta eru sömu fornleifar, að einni viðbættri, og þær sem taldar eru upp í skráningarskýrslu Fornleifastofnunar Íslands frá 2008 þar sem gerð er grein fyrir skráningu fornleifa við fyrirhugað vegstæði virkjunarvegarins. Þessar 11 eða 12 fornleifar eru hins vegar einungis þær fornleifar sem skráðar voru í þessari sérstöku skoðun og ekki höfðu áður verið skráðar. Áður höfðu ýmsar fornleifar verið skráðar á svæðinu. Þetta kemur vel fram á loftmynd sem fylgir fornleifaskráningaskýrslunni. Þar er*

*fornleifar sem skráðar voru 2008 merktar með bláu punktum en fornleifar sem áður höfðu verið skráðar með grænum punktum. Flestir punktarnir, bláir og grænir, eru teknir inn á mynd 51 í frummatsskýrslu og lenda mjög margir í veglínunni skv. þeirri mynd. Í frummatsskýrslunni er hins vegar eins og áður segir einungis gerð grein fyrir áhrifum veglagningarinnar á hluta fornleifanna, þeirra sem skráðar voru 2008.“*

Fornleifavernd gerir eftirfarandi athugasemdir við umfjöllun um fornleifar í frummatsskýrslu:

*„Gata (SÞ-313:191). ...Í frummatsskýrslu kemur ekki fram hvort virkjunarvegur raski götunni né hversu langt frá götunni vegurinn liggur. Því er ekki ljóst hver áhrif framkvæmdarinnar verður á götuna.*

*Brú (SÞ-313:192). ...Í frummatsskýrslu kemur ekki fram hvort virkjunarvegur raski brúnni né hversu langt frá brúnni vegurinn liggur. Því er ekki ljóst hver áhrif framkvæmdarinnar verður á brúna.*

*Tóft (SÞ-313:193). ...Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi tóftina greinilega á meðan á framkvæmdum stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá. Ef ekki verður komist hjá raski á tóftinni þarf að sækja um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að fjarlægja hana og hlíta þeim skilmálum sem stofnunin kann að setja, sbr. 10. og 12. gr. þjóðminjalaga (Nr. 107/2001).*

*Varða (SÞ-322:085). ...Í frummatsskýrslu kemur ekki fram hvort virkjunarvegur raski vörðunni né hversu langt frá vörðunni vegurinn liggur. Því er ekki ljóst hver áhrif framkvæmdarinnar verður á vörðuna.*

*Gata (SÞ-322:086). ...Í frummatsskýrslu kemur ekki fram hvort virkjunarvegur raski götunni né hversu langt frá götunni vegurinn liggur. Því er ekki ljóst hver áhrif framkvæmdarinnar verður á götuna.*

*Varða (SÞ-322:087). ...Varðan er um 15 m suðvestan við fyrirhugað vegstæði. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna til að koma í veg fyrir að hún raskist á meðan á framkvæmdum stendur.*

*Varða (SÞ-322:088). ...Varðan er ekki í hættu verði vegur lagður skv. Veglínu A. Á mynd 51 í frummatsskýrslu er varðan hins vegar staðsett í veglínu B. Ef ekki verður komist hjá raski á vörðunni þarf að sækja um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að fjarlægja hana og hlíta þeim skilmálum sem stofnunin kann að setja, sbr. 10. og 12. gr. þjóðminjalaga.*

*Varða (SÞ-322:089). ...Varðan er ekki í hættu verði vegur lagður skv. veglínu A. Á mynd 51 í frummatsskýrslu er varðan hins vegar staðsett í veglínu B. Ef ekki verður komist hjá raski á vörðunni þarf að sækja um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að fjarlægja hana og hlíta þeim skilmálum sem stofnunin kann að setja, sbr. 10. og 12. gr. þjóðminjalaga.*

*Þeistareykjaaðhald (SÞ-250x:056). ...Í frummatsskýrslu segir að fyrirhuguð veglína eins og hún er kynnt í skýrslunni liggi nú sunnar og austar en gert var ráð fyrir þegar fornleifaskráning fór fram, fjarri Þeistareykjaaðhaldi. Aðhaldinu ætti því ekki að stafa hætta af framkvæmdunum.*

*Varða (SÞ-250x:105). ...Vegna færslu veglínunnar frá fyrirhugaðri legu þegar fornleifaskráning fór fram virðist varðan ekki í hættu vegna framkvæmda.*

*Varða (SÞ-250x:106). ...Varðan er um 50 m norðan við fyrirhugað vegstæði. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá á meðan á framkvæmdum stendur.*

*Varða (SÞ-250x:107). ...Varðan er tæpa 100 m norðan fyrirhugaðs vegstæðis. Fornleifavernd ríkisins telur að gera þurfi verktökum grein fyrir staðsetningu vörðunnar til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

Í umsögn Fornleifaverndar er bent á að *„Í frummatsskýrslu segir að ekki sé þörf á eiginlegum mótvægisaðgerðum vegna fornleifa við virkjunarveg þar sem talið sé unnt að fara í fyrirhugaðar framkvæmdir án þess að raska þeim. Leitast verði við að haga framkvæmdum þannig að áhrif á fornleifar verði sem minnst. Þar kemur þó jafnframt fram að leitað verði eftir leyfi Fornleifaverndar ríkisins ef raska þarf fornleifum. Bent skal á að skv. umfjöllun í frummatsskýrslu eru fornleifar staðsettar í vegstæðinu og því erfitt að sjá hvernig þeim verður forðað frá raski.*

*Eins og áður segir er ekki fjallað um aðrar fornleifar í og í nágrenni vegstæðisins í frummatsskýrslu en þær sem hér að ofan greinir. Af fyrirliggjandi gögnum getur Fornleifavernd ríkisins ekki tekið afstöðu til áhrifa fyrirhugaðrar veglagningar á allar fornleifar á svæðinu. Sumar þeirra sem ekki er fjallað um eru staðsettar í vegstæðinu skv. korti í frummatsskýrslu. Fornleifavernd ríkisins geti ekki fallist á lagningu virkjunarvegar eins og hann er kynntur í frummatsskýrslu án frekari upplýsinga um áhrif hans á fornleifar og um fyrirhugaðar mótvægisaðgerðir vegna þeirra.“*

Í kafla 9.11.1 hefur verið bætt við umfjöllun um fleiri skráðar fornleifar við virkjunarveg auk **töflu 20** þar sem yfirlit er yfir skráðar fornleifar innan við 500 m fjarlægð frá miðlínu virkjunarvegar miðað við ákvörðun um endanlega legu hans, ásamt skráningarnúmeri, tegund fornleifa og hættumat samkvæmt deiliskráningum (Uggi Ævarsson, 2007 og 2008) sem tók mið af eldri forsendum um legu vegarins. Jafnframt hefur verið bætt við nýjum myndum (**myndir 133 og 134**) þar sem skráningarnúmer fornleifa koma fram. Þá hefur skráningarnúmerum verið bætt inn á **mynd 135**.

Texta hefur verið bætt inn í kafla 9.11.2 auk þess sem áhrif á fornleifar hafa verið endurmetin.

Framkvæmdaraðili leitaði frekari umsagnar Fornleifaverndar ríkisins um mat á áhrifum virkjunarvegar á fornleifar eftir endurskoðun kafla 9.11 frá frummatsskýrslu.

