

Stækkun Kröfluvirkjunar

**Einar Tjörvi Elíasson, Kristján Sæmundsson, Halldór
Ármannsson, Knútur Árnason, Benedikt Steingrímsson**

Greinargerð ETE-KS-HÁ-KÁ-BS-98-03



Greinargerð

Stækkun Kröfluvirkjunar

Inngangur

Vísað er til minnispunkta númer 92 frá VGK hf, sem dagsettir eru þann 4. júlí 1998. Þar er fjallað um athugun á frekari stækkun Kröfluvirkjunar í þremur þrepum, sem hvert fyrir sig gæti numið allt að 30 MW. Orkustofnun er þar beðin um lýsingu á þeim rannsóknnum, sem stofnunin telur þörf að gera til þess að koma þekkingu á vænlegustu stöðunum til gufuöflunar í Kröflu á svipað stig og gildir um Bjarnarflag.

Beðið er um að allar forsendur sem varða:

- 1) líkleg svæði til gufuöflunar, eðli þeirra og getu;
- 2) markmið, þörf og fyrirkomulag niðurdælingar affallsvatns frá virkjuninni;

verði skilgreindar sem best verður á kosið.

Orkustofnun er jafnframt beðin um að áætla kostnað við þær rannsóknir, sem gera þarf, ásamt að gera lauslega áætlun um tímapörf við þær.

Upprifjun

Umfangsmiklar rannsóknir hafa verið gerðar á Kröflusvæðinu allt frá 1970. Á því ári hófust skipulegar rannsóknir á svæðinu í tengslum við áætlanir um virkjun jarðhita í Kröflu eða á Námafjallssvæðinu (Kristján Sæmundsson o.fl. 1971). Rannsóknirnar fólust í jarðfræði- og efnarannsóknnum ásamt viðnámsmælingum. Við jarðeðlisfræðilegar rannsóknir var beitt margvíslegum aðferðum við viðnámsmælingar og svæðið reyndar notað sem þáttur í þróun nýrra aðferða, sérstaklega er varðar stærðfræðilega túlkun viðnámsmælinga.

Árið 1980 var stigið nýtt skref í rannsóknnum á háhitasvæðum með því að tekið var til við gerð hermílikans af svæðinu með því að beita nýpróðu tölvuforriti frá Lawrence Berkley Laboratories í Kaliforníu. Var þetta í fyrsta sinn að slíkri hermílikangerð, til samtúlkunar á rannsóknar- og vinnslugögnum, var beitt við jarðhita. Hermílikani þessu var ætlað að spá fyrir um viðbrögð Suðurhlíða- og Leirbotnasvæðanna við vinnslu og afkastagetu þeirra til langs tíma lítið. Slík líkangerð var síðan unnin árið 1988 fyrir Hvíthólasvæðið (Böðvarsson ofl., 1984, Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson, 1988).

Viðnámsmælingar lágu nú niðri fram til 1991 - 1993, er nýtt skeið mælinga með hinni nýju TEM aðferð hófst. Árið 1996 var síðan gerð heildartúlkun allra þeirra mælinga sem gerðar höfðu verið á Kröflusvæðinu frá upphafi (Knútur Árnason o.fl. 1996). Mælingarnar ná yfir alla Kröfluöskjuna austan sprungureinarinnar er liggur í gegnum Leirhnjúk. Í skýrslu Knúts Árnasonar og Rögnu Karlsdóttur (1996) eru dregnar saman niðurstöður allra viðnámsmælinga, nýrra og gamalla, innan austurhluta öskjunnar. Niðurstöðurnar byggja þó

einkum á nýlegum TEM-mælingum, sem gefa mun nákvæmari niðurstöður en eldri aðferðir. Þær sýna mun ítarlegri mynd af útbreiðslu jarðhitans og að sumu leyti nokkuð frábrugðna þeirri mynd sem eldri mælingar gáfu. Skýringin á því er sú að miklar framfarir hafa orðið í framkvæmd og túlkun viðnámsmælinga með tilkomu TEM-mælinganna, en eldri niðurstöður voru að auki byggðar á mun gisnara mælineti.

