



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Halldór Ármannsson
Hrefna Kristmannsdóttir
Guðný Þ. Pálsdóttir
Árni Jón Reginsson

ÁHRIF VINNSLU JARÐHITA Á UMHVERFIÐ

Framvinduskýrsla um forverk og mótun
samvinnuverkefnis

Jarðhitadeild
GREINASAFN

Samstarfsverkefni Landsvirkjunar, Hitaveitu Reykjavíkur,
Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar.

24/
1993

OS-93034/JHD-09

Reykjavík, júní 1993



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 760 100

Halldór Ármannsson
Hrefna Kristmannsdóttir
Guðný P. Pálsdóttir
Árni Jón Reginsson

ÁHRIF VINNSLU JARÐHITA Á UMHVERFIÐ

Framvinduskýrsla um forverk og mótun samvinnuverkefnis

**Samstarfsverkefni Landsvirkjunar, Hitaveitu Reykjavíkur,
Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar**

OS-93034/JHD-09

Reykjavík, júní 1993

ISBN 9979-827-24-6

ÁGRIP

Í samstarfssamningi Landsvirkjunar, Hitaveitu Reykjavíkur, Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar um rannsóknir á áhrifum jarðhitavinnslu á umhverfið er kveðið á um að unnið skuli forverk, sem aðallega felist í söfnun tiltækra heimilda um virkjuð jarðhitasvæði, þ.e. Reykjanes, Svartsengi, Nesjavelli, Námafjall og Kröflu, og ítarlegri könnun á stöðu vinnu að umhverfisþáttum á þessum svæðum. Er skýrt frá niðurstöðum forverksins og mótun samvinnuverkefnisins í þessari skýrslu.

Tekinn var saman spurningalisti um ástand svæðanna annars vegar og listi um hugsanlegar aðgerðir til úrbóta hins vegar. Efnisatriðum spurningalistans var skipt í fimm flokka, þ.e. jarðrask og varmbreytingar; massabreytingar; hávaða; gasútbástur og efni í affallsvatni; og verndun, almannatengsl og almennt eftirlit. Voru þeir síðan lagðir til grundvallar röðunar heimilda í heimildaskrár, sem teknar voru saman um hvert svæði, og eru þær skrár uppistaða þessarar skýrslu.

Öll svæðin reyndust tiltölulega vel könnuð og umgengni um þau góð. Minnstar heimildir eru til um hávaða og er lagt til að úr verði bætt.

Lagt er til að umhverfisúttekt verði haldið áfram og sjái virkjunaraðilar um athuganir á jarðraski og varmbreytingum í samráði við ráðgjafa sína, en Orkustofnun um athuganir á massabreytingum, gasi í andrúmslofti og efnium í affallsvatni í samráði við ráðgjafa virkjunaraðila. Ennfremur er gert ráð fyrir samstarfi við Umhverfisráðuneytið um öflun og könnun erlendra reglugerða um umhverfisáhrif jarðhitavinnslu, sem taka megi mið af við gerð íslenskra reglugerða um sama efni.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
1. INNGANGUR	5
2. SAMSTARFSSAMNINGUR	8
3. ÁSTAND VIRKJAÐRA SVÆÐA	23
3.1 Spurningalisti um upplýsingar, sem fyrir liggja	23
3.2 Hugsanlegar aðgerðir til úrbóta	25
4. REYKJANES	28
4.1 Almennar rannsóknir	28
4.2 Jarðrask	28
4.2.1 Massabreytingar	28
4.3 Hávaði	28
4.4 Varmabreytingar	28
4.5 Gasútblástur	28
4.6 Efni í affallsvatni	29
4.7 Verndun	29
4.8 Almannatengsl	29
4.9 Eftirlit	29
5. SVARTSENGI-ELDVÖRP	39
5.1 Almennar rannsóknir	39
5.2 Jarðrask	39
5.3 Massabreytingar	39
5.4 Hávaði	39
5.5 Varmabreytingar	39
5.6 Gasútblástur	40
5.7 Efni í affallsvatni	40
5.8 Verndun	40
5.9 Almannatengsl	40
5.10 Eftirlit	40
6. NESJAVELLIR	51
6.1 Almennar rannsóknir	51
6.2 Jarðrask	51
6.3 Massabreytingar	51
6.4 Hávaði	51
6.5 Varmabreytingar	51
6.6 Gasútblástur	52
6.7 Efni í affallsvatni	52
6.8 Verndun	52
6.9 Almannatengsl	52
6.10 Eftirlit	53
7. NÁMAFJALL	71
7.1 Almennar rannsóknir	71
7.2 Jarðrask	71
7.3 Massabreytingar	71
7.4 Hávaði	71
7.5 Varmabreytingar	72

7.6	Gasútblastur	72
7.7	Efni í affallsvatni	72
7.8	Verndun	72
7.9	Almannatengsl	72
7.10	Eftirlit	73
8.	KRAFLA	82
8.1	Almennar rannsóknir	82
8.2	Jarðrask	82
8.3	Massabreytingar	82
8.4	Hávaði	82
8.5	Varmabreytingar	83
8.6	Gasútblastur	83
8.7	Efni í affallsvatni	83
8.8	Verndun	83
8.9	Almannatengsl	84
8.10	Eftirlit	84
9.	HELSTU NIÐURSTÖÐUR	116
10.	TILLÖGUR UM FRAMHALD VERKEFNIS	118
11.	HEIMILDIR	121
	ENGLISH SUMMARY	127

VIÐAUKAR

1.	Fyrsta verklýsing og kostnaðaráætlun	129
2.	Greinargerðir um stöðu sérverka	153
3.	Greinargerðir með tillögum um viðbótarverk	171
4.	Fundargerðir	203

TÖFLUR

1.	Efnisflokkar heimildaskráa um virkjuð jarðhitasvæði á Íslandi	6
2.	Lykilorð fyrir heimildaskrá um virkjuð jarðhitasvæði á Íslandi	6
3.	Fjöldi skráðra heimilda um hvert svæði og skipting þeirra í efnisflokka samkvæmt töflu 1.	116

1. INNGANGUR

Haustið 1990 var ákveðið að Orkustofnun beitti sér fyrir verkefni um umhverfisáhrif jarðhita, helst með þátttöku stærstu virkjunaraðila. Fyrsta skrefið var að taka saman greinargerð um aðal umhverfisáhrif jarðhita og hugsanlegt umfang vinnu í tengslum við verkefnið á helstu virkjuðu jarðhitasvæðunum í landinu (Halldór Ármannsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1990) og samning stuttrar lýsingar á verkefninu (Hrefna Kristmannsdóttir 1990). Til að kynna efnið betur fjallaði eitt af erindum ársfundar Orkustofnunar 1991 um þetta mál (Halldór Ármannsson o.fl. 1991). Slíkri kynningu hefur verið haldið áfram með yfirlitum og sérhæfðari erindum á ráðstefnu Jarðfræðafélags Íslands (Halldór Ármannsson 1991a, Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1991, Magnús Ólafsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1991), aðalfundi Sambands Íslenskra rafveitna (Halldór Ármannsson 1991b), Orkuþingi 91 (Halldór Ármannsson 1991c) og alþjóðlegri ráðstefnu um notkun jarðhita í iðnaði (Ármannsson and Kristmannsdóttir 1992, Kristmannsdóttir et al. 1992).

Snemma árs 1991 var sett á laggirnar fagnefnd innan Orkustofnunar til þess að gera tillögur um hugsanlegt samvinnuverk á þessu sviði. Í henni eiga sæti: Hrefna Kristmannsdóttir verkefnisstjóri umhverfisverkefnisins, Ásgrímur Guðmundsson verkefnisstjóri v/Landsvirkjunar, Kröflu og Námafjalls, Benedikt Steingrímsson verkefnisstjóri v/Hitaveitu Reykjavíkur, Nesjavöllum, Sverrir Þórhallsson verkefnisstjóri v/Hitaveitu Suðurnesja, Svartsengi-Eldvörpum og Reykjanesi, Knútur Árnason verkefnisstjóri verkefnisins "Eðli háhitasvæða", og Halldór Ármannsson efnafræðingur. Gerð voru stutt yfirlit um þá vinnu, sem beint hafði verið unnin vegna umhverfismála á helstu virkjunarsvæðum háhita á Íslandi (Ásgrímur Guðmundsson 1991, Sverrir Þórhallsson 1991). Hópurinn samdi síðan lýsingu á verkinu ásamt kostnaðaráætlun (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1991, Sverrir Þórhallsson 1992, Hjálmar Eysteinnsson o.fl. 1992; Viðauki 1), sem send var virkjunaraðilum um haustið ásamt boði um þátttöku í verkefninu. Í framhaldi af jákvæðum viðbrögðum þeirra voru haldnir nokkrir fundir, sem leiddu til þess að gerður var heildarsamningur um verkefnið milli Landsvirkjunar, Hitaveitu Reykjavíkur, Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar, sem undirritaður var 3. mars 1992, og er hann birtur sem næsti kaffi þessarar skýrslu. Þar kom helst fram að unnið skyldi forverk, sem aðallega fælist í söfnun tiltækra heimilda um svæðin og ítarlegri könnun á þeim með tilliti til þess hvað þar hefði verið unnið, sem til umhverfisverka gæti talist. Á grundvelli þeirra niðurstaðna skyldi áframhaldið svo ákveðið. Forverkið var bundið við hámark þriggja mánaða vinnu fyrir hvern virkjunaraðila. Að auki var samþykkt að vinna sérverk á Nesjavöllum og í Svartsengi þegar á árinu 1992, en engin sérverk á vegum Landsvirkjunar.

Ákveðið var í samstarfssamningi aðila að setja á stofn sérstaka samstarfsnefnd með einum fulltrúa frá hverjum samstarfsaðila og auk þess sætu í nefndinni verkefnisstjóri verksins og fulltrúi frá Umhverfisráðuneyti. Hlutverk nefndarinnar er að fylgjast með framgangi verksins og gera tillögur um áframhald. Hana skipa: Gísli Júlíusson, Knútur Otterstedt og Þór Þorbergsson frá Landsvirkjun, Albert Albertsson frá Hitaveitu Suðurnesja, Einar Gunnlaugsson frá Hitaveitu Reykjavíkur, Einar Tjörvi Elfsson, Halldór Ármannsson og Hrefna Kristmannsdóttir frá Orkustofnun, og Jón Gunnar Ottósson frá Umhverfisráðuneytinu.

Forverkið hófst með því að tekinn var saman spurningalisti um ástand virkjaðra svæða og listi um hugsanlegar aðgerðir til úrbóta, ef svörin sýndu að e-u væri ábótavant. Fóru allir meðlimir fagnefndarinnar og samráðsnefndar yfir listana og birtast þeir á lokaformi í þriðja kafla þessarar skýrslu. Efnisatriði spurningalistans voru lögð til grundvallar röðun heimilda í forverkinu.

Safnað hefur verið öllum tiltækum heimildum um svæðin og þeim raðað. Við gerð skrána hefur verið notað BIB kerfið (University of California 1990). Í spurningalistanum eru nfu fyrir-sagnir. Við gerð skrána kom í ljós að skipting í svo marga flokka var óþægilega umfangsmikil auk þess sem mikil skörun reyndist á milli sumra flokkanna. Fyrir þessa skýrslu var flokkunum því fækkað niður í fimm og er efni hvers þeirra sýnt í töflu 1. Allar þær heimildir, sem safnað var eru nú til í einni skrá og má leita í þeim eftir þeim 14 lykilorðum, sem talin eru í töflu 2. Þessi heimildaskrá og ályktanir, sem draga má af henni eru meginefni þeirrar skýrslu, er hér birtist.

Tafla 1. Efnisflokkar heimildaskráa um virkjuð jarðhitasvæði á Íslandi

Flokkur nr.	Efnisatriði
1	Jarðrask, varmbreytingar (áhrif á lífríki, landslagsbreytingar)
2	Massabreytingar (áhrif á yfirborðsummerki, gufuöflun, vinnsla, landsig, niðurdæling)
3	Hávaði
4	Gasútblástur, efni í affallsvatni
5	Verndun, almannatengsl, almennt eftirlit

Tafla 2. Lykilorð fyrir heimildaskrá um virkjuð jarðhitasvæði á Íslandi

Svæði	Krafla, Námafjall, Nesjavellir, Reykjanes, Svartsengi
Efnisatriði	Jarðrask, massi, hávaði, varmi, gas, efni, verndun, almannatengsl, eftirlit

Að auki hefur verið unnið að sérverkum. Birst hafa greinargerðir og skýslur um aflnýtingu og dreifingu efna (Gestur Gíslason 1992), um mælingar á gasi í andrúmslofti (Gestur Gíslason o.fl. 1992, Guðný Þ. Pálsdóttir 1992) og fylgja þær í Viðauka 2. Þá er lokið landmælingum í Svartsengi og Hengli, og þyngdarmælingum í Svartsengi og grunnvatnskorti af Ölkelduhálsi nánast lokið, en úttekt á efna- og orkuflæði og útfellingaprófanir í Svartsengi að hefjast. Skýrsla um hæðar- og þyngdarmælingar á utanverðum Reykjaneskaga er í útgáfu. Borhola í Búrfellshrauni var skoðuð vegna athugana á affalli Kröfluvirkjunar og reyndist stífluð. Farið var í Kverkfjöll, Krísvík-Trölladyngju, Fremri náma og Þeistareyki til rannsókna á ósnortnum háhitasvæðum en skýrslur um þær hafa enn ekki komið út.

Gerðar hafa verið tillögur um framhald verkefnisins og eru þær til umfjöllunar hjá samstarfsaðilum. Greinargerðir um tillögurnar fylgja hér með sem Viðauki 3 auk greinargerðar um jarðeðlisfræðilegar yfirborðsrannsóknir á háhitasvæðum í vinnslu.

Fundargerðir frá fundum fagnefndar og samstarfsnefndar auk funda varðandi samningagerð fylgja í Viðauka 4.

Auk höfunda er efni eftir Ásgrím Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Gest Gíslason, Gunnar Þorbergsson, Hjálmar Eysteinnsson, Knút Árnason, Ólaf G. Flóvenz, Sigurð Þ. Ragnarsson, Sigurrós Friðriksdóttur og Sverri Þórhallsson í viðaukum. Þá hafa þeir Tómas Jóhannesson og Þórður Arason unnið við að koma heimildaskránum á aðgengilegt form.

2. SAMSTARFSSAMNINGUR

RANNSÓKNIR Á ÁHRIFUM JARÐHITAVINNSLU Á UMHVERFIÐ SAMSTARFSSAMNINGUR NR. 760100 -1992

Undirritaðir,
Landsvirkjun, Háaleitisbraut 68, 103 Reykjavík, kt. 420269-1299,
Hitaveita Reykjavíkur, Grensásvegi 1, 108 Reykjavík, kt. 620169-0999,
Hitaveita Suðurnesja, Brekkustíg 34/36, 230 Keflavík, kt. 680475-0169, og
Orkustofnun, Jarðhitadeild, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík, kt. 500269-5379,
gera með sér svofelldan samstarfssamning um verkefni þau, sem skilgreind eru í 3. grein samnings
þessa.

1. grein

MARKMIÐ

Markmið með samningi þessum er að rannsaka ítarlega áhrif háhita jarðhitasvæða á umhverfið og hver breyting verði þar á við virkjun svæðanna til framleiðslu á raforku og/eða hitaorku. Jafnframt þessu að rannsaka ýmsar leiðir til að draga úr mengun samfara nýtingu háhitasvæða.

2. grein

SKILGREINING HUGTAKA

Eftirtalin hugtök, sem notuð eru í samningi þessum, skulu hafa þá merkingu er hér fer á eftir:

- Samstarfsaðilar:** Samheiti allra aðilanna, sem tilgreindir eru í 1. grein samningsins, þ.e. Landsvirkjun, kt. 420269-1299, Hitaveita Reykjavíkur, kt. 620169-0999, Hitaveita Suðurnesja, kt. 680475-0169 og Orkustofnun, kt. 500269-5379. Í eintölu táknar hugtakið einhvern einn framangreindra aðila.
- Ársáfangi:** Verk, sem samstarfsaðilar koma sér saman um að vinna á tilteknu ári á tímabilinu 1. janúar til 31. desember. Ársáfangi 1992 er því það verk, sem áætlað er að vinna á almanaksárinu 1992.
- Umsjónarmaður:** Sérfræðingur frá Orkustofnun, sem sér um reglubundin tengsl milli Orkustofnunar og samstarfsaðilanna í sambandi við þau verk er samstarfsaðilar sameiginlega standa að.

Yfirstjórnandi: Sérfræðingur frá Orkustofnun, sem hefur með höndum verkefnisstjórnun og umsjón með samningi þessum.

3. grein

SKILGREINING VERKEFNISINS

Eftirtalin fylgiskjöl skilgreina verkefni og almenna skilmála samnings þessa og eru hluti samningsins:

- 3.1. Almennir Samningsskilmála um Tækniráðgjöf (AST), að svo miklu leyti sem ekki er kveðið á um annað í samningnum, fylgiskjal nr. 1.
- 3.2. Lýsing og skilgreining ársáfangna, sem áætlað er að verði unninn á hverju ári fyrir sig innan gildistíma þessa samnings (sbr. 8. gr.), fylgiskjal nr. 2.
- 3.3. Verk- og kostnaðaráætlun ársáfangans, fylgiskjal nr. 3.
- 3.4. Skipting kostnaðar og fyrirkomulag greiðslna, fylgiskjal nr. 4.

Endanlegt umfang ársáfangna og verk- og kostnaðaráætlun varðandi hann verða rædd milli samstarfsaðila og ákveðin í undanfarandi októbermánuði og skjalfest sem fylgiskjöl ársins nr. 2, 3 og 4.

4. grein

SÉRVERKEFNI

Sé um verkefni að ræða, sem eingöngu snertir Orkustofnun og einn samstarfsaðila, skal um verkið gerður sérstakur samningur milli þessara aðila utan ramma þessa samstarfssamnings.

5. grein

SAMRÁÐSNEFND

Sérstök samráðsnefnd, skipuð fimm (5) fulltrúum einum (1) frá hverjum samstarfsaðila og yfirstjórnanda verksins, skal annast samræmingu og ákveða framkvæmd verksins samkvæmt samkomulagi þessu og samþykkja ársáfangna verksins að fengnum tillögum frá yfirstjórnanda verksins. Nefndin kemur sér saman um formann nefndarinnar á fyrsta fundi sínum, sem yfirstjórnandi verksins boðar.

Yfirstjórnandi verksins er ekki kjörgengur sem formaður nefndarinnar og hefur ekki atkvæðisrétt.

Samráðsnefndin skal fylgjast með að ársáfangar samningsins verði framkvæmdir í samræmi við fyrirbyggjandi áætlanir og samþykkja á þeim breytingar ef þurfa þykir. Nefndin gerir hlutaðeigandi aðilum reglubundið grein fyrir framvindu og kostnaði við ársáfangna.

6. grein

VERKEFNISSTJÓRNUN OG FRAMKVÆMD

Yfirstjórnandi verkefnisins fyrir hönd samstarfsaðila skal vera Hrefna Kristmannsdóttir, fagdeildarstjóri, og honum til fulltingis Einar Tjörvi Elfsson, yfirverkefnisstjóri. Umsjónarmenn verksins fyrir hönd samstarfsaðila skulu vera sem hér fer á eftir:

1. Landsvirkjun, Ásgrímur Guðmundsson,
2. Hitaveita Reykjavíkur, Benedikt Steingrímsson og
3. Hitaveita Suðurnesja, Sverrir Þórhallsson.

Umsjónarmenn skulu hafa með höndum reglubundin tengsl við hlutaðeigandi samstarfsaðila og gera honum grein fyrir framvindu og stöðu þeirra verkþátta, er aðilann varða.

Yfirstjórnandi verksins skal gera samráðsnefnd reglubundið grein fyrir framvindu ársáfanganna og kostnaði við hann. Sýnist yfirstjórnanda nauðsyn á endurskoðun kostnaðar- og verkáætlunar ársins skal hann gera samráðsnefnd skriflega grein fyrir henni og skal formaður nefndarinnar boða til fundar þar um að höfðu samráði við nefndarmenn.

7. grein

KOSTNAÐUR OG GREIÐSLUR

Kostnaði við hvern ársáfanganna skal skipt á samstarfsaðila við árlega ákvörðun um umfang hans og kostnað samkvæmt 3. grein samningsins.

Kostnaður skal gerður upp mánaðarlega af yfirstjórnanda verksins í samræmi við framgang áfangans. Lokauppgjör ársáfangans skal skilað til formanns samráðsnefndar innan tuttugu (20) daga frá áramótum og það lagt fyrir nefndina til samþykktar.

Samþykktir reikningar skulu greiddir innan fjórtán (14) daga frá útgáfudegi reiknings, ella falli á útistandandi upphæð lögleyfðir dráttarvextir.

8. grein

EIGNAR- OG BIRTINGARRÉTTUR

Upplýsingar þær sem aflað er með rannsóknnum þessum eru eign samstarfsaðila, en eru Orkustofnun til frjálsra afnota í almennu starfi stofnunarinnar og rannsóknnum á ferskvatni og jarðhita, þar með talin birting í fagritum. Birting á niðurstöðum og ályktunum af þeim í almennum fjölmiðlum er aðeins heimil með samþykki allra samstarfsaðila. Vinni einhver samstarfsaðilinn síðar frekar úr þeim gögnum, sem sameiginlega var kostað til innan ramma samnings þessa, skal sérhverjum aðila þessa samnings heimill aðgangur að niðurstöðunum. Þetta á einnig við um gögn, sem aflað er í tengslum við sérverk samkvæmt 4. grein samningsins.

9. grein

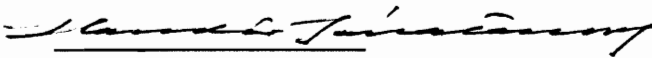
UPPSAGNAR- OG ENDURSKOÐUNARRÉTTUR

Samkomulag þetta gildir frá dagsetningu undirritunar uns samráðsfundur, þar sem allir samráðsnefndarmenn eru mættir, kemur sér saman um að verkinu sé lokið. Sérhver samstarfsaðili fyrir sig getur sagt upp samkomulaginu á framangreindu tímabili með sex (6) mánaða fyrirvara og fellur það þá úr gildi hvað hann varðar frá næstu áramótum þar á eftir. Uppsögn samnings skal vera skrifleg.

Samningur þessi er gerður í fjórum (4) eintökum, einu (1) fyrir sérhvern samstarfsaðila Rísi ágreiningur út af þessum samningi skal málið rekið fyrir bæjarþingi Reykjavíkur.

Reykjavík, 03.03.1992

f.h. Landsvirkjunar



Halldór Jónatansson,
forstjóri.

f.h. Orkustofnunar



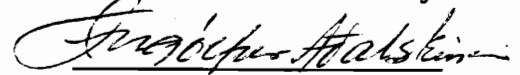
Guðmundur Pálmason,
forstjóri JHD-OS.

f.h. Hitaveitu Reykjavíkur



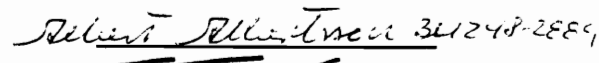
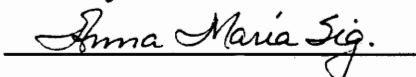

Gunnar Kristinsson,
Hitaveitustjóri.

f.h. Hitaveitu Suðurnesja



Ingólfur Aðalsteinsson,
forstjóri.

Vottar:



Fylgiskjal 2.

Samn. nr. 760100-1992;

**VERKLÝSING ÁRSÁFANGA
HITAVEITA REYKJAVÍKUR**

1. VERKLÝSING

Vinnutilhögum við forverk

Vegna þess hversu mat á vinnuframlagi við gerð umhverfisúttektar á virkjunarsvæðum er mikilli óvissu bundið var stungið upp á þeirri leið að hefja verkið með forverki bundnu þröngum tímamörkum. Var gerð tillaga um að forverkið yrði bundið við þriggja mánaða vinnu. Forverkið á m. a. að fela í sér gerð nákvæmrar verk- og kostnaðaráætlunar við umhverfisúttekt. Fyrsta stig forverksins verður að gera ramma fyrir umhverfisúttekt, sem verður með sama sniði á öllum virkjunarsvæðunum. Sú vinna mun fara fram í febrúar. Síðan verður á tímabilinu mars-ágúst unnið að því að fylla inn í þennan ramma fyrir hvert svæði og í framhaldi af því gera verk- og kostnaðaráætlun um gerð ítarlegrar umhverfisúttektar og einnig um sérverk á sviði umhverfisáhrifa jarðhita, sem æskilegt væri að vinna á næstu árum. Sérverk geta verið unnin af einum samstarfsaðilanna eða fleirum og nokkur verða væntanlega unnin af öllum aðilum sameiginlega með mismikilli þáttöku. Forverki ljúki með skýrslu, sem komi út fyrir 1. september 1992.

Tillaga um sérverk á árinu 1992

Auk sérverka, sem skilgreind verða í skýrslu í lok forverksins er lagt til að á árinu 1992 verði hafinn undirbúningur að fallmælingum á Hengilssvæði samkvæmt áætlun frá Gunnari Þorbergssyni frá 28.1.1992, sem þegar hefur verið dreift. Kostnaðarhlutfall í þessu verki verði um það bil jafnt frá báðum.

Einnig er lagt til að náttúrulegur jarðhiti á Ölkelduhálsi verði kortlagður nákvæmar og gufuústreymi og náttúrulegt frárennsli metið. Einnig að tekin verði sýni úr gufuaugum. Þetta verk greiðist að mestu af Hitaveitu Reykjavíkur, enda er það auk þess að vera liður í umhverfisathugun á Hengilssvæði eðlilegur liður í undirbúningi virkjunarframkvæmda. Orkustofnun mun þó geta lagt fram vinnu við frágang korts í mælikvarðanum 1:5000 .



Fylgiskjal 3.

Samn. nr. 760100-1992;

**VERK- OG KOSTNAÐARÁÆTLUN ÁRSÁFANGA
HITAVEITA REYKJAVÍKUR**

1. VERKÁÆTLUN

1.1 Forverk

Vinna sérfræðings OS	450 klst
Vinna sérfræðings HR	<u>150 klst</u>
Samtals klst	600

1.2 Sérverk

1.2.1 Uppsetning fastamerkja:

Vinna sérfræðings	80 klst
Bíll	4 dagar
Uppihald	4 mdagar

1.2.2 Landmæling á línu um Hellisheiði:

Vinna sérfr.	100 klst
Vinna rannsóknarmanns	200 klst
Bíll	7 dagar
Uppihald	21 mdagar

1.2.3 Gerð grunnvatnskorts af Ölkelduhálsi:

Vinna sérfr.	100 klst
--------------	----------

2. KOSTNAÐARÁÆTLUN

2.1 Forverk

Vinna sérfræðings OS	450x2.500	kr 1.125.000
Vinna sérfræðings HR	150x2.500	kr 375.000
Útgáfukostn.		<u>kr 50.000</u>
Samtals kr		1.550.000

2.2 Sérverk

2.2.1 Uppsetning fastamerkja:

Vinna sérfræðings	80x2.500	kr 200.000
Bíll	4x10.230	kr 40.920
Uppihald	4x3.630	<u>kr 14.520</u>
Samtals kr		255.440

2.2.2 Landmæling á línu um Hellisheiði:

Vinna sérfr.	100x2.500	kr 250.000
Vinna rannsóknarm.	200x1.800	kr 360.000
Bíll	7x10.230	kr 71.610
Uppihald	21x3.630	<u>kr 76.230</u>
Samtals kr		757.840

2.2.3 Gerð grunnvatnskorts af Ölkelduhálsi:

Vinna sérfr.	100x2.500	kr 250.000
Útgáfukostn.		<u>kr 250.000</u>
Samtals kr		500.000

Fylgiskjal 4.

Samn. nr. 760100-1992;

**SKIPTING KOSTNAÐAR OG FYRIRKOMULAG GREIÐSLNA
HITAVEITA REYKJAVÍKUR**

1. GREIÐSLUFYRIRKOMULAG

Áætlaður kostnaður fyrir ársáfangann eins og hann er skilgreindur og samþykktur í fylgiskjöllum samnings þessa númer 2, 3 og 4, verður hér eftir nefndur "Verkkostnaður".

Greiðslur kostnaðarluta samningsaðila vegna ársáfangans skulu vera sem hér fer á eftir:

Reikningar skulu gerðir mánaðarlega samkvæmt framgangi verksins þar sem fram kemur framlag samningsaðila til verksins í formi vinnu, tækjaleigu og/eða útlagðs kostnaðar. Kostnaði tímabilsins skal síðan skipt samkvæmt hlutföllum þeim, sem gefin eru í lið 2 "Skipting Kostnaðar".

Greiðslur til Orkustofnunar skulu inntar af hendi innan tuttugu (20) daga frá útgáfudegi. Verði dráttur á greiðslu reikninga þá falla hæstu lögleyfðir dráttarvextir samkvæmt reglum Seðlabanka Íslands á upphæðina, sem í vanskilum er.

2. SKIPTING KOSTNAÐAR

Við útreikning á verkkostnaði skal vinnuframlag, bílakostnaður og uppihaldskostnaður samningsaðila metið samkvæmt gjaldskrá Orkustofnunar eins og hún er hverju sinni.

2.1 Forverk

Hlutur OS (vinna/útl.):	kr 620.000
Hlutur HR (peningar):	kr 555.000
Hlutur HR (vinna):	<u>kr 375.000</u>
Samtals kr	1.550.000

2.2 Sérverk

2.2.1 Uppsetning fastamerkja:

Hlutur OS (vinna/útl.):	kr 127.720
Hlutur HR (peningar):	<u>kr 127.720</u>
Samtals kr	255.440

2.2.2 Landmæling á lfnu um Hellisheiði:

Hlutur OS (vinna/útl.):	kr 378.920
Hlutur HR (peningar):	<u>kr 378.920</u>
Samtals kr	757.840

2.2.3 Gerð grunnvatnskorts af Ölkelduhálsi:

Hlutur OS (vinna/útl.):	kr 250.000
Hlutur HR (peningar):	<u>kr 250.000</u>
Samtals kr	500.000

Framangreindar kostnaðartölur eru allar án virðisaukaskatts.

Fylgiskjal 2.

Samn. nr. 760100-1992;

**VERKLÝSING ÁRSÁFANGA
LANDSVIRKJUN**

1. VERKLÝSING

Vinnutilhögum við forverk

Vegna þess hversu mat á vinnuframlagi við gerð umhverfisúttektar á virkjunarsvæðum var mikilli óvissu bundið var stungið upp á þeirri leið að hefja verkið með forverki bundnu þröngum tímamörkum. Var gerð tillaga um að forverkið yrði bundið við þriggja mánaða vinnu. Forverkið á m. a. að fela í sér gerð nákvæmrar verk- og kostnaðaráætlunar við umhverfisúttekt. Fyrsta stig forverksins verður að gera ramma fyrir umhverfisúttekt, sem verður með sama sniði á öllum virkjunarsvæðunum. Sú vinna mun fara fram í febrúar. Síðan verður á tímabilinu mars-ágúst unnið að því að fylla inn í þennan ramma fyrir hvert svæði og í framhaldi af því gera verk- og kostnaðaráætlun um gerð ítarlegrar umhverfisúttektar og einnig um sérverk á sviði umhverfisáhrifa jarðhita, sem æskilegt væri að vinna á næstu árum. Sérverk geta verið unnin af einum samstarfsaðilanna eða fleirum og nokkur verða væntanlega unnin af öllum aðilum sameiginlega með mismikilli þáttöku. Forverki ljúki með skýrslu, sem komi út fyrir 1. september 1992.

Sérverk á árinu 1992

Auk sérverka, sem skilgreind verða í skýrslu í lok forverksins eru nokkur verk, sem hafa þegar verið skilgreind og talið er að liggi talsvert á að hefja vinnu við. Þessum verkum er lýst í greinargerð Halldórs Ármannssonar frá 23.janúar, sem dreift var á síðasta fundi.

Fylgiskjal 3.

Samn. nr. 760100-1992;

**VERK- OG KOSTNAÐARÁÆTLUN ÁRSÁFANGA
LANDSVIRKJUN**

1. VERKÁÆTLUN

1.1 Forverk

Vinna sérfræðings OS	550 klst
Vinna sérfræðings LV	<u>50 klst</u>
Samtals klst	600

1.2 Sérverk

Engin sérverk verða unnin í ár.

2. KOSTNAÐARÁÆTLUN

2.1 Forverk

Vinna sérfræðings OS	550x2.500	kr 1.375.000
Vinna sérfræðings LV	50x2.500	kr 125.000
Útgáfukostn.		<u>kr 50.000</u>
Samtals kr		1.550.000

2.2 Sérverk

Engin sérverk verða unnin í ár.

Fylgiskjal 4.

Samn. nr. 760100-1992;

**SKIPTING KOSTNAÐAR OG FYRIRKOMULAG GREIÐSLNA
LANDSVIRKJUN**

1. GREIÐSLUFYRIRKOMULAG

Áætlaður kostnaður fyrir ársáfangann eins og hann er skilgreindur og samþykktur í fylgiskjöllum samnings þessa númer 2, 3 og 4, verður hérefir nefndur "Verkkostnaður".

Greiðslur kostnaðarluta samningsaðila vegna ársáfangans skulu vera sem hér fer á eftir:

Reikningar skulu gerðir mánaðarlega samkvæmt framgangi verksins þar sem fram kemur framlag samningsaðila til verksins í formi vinnu, tækjaleigu og/eða útlagðs kostnaðar. Kostnaði tímabilsins skal síðan skipt samkvæmt hlutföllum þeim, sem gefin eru í lið 2 "Skipting Kostnaðar".

Greiðslur til Orkustofnunar skulu inntar af hendi innan tuttugu (20) daga frá útgáfudegi. Verði dráttur á greiðslu reikninga þá falla hæstu lögleyfðir dráttarvextir samkvæmt reglum Seðlabanka Íslands á upphæðina, sem í vanskilum er.

2. SKIPTING KOSTNAÐAR

Við útreikning á verkkostnaði skal vinnuframlag, bflakostnaður og uppihaldskostnaður samningsaðila metið samkvæmt gjaldskrá Orkustofnunar eins og hún er hverju sinni.

2.1 Forverk

Hlutur OS (vinna/útl.):	kr 620.000
Hlutur LV (peningar):	kr 630.000
Hlutur LV (vinna/hugb.):	<u>kr 300.000</u>
Samtals kr	1.550.000

2.2 Sérverk

Engin sérverk verða unnin í ár.

Framangreindar kostnaðartölur eru allar án virðisaukaskatts.

**VERKLÝSING ÁRSÁFANGA
HITAVEITA SUÐURNESJA**

1. VERKLÝSING

Vinnutilhögun við forverk

Vegna þess hversu mat á vinnuframlagi við gerð umhverfisúttektar á virkjunarsvæðum er mikilli óvissu bundið var stungið upp á þeirri leið að hefja verkið með forverki bundnu þröngum tímamörkum. Var gerð tillaga um að forverkið yrði bundið við þriggja mánaða vinnu. Forverkið á m.a. að fela í sér gerð nákvæmrar verk- og kostnaðaráætlunar við umhverfisúttekt. Fyrsta stig forverksins verður að gera ramma fyrir umhverfisúttekt, sem verður með sama sniði á öllum virkjunarsvæðunum. Sú vinna mun fara fram í febrúar. Síðan verður á tímabilinu mars-ágúst unnið að því að fylla inn í þennan ramma fyrir hvert svæði og í framhaldi af því gera verk- og kostnaðaráætlun um gerð ítarlegrar umhverfisúttektar og einnig um sérverk á sviði umhverfisáhrifa jarðhita, sem æskilegt væri að vinna á næstu árum. Sérverk geta verið unnin af einum samstarfsaðilanna eða fleirum og nokkur verða væntanlega unnin af öllum aðilum sameiginlega með mismikilli þátttöku. Forverki ljúki með skýrslu, sem komi út fyrir 1. september 1992.

I. Hæðar- og þyngdamælingar

Jarðsig er ein afleiðing þrýstilækkunar í jarðhitakerfinu í Svartsengi. Þetta atriði er vel þekkt við nýtingu jarðhita og er eftirlitið hluti vinnslueftirlits, en ennfremur einn þáttur umhverfisbreytinga. Þetta eftirlit hófst á utanverðum Reykjanesskaga 1974 í samvinnu Orkustofnunar (45%), Hitaveitu Suðurnesja (40%) og Sjóefnavinnslunnar (15%). Mælingar hafa sýnt jarðsig um 13 cm í Svartsengi á tímabilinu 1974-1987 þar sem það er mest, en sigspildan hefur fylgt áætlaðri stærð jarðhitakerfisins og mælist sigið 6 mm fyrir hvert bar sem þrýstingurinn í jarðhitakerfinu minnkar. Þrýstilækkunin hefur mælst um 1,3 bör á ári undanfarin ár, en hæðarmælingarnar voru síðast gerðar 1987.

Breytingar á þyngdarsviði sýna breytingar í massa jarðar á viðkomandi stað og kemur hún m.a. fram þegar gufupúði myndast (gufa í holrými í stað vatns). Þessar mælingar eru mikilvægar í næsta nágrenni Svartsengis og Eldvarpa þar sem gufupúði er til staðar og fer stækkandi.

II. Áhrif sýrustigs á útfellingu í jarðsjó

Jarðsjórinn í Svartsengi verður mettaður kísli neðan 145°C og myndast þá útfellingar. Þetta útilokar að unnt sé að dæla affallsvatni orkuversins beint niður í jarðhitakerfið. Erlendis hefur bein niðurdæling einungis tekist þegar affallsvatnið er undirmettað sem þýðir í Svartsengi jarðsjó yfir 150°C, þ.e. beint úr háþrýstiskiljum orkuversins. Eina vonin til að unnt sé að dæla niður affallsvatni sem nú er við 70°C er að það sé þynnt með þéttivatni til að lækka kísilstyrkinn og sýrustig lækkað til þess að "frysta" kísilútfellinguna. Nokkrar prófanir hafa verið gerðar á umliðnum árum með þessa meðhöndlun á affallsvatninu, en með misjöfnum árangri.

Mikilvægt er að unnt sé að reikna út væntanleg áhrif mismikillar þéttivatnsþblöndunar og gasþblöndunar, en núverandi reikniforrit ráða ekki við það. Frekari forritapróun þarf að koma til og samanburður milli beinna mælinga og reiknaðs gildis. Megináhersla verður því lögð í forritapróun og tilraunir í litlum skala sem sýna sýrustig við mismunandi íblöndun, þ.m.t. síru og áhrif þess á útfellingu kísils. Þetta yrði meginverkefni 1992, en síðar yrði gerð frekari fræðileg úttekt á helstu áhrifaþáttum útfellinganna og hvernig má stýra þeim.

III. Orku og efnaflæði í orkuveri

Viðbætur verða gerðar við reiknilíkan af orkuverunum í Svartsengi sem gert var 1991 og sýndi orku- og massaflæði, til að unnt verði að rekja feril einstakra efna í rásinni, einkum gas og magn steinefna.

Fylgiskjal 3.

Samn. nr. 760100-1992;

**VERK- OG KOSTNAÐARÁÆTLUN ÁRSÁFANGA
HITAVEITA SUÐURNESJA**

1. VERKÁÆTLUN

1.1 Forverk

Vinna sérfræðings OS	<u>600 klst</u>
Samtals klst	600 klst

1.2 Sérverk

1.2.1 Hæðar- og þyngdarmælingar:

Landhæðamælingar	832 klst
Þyngdarmælingar	280 klst
Úrvinnsla	<u>200 klst</u>

1.2.2 Áhrif sýrustigs á útfellingu í jarðsjó:

Vinna sérfr.	160 klst
Vinna sýnatökumanns	100 klst
Sýnatökubíll	5 dagar
Efnagreiningar	10 stk

1.2.3 Orku- og efnaflæði í orkuveri:

Vinna sérfr.	120 klst
Bíll	3 dagar

2. KOSTNAÐARÁÆTLUN

2.1 Forverk

Vinna sérfræðings OS	600x2.500	kr 1.500.000
Útgáfukostn.		<u>kr 50.000</u>
Samtals kr		1.550.000

2.2 Sérverk

2.2.1 Hæðar- og þyngdarmælingar:

Landhæðarmælingar		kr 4.525.200
Þyngdarmælingar		kr 1.173.640
Úrvinnsla	200x2.500	kr 500.000
Tölvukostnaður 10%		<u>kr 50.000</u>
Samtals kr		6.248.840

2.2.2 Áhrif sýrustigs á útfellingu í jarðsjó:

Vinna sérfr.	160x2.500	kr	400.000
Vinna sýnatökum.	100x2.300	kr	230.000
Efnagreiningar	10x24.550	kr	245.500
Sýnatökubíll	5x12.275	kr	61.375
Skýrslu-/tölvuk.		<u>kr</u>	<u>60.000</u>
	Samtals kr		996.875

2.2.3 Orku- og efnaflæði í orkuveri:

Vinna sérfr.	120x2.500	kr	300.000
Bíll	3x10.230	kr	30.690
Skýrslu-/tölvukostn.		<u>kr</u>	<u>40.000</u>
	Samtals kr		370.690

2.3 Verkefnisstjórn

Vinnuframlag	25x2.900	kr	72.500
--------------	----------	----	--------

Fylgiskjal 4.

Samn. nr. 760100-1992;

**SKIPTING KOSTNAÐAR OG FYRIRKOMULAG GREIÐSLNA
HITAVEITA SUÐURNESJA**

1. GREIÐSLUFYRIRKOMULAG

Áætlaður kostnaður fyrir ársáfangann eins og hann er skilgreindur og samþykktur í fylgiskjöllum samnings þessa númer 2, 3 og 4, verður héreftir nefndur "Verkkostnaður".

Greiðslur kostnaðarluta samningsaðila vegna ársáfangans skulu vera sem hér fer á eftir:

Reikningar skulu gerðir mánaðarlega samkvæmt framgangi verksins þar sem fram kemur framlag samningsaðila til verksins í formi vinnu, tækjaleigu og/eða útlagðs kostnaðar. Kostnaði tímabilsins skal síðan skipt samkvæmt hlutföllum þeim, sem gefin eru í lið 2 "Skipting Kostnaðar".

Greiðslur til Orkustofnunar skulu inntar af hendi innan tuttugu (20) daga frá útgáfudegi. Verði dráttur á greiðslu reikninga þá falla hæstu lögleyfðir dráttarvextir samkvæmt reglum Seðlabanka Íslands á upphæðina, sem í vanskilum er.

2. SKIPTING KOSTNAÐAR

Við útreikning á verkkostnaði skal vinnuframlag, bílakostnaður og uppihaldskostnaður samningsaðila metið samkvæmt gjaldskrá Orkustofnunar eins og hún er hverju sinni.

2.1 Forverk

Hlutur OS (vinna/útl.):	kr 620.000
Hlutur HS (peningar):	<u>kr 930.000</u>
Samtals kr	1.550.000

2.2 Sérverk

2.2.1 Hæðar- og þyngdarmælingar:

Hlutur OS (vinna/útl.):	kr 2.500.000
Hlutur HS (peningar):	<u>kr 3.748.840</u>
Samtals kr	6.248.840

2.2.2 Áhrif sýrustigs á útfellingu í jarðsjó:

Hlutur OS (vinna/útl.):	kr 399.000
Hlutur HS (peningar):	<u>kr 597.875</u>
Samtals kr	996.875

2.2.3 Orku- og efnaflæði í orkuveri:

Hlutur OS (vinna/útl.):	kr 147.690
Hlutur HS (peningar):	<u>kr 223.000</u>
Samtals kr	370.690

Framangreindar kostnaðartölur eru allar án virðisaukaskatts.

RE

3. ÁSTAND VIRKJADRA SVÆÐA

3.1 Spurningalisti um upplýsingar, sem fyrir liggja

A JARÐRASK

1. Var gerð úttekt á lífríki svæðisins fyrir virkjun?
2. Hefur verið fylgst með hugsanlegum breytingum vegna rasks?
3. Hefur orðið vart við jarðvegs- eða gróðureyðingu í kjölfar virkjunar?
4. Hefur verið grætt upp land til að hamla gegn slíkri eyðingu?
5. Er gengið tryggilega frá borholum, sem ekki eru nýttar og fer fram reglulegt viðhald á toppbúnaði þeirra?
6. Hafa borholur farið úr böndum?
Ef svo er hafa þá verið gerðar ráðstafanir til að hemja þær og/eða laga vegsummerki?
7. Hefur öllum efnistökunámum, sem notaðar voru við byggingu virkjunarinnar og ekki á að nota í öðru skyni verið lokað og gengið frá þannig að vegsummerki séu ásættanleg?
8. Hefur verið gengið frá jarðraski og aðfluttu efni eftir byggingu virkjunarinnar?
9. Er almennt snyrtilega gengið um svæðið; hefur t.d. járnarusli o.þ.h. verið safnað saman og það síðan fjarlæggt?

B MASSABREYTINGAR

1. Voru yfirborðsummerki jarðhita kortlögð áður en virkjað var og hefur verið fylgst með hugsanlegum breytingum?
2. Hafa orðið breytingar á yfirborðsjarðhita?
Ef svo er, eru líkur til þess að svæðið missi eða auki aðdráttarafl fyrir ferðamenn?
Er öruggt að slíkar breytingar megi rekja til vinnslu, hafi þær orðið?
3. Hafa brotalínur verið kortlagðar og afstæð virkni þeirra metin?
4. Er fylgst reglulega með massatöku og orkuvinnslu úr öllum borholum?
5. Hefur verið fylgst reglulega með þrýstingi í jarðhitakerfinu?
6. Er ástæða til að ætla að markverðar breytingar hafi orðið þar á?
7. Er ástæða til að ætla að blöndun milli mismunandi vatnskerfa eða önnur röskun geti átt sér stað við mikinn niðurdrátt?
8. Eru líkur til þess að gufupúðar geti myndast og valdið hættu á sprengigosum, verði massataka áfram svipuð og nú er?
9. Hefur verið fylgst grannt með landsigi og er ástæða til að ætla að það sé umtalsvert?