Í frekari umsögn Fornleifaverndar ríkisins vegna breytingar á kafla um fornleifar við virkjunarveg og á efnistökusvæðum segir: *„Eftirtaldar fornleifar eru í um eða meira en 100 m fjarlægð frá fyrirhuguðum vegi: Þeistareykjaaðhald (SÞ-250x:056), varða (SÞ-250x:087), varða (SÞ-250x:104), varða (SÞ-250x:105), tóft (SÞ-313:193), varða (SÞ-313:183), varða (SÞ-322:077), varða (SÞ-322:088) og varða (SÞ-322:089). Fornleifavernd ríkisins telur að ekki þurfi að grípa til sérstakar mótvægisaðgerða vegna þessara fornleifa.“*

Að mati Fornleifaverndar þarf að taka tillit til eftirtalinna fornleifa í tengslum við lagningu fyrirhugaðs virkjunarvegar:

*„**SÞ-313:191**: ...Í fornleifaskráningarskýrslu er einungis gefin upp einn mælipunktur á götunni. Sá punktur er í 20 m fjarlægð frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að mæla þurfi götuna upp með GPS-tæki í nágrenni virkjunarvegarins. Ef ekki*

*verður komist hjá raski á götunni þarf að sækja um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að raska henni, sbr. 10. gr. þjóðminjalaga (Nr. 107/2001).“*

*„**SÞ-313:192**: ...Brúin er 29 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi brúnna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-313:193**: ...Skv. töflu 18* (tafla 20 í matsskýrslu) *er tóftin nú í 113 m fjarlægð frá miðlínu vegarins. Henni ætti því ekki að stafa hætta af framkvæmdunum.“*

*„**SÞ-322:085**: ...Varðan er 30 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:086**: ...Hnitin fjögur sem tekin voru í götunni eru í 37 – 81 m fjarlægð frá miðlínu vegarins. Fornleifavernd ríkisins telur að mæla þurfi götuna upp með GPS-tæki í nágrenni virkjunarvegarins. Ef ekki verður komist hjá raski á götunni þarf að sækja um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að raska henni, sbr. 10. gr. þjóðminjalaga (Nr. 107/2001).“*

*„**SÞ-322:087**: ...Varðan er 28 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-250x:055**: ...Varðan er 105 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að gera þurfi verktökum grein fyrir staðsetningu vörðunnar til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-250x:088**: ...Hnitin tvö sem tekin voru í götunni eru í 45 og 369 m fjarlægð frá miðlínu vegarins. Fornleifavernd ríkisins telur að mæla þurfi götuna upp með GPS-tæki í nágrenni virkjunarvegarins. Ef ekki verður komist hjá raski á götunni þarf að sækja um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að raska henni, sbr. 10. gr. þjóðminjalaga (Nr. 107/2001).“*

*„**SÞ-250x:089**: ...Varðan er í 1,5 m fjarlægð frá miðlínu vegar, þ.e.a.s. hún lendir í vegstæðinu. Varðan hefur verið skráð og staðsett með GPS mælingu. Fornleifavernd ríkisins telur það fullnægjandi mótvægisaðgerðir. Sækja þarf um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að raska vörðunni, sbr. 10. gr. þjóðminjalaga.“*

*„**SÞ-250x:090**: ...Varðan er í 3 m fjarlægð frá miðlínu vegar, þ.e.a.s. hún lendir í vegstæðinu. Varðan hefur verið skráð og staðsett með GPS mælingu. Fornleifavernd ríkisins telur það fullnægjandi mótvægisaðgerðir. Sækja þarf um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að raska vörðunni, sbr. 10. gr. þjóðminjalaga.“*

*„**SÞ-250x:106**: ...Varðan er 60 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-250x:107**: ...Varðan er 77 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:069**: ...Varðan er 67 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:070**: ...Varðan er 60 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:071**: ...Varðan er 38 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:072**: ...Varðan er 30 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:073**: ...Varðan er í 3 m fjarlægð frá miðlínu vegar, þ.e.a.s. hún lendir í vegstæðinu. Varðan hefur verið skráð og staðsett með GPS mælingu. Fornleifavernd ríkisins telur það fullnægjandi mótvægisaðgerðir. Sækja þarf um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að raska vörðunni, sbr. 10. gr. þjóðminjalaga.“*

*„**SÞ-322:074**: ...Varðan er 26 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:075**: ...Varðan er 38 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:076**: ...Varðan er 48 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:078**: ...Varðan er 28 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:080**: ...Varðan er 70 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

*„**SÞ-322:081**: ...Varðan er 13 m frá miðlínu vegar. Hún lendir rétt utan við öryggissvæði vegarins. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi vörðuna á meðan á framkvæmdum við veginn stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá. Ef ekki verður komist hjá raski á vörðunni þarf að sækja um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að raska henni, sbr. 10. gr. þjóðminjalaga (Nr. 107/2001).“*

*„**SÞ-322:082**: ...Varðan er 90 m frá miðlínu vegar. Fornleifavernd ríkisins telur að gera þurfi verktökum grein fyrir staðsetningu vörðunnar til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá.“*

Í frekari umsögn Fornleifaverndar ríkisins vegna breytingar á kafla er fjallaði um virkjunarveg segir að lokum*: „Fornleifavernd ríkisins gerir ekki frekari athugasemdir við breytingar á kafla er fjallaði um virkjunarveg í frummatsskýrslu mats á umhverfisáhrifum Þeistareykjavirkjunar.“*

Eins og áður hefur komið fram verður farið eftir tilmælum Fornleifaverndar ríkisins um mótvægisaðgerðir til að koma í veg fyrir að fornleifar nálægt fyrirhuguðum framkvæmdum raskist. Þær verða mældar upp og/eða merktar. Áður en framkvæmdir

við veginn hefjast verður metið hvaða fornleifum er ekki hægt að hlífa við raski og sótt um leyfi hjá Fornleifavernd ríkisins til að raska þeim.

**Námur**: Í umsögn fornleifaverndar segir: *„Ekki er fjallað sérstaklega um hugsanleg áhrif efnistöku á fornleifar. Af fyrirliggjandi gögnum má ætla að skráðar fornleifar kunni að vera í hættu við námur RHN-5 og RHN-6. Kanna þarf áhrif efnistöku á þessum stöðum á fornleifar og gera Fornleifavernd ríkisins grein fyrir niðurstöðunum. Komi í ljós að fornleifum kunni að stafa hætta af efnistökunni mun stofnunin gera kröfur um viðeigandi mótvægisaðgerðir.*

Texta í köflum 9.11.1 og 9.11.2 hefur verið breytt og áhrif efnistöku á fornleifar hafa verið endurmetin. Þar er gerð grein fyrir niðurstöðu fornleifakönnunar sem framkvæmd var í september 2010. Ef farið verður í efnistöku í námum RHN-5,RHN-6 eða RHN-10/11 verður haft samráð við Fornleifavernd ríkisins.

# 10 HEILDARÁHRIF

## 10.1 SAMANTEKT UMHVERFISÁHRIFA

Jarðhitakerfi og orkuforði:

Við nýtingu jarðhita á Þeistareykjum verður miðað að sjálfbærri vinnslu. Í samræmi við niðurstöður jarðvarmamats er gert ráð fyrir að virkjunin verði reist í einingum. Ef vel tekst til í þeim efnum má búast við að áhrif jarðhitavinnslu á svæðinu verði í jafnvægi við nýtingu og muni hafa óveruleg áhrif á jarðhitakerfi og orkuforða. Þetta mat er þó háð óvissu.

Landslag:

Áhrif á landslag verða mest þar sem mannvirki jarðhitavirkjunar eru fyrirhuguð í grennd við Þeistareyki. Þar sker núverandi landslag sig frá nánasta umhverfi, en þar er að finna jarðhita á yfirborði ásamt þéttum gróðri. Einnig er svæðið nýtt til útivistar og þangað eru farnar skipulagðar ferðir að sumri til. Gildi landslagsheildarinnar telst hátt. Hluti fyrirhugaðra mannvirkja verða innan hennar og áhrifin eru talin verulega neikvæð.

Fyrirhugaður virkjunarvegur mun liggja um nokkrar landslagsheildir. Áhrif hans eru mest á Þeistareykjahraun en minni innan annarra heilda. Virkjunarvegur mun hafa talsverð neikvæð áhrif á landslagsheildina Þeistareykjahraun en nokkuð neikvæð á heildirnar Botnsvatn, Höskuldsvatn, Grísatungur og Kvíhóla. Áhrif mannvirkja virkjunar og virkjunarvegar á Skildinga- og Stóravítishraun eru nokkuð neikvæð.

Áhrif virkjunarvegar og borteiga virkjunar verða óveruleg á landslagsheildirnar Húsavík og Þeistareykjabungu.

Þau víðerni sem skilgreind voru í grennd við Þeistareyki koma til með að minnka um sem nemur tæplega 9% frá upprunalegri stærð vegna fyrirhugaðra framkvæmda. Fyrirhuguð framkvæmd mun hafa talsverð neikvæð áhrif á ósnortin víðerni.

Jarðmyndanir:

Talið er að fyrirhugaðar framkvæmdir muni hafa nokkuð neikvæð bein og varanleg áhrif á jarðmyndanir sem njóta verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd, þar sem eldhraun og jarðhitaummynduð svæði raskast vegna framkvæmdanna.

Framkvæmdir við borsvæði O og aðkomuveg og lagnir að borsvæði L munu hafa nokkuð neikvæð staðbundin áhrif á jarðmyndanir sem njóta hverfisverndar samkvæmt svæðisskipulagi (HÞ4). Mannvirkjagerð er þó heimil inni á hverfisverndarsvæði 2 (HÞ4) en vanda skal sérstaklega til allra mannvirkja.

