



Verk unnin fyrir Sunnlenska orku ehf. á
árunum 1999-2001

Ómar Sigurðsson

Greinargerð Ómar-2002-03



Verk unnin fyrir Sunnlenska orku ehf. á árunum 1999-2001

Upphaf verks og tilgangur.

Í desember 1999 gerði Sunnlensk orka ehf. (SO) samning við Rannsóknarsvið Orkustofnunar (ROS) um jarðhitaráðgjöf og þjónustu vegna rannsókna á háhitasvæðinu í Grændal. Í framhaldi af þeim samningi gerði Rannsóknarsvið Orkustofnunar samning við Rannsóknarstofnun Landbúnaðarins (RALA) um að annast lífríkisrannsóknirnar. Sunnlensk orka hafði þá fengið rannsóknarleyfi til að rannsaka jarðhitasvæðið í Grændal og austur af honum, en þetta svæði er norður af Hveragerði. Tilgangur rannsókna var að afla grunnupplýsinga um jarðfræði, jarðhita og líffræði Grændals, sem myndu nýtast til staðsetningar rannsóknarborholu og fyrir umhverfismat vegna framkvæmda tengdum borun hennar. Lokamarkmið þessa rannsóknaráfanga var að meta forsendur fyrir virkjun svæðisins.

Verkþættir samnings.

Samningur Sunnlenskrar orku ehf. við Rannsóknarsvið Orkustofnunar skiptist í tvo megin hluta. Fyrri hlutinn tók til almennrar jarðhitaráðgjafar og undirbúningsrannsókna til staðsetningar rannsóknarholu. Síðari hlutinn tók til mælinga, umsjónar og ráðgjafar þegar til borunar rannsóknarholunnar kæmi. Þar sem ekki varð af borun að sinni féll síðari hlutinn niður, en hér verður gerð stuttlega grein fyrir fyrri hlutanum.

Fyrri hluti verksamningsins skiptist í allmarga undirverkþætti og verður minnst á hvern og einn þeirra hér.

- *Almenn ráðgjöf og verkefnastjórn í verkum ROS.* Þessi þáttur fólst aðallega í ýmis konar upplýsingagjöf, verkstjórnun annara verkþátta og fundarsetu samráðsfunda. Verkþátturinn var innan áætlunar.
- *Staðsetning fyrstu rannsóknarholu.* Á árunum kringum 1960 voru boraðar 8 borholur niður á 300-1200 m dýpi upp með Varmá ofan Hveragerðis. Hitaástand holnanna sýndi að þær voru boraðar í afrennsli jarðhitakerfis og fór hiti hækkandi að mynni Grændals. Jarðhitakerfið í Grændal tilheyrir Hveragerðiseldstöðinni og þó litlar upplýsingar væru til um kerfið sjálft, lágu fyrir töluverðar upplýsingar um jarðfræði og efnahita í eldstöðinni. Ljóst þótti út frá hitaástandi holna fyrir sunnan mynni Grændals að hola staðsett við mynni dalsins myndi varla afla þeirra viðbótarupplýsinga sem sóttst var eftir fyrir jarðhitakerfið. Út frá fyrirliggjandi gögnum um jarðfræði, efnahita og hitaástand gömlu holnanna var rannsóknarhola staðsett innarlega í Grændal í desember 1999. Holunni var valinn staður rúmlega 2,3 km norðan mynnis Grændals á breiðum smáhallandi leirbornum melbakka rétt áður en komið er að gróinni og votlendri flöt fyrir botni dalsins. Við staðsetninguna var haft í huga að hægt yrði að bora fleiri en eina holu frá sama stað og ábendingar Náttúruverndar ríkisins um að hlífa botni dalsins fyrir raski.

Þessum verkþætti var lokið og innan áætlunar.

