



Staða og langtímaáætlun verkefnisins - Umhverfisáhrif jarðhitanytingar

Hrefna Kristmannsdóttir

Greinargerð HK-94-01

ORKUSTOFNUN

Greinargerð

Jarðhitadeild
10. Júní, 1994



HK-9401
hk

STAÐA og LANGTÍMAÁÆTLUN verkefnisins UMHVERFISÁHRIF JARÐHITANÝTINGAR

Átaksverkefnið Umhverfisáhrif jarðhitanytingar hófst á Orkustofnun árið 1991 með því að gerð var samantekt á stöðu rannsókna á umhverfisáhrifum jarðhitanytingar á Íslandi og metin rannsóknarþörf vegna umhverfisþátta í samvinnu við stærstu virkjunaraðila jarðhita á háhitasvæðum. Tilgangur verkefnisins var að efla umhverfisrannsóknir á jarðhitasvæðum, einkum háhitasvæðum sem þegar væru virkjuð. Verkefnið var skilgreint í samvinnu við helstu virkjunaraðila háhitaorku: Landsvirkjun vegna Kröfluvirkjunar og jarðhitasvæðisins í Námafjalli, Hitaveitu Suðurnesja vegna jarðhitasvæðanna í Svartsengi, Eldvörpum og á Reykjanesi og Hitaveitu Reykjavíkur vegna Nesjavallasvæðisins. Umhverfisráðuneytið gerðist fljótlega aðili að verkefninu og á fulltrúa í samstarfsnefnd um það. Helstu verkþættir voru: að gera úttekt á stöðu umhverfismála á þeim svæðum, sem þegar eru virkjuð; gera tillögur um eftirlit og rannsóknir tengdar umhverfismálum á þessum svæðum í framtíðinni; og koma af stað sérverkefnum um þætti umhverfisáhrifa jarðhitanytingar, sem brýnust er talin þörf á að sinna. Einnig að vinna að umhverfisúttekt á þeim háhitasvæðum, sem væntanlega yrðu virkjuð á næstu áratugum og gera þar tillögur um nauðsynlegar viðbótarrannsóknir og eftirlit með breytingum.

Verkefnið beinist mest að rannsóknum á umhverfisáhrifum við vinnslu háhitasvæða, þar sem áhrif hennar eru meiri og augljósari en á lághitasvæðum. Fullur vilji er þó á því á Orkustofnun að auka verulega rannsóknir á umhverfisáhrifum lághitavinnslu og hafa þar samvinnu við virkjunaraðila.

Í ársbyrjun 1992 var unnið að nánari skilgreiningu og mótun verksins, samningum við samstarfsaðila um verkþætti og kostnaðarskiptingu og gerð rammisamnings um sameiginlega vinnu að þessu átaksverkefni. Verkþættir ársins 1992 voru: vinna að frumgerð umhverfisúttektar á hverju virkjunarsvæði, svokallað forverk, og allmörg sérverk á sviði umhverfisáhrifa jarðhitavinnslu. Einnig var unnið áfram að mótun fleiri rannsóknarverkefna á því sviði. Samhliða var unnið að rannsóknum á nokkrum óvirkjuðum háhitasvæðum.

Á árinu 1993 var lokið við samantektarskýrslu um stöðu umhverfisrannsókna á virkjunarsvæðum Landsvirkjunar, Hitaveitu Suðurnesja og Hitaveitu Reykjavíkur. Fólst sú vinna að miklu leyti í samantekt á heimildalistum fyrir hvert svæði og frumúrvinnslu heimilda. Einnig var unnið áfram að rannsóknarverkefnum, sem skilgreind höfðu verið sem forgangsverkefni árið áður varðandi umhverfisáhrif jarðhitanytingar og rannsóknir á óvirkjuðum háhitasvæðum voru auknar.

Stærstu verkþættir ársins 1993 voru: gasmælingar, rannsókn á smáskjálftavirkni og þróun fjarkönnunaraðferða. Rannsóknir á óvirkjuðum svæðum var einnig allstór þáttur, sem var

alfarið kostaður af almennum fjárveitingum Orkustofnunar.