Búast má við að erfitt geti orðið að greina hugsanleg óbein áhrif jarðhitavinnslu á yfirborðsvirkni jarðhita á Þeistareykjasvæðinu og hvort breytingar verði raktar til vinnslunnar eða til náttúrulegra og/eða árstíðabundinna sveiflna. Talið er að jarðhitanýting hafi óveruleg áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita ef mótvægisaðgerðir til að takmarka þrýstingslækkun í jarðhitageyminum heppnast vel. Þetta mat er þó háð töluverðri óvissu.

Vatn:

Talið er að förgun skiljuvatns frá Þeistareykjavirkjun muni hafa nokkur staðbundin neikvæð áhrif á grunnvatn næst niðurrennslisholum en þau muni þó aldrei ná upp fyrir grunnvatnsborð. Áhrif á grunnvatn fjær Þeistareykjum eru talin verða óveruleg.

Áhrif fyrirhugaðs virkjunarvegar á vatnsból, vatnsverndarsvæði Húsavíkurbæjar og verndarsvæði vatnasviðs Mývatns og Láxár eru talin verða óveruleg.

Áhrif Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar á önnur vatnsból eða ferskvatnslindir í Kelduhverfi eru talin óveruleg. Með þeirri tilhögun framkvæmda sem er fyrirhuguð eru áhrif fyrirhugaðs virkjunarvegar á vatnsból talin óveruleg.

Vatnstaka í vatnsbóli Þeistareykjavirkjunar er talin hafa óveruleg áhrif á grunnvatn.

Gróður:

Nokkur óvissa ríkir um áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á jarðhitaplöntur á Þeistareykjum.

Þar sem ekki er gert ráð fyrir raski á votlendisblettum við rætur Ketilfjalls á framkvæmdatíma og í grennd við virkjunarveginn eru áhrif á slík gróðurlendi sem eru sjaldgæf á framkvæmdasvæðinu talin verða óveruleg.

Á rekstrartíma ríkir óvissa um áhrif $H_2S$ frá jarðhitavinnslu á Þeistareykjum á viðkvæman gróður næst stöðvarhúsinu. Þolmörk gróðurs gagnvart $H_2S$ eru ekki þekkt.

Dýralíf:

Á framkvæmdatíma eru talin geta orðið nokkuð neikvæð og tímabundin áhrif á fugla á og í grennd við framkvæmdasvæði, einkum á áður óröskuðum svæðum.

Á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar eru talin verða óveruleg áhrif á varplendi og afkomu fugla. Hvað fálka varðar gætu þó óbein áhrif vegna aukins veiðiálags á rjúpur vegna virkjunarvegar og bætts aðgengis að Þeistareykjum hugsanlega haft neikvæð áhrif á afkomu hans.

Smádýr:

Á framkvæmdatíma verða talsverð neikvæð og staðbundin áhrif á algeng smádýr þar sem jarðrask verður og möl sett yfir við gerð borsvæða, slóða og vega. Talið er að áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á sjaldgæfan snigil Vallonia excentrica sem bundinn er við jarðhita verði óveruleg.

Á rekstrartíma Þeistareykjavirkjunar eru áhrif á smádýr talin verða óveruleg.

Örverur í hverum:

Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á örverur í hverum og á svæðum með virkan yfirborðsjarðhita á Þeistareykjum eru talin verða óveruleg.

Loft:

Áhrif vegna útstreymis jarðhitalofttegunda, einkum koltvíoxíðs ($CO_2$) og brennisteinsvetnis ($H_2S$) verða óveruleg.

Ásýnd:

Áhrif vegna ásýndarbreytinga við Þeistareyki eru talin verða verulega neikvæð bein og varanleg umhverfis virkjunina sjálfa, vestan Klifarveggs og undir hlíðum Bæjarfjalls. Á svæðinu er í dag mjög lítið af mannvirkjum og þangað sækir ferðafólk,

en fyrirhugaðar framkvæmdir eru umfangsmiklar og hafa í för með sér verulegar ásýndarbreytingar.

Borsvæði austan Bóndhólsskarðs munu hafa óveruleg áhrif á svæðið þar fyrir austan í átt að Stóravíti sem er í um 3 km fjarlægð. Á þessu svæði er landið flatt en þó talsvert mishæðótt þannig að lítið sést af borsvæðunum nema mjög nálægt þeim. Gufustrókar við blástursprófanir koma þó tímabundið til með að sjást úr talsvert meiri fjarlægð.

Frá borholum við blástursprófanir koma til með að sjást gufustrókar. Þeir munu tímabundið breyta og hafa áhrif á ásýnd svæðisins og sjást við vissar aðstæður í byggð utan við fyrirhugað orkuvinnslusvæði.

Fyrirhugaður virkjunarvegur mun hafa talsvert neikvæð bein og varanleg áhrif á ásýnd á óröskuðum svæðum þar sem hann liggur um flatlendi eins og Þeistareykja-hraun og um orkuvinnslusvæðið. Á kaflanum milli Húsavíkur og Höskuldsvatns verða nokkuð neikvæð bein áhrif á ásýnd, en þar er þegar fyrirliggjandi fjallvegur sem Norðurþing hefur byggt upp undanfarin ár.

Samfélag:

Á framkvæmdatíma sem nær yfir fjögur ár fyrir framkvæmdir við tvær fyrstu einingar Þeistareykjavirkjunar er talið að áhrif á samgöngur, ferðaþjónustu og útivist verði tímabundið verulega neikvæð vegna umferðar, ónæðis og hávaða frá borholum í blæstri. Áhrif eru talin talsvert jákvæð vegna fjölda atvinnutækifæra sem skapast á framkvæmdatíma.

Talið er að áhrifin á afréttarland innan orkuvinnslusvæðisins séu tímabundið talsvert neikvæð einkum á framkvæmdatíma þar sem beitarland skerðist og mannvirki munu hafa áhrif á hvernig búfé kemst um svæðið.

Bent er á það í skýrslu Rannsóknamiðstöðvar ferðamála að á rekstrartíma geti fyrirhuguð framkvæmd haft neikvæð áhrif á ferðaþjónustu og útivist í þeirri mynd sem nú er stunduð við Þeistareyki. Þó er niðurstaða þessa mats að bætt aðgengi með tilkomu nýs vegar muni hafa talsverð jákvæð áhrif á samgöngur, ferðaþjónustu og útivist þar sem fleiri geta ferðast um svæðið og möguleikar geti skapast á annars konar ferðamennsku og nýjar ferðaleiðir opnast frá nærliggjandi byggðum og frá Þeistareykjum sem áningarstað. Bein áhrif á atvinnutækifæri eru talin nokkuð jákvæð en óbein áhrif geta orðið verulega jákvæð þar sem orkan verður nýtt til atvinnuuppbyggingar.

Fornleifar:

Áhrif á framkvæmdar á fornleifar á orkuvinnslusvæði verða óveruleg.

Áhrif í vegstæði virkjunarvegar verða staðbundið talsvert neikvæð á kafla milli Höskuldsvatns og Höfuðreiðarmúla á þær fornleifar sem raskast eða fara forgörðum. Á öðrum köflum virkjunarvegar eru áhrif á fornleifar talin óveruleg.

Efnistaka á þremur svæðum hefur nokkur áhrif á fornleifar ef raska þarf vörðum.

Í **töflu 21** er samantekt á helstu umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar framkvæmdar á einstaka umhverfisþætti að teknu tilliti til viðmiða, umfangs og einkenna áhrifa.