- *Ákvörðun vegstæðis.* Sérfræðingar ROS fóru með ráðgjöfum SO, RALA, Náttúruverndar og fleiri aðilum til að kanna og velja leiðir fyrir veg inn Grændal að borstæði rannsóknarholunnar. Þessum verkþætti var lokið og innan áætlunar.
- *Lífriksrannsóknir.* ROS fékk RALA og undirverktaka þeirra til að sinna þessum verkþætti. Verkþátturinn skiptist í tvo hluta vegna upphaflegrar tímaáætlunar Sunnlenskrar orku. Í fyrri hlutanum var miðað við að afla grunnupplýsinga um lífríkið næst fyrirhuguðum veg inn Grændal og umhverfis borstæðið. Í síðari hlutanum var athugunarsvæðið stækkað. Markmiðið var að afla grunnupplýsinga um gróður, gróðurhverfi, þéttleika gróðurs og verndargildi hans. Grunnupplýsinga um fuglalíf, tegundir og mat á þéttleika varpfugla auk annarra villtra spendýra. Að lokum athugun á hitakærum örverum og kortlagningu hvera á svæðinu sem notaðir hafa verið í rannsóknum á hveraörverum. Fyrstu niðurstöðum var skilað um vorið 2000 og skýrslum um niðurstöðurnar um haustið 2000 og stóðst verkþátturinn áætlun.
- *Smáskjálftarannsóknir.* Þétt net skjálftamæla er á Hellisheiði og svæðinu kringum Hveragerði sem rekið er af Veðurstofu Íslands. Stærstur hluti þessa mælanets skráir og staðsetur sjálfvirkt skjálfta auk þess sem það getur metið brotlausnir skjálftanna og gefur þannig möguleika á að staðsetja virkar sprungur, stefnu þeirra og halla. Mikil smáskjálftavirkni hefur verið undanfarin ár á svæðinu við Grændal. Til dæmis urðu 357 skjálftar árið 1999 í fjórum skjálftahrinum sem áttu upptök í nágrenni væntanlegrar rannsóknarholu innarlega í Grændal. Þessir skjálftar voru skoðaðir og brotletir þeirra ákvarðaðir. Niðurstöðurnar sýna mikla skjálftavirkni síðustu ár á norðurjaðri Grændalssvæðisins, megin stefnur misgengja og sprungna og halla þeirra. Niðurstöðurnar nýtast til að stefna borholum á svæði þangað sem vatnslekt getur verið meiri innan jarðhitakerfisins.

Verkþættinum er lokið og fór hann í reynd um 50% fram úr áætlun, en 10% gagnvart SO. Verkþátturinn var unninn í samvinnu við Veðurstofuna, en sérfræðingur þar á þessu sviði féll frá, auk þess sem verið var að taka ný forrit í notkun fyrir brotaúrlausn skjálftanna á þeim tíma er verkið var unnið.

- *Skolvatn.* Lausleg athugun var gerð á hvernig heppilegast yrði að afla skolvatns fyrir borun fyrstu rannsóknarholu innarlega í Grændal. Heppilegast var talið að mynda tímabundið lítið lón í árfarvegi Grændalsár, austur og niður af fyrirhuguðum borstað. Enginn kostnaður var færður á þennan verkþátt og honum lokið að því marki að endanleg staðsetning og útfærsla beið upphafs borunar.
- *Grunnhönnun borholu.* Tekin voru saman fyrirliggjandi gögn um jarðfræði á svæðinu í Grændal og í nálægum borholum. Einnig gögn um hita og þrýsting í borholunum. Með tilliti til þeirra gagna var rannsóknarborhola hönnuð og mið tekið af því að holan gæti síðar nýtt sem vinnsluhola. Fóðringar í holunni voru ákvarðaðar sömu gerðar og notaðar hafa verið við fyrri háhitaboranir hér á landi í holum af svo kallaðri “grennri eða hefðbundni” gerð. Fóðringadýpi var ákvarðað út frá almennum öryggiskröfum og þess hita og þrýstings sem talið er að holan hitti á við borun. Gefin var stutt lýsing á boráföngum rannsóknarholunnar, jarðlögum sem holan færir í gegnum í áfanganum og væntanlegum hita og þrýstingi. Einnig var gefin stutt lýsing á öryggiskröfum, notkun skolvökva og steypingu fóðringa.

Verkþættinum er lokið en hann fór um 25% fram úr áætlun, aðallega vegna þess að meiri vinna var lögð í samantekt eldri borholugagna en upphaflega var gert ráð fyrir.

- *Umhverfismat vegna vegar og borplans.* Í upphafi var áætlað að í þessum verkþætti yrðu niðurstöður rannsókna í umsjón Rannsóknarsviðs Orkustofnunar teknar saman og þeim skilað í greinargerð eða skýrslu sem nýttist svo inn í umhverfismatsferlið. Verkþátturinn breyttist síðan ófyrirséð þannig að ROS tók að sér ritstjórn á skýrslu um frummat á umhverfisáhrifum. Sú skýrsla var lögð fyrir Skipulagsstofnun til úrskurðar í febrúar 2000. Úrskurður var birtur um