10. Er fylgst reglulega með jarðhræringum og eru gerðar ráðstafanir til að bregðast við náttúruhamförum?

C. HÁVAÐI

1. Hefur hávaði í nágrenni borhola verið mældur a) í blástursprófunum, b) við vinnslu?
2. Hefur hávaði í skiljustöð, stöðvarhúsi og nágrenni verið mældur?
3. Er þess gætt að hljóðdeyfar á öllum holum, sem látnar eru blása út í andrúmsloftið, séu í viðunandi ástandi?

D. VARMABREYTINGAR

1. Hvert fer affallsvatn frá borholum og skiljustöð (beint í jörð, í á eða stöðuvatn, í tjörn, sem myndast sérstaklega, eða er því dælt aftur niður í jarðhitakerfið)?
2. Var hitastig á helstu viðtökustöðum affalls mælt fyrir virkjun og hefur verið fylgst reglulega með því síðan?
3. Hefur fundist sú breyting á hita slíkra staða, er hefði getað haft áhrif til breytinga á lífríki?
4. Hefur streymi gufu til andrúmslofts frá borholum og öðrum hlutum virkjunar verið reglulega skráð?
5. Er hugsanlegt að gufu- og gasústreymi hafi haft staðbundin áhrif á veður?

E. GASÚTBLÁSTUR

1. Hefur streymi gufu til andrúmslofts frá borholum og öðrum hlutum virkjunar verið reglulega skráð og er vitað hver styrkur helstu hugsanlegra skaðvalda (CO_2 , CH_4 , H_2S , Hg, As, NH_3 , Rn, B) í henni er?
2. Hefur styrkur helstu hugsanlegra mengunarvalda verið mældur í andrúmslofti í nágrenni virkjunar (SO_2 vegna hugsanlegrar oxunar H_2S auk ofangreindra gasa)?
3. Hefur verið gripið til einhverra ráðstafana til að draga úr útblæstri þeirra gastegunda, er hugsanlega geta skaðlegar talist?
4. Eru útblástursleiðir gufu þannig hannaðar, að eingöngu þurr gufa sleppi til andrúmslofts eða er hætta á að vatnsúði dreifist til umhverfis meðan holur eru í blæstri?

F. EFNI Í AFFALLSVATNI

1. Voru gerðar efnagreiningar á því vatni, er búast mátti við að blandaðist affallsvatni, áður en til virkjunar kom og hefur verið fylgst með því vatni síðan?
2. Er vökvi úr borholum efnagreindur reglulega?
3. Er affallsvatn efnagreint reglulega?

4. Er helstu hugsanlegum mengunarvöldum (pH, Cl, B, H₂S, As, Fe, Mn, Hg, Pb, Cd, Zn, Cu) gaumur gefinn þegar efnagreint er?
5. Hafa hugsanleg áhrif á lífríki v/mögulegra breytinga á efnasamsetningu verið metin?

G. VERNDUN

1. Hefur verið gerð úttekt á svæðinu með tilliti til verndunar (t.d náttúruverndar, verndunar sögulegra minja o.s.frv.)?
2. Eru hlutar svæðisins verndaðir og er þá fylgst reglulega með því að þeim sé hlíft?
3. Er skýrt kveðið á um slíkt eftirlit og hver á að sjá um það?
4. Eru viðurlög við brotum og er unnt að skjóta málum til úrskurðaraðila eða opinberra dómstóla leiki grunur á um að brotalöm sé á varðandi verndun?

H. ALMANNATENGL

1. Er fylgst reglulega með viðbrögðum almennings í nágrenninu við starfsemi virkjunarinnar, t.d. með almennum borgarafundum?
2. Hafa borist kvartanir um áhrif virkjunarinnar á umhverfi sitt?
3. Hafa slíkar kvartanir, ef einhverjar eru, talist réttmætar og hefur verið unnt að bregðast við þeim með úrbótum?

I. ALMENNT EFTIRLIT

1. Er í gangi skipulegt, tímasett eftirlit með helstu umhverfispáttum?
2. Ef svo er, hver er ábyrgur fyrir því eftirliti og hver fylgist með því að það sé útfært á viðunandi hátt?

3.2 Hugsanlegar aðgerðir til úrbóta

Í eftirfarandi yfirliti eru hugmyndir að aðgerðum, sem grípa má til, ef umhverfisúttekt bendir til að úrbóta sé þörf. Virkjunaraðili sér um framkvæmd slíkra aðgerða og fjármagnar þær. Orkustofnun er ráðgjafi varðandi æskilegar framkvæmdir, hefur yfirsýn yfir umhverfisáhrif virkjunarinnar (þ.e. samræmingu og gagnasöfnun) og leyfi til að gera skyndikannanir. Vísað er til flokkunar í spurningalista.

A. JARÐRASK

- 1.-3. Leitað verði sérfræðiálits um ástand lífríkis (sbr. D 3. og F 5.).
4. Virkjunaraðili sér um uppgræðslu, en leitað skal sérfræðilegrar aðstoðar ef ástæða þykir til.
- 5.-9. Virkjunaraðili láti gera úttekt á umgengni og leiti álits hagsmunaaðila, t.d. Náttúruverndarráðs, ef ástæða þykir til.

B. MASSABREYTINGAR

1.-3. Virkjunaraðili láti gera kort af núverandi yfirborðsummerkjum og freisti þess að bera þau saman við upplýsingar um svæðið fyrir nýtingu og meta að hve miklu leyti sé líklegt að breytingar megi rekja til vinnslu. Slíkt verk mætti að einhverju marki vinna í samvinnu við aðila, sem búa yfir sérhæfðum tækjum, t.d. Merkjafraeðistofu Háskóla Íslands varðandi loft- og hitamyndir. Virkum misgengjum verði sérstakur gaumur gefinn. Ef ástæða þykir til má leita álits umsjónar- og hagsmunaaðila, t.d. Náttúruverndarráðs og Ferðamálaráðs og í framhaldi af því gæti komið til tillagna um breytingu á rekstri, t.d. minnkun vökvatöku, (aukna) niðurdælingu o.s.frv.

4.-8. Virkjunaraðili láti gera forðafræðiúttekt ef nauðsynlegt þykir.

9. Virkjunaraðili láti gera hæðar- og þyngdarmælingar, ef þörf krefur.

10. Höfð verður samvinna við aðila, sem búa yfir nauðsynlegri tækni, t.d. Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, Norrænu Eldfjallastöðina og Veðurstofu Íslands um rekstur skjálftamæla. Þá verði leitað ráða hjá Almannavörnum ríkisins um viðbrögð við náttúruhamförum og þau kynnt starfsfólki og nágrönnum.

C. HÁVAÐI 1.-2. Aðili, sem býr yfir nauðsynlegri tækni, t.d. Vinnueftirlit ríkisins verði fenginn til að mæla hávaða, þar sem ástæða þykir til.

3. Virkjunaraðili geri úttekt á hljóðdeyfum, eftir því sem þörf þykir.

D. VARMABREYTINGAR

2. Virkjunaraðili sjái um að hiti verði mældur og reyni að meta breytingar frá upphafi virkjunar.

3. Leitað verði álits sérfróðs aðila um hugsanleg áhrif hitabreytinga á lífríki (sbr. A 1.-3. og F 5.).

4.- 5. Virkjunaraðilar safni gögnum um útblástur hola og virkjunar og sérfróður aðili, t.d. Veðurstofa Íslands verði fenginn til að gefa álit um hugsanlegar staðbundnar breytingar á þáttum, sem tengjast veðri, t.d. breytingar á loftraka, sem gætu hugsanlega haft áhrif á lífríki.

E. ÚTBLÁSTUR TIL ANDRÚMSLOFTS

1.-2. Virkjunaraðili láti gera þær efnagreiningar á gasi, sem ástæða þykir til að gera.

3. Sérfróðir aðilar verði kvaddir til, ef ástæða er til að ætla að þurfi að setja upp hreinsibúnað.

4. Gerð verði úttekt á hljóðdeyfum (sbr. C 3.) t.d. með samanburði á aflmælingaaðferðum (sbr. Einar Gunnlaugsson & Gestur Gíslason 1991).

F. EFNI Í AFFALLSVATNI

2.-4. Virkjunaraðili sjái um að efnagreiningar verði gerðar eftir því sem þörf krefur.

5. Leitað verði álits sérfróðra aðila um hugsanleg áhrif efnabreytinga á lífríki ef þurfa þykir (sbr. A 1.-3. og D 3.).

G. VERNDUN

1.-4. Leitað verði upplýsinga og ráða hjá umsjónaraðilum, t.d. Náttúruverndarráði eða Þjóðminjasafni, ef ástæða þykir til.

H. ALMANNATENGSAL

1. Virkjunaraðili skipuleggi borgarafund í lok umhverfisúttektar og kynni niðurstöður hennar.
2. Virkjunaraðili afhendi gögn um kvartanir til umfjöllunaraðila, t.d. Náttúruverndarráðs eða Vinnueftirlits, láti þá meta hvort ástæða sé til frekari aðgerða og sjái um framkvæmd sé þeirra þörf.

I. ALMENNT EFTIRLIT

1.- 2. Virkjunaraðili skipuleggi og sjái um reglubundið eftirlit með helstu umhverfisþáttum skv. ráðleggingum frá ráðgjöfum.

4. REYKJANES

4.1 Almennar rannsóknir

Skráðar voru 147 heimildir um Reykjanes og var fjallað um efnisflokk I (jarðrask, varmbreytingar) í 97 þeirra, efnisflokk II (massabreytingar í 106), efnisflokk III (hávaða) í engri, efnisflokk IV (gasútblástur, efni í affallsvatni) í 87 og efnisflokk V (verndun, almannatengsl, almennt eftirlit) í 6.

Auk jarðfræðikorts Jóns Jónssonar (1978), heildarskýrslu Sveinbjarnar Björnssonar o.fl. (1971) um rannsókn jarðhitasvæðisins, áætlunar Rannsóknarráðs ríkisins (1969) um saltverksmiðju og grein um túlkun á jarðskjálftahrinu (Klein o.fl. 1977) eru til skýrslur um viðnámsmælingar, og eru niðurstöður þeirra grunnpunktar, sem ganga má út frá, ef breytingar verða á svæðinu vegna vinnslu.

4.2 Jarðrask

Ekkert hefur fundist, sem flokkast undir jarðrask, en æskilegt væri að úttekt væri gerð á lífríki svæðisins og umsögn gefin um frágang mannvirkja.

4.2.1 Massabreytingar

Nokkuð hefur verið ritað um massatöku og til eru upplýsingar um holutoppsprýsting allt frá árinu 1970 og massatöku má lesa úr heimildum frá Sjöefnavinnslunni hf. Eftir að Hitaveita Suðurnesja keypti Sjöefnavinnsluna hefur vinnslueftirlit verið tekið föstum tökum og hefur Orkustofnun nú gefið út heildarskýrslu um vinnslueftirlit 1970 - 1992 (Verkfræðistofan Vatnaskil hf. 1993).

4.3 Hávaði

Engar upplýsingar eru til um hávaðamælingar á svæðinu, en æskilegt væri að fá þær bæði fyrir borholur í blæstri og verksmiðjuna.

4.4 Varmabreytingar

Engar heimildir hafa verið flokkaðar undir varmbreytingar, en vegna nálægðar við sjó má gera ráð fyrir affalli þangað, en eins og að ofan er getið er æskilegt að úttekt á lífríki fari fram og á það ekki síst við um áhrif affalls. Í starfsleyfi fyrir sjöefnavinnslu Íslenska saltfélagsins hf. (Júlíus Sólnes og Sigurbjörg Sæmundsdóttir 1991) er kveðið á um að leyfilegt sé að leiða affallsvatn í nærliggjandi lón, meðan það veldur ekki stækkun lónsins um meira en 10% og að kísill skuli felldur út úr vatninu, áður en það berst í lónið, eftir því sem kostur er.

4.5 Gasútblástur

Staðgóðar upplýsingar eru til um efnasamsetningu gufu og massastreymi úr holum RnG-8 og RnG-9. Ekki hafa verið gerðar mælingar á styrk gasa í andrúmslofti en háir, sérhannaðir strompar verið byggðir til að takmarka dreifingu úða.

4.6 Efni í affallsvatni

Verulegar upplýsingar liggja fyrir um efni í affallsvatni og eru til greiningar á öllum helstu snefilefnum. Reglulega er fylgst með efnasamsetningu borholuvatns, en minna er vitað um blöndun affallsvatns við grunnvatn eða sjó. Þá hafa hugsanleg áhrif efna í affalli á lífríki ekki verið metin. Í starfsleyfi fyrir sjóefnavinnslu Íslenska saltfélagsins hf. (Júlíus Sólmes og Sigurbjörg Sæmundsdóttir 1991) er kveðið á um að félagið skuli fylgjast með efnainnihaldi affallsvatns og að við frárennslisstút verksmiðjunnar verði tekið sýni a.m.k. einu sinn á ári og viðurkenndur aðili látinn efnagreina Cu, Zn, Cd, Hg, Mn, Co og Ni innihald.

4.7 Verndun

Í skýrslu Siguðar Þórarinssonar (1978) er lagt til að goshver á svæðinu verði verndaður í lengstu lög og á yfirlitskortum hans (mynd 1) er svæðið flokkað undir flokkinn "Hlífð æskileg". Hverinn er nú reyndar þornaður og stendur eftir hveraskálin tóm. Í forhönnunarskýrslu Rannsóknarráðs ríkisins (1969) um 250.000 tonna saltverksmiðju á svæðinu er ekki minnst orði á verndun, en í starfsleyfi núverandi saltverksmiðju er kveðið á um að lónstærð megi ekki aukast um meira en 10% frá því, sem þá var.

4.8 Almannatengsl

Engar heimildir hafa fundist um almannatengsl enda svæðið afskekkt og ekki vitað um kvartanir vegna starfseminnar.

4.9 Eftirlit

Fylgst hefur verið með efnunum í borholuvökva og holutoppsþrýstingi og frá 1991 hefur Orkustofnun séð um reglubundið vinnslueftirlit fyrir Hitaveitu Suðurnesja. (Verkfræðistofan Vatnaskil hf. 1993).

Heimildir um Reykjanes flokkaðar eftir efnisatriðum töflu 1.

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
1. Auður Ingimarsdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir 1988: <i>Efnasamsetning jarð-sjávar úr heitavatnsholum Íslandslax STG-1 og STG-2 á Stað við Grindavík</i> . Orkustofnun, Greinargerð AuI/HK-88/02.				X	
2. Ágúst Guðmundsson 1986: Mechanical Aspects of Postglacial Volcanism and Tectonics of the Reykjanes Peninsula, Southwest Iceland. <i>J. Geophys. Res.</i> , 91, 12.711-12.721.	X	X			
3. Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1984: <i>Hydrothermal metamorphism and rock water interaction in the Krafla and Reykjanes fields, Iceland</i> . University of East Anglia, Norwich, UK, Ph.D. ritgerð, 282 s.	X	X		X	
4. Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1986: The chemical characteristics of hydrothermal fluids at the Krafla and Reykjanes systems, as inferred from the coexisting mineralogy. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 546-549.	X	X		X	
5. Árný E. Sveinbjörnsdóttir, M. L. Coleman og B. W. D. Yardley 1986: Origin and history of hydrothermal fluids of the Reykjanes and Krafla geothermal fields, Iceland. A stable isotope study. <i>Contrib. Mineral. Petrol.</i> , 94, 99-109.	X	X		X	
6. Baldur Líndal 1960: Ný saltvinnsluviðhorf. <i>Andvari</i> , 85, 3, 271-278.		X		X	
7. Baldur Líndal 1961: The extraction of salt from seawater by multiple effect evaporation using natural steam. Í: <i>United Nations conference on New Source of Energy</i> , United Nations, 479-483.	X	X		X	
8. Baldur Líndal 1970: The production of chemicals from brine and seawater using geothermal energy. <i>Geothermics</i> , 2, United Nations Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Pisa, Ítalía, 910-917.	X	X		X	
9. Baldur Líndal 1972: <i>Reykjanes salt plant. Revision of an investment and operating cost study for</i> , Rannsóknaráð Ríkisins.		X			
10. Baldur Líndal 1973: <i>Concentrating of Geothermal Brine in an Experimental Evaporator - Silica Removal</i> . Rannsóknaráð Ríkisins, RR-3-74.	X			X	
11. Baldur Líndal 1975: Development of industry based on geothermal energy. Geothermal brine and sea water in the Reykjanes peninsula, Iceland. Í: <i>Proceedings Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources</i> , United Nations, San Francisco, USA, 2223-2228.	X	X		X	
12. Baldur Líndal 1980: <i>Saltverksmiðja á Reykjanesi. Frumhönnun og frumáætlun 60.000 tonna saltvinnslu í áföngum</i> , Undirbúningsfélag Saltverksmiðju.		X		X	
13. Baldur Líndal og Ísleifur Jónsson 1958: <i>Sjóefnavinnsla og saltmarkaður</i> , Raforkumálastjóri/Jarðhitadeild.		X		X	
14. Baldur Líndal, Sigurður Rúnar Guðmundsson og Sigurður Hallsson 1982: Pilot Plant for extraction of salt from geothermal brine at Reykjanes during 1979-81. Í: Stephens, H. S. og C. A. Stapleton (ritstj.), <i>Papers Presented at the International Conference on Geothermal Energy, Florence, Italy May 1982</i> , BHRA Fluid Engineering, Bedford, UK, 165-171.	X	X		X	
15. Bjarni Sæmundsson 1936: <i>Suðurkjálkinn</i> , Ferðafélag Íslands, Reykjavík.	X				
16. Bragi Árnason 1976: <i>Groundwater systems in Iceland traced by deuterium</i> , Vísindafélag Íslendinga (Soc. Scient. Isl.), 236 s.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
17. Bragi Árnason 1977: The hydrogen-water isotope geothermometer applied to geothermal areas in Iceland. <i>Geothermics</i> , 5, 75-80.	X	X		X	
18. Bragi Árnason 1977: Hydrothermal systems in Iceland traced by deuterium. <i>Geothermics</i> , 5, 125-151.	X	X		X	
19. Bragi Árnason og Jens Tómasson 1970: Deuterium and chloride in Iceland. <i>Geothermics</i> , 2, United Nations Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Pisa, Ítalía, 1405-1415.		X		X	
20. DSS Engineers 1972: <i>Preliminary design and cost estimate of geothermal brine processing plant, Reykjanes</i> , DSS Engineers.	X	X			
21. Einar Gunnlaugsson 1977: <i>The origin and distribution of sulphur in fresh and geothermally altered rocks in Iceland</i> . Department of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK, Ph.D. ritgerð, 192 s.	X	X		X	
22. Elderfield, H. og M. J. Greaves 1981: Strontium isotope geochemistry of Icelandic geothermal systems and implications for sea water chemistry. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 45, 2201-2212.	X			X	
23. Eysteinn Tryggvason 1970: Surface Deformation and Fault Displacement Associated with an Earthquake Swarm in Iceland. <i>J. Geophys. Res.</i> , 75, 4407-4422.	X	X			
24. Eyþór Einarsson og Þóroddur F. Þóroddsson 1988: <i>Náttúruminjasgrá, fimmta útgáfa 1988</i> , Náttúruminjaráð.					X
25. Freysteinn Sigurðsson 1985: <i>Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjnesskaga. I hluti: Yfirlitsskýrsla</i> . Orkustofnun, OS-85075/VOD-06, 102 s.	X	X			
26. Freysteinn Sigurðsson 1985: <i>Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjnesskaga. II hluti: Viðaukar um jarðfræði</i> . Orkustofnun, OS-85075/VOD-06.	X	X			
27. Freysteinn Sigurðsson 1985: <i>Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjnesskaga. III hluti: Viðauki um höggun</i> . Orkustofnun, OS85075/VOD-06, 43 s.	X	X			
28. Freysteinn Sigurðsson 1985: <i>Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjnesskaga. IV hluti: Viðaukar um grunnvatn</i> . Orkustofnun, OS-85075/VOD-06, 72 s.	X	X			
29. Freysteinn Sigurðsson 1986: Hydrogeology and groundwater on the Reykjanes peninsula. <i>Jökull</i> , 36.	X	X			
30. Freysteinn Sigurðsson og Helgi Torfason 1989: Iceland. <i>Í: Mineral deposits of Europe</i> , The Institute of Mining and Metallurgy, The Mineralogical Society, 421-431.	X	X		X	
31. Geptner, A. R., Hrefna Kristmannsdóttir og M. A. Selezneva 1987: Secondary minerals of basaltoids altered by hydrothermal brine on the Reykjanes peninsula (Iceland). <i>Lithology and Mineral Resources</i> , 22, Plenum Publishing Corporation, 128-141.	X	X			
32. Gísli Gíslason 1982: <i>Vettvangsferð í Svartsengi-Eldvörp, (orkuvinnslusvæði Hitaveitu Suðurnesja á Reykjanesi) þann 28.10.1982</i> . Minnisblað.					X
33. Gísli Karel Halldórsson og Valgarður Stefánsson 1982: <i>Reykjanes, sjávarfalla-sveiflur í holum 5, 6, og 7</i> . Orkustofnun, Greinargerð GKH/VS-82/01.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
34. Guðmundur H. Guðmundsson 1969: <i>Kísilútfellingartilraunir á jarðsjó á Reykjanesi með sérstöku tilliti til áhrifa alkalískra efna</i> . Rannsóknarstofnun iðnaðarins, Fjölrit nr. 18, 17 s.				X	
35. Guðmundur H. Guðmundsson 1969: <i>Kísilútfellingartilraunir úr jarðsjó á Reykjanesi með koltvísýring</i> . Rannsóknarstofnun iðnaðarins, Fjölrit nr. 1, 22 s.				X	
36. Guðmundur H. Guðmundsson 1970: <i>Kísilútfellingartilraunir með skeljasandi og magníumsöltum</i> . Rannsóknarstofnun iðnaðarins, Fjölrit nr. 28, 23 s.				X	
37. Guðmundur H. Guðmundsson og Halldór Ármannsson 1969: <i>Kísilútfellingartilraunir í sambandi við jarðsjó á Reykjanesi</i> . Rannsóknarstofnun iðnaðarins, Fjölrit nr. 2, 24 s.				X	
38. Guðmundur Kjartansson 1960: <i>Jarðfræðikort, blað 1. Suðvesturland</i> , Menningarsjóður, Reykjavík.	X				
39. Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Halldórs-son 1985: <i>Mat á jarðvarma Íslands</i> . Orkustofnun, OS-85076/JHD-10, 134 s.	X	X			
40. Guðmundur Pálmason, J. D. Friedman, R. S. Williams, Jr., Jón Jónsson og Kristján Sæmundsson 1970: Aerial Infrared surveys of Reykjanes and Torfajökull Thermal Areas, Iceland. <i>Geothermics</i> , 2, U.N. Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Pisa, Ítalía, 399-412.	X	X			
41. Guðmundur Pálmason, Karl Ragnars, Jens Tómasson, Sveinbjörn Björnsson og Þorsteinn Thorsteinsson 1969: <i>Jarðboranir og rannsóknir á jarðhitasvæðinu Reykjanesi vegna sjóefnavinnslu-athugana</i> , Orkustofnun, 16 s.	X	X			
42. Guðmundur Pálmason, Stefán Arnórsson, Ingvar Birgir Friðleifsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Kristján Sæmundsson, Valgarður Sefánsson, Benedikt Steingrímsson, Jens Tómasson og Leó Kristjánsson 1979: The Iceland crust: Evidence from drillhole data on structure and processes. Í: Talwani, M., C. G. Harrison og D. E. Hayes (ritstj.), <i>Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Ocean Crust</i> , Am. Geophys. Union, Washington, D.C., USA, 43-65.	X	X		X	
43. Hilton, D. R., Karl Grönvold, R. K. O'Nions og E. R. Oxburgh 1990: Regional distribution of ³ He anomalies in the Icelandic crust. <i>Chemical Geology</i> , 88, 53-67.				X	
44. Hjalti Franzson, Guðjón Guðmundsson, Jens Tómasson og Þorsteinn Thorsteinsson 1983: <i>Borun holu RnG-9, Reykjanesi</i> . Orkustofnun, OS-83040/JHD-12 B, 28 s.	X	X			
45. Hjálmar Eysteinnsson, Gunnar Þorbergsson og Ólafur G. Flóvenz 1991: <i>Landhæðar- og þyngdarmælingar við Svartsengi og á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, Greinargerð HE/GP/ÓGF-91/01.		X			
46. Hrefna Kristmannsdóttir 1971: <i>Ákvörðun á leimínierölum í bergi frá borholum á Reykjanesi</i> , Orkustofnun, 25 s.	X	X			
47. Hrefna Kristmannsdóttir 1976: Types of Clay Minerals in Hydrothermally Altered Basaltic Rocks, Reykjanes, Iceland. <i>Jökull</i> , 26, 30-39.	X	X			
48. Hrefna Kristmannsdóttir 1979: <i>Athugun á "útfellingum" í holu 8 á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, Greinargerð HK-79/01.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
49. Hrefna Kristmannsdóttir 1984: Chemical evidence from Icelandic geothermal systems as compared to submarine geothermal systems. Í: Rona, P. A., K. Boström, L. Laubier og K. L. Smith (ritstj.), <i>Hydrothermal processes at seafloor spreading centers</i> , Plenum Publishing Corporation, 291-320.	X	X		X	
50. Hrefna Kristmannsdóttir 1985: <i>Efnasamsetning vatns úr kaldri sjóholu og heitavatnsholu Íslandslax á Stað við Grindavík</i> . Orkustofnun, Greinargerð HK-85/10.				X	
51. Hrefna Kristmannsdóttir 1986: Saline groundwater and geothermal brine on the Reykjanes peninsula. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 337-340.	X	X		X	
52. Hrefna Kristmannsdóttir og Freysteinn Sigurðsson 1985: <i>Járnstyrkur í grunnvatni á Reykjaneskaga</i> . Orkustofnun, Greinargerð HK/FS-85/07.				X	
53. Hrefna Kristmannsdóttir og Jens Tómasson 1976: Sea-water Influx in Icelandic Groundwater and Geothermal Systems. <i>EOS Trans., Am. Geophys. Union</i> , 57, 3, 160.	X	X		X	
54. Hrefna Kristmannsdóttir og Jens Tómasson 1978: Zeolite zones in geothermal areas in Iceland. Í: Sand, L. B. og Mumpton (ritstj.), <i>Natural Zeolites Occurrence, properties, use</i> , Pergamon Press, Oxford, UK, 277-284.	X	X			
55. Hrefna Kristmannsdóttir og Magnús Ólafsson 1989: Manganese and iron in saline groundwater and geothermal brines in Iceland. Í: <i>Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Balkema, Rotterdam, 393-396.				X	
56. Iðnaðarráðuneytið 1974: <i>Saltverksmiðja á Reykjanesi</i> , Iðnaðarráðuneytið.	X	X		X	
57. Iðnaðarráðuneytið 1981: <i>Sjóefnavinnsla á Reykjanesi</i> , Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík.		X		X	
58. Ingólfur Kristjánsson 1992: Commercial production of salt from geothermal brine at Reykjanes, Iceland. <i>Geothermics</i> , 21, 765-772.	X	X		X	
59. Jarðboranir Ríkisins 1951: <i>Efnagreiningar á hverum og laugum</i> , Jarðboranir Ríkisins, Reykjavík.				X	
60. Jens Tómasson 1969: <i>Myndbreyting bergsins, sem borað hefur verið í gegnum á Reykjanesi</i> , Orkustofnun, 4 s.	X	X			
61. Jens Tómasson og Hrefna Kristmannsdóttir 1971: <i>Greining á borholusvarfi frá Reykjanesi. Greining á leirminerölum í borholusvarfi frá Reykjanesi</i> , Orkustofnun, 100 s.	X	X			
62. Jens Tómasson og Hrefna Kristmannsdóttir 1972: High Temperature Alteration Minerals and Thermal Brines, Reykjanes, Iceland. <i>Contrib. Mineral. Petrol.</i> , 36, 123-134.	X	X		X	
63. Jens Tómasson, Hrefna Kristmannsdóttir og Mímir Arnórsson 1977: The interaction of sea-water with basaltic volcanic rocks on the Reykjanes peninsula. Í: Paquet, H. og Y. Tardy (ritstj.), <i>Proceedings of the Second International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Université Louis Pasteur, Centre National de la Recherche Scientifique, Institute de Géologie, Strasbourg, 327-333.	X	X		X	
64. Jens Tómasson, Sveinbjörn Björnsson, Stefán Arnórsson og Stefán G. Sigurmundsson <i>Reykjanesáætlun 1969. Lokaskýrsla um framvindu</i> . Orkustofnun, OS-JHD/JT/SvB/SA/SGS.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
65. Jens Tómasson, Sveinbjörn Björnsson og Þorsteinn Thorsteinsson 1969: <i>Efnasamsetning og uppruni jarðsjávar á Reykjanesi og jarðfræði borholanna á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, OS-JHD/JT/SB/ÞTh.	X	X		X	
66. Jón Örn Bjarnason 1984: <i>Reykjanes. Efnasamsetning jarðsjávar og gufu úr holu RnG-9</i> . Orkustofnun, OS-84049/JHD-13 B.				X	
67. Jón Örn Bjarnason 1986: <i>Efnasamsetning gass og gufu á Reykjanesi í júlí 1986</i> . Orkustofnun, Greinargerð JÖB-86/03.				X	
68. Jón Örn Bjarnason 1986: <i>Niðurstöður efnagreininga gass og gufu af Reykjanesi</i> . Orkustofnun, Greinargerð JÖB-86/01.				X	
69. Jón Örn Bjarnason 1987: <i>Reykjanes. Niðurstöður efnagreininga nokkurra sýna</i> . Orkustofnun, OS-87026/JHD-17-B.				X	
70. Jón Örn Bjarnason 1987: <i>Um gassýni af Reykjanesi í ágúst 1987</i> . Orkustofnun, Greinargerð JÖB-87/02.				X	
71. Jón Örn Bjarnason 1992: <i>Efnasamsetning gufu í rafstöð á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, Greinargerð JÖB-92/02.				X	
72. Jón Steinar Guðmundsson 1978: <i>Nokkur atriði er varða útfellingar í fyrirhugaðri saltverksmiðju á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7813.	X	X		X	
73. Jón Steinar Guðmundsson 1980: <i>Afkastamæling holu 8 á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, Greinargerð JSG-80/01, 11 s.		X			
74. Jón Steinar Guðmundsson 1983: <i>Tvívetni og súrefni-18 í holu 8 á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, Greinargerð JSG-83/01.	X	X		X	
75. Jón Steinar Guðmundsson 1983: <i>Þrýstisveifla holu 4 á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, Greinargerð JSG-83/04.		X			
76. Jón Steinar Guðmundsson, Gísli Karel Halldórsson, Jens Tómasson og Lúðvík S. Georgsson 1981: <i>Álit vinnuhóps um Reykjanes</i> . Orkustofnun, OS-greinarg. JSG-GKH-JT-LSG-81/01.	X	X			
77. Jón Steinar Guðmundsson og K. Ambastha 1984: Discharge Analysis of well 9 in Reykjanes, Iceland. Í: <i>Proceedings of the sixth New Zealand Geothermal Workshop</i> , University of Auckland, Geothermal Institute, 157-162.		X			
78. Jón Steinar Guðmundsson, Trausti Hauksson og Jens Tómasson 1981: The Reykjanes geothermal field in Iceland: Subsurface exploration and well discharge characteristics. Í: Kruger, E. P., H. J. Ramey, F. G. Miller, R. N. Horne, W. E. Brigham, I. G. Donaldsson og J. S. Guðmundsson (ritstj.), <i>Proceedings Seventh Workshop Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 61-69.	X	X		X	
79. Jón Torfi Jónasson 1968: <i>Grunnhitamælingar á jarðhitasvæðinu við Reykjanesvíta sumarið 1968</i> , Orkustofnun.	X				
80. Jón Jónsson 1967: The Rift Zone and the Reykjanes Peninsula. Í: Sveinbjörn Björnsson (ritstj.), <i>Iceland and Mid Ocean Ridges. Report of a Symposium</i> , Vísindafélag Íslendinga (Soc. Scient. Isl.), Reykjavík, 142-150.	X	X			
81. Jón Jónsson 1968: <i>Breytingar á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi 1967</i> , Orkustofnun, 5 s.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
82. Jón Jónsson 1978: <i>Jarðfræðikort af Reykjanesskaga. I. Skýringar við jarðfræðikort, 303 s. og 13 s. af ljósmyndum. II. Jarðfræðikort.</i> Orkustofnun, OS-JHD-7831, Heildarjarðfræðikort af Reykjanesskaga (19 kortblöð í mælikv. 1:25 000 og tvö sérkort) ásamt jarðfræðilegri lýsingu í samræmi við kortin.	X	X			
83. Jón Jónsson 1983: Eldgos á sögulegum tíma á Reykjanesskaga. <i>Náttúrufræðingurinn</i> , 52, 127-139.	X				
84. Jón Ólafsson og J. P. Riley 1978: Geochemical studies on the thermal brine from Reykjanes (Iceland). <i>Chemical Geology</i> , 21, 219-237.	X	X		X	
85. Júlíus Sólnes og Sigurbjörg Sæmundsdóttir 1991: <i>Starfsleyfi fyrir sjóefnavinnslu Íslenska saltfélagsins hf, Umhverfisráðuneytið, Reykjavík, 5 s.</i>	X		X	X	X
86. Karl Ragnars, Guðmundur Sigurðsson og Stefán G. Sigurmundsson 1969: <i>Jarðboranir á Háhitavæðum, Orkustofnun, 23 s.</i>		X			
87. Klein, F. W. 1976: Tidal triggering of earthquake swarms and the Reykjanes Peninsula, Iceland Earthquake swarm of September 1972 and its tectonic and geothermal implications (abs.). <i>Diss. Abstr. Int.</i> , 37, 6, Doctoral. Columbia, 2727B-2728B, 187 s.	X	X			
88. Klein, F., Páll Einarsson og M. Wyss 1972: <i>Mecanismos focales de microsismos y la tectonica de la peninsula de Reykjanes, Islandia (Focal mechanisms of microseisms and tectonics of the Reykjanes peninsula, Iceland)</i> , Soc. Geol. Mex., 161-162.		X			
89. Klein, F. W., Páll Einarsson og M. Wyss 1976: The Reykjanes Peninsula, Iceland earthquake swarm of September 1972 and its tectonic and geothermal implications. <i>EOS Trans., Am. Geophys. Union</i> , 57, 4, 291.	X	X			
90. Klein, F. W., Páll Einarsson og M. Wyss 1977: The Reykjanes peninsula, Iceland. Earthquake swarm of september 1972 and its tectonic significance. <i>J. Geophys. Res.</i> , 82, 5, 865-888.		X			
91. Kononov, V. I. 1979: Thermal brines of Reykjanes in the rift zone of Iceland. <i>Internat. Geol. Rev.</i> , 22, 815-825.				X	
92. Kristín Vala Ragnarsdóttir 1986: Halogen content of hydrous alteration minerals from active geothermal systems. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 452-453.	X			X	
93. Kristján Sæmundsson og Freysteinn Sigurðsson 1986: Reykjanes peninsula. Í: <i>The Fifth international Symposium on Water-Rock Interaction. Field Guide</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 57-58.	X	X			X
94. Lúðvík S. Georgsson 1979: <i>Svartsengi. Viðnámsmælingar á utanverðum Reykjanesskaga.</i> Orkustofnun, OS-79042/JHD-20, 100 s.	X	X			
95. Lúðvík S. Georgsson og Helga Tulinius 1983: <i>Viðnámsmælingar á utanverðum Reykjanesskaga 1981 og 1982.</i> Orkustofnun, OS-83049/JHD-09.	X	X			
96. Mottl, M. J., R. F. Corr og H. D. Holland 1975: <i>Trace element content of the Reykjanes and Svartsengi thermal brines, Iceland</i> , Geol. Soc. Amer., 1206-1207.				X	
97. Nakamura, K. 1970: En Echelon Features of Icelandic Ground Fissures. <i>Acta Naturalia Islandica</i> , 2, 8, 3-15.	X				

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
98. Niels Óskarsson 1984: Monitoring of fumarole discharge during the 1975 - 1982 rifting in Krafla volcanic center, north Iceland. <i>J. Volcanol. Geotherm. Res.</i> , 97-121.				X	
99. Patel, M. S. 1959: <i>Report on the possibility of salt in Iceland</i> , Raforkumálastjóri/Jarðhitadeild.		X		X	
100. Páll Einarsson 1991: Earthquakes and present-day tectonism in Iceland. <i>Tectonophysics</i> , 189, 261-279.		X			
101. Rannsóknaráð ríkisins 1968: <i>Sea Chemicals Industry on Reykjanes</i> , Report from the Sea Chemicals Committee based on studies and calculations by Baldur Líndal.		X		X	
102. Rannsóknaráð ríkisins 1969: <i>A feasibility study of a 250,000 ton salt plant at Reykjanes</i> , (The national research council) Rannsóknaráð ríkisins.	X	X		X	
103. Sakai, H., Einar Gunnlaugsson, Jens Tómasson og J. E. Rouse 1980: Sulfur isotope systematics in Icelandic geothermal systems and influence of seawater circulation at Reykjanes. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 44, 1223-1231.	X	X		X	
104. Sigmar Ingason (ritstj.) 1992: <i>Vatnsveita Suðurnesja. Aðdragandi og uppbygging</i> , Vatnsveita Suðurnesja, 26 s.		X			X
105. Sigurður Rúnar Guðmundsson 1981: <i>Kalí og Kalsíumklóríð</i> . Vinnslurannsóknir, Undirbúningsfélag Saltverksmiðju, Reykjanesi.	X	X		X	
106. Sigurður V. Hallsson 1980: <i>Skýrsla um framhaldsrannsóknir við Tilrauna-verksmiðju á Reykjanesi</i> , Undirbúningsfélag Saltverksmiðju Reykjanesi.	X	X		X	
107. Sigurður Þórarinnsson 1978: <i>Hverir og laugar. Ölkeldur og kaldavermisli</i> . Náttúruverndarráð, Fjölrit nr. 3.					X
108. Sjóefnanefnd 1968: <i>Sjóefnaíðja á Reykjanesi - Frumathugun</i> , Rannsóknaráð Ríkisins.	X	X		X	
109. Sjóefnanefnd 1972: <i>250000 ton Salt Plant at Reykjanes</i> , Rannsóknaráð Ríkisins.					
110. Stefán Arnórsson 1968: <i>Jarðefnafræðithugun á vatni úr borholum á háhitasvæðum</i> , Orkustofnun, 16 s.				X	
111. Stefán Arnórsson 1969: <i>A geochemical study of selected elements in thermal waters of Iceland</i> . Royal School of Mines, Imperial College, University of London, London, Ph.D. ritgerð, 353 s.	X	X		X	
112. Stefán Arnórsson 1971: <i>Bráðabirgðaskýrsla um borholu 8 á Reykjanesi - selta, afl, útfellingar</i> , Orkustofnun, 9 s.	X	X		X	
113. Stefán Arnórsson 1974: The composition of thermal fluids in Iceland and geological features related to the thermal activity. Í: Leó Kristjánsson (ritstj.), <i>Geodynamics of Iceland and the North Atlantic Area</i> , 307-323.	X	X		X	
114. Stefán Arnórsson 1976: <i>Kísill og brennisteinsvetni í affallsvatni frá borholum</i> . Orkustofnun, OS-JHD 7601.				X	
115. Stefán Arnórsson 1977: <i>Major Element Chemistry of the Geothermal Sea-water at Reykjanes and Svartsengi, Iceland</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7734.	X	X		X	
116. Stefán Arnórsson 1978: Major element chemistry of the geothermal sea-water at Reykjanes and Svartsengi, Iceland. <i>Mineral. Mag.</i> , 42, 209-220.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
117. Stefán Arnórsson 1984: Germanium in Icelandic geothermal systems. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 48, 2489-2502.	X	X		X	
118. Stefán Arnórsson 1990: Gas chemistry of geothermal systems. Í: Durrance, E. M., E. M. Galimov, M. E. Hinkle, G. M. Reimer, R. Sugisaki og S. S. Augustithis (ritstj.), <i>Geochemistry of gaseous elements and compounds</i> , Theoprastus Publications, Aþena, Grikkland, 187-222.	X	X		X	
119. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson 1985: New gas geothermometers for geothermal exploration - Calibration and application. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 49, 1307-1325.	X			X	
120. Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1983: The chemistry of geothermal Waters in Iceland II. Mineral equilibria and independent variables controlling water compositions. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 47, 547-566.	X	X		X	
121. Stefán Sigurmundsson og Sveinbjörn Björnsson 1969: <i>Reykjanesáætlun 1969. Verklýsing, greiðsluáætlun og kostnaðargát</i> , Orkustofnun, 7 s.		X			
122. Sveinbjörn Björnsson 1969: <i>Áætlun um rannsókn háhitavæða</i> , Orkustofnun, 18 s.	X	X		X	
123. Sveinbjörn Björnsson 1969: <i>Tillögur um aðgerðir á borholum, jarðhitarannsóknir og rannsóknarboranir á Reykjanesi 1969</i> , Orkustofnun, 17 s.		X			
124. Sveinbjörn Björnsson 1971: <i>Reykjanes. Heildarskýrsla um rannsókn jarðhitavæðisins</i> , Orkustofnun.	X	X		X	
125. Sveinbjörn Björnsson, Stefán Arnórsson og Jens Tómasson 1970: Exploration of the Reykjanes thermal brine area. <i>Geothermics</i> , 2, United Nations Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Pisa, Ítalía, 1640-1650.	X	X		X	
126. Sveinbjörn Björnsson, Stefán Arnórsson og Jens Tómasson 1972: Economic evaluation of Reykjanes thermal brine area, Iceland. <i>Geol. Bull. Am. Assoc. Petrol.</i> , 56, 2380-2391.	X	X		X	
127. Sveinn P. Jakobsson, Jón Jónsson og F. Shido 1978: Petrology of the western Reykjanes peninsula, Iceland. <i>J. Petrol.</i> , 19, 669-705.	X	X			
128. Sverrir Þórhallsson 1977: <i>Hola 8 á Reykjanesi. Greinargerð til undirbúningsfélags saltvinnslu á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7730, 3 s.		X			
129. Tole, M. P. 1988: <i>Geochemical sampling, laboratory analysis and mineral equilibria calculations for fluids from selected areas in Iceland</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 7, 52 s.	X	X		X	
130. Tole, M. P., Halldór Ármannsson, P. Zhong-he og Stefán Arnórsson 1993: Fluid/mineral equilibrium calculations for chemical geothermometry. Examples from Iceland with special reference to well data. <i>Geothermics</i> , 22.	X	X		X	
131. Torssander, P. 1986: Origin of sulfur in Icelandic geothermal fluids. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 583-586.	X	X		X	
132. Torssander, P. 1986: <i>Origin of volcanic sulfur in Iceland. A sulfur isotope study</i> , Department of Geology, Stockholm University, Stokkhólmur, Meddelanden från Stockholms Universitets Geologiska Institution, Nr. 269, 164 s.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
133. Trausti Hauksson 1981: <i>Reykjanes. Styrkur efna í jarðsjó</i> . Orkustofnun, Greinargerð TH-81/04.				X	
134. Undirbúningsfélag Saltverksmiðju 1981: <i>Tillögur um 800 tonna Saltverksmiðju</i> , Undirbúningsfélag Saltverksmiðju.		X			
135. Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson og Sverrir Þórhallsson 1982: <i>Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins</i> . Orkustofnun, OS-82093/JHD13.	X	X		X	
136. Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf 1983: <i>Frumáætlun um fiskeldisstöð á Kistu, Reykjanesi</i> . Orkustofnun, OS-83069/JHD-12, 110 s.	X	X			
137. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1993: <i>Reykjanes. Vinnslueftirlit 1970-1992</i> . Orkustofnun, OS-93011/JHD-06 B, 24 s.		X			
138. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf 1973: <i>250.000 tonna Saltverksmiðja á Reykjanesi</i> , Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf, Reykjavík.	X	X		X	
139. V GK og Teiknistofan Óðinstorgi sf 1984: <i>Samnýting jarðhita til raforkuframleiðslu og fiskeldis. Raflax</i> . Orkustofnun, OS-84108/JHD-20.	X	X		X	
140. Vilhjálmur Lúðvíksson og Baldur Línadal 1966: <i>Tillögur um rannsóknir á sjóefnavinnslu</i> , Rannsóknaráð ríkisins, Reykjavík.	X	X		X	
141. Ward, P. L., Guðmundur Pálmason og C. Draki 1969: <i>Microearthquake survey and the Mid-Atlantic ridge in Iceland</i> . <i>J. Geophys. Res.</i> , 74, 665-684.		X			
142. Ward, P. L. og Sveinbjörn Björnsson 1971: <i>Microearthquakes, Swarms and the Geothermal Areas of Iceland</i> . <i>J. Geophys. Res.</i> , 76, 3953-3982.		X			
143. Zindler, A., S. R. Hart, F. A. Frey og Sveinn P. Jakobsson 1979: <i>Nd and Sr isotope ratios and rare earth element abundances in Reykjanes Peninsula basalts, evidence to mantle heterogeneity beneath Iceland</i> . <i>Earth Planet. Sci. Lett.</i> , 45, 249-262.	X				
144. Þorkell Þorkelsson 1910: <i>The Hot Springs of Iceland.</i> , Det Kongel. vidensk. Selsk. Skrifter.	X			X	
145. Þorkell Þorkelsson 1928: <i>On Thermal Activity in Reykjanes, Iceland</i> , Vísindafélag Íslendinga, 52 s.	X			X	
146. Þorvaldur Thoroddsen 1884: <i>Vulkanerne paa Reykjanes i Island</i> , Geol. Fören., Stokkhólmur.	X				
147. Þorvaldur Thoroddsen 1903: <i>Geografiske og geologiske Undersøgelser ved den sydlige Del af Faxaflói paa Island</i> . <i>Geogr. Tidsskr.</i> .	X				

5. SVARTSENGI-ELDVÖRP

5.1 Almennar rannsóknir

Skráðar voru 159 heimildir um Svartsengi og Eldvörp og var fjallað um efnisflokk I (jarðrask, varmabreytingar) í 114 þeirra, efnisflokk II (massabreytingar) í 124, efnisflokk III (hávaða) í 2, efnisflokk IV (gasútblástur, efni í affallsvatni) í 79 og efnisflokk V (verndun, almannatengsl, almennt eftirlit) í 12.