**Tafla 21** Samantekt á helstu umhverfisáhrifum fyrirhugaðra framkvæmda á einstaka umhverfisþætti að teknu tilliti til viðmiða, umfangs og einkenna áhrifa.

| Umhverfisþættir / Umhverfisáhrif | Jarðhitakerfi og orkuforði<br>Kafli 9.1 | Landslag<br>Kafli 9.2 | Jarðmyndanir<br>Kafli 9.3 | Vatn<br>Kafli 9.4 | Gróður<br>Kafli 9.5 | Dýralíf Kafli 9.6<br>Fuglar | <br>Smádýr | Örverur í hverum<br>Kafli 9.7 | Loft<br>Kafli 9.8 | Ásýnd<br>Kafli 9.9 | Samfélag<br>Kafli 9.10 | Fornleifar<br>Kafli 9.11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Verulega jákvæð** | | | | | | | | | | | X[17] | |
| **Talsvert jákvæð** | | | | | | | | | | | X[18] | |
| **Nokkuð jákvæð** | | | | | | | | | | | | |
| **Óveruleg** | X[1] | X[2] | X[6] | X | X[8] | X[9] | X[11] | X[1] | X | X[13] | | X |
| **Nokkuð neikvæð** | | X[3] | X[7] | | | X[10] | | | | X[14] | X[19] | |
| **Talsvert neikvæð** | | X[4] | | | | | X[12] | | | X[15] | X[20] | X[22] |
| **Verulega neikvæð** | | X[5] | | | | | | | | X[16] | X[21] | |

1 Matið er háð óvissu
2 Áhrif virkjunarvegar á Húsavík og borteiga á Þeistareykjabungu.
3 Áhrif virkjunarvegar á heildirnar Botnsvatn, Höskuldsvatn, Grísatungur og Kvíhóla. Áhrif virkjunar á Skildinga- og Stóravítishraun.
4 Áhrif framkvæmda á ósnortin víðerni.
5 Áhrif á landslagsheildina Þeistareyki sem hefur hátt gildi.
6 Áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita ef tilhögun vinnslu til að takmarka þrýstingslækkun í jarðhitageyminum heppnast vel. Matið er háð óvissu.
7 Áhrif á eldhraun og jarðhitaummynduð svæði.
8 Áhrif á votlendi. Óvissa er um áhrif á jarðhitaplöntur og áhrif $H_2S$ á rekstrartíma á viðkvæman gróður næst stöðvarhúsinu.
9 Áhrif á varplendi á rekstrartíma.
10 Tímabundin áhrif á framkvæmdatíma, einkum á áður óröskuðum svæðum.
11 Áhrif á sjaldgæfan snigil (*Vallonica excentrica*) og áhrif á rekstrartíma.
12 Staðbundin áhrif á algeng smádýr á framkvæmdatíma.
13 Áhrif borsvæða austan Bóndhólsskarðs á svæðið þar fyrir austan í átt að Stóravíti.
14 Áhrif virkjunarvegar á ásýnd á kaflanum milli Húsavíkur og Höskuldsvatns. Vegur er þar fyrir.
15 Áhrif virkjunarvegar á ásýnd á óröskuðum svæðum.
16 Áhrif við Þeistareyki umhverfis virkjunina sjálfa vestan Klifarveggs og undir hlíðum Bæjarfjalls.
17 Óbein áhrif þar sem orkan verður nýtt til atvinnuuppbyggingar.
18 Bætt aðgengi getur haft í för með sér jákvæð áhrif á samgöngur, ferðaþjónustu og útivist þar sem fleiri geta ferðast um svæðið og nýir möguleikar opnast. Áhrif á fjölda atvinnutækifæra sem skapast á framkvæmdatíma.
19 Áhrif á þá ferðaþjónustu og útivist í þeirri mynd sem nú er stunduð við Þeistareyki.
20 Tímabundin áhrif á afréttarland innan orkuvinnslusvæðisins á framkvæmdatíma þar sem beitarland skerðist og mannvirki trufla farleiðir búfjár.
21 Tímabundin áhrif á samgöngur, ferðaþjónustu og útivist vegna umferðar, ónæðis og hávaða frá borholum í blæstri.
22 Staðbundin áhrif á vegstæði virkjunarvegar frá Höskuldsvatni að Höfuðreiðarmúla.

## 10.2 NIÐURSTÖÐUR MATS Á UMHVERFISÁHRIFUM

Í samantekt á helstu umhverfisáhrifum í **töflu 21** sést að þar sem áhrif á umhverfisþátt eru metin talsvert eða verulega neikvæð er um að ræða áhrif á undirþátt umhverfisþáttar ($X^i$), staðbundin áhrif og/eða tímabundin áhrif. Niðurstaða mats á umhverfisáhrifum er að umhverfisáhrif Þeistareykjavirkjunar séu innan viðunandi marka og að framkvæmdin muni því ekki hafa umtalsverð umhverfisáhrif.

## 10.3 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

**Tafla 18** (tafla 21 í matsskýrslu**)**: *„Í töflu 18 kemur fram að áhrif framkvæmda á ósnortin víðerni séu talin talsvert neikvæð. Að mati Umhverfisstofnunar eru þau verulega neikvæð, enda munu framkvæmdirnar hafa umhverfisáhrif bæði vestan og austan Ketilfjalls og Bæjarfjalls, og munu sjónræn áhrif frá borteigum austan Bóndhólsskarðs hafa áhrif á víðerni að Hrútafjöllum í austri. Í vestri munu framkvæmdirnar hafa áhrif að Lambafjöllum, þannig að ljóst er að mikil víðerni verða fyrir umhverfisáhrifum. ...Eins og áður hefur komið fram telur Umhverfisstofnun umhverfisáhrif af borsvæðum austan Bóndhólsskarðs á víðerni þar fyrir austan vera verulega neikvæð, og getur því ekki sæst á að áhrifin teljist óveruleg eins og fram kemur í töflunni.“*

Framkvæmdaraðili ítrekar þá niðurstöðu mats á áhrifum Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar á ósnortin víðerni að þau séu talsvert neikvæð. Sjá einnig viðbrögð framkvæmdaraðila við umsögn Umhverfisstofnunar í kafla 9.2.3 og viðbrögð við umsögn stofnunarinnar um borteiga í kafla 4.3.8.

Sjónræn áhrif flokkast undir áhrif á ásýnd og framkvæmdaraðili ítrekar að áhrif Þeistareykjavirkjunar á ásýnd austan Bóndhólsskarðs verða óveruleg. Sjá einnig viðbrögð framkvæmdaraðila við umsögn Umhverfisstofnunar í kafla 9.9.3.

Í umsögn Umhverfisstofnunar kemur fram *„Varðandi áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita ef tilhögun vinnslu til að takmarka þrýstilækkun í jarðhitageyminum heppnast vel, eru áhrifin talin óveruleg en háð óvissu. Að mati stofnunarinnar ættu áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita að flokkast óviss en ekki óveruleg, þar til annað kemur í ljós enda ríkir óvissa um áhrif framkvæmda á yfirborðsvirkni.“*

Framkvæmdaraðili telur ekki rétt að flokka áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita sem óviss. Ekki er hægt að fullyrða um að umhverfisáhrifin verði óveruleg enda er í öllum tilvikum í **töflu 21** um mat að ræða, háð mismikilli óvissu.

**Tafla 21** hefur verið endurskoðuð í matsskýrslu í samræmi við niðurstöðu mats á umhverfisáhrifum hér að framan.

**Niðurstaða:** *„Að mati Umhverfisstofnunar verða helstu umhverfisáhrif framkvæmdarinnar, áhrif á landslag, á gróður, ásýndaráhrif, áhrif á fálkaóðöl, og á jarðmyndanir t.d. með lagningu aðkomuvegar en að mati stofnunarinnar verða umhverfisáhrif veglínu A verulega neikvæð en veglínu B talsverð neikvæð.“*

Samanber viðbrögð framkvæmdaraðila við umsögn Umhverfisstofnunar er tekið undir að helstu umhverfisáhrif Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar verði á landslag, ásýnd, gróður og jarðmyndanir. Ekki er fallist á áherslu á áhrif á fálkaóðul

samanber viðbrögð framkvæmdaraðila við umsögn Umhverfisstofnunar um fuglalíf í kafla 9.6.3. Framkvæmdaraðili er ósammála því mati stofnunarinnar að fyrirhugaður virkjunarvegur, samkvæmt þeim kosti sem framkvæmdaraðili telur koma til greina muni hafa veruleg neikvæð áhrif þar sem niðurstaða mats framkvæmdaraðila er að umhverfisáhrif eru aðeins talin veruleg á landslag og ásýnd á Þeistareykjum auk þess sem áhrif á samfélag eru talin geta tímabundið orðið veruleg. Ekki er heldur fallist á að virkjunarvegur eftir veglínu B muni hafa talsverð neikvæð áhrif þar sem ekki er gerð grein fyrir mati á umhverfisáhrifum þess kosts í frummatsskýrslunni, þar sem hann er ekki talinn koma til greina.