Á árinu 1994 verður unnið áfram við flesta ofangreinda verkþætti, en mest áhersla verður lögð á vinnu við gasmælingar, landmælingar og fjarkönnun, en síðastnefnda verkefninu lýkur á þessu ári. Í tengslum við gasmælingaverkþáttinn er unnið að sérstöku verkefni í samvinnu við Veðurstofu Íslands og Umhverfisráðuneytið um rannsóknir á afdrifum brennisteinsvetnis, sem streymir út í andrúmsloftið frá jarðhitasvæðunum.

Á árinu 1995 er áætlað að halda áfram vinnu við þá verkþætti, sem skilgreindir voru sem forgangsverk 1992, en áhersla lögð á gasmælingar, afdrif brennisteinsvetnis, smáskjálftarannsóknir, gaslosun og athugun á erlendum reglugerðum. Jafnframt verði unnið að landmælingum á Kröflu-Námafjallssvæði og umhverfisúttekt á Námafjallssvæði. Umfang samvinnuverksins er áætlað svipað og 1994. Beðið er um sérfrjárveitingu til rannsóknavegna umhverfismats á óvirkjuðum jarðhitasvæðum.

Pegar verkefnið var sett á fót 1991 var það fyrst og fremst hugsað sem átak í rannsóknnum á áhrifum virkjunar jarðhita á umhverfi. Verið var að semja lög um mat á umhverfisáhrifum framkvæmda og var talið æskilegt að frumkvæði um umhverfisrannsóknir kæmi frá virkjunaraðilum svo að þeir ættu meiri möguleika á að móta þær kröfur, sem settar yrðu um umhverfismál á þeirra sviði. Verkefninu var ætlað að standa í 3-5 ár þótt það sé í eðli sínu langtímaverk.

Í upphafi var verkefnið skilgreint af faghópi á Orkustofnun, en síðar var samið við helstu virkjunaraðila háhita um samvinnu og loks var skipuð fyrirnefnd samstarfsnefnd um verkefnið með fulltrúum allra aðila.

Fljótlega eftir að verkefnið fór af stað kom fulltrúi frá Umhverfisráðuneytinu inn í samstarfsnefnd. Einkum var ætlast til að samstarf væri við ráðuneytið um athugun á erlendum reglugerðum, en einnig um mótun innlendra krafna um eftirlit með mengun og umhverfisáhrifum vegna jarðhitavirkjana.

Síðar hefur Veðurstofa Íslands tengst rannsóknnum á gasi í andrúmslofti ásamt Umhverfisráðuneytinu.

Í upphafi voru nokkrir verkþættir innan samvinnuverkefnisins, skilgreindir, sem forgangsverkefni:

- * Umhverfisúttekt á vinnslusvæðum samstarfsaðila
- * Mælingar á gasi í andrúmslofti á virkjuðum og óvirkjuðum jarðhitasvæðum
- * Rannsóknir á smáskjálftavirkni á jarðhitasvæðum
- * Rannsóknir á myndun og útbreiðslu gufupúða á virkjunarsvæðum
- * Landmælingar og þyngdarmælingar á jarðhitasvæðum
- * Rannsóknir á grunnvatni
- * Mat á breytingum á náttúrulegu gufustreymi
- * Mat á aðferðum til gaslosunar

- * Tilraunir með niðurdælingu affallsvatns
- * Athugun á erlendum reglugerðum um umhverfismál jarðhitavinnslu
- * Þróun fjarkönnunaraðferða til umhverfisrannsókna
- * Umhverfisáhrif náttúrulegrar jarðhitavirkni

Vinna hófst við flesta þessa þætti á árunum 1992-1993. Áherslur í vinnu við þá hafa breyst nokkuð eftir því sem verkinu miðaði og sumir hafa því sem næst fallið niður. Síðan hefur bæst við fyrrnefnt samvinnuverk við Veðurstofu og Umhverfissráðuneyti. Umfang og eðli verkefnisins hefur þannig verið að breytast og er eðlilegt að svo sé.