Auk jarðfræðikorts Jóns Jónssonar (1978) er til mikið um viðnámsmælingar (sjá t.d. Lúðvík S. Georgsson 1979) og grein um túlkun á jarðskjálftahrinu (Klein o. fl. 1977). Hjalti Franzson (1990) vann umfangsmikið jarðfræðilíkan af jarðhitakerfinu og umhverfi þess og samhliða því vann Verkfræðistofan Vatnaskil hf. (1989) reiknilíkan í framhaldi af öðrum rennislíkönum af svæðinu bæði grunnvatns- og jarðsjávarlíkönun, sem höfðu verið í gangi allt frá því á áttunda áratugnum (sjá t.d. Jónas Elíasson o. fl. 1977). Þá fór fram nákvæm jarðfræðikortlagning á svæðinu árið 1991 (Pullinger 1991). Þeirri vinnu hefur verið haldið áfram og í ráði er að gefa út jarðfræðikort í litlum mælikvarða á næstunni.

5.2 Jarðrask

Ekkert hefur fundist ritað, sem flokkast undir jarðrask, en æskilegt væri að úttekt væri gerð á lífríki svæðisins og umsögn gefin um frágang mannvirkja.

5.3 Massabreytingar

Mikið hefur verið fjallað um massatöku enda hafa bæði kalt grunnvatn og háhitavökvi verið unnin á svæðinu. Yfirgripsmikil líkön hafa verið gerð til að fylgjast með öllum breytingum í massa ferskvatns og jarðsjávar auk affalls (sjá t.d. Jónas Elíasson o.fl. 1977, Snorri Páll Kjaran o.fl. 1980, Verkfræðistofan Vatnaskil hf. 1989). Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson (1991) hafa samið ítarlega yfirlitsskýrslu um áhrif vinnslu á jarðhitakerfið. Niðurdælingartilraunir hafa verið gerðar og allmikið um þær ritað (sjá t.d. Trausti Hauksson 1985). Hefur vatnsmagni, er samsvarar um 5% af unnum jarðsjó, verið dælt niður í jarðhitakerfið.

Loftmyndir hafa reglulega verið teknar af svæðinu og þannig fylgst með breytingum á yfirborði, einkum stærð Bláa lónsins.

5.4 Hávaði

Samkvæmt upplýsingum frá Vinnueftirliti ríkisins hafa ekki verið gerðar hávaðamælingar við borholur en tvisvar á völdum stöðum í orkuverunum og í báðum tilvikum er mælt með úrbótum (Guðmundur Eiríksson og Pétur Steinþórsson 1981, Sigurður Karlsson 1991).

5.5 Varmabreytingar

Fjallað er um varmabreytingar í affalli í streymislíkönun, sem áður er getið, einkum í sambandi við Bláa lónið en þar er enga athugun á breytingum á lífríki að finna.

5.6 Gasútblástur

Reglulega hefur verið fylgst með gasi í gufu. Gerðar hafa verið punktmælingar á kvikasilfri og brennisteinsvetni og einnig mælingar á Hg yfir allt svæðið (Edner o.fl. 1991). Eins og fram kemur varðandi efni í affallsvatni er öllu gasi nú safnað á einn stað og er í ráði að dæla því niður. Einnig hafa sérstakar tillögur um tilraunir með förgun brennisteinsvetnis verið lagðar fram (Sverrir Þórhallsson 1992). Gerð hefur verið athugun á sýrustigi úrkomu í Svartsengi (Jón Örn Bjarnason 1991).

5.7 Efni í affallsvatni

Verulegar upplýsingar liggja fyrir um efni í affallsvatni og eru til greiningar á öllum helstu snefilefnum. Reglulega er fylgst með efnasamsetningu borholuvatns og blöndun affallsvatns við grunnvatn, eða sjó. Gerðar hafa verið tilraunir með meðhöndlun affallsvatns, einkum sýru-íblöndun og sýringu með þéttivatni, með tilliti til hugsanlegrar niurdælingar (sjá t.d. Verkfræðistofa Sigurðar R. Guðmundssonar 1982, Trausti Hauksson 1985). Útbreiðsla efnamengunar á svæðinu hefur verið reiknuð inn í grunnvatnslíkan af svæðinu og áhrif mismunandi vinnslu metin (Verkfræðistofan Vatnaskil 1989). Hugsanleg áhrif efna í affalli á lífríki hafa ekki verið metin. Verið er að breyta orkuverinu á þann hátt að skiljuvatni frá háþrýstiprepi, þéttivatni og gasi er öllu safnað saman á einn stað og er í ráði að dæla því niður. Skiljuvatn frá lágþrýstiprepi fer áfram í Bláa lónið.

5.8 Verndun

Auk stuttrar umfjöllunar í skýrslu Sigurðar Þórarinssonar (1978), þar sem sagt er að fyrst og fremst sé um að ræða að tryggja mannsæmandi umgengni í sambandi við framkvæmdir, eru til nokkur bréf og minnisblöð frá samskiptum virkjunaraðila við Náttúruverndarráð og er ekki að sjá annað en að þau hafi verið friðsamleg. Skipulag vatnsverndarsvæða er þáttur í Svæðis-skipulagi Suðurnesja og er þeim skipt niður í fjóra flokka eftir mikilvægi. Svartsengi sjálft er skiljanlega ekki á vatnsverndarsvæði, en stuttu fyrir norðan er komið inn á svæði, sem er í flokki 1, neysluvatnssvæði með 1. flokks vernd, þ.e. svæði þar sem vatnsvinnsla hefur forgang umfram aðra landnýtingu og þarf því ítrustu vernd (Vatnsveita Suðurnesja 1992). Öll starfsemi innan þess svæðis er undir ströngu eftirliti.

5.9 Almannaþengsl

Ekkert hefur fundist skráð um almannaþengsl, en einhver samskipti hljóta a.m.k. að hafa farið fram við landeigendur, þegar virkjað var. Þá er virkjunin í nágrenni við þéttbýli og ekki ólíklegt að einhverjar kvartanir hafi borist frá almenningi.

5.10 Eftirlit

Víðtækt, reglubundið eftirlit er haft með svæðinu og nær það til flestra þeirra þátta, sem ranna-saka þarf.

Heimildir um Svartsengi-Eldvörp flokkaðar eftir efnisatriðum töflu 1.

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
1. Anna Elísabet Ólafsdóttir 1984: <i>Könnun áhrifa Svartsengisvatns á rhodamin w.t..</i> Orkustofnun, Greinargerð AEÓ-84/01.				X	
2. Benedikt Blöndal 1975: <i>Ósk um leyfi til framkvæmda við virkjun jarðhita í Svartsengi</i> , f.h. Hitaveitu Suðurnesja. Bréf sent Náttúruverndarráði, 2 s.					X
3. Benedikt Steingrímsson og Guðjón Guðmundsson 1984: <i>Hiti og þrýstingur í jarðhitakerfinu í Svartsengi</i> . Orkustofnun, OS-84005/JHD-01 B.	X	X			
4. Benedikt Steingrímsson, Hjalti Franzson, Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, Þorsteinn Thorsteinsson, Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Héðinn Ágústsson og Sverrir Þórhallsson 1983: <i>Borun holu EG-2, Eldvörpum. Áfangaskýrsla</i> . Orkustofnun, OS-83107/JHD-42 B.	X	X			
5. Benito, F. A. 1991: <i>Interpretation of Schlumberger sounding from Mt. Cagua, Philippines and TEM soundings from Svartsengi-Eldvörp, SW-Iceland</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 4, 42 s.	X	X			
6. Bragi Árnason 1976: <i>Groundwater systems in Iceland traced by deuterium</i> , Vísindafélag Íslendinga (Soc. Scient. Isl.), 236 s.	X	X		X	
7. Edner, H., G. W. Faris, A. Suneson, S. Svanberg, Jón Örn Bjarnaon, Hrefna Kristmannsdóttir og Kristján Hrafn Sigurðsson 1991: Lidar search for atmospheric mercury in Icelandic geothermal fields. <i>J. Geophys. Res.</i> , 96, 2977-2986.				X	
8. Einar Gunnlaugsson 1977: <i>The origin and distribution of sulphur in fresh and geothermally altered rocks in Iceland</i> . Department of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK, Ph.D. ritgerð, 192 s.	X	X		X	
9. Einar Gunnlaugsson og Stefán Arnórsson 1982: The chemistry of iron in geothermal systems in Iceland. <i>J. Volcanol. Geotherm. Res.</i> , 14, 281-299.	X	X		X	
10. Elderfield, H. og M. J. Greaves 1981: Strontium isotope geochemistry of Icelandic geothermal systems and implications for sea water chemistry. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 45, 2201-2212.	X			X	
11. Eysteinn Jónsson og Árni Reynisson 1975: <i>Framkvæmdir vegna fyrsta áfanga jarðvarmaveitu í Svartsengi</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Hitaveitu Suðurnesja, Ingólfi Aðalsteinssyni.					X
12. Eyþór Einarsson og Þóroddur F. Þóroddsson 1988: <i>Náttúruminjasráð, fimmta útgáfa 1988</i> , Náttúruminjaráð.					X
13. Flores, J. 1980: <i>Borehole geology of SG-9, Svartsengi geothermal field, SW-Iceland</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 4, 39 s.	X	X			
14. Freyr Þórarinnsson, Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigurbjarnarson 1976: <i>Hitaveita Suðurnesja. Ferskvatnsrannsóknir. Áfangaskýrsla fyrir árið 1976</i> . Orkustofnun, OS-JKD-7609.	X	X			
15. Freysteinn Sigurðsson 1977: <i>Hitaveita Suðurnesja. Ferskvatnsrannsóknir. Hita- og seltumælingar 1975 - 1977</i> . Orkustofnun, OS-JKD-7716.	X	X		X	
16. Freysteinn Sigurðsson 1985: <i>Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjnesskaga. I hluti: Yfirlitsskýrsla</i> . Orkustofnun, OS-85075/VOD-06, 102 s.	X	X			
17. Freysteinn Sigurðsson 1985: <i>Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjnesskaga. II hluti: Viðaukar um jarðfræði</i> . Orkustofnun, OS-85075/VOD-06.	X	X			
18. Freysteinn Sigurðsson 1985: <i>Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjnesskaga. III hluti: Viðauki um höggun</i> . Orkustofnun, OS85075/VOD-06, 43 s.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
19. Freysteinn Sigurðsson 1985: <i>Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjnesskaga. IV hluti: Viðaukar um grunnvatn.</i> Orkustofnun, OS-85075/VOD-06, 72 s.	X	X			
20. Freysteinn Sigurðsson 1986: Hydrogeology and groundwater on the Reykjanes peninsula. <i>Jökull</i> , 36.	X	X			
21. Freysteinn Sigurðsson 1989: <i>Nýtt blátt lón í Svartsengi. Staðsetning vestan við Þorbjörn. Áhrif affallsvatns á grunnvatn.</i> Orkustofnun, Greinargerð FS-89/07.	X	X		X	
22. Freysteinn Sigurðsson og Helgi Torfason 1989: Iceland. <i>Í: Mineral deposits of Europe</i> , The Institute of Mining and Metallurgy, The Mineralogical Society, 421-431.	X	X		X	
23. Freysteinn Sigurðsson, Sigurður G. Tómasson og Snorri P. Snorrason 1977: <i>Hitaveita Suðurnesja. Ferskvatnsrannsóknir. Affallsvatnsrannsóknir sept. 1976 - sept. 1977.</i> Orkustofnun, OS-JKD-7715.	X	X			
24. Gebreigziabhier, G. 1983: <i>Temperature and pressure in the Svartsengi geothermal reservoir.</i> Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 9, 84 s.	X	X			
25. Gísli Gíslason 1982: <i>Vettvangsferð í Svartsengi-Eldvörp, (orkuvinnslusvæði Hitaveitu Suðurnesja á Reykjanesi) þann 28.10.1982.</i> Minnisblað.					X
26. Gísli Karel Halldórsson 1981: <i>Vatnsborðslækkun og vinnsla í Svartsengi 1976 - 1981.</i> Orkustofnun, Greinargerð GKH-81/02.		X			
27. Gísli Karel Halldórsson, Snorri Páll Kjaran og Jónas Elíasson 1981: <i>Samband loftþrýstibreytinga og vatnsborðsbreytinga í holum í Svartsengi.</i> Orkustofnun, Greinargerð GKH/SPK/JE-81/03.		X			
28. Grímur Björnsson 1988: <i>Blástursmælingar í Svartsengi í október 1988.</i> Orkustofnun, Greinargerð GrB-88/07.		X			
29. Grímur Björnsson 1989: <i>Borholumælingar í Svartsengi og Eldvörpum í febrúar-júlí 1989.</i> Orkustofnun, OS-89027/JHD-11 B.	X	X			
30. Grímur Björnsson 1990: <i>Borholumælingar í Svartsengi í júlí 1990.</i> Orkustofnun, Greinargerð GrB-90/02.	X	X			
31. Grímur Björnsson 1992: <i>Hugmyndalíkan að gufupúða í Svartsengi.</i> Orkustofnun, Greinargerð GrB-92/03.		X			
32. Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991: <i>Hiti og þrýstingur í jarðhitakerfinu í Svartsengi. Upphafsstand og breytingar vegna vinnslu.</i> Orkustofnun, OS-91016/JHD-04.	X	X			
33. Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991: <i>Mælingar gerðar í tengslum við hreinsun holu SG-6 í Svartsengi í maí 1991.</i> Orkustofnun, Greinargerð GrB/BS-91/03.	X	X			
34. Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991: <i>Niðurstöður borholumælinga í Svartsengi þann 14. mars 1991.</i> Orkustofnun, Greinargerð GrB/BS-91/01.	X	X			
35. Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1992: <i>Borholumælingar í Svartsengi og Eldvörpum í mars 1992.</i> Orkustofnun, Greinargerð GrB/BS-92/03.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
36. Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1992: Fifteen years of temperature and pressure monitoring in the Svartsengi high-temperature geothermal field in SW-Iceland. <i>Geothermal Resources Council Trans.</i> , 16, 627-634.	X	X			
37. Grímur Björnsson, Benedikt Steingrímsson og Hilmar Sigvaldason 1991: <i>Borholumælingar í Svartsengi í desember 1991</i> . Orkustofnun, Greinargerð GrB/BS/HS-91/10.	X	X			
38. Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason 1991: <i>Niðurstöður borholumælinga í Svartsengi þann 8. ágúst 1991</i> . Orkustofnun, Greinargerð GrB/HS-91/05.	X	X			
39. Grímur Björnsson og Svanur Pálsson 1991: <i>Poruhluti steins af 700 m dýpi í holu SG-6, Svartsengi</i> . Orkustofnun, Greinargerð GrB/SvP-91/04.		X			
40. Guðjón Guðmundsson og Guðlaugur Hermannsson 1986: <i>Svartsengi. Borholumælingar 1985</i> . Orkustofnun, OS-86050/JHD-17 B.	X	X			
41. Guðmundur Eiríksson og Pétur Steinþórsson 1981: <i>Hávaðamælingar í orkuveri Svartsengis</i> . Vinnuettirlit ríkisins, D4-005-81.			X		
42. Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Halldórsson 1985: <i>Mat á jarðvarma Íslands</i> . Orkustofnun, OS-85076/JHD-10, 134 s.	X	X			
43. Guðmundur Pálmason, Stefán Arnórsson, Ingvar Birgir Friðleifsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Kristján Sæmundsson, Valgarður Sefánsson, Benedikt Steingrímsson, Jens Tómasson og Leó Kristjánsson 1979: The Iceland crust: Evidence from drillhole data on structure and processes. Í: Talwani, M., C. G. Harrison og D. E. Hayes (ristj.), <i>Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Ocean Crust</i> , Am. Geophys. Union, Washington, D.C., USA, 43-65.	X	X		X	
44. Guðný Þ. Pálsdóttir 1992: <i>Mælingar á loftmengun í Svartsengi</i> . Orkustofnun, Greinargerð GP-9/02, 3 s.				X	
45. Gunnar V. Johnsen 1983: <i>Þyngdarmælingar í nágrenni Svartsengis</i> . Orkustofnun, OS-83083/JHD-15.		X			
46. Gunnar Þorbergsson og Ásgeir Gunnarsson 1983: <i>Landmælingaskýrsla. Hæðarmælingar í nágrenni Svartsengis</i> . Orkustofnun, OS-83041/VOD-20 B.		X			
47. Hermann Þórðarson, Þór Tómasson og Guðmundur Gunnarsson 1987: <i>Tilraunavinnsla kíslar úr jarðsjó jarðhitageymisins í Svartsengi</i> . Iðntæknistofnun, ITÍ87004/NYD04.	X			X	
48. Hilton, D. R., Karl Grönvold, R. K. O’Nions og E. R. Oxburgh 1990: Regional distribution of ³ He anomalies in the Icelandic crust. <i>Chemical Geology</i> , 88, 53-67.				X	
49. Hjalti Franzson 1983: The Svartsengi high-temperature field, Iceland. Subsurface geology and alteration. <i>Geothermal Resources Council Trans.</i> , 7, 141-145.	X	X			
50. Hjalti Franzson 1987: The Eldvörp high-temperature area, SW-Iceland. Geothermal geology of first exploration well. <i>Proceedings of the 9th New Zealand Geothermal Workshop</i> .	X	X			
51. Hjalti Franzson 1990: <i>Svartsengi. Jarðfræðilíkan af háhitakerfi og umhverfi þess</i> . Orkustofnun, OS-90050/JHD-08.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
52. Hjalti Franzson og Svanur Pálsson 1983: <i>Svartsengi, hola SG-12. Borun, jarðlög, ummyndun og vatnsæðar</i> . Orkustofnun, OS-83003/JHD-02.	X	X			
53. Hjalti Franzson og Svanur Pálsson 1991: <i>Hreinsun holu SG-6. Greiningar á útfellingasýnum</i> . Orkustofnun, Greinargerð HF/SvP-91/02.	X	X		X	
54. Hjálmar Eysteinnsson, Gunnar Þorbergsson og Ólafur G. Flóvenz 1991: <i>Landhæðar- og þyngdarmælingar við Svartsengi og á Reykjanesi</i> . Orkustofnun, Greinargerð HE/GP/ÓGF-91/01.		X			
55. Hrefna Kristmannsdóttir 1978: <i>Greining á útfellingum í Svartsengi</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7828.	X	X		X	
56. Hrefna Kristmannsdóttir 1984: Chemical evidence from Icelandic geothermal systems as compared to submarine geothermal systems. Í: Rona, P. A., K. Boström, L. Laubier og K. L. Smith (ritstj.), <i>Hydrothermal processes at seafloor spreading centers</i> , Plenum Publishing Corporation, 291-320.	X	X		X	
57. Hrefna Kristmannsdóttir 1986: Saline groundwater and geothermal brine on the Reykjanes peninsula. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 337-340.	X	X		X	
58. Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson 1992: Chemical monitoring of Icelandic geothermal fields during production. Í: <i>Papers presented at the International Conference on Industrial Uses of Geothermal Energy, Reykjavík, 2 - 4. September 1992</i> , Federation of Icelandic Industries, Reykjavík, 8 s.				X	X
59. Hrefna Kristmannsdóttir, Sverrir Þórhallsson og Karl Ragnars 1983: <i>Magnésíumsilikatútfellingar í hitaveitum</i> . Orkustofnun, OS-83051/JHD-10.	X			X	
60. Jens Tómasson og Hrefna Kristmannsdóttir 1972: High Temperature Alteration Minerals and Thermal Brines, Reykjanes, Iceland. <i>Contrib. Mineral. Petrol.</i> , 36, 123-134.	X	X		X	
61. Jónas Elfásson, Sigurður St. Arnalds og Snorri Páll Kjaran 1977: <i>Svartsengi. Straumfræðileg rannsókn á jarðhitasvæði</i> . Orkustofnun, OS-ROD-7718, OS-SFS-7702.	X	X			
62. Jón Örn Bjarnason 1984: <i>Eldvörp. Efnasamsetning jarðsjávar og gufu úr holu EG-2</i> . Orkustofnun, OS-84071/JHD-11.	X	X		X	
63. Jón Örn Bjarnason 1986: <i>Svartsengi. Um eðlismassa vatns í Bláa lóninu</i> . Orkustofnun, OS-86068/JHD-29 B.	X	X		X	
64. Jón Örn Bjarnason 1988: <i>Efnasamsetning vatns í bláa lóninu</i> . Orkustofnun, Greinargerð JÖB-88/01.				X	
65. Jón Örn Bjarnason 1988: <i>Svartsengi. Efnæftirlit 1980 - 1987</i> . Orkustofnun, OS-88001/JHD-01.	X	X		X	
66. Jón Örn Bjarnason 1991: <i>Orkuver Hitaveitu Suðumesja í Svartsengi: Styrkur koldíoxíðs og brennisteinsvetnis í þéttivatni og gufu</i> . Orkustofnun, Greinargerð JÖB-91/01.				X	
67. Jón Örn Bjarnason 1991: <i>Um efnasamsetningu vökva í bláa lóninu í Svartsengi</i> . Orkustofnun, Greinargerð JÖB-91/03.				X	
68. Jón Örn Bjarnason 1991: <i>Um sýrustig úrkomu í Svartsengi</i> . Orkustofnun, Greinargerð JÖB-91/02.				X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
69. Jón Örn Bjarnason 1992: <i>Tillaga um niðurdælingu í Eldvörpum: Nokkrar röksemdir</i> . Orkustofnun, Greinargerð JÖB-92/01.	X	X		X	
70. Jón Steinar Guðmundsson 1978: <i>Útfellingar og frárennsli orkuversins við Svartsengi: Athuganir sumarið 1978</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7850.	X			X	
71. Jón Steinar Guðmundsson 1983: Geothermal electric power in Iceland: Development in perspective. <i>Energy</i> , 8, 491-513.	X	X		X	
72. Jón Steinar Guðmundsson 1983: <i>Niðurdælingartilraun við Svartsengi 1982</i> . Orkustofnun, OS-83047/JHD-07.	X	X		X	
73. Jón Steinar Guðmundsson 1983: <i>Tvívetni og síurefni-18 við Svartsengi 1982</i> . Orkustofnun, Greinargerð JSG-83/02.	X	X		X	
74. Jón Steinar Guðmundsson 1983: <i>Verkhættir niðurdælingarprófunar við Svartsengi 1984</i> . Orkustofnun, Greinargerð JSG-83/03.	X	X		X	
75. Jón Steinar Guðmundsson 1984: Discharge analysis method for two-phase geothermal wells. <i>Geothermal Resources Council Trans.</i> , 8, 295-299.		X			
76. Jón Steinar Guðmundsson og C. J. Janik 1986: Isotope monitoring in Svartsengi geothermal field. Í: <i>Proceedings of the Fifth Interaction Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 244-247.	X	X		X	
77. Jón Steinar Guðmundsson og G. Olsen 1987: Water-influx modeling of the Svartsengi geothermal field, Iceland. <i>SPE Reservoir Engineering</i> , 77-84.		X			
78. Jón Steinar Guðmundsson, G. Olsen og Sverrir Þórhallsson 1985: Svartsengi Field Production. Data and Depletion Analysis. Í: Ramey, H. J., P. Kruger, F. G. Miller, R. N. Horne, W. E. Brigham og J. S. Guðmundsson (ritstj.), <i>Proceedings Tenth Workshop Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 45-52.		X			
79. Jón Steinar Guðmundsson og Sverrir Þórhallsson 1986: The Svartsengi reservoir in Iceland. <i>Geothermics</i> , 15, 3-15.	X	X			
80. Jón Ingimarsson 1983: <i>Prepadæling á Eldvörp I, ferskvatnsholu Hitaveitu Suðurnesja í Eldvörpum</i> . Orkustofnun, Greinargerð JI-83/01.		X			
81. Jón Ingimarsson og Jónas Elíasson 1980: <i>Svartsengi. I. Grunnvatnsrannsóknir vegna ferskvatnsöflunar fyrir varmaorkuver</i> . Orkustofnun, OS-80031/VOD-12.	X	X			
82. Jón Ingimarsson og Jónas Elíasson 1980: <i>Svartsengi. II. Kort</i> . Orkustofnun, OS-80031/VOD-12.	X	X			
83. Jón Ingimarsson og Snorri Páll Kjaran 1978: <i>Svartsengi framvinduskýrsla um ferskvatnsathuganir</i> . Orkustofnun, OS-SFS-7801.	X	X			
84. Jón Jónsson 1978: <i>Jarðfræðikort af Reykjanesskaga. I. Skýringar við jarðfræðikort, 303 s. og 13 s. af ljósmyndum. II. Jarðfræðikort</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7831, Heildarjarðfræðikort af Reykjanesskaga (19 kortblöð í mælikv. 1:25 000 og tvö sérkort) ásamt jarðfræðilegri lýsingu í samræmi við kortin.	X	X			
85. Karl Ragnars og Stefán Arnórsson 1974: <i>Svartsengi. Rannsókn jarðhitasvæðisins og vinnslutækni</i> . Orkustofnun, OS-JHD 7407.	X	X		X	
86. Klein, F. W., Páll Einarsson og M. Wyss 1977: The Reykjanes peninsula, Iceland. Earthquake swarm of september 1972 and its tectonic significance. <i>J. Geophys. Res.</i> , 82, 5, 865-888.		X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
87. Kristín Vala Ragnarsdóttir 1986: Halogen content of hydrous alteration minerals from active geothermal systems. <i>Í: Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction, Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 452-453.</i>	X			X	
88. Kristín Vala Ragnarsdóttir, J. V. Walther og Stefán Arnórsson 1982: Description and interpretation of the composition of fluid and alteration mineralogy in the geothermal system at Svartsengi, Iceland. <i>Geochim. Cosmochim. Acta, 48, 1535-1553.</i>	X	X		X	
89. Kristján Sæmundsson 1986: Svartsengi geothermal field and Power Plant. <i>Í: The Fifth international Symposium on Water-Rock Interaction. Field Guide, Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 59-60.</i>	X	X			X
90. Kristján Sæmundsson og Freysteinn Sigurðsson 1986: Reykjanes peninsula. <i>Í: The Fifth international Symposium on Water-Rock Interaction. Field Guide, Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 57-58.</i>	X	X			X
91. Lúðvík S. Georgsson 1979: <i>Svartsengi. Viðnámsmælingar á utanverðum Reykjanesskaga.</i> Orkustofnun, OS-79042/JHD-20, 100 s.	X	X			
92. Lúðvík S. Georgsson 1982: <i>Viðnámsmælingar í Eldvörpum haustið 1981.</i> Orkustofnun, OS-82012/JHD-01.	X	X			
93. Lúðvík S. Georgsson 1991: <i>TEM-viðnámsmælingar í Svartsengi og Eldvörpum sumarið 1991.</i> Orkustofnun, OS-91053/JHD-31 B.	X	X			
94. Lúðvík S. Georgsson, Guðni Axelsson, Hjalti Franzson og Hrefna Kristmannsdóttir 1985: <i>Hola STG-1 á Stað við Grindavík.</i> Orkustofnun, OS-85081/JHD-40 B.	X	X		X	
95. Ómar Sigurðsson, Snorri Páll Kjaran, Þorsteinn Thorsteinsson, Valgarður Stefánsson og Guðmundur Pálmason 1985: Experience of exploiting Icelandic geothermal reservoirs. <i>Geothermal Resources Council Trans., International Symposium on Geothermal Energy, Kailua-Kona.</i>	X	X			
96. Parlaktuna, M. 1985: <i>Two-phase wellbore simulator and analysis of reinjection data from Svartsengi, Iceland.</i> Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 7, 55 s.	X	X			
97. Páll Einarsson 1991: Earthquakes and present-day tectonism in Iceland. <i>Tectonophysics, 189, 261-279.</i>		X			
98. Pullinger, C. R. 1991: <i>Geological and geothermal mapping at Núpafjall and Svartsengi in the Reykjanes Peninsula, SW-Iceland.</i> Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 11, 45 s.	X	X			
99. Regalado, J. R. 1981: <i>A study of the response to exploitation of the Svartsengi geothermal field, SW-Iceland.</i> Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 7, 111 s.	X	X			
100. Sakai, H., Einar Gunnlaugsson, Jens Tómasson og J. E. Rouse 1980: Sulfur isotope systematics in Icelandic geothermal systems and influence of seawater circulation at Reykjanes. <i>Geochim. Cosmochim. Acta, 44, 1223-1231.</i>	X	X		X	
101. Sigmar Ingason (ritstj.) 1992: <i>Vatnsveita Suðurnesja. Aðdragandi og uppbygging,</i> Vatnsveita Suðurnesja, 26 s.		X			X

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
102. Sigurður Gíslason og Stefán Arnórsson 1990: Saturation state of natural waters in Iceland relative to primary and secondary minerals in basalts. Í: Spencer, R. J. og I-M. Chou (ritstj.), <i>Fluid Mineral Interactions. A Tribute to H. P. Eugster</i> , The Geochemical Society, 373-393.	X	X		X	
103. Sigurður Karlsson 1991: <i>Hávaðamæling. Hitaveita Suðurnesja - Svartsengi</i> . Vinnueftirlit ríkisins, D4-276-91.			X		
104. Sigurður I. Sigurðsson 1984: <i>Mælingar á rhodamin í Svartsengi</i> . Orkustofnun, Greinargerð SIS-84/01.				X	
105. Sigurður Þórarinnsson 1978: <i>Hverir og laugar. Ölkeldur og kaldavermsl</i> . Náttúruverndarráð, Fjölrit nr. 3.					X
106. Snorri Páll Kjaran 1986: Geothermal Reservoir Engineering Experience in Iceland. <i>Nordic Hydrology</i> , 17, 417-438.	X	X			
107. Snorri Páll Kjaran 1986: <i>Geothermal Reservoir Engineering Experience in Iceland</i> , Verkfræðistofan Vatnaskil hf, Reykjavík, Presented at the Nordic Hydrological Conference, 27 s.	X	X			
108. Snorri Páll Kjaran, Jónas Elíasson og Gísli Karel Halldórsson 1980: <i>Svartsengi. Athugun á vinnslu jarðhita</i> . Orkustofnun, OS-80021/ROD10-JHD17.		X			
109. Snorri Páll Kjaran, Sigurður Lárus Hólm og Aðalsteinn Ingólfsson 1987: Groundwater Contamination Due to Surface Disposal of Geothermal Wastewater at Svartsengi, Iceland. Í: <i>Proceedings XXII LAHR Congress Lausanne</i> .	X			X	
110. Stefán Arnórsson 1969: <i>A geochemical study of selected elements in thermal waters of Iceland</i> . Royal School of Mines, Imperial College, University of London, London, Ph.D. ritgerð, 353 s.	X	X		X	
111. Stefán Arnórsson 1976: <i>Kísill og brennisteinsvetni í affallsvatni frá borholum</i> . Orkustofnun, OS-JHD 7601.				X	
112. Stefán Arnórsson 1977: <i>Major Element Chemistry of the Geothermal Sea-water at Reykjanes and Svartsengi, Iceland</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7734.	X	X		X	
113. Stefán Arnórsson 1977: Precipitation of calcite from flashed geothermal waters in Iceland. Í: Paquet, H. og Y. Tardy (ritstj.), <i>Proceedings of the Second International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Université Louis Pasteur, Centre National de la Recherche Scientifique, Institute de Géologie, Strasbourg, 152-169.	X	X		X	
114. Stefán Arnórsson 1977: Precipitation of calcite from flashed geothermal waters in Iceland. <i>Contrib. Mineral. Petrol.</i> , 66, 21-28.	X	X		X	
115. Stefán Arnórsson 1978: <i>Framvinduskýrsla um niðurstöður efnagreiningar á jarðhitavatni og hitaveituvatni varmaorkuvers Hitaveitu Suðurnesja við Svartsengi</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7836.	X			X	
116. Stefán Arnórsson 1978: Major element chemistry of the geothermal sea-water at Reykjanes and Svartsengi, Iceland. <i>Mineral. Mag.</i> , 42, 209-220.	X	X		X	
117. Stefán Arnórsson 1983: Gas pressures in geothermal systems. Í: <i>Proceedings of the Fourth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Institute for Thermal Spring Research Okayama University og IAGC, Misasa, Japan, 36-40.	X			X	
118. Stefán Arnórsson 1984: Germanium in Icelandic geothermal systems. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 48, 2489-2502.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
119. Stefán Arnórsson 1986: Chemistry of gases associated with geothermal activity and volcanism in Iceland: A review. <i>J. Geophys. Res.</i> , 91, 12.261-12.268.	X			X	
120. Stefán Arnórsson 1990: Gas chemistry of geothermal systems. Í: Durrance, E. M., E. M. Galimov, M. E. Hinkle, G. M. Reimer, R. Sugisaki og S. S. Augustithis (ritstj.), <i>Geochemistry of gaseous elements and compounds</i> , Theoprastus Publications, Aþena, Grikkland, 187-222.	X	X		X	
121. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson 1985: New gas geothermometers for geothermal exploration - Calibration and application. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 49, 1307-1325.	X			X	
122. Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1983: The chemistry of geothermal Waters in Iceland II. Mineral equilibria and independent variables controlling water compositions. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 47, 547-566.	X	X		X	
123. Stefán Arnórsson, Karl Ragnars, Sigurður Benediktsson, Gestur Gíslason, Sverrir Þórhallsson, Sveinbjörn Björnsson, Karl Grönvold og Baldur Línadal 1975: Exploitation of saline high-temperature water for space heating. Í: <i>Proceedings Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources</i> , United Nations, San Francisco, USA, 2077-2087.	X	X		X	
124. Stefán Arnórsson, Sven Sigurðsson og Hörður Svavarsson 1982: The chemistry of geothermal waters in Iceland. I. Calculation of aqueous speciation from 0° to 370°C. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 46, 1513-1532.					X
125. Stefán Arnórsson, Valgarður Stefánsson, Stefán G. Sigurmundsson, Gestur Gíslason og Karl Grönvold 1975: <i>Rannsókn á jarðhitasvæðinu í Svartsengi</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7541.	X	X		X	
126. Stefán Bergmann 1976: <i>Hitalögn til Grindavíkur frá Svartsengi</i> , Bréf sent Náttúruverndarráði, Árna Reynissyni.					X
127. Stefán Bergmann 1976: <i>Um Svartsengi, hugmyndir arkitekta um útlit mannvirkja og staðsetningu þeirra</i> , Bréf sent Náttúruverndarráði.					X
128. Sverrir Þórhallsson 1991: <i>Svartsengi - Umhverfisverkefni. Stutt yfirlit um rannsóknir til þessa</i> , Orkustofnun, 2 s.	X	X		X	
129. Sverrir Þórhallsson 1992: <i>Förgun brennisteinsvetnis</i> , Orkustofnun, 1 s.				X	
130. Sverrir Þórhallsson 1992: <i>Rannsóknir Orkustofnunar fyrir Hitaveitu Suðurnesja innan "Umhverfisverkefnis"</i> , Orkustofnun, 2 s.	X	X		X	
131. Sverrir Þórhallsson, Bessi Aðalsteinsson, Freysteinn Sigurðsson, Gunnar Þorbergsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Kristján H. Sigurðsson, Sæþór L. Jónsson og Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1986: <i>Staður. Seawater from wells. Hydrological Investigations. Final report</i> . Vatnaskil Consulting Engineers, OS-86003/JHD-01.	X	X		X	
132. Sverrir Þórhallsson, Bessi Aðalsteinsson, Freysteinn Sigurðsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Kristján H. Sigurðsson, Sæþór L. Jónsson og Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1986: <i>Húsatóftir. Hydrological Investigations. Prefeasibility report</i> . Vatnaskil Consulting Engineers, OS-86006/JHD-01 B.	X	X		X	
133. Sverrir Þórhallsson og Snorri Páll Kjaran 1991: Niðurdæling í háhitasvæðið í Svartsengi. Reynsla, líkanreikningur, áform. Í: <i>Orkuþing, STAPI - Jarðfræðistofa</i> , Reykjavík.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
134. Sæþór L. Jónsson og Hrefna Kristmannsdóttir Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1987: <i>Kalmanstjörn. Dæluþrófun KAL-6, KAL-7 og KAL-8</i> . Orkustofnun, OS-87020/JHD-13-B.		X		X	
135. Tole, M. P. 1988: <i>Geochemical sampling, laboratory analysis and mineral equilibria calculations for fluids from selected areas in Iceland</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 7, 52 s.	X	X		X	
136. Tole, M. P., Halldór Ármannsson, P. Zhong-he og Stefán Arnórsson 1993: <i>Fluid/mineral equilibrium calculations for chemical geothermometry. Examples from Iceland with special reference to well data. Geothermics, 22.</i>	X	X		X	
137. Torssander, P. 1986: <i>Origin of sulfur in Icelandic geothermal fluids. Í: Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 583-586.	X	X		X	
138. Torssander, P. 1986: <i>Origin of volcanic sulfur in Iceland. A sulfur isotope study</i> , Department of Geology, Stockholm University, Stokkhólmur, Meddelanden från Stockholms Universitets Geologiska Institution, Nr. 269, 164 s.	X	X		X	
139. Trausti Hauksson 1980: <i>Svartsengi. Efnasamsetning heits grunnvatns og hitaveituvatns</i> . Orkustofnun, OS-80023/JHD-12.	X	X		X	
140. Trausti Hauksson 1981: <i>Íblöndun saltsýru í frárennslisvatn í Svartsengi vegna niðurdælingar</i> . Orkustofnun, Greinargerð TH-81/05.	X	X		X	
141. Trausti Hauksson 1981: <i>Þrófun afgösunarturns í Svartsengi</i> . Orkustofnun, Greinargerð TH-81/06.				X	
142. Trausti Hauksson 1983: <i>Hitaveita Suðurnesja. Athugun á útfellingahættu í Njarðvíkuræð</i> . Orkustofnun, OS-83076/JHD-14.	X			X	
143. Trausti Hauksson 1985: <i>Niðurdælingartilraun í Svartsengi 1984</i> . Orkustofnun, OS-85107/JHD-13, 109 s.	X	X		X	
144. Valgarður Stefánsson 1984: <i>Um jarðhitakerfið í Svartsengi</i> . Orkustofnun, Greinargerð VS-84/02.	X	X			
145. Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson og Sverrir Þórhallsson 1982: <i>Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins</i> . Orkustofnun, OS-82093/JHD13.	X	X		X	
146. Valgarður Stefánsson, Lúðvík S. Georgsson og Rúnar Sigfússon 1976: <i>Rafleiðnimælingar í Eldvörpum og Svartsengi</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7639.	X	X			
147. Vatnsveita Suðurnesja 1992: <i>Skipulag vatnsverndarsvæða. Í: Sigmar Ingason (ritstj.), Vatnsveita Suðurnesja. Aðdragandi og uppbygging, 24-25.</i>		X			X
148. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1985: <i>Svartsengi. Vinnslueftirlit 1976 - 1985</i> . Orkustofnun, OS-85097/JHD-12.		X			
149. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1986: <i>Svartsengi. Athugun á vinnslu ferskvatns</i> . Orkustofnun, OS-86074/JHD-15.	X	X			
150. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1988: <i>Svartsengi. Vinnslueftirlit júlí 1985 - júlí 1988</i> . Orkustofnun, OS-88056/JHD-12.		X			
151. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1989: <i>Svartsengi. Reiknilíkan af jarðhitakerfi</i> . Orkustofnun, OS-89031/JHD-05, 111 s.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
152. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1989: Svartsengi. Vinnsluefirlit júl 1988 - júl 1989. Orkustofnun, OS-89062/JHD-09.		X			
153. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1990: Svartsengi. Vinnsluefirlit júl 1989 - júl 1990. Orkustofnun, OS-90028/JHD-05.		X			
154. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1991: Svartsengi. Vinnsluefirlit júl 1990 - júl 1991. Orkustofnun, OS-91031/JHD-17 B.	X	X			
155. Verkfræðistofan Vatnaskil hf, Jón Örn Bjarnason, Benedikt Steingrímsson og Guðjón Guðmundsson 1983: Svartsengi. I. Vatnsborðslækkun og vinnsla. II. Efnasamsetning jarðsjávar og gufu 1980-1983. III. Hiti og þrýstingur í jarðhitakerfinu. Orkustofnun, OS-83086/JHD-17.	X	X		X	
156. Verkfræðistofa Sigurðar R. Guðmundssonar 1982: Hegðun kísils í affallsvatni orkuvers Hitaveitu Suðurnesja, Svartsengi. Orkustofnun, OS-82072/JHD-17 B.	X			X	
157. Wangyal, P. 1992: Calcite deposition related to temperature and boiling in some Icelandic geothermal wells. Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 11, 33 s.	X	X		X	
158. Yu Heping 1987: Chemistry of geothermal fluids during production and disposal: Calcite scaling in Yangbajing, Svartsengi and Hveragerði. Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 17, 142 s.	X	X		X	
159. Zuniga, J. L. 1980: Geophysical logging in well SG-9, Svartsengi geothermal field, SW-Iceland. Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 8, 76 s.	X	X			

6. NESJAVELLIR

6.1 Almennar rannsóknir

Skráðar voru 281 heimild um Nesjavelli og var fjallað um efnisflokk I (jarðrask, varmabreytingar) í 214 þeirra, efnisflokk II (massabreytingar) í 207, efnisflokk III (hávaða) í engri, efnisflokk IV (gasútblastur, efni í affallsvatni) í 97 og efnisflokk V (verndun, almannatengsl, almennt eftirlit) í 21. Svæðið er mjög vel kannað og grunnupplýsingar til, sem ættu að koma sér vel fyrir allar umhverfisrannsóknir í framtíðinni. T.d. hefur Kristján Sæmundsson (Sæmundsson 1992) samið yfirlit um jarðfræði Þingvallasvæðisins og Markús Á. Einarsson (Einarsson 1992) um veðurfar þess.

6.2 Jarðrask

Þessum flokki hefur verið skipt í tvo undirflokk, þ.e. "Úttekt á lífríki" og "Jarðrask/breytingar vegna rasks".

Vel hefur verið staðið að athugunum á lífríki áður en að virkjun kom og bæði til upplýsingar um líf í vatni og einnig um gróður og beitarþol. Ekki er alveg ljóst af fyrirliggjandi heimildalista hve vel þeim grunnathugunum hefur verið fylgt eftir til að kanna áhrif vinnslu á þessa þætti.

Þá hafa greinilega verið töluverð samskipti við Náttúruverndarráð og Skipulag Reykjavíkur varðandi jarðrask og breytingar vegna þess og má ætla að frágangur allur sé í góðu lagi.

6.3 Massabreytingar

Miklar upplýsingar liggja fyrir um massatöku af svæðinu og áhrif hennar.

Upplýsingar eru til um yfirborðsummerki fyrir virkjun en enn er sennilega varla tímabært að gera samanburð til könnunar á áhrifum hennar enda sér þess ekki stað að það hafi verið gert.

Vandlega hefur verið fylgst með massatöku og þrýstingsbreytingum og gert líkan af hegðun svæðisins (Böðvarsson et al. 1990, 1991).

Til eru niðurstöður landmælinga og þyngdarmælinga frá því fyrir virkjun og fylgst er með breytingum. Gerðar hafa verið ítarlegar athuganir á jarðskjálftum á Hengilssvæðinu (Foulger 1984) og eru Nesjavellir með í mælaneti Raunvísindastofnunar Háskólans.

6.4 Hávaði

Engar upplýsingar fundust um að hávaðamælingar hafi verið gerðar, hvorki við borholur né innan virkjunarinnar. Í ljósi upplýsinga, sem til eru um borholur í Ölfusdal (Pétur Steinþórsson 1981, Sighvatur Elefsen og Trausti Hauksson 1984) og um vinnusvæði í Svartsengi (Guðmundur Eiríksson og Pétur Steinþórsson 1981, Sigurður Karlsson 1991) er brýnt að slíkar mælingar verði gerðar á Nesjavöllum.

6.5 Varmabreytingar

Hitaástand var kannað fyrir virkjun og eru til um það aðgengilegar upplýsingar. Ekki er alveg ljóst hve vel hefur verið fylgst með breytingum eftir að virkjun fór í gang. Streymi gufu frá bor-

holum hefur verið skráð og nýlega hefur verið hafin vinna við leiðir til skráningar á aflnýtingu (Gestur Gíslason 1992).