Niðurstöður viðnámsmælinganna benda til þess að innan austurhluta öskjunnar sé að finna líkleg vinnslusvæði sem lítt eða ekki hafa verið könnuð með borunum til þessa. Þau svæði sem þar koma einkum til greina eru:

- Svæðið norður með vesturhlíðum Kröflu og norður af Víti
- Á sunnanverðu Sandabotnafjalli
- Við öskjujaðarinn umhverfis og austan Leirhóls
- Við austurjaðar öskjunnar við Sandabotna.

Ennfremur benda niðurstöðurnar til þess að í Leirhnúkshrauni, við suðurjaðar öskjunnar vestur af Hvíthólaklifi, sé hugsanlegt vinnslusvæði. Mælingarnar náðu þó ekki að afmarka þetta svæði, því að það er í vesturjaðri mælissvæðisins.

Mikið er til af þyngdarmælingagögnum af Kröflusvæðinu. Þar er bæði um að ræða mælingar til að fylgjast með þyngdarbreytingum í tíma og eins til að kanna breytileika í eðlisþyngd bergsins innan og í næsta nágrenni öskjunnar. Þyngdarmælingar gefa mikilvægar upplýsingar um útbreiðslu móbergs og innskota. Innskot og gangar eru gjarnan varmagjafir og hafa jafnframt mikil áhrif á lekt og streymi vökva innan jarðhitageymisins.

Auk þess að gefa vísbendingar um ný hugsanleg vinnslusvæði, hafa viðnámsmælingarnar komið að miklu gagni við skilning á jarðhitageyminum í Kröflu og þar með gefið mikilvægt innlegg í gerð hermilíkans af vinnslusvæði Kröfluvirkjunar. Þrátt fyrir að fengist hafi all skýr heildarmynd af viðnámsskipaninni í austurhluta öskunnar gefa viðnámsmælingarnar í skyn ýmsa fínna drætti. Við gerð hermilíkansins af jarðhitageyminum hefur fengist frekari staðfesting á vísbendingum viðnámsmælinganna um að lekt og rennislíðið jarðhitavökvans séu mun flóknari en áður var talið. Áður en lagt er í umfangsmiklar vinnsluboranir, er nauðsynlegt að skerpa þau smáatriði sem fram hafa komið eins og kostur er, til þess að minnka hættu á misheppnuðum borholum.

Niðurstöður kerfisbundinnar sýnatöku árin 1978/1979 og aftur 1984/1985 á útstreymi úr gufuugum á svæðinu og greininga á efnainnihaldi þeirra bentu til þess að kvikugasið, sem valdið hafði ýmsum vandræðum í vinnslu úr hlutum svæðisins, væri nú í rénun. Í ljósi þessa meðal annars var ákveðið að bora holu KG-25 niður í súra innskotið, sem hinar aflmiklu holur KJ-10 og KG-4 höfðu tekið mestan hluta vökva síns úr. Ekki verða tíunduð hér öll þau vandamál, sem borunin KG-25 og síðan viðgerð hennar leiddu í ljós. Það nægir að endurtaka þá skoðun sérfræðinga Orkustofnunar, að nýting Vítismóa er háð því að viðhlítandi lausn finnist á vandmálunum sem fylgja vinnslu vökva úr súrum innskotum neðrakerfisins. Slíkra lausna er talið hagkvæmast að leita með aðgerðum er tengjast holu KG-25.

Hermilíkan það, sem nú er í smíðum fyrir Kröflusvæðið, mun gefa mikilvægar vísbendingar um afkastagetu svæðisins. Einnig má keyra í því ýmis hugsanleg virkjunarmynstur, þar sem tekið er tillit til breytilegs fyrirkomulags á vinnslu og niðurdælingu. Þannig verður reynt að fá fram sem raunhæfasta spá um áhrif mismunandi vinnslu, staðsetningu og dreifingu vinnslu- og niðurdælingarhola á afköst og hegðun jarðhitasvæðisins til skamms sem langs tíma lítið.