*„Að mati Umhverfisstofnunar má draga verulega úr umhverfisáhrifum framkvæmdanna með því að virkja ekki austan Bóndhólsskarðs, velja veglínu B í stað veglínu A og þannig einnig hlífa að einhverju leyti fálkaóðölum, leggja vegi að landi sbr. vegagerð að Hverahlíð, vakta gróðurfar og bregðast við neikvæðum áhrifum virkjunar á gróður.“*

Framkvæmdaraðili ítrekar niðurstöðu sína um að áhrif framkvæmda austan Bóndhólsskarðs eru talin hafa óveruleg áhrif á landslagsheildina Þeistareykjabungu og á ásýnd austan skarðsins. Þó Þeistareykjavirkjun hafi talsverð áhrif á ósnortin víðerni getur framkvæmdaraðili ekki fallist á að það geti dregið verulega úr umhverfisáhrifum framkvæmdanna með því að bora ekki vinnsluholur í Bóndhóls-skarði, þar sem fyrirhuguð borsvæði eru í skarðinu. Framkvæmdaraðili getur ekki fallist á að í öllum tilfellum sé hægt að leggja vegi í landi líkt og vísað er til að hafi verið gert í Hverahlíð en mun leitast við að verða við tilmælum Umhverfisstofnunar þar sem það er hægt. Eins og fram kemur í kafla 11.3 verður fylgst með breytingum á gróðri í samráði við sérfræðinga. Tíðni mælinga og athugana verður metin út frá svörun og í samráði við leyfisveitendur og eftirlitsaðila.

*„Umhverfisstofnun minnir á að viðkomandi heilbrigðiseftirlit gefur út starfsleyfi fyrir starfsemi virkjunarinnar og í því ferli verður fjallað sérstaklega um mengunarvarnir, viðbragðsáætlanir vegna mengunaróhappa, vöktun og eftirlit.“*

Í kafla 1.3 kemur fram hvaða leyfum framkvæmdin er háð og hverjir veita leyfin. Í kafla 11 er greint frá áformum um vöktun og eftirlit. Vísað er til viðbragða við umsögn Heilbrigðiseftirlits Norðurlands eystra í köflum 4.5.6 og 9.4.3.

*„Að framansögðu telur Umhverfisstofnunar að framkvæmdin valdi ekki umtalsverðum umhverfisáhrifum enda verði framkvæmdum og rekstri hagað í samræmi við þau atriði sem hér hafa verið talin upp og sem tekið verður á í útgáfu starfsleyfis vegna starfseminnar.“*

Framkvæmdaraðili ítrekar að það er niðurstaða mats á umhverfisáhrifum (kafli 10.2) að áhrif Þeistareykjavirkjunar og virkjunarvegar eru talin innan viðunandi marka. Framkvæmdin mun því ekki hafa umtalsverð umhverfisáhrif.

# 11 VÖKTUN OG EFTIRLIT

Eftir að rekstur Þeistareykjavirkjunar hefst er safnað upplýsingum um alla helstu þætti í rekstri virkjunarinnar. Auk þess er fyrirhuguð vöktun og eftirlit með eftirfarandi þáttum. Tíðni mælinga og athugana verður almennt metin út frá svörun og í samráði við leyfisveitendur og eftirlitsaðila.

## 11.1 EFTIRLIT MEÐ JARÐHITASVÆÐINU

Eftirtaldar mælingar verða gerðar og tíðni þeirra metin útfrá svörun:

- Holutoppsþrýstingur
- Afl borholna og massataka
- Efnainnihald borholuvökva
- Hita- og þrýstingsmælingar í borholum
- Jarðhitalíkan endurskoðað reglulega með tilkomu nýrra upplýsinga (gagna) og upplýsingum skilað til Orkustofnunar
- Skjálftavirkni vegna jarðhitanýtingar

## 11.2 EFITLIT MEÐ BREYTINGUM Á LANDI VIÐ VINNSLU

Eftirtaldar mælingar og athuganir verða gerðar. Tíðni mælinga verður metin útfrá svörun:

- Landhæðarbreytingar
- Þyngdarmælingar til að meta áhrif massatöku
- Eftirlit með breytingum á yfirborðsvirkni jarðhitans með sýnatöku og myndum.

## 11.3 EFTIRLIT MEÐ LÍFFRÍKI

- Fylgst verður með breytingum á gróðri í samráði við sérfræðinga
- Fylgst verður með fuglalífi í samráði við sérfræðinga

## 11.4 EFTIRLIT MEÐ GRUNNVATNI

Landsvirkjun og Þeistareykir ehf. hafa undanfarin ár rannsakað grunnástand vatnskerfa á hugsanlegum áhrifasvæðum fyrirhugaðra jarðhitavirkjana við Kröflu og á Þeistareykjum. Sumarið 2007 hófst grunnvatnskönnun sem miðaði að því að leggja mat á grunnástand grunnvatnskerfa á Öxarfjarðarsvæðinu (Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007). Þessum rannsóknum var haldið áfram sumarið 2008 (Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Rakel Guðrúnardóttir, 2009).

Fylgst verður reglulega með efnasamsetningu og samsætuhlutföllum vatns í grunnvatnskerfinu við Þeistarreyki. Megin áhersla verður lögð á greiningu seltu, hlutfallslegan styrk klóríðs og bíkarbónats og hlutföll stöðugra samsætna. Einnig verða snefilefni í vatninu mæld. Sjá ennfremur umfjöllun um grunnvatnsrannsóknir hér að framan í kafla 9.4.1.

Eftirtaldar mælingar verða gerðar og tíðni þeirra metin útfrá svörun:

- Grunnvatnshæð í borholum og verða síritandi vatnsborðsmælar settir í valdar holur.
- Grunnvatnslíkan af svæðinu verður endurskoðað með nýjum gögnum.
- Hitamælt verður reglulega í völdum eftirlitsholum.

## 11.5 EFTIRLIT MEÐ FRÁRENNSLI

Eftirtaldar mælingar verða gerðar og tíðni þeirra metin útfrá svörun:

- Magn og efnainnihald skiljuvatns frá Þeistareykjavirkjun verður skráð.

## 11.6 EFTIRLIT MEÐ ÚTSTREYMI JARÐHITALOFTTEGUNDA

Eftirtaldar mælingar verða gerðar og tíðni þeirra metin útfrá svörun:

- Magn og efnainnihald jarðhitalofttegunda frá Þeistareykjavirkjun verður skráð.
- Stakar mælingar verða gerðar á styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti á orkuvinnslusvæðinu og í stöðvarhúsi Þeistareykjavirkjunar.

## 11.7 SAMFÉLAG

- Til að fylgjast með hljóðvist á framkvæmdasvæðinu er gert ráð fyrir mælingum á hljóðstigi við boranir og blástursprófanir vinnsluholna. Jafnframt verður hljóðstig mælt árlega í nágrenni stöðvarhúss og kæliturna eftir að rekstur virkjunarinnar hefst.
- Í samstarfi við sveitarfélög, félagasamtök og ferðaþjónustuaðila verður aflað upplýsinga um landnotkun og fjölda ferðamanna og útivistarfólks á Þeistareykjasvæðinu á framkvæmdatíma og eftir að rekstur virkjunar hefst.

## 11.8 AÐRIR ÞÆTTIR

- Við borun og prófanir vinnsluholna verður fylgst með umhverfisáhrifum affallsvatns. Fyrirkomulag við framkvæmdir er talið draga verulega úr hugsanlegum neikvæðum umhverfisáhrifum.
- Eftirlit með framkvæmdum fellur undir fulltrúa verkkaupa. Reglulega eru haldnir fundir þar sem m.a. er fjallað um umhverfis- og öryggismál.
- Veðurathuganir verða stundaðar áfram í samvinnu við Veðurstofu Íslands.

## 11.9 UMSAGNIR OG ATHUGASEMDIR

**Umsögn Umhverfisstofnunar**

**Eftirlit með útstreymi jarðhitalofttegunda***: „Umhverfisstofnun leggur áherslu á að vöktun og mælingar á loftgæðum verði hafnar sem fyrst svo fáist mælingar til að hafa til samanburðar við mælingar á loftgæðum þegar starfsemi er hafin.“*

Í niðurstöðu umsagnar Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum álvers á Bakka við Húsavík, Þeistareykjavirkjunar, Kröfluvirkjunar II og háspennulína frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík segir *„Hafin verði vöktun og mælingar á loftgæðum sem fyrst, með áherslu á $H_2S$ samanber reglugerð nr. 514/2010, þannig að samanburðarmælingar fáist eftir að starfsemi er hafin.“*

Framkvæmdaraðili tekur undir athugasemd Umhverfisstofnunar og undirbýr áætlun um eftirlitsmælingar.

Í niðurstöðu umsagnar Umhverfisstofnunar um sameiginlegt mat á umhverfisáhrifum kemur eftirfarandi fram: *„Vöktun verði á yfirborðsvirkni og aðgerðaáætlun fyrirliggjandi ef breytingar verða verulegar og neikvæð áhrif gætir á sjaldgæfar plöntutegundir, dýralíf og hveralífverur. ...Einnig verði fylgst með áhrifum brennisteinsvetnis á gróður og búsvæði sjaldgæfra tegunda og tegunda á válista á rekstrartíma virkjananna.“*

Fram kemur í kafla 11.2 að eftirlit verður með breytingum á yfirborðsvirkni jarðhitans með sýnatöku og myndum. Í kafla 11.3 er greint frá því að fylgst verður með breytingum á gróðri og fylgst með fuglalífi í samráði við sérfræðinga. Ef eftirlit og rannsóknir leiða í ljós að breytingar á yfirborðsvirkni megi sannanlega rekja til vinnslu verður leitað leiða til að draga úr áhrifum í samráði við viðkomandi yfirvöld.