6.6 Gasútblastur

Nákvæmar upplýsingar eru til um gasmagn og efnainnihald gufu frá öllum borholum frá blástursprófunum. Þá eru til upplýsingar um efnainnihald í gagnaskýrslum, sem gefnar voru út fram til ársins 1983 (Hitaveita Reykjavíkur 1983), en eftir það eru upplýsingar til á tölvu Hitaveitu Reykjavíkur á VDATA formi, en æskilegt væri að útprentun af þeim væri útbúin og gerð aðgengileg. Nokkuð hefur verið unnið að athugunum á gasi í andrúmslofti, bæði hafa verið gerðar punktmælingar en einnig hafa verið prófaðar fjarkönnunaraðferðir við mælingar á Hg og SO₂ (Gestur Gíslason o.fl. 1992, Edner o.fl. 1991). Viðbótarupplýsingar um gasstreymi fást og úr athugun þeirri á aflnýtingu og dreifingu efna, sem nú er hafin (Gestur Gíslason 1992).

6.7 Efni í affallsvatni

Miklar upplýsingar eru til um samsetningu borholuvökva. Niðurstöður greininga eru til á prentuðu formi í skýrslum um einstakar borholur og fram til ársins 1983 (Hitaveita Reykjavíkur 1983). Þá hefur Jón Ólafsson (Ólafsson 1992) fjallað ítarlega um snefilefni í borholu- og affallsvatni. Niðurstöður síðustu ára eru til á VDATA formi á tölvu Hitaveitu Reykjavíkur en æskilegt væri að fá þær útprentaðar á aðgengilegu formi. Töluverðar athuganir voru gerðar á efnum í affallsvatni og á líklegu viðtökuvatni affalls áður en til virkjunar kom. Meðal annars var gerð vistfræðileg rannsókn á botnþörungum (Gunnar Steinn Jónsson 1984) og úttekt á ýmsum snefilefnum (Árni Gunnarsson og Einar Gunnlaugsson 1986). Í skýrslum þessum er mælt með áframhaldi slíkra rannsókna, en þá var ekki talin nauðsyn að endurtaka slíkar athuganir í brád. Ekkert affallsvatn fór í lækinn fyrr en 1990 liðið og athugandi hvort ekki er ástæða til endurtekinnna mælinga nú og til að nota niðurstöður hennar til að setja fram áætlun, þar sem ákveðið verður að gera vissar athuganir á ákveðnum fresti.

6.8 Verndun

Í skýrslu Sigurðar Þórarinssonar (1978) er talið æskilegt að Hengilssvæðið verði friðað að hluta, en ekki kveðið nánar á um æskilega staði eða svæði. Samkvæmt heimildalista hafa verið höfð samráð við Náttúruverndarráð og Skipulag ríkisins um staðsetningu mannvirkja og þá væntanlega tekið tillit til verndunarsjónarmiða. Æskilegt væri að fá umsögn um líklega verndunarstaði, þar sem enn hefur ekki verið virkjað.

6.9 Almannaþing

Eina heimildin, sem strangt til tekið getur talist til almannaþingsla, er bréf frá "Ferðamönnum" til Náttúruverndarráðs. Þó ber að geta þess að í kynningarbæklingi (Hitaveita Reykjavíkur 1992) eru umhverfisáhrif af virkjuninni kynnt. Einnig hafa verið gerð myndbönd (Páll Steingrímsson 1991a,b), sem til sýnis eru almenningi, þar sem öll helstu virkjunarferli eru kynnt og ljósar eru gerðar þær hættur, sem umhverfi getur stafað af slíkum framkvæmdum. Þá hefur verið ráðinn landvörður á svæðið og sér hann um merkingu helstu gönguleiða og gerð korta, sem sýnir þær og markverða staði. Ennfremur er rétt að geta þess að skipuleg móttaka gesta fer fram frá mánudegi til fimmtudags í viku hverri.

6.10 Eftirlit

Vel er fylgst með flestum þeim þáttum, sem áhrif hafa á umhverfi. Niðurstöður eru þó ekki allar til á prentuðu formi, en skv. upplýsingum frá Hitaveitu Reykjavíkur er þær allar aðgengi-
legar á tölvu hennar og auðvelt að búa þær til prentunar. Æskilegt væri að það yrði gert svo
að óháðir aðilar geti lagt mat á útfærslu eftirlitsins.

Heimildir um Nesjavelli flokkaðar eftir efnisatriðum töflu 1.

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
1. Anna Lís Guðmundsdóttir 1986: <i>Jarðvevskönnun á fyrirhuguðu byggingarsvæði á Nesjavöllum.</i>	X				
2. Anna Lís Guðmundsdóttir 1988: <i>Náttúrulegt varmastreymi til yfirborðs á jarðhitasvæðum í landi Nesjavalla.</i> Háskóli Íslands, Jarðfræðiskor, 4. árs verkefni.	X				
3. Anna Lís Guðmundsdóttir 1988: <i>Nesjavellir. Eftirlit með yfirborðs- og grunnvatnsrennsli. Samantekt mæligagna 1986 og 1987,</i> Hitaveita Reykjavíkur.	X			X	
4. Anna Lís Guðmundsdóttir og Guðrún J. Magnúsdóttir 1986: <i>Hitamælingar í jarðvegi á Nesjavöllum.</i> Háskóli Íslands, Jarðfræðiskor, Rannsóknarverkefni.	X				
5. Axel Björnsson 1980: <i>Háhitasvæðið við Hengil - Jarðeðlisfræðilegar forathuganir. Í: Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um jarðhita, Hótel Loftleiðum, 44-46,</i> Jarðfræðafélag Íslands, 3.	X	X			
6. Axel Björnsson og Gylfi Páll Hersir 1981: <i>Geophysical reconnaissance study of the Hengill high-temperature geothermal area, SW-Iceland. Geothermal Resources Council Trans., 5, 55-58.</i>	X	X			
7. Axel Björnsson og Gylfi Páll Hersir 1982: <i>Geophysical survey of the Hengill geothermal area. Í: Sveinn Jakobsson og Halldór Torfason (ritstj.), Abstracts, 15. Nordiske geologiske vintermøde, Reykjavík 5.-8. janúar 1982,</i> Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 36.	X	X			
8. Axel Björnsson, Gylfi Páll Hersir og Grímur Björnsson 1986: <i>The Hengill high-temperature area SW-Iceland: Regional geophysical Survey. Geothermal Resources Council Trans., 10, 205-210.</i>	X	X			
9. Axel Björnsson, Jens Tómasson og Kristján Sæmundsson 1974: <i>Hengilssvæðið. Staða jarðfræðirannsókna vorið 1974.</i> Orkustofnun, OS-JHD-7415, 9 s.	X	X			
10. Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Knútur Árnason, Grímur Björnsson, Gylfi Páll Hersir og Gunnar V. Johnsen 1985: <i>Nesjavellir-yfirborðsrannsóknir. Samantekt jarðfræði- og jarðeðlisfræðigagna. Rannsóknaráætlun fyrir árið 1985.</i> Orkustofnun, OS-85030/JHD-07, 97 s.	X	X			
11. Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson og Valgarður Stefánsson 1984: <i>Yfirborðsrannsóknir á Nesjavöllum.</i> Orkustofnun, Greinargerð AB-KS-VS/84-04, 4 s.	X	X			
12. Árni Gunnarsson 1982: <i>Tilraunir með "Fluid Bed" rörahitar og plötuhitar á skiljuvatni á Nesjavöllum sumarið 1982,</i> Hitaveita Reykjavíkur.	X	X			
13. Árni Gunnarsson 1987: <i>Nesjavallavirkjun, rannsóknar- og virkjunaráætlun. Í: Nesjavallavirkjun. Ráðstefna um virkjun jarðhita á Nesjavöllum,</i> Verkfræðingafélag Íslands, 19 s.	X	X			
14. Árni Gunnarsson og Ásbjörn Einarsson 1987: <i>Fundur hönnuða Nesjavallavirkjunar með starfsmönnum Hitaveitu Suðumesja í Svartsengi 25. nóvember 1986,</i> Hitaveita Reykjavíkur.					X
15. Árni Gunnarsson og Ásbjörn Einarsson 1987: <i>Fundur hönnuða Nesjavallavirkjunar með starfsmönnum Kröfluvirkjunar, Kröfluvirkjun 7.-8. maí 1987,</i> Hitaveita Reykjavíkur.					X
16. Árni Gunnarsson, Ásbjörn Einarsson og Einar Gunnlaugsson 1982: <i>Elliott gífuhverfill á Nesjavöllum, fyrsta upptekning.</i> Hitaveita Reykjavíkur, Greinargerð, 24 s.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
17. Árni Gunnarsson, Benedikt Steingrímsson, Runólfur Maack, Einar Gunnlaugsson og Jóhann Magnússon 1991: <i>Nesjavellir, Geothermal co-generation power plant</i> , Hitaveita Reykjavíkur.	X	X		X	
18. Árni Gunnarsson, Benedikt Steingrímsson, Runólfur Maack, Einar Gunnlaugsson og Jóhann Magnússon 1992: <i>Nesjavellir, Geothermal co-generation power plant. Geothermics</i> , 21.	X	X		X	
19. Árni Gunnarsson og Einar Gunnlaugsson 1986: <i>Affallsvatn frá Nesjavalla-virkjun. Staða rannsókna í árslok 1986</i> , Hitaveita Reykjavíkur, 27 s.	X			X	
20. Árni Gunnarsson, Einar Gunnlaugsson, Benedikt Steingrímsson, Jóhann Magnússon og Runólfur Maack 1990: <i>Kraftværmeverket Nesjavellir</i> , 3:e Nordiska Fjärrværmesymposiet, Reykjavík, 5-8 júní 1990.	X	X		X	
21. Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1988: <i>Samsætumælingar úr borholum á Nesjavöllum og Kolviðarhóli</i> . Raunvísindastofnun Háskólans, RH-16-88.	X	X		X	
22. Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1989: Stable isotope measurements on the thermal water at the Nesjavellir and Mosfellssveit geothermal fields, Iceland. Í: Miles, D. L. (ritstj.), <i>Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Balkema, Rotterdam, 665-668.	X	X		X	
23. Árný E. Sveinbjörnsdóttir, Einar Gunnlaugsson og Sigfús J. Johnsen 1987: The geochemistry and stable isotope composition of the hydrothermal fluid in the Nesjavellir high temperature field, Iceland. <i>EOS Trans., Am. Geophys. Union</i> , 68, 469.	X	X		X	
24. Árný E. Sveinbjörnsdóttir og Sigfús J. Johnsen 1992: Stable isotope study of the Thingvallavatn area. Groundwater origin, age and evaporation models. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, 136-150.	X	X		X	
25. Ásbjörn Einarsson 1982: <i>Nesjavellir. Vatnsfasi frá skilju. Útfelling á plötu hita-skiptis. Þykktarmæling og hreinsun 12.09.1982</i> , Hitaveita Reykjavíkur.	X	X		X	
26. Ásbjörn Einarsson og Einar Gunnlaugsson 1991: <i>Tæring ofna í Seljahverfi í Breiðholti</i> , Hitaveita Reykjavíkur.				X	
27. Ásgrímur Guðmundsson, Héðinn Ágústsson, Helga Tulinius, Hilmar Sigvaldason og Ómar Sigurðsson 1984: <i>Nesjavellir, hola NG-9. Borun vinnsluhluta frá 834 í 1055 m</i> . Orkustofnun, OS-84104/JHD-46 B.	X	X			
28. Ásgrímur Guðmundsson, Héðinn Ágústsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson og Sigurður Benediktsson 1984: <i>Nesjavellir, hola NG-9. Borun fyrir 340 mm (13 3/8") fódhringu og steyping</i> . Orkustofnun, OS-84102/JHD-45 B.	X	X			
29. Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason 1986: <i>Nesjavellir, hola NG-10. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar</i> . Orkustofnun, OS-86020/JHD-04.	X	X			
30. Ásgrímur Guðmundsson og Ómar Sigurðsson 1987: <i>Nesjavellir, niðurrennslis-holur. Borun, jarðlög og vatnsæðar</i> . Orkustofnun, OS-87043/JHD-25 B.	X	X			
31. Baldur Líndal og Svavar Hermannsson 1951: <i>Efnagreining á hverum og laugum</i> , Raforkumálastjóri, 80 s.		X		X	
32. Barth, Tom F. W. 1950: <i>Volcanic geology, hot springs and geysers of Iceland</i> , Carnegie Inst., Washington, 174 s.	X	X			
33. Benedikt Steingrímsson 1987: Boranir og mat á vinnslugetu jarðhitasvæðis-ins. Í: <i>Nesjavallavirkjun. Ráðstefna um virkjun jarðhita á Nesjavöllum</i> , Verkfræðingafélag Íslands, 18 s.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
34. Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson 1986: <i>Nesjavellir, hola NJ-13. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS-86027/JHD-07.	X	X		X	
35. Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson 1986: <i>Nesjavellir, hola NJ-11. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS-86025/JHD-05.	X	X		X	
36. Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Hjalti Franzson og Einar Gunnlaugsson 1990: Evidence of a supercritical fluid at depth in the Nesjavellir field. Í: Ramey, H. J., P. Kruger, F. G. Miller, R. N. Horne, W. E. Brigham og J. W. Look (ritstj.), <i>Proceedings Fifteenth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 81-88.	X	X			
37. Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Einar Gunnlaugsson, Guðjón Guðmundsson, Hjálmar Eysteinnsson og Ómar Sigurðsson 1993: <i>Kolviðarhóll, hola KhG-1. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS-93007/JHD-03, 176 s.	X	X		X	
38. Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ó. Friðleifsson, Guðrún Sverrisdóttir, Helga Tulinius, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson 1986: <i>Nesjavellir, hola NJ-14. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS-86028/JHD-08.	X	X		X	
39. Benedikt Steingrímsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hjalti Franzson, Helga Tulinius, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson 1986: <i>Nesjavellir, hola NJ-15. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS-86029/JHD-09.	X	X		X	
40. Benedikt Steingrímsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hjalti Franzson, Helga Tulinius, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson 1986: <i>Nesjavellir, hola NJ-16. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS-86030/JHD-10.	X	X		X	
41. Benedikt Steingrímsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hjálmar Eysteinnsson, Ómar Sigurðsson, Hjalti Franzson og Guðlaugur Hermannsson 1987: <i>Nesjavellir, hola NJ-18. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS-87029/JHD-06.	X	X			
42. Benedikt Steingrímsson, Hjalti Franzson, Guðrún Sverrisdóttir, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson 1986: <i>Nesjavellir, hola NJ-12. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS-86026/JHD-06.	X	X		X	
43. Benedikt Steingrímsson og Valgarður Stefánsson 1979: <i>Nesjavellir. Hitastig og þrýstingur í jarðhitasvæðinu</i> . Orkustofnun, OS79032/JHD-15, 31 s.	X	X			
44. Björn A. Harðarson og Snorri Zóphoníasson 1985: <i>Nesjavellir. Kjamaborun vegna stöðvarhúss</i> . Orkustofnun, Greinargerð OS-85/01 BAH-SZ.	X				
45. Bragi Árnason 1976: <i>Groundwater systems in Iceland traced by deuterium</i> , Vísindafélag Íslendinga (Soc. Scient. Isl.), 236 s.	X	X		X	
46. Bragi Árnason 1977: The hydrogen-water isotope geothermometer applied to geothermal areas in Iceland. <i>Geothermics</i> , 5, 75-80.	X	X		X	
47. Bragi Árnason 1977: Hydrothermal systems in Iceland traced by deuterium. <i>Geothermics</i> , 5, 125-151.	X	X		X	
48. Bragi Árnason, Páll Theodórsson, Sveinbjörn Björnsson og Kristján Sæmundsson 1969: Hengill, a high temperature thermal area in Iceland. <i>Bull. Volcanol.</i> , 33, 1, 245-259.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
49. Darwis, R. H. S. 1987: <i>Analysis and reservoir engineering data from well KhG-1 Kolviðarhöll-Iceland</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 9.	X	X			
50. Davíð Egilsson 1988: <i>Ferð á Nesjavelli</i> . Náttúruverndarráð, Minnisblað.	X				X
51. Davíð Egilsson 1989: <i>Frárennsli Nesjavallavirkjunar</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Skipulagsstjóra Ríkisins.	X				X
52. Edner, H., G. W. Faris, A. Suneson, S. Svanberg, Jón Örn Bjarnaon, Hrefna Kristmannsdóttir og Kristján Hrafn Sigurðsson 1991: Lidar search for atmospheric mercury in Icelandic geothermal fields. <i>J. Geophys. Res.</i> , 96, 2977-2986.				X	
53. Einar Gunnlaugsson 1977: <i>The origin and distribution of sulphur in fresh and geothermally altered rocks in Iceland</i> . Department of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK, Ph.D. ritgerð, 192 s.	X	X		X	
54. Einar Gunnlaugsson 1982: <i>Efnasamsetning jarðhitavatns notað í varmaskipta-tilraunir á Nesjavöllum 1982</i> . Hitaveita Reykjavíkur, EG-82-05.				X	
55. Einar Gunnlaugsson 1983: <i>Gagnaskrá fyrir Nesjavelli. Efnagreiningar, aflmælingar, rennislismælingar</i> . Hitaveita Reykjavíkur, EG-83-07.		X		X	
56. Einar Gunnlaugsson 1984: <i>Nesjvellir. Aflmælingar, sýnataka</i> . Hitaveita Reykjavíkur, EG-84-07, 10 s.		X		X	
57. Einar Gunnlaugsson 1984: <i>Nesjvellir. Uppblöndun á köldu vatni og blöndun við hitaveituvatn</i> . Hitaveita Reykjavíkur, EG-84-03.	X	X		X	
58. Einar Gunnlaugsson 1984: <i>Nesjvellir, NG-8. Breytingar í blæstri</i> . Hitaveita Reykjavíkur, EG-84-09, 4 s.		X			
59. Einar Gunnlaugsson 1985: <i>Nesjvellir. Aflmælingar til ársloka 1984</i> . Hitaveita Reykjavíkur, EG-85-01.		X			
60. Einar Gunnlaugsson 1985: <i>Nesjvellir. NG-8 Breytingar á blæstri</i> . Hitaveita Reykjavíkur, EG-85-02.		X			
61. Einar Gunnlaugsson 1987: <i>Efnaeiginleikar hitaveituvatnsins og umhverfisrannsóknir. Í: Nesjavallavirkjun. Ráðstefna um virkjun jarðhita á Nesjavöllum, Verkfræðingafélag Íslands, 12 s.</i>	X			X	
62. Einar Gunnlaugsson 1987: <i>Nesjvellir. Aflmælingar til ársloka 1986</i> , Hitaveita Reykjavíkur.		X			
63. Einar Gunnlaugsson 1987: <i>Nesjvellir. Aflmælingar frá 1. janúar - 31. mars 1987</i> . Hitaveita Reykjavíkur, Greinargerð EG-87/05.		X			
64. Einar Gunnlaugsson 1987: <i>Nesjvellir. Aflmælingar 1. apríl til 31. maí 1987</i> . Hitaveita Reykjavíkur, Greinargerð EG-87/09.		X			
65. Einar Gunnlaugsson 1987: <i>Nesjvellir. Aflmælingar 1. júní til 30. september 1987</i> . Hitaveita Reykjavíkur, Greinargerð EG-87/14.		X			
66. Einar Gunnlaugsson 1988: <i>Nesjvellir. Aflmælingar 1987</i> , Hitaveita Reykjavíkur.		X			
67. Einar Gunnlaugsson 1988: <i>Nesjvellir. Aflmælingar fyrri hluta 1988</i> , Hitaveita Reykjavíkur.		X			
68. Einar Gunnlaugsson 1989: <i>Nesjvellir. Gufuborholur 1988. Afl, vatnsborð og vinnsla</i> , Hitaveita Reykjavíkur.		X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
69. Einar Gunnlaugsson 1990: <i>Nesjavellir. Gufuborholur 1989. Afl, vatnsborð og vinnsla</i> , Hitaveita Reykjavíkur, Viðauki: Ómar Sigurðsson, Orkustofnun.		X			
70. Einar Gunnlaugsson 1991: <i>Nesjavellir. Gufuborholur 1990. Afl, vatnsborð og vinnsla</i> , Hitaveita Reykjavíkur, Viðauki: Ómar Sigurðsson, Orkustofnun.		X			
71. Einar Gunnlaugsson og Ásbjörn Einarsson 1989: Magnesium-silicate scaling in mixture of geothermal water and deaerated fresh water in a district heating system. International Workshop on Deposition of Solids in Geothermal Systems. <i>Geothermics</i> , 18, 113-120.	X	X		X	
72. Einar Gunnlaugsson og Gestur Gíslason 1991: <i>Athugun á afköstum gufuborhola í júní 1991</i> , Hitaveita Reykjavíkur.		X			
73. Eiríkur Einarsson 1975: Örnefni á afrétti Hjallasóknar í Ölfusi. <i>Farfuglinn</i> , 1.	X				X
74. Eysteinn Tryggvason 1973: Hve hratt síga Þingvellir?. <i>Náttúrufræðingurinn</i> , 43, 175-182.	X	X			
75. Eyþór Einarsson 1992: Vascular plants of the Thingvallavatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 64, 117-120.	X				
76. Eyþór Einarsson og Þóroddur F. Þóroddsson 1988: <i>Náttúruminjasráð, fimmta útgáfa 1988</i> , Náttúruminjaráð.					X
77. Ferðamenn 1991: <i>Vegur til Nesjavalla</i> , Bréf sent Náttúruverndarráði, 1 s.	X				X
78. Foulger, G. R. 1981: <i>The seismological field project of June-October 1981 in the Hengill area</i> . Raunvísindastofnun Háskólans, RH 81-18.		X			
79. Foulger, G. R. 1984: <i>The Hengill geothermal area: Seismological studies 1978-1984</i> . Raunvísindastofnun Háskólans, Hitaveita Reykjavíkur, Orkustofnun, OS-84073/JHD-12/RH-07-84, 196 s.		X			
80. Foulger, G. R. 1985: <i>Seismological studies in the Hengill geothermal area, SW Iceland</i> . Durham University, Ph.D. ritgerð, 313 s.	X	X			
81. Foulger, G. R. og R. E. Long 1984: Anomalous focal mechanisms: tensile crack formation on an accreting plate boundary. <i>Nature</i> , 310, 43-45.	X	X			
82. Foulger, G. R. og Páll Einarsson 1979: <i>Recent earthquakes in the Hengill-Hellisheiði area in SW-Iceland</i> . Raunvísindastofnun Háskólans, RH-79-7, 17 s.		X			
83. Freyr Þórarinsson 1981: <i>Grunnvatnshæð í Hengli</i> . Orkustofnun, Greinargerð FP-81/01, 4 s.	X	X			
84. Freysteinn Sigurðsson og Helgi Torfason 1989: <i>Iceland. Í: Mineral deposits of Europe</i> , The Institute of Mining and Metallurgy, The Mineralogical Society, 421-431.	X	X		X	
85. Gísli Gíslason 1984: <i>Framkvæmdir Hitaveitu Reykjavíkur á Nesjavöllum</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Hitaveitu Reykjavíkur, Árna Gunnarssyni, 5. október 1984.	X				X
86. Gísli Gíslason 1985: <i>Girðing umhverfis Nesjavallaland</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Hitaveitu Reykjavíkur, Árna Gunnarssyni, 19. ágúst 1985.	X				X
87. Gísli Gíslason 1986: <i>Lega aðfærsluæðar frá Nesjavöllum til Reykjavíkur</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Hitaveitu Reykjavíkur, Árna Gunnarssyni, 3. september 1986.	X				X

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
88. Gísli Gíslason 1987: <i>Affallsvatn frá Nesjavallavirkjun</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Hitaveitu Reykjavíkur, 9. mars 1987.	X				X
89. Gísli Halldórsson 1934: Hveravirkjun og hitaveitur með tilliti til Hengilsins. <i>Tímarit VFÍ</i> , 19, 57-67.		X			
90. Gísli Halldórsson 1935: Hengill-Reykir. Svar við athugasemd. <i>Tímarit VFÍ</i> , 20, 11-15.		X			
91. Guðmundur S. Böðvarsson 1987: <i>Líkanreikningar fyrir jarðhitakerfi Nesjavalla. I The Nesjavellir Geothermal Field, Iceland. Appendix</i> , Hitaveita Reykjavíkur.	X	X			
92. Guðmundur S. Böðvarsson, Sveinbjörn Björnsson, Árni Gunnarsson, Einar Gunnlaugsson, Ómar Sigurðsson, Valgarður Stefánsson og Benedikt Steingrímsson 1990: The Nesjavellir Geothermal Field, Iceland. Part 1. Field Characteristics and Development of a Three-dimensional Numerical Model. <i>Geotherm. Sci. & Tech.</i> , 2, 3, 189-228.	X	X			
93. Guðmundur S. Böðvarsson, Sveinbjörn Björnsson, Árni Gunnarsson, Einar Gunnlaugsson, Ómar Sigurðsson, Valgarður Stefánsson og Benedikt Steingrímsson 1991: The Nesjavellir Geothermal Field, Iceland. Part 2. Evaluation of the Generating capacity of the System. <i>Geotherm. Sci. & Tech.</i> , 2, 4, 229-261.	X	X			
94. Guðmundur Sv. Hermannsson 1990: New heat. New horizons. <i>Iceland Review</i> , Special supplement, 8 s.					X
95. Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Halldórsson 1985: <i>Mat á jarðvarma Íslands</i> . Orkustofnun, OS-85076/JHD-10, 134 s.	X	X			
96. Guðmundur Pálmason, Stefán Arnórsson, Ingvar Birgir Friðleifsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Kristján Sæmundsson, Valgarður Stefánsson, Benedikt Steingrímsson, Jens Tómasson og Leó Kristjánsson 1979: The Iceland crust: Evidence from drillhole data on structure and processes. Í: Talwani, M., C. G. Harrison og D. E. Hayes (ritstj.), <i>Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Ocean Crust</i> , Am. Geophys. Union, Washington, D.C., USA, 43-65.	X	X		X	
97. Guðrún Þóra Magnúsdóttir 1986: <i>Efnasamsetning gass úr gufuaugum á Nesjavöllum</i> . Háskóli Íslands, B.S. ritgerð.				X	
98. Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir 1991: <i>Hitaveita Reykjavíkur. Útfellingar</i> . Orkustofnun, Greinargerð GSv/HK-91/01.	X	X		X	
99. Gunnar Böðvarsson 1951: Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni, árin 1947-1949, Fyrri hluti. <i>Tímarit VFÍ</i> , 37, 1, 1-48.	X	X		X	
100. Gunnar Böðvarsson 1951: Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni, árin 1947-1949, Seinni hluti. <i>Tímarit VFÍ</i> , 37, 2, 40-132.	X	X		X	
101. Gunnar Böðvarsson 1986: <i>Afl og orka jarðhitakerfis Nesjavalla</i> , Hitaveita Reykjavíkur, 25 s.	X	X			
102. Gunnar Böðvarsson 1987: <i>Líkanreikningar fyrir jarðhitakerfi Nesjavalla. II Safn greina Gunnars Böðvarssonar</i> , Hitaveita Reykjavíkur.	X	X			
103. Gunnar Steinn Jónsson 1984: <i>Vistfræðileg rannsókn á botnpörungum í Þorsteinsvík í Þingvallavatni</i> , Hitaveita Reykjavíkur.	X				