Við skilgreiningu og mótun verksins voru allir aðilar, bæði faghópurinn á Orkustofnun og fulltrúar virkjunaraðila, sammála um að einn af brýnustu verkþáttunum væri að efla rannsóknir á óvirkjuðum jarðhitasvæðum til að hafa samanburðargrundvöll. Aðilum þótti þó sanngjarnt að sá verkþáttur væri greiddur af almannafé a.m.k. þar til virkjun væri ákveðin á hverju svæði. Reynt hefur verið að auka umfang þessa verkþátta, en ekki fengist til þess aukin fjárveiting fram til þessa.

Staða verksins er nú í stuttu máli þessi:

Gasmælingar: Mælt hefur verið gas í andrúmslofti á virkjunarsvæðum allra samstarfsaðila, í Svartsengi, á Reykjanesi, Nesjavöllum, í Kröflu og Námafjalli og mælt var auk þess í Hveragerði. Einnig var mælt á nokkrum óvirkjuðum jarðhitasvæðum, á Ölkelduhálsi og Þeistareykjum og einnig í Krýsuvík, sem telst óvirkjað þótt þar hafi verið boraðar borholur. Gefin var út skýrsla um niðurstöður mælinganna (Grétar Ívarsson ofl, 1993). Helstu niðurstöður voru þær (tafla 3) að kvikasilfurstyrkur er mjög lágur og nær sá sami og mælist yfir ómenguðum úthöfum. Flest mæligildi fyrir brennisteinsdíoxíð lágu við óvissumörk mæliaðferðar og þyrfti að mæla í lengri tíma til að fá nákvæm tölugildi. Mikill breytileiki er í gildum fyrir brennisteinsvetni og brennisteinsdíoxíð milli sýna frá sama sýnatökustað og virðist þar ráða mestu ríkjandi vindátt meðan söfnun stendur yfir. Á árunum 1994-1995 er áætlað að mæla samfelt á öllum virkjunarstöðunum í um sex mánaða skeið. Á óvirkjuðu svæðunum væri einnig æskilegt að gera frekari mælingar, en til þess skortir fjárveitingu.

Í framhaldi af þessum mælingum á gasi er áætlað að kanna áhrif andrúmslofts á virkjunarstöðunum á mannvirki og mun þeirri athugun ljúka 1995.

Veðurstofa Íslands, Orkustofnun og Umhverfissráðuneytið hafa gert rannsóknáætlun til tveggja ára um að skoða afdrif brennisteinsvetnis frá útstreymi jarðhitasvæða í andrúmslofti.

Vonast er til að unnt verði að setja upp tilraunir í samvinnu við Háskóla Íslands til að komast að því hversu mikill hluti brennisteinsvetnisins getur oxast yfir í brennisteinsdíoxíð á tilteknum tíma við mismunandi aðstæður.

Smáskjálftamælingar: Rannsóknaráætlun í nokkrum liðum var samin 1992 til að rannsaka og fylgjast með hugsanlegum áhrifum vinnslu og niðurdælingar á smáskjálftavirkni á jarðhitasvæðinu í Svartsengi. Áætlunin var samin í samvinnu Orkustofnunar, Raunvísinstofnunar Háskólans og Veðurstofu Íslands. Ráðist var í framkvæmd fyrsta liðar þessarar áætlunar á árinu 1993 í samvinnu við sérfræðinga á Raunvísindastofnun. Verkefnið gaf áhugaverðar niðurstöður og er komin út skýrsla um það. Óvíst er um frekari framvindu

og fjármögnun þessa verks. Augljóslega er um langtímarannsóknir að ræða og jafnframt grundvallarrannsóknir, sem hafa gildi fyrir önnur íslensk jarðhitasvæði. Því er lagt til að leitað verði fjármögnunar fleiri aðila til að halda áfram rannsóknum.