# HEIMILDIR

Eftirfarandi heimildir voru notaðar við gerð þessarar frummatsskýrslu. Viðaukar með skýrslunni eru einnig skráðir í heimildalista.


Aðalsteinn Örn Snæþórsson, 2009. Tölvupóstur frá 27. nóvember 2008.

Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2008. *Fuglalíf á fyrirhuguðu vegstæði virkjunarvegar frá Húsavík að Þeistareykjum.* Náttúrustofa Norðausturlands. Unnið fyrir Þeistareyki ehf. NNA-08002. Október 2008.

Anette K. Mortensen, Ásgrímur Guðmundsson, Guðni Axelsson, Halldór Ármannsson, Héðinn Björnsson, Kristján Ágústsson, Kristján Sæmundsson, Magnús Ólafsson, Ragna Karlsdóttir, Sæunn Halldórsdóttir, Trausti Hauksson, Þráinn Friðriksson, 2008. *Jarðhitakerfið í Kröflu. Samantekt rannsókna á jarðhitakerfinu í Kröflu og endurskoðað hugmyndalíkan*. ÍSOR-2009/057. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2009/111.

Axel Björnsson, 2008. *Jarðhiti á Þeistareykjum. Möguleg áhrif virkjunar á jarðhitasvæðið*. Viðskipta- og Raunvísindadeild Háskólans á Akureyri, Raunvísindaskor.

Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Freysteinn Sigmundsson, Páll Halldórsson, Jónas Ragnar Sigbjörnsson og Jónas Þór Snæbjörnsson, 2007. *Geothermal Projects in Iceland at Krafla, Bjarnarflag, Gjástykki and Theistareykir. Assessment of geohazards affecting energy production and transmission systems emphasizing structural design criteria and mitigation of risk.* Unnið fyrir Þeistareyki ehf., Landsnet hf. og Landsvirkjun.

Árni Hjartarson, 2003. Postglacial Lava Production in Iceland. Í: *The Skagafjörður Unconformity, North Iceland, and its Geological History*. PhD-thesis, University of Copenhagen.

Ásgrímur Guðmundsson Bjarni Gautason, Christian Lacasse, Guðni Axelsson, Gunnar Þorgilsson, Halldór Ármannsson, Helga Tulinius, Kristján Sæmundsson, Ragna Karlsdóttir, Snorri Páll Kjaran, Sveinn Óli Pálmarsson, Sæunn Halldórsdóttir og Þorsteinn Egilson, 2008. *Hugmyndlíkan jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og jarðvarmamat með rúmmálsaðferð*. Íslenskar orkurannsóknir, VGK-Hönnun & Verkfræðistofan Vatnaskil. ÍSOR-2008/024, MV-048, Vatnaskil 08.05.

Ásgrímur Guðmundsson og Bjarni Gautason, 2007. *Staða rannsókna á Þeistareykjum.* Unnið fyrir Þeistareyki ehf. Greinargerð ÍSOR-07112.

Ásgrímur Guðmundsson, 2007. Þeistareyki. *Stöðumat eftir borun holna ÞG-04 og ÞG-05*. Íslenskar orkurannsóknir. ÍSOR-07282. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Ásrún Elmarsdóttir, María Ingimarsdóttir, Íris Hansen, Jón S. Ólafsson og Sigurður H. Magnússon, 2003. *Gróður og smádýr á sex háhitasvæðum*. Unnið fyrir Orkustofnun, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. NÍ-03015.

Bjarni Richter, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Guðlaugur Hermannsson, Kjartan Birgisson, Sigvaldi Thordarson, Sverrir Þórhallsson og Sveinbjörn Þórisson. 1999. *Hola BA-02. Áfangaskýrsla 2. Borun 4. áfanga*. Reykjavík: Orkustofnun. Skýrsla, OS99074.

Björn Jóhannesson, 1977: Um grunnvatnsstrauma á landræmu frá Dyngjufjöllum og norður í Öxarfjörð. *Tímarit verkfræðingafélags Íslands, 62*, 33-38.

Darling, W. G. og Ármannsson, H. (1989). Stable isotopic aspects of fluid flow in the Krafla, Námafjall and Theistareykir geothermal systems of northeast Iceland. *Chem. Geol., 76*, 197–213.

Edward H. Huijbens, 2008. *Áhrif fyrirhugaðrar virkjunar á Þeistareykjum og háspennulína frá Kröflu að Bakka við Húsavík á ferðaþjónustu og útivist.* Ferðamálasetur Íslands, FMSÍ-S-01-2008.

Efla, 2009. *Rannsóknir á mosa við jarðvarmavirkjun Orkuveitu Reykjavíkur á Hellisheiði*. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Sótt 14.4.2009 af: http://www.or.is/media/zips/Mosaskemmdir.zip

Gestur Gíslason, Gunnar V. Johnsen, Halldór Ármannsson, Helgi Torfason og Knútur Árnason, 1984. *Þeistareykir, yfirborðsrannsóknir á háhitasvæðum*. Orkustofnun, Reykjavík. OS-84089/JHD-16.

Gretar Ívarsson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Einar Gunnlaugsson, Kristján H. Sigurðsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1993. *Mælingar á gasi í andrúmslofti. Styrkur brennisteinsvetnis, brennisteinsoxíðs og kvikasilfurs á háhitasvæðum*. Orkustofnun. SO-93074/JHD-16.

Guðmundur Ó. Friðleifsson, Wilfred A. Elders, Sverrir Þórhallsson og Albert Albertsson, 2005. The Iceland deep drilling project.- a search for unconventional (supercritical) geothermal resources. *Proceedings World Geothermal Congress 2005, Antalya, Tyrklandi*, 24. – 29. apríl.

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Bjarni Richter, Kjartan Birgisson, Arnar Hjartarson, Steinar Þór Guðlaugsson, Grímur Björnsson, Sverrir Þórhallsson og Þórir Sveinbjörnsson, 2000. *Bakkahlaup Öxarfirði. Hola BA-03. Borun, jarðlög og mælingar*. Reykjavík: Orkustofnun. Skýrsla, OS-2000/058.

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Grímur Björnsson, Bjarni Richter, Kjartan Birgisson, Sverrir Þórhallsson og Sveinbjörn Þórisson, 1999. *Hola BA-02. Áfangaskýrsla 3. Borun fyrir vinnslufóðringu*. Reykjavík: Orkustofnun. Skýrsla, OS-99079.

Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Rannveig Thoroddsen, 2008. *Gróðurfar á háhitasvæðum og fyrirhuguðum línu- og vegstæðum á Norðausturlandi.* Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ 08009. Unnið fyrir Landsvirkjun, Landsnet hf. og Þeistareyki ehf.

Guðmundur A. Guðmundsson og Ólafur K. Nielsen, 2004. *Fuglar við Þeistareyki*. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. NÍ-04006.

Guðmundur Pálmason, 2005. *Jarðhitabók – eðli og nýting auðlindar*. Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík.

Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Halldórsson, 1985. *Mat á jarðvarma Íslands.* Orkustofnun, skýrsla, OS-85076/JHD-10.

Guðni Axelsson, 2004. Niðurdæling í jarðhitakerfi – tilgangur, kostir og ókostir. Erindi flutt á málþingi Jarðhitafélags Íslands 10. nóvember, *Jarðhitafélag Íslands, rit 10*, 5–12.

Guðni Axelsson, 2009. *Hugleiðingar um líklega afkastagetu jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og sjálfbæra nýtingu þess*. Greinargerð, ÍSOR-09001. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Guðni Axelsson, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Pálmason, Halldór Ármannsson, Helga Tulinius, Ólafur G. Flóvenz, Sveinbjörn Björnsson og Valgarður Stefánsson, 2001. Um sjálfbæra vinnslu jarðhita. *Orkuþing 2001. Orkumenning á Íslandi. Grunnur til stefnumótunar. Erindi og veggspjöld á Orkuþingi 11. -13. október 2001*. Orkustofnun Reykjavík.