Helstu markmið

Áformað er að skoða möguleika þess að ná fram umtalsverðri aukningu á framleiðslu raforku í Kröflu. Rætt er um stækkun, sem numið gæti allt að þremur 30 MW virkjunarþrepum. Markmiðið er að koma þekkingu á jarðhitasvæðinu á það stig, að hefjast megi handa hið fyrsta um öflun jarðgufu er nægi til fyrirhugaðrar aukningar.

Það er nokkuð augljóst að þessi aukna vinnsla jarðhita mun hafa það í för með sér að dæla verður talsverðum hluta affallsvatnsins frá virkjuninni niður í jarðhitageyminn aftur. Niðurdæling affallsvatns frá Kröfluvirkjun hefur aðallega þrennan tilgang:

- 1) að viðhalda þrýstingi í jarðhitakerfinu og auka þannig langæi þess;
- 2) að freista þess að breyta efnasamsetningu súra vökvans, er tengist súru innskotunum á Kröflusvæðinu, og bæta þannig vinnsluhæfni hans (Einar Tjörvi Elíasson ofl. 1998);
- 3) að farga sem stærstum hluta affallsvatnsins frá virkjuninni af yfirborði.

Markmið þessi eru lögð til grundvallar þeim tillögum sem hér verða settar fram.

Rannsóknarþörf og kostnaður

Stækkun virkjunarinnar umfram þau 60 MW, sem nú eru uppsett krefst þess tvímælaust að auka verður við núverandi vinnslusvæði. Hvert aukningin skal sótt og hve mikið má sækja hvar eru spurningar sem ekki verður svarað nema með nokkrum rannsóknum til viðbótar þeim, sem þegar hafa verið gerðar. Þau svæði innan og í nánd Kröfluöskjunnar, sem lengst eru komin hvað rannsóknir á yfirborði varðar og að mestu tilbúin til rannsóknaborana, eru:

- 3) Vítismóar
- 4) Svæði austan til í Kröfluöskjunni
 - Svæðið norður með vesturhlíðum Kröflu og norður af Víti
 - Á sunnanverðu Sandabotnafjalli
 - Við öskjujaðarinn umhverfis og austan Leirhóls
 - Við austurjaðar öskjunnar við Sandabotna.

Eins benda jarðeðlisfræði- og aðrar rannsóknir á yfirborði til þess að nokkur svæði í vesturhluta Kröfluöskjunnar gætu verið mjög áhugaverð til virkjunar. Yfirborðsrannsóknir þessara svæða eru talsvert skemur á veg komnar. Þau þarfnast því frekari rannsókna, á yfirborði, aðallega jarðefnafræðiathugunar, þyngdar- og viðnámsmælinga, áður en þau geta talist tilbúin til rannsóknarborunar. Þessi svæði eru helst:

- 3) Svæði vestan til í Kröfluöskjunni
 - Leirhnúkshraun
 - suðurjaðar öskjunnar vestur af Hvíthólaklifi.

Hér á eftir verður fjallað nokkuð um framantalin svæði og hvaða rannsóknaraðgerðir ráðlagt er að þar verði gerðar áður en og/eða samtíma því að hefja boranir til rannsókna og/eða jarðhitavinnslu.

1. Vítismóar

Flestum er ljóst að Vítismóar hafa umtalsverða vinnslumöguleika upp á að bjóða. Ljóst er og að vinnsla þar er nokkrum annmörkum háð, sem líklegast kemur hvað ljósast fram í holu KJ-25. Sérfræðingar Orkustofnunar hafa, eins og áður er sagt, gert það að tillögu sinni að reyndar verði endurbætur á holunni.