Gerðar voru tilraunir til að kortleggja gufupúða í Svartsengi með jarðsveiflumælingum. Prófuninni er ekki lokið, en gefin var út greinargerð um fyrsta áfanga prófunarinnar. TEM viðnámsmælingar er önnur aðferð, sem hugsanlega gæti nýst til þessa. Gildir svipuðu máli um þessar rannsóknir og smáskjálftarannsóknirnar að þær eru kostnaðarsamar langtímarannsóknir. Æskilegt væri að halda áfram með þessar rannsóknir á næstu þremur árum, en óvíst er um fjármögnun.

Unnið hefur verið að land- og þyngdarmælingum í samvinnu við Hitaveitu Suðurnesja og Hitaveitu Reykjavíkur og gerðar tillögur um slík verk í samvinnu við Landsvirkjun. Þessi verk eru langtímaverk og þarf að endurtaka mælingar á fimm ára fresti. Á árinu 1995 verður líklega búið að mæla á Kröflusvæðinu og hefur þá Orkustofnun tekið þátt í kostnaði við að koma upp mælineti fyrir slíkar mælingar á öllum svæðunum. Hlutverki átaksverksins í þessum verkþætti er þá lokið, en ljóst er að svo lengi sem virkjanirnar starfa þarf að gera mælingar á um fimm ára fresti í því mælineti, sem búið er að koma upp á hverjum stað. Eðlilegast virðist að það verk muni falla í framtíðinni undir rekstur viðkomandi virkjana og greiðast alfarið af þeim.

Unnið hefur verið að grunnvatnsrannsóknum í samvinnu við virkjunaraðila og væri æskilegt að hluta átaksverksins í þeim verkum lyki á næstu tveimur árum.

Prófun á búnaði til mælinga á gufustreymi í gufuaugum í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur ætti að ljúka á árinu 1995.

Úttekt á stöðu og þekkingu á leiðum til gaslosunar ætti helst að ljúka á árinu 1997. Gerð verður úttekt á leiðum til förgunar brennisteinsvetnis og verður skýrsla, sem unnin hefur verið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur, lögð til grundvallar. Einnig verður safnað upplýsingum um aðferðir til hreinsunar gass til vinnslu á hreinni kolsýru úr hveralofiti, þar sem slík iðnaðarnýting leiðir til minnkunar á kolsýruútstreymi.

Rannsókn á áhrifum sýrustigs á útfellingu og útfellingarhraða í jarðsjó í niðurdælingarvatni í Svartsengi mun væntanlega ljúka á árinu 1995 og sömuleiðis úttekt á orku- og efnaflæði í samvinnu við Hitaveitu Suðurnesja.

Söfnun erlendra reglugerða um umhverfismál varðandi jarðhitavirkjanir og upplýsinga um hvernig staðið er að umhverfisúttekt og eftirliti í slíkum orkuverum og úrvinnslu á þeim gögnum mun væntanlega ljúka árið 1997.

Fjarkönnun: Í samvinnu við Merkjafræðistofu Verkfræðideildar Háskólans hefur verið unnið að þróun og notkun innrauðrar myndatöku á jarðhitasvæðum til að fylgjast með breytingum á varmaflæði. Þessu verkefni lýkur 1995, samkvæmt skilgreiningu þess og verður þá væntanlega farið að nota tæknina við venjubundið eftirlit. Rannsóknasjóður Rannsóknaráðs ríkisins styrkir þetta verkefni gegn einnarog hálftrar milljón króna mótframlagi (í heild) væntanlegra notenda.

Samhliða hefur verið unnið að úttekt á umhverfisáhrifum náttúrulegs jarðhita og eðlisbreytingum jarðhita með tíma á nokkrum jarðhitasvæðum, sem ætla má að verði virkjuð á næstu áratugum og einnig á einu svæði, sem ekki er útlit fyrir að virkjað verði í bráð. Þetta er í eðli sínu langtímaverkefni, sem ekki hefur fyrirsjáanleg verklok. Mjög

æskilegt væri að vinna meira við þennan verkþátt í ljósi aukinnar áherslu á umhverfisþætti við val á virkjunarstöðum og formlegri afgreiðslu umhverfismats vegna tilkomu nýrra laga um mat á umhverfisáhrifum.