Guðni Axelsson, Sveinbjörn Björnsson og Valgarður Stefánsson, 2006. Hvernig á að meta sjálfbæra vinnslugetu jarðhitasvæða? *Orkuþing 2006. Orkan og samfélagið – vistvæn lífsgæði. Erindi og kynningar á Orkuþingi 12. – 13. Október 2006*. Samorka Reykjavík.

Guðni Axelsson, Valgarður Stefánsson og Grímur Björnsson, 2005: Sustainable utilization of geothermal resources for 100–300 years. *Proceedings World Geothermal Congress 2005, Antalya, Tyrklandi*, 24.–29. apríl,.

Guttormur Sigbjarnarson, Haukur Tómasson, Jónas Elíasson og Stefán Arnórsson 1974. *Álitsgerð um mengunarhættu vegna affallsvatns frá gufuvirkjun við Kröflu eða Hverarönd*. Orkustofnun, OS JHD 7427, OS ROD 7421.

Halldór Ármannsson, 2001. *Þeistareykir: yfirlit um rannsóknir og rannsóknarkostnað*. Orkustofnun, rannsóknarsvið. OS-2001/035.

Halldór Ármannsson, 2004. Chemical aspects of exploration of the Theistareykir high-temperature geothermal area, N-E Iceland. *Water-Rock interaction: 63–67*. Ritstjórar: R.B. Wanty og R.R. Seal II. Taylor and Francis Group, London.

Halldór Ármannsson, 1995: *Um affallsvatn frá Krófluvirkjun. Niðurstöður athugana á holu AB-02, Búrfellshrauni*. Orkustofnun, OS-95046/JHD-30 B.

Halldór Ármannson, Hrefna Kristmannsdóttir, Helgi Torfason og Magnús Ólafsson, 2000. Natural changes in unexploited high-temperature geothermal areas in Iceland. *Proc. World Geothermal Congress 2000*, 521–526.

Halldór Ármannsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Magnús Ólafsson, 1998. *Krafla-Námafjall. Áhrif eldvirkni á grunnvatn*. Orkustofnun OS-98066.

Halldór Ármannsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1992. Geothermal environmental impact. *Geothermics*, 21, 869-880.

Heiðrún Guðmundsdóttir 2000: *Grunnvatnsrennsli austan Mývatns*. Háskóli Íslands, 47 s.

Hildur Vésteinsdóttir 2006: *Úttekt á jarðhita í Öxarfirði með tilliti til atvinnusköpunar* Akureyri: Háskólinn á Akureyri.

Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Rakel Guðrúnardóttir, 2009. Grunnvatnsrannsóknir í Norðurþingi. Landsvirkjun. LV-2009/147

Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007. *Grunnvatnsrannsóknir á Norðausturlandi. Skilgreining á grunnástandi og tillögur um framtíðareftirlit með hugsanlegum breytingum á grunnvatnsstraumum í kjölfar vinnslu á háhitasvæðum.* Landsvirkjun. LV-2007/086.

Hrefna Kristmannsdóttir, Hildur Vésteinsdóttir og Elvar Árni Lund 2006: '*Jarðhiti í Öxarfirði sóknarfæri til atvinnusköpunar'* Í Orkuþing Reykjavík: Samorka, 506-510.

Hrefna Kristmannsdóttir og Halldór Ármannsson, 2004. Groundwater in the Lake Mývatn area, northern Iceland: Chemistry, origin and interaction. *Aquatic Ecology*, 38(2), 115-128.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson, Steinunn Hauksdóttir, Snorri Páll Kjara og Heiðrún Guð-mundsdóttir 2001: *Ferilprófun með kalíumjoðíði í Bjarnarflagi 2000-2001*. Orkustofnun, OS-2001/042.

Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Sigurgeirsson, Halldór Ármannsson, Hreinn Hjartarson, Magnús Ólafsson, 1999. *Sulfur gas emissions from geothermal power plants in Iceland*. Geothermics 29 (2000) 525-538.

Iðnaðarráðuneytið, 2009. *Viljayfirlýsing milli Ríkisstjórnar Íslands og Norðurþings og Skútustaðahrepps og Þingeyjarsveitar*. Sótt þann 15. desember 2009 af http://www.idnadarraduneyti.is/frettir/frettatilkynningar/nr/2785.

Íslenskar orkurannsóknir, Mannvit hf. og Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008. *Hugmyndalíkan jarðhitakerfisins á Þeistareykjum og jarðvarmamat með rúmmálsaðferð.* Unnið fyrir Þeistareyki ehf. Ísor-2008/024, MV-049, Vatnaskil 08.05. Júní 2008.

Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson, 2009. *CORINE Landflokkun á Íslandi 2000 og 2006. Niðurstöður*. Landmælingar Íslands - 2009/02.

Kristbjörn Egilsson og Guðmundur Guðjónsson, 2009. *Afmörkun á jarðhitagróðri við Þeistareyki*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09003. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Kristmannsdóttir, H. Sveinbjörnsdóttir, Á.E. og Heinemeier, J., 2007. Evolution and origin of geothermal brines in Öxarfjörður NE Iceland. Í T.D. Bullen og X. Wang (ritstj.) *Water-Rock Interaction London*: Taylor and Francis Group, 223-227.

Kristján Sæmundsson, 1991. Jarðfræði Kröflukerfisins. Bls. 24-95 í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), *Náttúra Mývatns*. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík.

Kristján Sæmundsson, 2006. *Assessing volcanic risk in North Iceland*. Unnið fyrir iðnaðar og viðskiptaráðuneytið. ISOR-2006/002.

Kristján Sæmundsson, 2007. *Jarðfræðin á Þeistareykjum*. Greinargerð, ÍSOR-07270. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Kristján Sæmundsson og Þórólfur H. Hafstað, 2007. *Norðausturgosbelti, grunnvatn bergskrokkar og misleitni, framlag til grunnvatnslíkans af gosbeltinu norðan við Kröflu*. ÍSOR-2007/009.

Kölb, R, 1995. *Zur Hydrologie und Hydrochemie im Südlichen Einzugsgebiet der Jökulsá á Fjöllum, Nordisland*. Diplomarbeit an der Matematisch-Naturwissenschaftlichen Facultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.

Landbúnaðarháskóli Íslands (2002). *Nytjaland - Jarðabók Íslands, gróðurflokkun*. IS 50V gagnagrunnur útgáfa 2.0, 1:50.000. Landmælingar Íslands.

Landmælingar Íslands, 2004. *IS 50V Útgáfa 1.0. Stafrænn kortagrunnur af Íslandi í mælikvarða 1:50 000.* Landmælingar Íslands, Akranesi.

Lúðvík S. Georgsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Magnús Ólafsson og Ólafur G. Flóvenz 2000: The geothermal exploration of the Öxarfjörður high-temperature area, NE-Iceland. Í E. Iglesias o.fl. (ritstj.) *Proceedings World Geothermal Congress 2000 Japan*: International Geothermal Association, 1157-1162.

Lúðvík S. Georgsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Magnús Ólafsson, Ómar Sigurðsson og Þórólfur Hafstað, 1989. Skilyrði til fiskeldis í Öxarfirði. Ferskvatn, jarðsjór, jarðhiti og rannsóknaboranir. Sérverkefni í fiskeldi 1987 og 1988. Reykjavík, Orkustofnun. Skýrsla OS-89041/JHD-08.

Lögbirtingarblaðið, 2009. Nr. 84. 102 ár. ISSN 1670-0228 (prentuð útgáfa).

Magnús Ólafsson, 2009. *Þeistareykir. Efnasamsetning vatns og gufu úr borholum*. ÍSOR. Minnisblað dags. 29. nóvember 2009. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Mannvit, 2010a. *Greining landslags á fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum í Þingeyjarsýslum*. Greinargerð. Unnin fyrir Landsvirkjun, Þeistareyki ehf og Landsnet hf.

Mannvit, 2010b. *Þeistareykjavirkjun. Reiknað hljóðstig á framkvæmda- og rekstrartíma*. Hljóðvistarkort.

Mannvit, 2010c. *Umhverfisskýrsla. Viðauki við breytingu á Aðalskipulagi Húsavíkurbæjar 2005-2025 (Nú Norðurþing).*

Náttúrufræðistofnun Íslands, 1996. Válisti 1 - Plöntur.

Náttúrufræðistofnun Íslands, 2000. Válisti 2 – Fuglar.

Náttúruverndarráð, 1996. *Náttúruminjaskrá. Skrá um friðlýst svæði og aðrar náttúruminjar*.

Orkuveita Reykjavíkur, 2010. *Umhverfisskýrsla Orkuveitu Reykjavíkur 2009. Skýrsla um ábyrga starfshætti*. Orkuveita Reykjavíkur, Gæða-, umhverfis og öryggismál.