Endurvinnsla KG-25

Óhætt er því að segja að frekari vinnsluboranir í Vítismóum séu mjög háðar því hvernig til tekst í endurbótum á holu KG-25. Holan tekur vökva sinn á tveimur dýptarbilum, þ.e. neðst í efrakerfinu og úr súru innskotunum neðst í holunni. Það virðist sem neðrakerfisvökvinn sé mjög súr og heitur, og þar sem þessi tvö renni blandast í leiðaranum éta þau upp venjulegt fóðringastál á stuttum tíma.

Áformað er að reyna að bora út úr holunni rétt neðan við vinnslufóðringu hennar og setja í hana leiðara úr stáli með háu viðnámi gegn tæringu eða títanblöndu. Slíkt hefur verið gert með nokkrum árangri í Imperial Valley, Kaliforníu, þar sem jarðhitavökvinn er mjög súr. Einnig hefur þetta verið reynt í Japan og á Filippseyjum.

Tilraunir til niðurdælingar

Önnur leið sem kemur til greina er að dæla niður í súra hluta jarðhitakerfisins affalls-/skiljuvatni og bæta á þann hátt vinnsluhæfni vökvans úr súru innskotunum. Þetta þarfnast skipulagðra prófana á niðurdælingu milli tveggja hola, sem báðar ná niður í súru innskotin.

2. Áhugaverð svæði austan til í Kröfluöskjunni

Jarðeðlisfræðirannsóknir :

Viðnámsmælingar

Lagt er til að viðnámsmyndin (K. Árnason o.fl., 1996) verði skerpt enn frekar í austurhluta öskjunnar. Einkum er þar þörf frekari upplýsinga á þremur svæðum:

- Á hugsanlegu nýju vinnslusvæði norðan Vítis sjást merki um ákveðna drætti í jarðhitavirkninni, sem þarf að kanna betur.
- Við austurjaðar öskjunnar við Sandabotna þarf að gera mælingar lengra til austurs því að þær mælingar sem til eru ná ekki að afmarka eystri jaðar jarðhitavirkninnar að fullu.
- Fyrirliggjandi upplýsingar benda til þess að undir sunnanverðu Sandabotnafjalli og við SA-jaðar öskjunnar, kringum Leirhól, séu uppstreymi jarðhitavökva jafnframt því að lekt og rennislisleiðir séu þar flóknar. Þetta er nauðsynlegt að kanna vel með þéttum viðnámsmælingum.

Til að fylla upp í upplýsingamar á þessum svæðum er lagt til að bætt verði við u.þ.b. 40 TEM-mælingum í austanverðri öskjunni. Áætlað heildarverð hverrar mælingar (mælivinna, úrvinnsla, túlkun og frágangur í skýrslu) er um 140 þkr. **Kostnaður við þessar 40 mælingar er því um 5.600 þkr (án virðisaukaskatts).**

Þyngdarmælingar

Enn hefur ekki verið unnið úr þyngdarmæligögnum á Kröflusvæðinu að fullu. Slíkt er mjög bagalegt því að þar er um að ræða mjög merkileg gögn sem innihalda miklar og verðmætar upplýsingar. Verkið er langt komið, en Orkustofnun hefur ekki ráð á að vinna það til enda á eigin kostnað. Gerð hefur verið áætlun um lúkningu þess verks

(Hjálmar Eysteinnsson, 1998) og er kostnaður við það metinn á u.þ.b. 1.900 þkr (án virðisaukaskatts).

Í framangreindri skýrslu um viðnámsmælingar í austanverðri öskjunni er gerð stutt grein fyrir samanburði á niðurstöðum þyngdarmælinga og viðnámsmælinga, byggðum á lauslegu mati á þyngdargögnunum. Í stuttu máli má segja að þyngdargögnin styðji túlkun viðnámsmælinganna og í þeim virðast sjást merki um innskot sem skýrt geta hina flóknu mynd af jarðhitakerfinu sem fram kemur í viðnámsmælingunum.