mánaðarmót maí-júní sama ár. Ekki var fallist á aðaltillögu Sunnlenskrar orku heldur gerð krafa um frekara mat aðallega á þáttum er snéru að lífríkinu. Þeim rannsóknum var ekki lokið þegar skýrslan var lögð fram. Á tímabilinu breyttust lög um umhverfismat og ákvað SO að fara inn í ramma nýju laganna með frekara umhverfismat á rannsóknarsvæðinu. Undir ritstjórn ráðgjafa SO var skilað inn til Skipulagsstofnunar tillögu að matsáætlun samkvæmt nýju lögnum í október 2000 og var tillagan samþykkt. Endanleg skýrsla um mat á umhverfisáhrifum vegna borunar rannsóknarholu og vegagerð í Grændal var svo lögð inn til Skipulagsstofnunar í febrúar 2001. Úrskurður Skipulagsstofnunar var birtur í maí 2001, þar sem aðaltillögu SO var hafnað. Úrskurðurinn var kærður til ráðherra sem birti sína niðurstöðu í nóvember 2001. Enn var aðaltillögu SO hafnað, þar sem ekki var fallist á vegagerð inn Grændal, en hins vegar fallist á aðra möguleika.

Í þessum verkþætti skilaði ROS inn skrifum, kortum, ritstjórn í upphafi og ráðgjöf við gerð umhverfismatsins. Þó umfang verkþáttarins yrði ekki mjög stórt hjá ROS (<500 tímar) þá varð þetta annar stærsti verkþátturinn og fór hann langt fram úr upphaflegum áætlunum.

- *Athugun á aðgengi fyrir kalt vatn.* Hugmyndin í þessum verkþætti var að fullgera grunnvatnskort á rannsóknarsvæðinu og kanna hvar hægt yrði að afla nægs grunnvatns til að mæta þörfum jarðvarmavirkjunar á svæðinu. Fallið var frá þessum verkþætti þar sem hann þótti ekki nauðsynlegur fyrr en komið væri að mati um virkjun á svæðinu.
- *Yfirborðsrannsóknir.* Yfirborðsrannsóknirnar skiptust í tvennt, viðnámsmælingar og efnafræðiathuganir. Viðnámsmælingarnar (TEM) voru langstærsti og kostnaðarsamasti rannsóknarþátturinn. Mældar voru 40 mælistöðvar á og við rannsóknarsvæðið, fyrst á snjó en er snjóa leysti var notuð þýrla til að flytja mælibúnað í nokkrar mælistöðvarnar. Mælingarnar voru túlkaðar með einvíðu líkani og náðu í megin atriðum að afmarka háhitasvæðið í Grændal. Niðurstöðurnar styrktu fyrri hugmyndir um jarðhitakerfið og að miðja þess væri innarlega í Grændal. Viðnámsmælingunum er lokið og stóðust mælingar og úrvinnsla áætlun.

Í efnafræðiathugunum var farið yfir greiningar á gasi sem safnað hafði verið úr gufuaugum á svæðinu á árunum 1984-1986. Gögnin voru túlkuð til að fá upplýsingar um mögulegan djúphita í jarðhitakerfinu. Farið var og safnað nokkrum gassýnum úr sömu gufuaugum og fyrr til að bera saman niðurstöður og hugsanlegar breytingar. Þessi túlkaði efnahiti benti til að hiti í jarðhitakerfinu væri hæstur í nágrenni fyrirhugaðar rannsóknarholu og norður af henni. Þessum athugunum er lokið og fóru þær lítilliga fram úr áætlun.

- *Efnafræði affallsvatns.* Í þessum lið var ætlunin að kanna fræðilegar forsendur fyrir niðurdælingu affallsvatns frá rannsóknarholunni og niður í vatnskerfi með svipað jarðhitavatn og er í gömlu borholunum upp með Varmá. Verkið gekk hins vegar ekki svo langt að rannsóknarholan yrði boruð og áherslurnar í þessum lið breyttust því. Kannaðir voru hugsanlegir eiginleikar á efnasamsetningu rennis (gufu og vatns) frá fyrirhugaðri rannsóknarholu og hver áhrif af blöndun þess við Grændalsá yrðu. Þar sem þessi vinna féll að miklu leyti saman við aðrar efnafræðiathuganir var kostnaðurinn færður með þeim en ekki á þennan lið.
- *Jarðhitaforsendur virkjunar.* Þegar niðurstöður allra jarðhitarannsókna lægi fyrir, einnig frá borun og prófun fyrirhugaðar rannsóknarholu, yrðu þær teknar saman og lagt mat á jarðhitaforsendur fyrir virkjun jarðhitakerfisins. Verkið náði ekki svo langt að rannsóknarholan yrði boruð og féll þessi verkþáttur því niður.