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
104. Gunnar St. Jónsson 1992: Photosynthesis and production of epilithic algal communities in Thingvallavatn. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, 222-240.	X			X	
105. Gunnar Þorbergsson 1988: <i>Fallmælingar fyrir Hitaveitu Reykjavíkur á Nesjavöllum 1987</i> . Orkustofnun, Greinargerð GP-88/04.		X			
106. Gunnar Þorbergsson 1988: <i>Lengdarmælingar vestan Nesjavalla fyrir Hitaveitu Reykjavíkur</i> . Orkustofnun, Greinargerð GP-88/06.		X			
107. Gunnar Þorbergsson og Guðmundur H. Vigfússon 1990: <i>Nesjavallaveita. Landmælingar á Nesjavöllum og Hengilsvæði 1982-1990</i> . Orkustofnun, OS-90046/VOD-07 B.		X			
108. Gunnar Þorbergsson, Ingvar Þór Magnússon, Ásgeir Gunnarsson, Gunnar V. Johnsen og Axel Björnsson 1984: <i>Landmælingar og þyngdarmælingar á Hengilsvæði 1982 og 1983</i> . Orkustofnun, OS-84003/VOD-03 B.		X			
109. Gylfi Páll Hersir 1980: <i>Electric and electromagnetic measurements across the Mid-Atlantic ridge in southwest Iceland, with special reference to the high temperature area of Hengill</i> . Laboratoriet for Geofysik, Aarhus Universitet, Danmark, Mag. Scient ritgerð, 165 s.	X	X			
110. Gylfi Páll Hersir, Axel Björnsson og L. B. Pedersen 1984: Magnetotelluric survey across the active spreading zone in south west Iceland. <i>J. Volcanol. Geotherm. Res.</i> , 20, 253-265.	X	X			
111. Gylfi Páll Hersir, Grímur Björnsson og Axel Björnsson 1990: <i>Eldstöðvar og jarðhiti á Hengilsvæðinu. Jarðeðlisfræðileg könnun</i> . Orkustofnun, OS-90031/JHD-06.	X	X			
112. Gylfi Páll Hersir, Grímur Björnsson, Axel Björnsson og Hjálmar Eysteinson 1990: <i>Eldstöðvar og Jarðhiti á Hengilsvæði. Jarðeðlisfræðileg könnun - Viðnámsmælingögn</i> . Orkustofnun, OS-90032/JHD-16 B, 89 s.	X	X			
113. Hafliði Hafliðason, Guðrún Larsen og Gunnar Ólafsson 1992: The recent sedimentation history of Thingvallavatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, Kaupmannahöfn, 80-95.	X				
114. Hákon Aðalsteinsson, Pétur M. Jónasson og Sigurjón Rist 1992: Physical characteristics of Thingvallavatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, Kaupmannahöfn, 121-135.	X	X			
115. Helgi Torfason, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Gunnar V. Johnsen og Einar Gunnlaugsson 1983: <i>Vestur - Hengill. Yfirborðsrannsókn jarðhitasvæðisins</i> . Orkustofnun, OS-83119/JHD-22.	X	X		X	
116. Hilmar Sigvaldason, Ásgrímur Guðmundsson, Héðinn Ágústsson, Hjalti Franzson og Sigurður Benediktsson 1985: <i>Nesjavellir, hola NG-10. Fyrsti áfangi: Borun í 199 m og steyping 13 3/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, OS-85002/JHD-01 B.	X	X			
117. Hilmar Sigvaldason, Einar Gunnlaugsson, Valgarður Stefánsson og Benedikt Steingrímsson 1987: <i>Nesjavellir, hola NG-10. Upphitun, upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-87009/JHD-08 B.	X	X		X	
118. Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Ásgrímur Guðmundsson, Ómar Bjarki Smáragson, Ómar Sigurðsson og Héðinn Ágústsson 1985: <i>Nesjavellir, hola NG-10. Þriðji áfangi: Borun vinnsluhluta holunnar</i> . Orkustofnun, OS-85006/JHD-03 B.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
119. Hilmar Sigvaldason, Jens Tómasson, Ómar Sigurðsson og Hjalti Franzson 1982: <i>Nesjavellir, hola NG-6. Borun vinnsluhluta frá 639 m í 1144 m.</i> Orkustofnun Greinargerð HS/JT/ÓS/HF.	X	X			
120. Hilmar Sigvaldason, Jens Tómasson, Ómar Sigurðsson og Hjalti Franzson 1984: <i>Nesjavellir, hola NG-6. Þriðji áfangi. Borun vinnsluhluta frá 639 m í 1144 m.</i> Orkustofnun OS84065/JHD-24 B.	X	X			
121. Hilton, D. R., Karl Grönvold, R. K. O’Nions og E. R. Oxburgh 1990: Regional distribution of 3He anomalies in the Icelandic crust. <i>Chemical Geology</i> , 88, 53-67.				X	
122. Hitaveita Reykjavíkur 1987: <i>Líkanreikningar fyrir jarðhitakerfi Nesjavalla. III Ýmis skrif tengd líkanreikningum</i> , Hitaveita Reykjavíkur.	X	X			
123. Hitaveita Reykjavíkur 1987: <i>Nesjvallaveita - Kynningarbæklingur</i> , Hitaveita Reykjavíkur.					X
124. Hitaveita Reykjavíkur 1992: <i>Almennur bæklingur</i> , Reykjavík, 28 s.					X
125. Hitaveita Reykjavíkur 1992: <i>Nesjavellir</i> , Reykjavík, 12 s.					X
126. Hjalti Franzson 1987: <i>Nesjavellir. Borholujarðfræði, vatnsgengd í jarðhitageymi.</i> Orkustofnun, OS-87028/JHD-05.		X			
127. Hjalti Franzson 1988: <i>Nesjavellir. Borholujarðfræði. Vatnsgengd í jarðhitageymi.</i> Orkustofnun, OS-88046/JHD-09.		X			
128. Hjalti Franzson, Ásgrímur Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Jens Tómasson 1986: <i>Nesjavellir high-temperature field, SW Iceland. Reservoir geology. Í: Proceedings of the Fifth international symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 210-213.	X	X			
129. Hjalti Franzson, Ásgrímur Guðmundsson, Sigurður Benediktsson, Gísli Guðmundsson, Hilmar Sigvaldason og Héðinn Ágústsson 1984: <i>Nesjavellir, hola NG-8. Seinni áfangi: Borun vinnsluhluta frá 100 m í 403 m.</i> Orkustofnun 84067/JHD-26 B.	X	X			
130. Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985: <i>Nesjavellir, hola NG-7. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar.</i> Orkustofnun, OS-85124/JHD-18.	X	X			
131. Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985: <i>Nesjavellir, hola NG-8. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar.</i> Orkustofnun, OS-85120/JHD-16.	X	X			
132. Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985: <i>Nesjavellir, hola NG-9. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar.</i> Orkustofnun, OS-85123/JHD-17.	X	X			
133. Hjalti Franzson, Hilmar Sigvaldason, Jens Tómasson og Guðjón Guðmundsson 1982: <i>Nesjavellir, hola NG-6. Borun frá 225 m í 639 m og steyping 9 5/8" fóðringar.</i> Orkustofnun Greinargerð HF/HS/JT/GjG.	X	X			
134. Hjalti Franzson, Hilmar Sigvaldason, Jens Tómasson og Guðjón Guðmundsson 1984: <i>Nesjavellir, hola NG-6, Annar áfangi: Borun frá 225 m í 639 m og steyping 9 5/8" fóðringar.</i> Orkustofnun 84064/JHD-23 B.	X	X			
135. Hjalti Franzson, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Héðinn Ásgeirsson 1983: <i>Nesjavellir, hola NG-7. Þriðji áfangi: Borun vinnsluhluta, 593-2001 m.</i> Orkustofnun, OS-83105/JHD-41 B.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
136. Hjalti Franzson, Sigurður Benediktsson, Hilmar Sigvaldason, Héðinn Ágústsson, Jens Tómasson og Valgarður Stefánsson 1984: <i>Nesjavellir, hola NG-8. Fyrri áfangi: Borun í 127 m og steyping 13 3/8" fódhringar</i> . Orkustofnun 84066/JHD-25 B.	X	X			
137. Hjálmar Eysteinnsson 1991: <i>Þyngdarmælingar á Nesjavallasvæðinu 1990</i> . Orkustofnun, Greinargerð HE-91/02.		X			
138. Hrefna Kristmannsdóttir 1973: <i>Greiningar á leimínurölum og zeólítum frá holu 5 á Nesjavöllum</i> , Orkustofnun, 8 s.	X	X			
139. Hrefna Kristmannsdóttir 1975: Hydrothermal alteration of basaltic rocks in Icelandic geothermal areas. <i>Geothermics</i> , 2, Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, USA, 441-446.	X	X			
140. Hrefna Kristmannsdóttir og Jens Tómasson 1974: <i>Nesjavellir. Hydrothermal Alteration in a High Temperature Area</i> . Orkustofnun, OS-JHD-24, 19 s.	X	X			
141. Hrefna Kristmannsdóttir og Jens Tómasson 1974: <i>Nesjavellir. Hydrothermal Alteration in a High Temperature Area. Í: Proceedings of the International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Prag, Tékkóslóvakía, 170-177.	X	X			
142. Hrefna Kristmannsdóttir og Jens Tómasson 1978: Zeolite zones in geothermal areas in Iceland. Í: Sand, L. B. og Mumpton (ritstj.), <i>Natural Zeolites Occurrence, properties, use</i> , Pergamon Press, Oxford, UK, 277-284.	X	X			
143. Iðntæknistofnun Íslands 1979: <i>Nesjavellir. Könnun á útstreymi heits vatns í Þingvallavatn undan Nesjavallahrauni</i> , Hitaveita Reykjavíkur.	X			X	
144. Ingvi Þorsteinsson 1985: <i>Gróður og beitarpól í landi Nesjavalla í Grafningi 1984</i> , Rannsóknarstofnun Landbúnaðarins, Gróðurnýtingardeild.	X				
145. Ingvi Þorsteinsson og Ólafur Arnalds 1992: The vegetation and soils of the Thingvallavatn area. Í: Pétur M. Jónason (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64.	X				
146. Jarðboranir Ríkisins 1951: <i>Efnagreiningar á hverum og laugum</i> , Jarðboranir Ríkisins, Reykjavík.				X	
147. Jens Tómasson 1966: <i>Þunn sneiðar frá holu 3 Nesjavöllum</i> , Orkustofnun, 9 s.	X	X			
148. Jens Tómasson, Ásgrímur Guðmundsson, Hilmar Sigvaldason, Sigurður Benediktsson og Héðinn Ágústsson 1985: <i>Nesjavellir, hola NG-10. Annar áfangi: Borun frá 198 í 598 m og fódhring 9 5/8" niður í 596 m dýpi</i> . Orkustofnun, OS-85005/JHD-03 B.	X	X			
149. Jens Tómasson, Guðmundur Guðmundsson og Stefán Arnórsson 1971: <i>Jarðhitarannsóknir á Nesjavallasvæðinu</i> , Orkustofnun, 21 s.	X	X		X	
150. Jens Tómasson, Héðinn Ágústsson og Valgarður Stefánsson 1983: <i>Nesjavellir, hola NG-7. Fyrsti áfangi: Borun í 183 m og steyping 13 3/8" fódhring</i> . Orkustofnun, OS-83103/JHD-39 B.	X	X			
151. Jens Tómasson, Hilmar Sigvaldason, Héðinn Ágústsson, Guðlaugur Hermannsson, Ómar Bjarki Smárason og Sigurður Benediktsson 1983: <i>Nesjavellir, hola NG-7. Annar áfangi. Borun frá 183 m í 593 m og steyping 9 5/8" fódhringar</i> . Orkustofnun, OS-83104/JHD-40 B.	X	X			
152. Jens Tómasson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson og Guðjón Guðmundsson 1982: <i>Borun NG-6 frá 60-225 m dýpi og fódhring með 17 1/2" niður í 220 m dýpi</i> . Orkustofnun Greinargerð JT/HS/HF/GjG.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
153. Jens Tómasson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson og Guðjón Guðmundsson 1984: <i>Nesjavellir, hola NG-6. Fyrsti áfangi: Borun frá 60 í 225 m og fódoring með 17 1/2" niður í 220 m dýpi</i> . Orkustofnun OS-84063/JHD-22 B.	X	X			
154. Jens Tómasson og Karl Grönvold 1972: <i>Viðgerð á holu 3 á Nesjavöllum o.fl.</i> Orkustofnun, Greinargerð JT/KG 2.3.72.		X			
155. Jens Tómasson og Karl Grönvold 1973: <i>Nesjavellir, hola 5</i> , Orkustofnun, 4 s.	X	X			
156. Jens Tómasson, Karl Grönvold, Hrefna Kristmannsdóttir og Þorsteinn Thorsteinsson 1974: <i>Nesjavellir hola 5</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7423.	X	X		X	
157. Jens Tómasson og Kristján Sæmundsson 1967: <i>Borholur á Nesjavöllum. (Með jarðfræðilegum inngangi)</i> , Orkustofnun.	X	X			
158. Jóhannes Zoega 1974: <i>The district heating system in Reykjavík, Iceland</i> , (Klamath Falls), Hitaveita Reykjavíkur, 20 s.		X			
159. Jóhannes Zoega 1987: Afl- og orkuþörf Hitaveitu Reykjavíkur, val á hagkvæmasta virkjunarkosti. Í: <i>Nesjvallavirkjun. Ráðstefna um virkjun jarðhita á Nesjavöllum</i> , Verkfræðingafélag Íslands, 10 s.		X			
160. Jón Ólafsson 1992: Chemical characteristics and trace elements of Thingvallavatn. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 64, 151-161.				X	
161. Kairesalo, T., Gunnar St. Jónsson, Karl Gunnarsson, C. Lindegaard og Pétur M. Jónason 1992: Metabolism and community dynamics within <i>Nitella opaca</i> (Charophyceae) beds in Thingvallavatn. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 64, 241-256.	X			X	
162. Kjartan G. Magnússon 1992: Birds of the Thingvallavatn area. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 64, 381-395.	X				
163. Kjartan Thors 1992: Bedrock, sediments and faults in Thingvallavatn. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 64, 69-79.	X				
164. Klaren, D. G. og B. Maaskant 1982: Fluid bed heating exchanger, principal and non-fouling performance on Icelandic geothermal brines. Í: <i>Proceedings of the Fourth New Zealand Geothermal Workshop</i> , Auckland, New Zealand.	X	X		X	
165. Knútur Árnason 1991: <i>Viðnámsmælingar á jarðhitasvæðinu við Ölkelduháls I</i> . Orkustofnun, Greinargerð KÁ-91/02.	X	X			
166. Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson, Sigurður Th. Rögnvaldsson og Snorri Páll Snorrason 1987: <i>Nesjavellir - Ölkelduháls. Yfirborðsrannsóknir 1986</i> . Orkustofnun, OS-87018/JHD-02.	X	X			
167. Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson og Snorri Páll Snorrason 1986: <i>Nesjavellir. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985</i> . Orkustofnun, OS-86014/JHD-02.	X	X			
168. Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Sigurður Rögnvaldsson og Snorri Páll Snorrason 1986: <i>Nesjavellir. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Áfangaskýrsla. Tillaga að rannsóknnum árið 1987</i> . Orkustofnun, OS-85061/JHD-23 B.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
169. Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson og Snorri Páll Snorrason 1985: <i>Nesjavellir. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Áfangaskýrsla. Til-laga að rannsóknnum árið 1986</i> . Orkustofnun, OS-85088/JHD-47 B.	X	X			
170. Knútur Árnason, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir og Lúðvík S. Georgsson 1986: <i>Nesjavellir. Jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Mæli-gögn</i> . Orkustofnun, OS-86017/JHD-06 B.	X	X			
171. Knútur Árnason, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Lúðvík S. Georgsson og Sigurður Th. Rögnvaldsson 1987: <i>Nesjavellir. Jarðeð-lisfræðirannsóknir 1986. Mæligögn</i> . Orkustofnun, OS-87019/JHD-12 B.	X	X			
172. Knútur Árnason og Gylfi Páll Hersir 1985: <i>Viðnámsmælingar á Nesjavalla-svæði 1970-84</i> . Orkustofnun, Greinargerð KÁ-GPH-85/01, 7 s.	X	X			
173. Kristín Gestsdóttir 1988: <i>Efnasamsetning álsilikat-holufyllinga í borholum NG-6, NG-7 og NJ-12, Nesjavöllum</i> . Háskóli Íslands, Raunvísindadeild, B.S. rit-gerð.	X	X		X	
174. Kristján Sæmundsson 1962: <i>Das Alter der Nesja-Lava (Sudwest-Island). Neues Ib. Geol. u. Palaeont, 12, (Vorlaufige Mitteilung), 650</i> .	X	X			
175. Kristján Sæmundsson 1965: <i>Athugasemd um jarðhita á Hengilssvæði með til-liti til jarðhitavirkjunar fyrir Reykjavík</i> . Orkustofnun, Greinargerð.		X			
176. Kristján Sæmundsson 1967: <i>Vulkanismus und Tektonik Hengill-gebietes in Sudwest-Island. Acta Nat., 2, 1-105</i> .	X	X			
177. Kristján Sæmundsson 1970: <i>Jarðhiti á Suðurlandsundirlendi og nýting hans. Suðri, 2</i> .	X				
178. Kristján Sæmundsson 1992: <i>Geology of the Thingvallavatn area. Í: Pétur M. Jónason (ritstj.), Oikos, 64, 40-68</i> .	X	X			
179. Kristján Sæmundsson, Snorri Páll Snorrason og Guðmundur Ó. Friðleifsson 1990: <i>Jarðhitakort af suðurhluta Hengilssvæðis milli Hengladala og Krossfjalla</i> . Orkustofnun, OS-90008/JHD-02 B, (Kort í handriti).	X	X			
180. Kristján Sæmundsson og Sveinbjörn Björnsson 1970: <i>Umsögn um háhita-svæðin í Hengli og Krísuvík með tilliti til virkjunar fyrir hitaveitu höfuðborgarsvæðis-ins</i> , Orkustofnun, 16 s.	X	X			
181. Markús Á. Einarsson 1992: <i>Climatic conditions of the Thingvallavatn area. Í: Pétur M. Jónason (ritstj.), Oikos, 64, Kaupmannahöfn, 96-104</i> .	X				
182. Marty, B., Einar Gunnlaugsson, A. Jambon, Niels Óskarsson, M. Ozima, F. Pineau og P. Torssänder 1991: <i>Gas geochemistry of geothermal fluids, the Heng-ill area, southwest rift zone of Iceland. Chemical Geology, 91, 207-225</i> .	X	X		X	
183. Njee, J. M. 1986: <i>Drilling of well NJ-17 in the Nesjavellir high temperature field, SW-Iceland</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 7, 65 s.		X			
184. Orkustofnun 1986: <i>Nesjavellir, hola NJ-17. 1. áfangi. Borun fyrir 13 3/8" ör-yggisfóðringu frá 69 m í 271 m</i> . Orkustofnun, OS-86043/JHD-14 B.	X	X			
185. Orkustofnun 1986: <i>Nesjavellir, hola NJ-17. Borun fyrir 9 5/8" vinstufóðringu frá 271 m í 773 m</i> . Orkustofnun, OS-86049/JHD-16 B.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
186. Orkustofnun 1986: <i>Nesjavellir, hola NJ-17. Borun vinnsluhluta frá 773 m til 2100 m.</i> Orkustofnun, OS-86054/JHD-18 B.	X	X			
187. Orkustofnun 1987: <i>Athugun á sprungum í Dyrafjöllum.</i> Orkustofnun, Greinargerð.	X	X			
188. Orkustofnun 1987: <i>MT-mælingar í Kýrdal á Nesjavallasvæði sumarið 1986.</i> Orkustofnun, Greinargerð.	X	X			
189. Orkustofnun 1987: <i>Mælingar á Nesjavöllum 10.-11. júní 1987.</i> Orkustofnun, Greinargerð.	X	X			
190. Orkustofnun 1987: <i>Mælingar á Nesjavöllum 6.-8. október 1987.</i> Orkustofnun, Greinargerð.	X	X			
191. Orkustofnun 1987: <i>TDM mælingar á Nesjavallasvæði haustið 1987.</i> Orkustofnun, Greinargerð.	X	X			
192. Orkustofnun 1987: <i>Tillögur að yfirborðsrannsóknnum fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.</i> Orkustofnun, Greinargerð.	X	X			
193. Orkustofnun 1989: <i>Nesjavellir hola NJ-17. 4. áfangi. Upphitun, upphleyping og blástur.</i> Orkustofnun, OS-89010/JHD-04 B.	X	X		X	
194. Orkustofnun, Jarðboranir og Hitaveita Reykjavíkur 1989: <i>Nesjavellir hola NJ-17. 4. áfangi: Upphitun, upphleyping og blástur.</i> Orkustofnun, OS-89010/JHD-04 B.	X	X		X	
195. Ómar Sigurðsson 1987: <i>Mælingar á Nesjavöllum 6.-8. október 1987.</i> Orkustofnun, Greinargerð Ómar-87/01.	X	X			
196. Ómar Sigurðsson 1987: <i>Nesjavellir - lokun hola 7, 10, 12 og 14 og þrýstiprófun þeirra.</i> Orkustofnun, OS-87010/JHD-09 B.		X			
197. Ómar Sigurðsson 1988: <i>Hitaveita Reykjavíkur. Mælingaefstirlit á Nesjavöllum haustið 1988.</i> Orkustofnun, Greinargerð Ómar-88/06.	X	X			
198. Ómar Sigurðsson 1988: <i>Mælingar á Nesjavöllum 10. - 18. maí 1988.</i> Orkustofnun, Greinargerð Ómar-88/02.	X	X			
199. Ómar Sigurðsson 1989: <i>Hitaveita Reykjavíkur. Mælingaefstirlit á Nesjavöllum í sumarbyrjun 1989.</i> Orkustofnun, Greinargerð Ómar-89/01.	X	X			
200. Ómar Sigurðsson 1989: <i>Hitaveita Reykjavíkur. Mælingaefstirlit á Nesjavöllum í vetrarbyrjun 1989.</i> Orkustofnun, Greinargerð Ómar-89/03.	X	X			
201. Ómar Sigurðsson 1990: <i>Hitaveita Reykjavíkur. Mælingaefstirlit á Nesjavöllum í sumarbyrjun 1990.</i> Orkustofnun, Greinargerð Ómar-90/01.	X	X			
202. Ómar Sigurðsson 1991: <i>Hitaveita Reykjavíkur. Mælingaefstirlit á Nesjavöllum 1991.</i> Orkustofnun, Greinargerð Ómar-91/05.	X	X			
203. Ómar Sigurðsson 1991: <i>Hitaveita Reykjavíkur. Mælingaefstirlit á Nesjavöllum í vetrarbyrjun 1990.</i> Orkustofnun, Greinargerð Ómar-91/02.	X	X			
204. Ómar Sigurðsson, Ásgrímur Guðmundsson og Hjálmar Eysteinnsson 1988: <i>Nesjavellir. Kjarnar úr holu NJ-17.</i> Orkustofnun, OS-88023/JHD-13 B.	X	X			
205. Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson 1988: <i>Nesjavellir. Hóla NJ-15, 4. áfangi. Upphitun, upphleyping, blástur og jöfnun þrýstings eftir blástur.</i> Orkustofnun, OS-88023/JHD-13 B.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
206. Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson 1989: <i>Nesjavellir, hola NJ-18. 4. áfangi: Upphitun, blástur og jöfnun þrýstings eftir blástur</i> . Orkustofnun, OS-89011/JHD-05 B.	X	X		X	
207. Páll Einarsson 1986: <i>Skjálftarannsóknir á Hengilssvæðinu 1985</i> . Raunvísindastofnun Háskólans, Greinargerð.		X			
208. Páll Einarsson 1991: Earthquakes and present-day tectonism in Iceland. <i>Tectonophysics</i> , 189, 261-279.		X			
209. Páll Halldórsson og Ragnar Stefánsson 1986: <i>Jarðskjálftar á Hengilssvæðinu. Áhrifamat fyrir Nesjavelli</i> , Veðurstofa Íslands.		X			
210. Páll Hersteinsson 1992: Mammals of the Thingvallavatn area. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, Kaupmannahöfn, 396-404.	X				
211. Páll Steingrímsson 1991: <i>Nesjavellir Hitaveita Reykjavíkur</i> , Hitaveita Reykjavíkur, Myndband, lengd 23 mínútur.					X
212. Páll Steingrímsson 1991: <i>Nesjavellir - Hitaveita Reykjavíkur</i> , Hitaveita Reykjavíkur, Reykjavík. Myndband, lengd 9 mínútur.					X
213. Páll Þorláksson 1789: <i>Undirrétting um jarðskjálftana og þeirra verkanir í Þingvallasveit 1789</i> , Handrit í Þjóðskjalasafni.	X	X			
214. Pétur M. Jónasson 1992: The ecosystem of Thingvallavatn: a synthesis. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, 405-434.	X			X	
215. Pétur M. Jónasson 1992: Exploitation and conservation of the Thingvallavatn catchment area. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, 32-39.	X			X	
216. Pétur M. Jónasson 1992: Thingvallavatn research history. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, Kaupmannahöfn, 15-31.	X			X	
217. Pétur M. Jónasson, Hákon Aðalsteinsson og Gunnar St. Jónsson 1992: Production and nutrient supply of phytoplankton in subarctic, dimictic Thingvallavatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, 162-187.	X			X	
218. Ping, Z. 1991: <i>Gas geothermometry and chemical equilibria of fluids from selected geothermal fields</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 14, 46 s.	X	X		X	
219. Ragnar Ragnarsson 1987: <i>Nesjavallaæð, vegur og undirstöður, 1. áfangi. Frágangur</i> , Fjarhitun hf, Bréf sent Náttúruverndarráði.	X				X
220. Reykir sf 1987: <i>Borhola NG-6 á Nesjavöllum. Tílkun á efnainnihaldi vatns og gufu</i> , Hitaveita Reykjavíkur.				X	
221. Reykir sf 1987: <i>Efnavarmafræðilegir reikningar á leysni Mg-Si steinda og efniferli vatns við upphitun, suðu og kælingu</i> . Hitaveita Reykjavíkur, Framvindu-skýrsla.	X			X	
222. Sandlund, O. T., Karl Gunnarsson, Pétur M. Jónasson, B. Jonsson, T. Lindem, Kristinn P. Magnússon, Hilmar J. Malmquist, Hrefna Sigurjónsdóttir, Skúli Skúlason og Sigurður S. Snorrason 1992: The arctic charr <i>Salvenius alpinus</i> in Thingvallavatn. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, 305-351.	X			X	
223. Sandlund, O. T., Pétur M. Jónasson, B. Jonsson, Hilmar J. Malmquist, Skúli Skúlason og Sigurður S. Snorrason 1992: Threespine stickleback <i>Gasterosteus aculeatus</i> in Thingvallavatn: habitat and food in a lake dominated by arctic charr <i>Salvelinus alpinus</i> . Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, 365-370.	X			X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
224. Schiffman, P. og Guðmundur Ó. Friðleifsson 1991: The smectite-chlorite transition in drillhole NJ-15, Nesjavellir geothermal field, Iceland: XRD, BSE and electron microprobe investigations. <i>J. Metamorphic Geol.</i> , 9, 679-696.	X	X			
225. Schwabe, H. 1951: Meðalgildi linda á jarðhitasvæði Hengils og nágrennis. Skýrsla um efnagreiningu á hveravatni frá jarðhitasvæðunum í Hengli og nágrenni. <i>Tímarit VFÍ</i> , 36, 2, Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni, árin 1947-1949. Seinni hluti, 73-78.				X	
226. Sigurður Th. Rögnvaldsson, Gylfi Páll Hersir og Knútur Árnason 1987: <i>Viðnámsmælingar. Fræðileg úttekt, mæling og túlkun á línu VIII á Nesjavöllum</i> . Orkustofnun, OS-87024/JHD-15 B.	X	X			
227. Sigurður S. Snorrason, O. T. Sandlund og B. Jonsson 1992: Production of fish stocks in Thingvallavatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 64, 371-380.	X			X	
228. Sigurður S. Snorrason, Pétur M. Jónasson, B. Jonsson, T. Lindem, Hilmar J. Malmquist, O. T. Sandlund og Skúli Skúlason 1992: Population dynamics of the planktivorous arctic charr <i>Salvelinus alpinus</i> ("murta") in Thingvallavatn. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 64, 352-364.	X			X	
229. Sigurður Þórarinnsson 1978: <i>Hverir og laugar. Ölkeldur og kaldavermsl. Náttúruverndarráð</i> , Fjölrit nr. 3.					X
230. Snorri Páll Kjaran, Davíð Egilson, Árni Gunnarsson og Einar Gunnlaugsson 1987: Groundwater contamination due to surface disposal of geothermal wastewater at Nesjavellir, Iceland. Í: <i>Proceedings International Conference on Groundwater Contamination: Use of Models in Decision-Making in the European year of the Environment</i> .	X			X	
231. Stefán Arnórsson 1969: <i>A geochemical study of selected elements in thermal waters of Iceland</i> . Royal School of Mines, Imperial College, University of London, London, Ph.D. ritgerð, 353 s.	X	X		X	
232. Stefán Arnórsson 1974: The composition of thermal fluids in Iceland and geological features related to the thermal activity. Í: Leó Kristjánsson (<i>ritstj.</i>), <i>Geodynamics of Iceland and the North Atlantic Area</i> , 307-323.	X	X		X	
233. Stefán Arnórsson 1976: <i>Kísill og brennisteinsvetni í affallsvatni frá borholum</i> . Orkustofnun, OS-JHD 7601.				X	
234. Stefán Arnórsson 1983: Gas pressures in geothermal systems. Í: <i>Proceedings of the Fourth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Institute for Thermal Spring Research Okayama University og IAGC, Misasa, Japan, 36-40.	X			X	
235. Stefán Arnórsson 1984: Germanium in Icelandic geothermal systems. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 48, 2489-2502.	X	X		X	
236. Stefán Arnórsson 1990: Gas chemistry of geothermal systems. Í: Durrance, E. M., E. M. Galimov, M. E. Hinkle, G. M. Reimer, R. Sugisaki og S. S. Augustithis (<i>ritstj.</i>), <i>Geochemistry of gaseous elements and compounds</i> , Theoprastus Publications, Aþena, Grikkland, 187-222.	X	X		X	
237. Stefán Arnórsson 1991: <i>Athugun á notkun vatns úr Þingvallavatni fyrir varmaorkuverið á Nesjavöllum</i> , Hitaveita Reykjavíkur.	X			X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
238. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson 1983: Gas chemistry in geothermal systems. Í: Ramey, H. J., P. Kruger, R. N. Horne og W. E. Brigham (ritstj.), <i>Proceedings Ninth Workshop Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 231-236.				X	
239. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson 1985: New gas geothermometers for geothermal exploration - Calibration and application. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 49, 1307-1325.	X			X	
240. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson 1986: The use of well discharge chemistry to evaluate the characteristics of boiling geothermal reservoirs. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 9-12.	X	X		X	
241. Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1983: The chemistry of geothermal Waters in Iceland II. Mineral equilibria and independent variables controlling water compositions. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 47, 547-566.	X	X		X	
242. Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1983: The chemistry of geothermal waters in Iceland III. Chemical geothermometry in geothermal investigations. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 47, 567-577.	X	X		X	
243. Stefán Thors 1989: <i>Frárennsli Nesjavallavirkjunar</i> , Skipulag Ríkisins, Bréf sent Náttúruverndarráði, Þóroddi F. Þóroddssyni, 24. ágúst 1989.	X				X
244. Sundquist, U. og Eysteinn Tryggvason 1982: <i>Deformation measurement in the Hengill Region. Initial measurement in 1979</i> . Nordic Volcanological Institute 8204.	X	X			
245. Sveinbjörn Björnsson 1975: <i>Afl og ending Hengilssvæðisins</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7514, 3 s.	X	X			
246. Sverrir Þórhallsson 1977: <i>Afkastamæling holu 5 á Nesjavöllum</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7729, 2 s.		X			
247. TerraTek 1986: <i>Well no. 17, Nesjavellir, Iceland</i> , Hitaveita Reykjavíkur.		X			
248. Thorleifur Einarsson 1960: <i>Geologie von Hellisheiði (Sudwest-Island)</i> , Cologne, Univ. Geol. Inst., 55 s.	X	X			
249. Torssander, P. 1986: Origin of sulfur in Icelandic geothermal fluids. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 583-586.	X	X		X	
250. Torssander, P. 1986: <i>Origin of volcanic sulfur in Iceland. A sulfur isotope study</i> , Department of Geology, Stockholm University, Stokkhólmur, Meddelanden från Stockholms Universitets Geologiska Institution, Nr. 269, 164 s.	X	X		X	
251. Trausti Einarsson 1951: Yfirlit yfir jarðfræði Hengilssvæðisins. <i>Tímarit VFÍ</i> , 36, 2, Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni árin 1947-1949. Seinni hluti, 49-69.	X	X			
252. Úlfar Antonsson 1992: The structure and function of the zooplankton community in Thingvallavatn. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 64, Kaupmannahöfn, 188-221.	X			X	
253. Valgarður Stefánsson 1984: <i>Staðsetning næstu borhola á Nesjavöllum</i> . Orkustofnun, Orkustofnun Greinargerð 1984-08-17, 3 s.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
254. Valgarður Stefánsson 1985: <i>Jarðhitarrannsóknir á Nesjavöllum. Staða og horfur í byrjun árs 1985</i> . Orkustofnun, OS-85015/JHD-04.	X	X		X	
255. Valgarður Stefánsson 1985: The Nesjavellir High temperature Geothermal Field in Iceland. Í: Ramey, H. J., P. Kruger, F. G. Miller, R. N. Horne, W. E. Brigham og J. S. Guðmundsson (ritstj.), <i>Proceedings Tenth Workshop Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 23-30.	X	X			
256. Valgarður Stefánsson og Einar Gunnlaugsson 1985: <i>Nesjavellir, hola NG-7. Upphitun, upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-85035/JHD-11 B.	X	X		X	
257. Valgarður Stefánsson og Einar Gunnlaugsson 1985: <i>Nesjavellir, hola NG-9. Upphitun, upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-85034/JHD-10 B.	X	X		X	
258. Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson og Sverrir Þórhallsson 1982: <i>Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins</i> . Orkustofnun, OS-82093/JHD13.	X	X		X	
259. Valgarður Stefánsson, Jens Tómasson, Einar Gunnlaugsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson og Ómar Sigurðsson 1983: <i>Nesjavellir, hola NG-6. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS-83023/JHD-04.	X	X		X	
260. Valgarður Stefánsson, Jens Tómasson, Einar Gunnlaugsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson og Ómar Sigurðsson 1983: <i>Staðsetning borhola á Nesjavöllum</i> . Orkustofnun, Greinargerð 1983-08-10, 4 s.	X	X			
261. Verkfræðingafélag Íslands 1987: <i>Nesjvallavirkjun. Ráðstefna um virkjun jarðhita á Nesjavöllum</i> , Verkfræðingafélag Íslands.	X	X		X	
262. Verkfræðistofa Baldurs Línadal 1989: <i>Förgun brennisteinsvetnis við Nesjvallavirkjun. Frumathugun fyrir Hitaveitu Reykjavíkur (júlt/nóv 1989)</i> , Hitaveita Reykjavíkur, 51 s.					X
263. Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf 1983: <i>Drög að áætlun um jarðhitavirkjun á Nesjavöllum. Lokaskýrsla</i> , Hitaveita Reykjavíkur, 31 s.	X	X	X	X	
264. Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf 1975: <i>Hengill. Frumáætlun um jarðgufuafstöð</i> , Landsvirkjun.	X	X			
265. Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf 1982: <i>Drög að áætlun um jarðhitavirkjun á Nesjavöllum</i> . Framvinduskýrsla I.	X	X		X	
266. Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf 1982: <i>Frumdrög að áætlun um jarðgufuafstöð í Hengli</i> . Orkustofnun, OS82023/JHD02.	X	X			
267. Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf 1983: <i>Drög að áætlun um jarðhitavirkjun á Nesjavöllum.. Í: Framvinduskýrsla</i> , Hitaveita Reykjavíkur.	X	X			
268. Verkfræðistofan Fjarhitun hf 1983: <i>Drög að áætlun um jarðhitavirkjun á Nesjavöllum. Í: Framvinduskýrsla</i> , Hitaveita Reykjavíkur.		X			
269. Verkfræðistofan Fjarhitun hf 1986: <i>Nesjavellir. Yfirborð mannvirkja</i> . Hitaveita Reykjavíkur, nr. 14, 33 s.	X			X	
270. Verkfræðistofan Fjarhitun hf 1991: <i>Áætlun um dreifingu Nesjvallavatns</i> , Hitaveita Reykjavíkur.		X		X	
271. Verkfræðistofan Rafteikning 1983: <i>Drög að áætlun um jarðhitavirkjun á Nesjavöllum. Í: Framvinduskýrsla</i> , Hitaveita Reykjavíkur.		X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
272. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1986: <i>Nesjavellir. Áhrif affallsvatns frá fyrirhugaðri jarðvarmavirkjun á vatnsból við Grámel</i> . Verkfræðistofan Vatnaskil hf, 86-03.	X				
273. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1987: <i>Ferlun grunnvatns á Nesjavöllum</i> . Verkfræðistofan Vatnaskil hf, Reykjavík, Greinargerð.	X			X	
274. Verkfræðistofan Vatnaskil hf 1987: <i>Nesjavellir. Reikningar á tveggja fasa blendustreymi</i> . Verkfræðistofan Vatnaskil hf, Reykjavík, 87.02.		X			
275. Vermir sf 1965: <i>Bráðabirgðaskýrsla um hitamælingar og efnagreiningu á gasi og vatni úr borholum við Nesjavelli</i> , Til Hitaveitu Reykjavíkur.	X			X	
276. Vermir sf 1969: <i>Álitsgerð um byggingarkostnað 300 m langra gufu- og háhitavatnsæða og borholubúnaðar við mismunandi hita- og þrýstingsaðstæður</i> , 16 s.	X	X			
277. Vigdís Harðardóttir 1983: <i>The petrology of the Hengill volcanic system, southern Iceland</i> . McGill University, Montreal, Kanada, M.Sc. ritgerð.	X				
278. Wangyal, P. 1992: <i>Calcite deposition related to temperature and boiling in some Icelandic geothermal wells</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 11, 33 s.	X	X		X	
279. Þorbjörn Sigurgeirsson 1951: Skýrsla um mælingar á geislamagni íslenskra bergtegunda gerðar sumarið 1948. <i>Tímarit VFÍ</i> , 36, 2, Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni árin 1947-1949. Seinni hluti, 63-70.	X	X			
280. Þóroddur F. Þóroddsson 1987: <i>Nesjvallæð, eftirlit með framkvæmdum</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Hitaveitu Reykjavíkur, Árna Gunnarssyni, 20. ágúst 1987.	X				X
281. Þóroddur F. Þóroddsson 1987: <i>Skoðunarferð á Nesjavelli 29. sept</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Hitaveitu Reykjavíkur, Gunnari Kristinssyni.	X				X

7. NÁMAFJALL

7.1 Almennar rannsóknir

Skráðar voru 117 heimildir um Námafjall og var fjallað um efnisflokk I (jarðrask, varmabreytingar) í 83 þeirra, efnisflokk II (massabreytingar) í 70, efnisflokk III (hávaða) í engri, efnisflokk IV (gasútblástur, efni í affallsvatni) í 66 og efnisflokk V (verndun, almannatengsl, almennt eftirlit) í 7.

Þrátt fyrir mikla nýtingu er ekki mikið efni til um almennar rannsóknir á svæðinu. Að vísu var það kannað ásamt Kröflusvæðinu, þegar áform voru uppi um jarðgufuvirkjun á þessum slóðum og eru því gerð nokkur skil í áfangaskýrslu um svæðin (Guðmundur Guðmundsson o. fl. 1971). Þá er víða komið inn á aðstæður í Námafjalli í umfjöllun um Kröflu einkum í sambandi við eldsumbrot á svæðinu (sjá t.d. Hauksson 1983). Ekki er til jarðfræðikort í heppilegum mælikvarða (t.d. 1:25.000), en útgáfa slíks korts, sem mun vera í burðarliðunum, yrði mikil lyftistöng fyrir umhverfisrannsóknir í nágrenni Námafjalls. Kristján Sæmundsson (1991) fjallar allitarlega um Námafjall í grein um jarðfræði Kröflukerfisins.

7.2 Jarðrask

Margar borholur í Námafjalli skemmdust í Kröflueldum. Gert hefur verið myndarlegt átak í endurbótum á tengingum hola og einföldun á lögnum. Í framhaldi af því var gerð úttekt á öllum holunum til að kanna hverjar þeirra væru nothæfar og hvernig mætti best nýta þær og þá hverjar væru ónýtar og hvernig skyldi gengið frá þeim. Frá þessari könnun er skýrt í skýrslu Ásgríms Guðmundssonar o.fl. (1989) og þar eru og tillögur um frágang einstakra hola. Farið hefur verið eftir tillögum þessum og mun nú í smíðum greinargerð um þann frágang (Ásgrímur Guðmundsson, persónulegar upplýsingar). Er framgangur þessa máls til hinnar mestu fyrirmyndar og svæðið orðið allt hið snyrtilegasta hvað varðar ytri frágang.

Námafjall heyrir til Mývatni og Laxá í Suður-Þíngeyjarsýslu og gilda sérstök lög um verndun þess. Samkvæmt reglugerð um framkvæmd þeirra er starfrækt náttúruvannsóknastöð við Mývatn. Því er við því að búast að haldgóðar upplýsingar séu til um lífríki svæðisins, þótt ekki hafi fundist heimildir um bein áhrif virkjunar jarðhitans. Miklar heimildir eru til um hugsanleg áhrif kísilnáms úr Mývatni vegna Kísiliðjunnar, sem er jú helsti notandi jarðgufunnar.

7.3 Massabreytingar

Nokkrar heimildir eru til um boranir auk ofangreindrar úttektar Ásgríms Guðmundssonar o.fl. (1989), og Valgarður Stefánsson og Benedikt Steingrímsson (Stefánsson and Steingrímsson 1980) hafa kannað viðbrögð geymis við blæstri tvífasa holu. Stefán Arnórsson (Arnórsson 1978) tengdi breytingar í efnasamsetningu suðu úti í bergi sem svari við vinnslu. Nokkuð er til af gögnum um holurnar enda hefur eftirlit verið tiltölulega reglulegt, en lítið hefur verið unnið úr þeim.

7.4 Hávaði

Engar upplýsingar eru til um hávaðamælingar á svæðinu, en æskilegt væri að fá þær bæði fyrir borholur í blæstri og Kísiliðjuna.

7.5 Varmabreytingar

Gerðar hafa verið þó nokkrar athuganir og úttektir á grunnvatni bæði með tilliti til afrennslis jarðhitasvæðisins og til athugana á áhrifum eldsumbrota (Þóroddur Þóroddsson og Guttormur Sigbjarnarson 1983, de Zeeuw and Gíslason 1988, Ólafsson og Kristmannsdóttir 1989). Orkustofnun hefur fylgst með hitastigi í gjám og holum, en þeim athugunum mætti koma á traustari grundvöll í samráði við virkjunaraðila og e.t.v. Náttúruverndarráð. Guðrún Larsen o. fl. (Larsen o.fl. 1979) lýstu eldgosi úr einni borholunni. Einnig er ítarleg umfjöllun um hitabreytingar í holunum í skýrslu Ásgríms Guðmundssonar o.fl. (1989) og tilraunir til túlkunar gera Darling og Ármannsson (1989) og Tole et al. (1993). Ennfremur hefur Jón Ólafsson (1991) fjallað um hitabreytingar í aðrennslis Mývatns.

7.6 Gasútblastur

Stefán Arnórsson (Arnórsson 1978) fjallaði um efnasamsetningu vökva og gass eldri holanna og gerðar hafa verið athuganir á snefilefnum í gasi (Halldór Ármannsson 1977, Jón Ólafsson 1978). Allvel hefur verið fylgst með gasi hin seinni ár en litlar tilraunir gerðar til túlkunar. Ekkert er vitað um styrk gass í andrúmslofti í nágrenni athafnasvæðisins en brýnt er að gera slíka athugun einkum ef tekið er tillit til tiltölulega hás hluta brennisteinvetnis í gasi.

7.7 Efni í affallsvatni

Stefán Arnórsson (Arnórsson 1978) fjallaði um styrk efna í vatni eldri hola og Jón Ólafsson (1978) um styrk hinna skaðlegu snefilefna kvikasilfurs og arsens. Tilraunir til túlkunar gera Darling and Ármannsson (1989) og Tole et al. (1993). Þá má nefna athuganir á grunnvatni, sbr. 5. kafla hér að ofan. T.d. fylgist Orkustofnun með efnasamsetningu vatns í gjám og borholum samhliða hitamælingum en til þess verks er ekki eyrnamerkt fjárveiting og það því unnið í ihlaupum þegar ferðir falla og tóm gefst. Æskilegt væri að koma þeim athugunum á fastari grundvöll.

7.8 Verndun

Svæðið var lengi nýtt til brennisteinsvinnslu en breytinga af völdum hennar sér engin merki lengur. Sigurður Þórarinnsson (1978) telur æskilegt að vernda e-ð af Námafjallssvæðinu bæði af sögulegum ástæðum en einkum vegna þess hve aðgengilegt það er ferðamönnum. Eins og áður kom fram er Námafjall á landi, sem verndað er með sérstökum lögum frá 1974 og er til reglugerð um framkvæmd þeirra laga, sem meðal annars kveður á um að hvers konar mannvirkjagerð og jarðrask sé óheimilt og einnig að náttúruvannsóknastöð skuli starfrækt við Mývatn. Fjallað er um Námafjall í sumum greinargerðum Náttúruverndarráðs í tengslum við Kröflu.

7.9 Almannatengsl

Í sambandi við Kröfluelda voru haldnir nokkrir almennir fundir og fólk upplýst um hættur. Nokkur bréf fjalla um hugsanleg umhverfisáhrif virkjunar Námafjalls.

7.10 Eftirlit

Í nokkur ár var eftirlit á vegum Náttúruverndarráðs, en skýrslum þaðan hefur fækkað síðari ár. Virkjunaraðilar hafa fylgst tiltölulega vel með svæðinu, en tiltölulega lítið er þó til útgefið um það. Efnasýni eru tekin einu sinni á ári úr helstu borholum og er það tiltölulega strjál sýnataka miðað við það, sem tíðkast víða erlendis (Ellis and Mahon 1977). Gögnin eru þó góð og ættu að vera vel tiltæk til frekari úrvinnslu.

Heimildir um Námafjall flokkaðar eftir efnisatriðum töflu 1.

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
1. Arnþór Garðarsson 1979: Waterfowl populations of Lake Mývatn and recent changes in numbers and food habits. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 150-270.	X				
2. Arnþór Garðarsson 1991: Fuglalíf við Mývatn og Laxá. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 278-319.	X				
3. Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1991: Lífið á botni Mývatns. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 190-217.	X			X	
4. Axel Björnsson 1981: <i>Áætlun um rannsóknir fyrir Almannaþing á Kröflu-Mývatnssvæði</i> . Orkustofnun, Greinargerð AB-81/02, 5 s.	X	X		X	
5. Axel Björnsson, Grímur Björnsson, Ásgeir Gunnarsson og Gunnar Þorbergsson 1985: <i>Breytingar á landhæð við Kröflu 1974-1984</i> . Orkustofnun, OS-85019/JHD-05.		X			
6. Axel Björnsson, Grímur Björnsson og Hjörtur Tryggvason 1984: <i>Breytingar á sprunguvídd og grunnvatnshita í Kröflueldum 1975-1983</i> . Orkustofnun, OS-84085/JHD-37 B.	X	X			
7. Árni Einarsson 1991: Lífríki í 2000 ár. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 320-336.	X			X	
8. Ásbjörn Einarsson 1979: <i>Corrosion and scaling in geothermal systems in Iceland. A review</i> , Iðntæknistofnun Íslands, Fyrirlestur hjá Electrochem. Soc., Los Angeles.		X		X	
9. Ásgrímur Guðmundsson 1992: <i>Jarðvarmavirkjun í Bjarnarlagi</i> . Orkustofnun, Orkustofnun ÁsG-92/05.	X	X		X	
10. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Sæþór L. Jónsson og Sverrir Þórhallsson 1989: <i>Borholur í Bjarnarlagi</i> . Orkustofnun, OS-89046/JHD-21 B.	X	X			
11. Baldur Líndal 1970: The use of natural steam in a diatomite plant. <i>Geothermics</i> , 2, United Nations Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Pisa, Ítalía, 921-924.	X	X		X	
12. Benedikt Steingrímsson og Gestur Gíslason 1977: <i>Holubréf 5, 77-06-02</i> , Orkustofnun.	X	X		X	
13. Bragi Árnason 1976: <i>Groundwater systems in Iceland traced by deuterium</i> , Vísindafélag Íslendinga (Soc. Scient. Isl.), 236 s.	X	X		X	
14. Bragi Árnason 1977: The hydrogen-water isotope geothermometer applied to geothermal areas in Iceland. <i>Geothermics</i> , 5, 75-80.	X	X		X	
15. Bragi Árnason 1977: Hydrothermal systems in Iceland traced by deuterium. <i>Geothermics</i> , 5, 125-151.	X	X		X	
16. Chaturverdi, L. og Guðmundur Pálmason 1967: <i>Interpretation of infrared imagery of Mývatn area</i> , Orkustofnun, Jarðhitadeild, 21 s.	X	X			
17. Dagbjartur Sigurðsson, Einar Ísleifsson og Veiðifél. Mýv. 1975: <i>Um mengunarhættu v/affallsvatns frá virkjun við Kröflu eða Hverarönd</i> , Bréf sent Iðnaðar-ráðuneyti 24.01.1975, 2 s.					X

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
18. Darling, W. G. og A. H. Bath 1983: <i>Stable isotope analyses from the Krafla and Námafjall geothermal systems in Iceland</i> . British Geological Survey. Hydrogeology Unit, Wallingford, UK, WD/ST/83/5, 15 s.				X	
19. Darling, W. G. og Halldór Ármannsson 1989: Stable isotopic aspects of fluid flow in the Krafla, Námafjall and Theistareykir geothermal systems of northeast Iceland. <i>Chemical Geology</i> , 76, 197-213.	X	X		X	
20. Egill Hauksson 1983: Episodic rifting and volcanism at Krafla in north Iceland: Growth of large ground fissures along the plate boundary. <i>J. Geophys. Res.</i> , 88, B1, 625-636.	X	X			
21. Einar Gunnlaugsson 1977: <i>The origin and distribution of sulphur in fresh and geothermally altered rocks in Iceland</i> . Department of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK, Ph.D. ritgerð, 192 s.	X	X		X	
22. Eyþór Einarsson og Þóroddur F. Þóroddsson 1988: <i>Náttúruninjasrá, fimmta útgáfa 1988</i> , Náttúruninjaráð.					X
23. Finnur Guðmundsson 1979: The past status and exploitation of the Mývatn waterfowl populations. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 232-249.	X				
24. Freyr Þórarinnsson 1980: <i>Krafla. Um vatns- og orkubúskap jarðhitakerfisins</i> . Orkustofnun, Greinargerð FP-80/03, 4 s.	X	X			
25. Freysteinn Sigurðsson og Helgi Torfason 1989: Iceland. Í: <i>Mineral deposits of Europe</i> , The Institute of Mining and Metallurgy, The Mineralogical Society, 421-431.	X	X		X	
26. Friðrik Sigurðsson 1992: Kísiliðjan hf. A unique diatomite plant. <i>Geothermics</i> , 21, 701-707.		X		X	
27. Gestur Gíslason 1973: <i>Rannsókn á háhitaummyndun í Krísuvík og Námafjalli</i> . Háskóli Íslands, Verkfæræði og raunvísindadeild, B.S. ritgerð, 24 s.	X	X			
28. Gestur Gíslason 1982: <i>Ákvörðun á meðburði í Bjarnarlagi 4. og 5. nóvember 1982</i> . Orkustofnun, Greinargerð GG-82/03.		X			
29. Gísli Már Gíslason 1991: Lífið í Laxá. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (<i>ritstj.</i>), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 218-235.	X			X	
30. Guðmundur Guðmundsson, Guðmundur Pálmason, Karl Grönvold, Karl Ragnars, Kristján Sæmundsson og Stefán Arnórsson 1971: <i>Námafjall - Krafla. áfangaskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðanna</i> . Orkustofnun, Jarðhitadeild, Orkustofnun.	X	X		X	
31. Guðmundur Guðmundsson og Stefán Arnórsson 1965: <i>Námafjall. Jarðfræði og segulmælingar</i> , Raforkumálastjóri, Jarðhitadeild, kort í vasa, 31 s.	X	X		X	
32. Guðmundur Pálmason 1975: Geophysical methods in geothermal exploration. Í: <i>Proceedings Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources</i> , United Nations, San Francisco, USA, 1175-1184.	X	X			
33. Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Halldórs-son 1985: <i>Mat á jarðvarma Íslands</i> . Orkustofnun, OS-85076/JHD-10, 134 s.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
34. Guðmundur Pálmason, Stefán Arnórsson, Ingvar Birgir Friðleifsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Kristján Sæmundsson, Valgarður Sefánsson, Benedikt Steingrímsson, Jens Tómasson og Leó Kristjánsson 1979: The Iceland crust: Evidence from drillhole data on structure and processes. Í: Talwani, M., C. G. Harrison og D. E. Hayes (ritstj.), <i>Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Ocean Crust</i> , Am. Geophys. Union, Washington, D.C., USA, 43-65.	X	X		X	
35. Guðrún Larsen, Karl Grönvold og Sigurður Thorarinsson 1978: <i>Volcanic eruption through a geothermal borehole at Námafjall, Iceland</i> . Nordic Volcanological Institute, 78 12.	X	X			
36. Guðrún Larsen, Karl Grönvold og Sigurður Thorarinsson 1979: Volcanic eruption through a geothermal borehole at Námafjall, Iceland. <i>Nature</i> , 278, 707-710.	X	X			
37. Gunnar V. Johnsen 1978: <i>Þyngdarmælingar í Mývatnssveit</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7849, 78 s.		X			
38. Gunnar V. Johnsen 1979: <i>Hæðar- og þyngdarmælingar á Kröflu-Námafjalls-svæðinu</i> . Orkustofnun, OS-79010/JHD-04.		X			
39. Gunnar V. Johnsen, Axel Björnsson og Sven Þ. Sigurðsson 1980: Gravity and elevation changes caused by magma movement beneath the Krafla caldera, northeast Iceland. <i>Journal of Geophysics</i> , 47, 132-140.		X			
40. Guttormur Sigbjarnarson, Haukur Tómasson, Jónas Eliásson og Stefán Arnórsson 1974: <i>Álitsgerð um mengunarhættu vegna affallsvatns frá gufuvirkjun við Kröflu eða Hverarönd</i> . OS-JHD-7424, OS-ROD-7421.				X	
41. Halldór Ármannsson 1977: <i>Radonmælingar í Kröflu og Námafjalli árið 1977</i> . Orkustofnun, Greinargerð.				X	
42. Halldór Ármannsson 1978: <i>Um ákvörðun kvikasilfurs og arsens í sýnum frá Kröflu og Námafjalli</i> . Orkustofnun, Greinargerð.				X	
43. Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason 1978: <i>Um mælingar á meðburði og raka í gufu frá skilju holu BG-10, Námafjalli, sumarið 1977</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7840, Greinargerð vegna ummæla í skýrslu OS-JHD-7739.		X			
44. Hákon Aðalsteinsson 1976: <i>Næringarefnabúskapur Mývatns</i> . Orkustofnun, Greinargerð, 10 s.	X			X	
45. Hákon Aðalsteinsson 1979: Seasonal variation and habitat distribution of benthic Crustacea in Lake Mývatn in 1973. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 195-201.	X			X	
46. Hákon Aðalsteinsson 1979: Size and food of arctic charr <i>Salvelinus alpinus</i> and stickleback <i>Gasterosteus aculeatus</i> in Lake Mývatn. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 228-231.	X			X	
47. Hákon Aðalsteinsson 1979: Zooplankton and its relation to available food in Lake Mývatn. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 162-194.	X			X	
48. Hákon Aðalsteinsson 1991: <i>Plöntu- og dýrasvif í Mývatni 1971-'90</i> . Orkustofnun, OS-91032/VOD-05 B.	X				

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
49. Hákon Aðalsteinsson 1991: Svif í Mývatni. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 166-189.	X			X	
50. Helgi G. Þórðarson, Axel Björnsson og Þorvaldur Vestmann 1985: <i>Hraunflóðavarnir við Kröflu og Bjarnarflag</i> . Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík, Álit nefndar á vegum Iðnaðarráðuneytis.	X	X			X
51. Hjörleifur Guttormsson 1975: <i>Greinargerð: Umhverfisáhrif gufuaflsvirkjana við Kröflu eða Hverarönd (Námafjall)</i> , Náttúruverndarráð.	X	X		X	X
52. Hreinn Frímansson, Jón Ásmundsson, Sæþór Jónsson og Valdimar K. Jónsson 1977: <i>Mælingar á afköstum borhola í Bjarnarflagi og eiginleikar tveggja mismunandi skilja</i> . Orkustofnun, Virkir hf, VST hf, OS-JHD-7739, 41 s.	X	X			
53. Hunding, C. 1979: The oxygen balance of Lake Mývatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 139-150.				X	
54. Hörður Kristinsson og Helgi Hallgrímsson 1991: Gróður í Mývatnssveit. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 236-255.	X				
55. Jarðboranir Ríkisins 1951: <i>Efnagreiningar á hverum og laugum</i> , Jarðboranir Ríkisins, Reykjavík.				X	
56. Jón Benjamínsson og Pétur Yngvason 1987: <i>Krafla. Afl og eiginleikar gufu frá borholum í maí 1987</i> . Orkustofnun, OS-87023/JHD-14 B.		X		X	
57. Jón Kristjánsson 1991: Fiskurinn í Mývatni og Laxá. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 256-277.	X			X	
58. Jón Ólafsson 1977: Kvikasilfur og arsen í borholum við Námafjall og Kröflu. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Þáðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Reykjavík, 21.				X	
59. Jón Ólafsson 1978: Kvikasilfur og arsen í borholum við Kröflu og Námafjall. <i>Náttúrufræðingurinn</i> , 48, 1-2, 52-57.				X	
60. Jón Ólafsson 1979: The chemistry of Lake Mývatn and River Laxá. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 82-112.	X	X		X	
61. Jón Ólafsson 1979: Physical characteristics of Lake Mývatn and River Laxá. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 38-66.	X				
62. Jón Ólafsson 1991: Undirstöður lífríkis í Mývatni. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 140-159.	X			X	
63. Karl Ragnars, Kristján Sæmundsson, Sigurður Benediktsson og Sveinn S. Einarsson 1970: Development of the Námafjall area, North Iceland. <i>Geothermics</i> , 2, United Nations Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources, Pisa, Ítalía, 925-935.	X	X			
64. Karl Ragnars, Stefán Arnórsson, Jón Steinar Guðmundsson og Karl Ómar Jónsson 1972: <i>Kísilútellingar í Hitaveitu Reykjahlíðar</i> , Orkustofnun, Jarðhita-deild, 12 s.	X			X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
65. Kristján Sæmundsson 1969: <i>Boranir við Námafjall 1963-1968</i> . Orkustofnun, Jarðhitadeild júní 1969.	X	X			
66. Kristján Sæmundsson 1986: Volcanic geology of the Mývatn area. Í: <i>The Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction. Field Guide</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 17-22.	X	X			X
67. Kristján Sæmundsson 1991: Jarðfræði Kröflukerfisins. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 24-95.	X				
68. Lindegaard, C. 1979: The invertebrate fauna of Lake Mývatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 151-161.	X			X	
69. Lindegaard, C. 1979: A survey of the macroinvertebrate fauna, with special reference to Chironomidae (Diptera) in the rivers Laxá and Kráká, northern Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 281-288.	X			X	
70. Lindegaard, C. og P. M. Jónasson 1979: Abundance, population dynamics and production of zoobenthos in Lake Mývatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 202-227.	X			X	
71. Magnús Ólafsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1989: The influence of volcanic activity on groundwater chemistry within the Námafjall geothermal system, North Iceland. Í: Miles, D. L. (ritstj.), <i>Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Balkema, Rotterdam, 537-540.	X	X		X	
72. Markús Á. Einarsson 1979: Climatic conditions of the Lake Mývatn area. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 29-37.	X				
73. Menntamálaráðuneytið 1971: <i>Lög um náttúruvernd</i> . Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, Stj.tíð. A, nr. 47/1971, 8 s.					X
74. Menntamálaráðuneytið 1973: <i>Reglugerð um náttúruvernd</i> . Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, Stj.tíð. B, nr. 205/1973, 7 s.					X
75. Menntamálaráðuneytið 1974: <i>Lög um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Pingeyjarsýslu, 2. maí 1974</i> , Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, 1 s.					X
76. Menntamálaráðuneytið 1978: <i>Reglugerð um framkvæmd laga nr. 36/1974 um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Pingeyjarsýslu</i> . Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, Stj.tíð. B, 4 s.					X
77. Menntamálaráðuneytið 1982: <i>Reglugerð um breytingu á 39. gr. reglugerðar um náttúruvernd nr. 205/1973</i> . Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, Stj.tíð. B, nr. 640/1982, 1 s.					X
78. Norræna Eldfjallastöðin, Orkustofnun, Raunvísindastofnun Háskólans og Veðurstofa Íslands 1976: <i>Rannsókn á umbrotum við Kröflu og sprungukerfi í Kelduhverfi. Sameiginleg rannsóknaráætlun</i> .	X	X			
79. Orkustofnun 1972: <i>Jarðgufuaflostöð. Frumáætlun um aflstöð með tilliti til virkjunar í Námafjalli eða Kröflu</i> . Orkustofnun, Jarðhitadeild, Orkustofnun, (Líka til á ensku).	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
80. Orkustofnun 1973: <i>Jarðgufuafstöð. Frumáætlun um 8MW, 12MW, 16MW og 55MW afstöð með tilliti til virkjunar í Námafjalli eða Kröflu</i> . Orkustofnun, OS-JHD/7318.	X	X			
81. Ómar Sigurðsson 1993: <i>Jarðhitakerfið í Bjarnarlagi. Mat á hita, þrýstingi og afköstum</i> . Orkustofnun, OS-93016/JHD-08 B, 45 s.	X	X			
82. Páll Einarsson 1991: Earthquakes and present-day tectonism in Iceland. <i>Tectonophysics</i> , 189, 261-279.		X			
83. Páll Einarsson 1991: Umbrotin við Kröflu 1975-89. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 96-139.	X	X			
84. Pétur M. Jónasson 1979: The Lake Mývatn ecosystem, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 289-305.	X	X		X	
85. Pétur M. Jónasson 1979: The River Laxá ecosystem, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 306-308.	X			X	
86. Pétur M. Jónasson og Hákon Aðalsteinsson 1979: Phytoplankton production in shallow eutrophic Lake Mývatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 113-138.	X	X		X	
87. Sigurður Þórarinnsson 1978: <i>Hverir og laugar. Ölkeldur og kaldavermisli</i> . Náttúruverndarráð, Fjölrit nr. 3.					X
88. Sigurður Þórarinnsson 1979: The postglacial history of the Mývatn area. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 17-28.	X	X			
89. Sigurjón Rist 1979: The hydrology of River Laxá. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 271-280.	X				
90. Sigurjón Rist 1979: Water level fluctuations and ice cover of Lake Mývatn. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 67-81.	X	X			
91. Stefán Arnórsson 1968: <i>Jarðefnafræðiathugun á vatni úr borholum á háhitasvæðum</i> , Orkustofnun, 16 s.				X	
92. Stefán Arnórsson 1969: <i>Aflmæling - Borhola N-4 Námafjalli</i> , Orkustofnun, Jarðhitadeild, 5 s.	X	X			
93. Stefán Arnórsson 1969: <i>A geochemical study of selected elements in thermal waters of Iceland</i> . Royal School of Mines, Imperial College, University of London, London, Ph.D. ritgerð, 353 s.	X	X		X	
94. Stefán Arnórsson 1970: <i>Gas í borholum við Námafjall</i> , Orkustofnun, Jarðhitadeild, 3 s.				X	
95. Stefán Arnórsson 1976: <i>Kísill og brennisteinsvetni í affallsvatni frá borholum</i> . Orkustofnun, OS-JHD 7601.				X	
96. Stefán Arnórsson 1978: Changes in the Chemistry of Water and Steam Discharged from Well in the Námafjall Geothermal Field, Iceland, During the Period 1970-76. <i>Jökull</i> , 27, 47-59.				X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
97. Stefán Arnórsson 1983: Gas pressures in geothermal systems. <i>Í: Proceedings of the Fourth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Institute for Thermal Spring Research Okayama University og IAGC, Misasa, Japan, 36-40.	X			X	
98. Stefán Arnórsson 1984: Germanium in Icelandic geothermal systems. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 48, 2489-2502.	X	X		X	
99. Stefán Arnórsson 1990: Gas chemistry of geothermal systems. <i>Í: Durrance, E. M., E. M. Galimov, M. E. Hinkle, G. M. Reimer, R. Sugisaki og S. S. Augustithis (ritstj.), Geochemistry of gaseous elements and compounds</i> , Theoprastus Publications, Aþena, Grikkland, 187-222.	X	X		X	
100. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson 1985: New gas geothermometers for geothermal exploration - Calibration and application. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 49, 1307-1325.	X			X	
101. Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1983: The chemistry of geothermal Waters in Iceland II. Mineral equilibria and independent variables controlling water compositions. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 47, 547-566.	X	X		X	
102. Sveinbjörn Björnsson 1968: <i>Afþmæling á N-3, Námafjalli</i> , Orkustofnun, 14 s.	X	X			
103. Sveinn S. Einarsson 1967: <i>Álitsgerð um jarðgufuafstöðvar með sérstöku tilliti til virkjunar við Námafjall</i> , Orkustofnun - Vermir, 34 s.	X	X			
104. Sveinn S. Einarsson og Jón Jónsson 1967: <i>Rekstraröryggi jarðgufuafstöðva</i> , Vermir sf, 17 s.	X	X			
105. Sverrir Þórhallsson, Karl Ragnars, Stefán Arnórsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1975: Rapid scaling of silica in two district heating systems. <i>Í: Proceedings Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources</i> , United Nations, San Francisco, USA, 1445-1454.	X	X		X	
106. Sverrir Þórhallsson, Stefán Arnórsson, Sigurður Benediktsson og Stefán Sigmundsson 1975: <i>Hitaveita Reykjahlíðar. Vandamál útfellinga. Tillögur til úrbóta. Kostnaðaráætlun</i> . Orkustofnun, OSJHD-7518, 11 s.	X	X		X	
107. Tole, M. P., Halldór Ármannsson, P. Zhong-he og Stefán Arnórsson 1993: Fluid/mineral equilibrium calculations for chemical geothermometry. Examples from Iceland with special reference to well data. <i>Geothermics</i> , 22.	X	X		X	
108. Torssander, P. 1986: Origin of sulfur in Icelandic geothermal fluids. <i>Í: Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 583-586.	X	X		X	
109. Torssander, P. 1986: <i>Origin of volcanic sulfur in Iceland. A sulfur isotope study</i> , Department of Geology, Stockholm University, Stokkhólmur, Meddelanden från Stockholms Universitets Geologiska Institution, Nr. 269, 164 s.	X	X		X	
110. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1988: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1988</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.		X		X	
111. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1989: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás á maí 1989</i> , Landsvirkjun, Kröflustöð.		X		X	
112. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1990: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1990</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
113. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1991: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1991</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.		X		X	
114. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1992: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í apríl 1992</i> , Landsvirkjun. Kröflustöð, 50 s.		X		X	
115. Valgarður Stefánsson og Benedikt Steingrímsson 1980: Production characteristics of wells tapping two phase reservoirs at Krafla and Námafjall. Í: Ramey, H. J. og P. Kruger (ritstj.), <i>Proceedings of the Sixth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 49-50.	X	X			
116. Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson og Sverrir Þórhallsson 1982: <i>Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins</i> . Orkustofnun, OS-82093/JHD13.	X	X		X	
117. Vermir sf 1964: <i>Skýrsla um mælingu afkasta gufuborholu í Námaskarði</i> , Raforkumálastjóri, 9 s.		X			
118. de Zeeuw, E. og Gestur Gíslason 1988: <i>The effect of volcanic activity on the groundwater system in the Námafjall geothermal area, NE Iceland</i> . Orkustofnun, OS-88042/JHD-07.	X	X		X	
119. Þóroddur F. Þóroddsson 1980: <i>Hitamælingar í lindum og gjám við austanvert Mývatn</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÞFP-80/09.	X				X
120. Þóroddur F. Þóroddsson og Guttormur Sigbjarnarson 1983: <i>Kísiliðjan við Mývatn. Grunnvatnsrannsóknir</i> . Orkustofnun, OS-83118/VOD-10, 40 s.	X	X		X	

8. KRAFLA

8.1 Almennar rannsóknir

Skráðar voru 498 heimildir um Kröflu og var fjallað um efnisflokk I (jarðrask, varmabreytingar) í 298 þeirra, efnisflokk II (massabreytingar) í 370, efnisflokk III (hávaða) í engri, efnisflokk IV (gasútblastur, efni í affallsvatni) í 279 og efnisflokk V (verndun, almannatengsl, almennt eftirlit) í 57.