Ef til stendur að virkja ný vinnslusvæði innan öskjunnar er nauðsynlegt að öðlast sem ábyggilegastar upplýsingar um jarðhitakerfið og skilning á rennslismynstri jarðhitavökvans. Með því að ljúka úrvinnslu þyngdarmælinganna, einkum Bougerkorts, fást gögn sem túlka má með tilliti til líklegra varmagjafa og rennslishindrandi ganga. Með samtúlkun slíkra upplýsinga og niðurstaðna viðnámsmælinga fást mun áreiðanlegri upplýsingar en ella, sem nýtast bæði við staðsetningu vinnsluhola í framtíðinni og við gerð reiknilíkana til að herma viðbrögð jarðhitakerfisins við vinnslu. Lauslega áætlað má gera ráð fyrir að til viðbótar við lúkningu úrvinnslu og frágangs þyngdarmæligagnanna þurfi að verja um 300 klst sérfræðings í túlkun Bougerkortsins og samtúlkun við viðnámsmælingar, sem kosta mun um 1.200 þkr. **Heildarkostnaður við úrvinnslu og túlkun þyngdarmælinga er því áætlaður um 3.100 þkr (án virðisaukaskatts).**

3. Áhugaverð svæði í vestanverðri Kröfluöskjunni

Svæðin í vestanverðri Kröfluöskjunni, er vænlegust virðast til virkjunar út frá þeim fáu viðnámsmælingum sem til eru, þ.e.:

- Leirhnúkshraun
- suðurjaðar öskjunnar vestur af Hvíthólaklifi.

þarfnast frekari yfirborðsrannsóknna svo að meta megi stærð þeirra og staðsetja á þeim holur.

Jarðeðlisfræðirannsóknir :

Viðnámsmælingar

Í vestanverðri öskjunni, vestan línu í gegnum Leirhnúk og samsíða sprungureininni, eru einungis til örfáar gamlar mælingar vestan Hvannstóðs. Jarðhiti í vesturhluta öskjunnar er því nær alveg ókannaður. Því er lagt til að þar verði gerðar 55 til 60 TEM-mælingar í sem næst reglulegu neti með möskvastærð upp á 1 km. Með þessum mælingum mun fást yfirlit um jarðhitavirkni í vestanverðri öskjunni og hugsanleg vinnslusvæði. Gera má ráð fyrir að á grundvelli þeirra niðurstaðna megi staðsetja rannsóknarholur á vænlegustu svæðunum til að kanna hitastig og vinnslueiginleika. Í ljósi reynslunnar úr austanverðri öskjunni er hinsvegar rétt að gera ráð fyrir að þessi fyrsta yfirferð með viðnámsmælingum gefi, í einhverjum tilfellum, vísbendingar um flókna jarðhitavirkni sem kanna verður betur með viðbótarviðnámsmælingum áður en vinnsluboranir hefjast. **Áætlaður kostnaður við 55 til 60 TEM-mælingar er (140 þkr/mæl.) á bilinu 7.700 til 8.400 þkr (án virðisaukaskatts).**

4. Jarðhitakort og efnarannsókn gufu:

Jarðhitakort: Ljúka þarf við jarðhitakort í mælikvarðanum 1:20.000 með 5 m hæðarlínum, sem til er í handriti. Fyrir utan teiknivinnu og frágang á Orkustofnun þyrfti að fara stutta ferð norður til að líta yfir svæðið, glöggva sig á vafaatriðum og athuga hvort breytingar hafi orðið. Slík vinna gagnast mjög til lokaákvörðunar um sýnatökustaði. Kortagrunnur er ekki til á tölvutæku formi og er gerð hans utan við kostnaðaráætlunina. Blöðin eru þrjú, þar af eitt af Kröflusvæðinu. Kostnaður við

hvert blað er 200.000 kr. **Áætlaður kostnaður við að ljúka þessari kortlagningu nemur um 1.200 þkr (án virðisaukaskatts og kortagrunna).**