Flestum verkþáttum sem lagt var upp með var lokið á tilsettum tíma þannig að niðurstöður þeirra nýttust inn í umhverfismatsferlið og til að undirbyggja staðsetningu fyrstu rannsóknarholu á jarðhitasvæðinu í Grændal. Tveir verkþættir fóru aðeins fram úr upphaflegri áætlun vegna

aukinnar vinnu í þeim og almennt stóðust verkþættirnir tíma og kostnaðaráætlun. Einn verkþáttur skar sig hins vegar úr, en það var þátttaka í umhverfismatsferlinu sem fór langt fram úr upphaflegri áætlun. Ástæður þess eru að ROS tók að sér stærri hluta í byrjun umhverfismatsferlisins en upphaflega var gert ráð fyrir. Síðan reyndist umhverfismatsferlið mun flóknara og tímafrekara en hægt var að sjá fyrir í byrjun. Má þar nefna að lög um umhverfismat breyttust eftir að ferlið hófst og varð því um nokkra endurtekningu að ræða. Þá kom fram ákveðinn þrýstingur frá umsagnaraðilum matsins um ýtarlegri upplýsingar, en gert hafði verið ráð fyrir að afla í fyrsta áfanga að jarðhitarannsókn á svæðinu, sem aftur jók nokkuð vinnu við það.

Gögn afhent Sunnlenskri orku.

Í lista aftan við greinargerðina eru taldar upp skýrslur, greinargerðir og formleg minnisblöð sem afhent hafa verið Sunnlenskri orku ehf. í tengslum við þær athuganir sem Rannsóknarsvið Orkustofnunar og samstarfsaðilar hafa unnið. Alls eru þetta sjö (7) skýrslur, níu (9) greinargerðir og þrjú (3) minnisblöð. Auk þessa tók ROS þátt í skrifum skýrslna til umhverfismats og nokkur óformleg skrif gengu á milli ROS og samstarfsaðila, SO og þeirra ráðgjafa. Flest eru formlegu gögnin merkt sem trúnaðarmál í fórum ROS og lokuð öðrum samkvæmt samningi við SO til ársloka 2005. SO getur hins vegar afhent gögnin öðrum aðilum sem hún kys eða gert gögnin opinber á tímabilinu.

Lokaorð.

Sunnlensk orka hefur lagt út í töluverðan rannsóknarkostnað á jarðhitasvæðinu í Grændal. Staða jarðhitarannsókna á því svæði er nú í aðalatriðum þannig. Yfirborðsjarðfræði er vel þekkt svo og dreifing yfirborðsvirkni hvera og lauga. Jarðfræðisnið eru til úr öllum nema einni af gömlu holunum (8) sem boraðar voru upp með Varmánni, auk jarðfræðisniða úr fjórum grynri rannsóknarholum sem boraðar hafa verið í nágrenni rannsóknarsvæðisins. Margar sprungur og misgengi hafa verið kortlögð á yfirborði og að auki hafa nokkur misgengisbrot verið kortlögð djúpt í jarðlögunum innst í Grændal. Hitadreifing niður á allt að 1000 m dýpi er þekkt fyrir sunnan mynni Grændals og hugmyndir eru um mögulega hitadreifingu norður Grændalinn. Viðnámskort er til af svæðinu sem afmarkar að mestu leyti útbreiðslu háhitasvæðisins í Hveragerðiseldstöðinni. Helstu gróðursamfélög eru þekkt og útbreiðsla þeirra í Grændal svo og fuglalíf á svæðinu og útbreiðsla annarra villtra spendýra.

Jarðhitalega eru rannsóknir komnar á það stig fyrir rannsóknarsvæðið að eingöngu borun djúprar rannsóknarholu getur bætt við verulegum upplýsingum um það. Það eru upplýsingar um djúphita í jarðhitakerfinu, þrýsting og lekt, jarðlög og ummyndun þeirra neðan 800-1000 m dýpis. Á yfirborði er hægt að fullgera kort af grunnvatnsrennsli, en þá myndi svæðið nánast vera full kannað áður en til ákvörðunar beinnar nýtingar þess kemur.

Verðmæti fyrirbyggjandi rannsóknargagna og úrvinnslu þeirra eru töluverð og ættu þau ekki að rýrast að neinu marki á næstu árum. Ástæðan er að út frá sjónarmiði mælitækni og úrvinnslu breytist hvort tveggja hægt. Mögulega getur verðmæti rannsóknargagnanna jafnvel aukist á næstu árum þegar nýting eykst á nálægum rannsóknarsvæðum eins og Hellisheiði eða jafnvel á svæðinu sjálfu. Vöktun sem Sunnlensk orka hefur hafið á vatnshæð Grændalsár og þar með á rennsli árinna ásamt vöktun á þrýstingi í borholu við Grændal munu auka verðmæti rannsóknargagnanna í framtíðinni.