Orri Vésteinsson, 2006. *Fornleifaskráning í Þeistareykjalandi*. Fornleifastofnun Íslands, Reykjavík. FS326-06311.

Orri Vésteinsson, 2001. *Þeistareykir í Suður Þingeyjarsýslu. Fornleifakönnun*. Fornleifastofnun Íslands. FS152-01161. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Ómar Bjarki Smárason, 2010. *Reykjaheiði og Þeistareykir 2008. Hugsanlegar námur fyrir vegi og borplön*. Greinargerð ÓBS/08-09. Jarðfræðistofan Stapi ehf. fyrir Þeistareyki ehf.

Ragna Karlsdóttir, Hjálmar Eysteinsson, Ingvar Þór Magnússon, Knútur Árnason og Ingibjörg Kaldal, 2006. *TEM-mælingar á Þeistareykjum og í Gjástykki 2004-2006*. Íslenskar Orkurannsóknir. ÍSOR-2006/028. Unnið fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.

Samvinnunefnd um svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum, 2007. *Svæðisskipulag háhitasvæða í Þingeyjarsýslum 2007-2025.* Unnið af Teiknistofu arkitekta Gylfi Guðjónsson og félagar ehf., Náttúrustofu Norðausturlands og VGK-Hönnun hf. Sótt af www.teikna.is, 1. febrúar 2008.

Sigurður Bergsteinsson, 2008. *Þeistareykir, fornleifaskráning*. Fornleifavernd ríkisins, 2008:13.

Skipulagsstofnun, 2009. Úrskurðir og ákvarðanir Skipulagsstofnunar samkvæmt lögum um mat á umhverfisáhrifum. www.skipulag.is.

Sólveig K. Pétursdóttir, Snædís Huld Björnsdóttir, Sólveig Ólafsdóttir og Guðmundur Óli Hreggviðsson, 2008. *Líffræðilegur fjölbreytileiki í hverum að Þeistareykjum og í Gjástykki*. Skýrsla Matís, 39-08

Trausti Baldursson, Ásrún Elmarsdóttir, Kristján Jónasson, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Sigmundur Einarsson, 2009. *Mat á verndargildi 18 háhitasvæða*. Unnið fyrir Orkustofnun. NÍ-09014

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 2009. *Krafla og Bjarnarflag – Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2008.* Landsvirkjun, LV-2009/083.

Tækniþing, 2006. *Aðalskipulag fyrir Sveitarfélagið Húsavíkurbæ 2005 2025*. Unnið fyrir Húsavíkurbæ.

Uggi Ævarsson, 2007. *Deiliskráning vegna fyrirhugaðra framkvæmda við línustæði og orkuvinnslustöðvar. Krafla–Gjástykki–Þeistareykir–Bakki*. Skýrsla unnin fyrir Landsnet, Landsvirkjun og Þeistareyki ehf. Fornleifastofnun Íslands ses. FS366-07211. Reykjavík 2007.

Uggi Ævarsson, 2008. *Fornleifaskráning á fyrirhuguðu vegstæði, Húsavík-Þeistareykir-Kvíhólar*. Fornleifastofnun Íslands, FS395-08151.

Umhverfisráðuneytið, 2008. Líffræðileg fjölbreytni. Stefnumörkun Íslands um framkvæmd Samningsins um líffræðilega fjölbreytni. Sótt 7. apríl 2010 af:

http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/liffjolbreytni.pdf

Umhverfisstofnun, 2009a. Frétt frá 23.3.2007 um loftmengunarefni, brennisteinsvetni ($H_2S$). sótt 16.12.2009 af: http://www.ust.is/Mengunarvarnir/Loftgaedi/Brennisteinsvetni/

Umhverfisstofnun, 2009b. *Leiðbeiningar Umhverfisstofnunar um mat á röskun/endurheimt votlendis vegna vegaframkvæmda og annarra framkvæmda sem við geta átt*. Sótt 15.12.2009 á: http://www.ust.is/media/fraedsluefni/Leidbeiningar_um_roskun_endurheimt_votlendis.pdf

Umhverfisstofnun, 2009c. Frétt frá 6.02.2009, um brennisteinsvetni á höfuðborgarsvæðinu. Sótt 16.12.2009 af: http://www.ust.is/Adofinni/Frettir/nr/5809.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2008. *Norðausturland, lokaskýrsla um gerð grunnvatnslíkans í gosbeltinu norðan við Kröflu.* Verkfræðistofan Vatnaskil. Unnið fyrir Landsvirkjun, 08-03.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2009. *Þeistareykir, dreifing efna í grunnvatni við förgun skiljuvatns*. Verkfræðistofan Vatnaskil. Unnið fyrir Landsvirkjun, 09-12.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2010a. *Þeistareykjavirkjun og Kröfluvirkjun II. Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá jarðvarmavirkjunum á Norðausturlandi*. Vatnaskil 09.14. Unnið fyrir Þeistareyki ehf. og Landsvirkjun.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2010b. *Styrkur brennisteinsvetnis frá virkjunum á Norðausturlandi, samanburður við reglugerðarmörk.* Minnisblað 20. júlí 2010. Unnið fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2010c. *Aðrennsli vatnsbóla við Húsavík*. Minnisblað 14. september 2010. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Veðurstofa Íslands. www.vedur.is

Vegagerðin, 2002. Verndarflokkun Vegagerðarinnar í: *Námur. Efnistaka og frágangur*. Embætti veiðimálastjóra, Hafrannsóknarstofnun, Iðnaðarráðuneytið, Landgræðsla ríkisins, Landsvirkjun, Náttúruvernd ríkisins, Samband íslenskra sveitarfélaga, Siglingastofnun Íslands, Umhverfisráðuneytið, Vegagerðin og Veiðimálastofnun.

Vegagerðin, 2008. *Þeistareykjavegur. Húsavík-Þeistareykir, frumdrög*. Áætlanir og hönnunarkaup Akureyri. Frumdrög.

VSÓ ráðgjöf, 2008. *Bitruvirkjun, allt að 135 MW$_e$ jarðvarmavirkjun. Matsskýrsla*. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

VSÓ ráðgjöf, 2009. *Stækkun Reykjanesvirkjunar og frekari nýting jarðhitavökva. Matsskýrsla*. Unnið fyrir HS Orku hf.

Wilcox, Gwen (ritstj.) 2006. *The future geothermal energy, impact of enhanced geothermal systems. MIT á copyright.*

Yu, G., He, L. F., He, Z. X., Strack, K. M. og Tulinus, H., 2008. *Iceland Theistareykir 2-D MT survey. Data processing and interpretation.* Unnið fyrir Þeistareyki ehf. KMS Technologies - KJT Enterprises Inc. and VGK-Hönnun.

Þorkell Lindberg Þórarinsson 2007a. *Skyndiathugun á fuglum og gróðri í nágrenni fyrirhugaðs vegslóða að kjarnaholu ÞR-6 á Þeistareykjum.* Greinargerð unnin fyrir Þeistareyki ehf. í samvinnu við Náttúrufræðistofnun Íslands, Akureyrarsetur. NNA-07002

Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2007b. *Útbreiðsla snigilsins Vallonia excentrica (Sterki, 1893) á Þeistareykjum*. Náttúrustofa Norðausturlands. NNA-07007. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Þorkell Lindberg Þórarinsson, 2010. Tölvupóstur frá 20. júlí 2010.

Þorkell Lindberg Þórarinsson og Aðalsteinn Örn Snæþórsson, 2007. *Fuglalíf á framkvæmdasvæðum fyrirhugaðra háhitavirkjana í Þingeyjarsýslum.* Náttúrustofa Norðausturlands. Unnið fyrir Landsnet, Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.

Þóra Pétursdóttir, 2010. *Fornleifakönnun á efnistökusvæðum við virkjunarveg milli Húsavíkur og Þeistareykja.* Fornleifastofnun Íslands. Greinargerð dags 13. september 2010. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Þórólfur H. Hafstað, 1989. Öxarfjörður. *Grunnvatnsathuganir 1987-1988. Framlag til sérverkefnis í fiskeldi*. Reykjavík, Orkustofnun. Skýrsla OS-89039/VOD-08B.

Þórólfur H. Hafstað, 2000. *Þeistareykir: Borun ferskvatnsholu*. Orkustofnun, greinargerð, ÞHH-00/14.

Þórólfur H. Hafstað, 2010. *Þeistareykir. Um grunnvatn og frárennslisvatn.* Greinargerð. ÍSOR-10020. Unnið fyrir Landsvirkjun Power.