Efnarannsóknir: Árin 1978 og 1979 var gerð ítarleg könnun á yfirborðsvirkni Kröflusvæðisins og safnað sýnum úr 25 gufuaugum (Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson, 1980). Árin 1984 og 1985 var sýnataka endurtekin í nokkrum þessara augna, og frá 1988 hefur yfirleitt verið safnað úr 5-6 augum og gerð úttekt á yfirborðsbreytingum á hverju ári. Stefán Amórsson, Þráinn Friðriksson og Ingvi Gunnarsson (1996) söfnuðu sýnum úr 17 gufuaugum 1995 og 1996. Því eru til allmiklar upplýsingar um þróun efnasamsetningar gufu og virkni gufuaugna síðustu 20 ár. Aðaláhersla hefur verið lögð á núverandi vinnslusvæði og mætti gera gangskör að því að kanna hvort safna mætti sýnum utan þess svæðis. Ofangreint jarðhitakort og yfirlitsferð jarðfræðings gætu þar orðið að verulegu liði. Komið hefur til tals að athuga sérstaklega svæðið norðan Vítis og er því sjálfsgagt að kanna gufuaugu sem þar eru þó að nokkrar upplýsingar séu til um þau. Þær upplýsingar benda og til gasminkunar undanfarin ár. Til viðmiðunar er rétt að taka líka sýni nokkru sunnar, þ.e. austan Vítis. Annað svæði sem athugað verður nánar er suðaustursvæðið, við Leirhól og norður í Hrafninnuhrygg. Árið 1979 var tekið sýni í Hrafninnuhrygg sem virtist lofa góðu en ekki hefur sýnataka verið endurtekin þar. Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (1995) töldu að þar mætti ná marktæku sýni sumarið 1994 en gufustreymi hefði verið minna 1995. Því ætti að vera ómaksins vert að freista þess að ná þar gufusýni. Til viðmiðunar væri rétt að taka og sýni úr gufuauga í Suðurhlíðum sunnan holu KJ-16. Lítið er um gufuaugu í vesturhluta Kröflusvæðisins nema í Leirhnúk. Þar minnkaði gas hraðast eftir innspýtingu kvikugass og væri rétt að fá þaðan 3-4 sýni. Finni jarðfræðingur gufur sem hugsanlega mætti safna sunnar á vestursvæðinu eða annars staðar má gera ráð fyrir 2-3 sýnum í viðbót en ef ekki mætti fá gleggri upplýsingar með því að þetta sýnatöku á þeim stöðum sem þegar hafa verið upp taldir. Í heild er gert ráð fyrir að safnað yrði 10 sýnum og gerð heildarskýrsla sem tæki til allrar þeirrar vinnu sem unnin hefur verið um efnasamsetningu gufu í gufuaugum síðan 1980. **Áætlaður kostnaður við þetta verk nemur u.þ.b. 1.250 þkr (án VSK).**

5. Keyrsla vinnslumynda í hermílikani:

Niðurstöðum framangreindra rannsókna þarf að bæta inn í hermílikanið, eða það þarf að endurskoða það í ljósi þeirra. Þegar tilbúið er hermílikan, sem líkir á sannfærandi þátt eftir vinnslusögu svæðisins hvað varðar dreifingu þrýstings, rennslis og hitastigs, má nota líkanið til þess að líkja eftir þeim vinnslumynstrum sem líkleg stækkun virkjunarinnar kallar á. Einnig er æskilegt að athuga með því hvers konar útvíkkunar á vinnslusvæði er þörf og á hvers konar niðurdælingarmynstur slík vinnsluaukning kallar.

Hafa ber þó í huga að reynslan af og mælingar á núverandi vinnslu ná aðeins til mjög lítils hluta jarðhitasvæðisins í Kröflu. Niðurstöður og spár með hliðsjón af líkaninu gefa því nákvæmasta mynd af áhrifum aðgerða á vinnsluna þar. **Áætlaður kostnaður 1.000 þkr (án VSK).**

Samantektar tillogur

Lagt er til að eftirfarandi rannsóknir verði gerðar:

- 1) Framangreindar rannsóknir á yfirborði fyrir verstur- og austurhluta Kröfluöskjunnar verði hafnar strax á næsta ári. Jafnframt verði á sama tíma hafin borun þriggja rannsóknarhola, einnar á Sandabotnasvæðinu (Leirhól), einnar á Vítismóum (viðgerð holu KJ-25) og einnar í vesturhlíðum Kröflufjalls eða norðan Vítis (Hreindýrahól).