Mjög mikið hefur verið ritað um svæðið og tengist það einkum Kröflueldum. Þá hafa verið skrifaðar þrjár yfirlitsgreinar um nýtingu jarðhitasvæðisins (Valgarður Stefánsson 1980, Stefánsson 1981, Ármannsson et al. 1987). Til er jarðfræðikort af Norðausturlandi í mælikvarðanum 1:250.000 en bagalegt er að enn hefur ekki verið gefið út jarðfræðikort af svæðinu í mælikvarðanum 1: 25.000. Slíkt kort er í vinnslu og yrði það öllum umhverfisrannsóknnum í Kröflu mjög til framdráttar að hraða útgáfu þess. Flogið hefur fyrir að gera eigi það í mælikvarðanum 1: 20.000, en það yrði til óþæginda vegna ósamræmis við önnur kort, sem í notkun eru. Töluverðar jarðskjálftarannsóknir hafa farið fram en þær tengjast fremur rannsóknnum á eldsumbrotum en vökvatöku. Kristján Sæmundsson (1991) hefur skrifað yfirlitsgrein um jarðfræði Kröflukerfisins og Páll Einarsson (1991) um umbrotin við Kröflu 1975 - 1989.

8.2 Jarðrask

Eins og fram kemur í kaflanum um verndun (8. kafla) verður að hafa nán samráð við Náttúruverndarráð um frágang jarðvegssára og rofs. Einnig hefur þurft samþykki ráðsins fyrir tilhögun vega og staðsetningu borhola. Náttúruverndarráð hefur því fylgst vel með raski á svæðinu og bera fjölmörg bréf um slík mál því vitni. Eins og Námafjallssvæðið heyrir Kröflusvæðið undir umdæmi náttúrurannsóknastöðvar við Mývatn. Ekki er þó vitað til að áhrif Kröfluvirkjunar á lífríki hafi verið könnuð beint. Lífríki Mývatns hefur hins vegar verið vel kannað (sjá t.d. Jón Ólafsson 1991, Hákon Aðalsteinsson 1991, Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1991, Gísli Már Gíslason 1991, Jón Kristjánsson 1991, Arnþór Garðarsson 1991 og Árni Einarsson 1991) og þá áhrif afrennslis virkjunarinnar ef þess yrði vart í vatninu.

8.3 Massabreytingar

Ókjör eru til af skýrslum og greinum um massatöku í Kröflu. Líkön hafa verið gerð af vinnslusvæðunum og gerðar vinnsluspár, sem sífellt eru í endurskoðun (Böðvarsson et al. 1984a,b,c og Pruess et al. 1984, Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson 1988, 1991). Nokkrir niðurdælingarmöguleikar hafa verið kannaðir (sjá t.d. Trausti Hauksson 1981, Benedikt Steingrímsson og Halldór Ármannsson 1984), en ekki ráðist í beinar tilraunir enn. Fallmælingar og afstæðar mælingar, þ.e. þyngdarmælingar, segulhallamælingar o. fl. hafa verið notaðar til að fylgjast með landhæð, en áhrif eldsumbrota á hana hafa verið það mikil að ekki hefur reynst auðvelt að fá raunhæfar tölur um áhrif vinnslu. Nú má ætla að áhrif umbrota séu þórrin og stendur því upp á virkjunaraðila að fylgjast með breytingum, sem rekja má til vinnslu.

8.4 Hávaði

Engar upplýsingar fundust um að hávaðamælingar hafi verið gerðar, hvorki við borholur né innan virkjunarinnar. Í ljósi upplýsinga, sem til eru um borholur í Ölfusdal (Pétur Steinþórsson, 1981, Sighvatur Elefsen og Trausti Hauksson 1984) og um vinnusvæði í Svartsengi (Guð-

mundur Eiríksson og Pétur Steinþórsson 1981, Sigurður Karlsson 1991) er brýnt að slíkar mælingar verði gerðar í Kröflu.

8.5 Varmabreytingar

Miklar heimildir eru til um undirbúning og skipulag eftirlits með frárennsli. Boruð var hola í Búrfellshrauni með ærnum tilkostnaði og sett upp aðstaða til mælinga á vatnsrennsli í Hlíðardalslæk. Í byrjun var fylgst reglulega með rennsli, tekin sýni og gerðar ferlunartilraunir. Fljótlega var þó hætt og virðist vandinn vera sá að ekki er nógu skýrt á kveðið um hver skuli bera ábyrgð á framkvæmdinni. Nýlega var farin skoðunarferð að holunni og reyndist hún stífluð nálægt vatnsborði, sennilega vegna þess að kastað hafi verið í hana óhroða. Æskilegt er að reynt verði að hreinsa holuna en að öðrum kosti bora nýja á svipuðum slóðum. Í framtíðinni er rétt að virkjunin beri ábyrgð á eftirliti með affallsvatni, en skipaður verði umsjónaraðili til að sjá um að eftirlit verði virkt. Eins og áður er getið eru ekki til beinar upplýsingar um áhrif affalls á lífríki en miklar líffræðirannsóknir hafa verið stundaðar á þessum slóðum (Sjá t.d. Jón Ólafsson 1991, Hákon Aðalsteinsson 1991, Hörður Kristinsson og Helgi Hallgrímsson 1991, Árni Einarsson 1991).

8.6 Gasútblástur

Mjög miklar upplýsingar liggja fyrir um gas í borholum og í virkjuninni sjálfri. Einkum hafa áhrif kvikugass á jarðhitavökva verið könnuð vegna ýmissa óæskilegra áhrifa þess (sjá t.d. Ármannsson et al. 1989). Þá hafa verið gerðar mælingar á snefilgösum (sjá t.d. Jón Ólafsson 1978, Halldór Ármannsson 1978). Reglulegt eftirlit er með gassamsetningu holuvökva einu sinni á ári, en það er tiltölulega strjálmt miðað við það, sem víða tíðkast, en gögn eru góð og reglulega gefin út. Þá eru gerðar vikulega gasmælingar í háþrýsti- og lágþrýstigufu við stöðvarvegg. Engar upplýsingar eru til um styrk gasa í andrúmslofti í nágrenni virkjunarinnar og er brýnt að bæta úr því.

8.7 Efni í affallsvatni

Eins og um gas liggja mjög miklar upplýsingar fyrir um uppleyst efni í borholuvökva. Ekki hefur þó verið jafn mikið unnið úr þeim gögnum, en full ástæða væri til þess að gera gangskör að því. Athugun hefur verið gerð á samsætum og þar með spáð í uppruna og rennislísiðir (Darling and Ármannsson 1989), en margt er enn óljóst. Sama gildir um athuganir á afdrifum efna í affalli og varmabreytingar. Koma þarf holu í Búrfellshrauni í gagnið og hefja reglulega sýnatöku.

8.8 Verndun

Sigurður Þórarinnsson (1978) mælir ekki með öðru fyrir Kröflusvæðið en að tryggð verði mannsæmandi umgengni en minnst ekki á verndun hluta þess. Svæðið er reyndar hluti þess lands, er lög nr. 36/1974 um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Þingeyjarsýslu taka til og samkvæmt reglugerð um framkvæmd þeirra eru hvers konar mannvirkjagerð og jarðrask á því landi óheimil nema leyfi Náttúruverndarráðs komi til. Því gaf Náttúruverndarráð út leyfi til að reisa og reka jarðgufuvirkjun við Kröflu (Eysteinn Jónsson og Árni Reynisson 1975), þar sem sett eru ýmis skilyrði, t.d. að stærð virkjunar skuli takmörkuð við 50 MW, um takmörkun á afhafnasvæði eftir nánari skilgreiningu, samþykki Náttúruverndarráðs um tilhögun vega, línu-

lagna og borhola og um útlit mannvirkja. Einnig eru ákvæði um rask, rannsóknir á og varnir gegn mengun og eftirlit af hálfu Náttúruverndarráðs, sem á rétt á að stöðva framkvæmdir, verði skilyrðum leyfisins eigi "hlýtt". Helgi Hallgrímsson (1976) gerði tillögur um friðun hluta Kröflusvæðis, en þær hafa aldrei verið samþykktar af ráðinu, þannig að einstakar framkvæmdir hafa hingað til verið háðar samkomulagi við ráðið. Um þessi mál er til fjöldi greinargerða og bréfa.

8.9 Almannaþing

Í heimildakönnun hafa komið fram nokkur bréf um samskipti landeigenda við virkjunaraðila, ráðuneyti og Náttúruverndarráð. Þess ber að geta að á tímum virkjunar Kröflu urðu heitar umræður í fjölmiðlum um málið og voru m.a. haldnir almennir fundir um það. Einnig héldu Almannaþingir uppi öflugum starfi í tengslum við Kröflueldu, héldu fundi og gáfu út leiðbeiningar. Reynt verður að hafa upp á efni um þessa þætti í framhaldi verkefnisins. Kristján Sæmundsson (1992) hefur sett fram flokkun á áhættuþáttum við virkjun háhitasvæða og segir stuttlega frá viðvörðunum á grundvelli þeirra í sambandi við Kröflueldu.

Gefnir hafa verið út kynningarbæklingar og gerð var kvikmynd um virkjunina, sem til er á myndbandi.

8.10 Eftirlit

Á fyrstu rekstrarárum var töluvert eftirlit á vegum Náttúruverndarráðs og eru til greinargerðir og bréf þar að lútandi. Litlar heimildir eru um slíkt á seinni árum. Allar áætlanir um framkvæmdir hafa þó verið lagðar inn til umsagnar Náttúruverndarráðs. Virkjunaraðilar sjá um almennt eftirlit með hita, þrýstingi, rennsli, efnainnihaldi og öðrum rekstrarþáttum og eru upplýsingar um niðurstöður aðgengilegar í skýrslum.

Heimildir um Kröflu flokkaðar eftir efnisflokkum töflu 1.

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
1. Adda Bára Sigfúsdóttir 1975: <i>Bréf</i> , Veðurstofa Íslands, Bréf sent Orkustofnun, Stefán Arnórsson, 29.10.1975.	X				
2. Arnþór Garðarsson 1979: Waterfowl populations of Lake Mývatn and recent changes in numbers and food habits. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 150-270.	X				
3. Arnþór Garðarsson 1991: Fuglalíf við Mývatn og Laxá. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (<i>ritstj.</i>), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 278-319.	X				
4. Arnþór Garðarsson 1991: <i>Ný borsvæði við Kröfluvirkjun</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Landsvirkjun, 12. júlí 1991.					X
5. Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1991: Lífið á botni Mývatns. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (<i>ritstj.</i>), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 190-217.	X			X	
6. Axel Björnsson 1976: <i>Gosvakt við Kröflu. Áfangaskýrsla um stöðu rannsókna og eftirlits á Kröflu- Námafjallssvæðinu vegna eldsumbrota og jarðhræringa</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7650.	X	X			
7. Axel Björnsson 1976: Jarðhræringar við Kröflu. <i>Náttúrufræðingurinn</i> , 46, 4, 177-240.	X	X			
8. Axel Björnsson 1977: Hæðarbreytingar lands við Kröflu. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 8.		X			
9. Axel Björnsson 1978: <i>Kröflueldar. Staða og horfur í september 1978</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7845.	X	X			
10. Axel Björnsson 1978: <i>Rannsóknir og eftirlit á Kröflusvæði vegna jarðhræringa og eldgosahættu. Staða og horfur í febrúar 1978</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7811.	X	X			
11. Axel Björnsson 1981: <i>Áætlun um rannsóknir fyrir Almannaþing á Kröflu-Mývatnssvæði</i> . Orkustofnun, Greinargerð AB-81/02, 5 s.	X	X		X	
12. Axel Björnsson 1985: Dynamics of crustal rifting in NE Iceland. <i>J. Geophys. Res.</i> , 90, B12, 10.151-10.162.	X	X			
13. Axel Björnsson 1987: <i>Krafla, samantekt</i> , Orkustofnun, Lagt fram á Hrafnþingi um Kröfluvirkjun í Reynihlíð 4.9.1987.	X	X			
14. Axel Björnsson, Freyr Þórarinnsson, Ragna Karlsdóttir og Gunnar Johnsen 1979: Jarðeðlisfræðirannsóknir á Kröflusvæði. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 5.	X	X			
15. Axel Björnsson, Grímur Björnsson, Ásgeir Gunnarsson og Gunnar Þorbergsson 1985: <i>Breytingar á landhæð við Kröflu 1974-1984</i> . Orkustofnun, OS-85019/JHD-05.		X			
16. Axel Björnsson, Grímur Björnsson og Hjörtur Tryggvason 1984: <i>Breytingar á sprunguvidd og grunnvatnshita í Kröflueldum 1975-1983</i> . Orkustofnun, OS-84085/JHD-37 B.	X	X			
17. Axel Björnsson, Gunnar Johnsen, Sven Sigurðsson og Eysteinn Tryggvason 1979: Rifting of the Plate Boundary in North Iceland 1975-1978. <i>J. Geophys. Res.</i> , 84, B6, Nordic Volcanological Institute 7807, 3029-3038, 30 s.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
18. Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson og Benedikt Steingrímsson 1984: <i>Kröfhueldar. Staða og horfur í Október 1984</i> . Orkustofnun, OS-84077/JHD-31 B.	X	X			
19. Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Páll Einarsson, Eysteinn Tryggvason og Karl Grönvold 1977: Current rifting episode in North Iceland. <i>Nature</i> , 266, 318-323.	X	X			
20. Árni Einarsson 1991: Lífríki í 2000 ár. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 320-336.	X			X	
21. Árni Reynisson 1975: <i>Fundur með Kröfshunefnd, 19.02.75</i> , Náttúruverndarráð.					X
22. Árni Reynisson 1975: <i>Krafla</i> . Náttúruverndarráð, Minnisblað.					X
23. Árni Reynisson 1975: <i>Kröfluvirkjun</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Iðnaðar-ráðuneyti 06.03.1975.					X
24. Árni Reynisson 1978: <i>Jarðrask við Kröfluvirkjun</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Rafmagnsveitum Ríkisins, 15. ágúst 1978.	X				
25. Árni Reynisson 1980: <i>Borholur í Suðurhlíðum Kröflufjalls</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Rafmagnsveitum Ríkisins, 23. jan. 1980.					X
26. Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1978: <i>Málmsteindir og efnajafnvægi í holu 7, Kröflu</i> . Háskóli Íslands, Jarðfræðiskor, B.S. ritgerð, 45 s.	X	X		X	
27. Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1984: <i>Hydrothermal metamorphism and rock water interaction in the Krafla and Reykjanes fields, Iceland</i> . University of East Anglia, Norwich, UK, Ph.D. ritgerð, 282 s.	X	X		X	
28. Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1986: The chemical characteristics of hydrothermal fluids at the Krafla and Reykjanes systems, as inferred from the coexisting mineralogy. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 546-549.	X	X		X	
29. Árný E. Sveinbjörnsdóttir, M. L. Coleman og B. W. D. Yardley 1986: Origin and history of hydrothermal fluids of the Reykjanes and Krafla geothermal fields, Iceland. A stable isotope study. <i>Contrib. Mineral. Petrol.</i> , 94, 99-109.	X	X		X	
30. Ásbjörn Einarsson 1979: <i>Chemical analysis well 12, Krafla</i> , Iðntæknistofnun Íslands, Dreift á Kröflufundi.				X	
31. Ásbjörn Einarsson 1979: <i>Corrosion and scaling in geothermal systems in Iceland. A review</i> , Iðntæknistofnun Íslands, Fyrirlestur hjá Electrochem. Soc., Los Angeles.		X		X	
32. Ásgrímur Guðmundsson 1979: <i>Holubréf 12, 79-09-25</i> , Orkustofnun.	X	X		X	
33. Ásgrímur Guðmundsson 1979: Jarðlagasnið í borholu KG-12. Samræmi jarðlaga og borholumælinga. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 7.	X	X			
34. Ásgrímur Guðmundsson 1982: The lithology of the southern slopes of Krafla high temperature area in Iceland. Í: Sveinn Jakobsson og Halldór Torfason (ritstj.), <i>Abstracts, 15. Nordiske geologiske vintermøde, Reykjavík 5.-8. janúar 1982</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 37.	X	X			
35. Ásgrímur Guðmundsson 1987: <i>Athuganir á endurvinnslu holu KJ-3A sumarið 1987</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-87/06.		X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
36. Ásgrímur Guðmundsson 1987: <i>Áætlun um endurbætur holu KJ-22</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-87/05.		X			
37. Ásgrímur Guðmundsson 1987: <i>Drög að kostnaðaráætlun vegna þjónustu við Kröfluvirkjun</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-87/02.	X	X			
38. Ásgrímur Guðmundsson 1987: <i>Hreinsun holu KJ-9 í Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-87/04.		X			
39. Ásgrímur Guðmundsson 1987: <i>Viðgerð á holu KG-8, 17.-25. júní 1987</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-87/07.		X			
40. Ásgrímur Guðmundsson 1988: <i>Áætlun verkefni við gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-88/02, 3 s.		X			
41. Ásgrímur Guðmundsson 1988: <i>Drög að kostnaðaráætlun vegna rekstrareftirlits við Kröfluvirkjun</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-88/03, 4 s.	X	X			
42. Ásgrímur Guðmundsson 1988: <i>Gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun</i> . Orkustofnun, OS-88033/JHD-17 B, 45 s.	X	X		X	
43. Ásgrímur Guðmundsson 1988: <i>Krafla-estirlit, Hita og þrýstimælingar í borholum</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-88/05, 2 s.	X	X			
44. Ásgrímur Guðmundsson 1988: <i>Krafla-Leirbotnar, Borun 1000-1200 m lágþrýstiholu</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-88/04, 11 s.		X			
45. Ásgrímur Guðmundsson 1989: <i>Hreinsun holu KJ-13 sumarið 1989</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-89/02.		X			
46. Ásgrímur Guðmundsson 1990: <i>Eftirlit og rannsóknir Orkustofnunar við borun holu KG-25 í Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-90/02.		X			
47. Ásgrímur Guðmundsson 1991: <i>Eftirlit og rannsókn Orkustofnunar við borun holu KG-26 í Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-91/07.		X			
48. Ásgrímur Guðmundsson 1991: <i>Fundur í Kröfluverkefninu. Ástand holu KG-25 og framtíðar gufuöflun</i> . Orkustofnun, Minnisblað ÁsG-91/03.		X			
49. Ásgrímur Guðmundsson 1991: <i>Krafla - Verkefnaáætlun. Tillögur um nýboranir 1991 og 1992</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-91/06.		X			
50. Ásgrímur Guðmundsson 1992: <i>Krafla - Hóla KG-26; upphitun, upphleyping og blástur - bráðabirgðaniðurstöður</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-92/14.	X	X		X	
51. Ásgrímur Guðmundsson 1992: <i>Krafla - Staða og horfur í rannsóknnum og gufuöflun í nóvember 1992</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-92/15.	X	X		X	
52. Ásgrímur Guðmundsson 1992: <i>Sprungumælar í Mývatnssveit og Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-92/11.	X	X			
53. Ásgrímur Guðmundsson og Benedikt Steingrímsson 1981: <i>Krafla, hola KJ-16. Borun fyrir fóðrun. Steyping 9 5/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, ÁsG-BS-81/02.	X	X			
54. Ásgrímur Guðmundsson og Benedikt Steingrímsson 1981: <i>Krafla, hola KJ-16. Greinargerð um borun fyrir og steypingu 13 3/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, ÁsG-BS-81/01.	X	X			
55. Ásgrímur Guðmundsson og Benedikt Steingrímsson 1989: <i>Krafla. Um endurvinnslu borhóla</i> . Orkustofnun, OS-89050/JHD-23 B.		X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
56. Ásgrímur Guðmundsson og Benedikt Steingrímsson 1992: <i>Gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun - Staða og horfur í upphafi árs 1992</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-BS-92/01.	X	X		X	
57. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteins-son, Guðjón Guðmundsson, Halldór Ármannsson, Hilmar Sigvaldason, Jón Benjamínsson og Sigurður Benediktsson 1984: <i>Krafla, hola KJ-21. Viðgerðir vorið 1984</i> . Orkustofnun, OS-84070/JHD-29 B, 45 s.	X	X		X	
58. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteins-son, Guðjón Guðmundsson og Sigurður Benediktsson 1983: <i>Krafla. Borun holu KJ-3 A</i> . Orkustofnun, OS-83092/JHD-31 B, 23 s.	X	X			
59. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteins-son, Guðni Guðmundsson, Hjörtur Tryggvason og Sigurður Benediktsson 1983: <i>Krafla, hola KJ-23. Borun frá 196 m í 539 m og steyping 9 5/8" fóðringar</i> . Orku- stofnun, OS-83080/JHD-26 B, 15 s.	X	X			
60. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson og Gísli Karel Halldórsson 1981: <i>Krafla, hola KJ-17. Áfangaskýrsla um borun vinnsluhluta holunnar</i> . Orku- stofnun, ÁG-BS-GKH-81/04.	X	X			
61. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Gísli Karel Halldórsson, Guðjón Guðmundsson og Valgarður Stefánsson 1981: <i>Krafla, hola KJ-18. Borun vinnsluhluta og borlok</i> . Orkustofnun, ÁG-BS-GKH-GjG-VS-81/05.	X	X			
62. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Hilmar Sigvaldason 1982: <i>Krafla - HOLA KJ-19. Borun frá 203 m í 654 m og steyping 9 5/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, OS- 82080/JHD-19 B.	X	X			
63. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Hilmar Sigvaldason, Hjörtur Tryggvason og Ómar Sigurðsson 1983: <i>Krafla, hola KJ-23. Borun vinnsluhluta holunnar</i> . Orku- stofnun, OS-83082/JHD-27 B, 23 s.	X	X			
64. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson, Steinar Þ. Guðlaugsson og Valgarður Stefánsson 1982: <i>Krafla, hola KJ-20. Borun vinnslu- hluta holunnar og borlok</i> . Orkustofnun, OS-82117/JHD-33 B.	X	X			
65. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Frið- leifsson og Guðjón Guðmundsson 1982: <i>Krafla, hola KJ-20. Borun fyrir 9 5/8" fóðringu og steyping fóðurrörs</i> . Orkustofnun, OS-82116/JHD-32 B.	X	X			
66. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Frið- leifsson, Hilmar Sigvaldason, Hjörtur Tryggvason og Ómar Sigurðsson 1982: <i>Krafla, hola KJ-21. Borun vinnsluhluta holunnar, frá 293 m til 1200 m</i> . Orkustofn- un, OS-82119/JHD-35 B.	X	X			
67. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Frið- leifsson, Ómar Sigurðsson og Valgarður Stefánsson 1982: <i>Krafla, hola 19. Borun vinnsluhluta holunnar</i> . Orkustofnun, OS-82084/JHD-23 B.	X	X			
68. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson, Hilmar Sigvaldason, Jón Benjamínsson og Ómar Sigurðsson 1983: <i>Krafla, hola KJ-9. Aflsaga, efnabreytingar og endurborun</i> . Orkustofnun, OS-83075/JHD-13.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
69. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson og Jón Benjamínsson 1985: <i>Gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun. Staða og horfur haustið 1985</i> . Orkustofnun, OS-85089/JHD-48 B.	X	X		X	
70. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt St. Steingrímsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson 1981: <i>Krafla KJ-16. Lokaáfangi borunar holunnar. Bráðabirgðaskýrsla</i> . Greinargerð ÁG-BS-GÓF-81/03.	X	X			
71. Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt S. Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteins-son, Guðjón Guðmundsson og Hjörtur Tryggvason 1983: <i>Krafla, hola KJ-13. Endurborun í júl og ágúst 1983</i> . Orkustofnun, OS-83077/JHD-23 B, 27 s.	X	X			
72. Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Hilmar Sigvaldason, Hjörtur Tryggvason og Sigurður Benediktsson 1983: <i>Krafla, hola KJ-23. Borun frá 70 m í 196 m og steyping 13 3/8" fódringar</i> . Orkustofnun, OS-83079/JHD-25 B, 16 s.	X	X			
73. Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Ómar Sigurðsson, Jósef Hólmjárn, Hilmar Sigvaldason og Benedikt Steingrímsson 1988: <i>Krafla - Hola KG-24, 3. áfangi - borun vinnsluhluta</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-DS-ÓS-JH-HS-BS-88/09.	X	X			
74. Ásgrímur Guðmundsson og Einar Tjörvi Elíasson 1985: <i>Rannsókn og hag-nyting háhita við Kröfluvirkjun. Í: Gunnar V. Johnsen (ristj.), Rannsóknir og hag-nyting háhita</i> , Orkustofnun OS-85052/JHD-08, Ráðstefna haldin að Borgartúni 6, 28 febrúar 1985, 27-31.	X	X		X	
75. Ásgrímur Guðmundsson, Grímur Björnsson, Guðrún Sverrisdóttir og Hall-dór Ármannsson 1989: <i>Krafla, hola KJ-13. Upphitun, upphleyping og blástur eftir hreinsun</i> . Orkustofnun, OS-89051/JHD-24 B.	X	X		X	
76. Ásgrímur Guðmundsson og Guðrún Sverrisdóttir 1990: <i>Krafla hola KG-25. Athuganir á útfellingum</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-GSv-90/11, 3 s.	X	X		X	
77. Ásgrímur Guðmundsson, Gylfi Páll Hersir og Benedikt St. Steingrímsson 1986: <i>Krafla. Eftirlit 1986 og tillaga um eftirlit og rannsóknarverkefni 1987</i> . OS-86077/JHD-34 B.	X	X			X
78. Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason 1982: <i>Krafla, hola KJ-21. Borun frá 0 - 293 m</i> . Orkustofnun, OS-82118/JHD-34 B.	X	X			
79. Ásgrímur Guðmundsson, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, Sigurður Benediktsson, Jósef Hólmjárn og Dagbjartur Sigursteinsson 1992: <i>Krafla. Borun 3. áfanga holu KG-26</i> . Orkustofnun, OS92009/JHD-03 B.	X	X			
80. Ásgrímur Guðmundsson og Jón Benjamínsson 1987: <i>Krafla. Athugun á gasstyrk í gufu hola KJ-19 og 20, og völdum gufuaugum</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG/JBen-87/03.				X	
81. Ásgrímur Guðmundsson, Jósef Hólmjárn, Sigurður Benediktsson og Dagbjartur Sigursteinsson 1990: <i>Krafla - Borun holu KG-25, 1. áfangi</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-JH-SBen-DS-90/05, 21 s.	X	X			
82. Ásgrímur Guðmundsson, Jósef Hólmjárn, Valgarður Stefánsson, Sigurður Benediktsson og Dagbjartur Sigursteinsson 1990: <i>Krafla - Borun holu KG-25, 3. áfangi</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-JH-VS-Ómar-SBen-DS-90/07, 26 s.	X	X			
83. Ásgrímur Guðmundsson og Magnús Sigurgeirsson 1992: <i>Krafla - Röntgen- greiningar á óhreinindum í aflvél</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-MS-92/10.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
84. Ásgrímur Guðmundsson, Ómar Sigurðsson, Sigurður Benediktsson, Jósef Hólmjárn og Dagbjartur Sigursteinsson 1991: <i>Krafla. Borun 2. áfanga holu KG-26</i> . Orkustofnun, OS91041/JHD-24 B.	X	X			
85. Ásgrímur Guðmundsson, Sigurður Benediktsson og Dagbjartur Sigursteinsson 1988: <i>Krafla - Borun holu KG-24, 1. áfangi</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-SBen-DS--88/07, 6 s.		X			
86. Ásgrímur Guðmundsson, Sigurður Benediktsson og Dagbjartur Sigursteinsson 1988: <i>Krafla - Borun holu KG-24, 2. Áfangi - borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÁsG-SBen-DS-88/08.	X	X			
87. Ásgrímur Guðmundsson, Sigurður Benediktsson, Hilmar Sigvaldason og Dagbjartur Sigursteinsson 1991: <i>Krafla. Borun 1. áfanga holu KG-26</i> . Orkustofnun, OS-91040/JHD-23 B.	X	X			
88. Ásgrímur Guðmundsson, Sverrir Þórhallsson og Sigurður Benediktsson 1991: <i>Verklýsing fyrir borun holu KG-26</i> . Orkustofnun, OS-91020/JHD-07 B.		X			
89. Baldur Líndal og Sigurður R. Guðmundsson 1977: <i>Ályktanir varðandi málm-tæringu og skeljun í Kröfluveitu miðað við gufusamsetningu í desember 1976</i> , Verkfræðiskrifstofa Baldurs Líndal og Verkfræðiskrifstofa Sigurðar R. Guðmundssonar, 5 s.	X	X		X	
90. Benedikt Steingrímsson 1977: <i>Holubréf 8, 77-12-05</i> , Orkustofnun.	X	X			
91. Benedikt Steingrímsson 1979: <i>Eðliseiginleikar borholu KG-12. Í: Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 9.	X	X			
92. Benedikt Steingrímsson 1979: <i>Hitamælingar í borholum í Kröflu. Túlkun þeirra og meginniðurstöður. Í: Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 9.	X	X			
93. Benedikt Steingrímsson 1979: <i>Mælingar í borholum í Kröflu í júní 1979</i> . Orkustofnun, Greinargerð.	X	X			
94. Benedikt Steingrímsson 1983: <i>Mælingar í Kröfluholum í nóvember 1983</i> . Orkustofnun, OS-83099/JHD-37 B, 8 s.	X	X			
95. Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson og Grímur Björnsson 1993: <i>Krafla - Vinnsluefrilit. Borholumælingar 1992</i> . Orkustofnun, OS-93017/JHD-09 B.	X	X			
96. Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson 1984: <i>Krafla-hola KJ-23. Borun og rannsóknir. Lokaskýrsla</i> . Orkustofnun, OS-84032/JHD-03, 98 s.	X	X			
97. Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Guðjón Guðmundsson og Halldór Ármannsson 1984: <i>Gufuöflun í Kröflu 1974-1984</i> . Orkustofnun, OS-84086/JHD-38 B.	X	X		X	
98. Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Guðjón Guðmundsson, Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1984: <i>Krafla - hola KJ-3A. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Lokaskýrsla</i> . Orkustofnun, OS84043/JHD-08.	X	X		X	
99. Benedikt Steingrímsson og Gestur Gíslason 1977: <i>Holubréf 2, 77-01-24</i> , Orkustofnun.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
100. Benedikt Steingrímsson og Gestur Gíslason 1977: <i>Holubréf 5, 77-06-02</i> , Orkustofnun.	X	X		X	
101. Benedikt Steingrímsson og Gestur Gíslason 1978: <i>Krafla. Aftmælingar í borholum. Yfirlit yfir allflestar aftmælingar á borholum við Kröflu fram í desember 1977 og lýsing á mæliaðferðum</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7804, 61 s.		X			
102. Benedikt Steingrímsson og Gestur Gíslason 1981: <i>Krafla, hola KJ-16. Upphitun, upphleyping og blástur 81.06.22 - 81.08.10</i> . Orkustofnun, BS-GG-81/03.	X	X		X	
103. Benedikt Steingrímsson, Gestur Gíslason og Trausti Hauksson 1977: <i>Holubréf 6, 77-09-29</i> , Orkustofnun.	X	X		X	
104. Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson 1990: <i>Krafla - vinnslueftirlit. Borholumælingar 1990</i> . Orkustofnun, OS-90048/JHD-28 B, 48 s.	X	X			
105. Benedikt Steingrímsson, Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason 1992: <i>Krafla - Vinnslueftirlit. Borholumælingar 1991</i> . Orkustofnun, OS-92004/JHD-01 B.	X	X			
106. Benedikt Steingrímsson og Guðjón Guðmundsson 1981: <i>Krafla - Ýmsar atluganir á borholunum, september - október '81</i> , Handrit, 4 s.	X	X			
107. Benedikt Steingrímsson og Guðjón Guðmundsson 1981: <i>Krafla, hola KJ-17. Upphleyping og blástur 81.08.13 - 81.10.08</i> . Orkustofnun, BS-GjG-81/02.	X	X			
108. Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Guðni Guðmundsson 1982: <i>Krafla, hola KJ-20. Borun í 212,5 m og steyping 13 3/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, OS-82115/JHD-31 B.	X	X			
109. Benedikt Steingrímsson og Halldór Ármannsson 1982: <i>Krafla, hola KJ-19, upphitun, upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-82099/JHD-27 B.	X	X		X	
110. Benedikt Steingrímsson og Halldór Ármannsson 1984: <i>Krafla. Um niðurdælingu affallsvatns á Hvíthólasvæði</i> . Orkustofnun, OS-84026/JHD-08 B.	X	X		X	
111. Benedikt Steingrímsson og Halldór Ármannsson 1984: <i>Krafla, hola KJ-3A. Upphitun, upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-84009/JHD-03 B.	X	X		X	
112. Benedikt Steingrímsson og Halldór Ármannsson 1989: <i>Krafla. Hola KG-24. 4. áfangi: Upphitun, upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-89007/JHD-01 B.	X	X		X	
113. Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983: <i>Krafla, hola KJ-20. Upphitun, upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-83006/JHD-01 B.	X	X		X	
114. Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983: <i>Krafla, KJ-21. Upphitun, upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-83013/JHD-03 B.	X	X		X	
115. Benedikt Steingrímsson og Valgarður Stefánsson 1977: <i>Holubréf 3, 77-03-04</i> , Orkustofnun.	X	X			
116. Benedikt Steingrímsson og Valgarður Stefánsson 1978: <i>Holubréf 9, 78-05-12</i> , Orkustofnun.	X	X			
117. Bragi Árnason 1976: <i>Groundwater systems in Iceland traced by deuterium</i> , Vísindafélag Íslendinga (Soc. Scient. Isl.), 236 s.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
118. Bryndís Brandsdóttir og Páll Einarsson 1979: Seismic activity associated with the september 1977 deflation of the Krafla central volcano in northeastern Iceland. <i>J. Volcanol. Geotherm. Res.</i> , 6, 197-212.		X			
119. Bryndís Brandsdóttir og Páll Einarsson 1988: Um lágtíðniskjálfta í íslenskum eldstöðvum. Í: <i>Eldvirkni á Íslandi. Ráðstefna á Hótel Loftleiðum 9. apríl 1988. Dagská og ágrip erinda</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 5.		X			
120. Bryndís Brandsdóttir og Páll Einarsson 1992: Seismic monitoring of Icelandic volcanoes. Í: <i>Abstracts. 20 Geologiska vintermötet</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 21.		X			
121. Dagbjartur Sigurðsson, Einar Ísleifsson og Veðifél. Mýv. 1975: <i>Um mengunarhættu v/affallsvatns frá virkjun við Kröflu eða Hverarönd</i> , Bréf sent Iðnaðarráðuneyti 24.01.1975, 2 s.					X
122. Darling, W. G. og A. H. Bath 1983: <i>Stable isotope analyses from the Krafla and Námafjall geothermal systems in Iceland</i> . British Geological Survey. Hydrogeology Unit, Wallingford, UK, WD/ST/83/5, 15 s.				X	
123. Darling, W. G. og Halldór Ármannsson 1986: The behaviour of H and O stable isotopes in the Krafla geothermal flow system. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 155-158.	X	X		X	
124. Darling, W. G. og Halldór Ármannsson 1989: Stable isotopic aspects of fluid flow in the Krafla, Námafjall and Theistareykir geothermal systems of northeast Iceland. <i>Chemical Geology</i> , 76, 197-213.	X	X		X	
125. Davíð Egilsson 1990: <i>Borholur KG-25 og KG-26 í Kröflu</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Landsvirkjun, Knúti Otterstedt, 4. apríl 1990.					X
126. Egill Hauksson 1983: Episodic rifting and volcanism at Krafla in north Iceland: Growth of large ground fissures along the plate boundary. <i>J. Geophys. Res.</i> , 88, B1, 625-636.	X	X			
127. Egill B. Hreinsson og Skúli Jóhannsson 1983: <i>Kröfluvirkjun. Athugun á hagnæmni frekari orkuöflunarframkvæmda</i> . Rafmagnsveitur Ríkisins - Áætlana-deild, RARIK - 83204.		X			
128. Eigendur jarðarinnar Reykjahlíðar í Skútustaðahreppi 1975: <i>Yfirlýsing</i> , Bréf sent Landsvirkjun.					X
129. Einar Gunnlaugsson 1977: <i>The origin and distribution of sulphur in fresh and geothermally altered rocks in Iceland</i> . Department of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK, Ph.D. ritgerð, 192 s.	X	X		X	
130. Einar T. Elíasson 1978: <i>Ferð farin í apríl 1978 á vegum Iðnaðarráðuneytisins og Kröflunefndar til að kynna erlendri reynslu á nýtingu jarðvarma til raforkuframleiðslu. Akureyri</i> . Kröflunefnd, Akureyri, Fylgiskjöl, 36 s.	X	X		X	
131. Einar T. Elíasson 1979: <i>Boranir í suðurhlíðum Kröflufjalls til öflunar gufu fyrir Kröfluvirkjun</i> , Rafmagnsveitur Ríkisins, Bréf sent Náttúruverndarráði, 21.12.1979.					X
132. Einar T. Elíasson 1980: Rafmagnsveitur Ríkisins, MEMO nr. 98, Bréf sent Kristjáni Jónssyni, Rafmagnsveitustjóra Ríkisins, 3. nóv 1980.					X