Slíkt mat skal samkvæmt lögnum vera fastur liður í gerð skipulagsáætlana og við greinargerð um staðarval skulu mismunandi valkostir bornir saman með tilliti til umhverfisáhrifa. Samkvæmt lögnum er þess krafist, að fram fari mat á umhverfisþáttum fyrir virkjun og ávinningur virkjunar metinn miðað við óæskileg umhverfisáhrif, sé virkjunin yfir 10 MW í uppsettu afli, eða 25 MW í hráorku.

Til þess að geta metið breytingar, sem stafa frá nýtingu þurfa að vera til upplýsingar um náttúrulegar sveiflur í virkni jarðhitasvæða. Vitað er að slíkar sveiflur eru breytilegar frá einu svæði til annars, en athuganir eru allt of takmarkaðar til að draga af þeim almennar ályktanir. Við upphaflega skilgreiningu á verkefninu "Umhverfisáhrif jarðhitanýtingar" voru bæði faghópur á Orkustofnun og samstarfsnefnd um samvinnuverkið sammála um að þörf væri á stórauðum umhverfisrannsóknnum á óvirkjuðum jarðhitasvæðum og slíkar rannsóknir nauðsynlegar samhliða rannsóknnum á áhrifum jarðhitanýtingar. Þær upplýsingar, sem til eru, hafa flestar fengist í tengslum við ýmiss konar jarðhitarannsóknir, sem ekki hafa beinst að umhverfisáhrifum sérstaklega. Við ákvörðun á virkjunarsvæði hafa umhverfissjónarmið hingað til yfirleitt ekki haft mikið vægi, en það mun væntanlega breytast og er eðlilegt að reikna með að frummat á umhverfisáhrifum virkjunar verði eitt þeirra atriða, sem skipti meginmáli við ákvörðun um í hvaða röð jarðhitasvæði verða virkjuð. Nauðsynlegt virðist því að koma af stað rannsóknnum á öllum þeim jarðhitasvæðum, sem ætla má að verði virkjuð á næstu áratugum og setja fram langtímaáætlun um rannsóknir á náttúrulegum breytingum á þeim. Jafnframt þarf að gera sambærilegar rannsóknir á einhverjum þeirra svæða, sem ekki er líklegt að verði virkjuð á næstunni, til að hafa langtímasamanburð.

Kostnaður við þennan þátt umhverfisrannsókna hlýtur að falla á ríkissjóð a. m. k. þangað til að virkjun er ákveðin á hverjum stað. Kostnaður við þær rannsóknir, sem stundaðar hafa verið hafa verið greiddar af almennum fjárveitingum Orkustofnunar. Stofnunin hefur haft lítið bolmagn til að kosta þessar rannsóknir og með niðurskurði á almennum fjárveitingum stofnunarinnar minnkar það enn.

Orkustofnun hefur beðið um sérfjárveitingu á næsta ári til að kosta umhverfisrannsóknir á óvirkjuðum svæðum. Lagt er til að gerð verði frumúttekt á stöðu umhverfisrannsókna á tveimur svæðum á hverju ári næstu þrjú ár og gerðar tillögur um framhaldsrannsóknir og eftirlit með breytingum á náttúrulegri virkni í framtíðinni. Jafnframt verði haldið áfram því eftirliti, sem þegar er hafið á nokkrum óvirkjuðum jarðhitasvæðum. Áætlað er að koma upp bæði góðu neti fjarkönnunarmælinga og rannsóknnum í felti.

Áætlaður kostnaður við þessar sérrannsóknir fyrsta árið er 4 Mkr. Gerð verður áætlun um rannsóknir til nokkurra ára og skilgreindir nánar þeir verkþættir, sem unnir verða á hverju svæði og svæðunum forgangsraðað í tíma. Lauslega áætlaður árlegur kostnaður við verkið eftir fyrsta árið er 5-10 Mkr.