- 2) Í ljósi niðurstaðna um rannsókn vestari hluta Kröfluöskjunnar verði staðsettar aðrar þrjár rannsóknaholur vestan Hvíthólaklifs og við Leirhnúk.

Sérfræðingar Orkustofnunar telja að þessum rannsóknnum samkvæmt lið 1) megi ljúka á 14 til 16 mánuðum og er þá talin með aflmæling fyrstu holanna þriggja. Sé vel á hlutum haldið getur skýrsla um niðurstöður þeirra legið fyrir sumarið 2000. **Rannsóknarkostnaður að meðtöldum afkastamælingum á holum er metinn samtals 20.000 til 23.000 þkr án VSK.**

- 3) Niðurdælingarholur verði staðsettar með keyrslu hermilíkansins og tilraunir gerðar með að dæla affallsvatni niður í súru innskotin. Hvernig best verður að þessu staðið þarfnast sérstakrar athugunar, sem hvatt er til að verði hafin sem fyrst.
- 4) Tilraunir með niðurdælingu í efra og neðra kerfið til viðhalds á þrýstingi í kerfinu verði hafnar hið fyrsta. Þeirra er þörf til þess að leysa ýmis efnatæknileg og önnur vandamál, er tengjast niðurdælingu affallsvatns (sjá V. Stefánsson, 1997) í háhitasvæði.

Heimildir

- Böðvarsson, G.S., Pruess, K., Stefánsson, V. and Eliasson, E.T. 1984. "The Krafla Geothermal field, Iceland: 2. The natural state of the system". Water Resources Research, 20, pp. 1531-1544.
- Einar Tjörvi Eliasson, Halldór Ármannsson, Kristján Sæmundsson, Knútur Árnason og Benedikt Steingrímsson 1998: "Förgun heits affallsvatns frá Kröflu". Orkustofnun ETE/HÁ/KS/KÁ/BS/Krafla/002-1998, 5s.
- Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1980: "Krafla. Samsetning gass í gufuaugum". Orkustofnun OS80027/JHD16, 51 s.
- Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson 1988: "Jarðhitasvæðið við Hvíthóla. Hermireikningar og vinnsluspá". Orkustofnun OS-88007/JHD-03 B, 24 s.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson 1995: "Kröflusvæði og Námafjall. Yfirborðsathuganir haustin 1994 og 1995". Landsvirkjun – Kröflustöð, 20 s.
- Stefán Arnórsson, Þráinn Friðriksson og Ingvi Gunnarsson 1996: "Krafla og Námafjall. Skýrsla um athuganir á gasi í borholum og gufuaugum á árunum 1995 og 1996". Landsvirkjun – Kröflustöð, 33 s.
- Knútur Árnason og Ragna Karlsdóttir; "Viðnámsmælingar í Kröflu", OS skýrsla OS-96005/JHD-03, 96 s.
- Kristján Sæmundsson, G. Guðmundsson, G. Pálmason, K. Grönvold, K. Ragnars og S. Arnórsson, "Námafjall-Krafla. Áfangaskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðanna", Orkustofnun, júní 1971.
- Hjálmar Eysteinnsson, 1998: "Úrvinnsla þyngdarmælinga á Kröflusvæði frá 1975 til 1995. Staða og áætlun um lok úrvinnslu og skýrsluskrif.", Orkustofnun, Rannsóknasvið, greinargerð HE-98/1.
- Stefánsson, Valgarður; "Geothermal Reinjection Experience", Geothermics, 1997, Vol. 26, pp. 99-139.