Reykjavík 15. febrúar 2002

Ómar Sigurðsson

Skýrslur, greinargerðir og minnisblöð sem send hafa verið Sunnlenskri orku frá Rannsóknarsviði Orkustofnunar og samstarfsaðilum (RALA).

Skýrslur.

Athugun á gróðri í Grændal. Jón Guðmundsson og Halldór Sverrisson. Skýrsla Rannsóknastofnunar landbúnaðarins. Október 2000. 21s.

Frumathugun á lífríki hvera. Mat á umhverfisáhrifum af völdum vegalagningar og tilraunaborunar í Grensdal, Ölfusi. Tryggvi Þórðarson og Jakob K. Kristjánsson. Skýrsla Rannsóknna- og fræðaseturs Háskóla Íslands í Hveragerði. September 2000. 35s.

Fuglalíf í Grændal. Jóhann Óli Hilmarsson. Reykjavík í september 2000. 10s.

Hönnun og verklýsing rannsóknarholu í Grændal. Sverrir Þórhallsson, Guðmundur Ó. Friðleifsson og Ómar Sigurðsson. Skýrsla Orkustofnunar Rannsóknasviðs OS-2000/015. Mars 2000. 48s.

Kortlagning brotflata með smáskjálftum í nágrenni Grændals. Kristín Vogfjörð. Skýrsla Orkustofnunar Rannsóknasviðs OS-2000/031. Maí 2000. 20s.

Umhverfismat vegna fyrirhugaðra borframkvæmda í Grændal, Ölfusi. Guðmundur H. Jónsson. Rannsóknaskýrslur Þjóðminjasafns Íslands, fornleifadeild, Garðabær 2000. 3s.

TEM – viðnámsmælingar í Grændal árið 2000. Hjálmar Eysteinnsson. Skýrsla Orkustofnunar Rannsóknarsviðs OS-2000/066. Nóvember 2000. 81s.

Greinargerðir.

Hugleiðingar um staðsetningu fyrstu rannsóknarholu í Grændal. Kristján Sæmundsson, Ólafur G. Flóvenz og Ómar Sigurðsson. Greinargerð ROS, KS-ÓGF-Ómar-99/24, 12. nóv. 1999. 8s.

Grændalur, samantekt eldri efnafræðigagna. Halldór Ármannsson, Vigdís Harðardóttir og Hrefna Kristmannsdóttir. Greinargerð ROS, HÁ-VH-HK-2000/01, 2. marz 2000. 4s.

Grændalur, hugsanlegir eiginleikar borholurennis. Halldór Ármannsson. Greinargerð ROS, HÁ-2000/02, 3. marz 2000. 2s.

TEM mælingar Grændal, staða úrvinnslu í maí 2000. Hjálmar Eysteinnsson. Greinargerð ROS, HE-2000/01, 16. maí 2000. 6s.

Samanburður borstaða B og C í Grændal norðan Hveragerðis. Ómar Sigurðsson. Greinargerð ROS, Ómar-2000/03, 11. ágúst 2000. 3s.

Áhrif blástursprófunar rannsóknarholu í Grændal á nærliggjandi jarðhitakerfi. Ómar Sigurðsson. Greinargerð ROS, Ómar-2001/01, 9. janúar 2001. 1s.

Grændalur, áhrif blöndunar affallsvatns frá háhitaholu við vatn í Grændalsá. Halldór Ármannsson. Greinargerð ROS, HÁ-2001/01, 11. janúar 2001. 3s.

Grændalur, athugun á gufuaugum. Halldór Ármannsson. Greinargerð ROS, HÁ-2001/02, 22. Janúar 2001. 6s.

Vatnamælingar í Grændalsá og Varmá. Bjarni Kristinsson. Greinargerð VMO, BK-2001/01, 10. apríl 2001. 5s.

Minnisblöð.

Rennslismælingar í Grændalsá og Varmá. Ómar Sigurðsson, 21. sept. 2000.

Náttúruverndargildi Grændals. Jón Guðmundsson, 13. okt. 2000.

Liðir 5 og 6 í úrskurðarorðum Umhverfissráðuneytis vegna borunar rannsóknarholu í Grændal. Ómar Sigurðsson og Halldór Ármannsson, 6. des. 2001.