Á þeim árum sem Umhverfisverkefnið hefur verið í gangi hefur meginuppistaða þess verið samvinnuverk milli virkjunaraðila og Orkustofnunar, en síðan hafa bæst við fleiri verkþættir og fleiri samstarfsaðilar. Eins og rakið hefur verið hér að framan mun flestum verkþáttum í upprunalega verkefninu ljúka um eða fyrir árið 1997, en fáein langtímaverkefni munu standa lengur. Líkur eru til að verkefnið muni halda áfram með breyttum áherslum, einkum varðandi rannsóknir á óvirkjuðum jarðhitasvæðum og á rannsóknnum á umhverfisáhrifum lághitavinnslu. Reynt verður að afla fjármagns hjá stjórnvöldum til að

auka rannsóknir á þessum sviðum, þar sem þeirra er augljóslega að kosta slíkar rannsóknir uns svæði eru virkjuð.

Í hjálögðum töflum(1 og 2) er sett fram yfirlit yfir gang verkefnisins til þessa og áætlun til 1998. Í töflu 1 er yfirlit yfir alla verkþætti. Sýnt er hvaða tímabil hver verkþáttur spannar, upphaf þeirra og endir.

Í töflu 2 er sýnt uppgjör ársins 1993 fyrir Umhverfisverkið, áætlun 1994 og auk þess eru settar inn nokkrar tölur fyrir næstu fjögur ár þar á eftir. Þessar tölur eru settar fram sem mjög grófar tillögur og eru alls ekki byggðar á neinni nákvæmri kostnaðaráætlun. Miðast áætlunin við að samvinnuverkið sem slíkt verði því sem næst búið 1997, en eftir standi einhver frágangur og rannsóknir á óvirkjuðum svæðum, sem gert er ráð fyrir verulegri aukningu á.

Hrefna Kristmannsdóttir

TAFLA 1

UMHVERFIS' AHRIF JARÐHITA VINNSLU (760-xxx)									
Verkþáttur	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Forverk-umhverfisúttekt	→								
Umhverfisúttekt					→				
Mælingar á gasi í andrúmslofti									
" H. Reykjavíkur			→						
" H. Suðuresja		→							
" Landsvirkjun		→							
" Veðurst./UMhv.			→						
Athugun á úða og tæringu			→						
Smáskjálftamælingar			→						
Kortlagning gufupúða			→						
Landmælingar HS		→							
Landmælingar HR			→						
Landmælingar La					→				
Grunnvatnaskort HR		→							
Mat á gufustreymi			→						
Gaslosun					→				
Niðurdæling- 'Ahrif sýrustigs			→						
Athugun á reglugerðum		→							
Fjarkönnun			→						
Rannsókn á óvirkj. sv.	→								

10

UMHVERFIS' AHRIF JARDHITA VINNSLU(760-xxx)							
KOSTNAÐUR / AETLUN	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Verkbáttur	Kostnaður samtals í þ. kr						
Umhverfisúttekt	1630		3850	3850	3850	2400	
Almennt, skilgrein.							
Almennt, verkefisstjórn	2870	1690	1500	1500	1500	1500	
Landmælingar HS	1360						
Landmælingar HR	730	5840					
Landmælingar La			2800				
Grunnvatnsskort HR	55						
Rannsókn á óvirki, sv.	1400	1200	5000	6000	7000	7000	
Mælingar á gasi í andrúmslofti							
HR/HS/La	4325	2700	4000	3000			
Veðurst./UMhv.		2200	1000	1000			
Athugun á úða og tæringu	290	535					
Smáskjálftamælingar	2250	100					
Kortlagning gufupúða	865						
Mat á gufustreymi	230	150					
Fjarkönnun	2500	2500					
Gaslosun	255	1000					
Ahrif sýrustígs á útfellingu	50	65					
Samtals	18810	17980	18150	15350	12350	10900	

TAFLA 2