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
133. Einar T. Elíasson 1987: <i>Hrafnáping um Kröfluvirkjun, haldið 4. september 1987 í Hótel Reynihlíð. Samantekt</i> , Orkustofnun.	X	X		X	
134. Elderfield, H. og M. J. Greaves 1981: Strontium isotope geochemistry of Icelandic geothermal systems and implications for sea water chemistry. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 45, 2201-2212.	X			X	
135. Eysteinn Jónsson, Árni Reynisson, Hjörleifur Guttormsson og Vilhjálmur Lúðvíksson 1975: <i>Leyfi til að reisa og reka jarðgufuvirkjun við Kröflu</i> , Náttúruverndarráð, Bréf sent Iðnaðarráðuneyti 26.03.1975, 5 s.	X	X		X	X
136. Eysteinn Sigurðsson, Helgi Jónasson, Jón Benediktsson, Áskell Jónasson og Guðmundur Jónsson 1975: <i>Ályktun um mengunarhættu frá gífuafstöð í Kröflu</i> , Stjórn Veidifélags Laxár og Krákár, Bréf sent Náttúruverndarráði.					X
137. Eysteinn Tryggvason 1977: Hallamælingar við Kröflu og kvikustreymi. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 10.	X	X			
138. Eysteinn Tryggvason 1979: Samspil láréttra og lóðréttra hreyfinga við Kröflu. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 3.	X	X			
139. Eysteinn Tryggvason 1992: Ground deformation as Krafla fires end. Í: <i>Abstracts. 20 Geologiska vintermötet</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 174.	X	X			
140. Eyþór Einarsson og Þóroddur F. Þóroddsson 1988: <i>Náttúruninjaskrá, fimmta útgáfa 1988</i> , Náttúruninjaráð.					X
141. Finnur Guðmundsson 1979: The past status and exploitation of the Mývatn waterfowl populations. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 232-249.	X				
142. Freyr Þórarinnsson 1980: <i>Krafla. Um vatns- og orkubúskap jarðhitakerfisins</i> . Orkustofnun, Greinargerð FP-80/03, 4 s.	X	X			
143. Freyr Þórarinnsson 1980: <i>Krafla. Viðnámsmælingar með fjórpólaaðferð sumarið 1979 (Electrical Resistivity Survey with Quadripole-Quadripole Method at Krafla in Summer 1979)</i> . Orkustofnun, OS-800013/JHD-07, With English summary.	X	X			
144. Freyr Þórarinnsson og Bára Björgvinsdóttir 1980: <i>Krafla - Námafjall: Grunnvatnshæð</i> . Orkustofnun, Greinargerð FP/BB-80/01.	X	X			
145. Freysteinn Sigurðsson 1980: <i>Affallsvatn frá Kröfluvirkjun, kostnaðaráætlun um eftirlit</i> . Orkustofnun, Greinargerð FS-80/04.	X			X	
146. Freysteinn Sigurðsson, Guttormur Sigbjarnarson, Jón Ólafsson, Stefán Arnórsson og Þóroddur F. Þóroddsson 1976: <i>Tillögur vinnuhóps um athuganir á áhrifum frárennslisvatns frá Kröfluvirkjun</i> .	X			X	
147. Freysteinn Sigurðsson og Helgi Torfason 1989: Iceland. Í: <i>Mineral deposits of Europe</i> , The Institute of Mining and Metallurgy, The Mineralogical Society, 421-431.	X	X		X	
148. Gestur Gíslason 1977: Jarðhitasvæðið við Kröflu. Efnafræðileg túlkun. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 12.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
149. Gestur Gíslason 1981: <i>Sýnataka og aflmælingar í Kröflu 14-16 júlí 1981</i> . Orkustofnun, Greinargerð GG-81/02.		X		X	
150. Gestur Gíslason 1990: <i>Krafla KG-25. Af sýnatökuferð</i> . Orkustofnun, Greinargerð GG-90/02.		X		X	
151. Gestur Gíslason, Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1978: <i>Krafla. Hitaástand og gastegundir í jarðhitakerfinu. Styrkur og hlutföll gastegunda í þeim hluta jarðhitakerfisins við Kröflu, sem borað hefur verið í, á grundvelli rannsóknna á sýnum</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7846.	X	X		X	
152. Gestur Gíslason og Jón Benjamínsson 1981: <i>Sýnatökuferð í Kröflu 1981-08-25 - 28</i> . Orkustofnun, Greinargerð GG/JBen-81/04.		X		X	
153. Gestur Gíslason og Jón Benjamínsson 1981: <i>Sýnatökuferð í Kröflu 1981-08-25 - 28</i> . Orkustofnun, GG-JBen-81/03.		X		X	
154. Gestur Gíslason og Kristján Hrafn Sigurðsson 1990: <i>Krafla hola KG-25. Upphleypling og fyrstu mæliniðurstöður</i> . Orkustofnun, Greinargerð GG-KHS-90/01.		X		X	
155. Gestur Gíslason og Stefán Arnórsson 1976: <i>Framvinduskýrsla um breytingar á rennsli og efnainnihaldi í borholum 3 og 4 í Kröflu</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7640.	X	X		X	
156. Gísli Már Gíslason 1991: <i>Lífið í Laxá. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), Náttúra Mývatns, Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 218-235</i> .	X			X	
157. Gísli Karel Halldórsson 1981: <i>Prepadæling í holu KJ-16 í Kröflu</i> . Orkustofnun, GKH-81/05.		X			
158. Grímur Björnsson 1991: <i>Útreikningur á blástursþrýstingi holu KG-26</i> . Orkustofnun, Greinargerð GrB-91/02.		X			
159. Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991: <i>Krafla - hola KG-26. Mat á upphafsástandi, afköstum og gæfni æða</i> . Orkustofnun, Greinargerð, GrB/BS-91/07.	X	X			
160. Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1992: <i>Tillögur að borholumælingum í Kröflu í maí 1992</i> . Orkustofnun, Greinargerð GrB/BS-92/04.	X	X			
161. Grímur Björnsson, Benedikt Steingrímsson og Ásgrímur Guðmundsson 1990: <i>Krafla - hola KG-25. Upphitun og upphafsástand</i> . Orkustofnun, OS-90052/JHD-30 B.	X	X			
162. Grímur Björnsson 1988: <i>Hugmyndir um hönnun lágþrýstiholu í Kröflu</i> . Orkustofnun, GrB-88/05, 9 s.		X			
163. Grímur Björnsson, Guðlaugur Hermannsson og Benedikt Steingrímsson 1989: <i>Krafla - Eftirlit. Borholumælingar í júlí 1989</i> . Orkustofnun, OS-89061/JHD-31 B.	X	X			
164. Guðjón Guðmundsson og Guðlaugur Hermannsson 1986: <i>Krafla. Borholumælingar árið 1985</i> . Orkustofnun, OS-86062/JHD-24 B.	X	X			
165. Guðjón Guðmundsson og Guðlaugur Hermannsson 1986: <i>Krafla. Borholumælingar árið 1986</i> . Orkustofnun, OS-86063/JHD-25 B.	X	X			
166. Guðjón Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason 1988: <i>Krafla hola KG-10 - Mælingar í ágúst 1988</i> . Orkustofnun, Greinargerð GjG-HS-88/01, 4 s.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
167. Guðjón Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason 1988: <i>Krafla - Eftirlit. Borholumælingar í ágúst 1988</i> . Orkustofnun, Greinargerð GjG-HS-88/02, 4 s.	X	X			
168. Guðjón Guðmundsson og Jón Benjamínsson 1983: <i>Krafla, Hóla KJ-13. Upphitum, upphleyping og blástur eftir endurborun 1983</i> . Orkustofnun, OS-83111/JHD-43 B.	X	X		X	
169. Guðmundur S. Böðvarsson, K. Pruess, Valgarður Stefánsson og Einar T. Elíasson 1984: <i>The Krafla Geothermal Field, Iceland. 2. The Natural State of the System</i> . Water Resour. Res..	X	X			
170. Guðmundur S. Böðvarsson, K. Pruess, Valgarður Stefánsson og Einar T. Elíasson 1984: <i>The Krafla Geothermal Field, Iceland. 3. The Generating Capacity of the Field</i> . Water Resour. Res..	X	X			
171. Guðmundur S. Böðvarsson, K. Pruess, Valgarður Stefánsson og Einar T. Elíasson 1984: <i>The Krafla Geothermal Field, Iceland. 4. History Match and Prediction of Individual Well Performance</i> . Water Resour. Res..	X	X			
172. Guðmundur S. Böðvarsson, S. M. Benson, Ómar Sigurðsson, Valgarður Stefánsson og Einar T. Elíasson 1984: <i>The Krafla Geothermal Field, Iceland. 1. Analysis of Well Test Data</i> . Water Resour. Res..	X	X			
173. Guðmundur Ómar Friðleifsson, Guðjón Guðmundsson og Valgarður Stefánsson 1981: <i>Krafla, hóla KJ-18. Borun frá 200 m í 674 m og steyping 9 5/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, GÓF-GjG-VS-81/04.	X	X			
174. Guðmundur Ómar Friðleifsson og Hilmar Sigvaldason 1981: <i>Krafla, hóla KJ-17. Borun frá 212 m í 695 m og steyping 9 5/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, GÓF-HS-81/02.	X	X			
175. Guðmundur Ómar Friðleifsson og Hilmar Sigvaldason 1982: <i>Krafla - Hóla KJ-19. Borun í 203 m og steyping 13 3/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, OS-82077/JHD-18 B.	X	X			
176. Guðmundur Ómar Friðleifsson, Hilmar Sigvaldason og Ásgrímur Guðmundsson 1981: <i>Krafla, hóla KJ-17. Borun frá 65 m í 212 m og steyping 13 3/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, GÓF-HS-ÁsG-81/01.	X	X			
177. Guðmundur Ómar Friðleifsson og Valgarður Stefánsson 1981: <i>Krafla, hóla KJ-18. Borun í 206 m og steyping 13 3/8" fóðringar</i> . Orkustofnun, GÓF-VS-81/03.	X	X			
178. Guðmundur Guðmundsson, Guðmundur Pálmason, Karl Grönvold, Karl Ragnars, Kristján Sæmundsson og Stefán Arnórsson 1971: <i>Námafjall - Krafla. áfangaskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðanna</i> . Orkustofnun, Jarðhitadeild, Orkustofnun.	X	X		X	
179. Guðmundur Pálmason 1975: <i>Geophysical methods in geothermal exploration. Í: Proceedings Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources</i> , United Nations, San Francisco, USA, 1175-1184.	X	X			
180. Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Halldórsson 1985: <i>Mat á jarðvarma Íslands</i> . Orkustofnun, OS-85076/JHD-10, 134 s.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
181. Guðmundur Pálmason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Axel Björnsson og Ingvar Birgir Friðleifsson 1976: <i>Greinargerð um framkvæmdir við Kröfluvirkjun í ljósi jarðskjálfta, sprunguhreyfinga og eldgosahættu</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7604.	X	X			
182. Guðmundur Pálmason, Stefán Arnórsson, Ingvar Birgir Friðleifsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Kristján Sæmundsson, Valgarður Sefánsson, Benedikt Steingrímsson, Jens Tómasson og Leó Kristjánsson 1979: The Iceland crust: Evidence from drillhole data on structure and processes. Í: Talwani, M., C. G. Harrison og D. E. Hayes (ritstj.), <i>Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Ocean Crust</i> , Am. Geophys. Union, Washington, D.C., USA, 43-65.	X	X		X	
183. Guðmundur Sigvaldason 1988: Kvikukerfi og kvikugerð. Í: <i>Eldvirkni á Íslandi. Ráðstefna á Hótel Loftleiðum 9. apríl 1988. Dagská og ágríp erinda</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 8.	X	X			
184. Guðrún Larsen, Karl Grönvold og Sigurður Thorarínsson 1978: <i>Volcanic eruption through a geothermal borehole at Námafjall, Iceland</i> . Nordic Volcanological Institute, 78 12.	X	X			
185. Gunnar V. Johnsen 1978: <i>Þyngdamælingar í Mývatnssveit</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7849, 78 s.		X			
186. Gunnar V. Johnsen 1978: <i>Þyngdamælingar við Kröflu. Áfangaskýrsla</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7824.		X			
187. Gunnar V. Johnsen 1979: <i>Hæðar- og þyngdamælingar á Kröflu-Námafjalls-svæðinu</i> . Orkustofnun, OS-79010/JHD-04.		X			
188. Gunnar V. Johnsen 1984: <i>Þyngdamælingar um Hvíthóla 1983</i> . Orkustofnun, OS-84045/JHD-12 B, 5 s.		X			
189. Gunnar V. Johnsen, Axel Björnsson og Sven Þ. Sigurðsson 1979: Þyngdar- og hæðarbreytingar á Kröflusvæðinu. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágríp, 3.		X			
190. Gunnar V. Johnsen, Axel Björnsson og Sven Þ. Sigurðsson 1980: Gravity and elevation changes caused by magma movement beneath the Krafla caldera, northeast Iceland. <i>Journal of Geophysics</i> , 47, 132-140.		X			
191. Guttormur Sigbjarnarson, Haukur Tómasson, Jónas Elíasson og Stefán Arnórsson 1974: <i>Álitsgerð um mengunarhættu vegna affallsvatns frá gufuvirkjun við Kröflu eða Hverarönd</i> . OS-JHD-7424, OS-ROD-7421.				X	
192. Halldór Ármannsson 1977: <i>Radonmælingar í Kröflu og Námafjalli árið 1977</i> . Orkustofnun, Greinargerð.				X	
193. Halldór Ármannsson 1978: <i>Nokkrar upplýsingar um borholur í Kröflu í desember 1978</i> . Orkustofnun, Greinargerð.		X		X	
194. Halldór Ármannsson 1978: <i>Um ákvörðun kvikasilfurs og arsens í sýnum frá Kröflu og Námafjalli</i> . Orkustofnun, Greinargerð.				X	
195. Halldór Ármannsson 1979: <i>Punktur varðandi Kröfludvöl 1979.06.05-16</i> . Orkustofnun, Greinargerð.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
196. Halldór Ármannsson 1982: Et model af Kraflas geotermiske system. Kemiske metoders betydning. Í: Sveinn Jakobsson og Halldór Torfason (ritstj.), <i>Abstracts, 15. Nordiske geologiske vintermøde, Reykjavík 5.-8. janúar 1982</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 37.	X	X		X	
197. Halldór Ármannsson 1983: <i>Gas í gufu. Lýsing og prófun ákvörðunaraðferða. Krafla: Athugun á gasstyrk gufu við mismunandi rekstraraðstæður í háþrýstilögn og í gaslosunarbúnaði, 1983-10.06-07</i> . Orkustofnun, OS-83093/JHD-32 B.					X
198. Halldór Ármannsson 1983: An improved model of the flow in the Krafla geothermal system. Í: <i>Proceedings of the Fourth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Institute for Thermal Spring Research Okayama University og IAGC, Misasa, Japan, 32-35.		X		X	
199. Halldór Ármannsson 1983: <i>Krafla. Gas í háþrýstilögn og gaslosunarbúnaði. Athugun á andrúmsloftsmengun 1983-04-14</i> . Orkustofnun, OS-83029/JHD-10 B.				X	
200. Halldór Ármannsson 1984: <i>Eftirlit með efnainnihaldi</i> , Rafmagnsveitur ríkisins. Kröfluvirkjun, Erindi flutt á Hrafnáþingi 1-2 nóvember, 1984, 121-138.				X	X
201. Halldór Ármannsson 1984: <i>Gasbreytingar á Kröflusvæðinu</i> , Rafmagnsveitur ríkisins. Kröfluvirkjun, Erindi flutt á Hrafnáþingi 1-2 nóvember, 1984, 265-280.				X	
202. Halldór Ármannsson 1985: <i>Krafla. Gasmælingar vegna prófunar nýrra gasþeysa, 1985.04.29-30</i> . Orkustofnun, OS-85051/JHD-17 B.				X	
203. Halldór Ármannsson 1986: The Krafla geothermal area. Í: <i>The Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction, Field Guide</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 23-25.	X	X		X	X
204. Halldór Ármannsson 1988: <i>Mælingar á holu KG-24 fyrir tengingu</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ-88/04.		X		X	
205. Halldór Ármannsson 1988: <i>Um niðurdælingu í holu KJ-22 í Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ-88/05.		X			
206. Halldór Ármannsson 1988: <i>Um prófun á gasþoli gasþeysa Kröfluvirkjunnar</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ-88/01.				X	
207. Halldór Ármannsson 1988: <i>Upphleyping holu KG-24, Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ-88/03.		X		X	
208. Halldór Ármannsson 1989: Predicting calcite deposition in Krafla boreholes. <i>Geothermics, 18, 1/2, 25-32</i> .	X	X		X	
209. Halldór Ármannsson 1989: <i>Punktur um upphleypingu holu KJ-13, Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð.		X		X	
210. Halldór Ármannsson, Ásgrímur Guðmundsson og Benedikt Steingrímsson 1987: Exploration and development of the Krafla geothermal area. <i>Jökull, 37, 13-30</i> .	X	X		X	
211. Halldór Ármannsson og Benedikt Steingrímsson 1984: <i>Krafla. Hóla KJ-22. Upphitun, upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-84008/JHD-02 B.	X	X		X	
212. Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason 1981: <i>Aftmælingar og sýnataka í Kröfluferð</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/GG-81/02.		X		X	
213. Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason 1981: <i>Norðurlandsför 1981-09-25 - 10-06</i> . Orkustofnun, HÁ-GG-81/06.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
214. Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason 1981: <i>Um aflmælingar og sýnatöku í Kröflu 1981-09-06 - 16</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/GG-81/05.		X		X	
215. Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason 1982: <i>Hjáverk í Kröflu í lok júní og byrjun júlí 1982</i> . Orkustofnun, OS-82063/JHD-12 B.		X		X	
216. Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason 1991: <i>Krafla KG-25. Upphleyping og blástur</i> . Orkustofnun, OS-91023/JHD-10 B.	X	X		X	
217. Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason 1992: <i>The occurrence of acidic fluids in the Leirbotnar field, Krafla, Iceland. Í: Kharaka, Y. K. og A. S. Maest (ritstj.), Proceedings of the 7th International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Balkema, Rotterdam, 1257-1260.	X	X		X	
218. Halldór Ármannsson, Gestur Gíslason og Jón Benjamínsson 1982: <i>Kröflupunktar í maí 1982</i> . Orkustofnun, OS-82051/JHD-08 B.		X		X	
219. Halldór Ármannsson, Gestur Gíslason og Trausti Hauksson 1980: <i>Magmatic Gases in well fluids aid the mapping of the flow pattern in a geothermal system. Í: Proceedings of the Third International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Alberta Research Council og IAGC, Edmonton, Kanada, 190-191.	X	X		X	
220. Halldór Ármannsson, Gestur Gíslason og Trausti Hauksson 1982: <i>Magmatic gases in well fluids aid the mapping of the flow pattern in a geothermal system</i> . Geochim. Cosmochim. Acta, 167-177.	X	X		X	
221. Halldór Ármannsson, Guðjón Guðmundsson og Guðni Guðmundsson 1982: <i>Helstu niðurstöður Kröfluferðar 1982.11.23-12.02</i> . Orkustofnun, OS-82110/JHD-28 B.	X	X		X	
222. Halldór Ármannsson og Gunnlaug Einarsdóttir 1981: <i>Sýnatökufærð í Kröflu 1981-08-05 - 09 og 17 - 25</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/GE-81/04.		X		X	
223. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1981: <i>Kröfludvöl 1981.10.21-28</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/JBen-81/07.		X		X	
224. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1982: <i>Um ástand borhola í Kröflu í febrúar 1982</i> . Orkustofnun, OS-82025/JHD-03 B.		X		X	
225. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983: <i>Krafla KJ-13. Aflmæling og sýnataka eftir tveggja mánaða blástur að aflokinni endurbornun</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/JBen-83/02.		X		X	
226. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983: <i>Krafla KJ-22. Aflmæling og sýnataka rímum tveimur mánaðum eftir fyrstu upphleypingu</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/JBen-83/03.		X		X	
227. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983: <i>Krafla KJ-3A. Upphleyping og upphaf blásturs</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/JBen-83/01.		X		X	
228. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983: <i>Krafla. Enn um borholueftirlit 1983</i> . Orkustofnun, OS-83097/JHD-35 B.		X		X	
229. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983: <i>Krafla. Mælingar á gasstyrk í gufuveitulögnum og aftan við gaspeysa 1983.11.02-03</i> . Orkustofnun, OS-83098/JHD-36 B.					X
230. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1984: <i>Krafla. Borholueftirlit á hausti 1984</i> . Orkustofnun, OS-84074/JHD-30 B.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
231. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1984: <i>Krafla. Borholueftirlit á vori 1984</i> . Orkustofnun, OS-84053/JHD-14 B.		X		X	
232. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1984: <i>Kröfthusveifur í byrjun sumars 1984</i> . Orkustofnun, OS-84057/JHD-17 B.		X		X	
233. Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1986: Changes of gas concentrations in the Krafla geothermal system. <i>Í: Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 13-16.				X	
234. Halldór Ármannsson, Jón Benjamínsson og A. W. A. Jeffery 1989: Gas changes in the Krafla geothermal system, Iceland. <i>Chemical Geology</i> , 76, 175-196.				X	
235. Halldór Ármannsson, Jón Benjamínsson og Gestur Gíslason 1983: <i>Vorferð í Kröflu</i> . Orkustofnun, OS-83057/JHD-14 B.		X		X	
236. Halldór Ármannsson, Jón Benjamínsson, O. Jordan og Z. W. Muna 1982: <i>Kennsluleiðangur í Kröflu 1982. 07.26-08.04</i> . Orkustofnun, OS-82083/JHD-22 B.		X		X	
237. Halldór Ármannsson, Jón Benjamínsson og Jón Örn Bjarnason 1985: <i>Sólarferð í Kröflu vorið 1985</i> . Orkustofnun, OS-85043/JHD-13 B.		X		X	
238. Halldór Ármannsson, Jón Benjamínsson og Kristján Hrafn Sigurðsson 1985: <i>Krafla. Athugun á samsetningu gass í gufuaugum júlí 1984</i> . Orkustofnun, OS-85058/JHD-23 B.				X	
239. Halldór Ármannsson, Jón Benjamínsson og Magnús Ólafsson 1984: <i>Krafla. Um borholur og gufuaugu eftir Gjástykkisgos í september 1984</i> . Orkustofnun, OS-84083/JHD-36 B.		X		X	
240. Halldór Ármannsson og Kristján Hrafn Sigurðsson 1981: <i>Nokkrar Kröflufréttir í desember 1981</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/KHS-81/09, 17 s.	X	X		X	
241. Halldór Ármannsson, Magnús Ólafsson og Sigmundur Einarsson 1992: Hydrocarbons in some natural gas emissions from Iceland. <i>Í: Abstracts. 20 Geologiska vintermötet</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 15.				X	
242. Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1979: <i>Holubríf 10, 79-02-09</i> , Orkustofnun.		X		X	
243. Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1979: Þáttur kvikugasa og gerð streymislíkans jarðhitakerfis. <i>Í: Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 8.		X		X	
244. Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1980: <i>Aflmælingar og sýnataka í Kröflu 1980-10-20 - 24</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/TH-80/05.		X		X	
245. Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1980: <i>Krafla séð með gufuaugum</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Erindi flutt á ráðstefnu um jarðhita 7 nóvember 1980, 32-33.				X	
246. Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1980: <i>Krafla. Samsetning gass í gufuaugum</i> . Orkustofnun, OS-80027/JHD-16.				X	
247. Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1980: <i>Sýnataka og aflmælingar í Kröflu 1980.09.08-22</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/TH-80/04.		X		X	
248. Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1980: <i>Sýnatökufærð í Kröflu 1980-10-10 - 15</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/TH-80/03.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
249. Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1981: <i>Afbæling og sýnataka í Kröflu 1981-01-10 - 12</i> . Orkustofnun, Greinargerð HÁ/TH-81/01.		X		X	
250. Halldór Guðmundsson 1992: <i>Efnagreining á síum (frá sýnatöku úr KG-26)</i> . Iðntæknistofnun, Vnr.HP 2088, 8 s.				X	
251. Hákon Aðalsteinsson 1976: <i>Næringarefnabúskapur Mývatns</i> . Orkustofnun, Greinargerð, 10 s.	X			X	
252. Hákon Aðalsteinsson 1979: Seasonal variation and habitat distribution of benthic Crustacea in Lake Mývatn in 1973. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 195-201.	X			X	
253. Hákon Aðalsteinsson 1979: Size and food of arctic charr <i>Salvelinus alpinus</i> and stickleback <i>Gasterosteus aculeatus</i> in Lake Mývatn. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 228-231.	X			X	
254. Hákon Aðalsteinsson 1979: Zooplankton and its relation to available food in Lake Mývatn. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 162-194.	X			X	
255. Hákon Aðalsteinsson 1991: <i>Plöntu- og dýrasvif í Mývatni 1971-'90</i> . Orkustofnun, OS-91032/VÖD-05 B.	X				
256. Hákon Aðalsteinsson 1991: Svif í Mývatni. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (<i>ritstj.</i>), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 166-189.	X			X	
257. Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson 1988: <i>Jarðhitasvæðið við Hvíthóla - Hermireikningar og vinnsluspá</i> . Orkustofnun, OS-880007/JHD-03 B, 24 s.	X	X			
258. Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson 1989: Two-dimensional simulation of the Krafla-Hvíthólar geothermal field, Iceland. Í: Ramey, H. J., P. Kruger, F. G. Miller, R. N. Horne, W. E. Brigham og J. W. Look (<i>ritstj.</i>), <i>Proceedings Fourteenth Workshop Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 87-93.	X	X			
259. Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson 1991: <i>Krafla. Þrívíð hermun fyrir vinnslusvæðið á Hvíthólum</i> . Orkustofnun, OS-91046/JHD-07.	X	X			
260. Helgi Hallgrímsson 1974: <i>Erindi til Náttúruverndarráðs varðandi vegagerð og umgengni á Kröflusvæðinu í S. Þing.</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, 2 s.	X				X
261. Helgi Hallgrímsson 1974: <i>Verksummerki og umgengni á Kröflusvæði 14. okt. 1971</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Náttúruverndarráði, 15 október 1974, 2 s.	X				X
262. Helgi Hallgrímsson 1975: <i>Athugasemdir við Dettifossvirkjun og meðferð af-fallsvatns í Kröflu</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Náttúruverndarráði, 12.12.1975.	X				X
263. Helgi Hallgrímsson 1975: <i>Eftirlitsferð í Kröflu 21. nóv. 1975</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Orkustofnun, Karli Ragnars, 25.11.1975, 1 s.					X
264. Helgi Hallgrímsson 1975: <i>Tilmæli um úrbætur á virkjunarsvæðinu við Kröflu</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Orkustofnun, Karli Ragnars, 10.11.1975, 2 s.					X

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
265. Helgi Hallgrímsson 1976: <i>Eftirlitsferð í Kröflu 19. júní 1976</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Orkustofnun, Karli Ragnars, 21. júní 1976, 2 s.					X
266. Helgi Hallgrímsson 1976: <i>Eftirlitsstörf við Kröfluvirkjun</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Náttúruverndarráði, 21. ágúst 1976, 2 s.					X
267. Helgi Hallgrímsson 1976: <i>Tillögur um náttúruvernd á Kröflusvæðinu</i> , Náttúrugripasafnið á Akureyri, Bréf sent Náttúruverndarráði, 5. okt. 1976, 12 s.					X
268. Helgi Hallgrímsson 1976: <i>Varðar fok á einangrunarplasti</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Náttúruverndarráði, 4.7.1976, 1 s.					X
269. Helgi Hallgrímsson 1976: <i>Vatnstaka úr Viti við Kröflu</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Náttúruverndarráði, 4.7.1976.		X			X
270. Helgi Hallgrímsson 1980: <i>Kröfluferð 17. mars 1980</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Náttúruverndarráði, 18.03.1980, 1 s.					X
271. Helgi Hallgrímsson 1980: <i>Umsögn um vatnsveitu úr Sandabotnalindum</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Rafmagnsveitum Ríkisins, Einari T. Elíassyni, 18.3.1980, 2 s.	X				X
272. Helgi Hallgrímsson 1980: <i>Um vemdarsvæði Kröflu</i> , Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Akureyri, Bréf sent Rafmagnsveitum Ríkisins, Einari T. Elíassyni, 12.2.1980, 3 s.					X
273. Helgi G. Þórðarson, Axel Björnsson og Þorvaldur Vestmann 1985: <i>Hraunflóðavarnir við Kröflu og Bjarnarflög</i> . Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík, Álit nefndar á vegum Iðnaðarráðuneytis.	X	X			X
274. Hjörleifur Guttormsson 1975: <i>Greinargerð: Umhverfisáhrif gufuafsvirkjana við Kröflu eða Hverarönd (Námajfall)</i> , Náttúruverndarráð.	X	X		X	X
275. Hjörtur Tryggvason 1977: <i>Stutt skýrsla um eldgos norðan Leirhnjúks 8.-9. sept. 1977</i> . Týli, 7, 57.	X	X			
276. Hjörtur Tryggvason 1981: <i>Athuganir á Kröflueldum frá október 1980 til febrúar 1981</i> . Orkustofnun, Greinargerð HT-81/01.	X	X			
277. Hjörtur E. Þórarinnsson og Árni Reynisson 1975: <i>Skýrsla um ferð í Kröflu</i> , Náttúruverndarráð.					X
278. Hrefna Kristmannsdóttir 1975: <i>Hydrothermal alteration of basaltic rocks in Icelandic geothermal areas</i> . <i>Geothermics</i> , 2, Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, USA, 441-446.	X	X			
279. Hrefna Kristmannsdóttir 1975: <i>Jarðlög og ummyndun í borholum 1 og 2 í Kröflu</i> . Orkustofnun, OS JHD-7542.	X	X			
280. Hrefna Kristmannsdóttir 1976: <i>Borholur 3, 4 og 5 í Kröflu</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7642.		X			
281. Hrefna Kristmannsdóttir 1978: <i>Ummyndun berggrunnis á jarðhitasvæðinu í Kröflu</i> . Orkustofnun, OS JHD-7854.	X	X			
282. Hrefna Kristmannsdóttir 1979: <i>Berggrunnur og jarðhitaummyndun í jarðhitakerfinu í Kröflu. Í: Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 7.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
283. Hrefna Kristmannsdóttir 1981: Wollastonite from hydrothermally altered basaltic rocks in Iceland. <i>Mineral. Mag.</i> , 44, 95-99.	X	X		X	
284. Hrefna Kristmannsdóttir 1987: <i>Greinargerð varðandi sýnatöku í háhitaholum fyrir Landsvirkjun í Kröflu</i> , Orkustofnun.				X	
285. Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson og Margrét Kjartansdóttir 1977: <i>Krafla, hola KJ-11. Borun, vatnsæðar, jarðlög og ummyndun</i> . Orkustofnun, OS JHD-7708.	X	X			
286. Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson og Margrét Kjartansdóttir 1977: <i>Krafla, hola KJ-9. Borun, skoltöp, jarðlög og ummyndun</i> . Orkustofnun, OS JHD-7710.	X	X			
287. Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Margrét Kjartansdóttir og Guðmundur Ómar Friðleifsson 1976: <i>Krafla, hola 7. Framvinduskýrsla um borun, jarðlög, vatnsæðar og ummyndun</i> . Orkustofnun, OS JHD-7647.	X	X			
288. Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Margrét Kjartansdóttir og Guðmundur Ómar Friðleifsson 1976: <i>Krafla, hola KJ-6. Borun, jarðlög, vatnsæðar og ummyndun</i> . Orkustofnun, OS JHD-7646.	X	X			
289. Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Margrét Kjartansdóttir og Guðmundur Ómar Friðleifsson 1977: <i>Krafla, hola KG-10. Borun, vatnsæðar, jarðlög og ummyndun</i> . Orkustofnun, OS JHD-7709.	X	X			
290. Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Margrét Kjartansdóttir og Guðmundur Ómar Friðleifsson 1977: <i>Krafla, hola KG-8. Borun, vatnsæðar, þrýstiprófun, lektarprófun, jarðlög og ummyndun</i> . Orkustofnun, OS JHD-7713.	X	X			
291. Hrefna Kristmannsdóttir, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Einar Gunnlaugsson 1976: <i>Borholur 3, 4 og 5 í Kröflu. Borun, vatnsæðar, niðurstöður berggreiningar</i> . Orkustofnun, OS JHD-7641.	X	X			
292. Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson 1992: Chemical monitoring of Icelandic geothermal fields during production. Í: <i>Papers presented at the International Conference on Industrial Uses of Geothermal Energy, Reykjavík, 2 - 4. September 1992</i> , Federation of Icelandic Industries, Reykjavík, 8 s.				X	X
293. Hrefna Kristmannsdóttir og Jan Swanteson 1977: Efnaflutningur samfara ummyndun berggrunnis á jarðhitasvæðinu í Kröflu. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 18.	X	X		X	
294. Hrefna Kristmannsdóttir og Jan Swanteson 1978: <i>Greining á útfellingum úr borholum KJ-7, KG-10 og KJ-9 í Kröflu</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7820.	X	X			
295. Hrefna Kristmannsdóttir og Jens Tómasson 1978: Zeolite zones in geothermal areas in Iceland. Í: Sand, L. B. og Mumpton (ritstj.), <i>Natural Zeolites Occurrence, properties, use</i> , Pergamon Press, Oxford, UK, 277-284.	X	X			
296. Hrefna Kristmannsdóttir, Trausti Hauksson og Sverrir Þórhallsson 1979: Áhrif kvikuessa á tæringu í jarðhitamannvirkjum í Kröflu. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 11.		X		X	
297. Hunding, C. 1979: The oxygen balance of Lake Mývatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 139-150.				X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
298. Hörður Kristinsson og Helgi Hallgrímsson 1991: Gróður í Mývatnssveit. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 236-255.	X				
299. Iðnaðarráðuneytið 1975: <i>Úrdrættir af fundi í Iðnaðarráðuneyti um Kröfluvirkjun 28.02.75</i> , Iðnaðarráðuneytið.		X			
300. Iðnaðarráðuneytið 1978: <i>Kröfluvirkjun, skýrsla iðnaðarráðherra til Alþingis</i> , Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík.	X	X		X	
301. Iðnaðarráðuneytið 1980: <i>Kröfluvirkjun. Skýrsla iðnaðarráðherra vegna óska frá Alþingi á þingskjali 398</i> , 19 s.		X			
302. Ísleifur Jónsson 1976: Hugsanleg orsök lítils gufumagns í Kröflu. <i>Fréttabréf VFÍ</i> , 1, 16, Verkfræðingafélag Íslands, 4-5.		X			
303. Jakob Björnsson, Guðmundur Pálmason, Karl Ragnars og Valgarður Stefánsson 1978: <i>Athugasemdir við skýrslu iðnaðarráðherra til Alþingis um Kröfluvirkjun frá apríl 1978</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7841.	X	X		X	
304. Jarðboranir Ríkisins 1951: <i>Efnagreiningar á hverum og laugum</i> , Jarðboranir Ríkisins, Reykjavík.				X	
305. Jón Benjamínsson 1983: <i>Septemberdagur í Kröflu 1983. Sýnataka og mælingar á gasstyrk</i> . Orkustofnun, OS-83087/JHD-29 B.		X		X	
306. Jón Benjamínsson 1985: <i>Krafla. Samanburður á gasi gufuaugna milli árána 1979 og 1984/85</i> . Orkustofnun, OS-85061/JHD-26 B.				X	
307. Jón Benjamínsson 1987: <i>Um tjón á búnaði Kröfluvirkjunar af völdum skaðlegra efna í renni frá borholum</i> . Orkustofnun, Greinargerð JBen-87/01.				X	X
308. Jón Benjamínsson 1988: <i>Greinargerð um sýnatöku úr gufuaugum í júlí 1988</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.				X	
309. Jón Benjamínsson og Auður Ingimarsdóttir 1986: <i>Krafla. Eftirlit með borholum í ágúst 1986</i> . Orkustofnun, OS-86067/JHD-28 B.		X		X	
310. Jón Benjamínsson og Auður Ingimarsdóttir 1986: <i>Krafla. Niðurstaða gasgreininga í gufu gufuaugna, júlí 1986</i> . Orkustofnun, Greinargerð JBen/AI-86/02.				X	
311. Jón Benjamínsson, Guðmundur R. Stefánsson og Páll H. Jónsson 1987: <i>Krafla. Haustmánuðir 1987</i> . Orkustofnun, OS-87051/JHD-29 B.		X		X	
312. Jón Benjamínsson og Halldór Ármannsson 1983: <i>Af eftirliti með borholum í Kröflu sumarið 1983</i> . OS-83085/JHD-28 B.		X		X	
313. Jón Benjamínsson, Kristján Hrafn Sigurðsson og Hjörtur Tryggvason 1982: <i>Sýnataka og aflmælingar í Kröflu 17/8 - 28/8 1982</i> . Orkustofnun, OS-82089/JHD-25 B.		X		X	
314. Jón Benjamínsson og Pétur Yngvason 1987: <i>Krafla. Afl og eiginleikar gufu frá borholum í maí 1987</i> . Orkustofnun, OS-87023/JHD-14 B.		X		X	
315. Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson 1989: <i>Kröflusvæði. Rannsóknir á gufuaugum 1989</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.				X	
316. Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson 1990: <i>Kröflusvæði. Rannsóknir á gufuaugum 1990</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.				X	
317. Jón Benjamínsson og Vigdís Hjaltadóttir 1985: <i>Krafla. Sýnataka og aflmælingar í vætutíð, ágúst 1985</i> . Orkustofnun, OS-85073/JHD-34 B.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
318. Jón Benjamínsson, Vigdís Hjaltadóttir, Kristján Hrafn Sigurðsson og Sigurleifur Tómasson 1985: <i>Krafla. Samsetning gass í gífuaugum, júní 1985</i> . Orkustofnun, OS-85060/JHD-25 B.				X	
319. Jón Benjamínsson, Vigdís Hjaltadóttir, Kristján Hrafn Sigurðsson og Sigurleifur Tómasson 1985: <i>Krafla. Skerpluferð í Kröflu 1985. Afl og efnainnihald borhola</i> . Orkustofnun, OS-85059/JHD-24 B.		X		X	
320. Jón Steinar Guðmundsson 1983: Geothermal electric power in Iceland: Development in perspective. <i>Energy</i> , 8, 491-513.	X	X		X	
321. Jón Kristjánsson 1991: Fiskurinn í Mývatni og Laxá. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 256-277.	X			X	
322. Jón Ólafsson 1977: Kvikasilfur og arsen í borholum við Námafjall og Kröflu. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Reykjavík, 21.				X	
323. Jón Ólafsson 1978: Kvikasilfur og arsen í borholum við Kröflu og Námafjall. <i>Náttúrufræðingurinn</i> , 48, 1-2, 52-57.				X	
324. Jón Ólafsson 1979: The chemistry of Lake Mývatn and River Laxá. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 82-112.	X	X		X	
325. Jón Ólafsson 1979: Physical characteristics of Lake Mývatn and River Laxá. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 38-66.	X				
326. Jón Ólafsson 1991: Undirstöður lífríkis í Mývatni. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 140-159.	X			X	
327. Júlíus Sólmes 1976: <i>Eldgos á Kröflusvæði. Brottflutningsáætlun tækja- og vélbúnaðar</i> , Iðnaðarráðuneytið.					X
328. Júlíus Sólmes 1976: <i>Kröfluvirkjun</i> . Kröflunefnd, Akureyri, Kynningarrit, 12 s.					X
329. Júlíus Sólmes 1976: Orkuferill Kröfluvirkjunar. <i>Fréttabréf VFÍ</i> , 1, 17, 7-8.		X			
330. Júlíus Sólmes og Valdimar K. Jónsson 1976: Framkvæmdir og tæknibúnaður Kröfluvirkjunar. <i>Fréttabréf VFÍ</i> , 1, 17, 4-7.	X	X			X
331. Kanngieser, E. 1983: Vertical component of ground deformation in north Iceland. <i>Annales Geophysicae</i> , 1, 321-328.	X	X			
332. Karl Grönvold 1977: Breytileg efnasamsetning í nokkrum basalhraunum. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 22.	X	X			
333. Karl Grönvold 1979: Efnasamsetning kviku úr Kröflusvæðinu 1975-1979 ásamt samanburði við eldri hraun. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 4.	X	X			
334. Karl Grönvold 1988: Krafla - Eitt kvikukerfi eða fleiri. Í: <i>Eldvirkni á Íslandi. Ráðstefna á Hótel Loftleiðum 9. apríl 1988. Dagská og ágrip erinda</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 18.	X	X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
335. Karl Grönvold og H. Mäkipää 1978: <i>Chemical composition of Krafla lavas 1975-1977</i> . Nordic Volcanological Institute 78 16, 49 s.	X	X			
336. Karl Ragnars 1975: <i>Greinargerð um gos í holu 4, Kröflu, meðan á borun stóð</i> . Orkustofnun, Greinargerð.		X			
337. Karl Ragnars 1975: <i>Inntaksprýstingur gufu á aflvélar í Kröflu</i> , Bréf sent Kröflunefnd c/o Jón Sólnes alp.m., 2 s.		X			
338. Karl Ragnars, Guðmundur Pálmason og Jakob Björnsson 1975: <i>Val á túrbínunum fyrir virkjun í Kröflu</i> , Bréf til Kröflunefndar c/o Jón Sólnes alp.m. 06.02.75, 2 s.		X			
339. Knútur Árnason 1989: <i>Yfirborðsmælingar fyrir Kröfluvirkjun - Viðnámsmælingar</i> . Orkustofnun, Greinargerð KÁ-89/02.	X	X			
340. Knútur Árnason, Brynjólfur Eyjólfsson og Axel Björnsson 1983: <i>Jarðeðlisfræðileg könnun við Hvíthólaklíf 1983. Áfangaskýrsla</i> . Orkustofnun, OS-83096/JHD-34 B, 28 s.	X	X			
341. Knútur Árnason, Brynjólfur Eyjólfsson, Karl Gunnarsson, Kristján Sæmundsson og Axel Björnsson 1984: <i>Krafla-Hvíthólar. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðikönnun 1983</i> . Orkustofnun, OS-84033/JHD-04.	X	X			
342. Knútur Árnason, Hjálmar Eysteinnsson og Einar Hrafnkell Haraldsson 1991: <i>Viðnámsmælingar í Kröflu 1991</i> . Orkustofnun, Greinargerð KÁ/HE/EHH-91/05.	X	X			
343. Kristján Sæmundsson 1975: <i>Töluð orð í Kristalssal 26.02.1975 við afhendingu Kröfluskýrslu</i> , Orkustofnun.		X			
344. Kristján Sæmundsson 1979: <i>Krafla Olkaria-Kenya. Samanburður á jarðfræði. Í: Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 2.	X	X			
345. Kristján Sæmundsson 1979: <i>Outline of the geology of Iceland. Jökull, 29, 7-28</i> .		X			
346. Kristján Sæmundsson 1986: <i>The Krafla rifting episode 1975-1984. Í: The Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction. Field Guide</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 23-25.	X	X			X
347. Kristján Sæmundsson 1986: <i>Volcanic geology of the Mývatn area. Í: The Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction. Field Guide</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 17-22.	X	X			X
348. Kristján Sæmundsson 1991: <i>Jarðfræði Kröflukerfisins. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), Náttúra Mývatns, Hið íslenska náttúrufræðifélag</i> , Reykjavík, 24-95.	X				
349. Kristján Sæmundsson 1992: <i>Hazard associated with the exploitation of high-temperature geothermal fields in Iceland. Í: In Natural Disasters '92. International conference on preparedness and mitigation for natural disasters '92. Final programme with presented papers</i> , Reykjavík.					X
350. Kristján Sæmundsson og Karl Ragnars 1975: <i>Varðar fyrirspurn frá Náttúruverndarráði, dags. 6. marz '75</i> , Orkustofnun.	X				X

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
351. Kristján Sæmundsson, Stefán Arnórsson, Karl Ragnars, Hrefna Kristmannsdóttir og Gestur Gíslason 1975: <i>Krafla. Skýrsla um niðurstöður rannsóknarborana 1974</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7506.	X	X		X	
352. Lindegaard, C. 1979: The invertebrate fauna of Lake Mývatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 151-161.	X			X	
353. Lindegaard, C. 1979: A survey of the macroinvertebrate fauna, with special reference to Chironomidae (Diptera) in the rivers Laxá and Kráká, northern Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 281-288.	X			X	
354. Lindegaard, C. og P. M. Jónasson 1979: Abundance, population dynamics and production of zoobenthos in Lake Mývatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 202-227.	X			X	
355. Magnús Kjartansson og Árni Snævarr 1974: <i>Undirbúningur mannvirkja til vinnslu jarðgufu handa jarðgufuafllstöð við Kröflu eða Námafjall</i> , Bréf til Orkustofnunar frá Iðnaðarráðuneyti 21.06.74, 1 s.	X	X		X	X
356. Magnús Ólafsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1991: <i>Efna- og varnamengun grunnvatns við austanvert Mývatn af völdum eldvirkni í Kröflu-eldstöðvarkerfi</i> , Ágrip. Erindi flutt á ráðstefnu Jarðfræðafélags Íslands um jarðfræði og umhverfismál 12. apríl 1991, 21-22.	X	X		X	
357. Markús Á. Einarsson 1979: Climatic conditions of the Lake Mývatn area. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 29-37.	X				
358. Menntamálaráðuneytið 1971: <i>Lög um náttúruvernd</i> . Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, Stj.tíð. A, nr. 47/1971, 8 s.					X
359. Menntamálaráðuneytið 1973: <i>Reglugerð um náttúruvernd</i> . Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, Stj.tíð. B, nr. 205/1973, 7 s.					X
360. Menntamálaráðuneytið 1974: <i>Lög um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Þingeyjarsýslu, 2. maí 1974</i> , Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, 1 s.					X
361. Menntamálaráðuneytið 1978: <i>Reglugerð um framkvæmd laga nr. 36/1974 um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Þingeyjarsýslu</i> . Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, Stj.tíð. B, 4 s.					X
362. Menntamálaráðuneytið 1982: <i>Reglugerð um breytingu á 39. gr. reglugerðar um náttúruvernd nr. 205/1973</i> . Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, Stj.tíð. B, nr. 640/1982, 1 s.					X
363. Ng'ang'a, J. N. 1982: <i>Comparison of drilling in high temperature fields in Olkaria, Kenya and Krafla, Iceland</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 1982-10, 59 s.		X			
364. Nielsen, E. og E. Rislund 1977: <i>Investigation of corrosion and proposal for corrosion monitoring in the geothermal power-station at Krafla. Part 3. Proposal for corrosion monitoring</i> , Korrosionscentralen ATV, Glostrup, Danmörk, 11 s.	X	X		X	
365. Nielsen, E. og E. Rislund 1977: <i>Investigation of corrosion and proposal for corrosion monitoring in the geothermal power-station at Krafla. Part 4. Investigation and analysis of scale</i> , Korrosionscentralen ATV, Glostrup, Danmörk, 7 s.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
366. Niels Óskarsson 1978: <i>Effect of magmatic activity on fumarole gas composition in the Námafjall-Krafla Volcanic center, N-Iceland</i> . Norræna Eldfjallastöðin, Nordic Volcanological Institute 78-03.				X	
367. Niels Óskarsson 1979: Um áhrif reikulla efna úr kviku á efnasamsetningu gufuholna á Kröflusvæðinu 1975-1979. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 4.				X	
368. Niels Óskarsson 1984: Monitoring of fumarole discharge during the 1975 - 1982 rifting in Krafla volcanic center, north Iceland. <i>J. Volcanol. Geotherm. Res.</i> , 97-121.				X	
369. Norræna Eldfjallastöðin, Orkustofnun, Raunvísindastofnun Háskólans og Veðurstofa Íslands 1976: <i>Rannsókn á umbrotum við Kröflu og sprungukerfi í Kelduhverfi. Sameiginleg rannsóknaráætlun</i> .	X	X			
370. Oddur Sigurðsson 1976: Náttúruhamfarir í Þingeyjarþingi veturinn 1975-76. <i>Týli</i> , 6.	X	X			
371. Oddur Sigurðsson 1977: Landslagsbreytingar samfara Mývatnseldum hinum nýrri. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 24.	X	X			
372. Oddur Sigurðsson 1977: Náttúruhamfarir í Þingeyjarþingi (II) 1976-78. <i>Týli</i> , 7, 41-56.	X	X			
373. Oddur Sigurðsson 1979: <i>Surface deformation of the Krafla fissure swarm in two rifting events</i> . Orkustofnun, OS-79035/ROD-11.	X	X			
374. Oddur Sigurðsson 1979: Vatnsborðsmælingar við Mývatn. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 4.	X	X			
375. Oddur Sigurðsson 1982: Mätningar av berggrunðsrörelser på en sjöstrand (Mývatn). Í: Sveinn Jakobsson og Halldór Torfason (ritstj.), <i>Abstracts, 15. Nordiske geologiske vintermøde, Reykjavík 5.-8. janúar 1982</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 3.	X	X			
376. Orkustofnun 1972: <i>Jarðgufuafstöð. Frumáætlun um aflstöð með tilliti til virkjunar í Námafjalli eða Kröflu</i> . Orkustofnun, Jarðhitadeild, Orkustofnun, (Líka til á ensku).	X	X			
377. Orkustofnun 1973: <i>Jarðgufuafstöð. Frumáætlun um 8MW, 12MW, 16MW og 55MW aflstöð með tilliti til virkjunar í Námafjalli eða Kröflu</i> . Orkustofnun, OS-JHD/7318.	X	X			
378. Orkustofnun 1977: <i>Mælingar í borholum sept. '74 - apríl '77</i> . Orkustofnun, OS JHD7720, 43 s.	X	X			
379. Orkustofnun 1978: <i>Gögn varðandi Kröfluvirkjun afhent Júlíusi Sólnes. Desember 1977 - janúar 1978 vegna skýrslu iðnaðarráðherra til Alþingis um Kröfluvirkjun</i> . Orkustofnun, OS JHD 7825.	X	X		X	
380. Orkustofnun 1988: <i>Borun holu 24 í Kröflu fyrir Landsvirkjun. Útboðslýsing - Tilboðsform</i> , Orkustofnun.		X			
381. Ómar Sigurðsson 1978: <i>Rennsliseiginleikar efra jarðhitakerfisins í Kröflu. Kynning á jöfnum, úrvinnsluaðferðum á þrýstímælingum, notuðum í olíu-iðnaðinum og tvær þrýstiprófanir við Kröflu endurtúlkadaðar</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7851.		X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
382. Ómar Sigurðsson 1992: <i>Jarðhitakerfi Hvíthóla við Kröflu. Líkanreikningar</i> . Orkustofnun, OS-92008/JHD-02 B.	X	X			
383. Ómar Sigurðsson, Benedikt S. Steingrímsson og Valgarður Stefánsson 1985: Pressure buildup monitoring of the Krafla geothermal field, Iceland. Í: Ramey, H. J., P. Kruger, F. G. Miller, R. N. Horne, W. E. Brigham og J. S. Guðmundsson (ritstj.), <i>Proceedings Tenth Workshop Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 177-182.		X			
384. Ómar Sigurðsson og Tab, D. 1983: Analysis of pressure pulses resulting from magmatic activity in the vicinity of geothermal wells. Í: <i>Proceedings California Regional Meeting</i> , Society of Petroleum Engineers of AIME, Dallas, Texas, USA, 775-781.	X	X			
385. Ómar Sigurðsson, Guðmundur S. Böðvarsson og Valgarður Stefánsson 1983: Nonisothermal injectivity index can infer well productivity and reservoir transmissivity. Í: Ramey, H. J., P. Kruger, R. N. Horne og W. E. Brigham (ritstj.), <i>Proceedings Ninth Workshop Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 211-216.					
386. Ómar Sigurðsson og Valgarður Stefánsson 1977: <i>Lekt í borholum í Kröflu. Skýrsla um niðurstöður þrepadælinga á borholum boruðum 1976, til könnunar á vatnafræðilegum eiginleikum jarðhitasvæðisins við Kröflu</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7727.		X			
387. Paete, M. C. 1983: <i>Geophysical logs from well KJ-17 in Krafla geothermal field</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 1983-12, 103 s.	X	X			
388. Páll Einarsson 1977: Helstu niðurstöður skjálftamælinga á Kröflusvæði. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 25.		X			
389. Páll Einarsson 1978: <i>S-wave shadows in the Krafla caldera in NE-Iceland, evidence for a magma chamber in the crust</i> . Raunvísindastofnun Háskólans, RH-78-9, 20 s.	X	X			
390. Páll Einarsson 1979: Samanburður á Kröflu og Kilauea á Hawaii. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 2.	X	X			
391. Páll Einarsson 1988: Vísendingar um samband milli megineldstöðva. Í: <i>Eldvirkni á Íslandi. Ráðstefna á Hótel Loftleiðum 9. apríl 1988. Dagská og ágrip erinda</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 33.	X	X			
392. Páll Einarsson 1991: Earthquakes and present-day tectonism in Iceland. <i>Tectonophysics</i> , 189, 261-279.		X			
393. Páll Einarsson 1991: Umbrotin við Kröflu 1975-89. Í: Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.), <i>Náttúra Mývatns</i> , Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 96-139.	X	X			
394. Páll Einarsson og Bryndís Brandsdóttir 1979: <i>Seismological evidence for lateral magma intrusion during July 1978 deflation of the Krafla volcano in NE-Iceland</i> . Raunvísindastofnun Háskólans, RH-79-9, 14 s.	X	X			
395. Páll Einarsson og Bryndís Brandsdóttir 1979: Skjálftavirkni í Kröflusprungu-sveimnum. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 1.		X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
396. Páll Lúðvíksson 1976: Forsaga og hugleiðingar um Kröfluvirkjun. <i>Fréttabréf VFÍ, 1, 17, 1-3.</i>		X			X
397. Pétur M. Jónasson 1979: The Lake Mývatn ecosystem, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 289-305.	X	X		X	
398. Pétur M. Jónasson 1979: The River Laxá ecosystem, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 306-308.	X			X	
399. Pétur M. Jónasson og Hákon Aðalsteinsson 1979: Phytoplankton production in shallow eutrophic Lake Mývatn, Iceland. Í: Pétur M. Jónasson (<i>ritstj.</i>), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 113-138.	X	X		X	
400. Ping, Z. 1991: <i>Gas geothermometry and chemical equilibria of fluids from selected geothermal fields.</i> Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 14, 46 s.	X	X		X	
401. Rafmagnsveitur ríkisins <i>Kröfluvirkjun</i> . Kynningarrit, 12 s.					X
402. Ragna Karlsdóttir, Gunnar Johnsen, Axel Björnsson, Ómar Sigurðsson og Egill Hauksson 1978: <i>Jarðhitasvæðið við Kröflu. Áfangaskýrsla um jarðeðlisfræðilegar rannsóknir 1976-1978.</i> OS JHD-7847.		X			
403. Ragnar Stefánsson 1976: <i>Álitsgerð um jarðskjálftaefirlit- og rannsóknir á Kröflu - Axarfjarðarsvæðinu, Veðurstofa Íslands.</i>	X	X			
404. Rislund, E. og E. Nielsen 1977: <i>Investigation of corrosion and proposal for corrosion monitoring in the geothermal power-station at Krafla. Part 1. Report on the first visit and registration of obtained data 14th - 18th February 1977,</i> Korrosionscentralen ATV, Glostrup, Danmörk, 6 s.	X	X		X	
405. Rislund, E. og E. Nielsen 1977: <i>Investigation of corrosion and proposal for corrosion monitoring in the geothermal power-station at Krafla. Part 2. Proposal for monitoring of downhole corrosion by means of radiotracer,</i> Korrosionscentralen ATV, Glostrup, Danmörk, 5 s.	X	X		X	
406. Sano, Y., A. Urabe, H. Wakita, H. Chiba og H. Sakai 1985: <i>Chemical and isotopic compositions of gases in geothermal fluids in Iceland.</i> <i>Geochemical J.</i> , 135-148.				X	
407. Sarmiento, Z. F. 1980: <i>On geophysical logging of geothermal wells with examples from well KJ13 in the Krafla geothermal field, N-Iceland.</i> Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 1980-5, 78 s.	X	X			
408. Sigurður Sigfússon og Valdimar Kr. Jónsson 1975: <i>Kröfluvirkjun. Tvíþrýstihverfill, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf, Bréf sent Kröflunefnd, Jóni Sólnes alþ.m..</i>		X			
409. Sigurður Steinþórsson og Árný Erla Sveinbjörnsdóttir 1981: <i>Opaque minerals in Geothermal well no. 7, Krafla, northern Iceland.</i> <i>J. Volcanol. Geotherm. Res.</i> , 10, 245-261.	X	X			
410. Sigurður Þórarinnsson 1975: <i>Um niðurröðun háhitasvæða eftir mikilvægi vegna nýtingar hita,</i> Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, Bréf sent Orkustofnun, Jakob Björnsson, orkumálastjóra, 24.10.1975, 1 s.					X

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
411. Sigurður Þórarinnsson 1978: <i>Hverir og laugar. Ölkeldur og kaldavermsl.</i> Náttúruverndarráð, Fjölrit nr. 3.					X
412. Sigurður Þórarinnsson 1979: The postglacial history of the Mývatn area. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 17-28.	X	X			
413. Sigurjón Rist 1979: The hydrology of River Laxá. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, 271-280.	X				
414. Sigurjón Rist 1979: Water level fluctuations and ice cover of Lake Mývatn. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.), <i>Oikos</i> , 32, Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn, Kaupmannahöfn, 67-81.	X	X			
415. Sigurjón Sindrason og Halldór Ólafsson 1977: Nýr síritandi borholuhallamælir. Í: <i>Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um íslenska jarðfræði 24.-25. nóv. 1977</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, 27.		X			
416. Soeroso 1986: <i>Well testing interpretation and numerical simulation on well KJ-20, Krafla.</i> Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 1986-10, 51 s.	X	X			
417. STAPI - Geothermal and Geological Services 1991: <i>Krafla geothermal power plant, Iceland. Description and economic data</i> , Sunderland Polytechnic.		X			
418. Stefán Arnórsson 1969: <i>A geochemical study of selected elements in thermal waters of Iceland.</i> Royal School of Mines, Imperial College, University of London, London, Ph.D. ritgerð, 353 s.	X	X		X	
419. Stefán Arnórsson 1975: <i>Um malartekju vegna borana og staðsetningu fyrstu þriggja vinnsluholanna við Kröflu</i> , Orkustofnun, Bréf sent Náttúruverndarráði 12.05.1975, 2 s.	X				
420. Stefán Arnórsson 1976: <i>Áhrif hraunkvikuinnskots á efnainnihald djúpvatns í Kröflu. Frekari gufuöflun.</i> Orkustofnun, OS-JHD-7705.	X	X		X	
421. Stefán Arnórsson 1976: <i>Kísill og brennisteinsvetni í affallsvatni frá borholum.</i> Orkustofnun, OS-JHD 7601.				X	
422. Stefán Arnórsson 1976: <i>Umhverfisáhrif af frárennslisvatni frá Kröfluvirkjun</i> , Orkustofnun, Bréf sent Náttúruverndarráði 1976-07-19, 9 s.	X	X		X	X
423. Stefán Arnórsson 1978: <i>Framvinduskýrsla um efnafræði útfellinga í borholum við Kröflu.</i> Orkustofnun, OS-JHD-7832.	X	X		X	
424. Stefán Arnórsson 1979: <i>Áhrif suðu og kvikuinnskots á útfellingar í jarðhita-kerfinu við Kröflu. Í: Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 10.	X	X		X	
425. Stefán Arnórsson 1983: Gas pressures in geothermal systems. Í: <i>Proceedings of the Fourth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Institute for Thermal Spring Research Okayama University og IAGC, Misasa, Japan, 36-40.	X			X	
426. Stefán Arnórsson 1984: Germanium in Icelandic geothermal systems. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 48, 2489-2502.	X	X		X	
427. Stefán Arnórsson 1990: Gas chemistry of geothermal systems. Í: Durrance, E. M., E. M. Galimov, M. E. Hinkle, G. M. Reimer, R. Sugisaki og S. S. Augustithis (ritstj.), <i>Geochemistry of gaseous elements and compounds</i> , Theoprastus Publications, Aþena, Grikkland, 187-222.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
428. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson 1976: <i>Vatnasvið Hlíðardalslækjar og affallsvatn frá Kröfluvirkjun. (The Drainage Area of Hlíðardalslækur and Disposal Water from Krafla Geothermal Power Plant)</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7602, 13 s.	X			X	
429. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson 1985: New gas geothermometers for geothermal exploration - Calibration and application. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 49, 1307-1325.	X			X	
430. Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1983: The chemistry of geothermal Waters in Iceland II. Mineral equilibria and independent variables controlling water compositions. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 47, 547-566.	X	X		X	
431. Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1983: The chemistry of geothermal waters in Iceland III. Chemical geothermometry in geothermal investigations. <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i> , 47, 567-577.	X	X		X	
432. Stefán Arnórsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Jens Tómasson, Axel Björnsson og Ingvar B. Friðleifsson 1976: <i>Álitsgerð varðandi Kröfluvirkjun, 1976-04-04</i> , Orkustofnun.		X			
433. Stefán Arnórsson, Karl Ragnars og Kristján Sæmundsson 1975: <i>Krafla. Niðurstöður vinnsluborana 1975, horfur um gufuöflun</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7558.	X	X		X	
434. Sveinbjörn Björnsson 1979: Ol-karia og Ol-Krafla. Samanburður á vinnslueiginleikum. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 13.	X	X			
435. Sveinbjörn Björnsson og Páll Einarsson 1976: <i>Tillaga um könnun á jarðskjálftum á Kröflusvæði</i> , Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.		X			
436. Sverrir Þórhallsson 1987: <i>Verklýsing á viðgerð á fôðurröri holu KG-8</i> .		X			
437. Sverrir Þórhallsson og Ásgrímur Guðmundsson 1988: <i>Borun holu 24 í Kröflu fyrir Landsvirkjun - Verklýsing</i> . Orkustofnun, OS-88015/JHD-07 B, 12 s.	X	X			
438. Sverrir Þórhallsson og Ásgrímur Guðmundsson 1990: <i>Borun holu KG-25 í Kröflu fyrir Landsvirkjun - Verklýsing</i> . Orkustofnun, OS-90018/JHD-07 B, 35 s.	X	X			
439. Sverrir Þórhallsson og Ásgrímur Guðmundsson 1990: <i>Verklýsing á borun höggborsholu KG-25 í Kröflu fyrir Landsvirkjun</i> , Orkustofnun.	X	X			
440. Sverrir Þórhallsson, Jónas Matthíasson og Hrefna Kristmannsdóttir 1979: <i>Skoðun gufuveitu og hverfils Kröfluvirkjunar í júní 1979. Samanburður við hverfla Laxárvirkjunar og Hitaveitu Suðurnesja</i> . Orkustofnun, OS79041/JHD-19.	X	X			
441. Sverrir Þórhallsson, Valgarður Stefánsson, Ásbjörn Einarsson og Gunnlaugur Elísson 1977: <i>Greinargerð um framvindu rannsóknna á málmþæringu við Kröfluvirkjun</i> . Rannsóknastofnun iðnaðarins, Greinargerð 1977/04/04, 7 s.	X	X		X	
442. Swantesson, Jan og Hrefna Kristmannsdóttir 1978: <i>Efnasamsetning ummyndaðs bergs í Kröflu. Samantekt á niðurstöðum efnagreininga á svarfsýnum og tveim kjörnum frá borunum á Kröflusvæði og athuganir á áhrifum ummyndunar á efnasamsetningu bergsins og hreyfanleika efnanna</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7822.	X	X			
443. Tole, M. P. 1988: <i>Geochemical sampling, laboratory analysis and mineral equilibria calculations for fluids from selected areas in Iceland</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 7, 52 s.	X	X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
444. Tole, M. P., Halldór Ármannsson, P. Zhong-he og Stefán Arnórsson 1993: Fluid/mineral equilibrium calculations for chemical geothermometry. Examples from Iceland with special reference to well data. <i>Geothermics</i> , 22.	X	X		X	
445. Torssander, P. 1986: Origin of sulfur in Icelandic geothermal fluids. Í: <i>Proceedings of the Fifth International Symposium on Water-Rock Interaction</i> , Orkustofnun og IAGC, Reykjavík, 583-586.	X	X		X	
446. Torssander, P. 1986: <i>Origin of volcanic sulfur in Iceland. A sulfur isotope study</i> , Department of Geology, Stockholm University, Stokkhólmur, Meddelanden från Stockholms Universitets Geologiska Institution, Nr. 269, 164 s.	X	X		X	
447. Torssander, Peter 1988: Sulfur isotope ratios of Icelandic lava incrustations and volcanic gases. <i>J. Volcanol. Geotherm. Res.</i> , 35, 227-235.				X	
448. Trausti Hauksson 1978: <i>Áhrif koldíoxíðs á hitaeginleika mettaðrar vatnsgufublöndu</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7835.	X	X		X	
449. Trausti Hauksson 1979: <i>Holubrjéf 11, 79-06-08</i> , Orkustofnun.		X		X	
450. Trausti Hauksson 1980: <i>Krafla. Reiknuð efnaþsamsetning vatns og gufu í borholum</i> . Orkustofnun, OS-80018/JHD-10.				X	
451. Trausti Hauksson 1981: <i>Greinargerð um hugsanlegar tilraunir með niðurdælingu í Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð TH-81/01.		X			
452. Trausti Hauksson 1988: <i>Greinargerð um ferð í Kröflu til sýnatöku úr borholum</i> , Kemía sf.		X		X	
453. Trausti Hauksson 1991: <i>Árangur af borun holu KG-25 og tillögur um framhald</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.	X	X		X	
454. Trausti Hauksson 1991: <i>Greinargerð um ferð í Kröflu</i> , Kemía sf.		X		X	
455. Trausti Hauksson og Gestur Gíslason 1981: <i>Afsmælingar og sýnataka í Kröflu dagana 23/5 til 27/5 1981</i> . Orkustofnun, Greinargerð TH/GG-81/02.		X		X	
456. Trausti Hauksson og Halldór Ármannsson 1979: Greining eiginleika borholuvökva í frumpætti. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 8.	X	X		X	
457. Trausti Hauksson, Halldór Ármannsson og Þóroddur F. Þóroddsson 1981: <i>Sýnataka í Kröflu 12-29 mars 1981</i> . Orkustofnun, Greinargerð TH/HÁ/ÞFP-81/01.		X		X	X
458. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1988: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1988</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.		X		X	
459. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1989: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás á maí 1989</i> , Landsvirkjun, Kröflustöð.		X		X	
460. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1990: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1990</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.		X		X	
461. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1991: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1991</i> , Landsvirkjun Kröflustöð.		X		X	
462. Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1992: <i>Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í apríl 1992</i> , Landsvirkjun. Kröflustöð, 50 s.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
463. Truesdell, A. H., J. R. Haizlip, Halldór Ármannsson og F. D'Amore 1989: Origin and Transport of Chloride in superheated geothermal steam. <i>Geothermics</i> , 18, 295-304.		X		X	
464. Valdimar K. Jónsson 1978: <i>Simulation of the Krafla geothermal field</i> . LBL Berkeley, California, LBL-7076 UC-66 a, 61 s.	X	X			
465. Valdimar K. Jónsson 1979: Tví-fasastreymi í bergi. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 12.		X			
466. Valgarður Stefánsson 1977: <i>Holubréf nr. 1, 77-01-12</i> , Orkustofnun.	X	X			
467. Valgarður Stefánsson 1978: Jarðhitakerfið við Kröflu. Í: Jón Steinar Guðmundsson (ritstj.), <i>Tvífasa rennsli við nýtingu jarðhita</i> , Orkustofnun, OS-79046/JHD-22, Fundur að Hótel Esju 8. desember 1978, 21 s.	X	X		X	
468. Valgarður Stefánsson 1979: Jarðhitakerfið við Kröflu. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 14.	X	X		X	
469. Valgarður Stefánsson 1979: Viðnámsmælingar í borholum í Kröflu. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 7.	X	X			
470. Valgarður Stefánsson 1980: <i>Greinargerð um staðsetningu næstu borholu við Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð VS-80/01.	X	X			
471. Valgarður Stefánsson 1980: Rannsóknir á háhitasvæðinu í Kröflu. <i>Náttúrufræðingurinn</i> , 50, 3-4, 333-359.	X	X		X	
472. Valgarður Stefánsson 1981: The Krafla geothermal field, northeast Iceland. Í: Rybach, L. og L. J. P. Muffler (ritstj.), <i>Geothermal Systems: Principles and Case Histories</i> , John Wiley & Sons, 273-294.	X	X		X	
473. Valgarður Stefánsson 1983: <i>Interpretation of three temperature profiles in well KJ-20</i> . Orkustofnun, Greinargerð VS-83/01.	X	X			
474. Valgarður Stefánsson 1984: Physical Environment of Hydrothermal Systems in Iceland and on Submerged Oceanic Ridges. Í: Rona, P. A., K. Boström, L. Lanbier og K. L. Smith (ritstj.), <i>Hydrothermal Processes at Seafloor Spreading Centers</i> , Plenum Publishing Corporation, 321-360.	X	X		X	
475. Valgarður Stefánsson, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Gísli Karel Halldórsson, Halldór Ármannsson, Hjalti Franzson og Trausti Hauks-son 1982: <i>Krafla - hola KJ-14. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS82061/JHD-09.	X	X		X	
476. Valgarður Stefánsson, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson og Trausti Hauks-son 1982: <i>Krafla-Hola KJ-13. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar</i> . Orkustofnun, OS82046/JHD-07.	X	X		X	
477. Valgarður Stefánsson og Benedikt Steingrímsson 1980: <i>Magn af háþrýstigufu og gas í gufu á núverandi borsvæði í Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð VS/BS-80/07.		X		X	

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
478. Valgarður Stefánsson og Benedikt Steingrímsson 1980: Production characteristics of wells tapping two phase reservoirs at Krafla and Námafjall. Í: Ramey, H. J. og P. Kruger (ritstj.), <i>Proceedings of the Sixth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering</i> , Stanford University, Stanford, USA, 49-50.	X	X			
479. Valgarður Stefánsson og Benedikt Steingrímsson 1981: <i>Staðsetning holu 18 í Kröflu</i> . Orkustofnun, Greinargerð VS/BS-81/01.		X			
480. Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson og Sverrir Þórhallsson 1982: <i>Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins</i> . Orkustofnun, OS-82093/JHD13.	X	X		X	
481. Valgarður Stefánsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1976: Jarðhitasvæðið við Kröflu - nokkrar athugasemdir. <i>Fréttabréf VFÍ, I</i> , 17, 8-10.	X	X			
482. Valgarður Stefánsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Gestur Gíslason 1976: <i>Bráðabirgðaskýrsla um stöðu rannsókna á jarðhitasvæðinu við Kröflu</i> . Orkustofnun, 76-11-16.	X	X		X	
483. Valgarður Stefánsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Gestur Gíslason 1977: <i>Holubrjéf 7, 77-10-25</i> , Orkustofnun.	X	X		X	
484. Valgarður Stefánsson, Karl Ragnars og Kristján Sæmundsson 1976: <i>Gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun 1977</i> . Orkustofnun, 76-11-16.		X			
485. Valgarður Stefánsson og Trausti Hauksson 1977: <i>Holubrjéf 4, 77-03-21</i> , Orkustofnun.	X	X		X	
486. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf og Virkir hf 1975: <i>Kröfluveita. Skýrsla um forhönnun aðveitu Kröfluvirkjunar. (Report on the Preliminary Design of Steam Mains for Krafla Geothermal Power Plant). Frumáætlun um gufu- og vatnsveitu að stöðvarhúsi Kröfluvirkjunar og veitu fyrir frárennslisvatn</i> . Orkustofnun, OS-JHD-7556, 51 s.	X	X			
487. Vigdís Hjaltadóttir og Kristján H. Sigurðsson 1986: <i>Krafla. Sýnataka og aflmælingar í maí 1986</i> . Orkustofnun, OS-86047/JHD-15 B.		X		X	
488. Vilhjálmur Lúðvíksson 1978: <i>Vettvangsskoðun á athafnasvæði Kröfluvirkjunar</i> . Náttúruverndarráð, Minnisblað.					X
489. VST og Virkir hf 1975: <i>Drög að greinargerð Orkustofnunar til Náttúruverndarráðs um meðferð affallsvatns frá Kröfluvirkjun</i> , Bréf sent Orkustofnun, Karli Ragnars, 24.11.1975.	X	X			
490. VST og Virkir hf 1975: <i>Kröfluveita. Skýrsla um meðferð affallsvatns frá Kröfluvirkjun</i> , VST og Virkir hf.	X	X			
491. VST og Virkir hf 1975: <i>Kröfluveita. Skýrsla um meðferð affallsvatns frá Kröfluvirkjun</i> , Orkustofnun, 27 s.	X			X	
492. Wale, A. 1985: <i>Reservoir engineering study of the Krafla-Hvíthólar geothermal area in Iceland</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 10, 54 s.	X	X			
493. Wangyal, P. 1992: <i>Calcite deposition related to temperature and boiling in some Icelandic geothermal wells</i> . Orkustofnun - UNU Geothermal Training Programme, Report 11, 33 s.	X	X		X	
494. Þorbjörn Sigurgeirsson 1979: Hugleiðingar um notkun hraunkviku til framleiðslu háþrýstigufu. Í: <i>Krafla - jarðhitasvæði og eldstöð</i> , Jarðfræðafélag Íslands, Reykjavík, Ráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 16. nóv. 1979. Ágrip, 14.		X			

Heimild	Flokkur				
	I	II	III	IV	V
495. Þóroddur F. Þóroddsson 1980: <i>Hitamælingar í lindum og gjám við austanvert Mývatn</i> . Orkustofnun, Greinargerð ÞFP-80/09.	X				X
496. Þóroddur F. Þóroddsson 1981: <i>Kröfuvirkjun, framkvæmdir og fleira</i> , Náttúruverndarstofa Norðurlands, Bréf sent Náttúruverndarráði, 81.10.01.					X
497. Þóroddur F. Þóroddsson 1983: <i>Varðar Umgengni starfsmanna OS-JHD á Kröfhusvæðinu</i> , Náttúruverndarstofa Norðurlands, Bréf sent Rafmagnsveitu Ríkisins, Einari T. Elíassyni, 83.09.01.					X
498. Þóroddur F. Þóroddsson 1984: <i>Kröfufiferð 26/9</i> , Náttúruverndarstofa Norðurlands, Bréf sent Náttúruverndarráði, 84.09.27.					X

9. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Í töflu 3 er yfirlit um þann fjölda heimilda, sem skráður var um hvert svæði og hve stór hluti þeirra fjallaði um hvern efnisflokk (sjá töflu 1).

Tafla 3. Fjöldi skráðra heimilda um hvert svæði og skipting þeirra í efnisflokka skv. töflu 1.

Svæði	Magn	Efnisflokkar					Heild
		I	II	III	IV	V	
Reykjanes	Fjöldi	97	106	0	87	6	147
	%	66	72	0	59	4	
Svartsengi	Fjöldi	114	124	2	79	12	159
	%	72	78	0.4	50	8	
Nesjavellir	Fjöldi	214	207	0	97	21	281
	%	76	74	0	35	7	
Námafjall	Fjöldi	83	70	0	66	7	117
	%	71	60	0	56	6	
Krafla	Fjöldi	298	370	0	279	57	498
	%	60	74	0	56	11	

Öll svæðin eru tiltölulega vel könnuð almennt. Til boga er þó að jarðfræðikort í litlum mælikvarða hafa ekki verið gefin út af Námafjalli og Kröflu. Grunnupplýsingum um veðurfar á virkjunarsvæðunum sjálfum er nokkuð ábótavant nema á Nesjavöllum.

Yfirleitt virðist umgengni á svæðum góð og höfð hafa verið samráð við Náttúruverndarráð um staðsetningu mannvirkja og frágang.

Til eru mikil gögn um massatöku frá öllum svæðum. Misjafnlega virðist hafa verið fylgst með breytingum á yfirborði en breytingum á landhæð alls staðar gaumur gefinn. Einnig eru til töluverð gögn um jarðskjálfta, þó að Nesjavellir séu eini virkjunarstaðurinn, sem nú er beint tengdur mælinganeti, þar sem reglulegar mælingar eru gerðar, þ.e. Suðurlandsneti Landsvirkjunar. Gerðar hafa verið tilraunir með niðurdælingu í Svartsengi og tilraunir með niðurdælingu þéttivatns eru í gangi á Nesjavöllum, en lítið gert á því sviði á hinum stöðunum. Vinnslulíkön eru yfirleitt til a.m.k fyrir stærri virkjanirnar og skráning á greiningu rennslis á yfirborði alls staðar a.m.k. á tilraunastigi.

Ekki eru til upplýsingar um hávaða nema í Svartsengi og benda þær til þess að úrbóta sé þörf.

Misvel hefur verið staðið að athugunum á afdrifum affallsvatns og lítið til af beinum athugunum á áhrifum virkjananna á lífríki, nema á Nesjavöllum.

Gassamsetning og magn útblásturs er alls staðar vel skráð, en ekki er til nema lauslegt mat á náttúrulegu útstreymi, enda erfitt að mæla það. Lítið hefur verið gert af því að mæla gas í andrúmslofti, nema hvað brennisteinsvetni hefur verið mælt á Nesjavöllum. Í gangi er vinna um förgun brennisteinsvetnis á Nesjavöllum og hugmyndir um hana í gangi annars staðar.

Efnasamsetning borholuvökva er alls staðar vel þekkt, en lítið hefur verið fylgst með afdrifum hans eftir að skiljustöð sleppir nema á Nesjavöllum.

Tiltölulega lítið hefur verið fjallað um verndun svæðanna. Námafjall og Krafla hafa þá sérstöðu að vera hluti af verndarsvæði (Laxá og Mývatn), þar sem mannvirkjagerð og jarðrask eru óheimil nema með leyfi Náttúruverndarráðs og eru þau því vel vernduð.

Ekki hefur mikið verið fjallað um almannatengsl. Kynningarbæklingar hafa verið gefnir út og myndbönd gerð um stærri virkjanirnar. Borgarafundir voru haldnir bæði vegna byggingar Kröfluvirkjunar og aðgerða vegna eldsumbrota, en ekki hafa fundist heimildir um slíkt fyrir aðrar virkjanir.

Eftirlit með vinnslu er yfirleitt tiltölulega gott og gögn nálganleg. Þó væri æskilegt að helstu mæliniðurstöður væru yfirleitt til á prenti en ekki eingöngu tölvuskráðar. Eins og bent er á að ofan skortir sums staðar nokkuð á upplýsingar um afdrif frárennslis. Náttúruverndarráð hefur haft eftirlit með framkvæmdum, en a.m.k skv. leyfi til að reisa og reka jarðgufuvirkjun við Kröflu, virðist sem ráðið eigi líka að fylgjast með rekstri, en lítið fannst af heimildum um slíkt eftirlit seinni árin.

10. TILLÖGUR UM FRAMHALD VERKEFNIS

Tillögur um framhald verkefnisins 1993 eru í Viðauka 4. Lagt er til að áfram verði unnið við umhverfisúttekt á vinnslusvæðum. Fyrir hvert svæði verði í samvinnu við virkjunaraðila gerð úttektarskýrsla, sem byggð verði á þeim heimildum, sem aflað hefur verið. Unnið verði í samræmi við spurningalistann í framvinduskýrslunni og kaflaheiti verði því sem næst samhljóða fyrirögnum í þeim lista. Hér á eftir fer yfirlit um helstu umfjöllunarefni hvers kafla:

Jarðrask: Sagt verði frá niðurstöðum almennrar úttektar á lífríki svæðisins, hvort rask vegna virkjunar geti haft áhrif þar á og skýrt frá niðurstöðum eftirlits hafi virkjun starfað einhvern tíma. Hugsanlega yrði birt einfalt gróðurfarskort frá því fyrir upphaf virkjunar og annað eftir nokkurra ára starfsemi. Tafla verði birt um ónýttar borholur og umsögn um búnað og frágang hverrar og einnar (þar með taldar holur, sem farið hafa úr böndum og aðgerðir vegna þeirra). Þá verði birt kort og/eða tafla um efnistökunámur og skýrt frá ástandi þeirra (þ.e. í notkun, opnar en ekki í notkun, lokaðar, hvernig gengið er frá o.s.frv.). Loks verði stutt umsögn um almenna umgengni á svæðinu. Tillögur verða gerðar um úrbætur ef þurfa þykir. Þessi kafli verður að mestu saminn af virkjunaraðilum og ráðgjöfum þeirra á þessu sviði.

Massabreytingar: Birt verði kort af yfirborðsjarðhita og virkum brotalínunum fyrir virkjun og eftir nokkurra ára starfsemi. Þá verði stutt yfirlit um orkuvinnslu og um þrýstingsbreytingar í jarðhitakerfinu. Þá verði stuttlega raktar helstu vinnsluspár, sem gerðar hafa verið fyrir svæðin og fjallað um hvernig þær hafa staðist. Í því felast líkur á röskun svo sem blöndun milli vatnskerfa og hugsanlegri gufupúðamyndun. Þá verði birt stutt yfirlit um niðurstöður land- og þyngdarmælinga og loks verði stutt lýsing á búnaði til að fylgjast með hugsanlegum jarðhræringum (skjálftamælum, hallamælum, sprungumælum o.þ.h eftir því, sem við á). Tillögur verða gerðar um úrbætur ef þurfa þykir. Þessi hluti úttektarinnar verður að miklu leyti unninn af sérfræðingum Orkustofnunar í samvinnu við aðra ráðgjafa virkjunaraðila.

Hávaði: Birt verður tafla um þær niðurstöður hávaðamælinga, sem gerðar hafa verið við borholur, í skiljuhúsi og við það og í stöð og við hana. E.t.v. yrði stutt úttekt á hljóðdeyfum á holunum og við stöð. Tillögur verða gerðar um úrbætur ef þurfa þykir. Þessum hluta úttektarinnar er lokið.

Varmabreytingar: Birt verði kort, sem sýni afdrif affallsvatns. Sagt verði frá lífríki í viðtökuvatni, þar sem við á og hugsanlegum afleiðingum hitabreytinga á það. Birtar verði niðurstöður hitamælinga á blöndunarstöðum fyrir og eftir upphaf virkjunar og, ef ástæða þykir til, niðurstöður úttekta á lífríki eftir að virkjun fór í gang. Birtar verði niðurstöður mælinga á gufstreymi til andrúmslofts (sem liður í athugun á aflnýtingu virkjunar). Tillögur verða gerðar um úrbætur ef þurfa þykir. Þessi kafli verður að mestu saminn af virkjunaraðilum og ráðgjöfum þeirra á þessu sviði.

Gasútblástur: Birt verði tafla um gasústreymi og niðurstöður efnagreininga á gasi. Metið verði streymi ákveðinna gastegunda til andrúmslofts. Þá verði birtar niðurstöður mælinga á styrk einstakra gastegunda í andrúmslofti á virkjunarsvæðinu og í nágrenni þess og reynt að gera sér grein fyrir útbreiðslu þeirra og hugsanlegum skaða. Á sama hátt verði reynt að gera grein fyrir útbreiðslu vatnsúða og skaða af hans völdum. Þar sem ástæða er til verði sagt frá ráðstöfunum, sem þegar hafa verið gerðar eða eru fyrirhugaðar, til þess að draga úr útblæstri. Tillögur verða gerðar um úrbætur ef þurfa þykir. Orkustofnun og aðrir ráðgjafar orkufyrirtækjanna munu vinna þennan þátt í samvinnu við þau. Vinna á þessu sviði er mislangt komin

hjá fyrirtækjunum.

Efni í affallsvatni: Birtar verði töflur um efnastyrk í vatni einstakra hola, í vatni frá skiljustöð og í helsta viðtökuvatni við upphaf virkjunar, ef slíkar upplýsingar eru til. Þá fylgi niðurstöður eftirlits á breytingum á viðtökuvatni og umsögn um hvort þær geti haft áhrif á lífríki vatnsins og hugsanlega á neyslu- og nytjavatn í nágrenni. Tillögur verða gerðar um úrbætur ef þurfa þykir. Orkustofnun og aðrir ráðgjafar orkufyrirtækjanna munu vinna þennan þátt í samvinnu við þau. Vinna á þessu sviði er mislangt komin hjá fyrirtækjunum.

Verndun: Birtur verði úrdráttur úr lögum og reglugerðum um verndun svæðisins. Sýndar verði á korti helstu náttúru- og/eða söguminjar, sem ástæða þykir til að vernda. Einnig verði skýrt frá ráðstöfunum til verndunar (t.d. lokun einstakra hluta svæðis fyrir almenningi, girðingar, ráðning landvarða o.s.frv.). Þessi kafli verður að mestu saminn af virkjunaraðilum og ráðgjöfum um þeirra á þessu sviði.

Almannatengsl: Skýrt verður frá aðgerðum til kynningar svæðanna fyrir almenningi, svo og þeim samskiptum, sem orðið hafa, hvort sem um er að ræða kvartanir eða annað. Sumt af þessu efni er nátengt verndun og gæti umfjöllun skarast. Tillögur verða gerðar um úrbætur ef þurfa þykir. Þessi kafli verður að mestu saminn af virkjunaraðilum og ráðgjöfum þeirra á þessu sviði.

Umhverfiseftirlit: Stuttlega verði sagt frá vinnslueftirliti og hvernig það geti nýst við eftirlit með umhverfisþáttum. Sagt verði frá sérstöku eftirliti með umhverfisþáttum og að hve miklu leyti óháðir aðilar fylgjast með umhverfismálum svæðisins. Tillögur verða gerðar um úrbætur ef þurfa þykir. Orkustofnun og orkufyrirtækin munu vinna að þessum þætti verkefnisins í samvinnu við Umhverfisráðuneytið.

Í lok skýrslunnar verða samandregnar niðurstöður, almenn umsögn um ástand svæðisins og tillögur um brýnar úrbætur ef ástæða þykir til.

Orkustofnun hefur metið að vinna við þá þætti, er varða sérsvið hennar, nemi 3 - 6 mannmánuðum á hverju vinnslusvæði eða lágmark um tvö mannr alls.

Við mat á umfangi verksins hefur verið tekið mið af þeim ramma, sem unninn var í forverki og samstarfsaðilar verksins hafa komið sér saman um. Hins vegar má hugsa sér að gera umfangsminni úttekt í byrjun og bíða forskrifta frá umhverfisyfirvöldum áður en gengið verður frá endanlegri umhverfisúttekt svæðis og gerð áætlunar um eftirlit á því sviði.

Varðandi sérstök verk á sviði umhverfisáhrifa jarðhitavinnslu, sem aðilar vilja vinna að, þá er mestur áhugi á að rannsóknum á mengun frá jarðhitasvæðum í vinnslu, bæði loftmengun og grunnvatnsmengun. Skilgreint hefur verið sameiginlegt verkefni aðila um mælingar á gasútsreymi frá nokkrum jarðhitasvæðum, bæði virkjuðum og óvirkjuðum. Er þar einkum horft til ferlis og afdrifa brennisteinsvetnis frá því að það kemur upp með jarðhitagufu svo og kvikasilfurs. Í tengslum við þetta verkefni eru Orkustofnun, Umhverfisráðuneytið og Veðurstofan að skilgreina verkefni, sem miðar að kortlagningu á styrk brennisteinsgasa utan jarðhitasvæða og hugsanlegum áhrifum jarðhita og jarðhitavinnslu á andrúmsloft.

Samstarf verður haft um að taka saman gagnaskrá um þekktar aðferðir til förgunar á gasi og þar byggt á þeirri vinnu, sem þegar hefur farið fram á vegum einstakra aðila, einkum Hita-veitu Reykjavíkur. Samstarfið miði að því að semja sameiginlega rannsóknaráætlun um smíði og prófun tilraunabúnaðar.

Innan samvinnuverksins verður unnið að því að prófa aðferðir til kortlagningar á gufupúða á virkjunarsvæðum og um rannsóknir á smákjálftavirkni í kjölfar vinnslu og niðurdælingar.

Einnig verður unnið að ýmsum smærri samvinnuverkefnum á sviði umhverfismála á hverju virkjunarsvæði.

Unnið verður í samvinnu við Umhverfissráðuneytið að gagnaöflun um erlendar reglugerðir á sviði umhverfisáhrifa jarðhitavinnslu, svo að unnt sé að taka mið af þeim við gerð íslenskra reglugerða.

12. HEIMILDIR

- Arnórsson, S. 1978: Changes in the chemistry of water and steam discharged from wells in the Námafjall geothermal field, Iceland, during the period 1970 - 76. *Jökull*, 37, 13 - 19.
- Arnþór Garðarsson 1991: Fuglalíf við Mývatn og Laxá. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). *Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík*, 278 - 319.
- Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1991: Lífið á botni Mývatns. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). *Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík*, 190 - 217.
- Ármannsson, H. and Kristmannsdóttir, H. 1992: Geothermal environmental impact. *Geothermics*, 21, 869-880.
- Ármannsson, H., Benjamínsson, J. and Jeffrey, A.W.A. 1989: Gas changes in the Krafla geothermal system, Iceland. *Chem. Geol.*, 76, 175 - 196.
- Ármannsson, H., Guðmundsson, Á. and Steingrímsson, B.S. 1987: Exploration and development of the Krafla geothermal area. *Jökull*, 37, 13 - 30.
- Árni Einarsson 1991: Lífríki í 2000 ár. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). *Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík*, 320 - 336.
- Árni Gunnarsson og Einar Gunnlaugsson 1986: Affallsvatn frá Nesjavallavirkjun. Staða rannsóknna í árslok 1986. *Hitaveita Reykjavíkur*, 27 s.
- Ásgrímur Guðmundsson 1991: Umhverfisáhrif jarðhitanýtingar. Athugasemdir við verklýsingu. Orkustofnun. *Minnisblað, ÁsG-91/10*, 2s.
- Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Sæþór L. Jónsson og Sverrir Þórhallsson 1989: Borholur í Bjarnarflagi. Orkustofnun, OS-89046/JHD-21 B, 87 s.
- Benedikt Steingrímsson og Halldór Ármannsson 1984: Um niðurdælingu affallsvatns á Hvít-hólasvæði. Orkustofnun, OS-84026/JHD-08 B, 14 s.
- Böðvarsson, G.S., Benson, S.M., Sigurðsson, Ó., Stefánsson, V. and Elfsson, E.T. 1984a: The Krafla geothermal field, Iceland. 1. Analysis of well test data. *Water Resources Res.*, 20, 1515-1530.
- Böðvarsson, G.S., Björnsson, S., Gunnarsson, Á., Gunnlaugsson, E., Sigurðsson, Ó., Stefánsson, V. and Steingrímsson, B. 1990: The Nesjavellir geothermal field, Iceland. Part 1. Field characteristics and development of a three-dimensional numerical model. *Geotherm. Sci. and Tech.*, 2, 189-228.
- Böðvarsson, G.S., Björnsson, S., Gunnarsson, Á., Gunnlaugsson, E., Sigurðsson, Ó., Stefánsson, V. and Steingrímsson, B. 1991: The Nesjavellir geothermal field, Iceland. Part 2. Evaluation of the generating capacity of the system. *Geotherm. Sci. and Tech.*, 2, 229-261.
- Böðvarsson, G.S., Pruess, K., Stefánsson, V. and Elfsson, E.T. 1984b: The Krafla geothermal field, Iceland. 2. The natural state of the system. *Water Resources Res.*, 20, 1531-1544.
- Böðvarsson, G.S., Pruess, K., Stefánsson, V. and Elfsson, E.T. 1984c: The Krafla geothermal field, Iceland. 3. The generating capacity of the field. *Water Resources Res.*, 20, 1545-

1559.

- Darling, W.G. and 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.
- de Zeeuw, E. and Gíslason, G. 1988: The effect of volcanic activity on the groundwater system in the Námafjall geothermal area, NE Iceland. *Orkustofnun*, OS-88042/JHD-07, 39 s.
- Edner, H., Faris, G.W., Suneson, A., Svanberg, S., Jón Örn Bjarnason, Hrefna Kristmannsdóttir og Kristján Hrafn Sigurðsson 1991: Lidar search for atmospheric mercury in Icelandic geothermal fields. *J. Geophys. Resw.*, 96, 2977-2986.
- Einarsson, M.Á. 1992: Climatic conditions of the Thingvallavatn area. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn (Editor: Pétur M. Jónasson). *Oikos*, 64, 96 - 104
- Ellis, A.J and Mahon, W.A.J. 1977: Chemistry and geothermal systems. Academic Press, New York, 392 s.
- Eysteinn Jónsson og Árni Reynisson 1975: Leyfi til að reisa og reka jarðgufustöð við Kröflu. Bréf til Iðnaðarráðuneytisins, dagsett 26. mars 1975, 2s.
- Foulger, G.R. 1984: The Hengill geothermal area: Seismological studies 1978-1984. *Orkustofnun*, OS-84073/JHD-12,
- Gestur Gíslason 1992: Nesjavallaferð 29. apríl 1992. Fyrsta könnun á aflnýtingu og dreifingu efna frá Nesjavallavirkjun. Hitaveita Reykjavíkur. *Minnisblað*, 3s.
- Gestur Gíslason, Sigurrós Friðriksdóttir og Sigurður Þ. Ragnarsson 1992: Brennisteinsvetni í andrúmslofti. Niðurstöður mælinga á Nesjavöllum sumarið 1992. Hitaveita Reykjavíkur, 8s.
- Gíslí Mór Gíslason 1991: Lífið í Laxá. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 218 - 235.
- Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991: Hiti og þrýstingur í jarðhitakerfinu við Svartsengi. Upphafsstand og breytingar vegna vinnslu. *Orkustofnun*, OS-91016/JHD- 04, 69 s.
- Guðmundur Eiríksson og Pétur Steinþórsson 1981: Hávaðamæling í orkuveri Svartsengis. *Vinnueftirlit ríkisins*, D4-005-81, 2 s.
- Guðmundur Guðmundsson, Guðmundur Pálmason, Karl Grönvold, Karl Ragnars, Kristján Sæmundsson og Stefán Arnórsson 1971: Námafjall - Krafla. Áfangaskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðanna. *Orkustofnun*, 113 s.
- Guðný Þ. Pálsdóttir 1992: Mælingar á loftmengun í Svartsengi. *Orkustofnun*. Greinargerð, GPP-92/02, 3s.
- Gunnar Steinn Jónsson 1984: Vistfræðileg rannsókn á botnþörungum í Þorsteinsvík í Þingvallavatni. *Líffræðistofnun Háskóla Íslands*,
- Halldór Ármannsson 1977: Radonmælingar í Kröflu og Námafjalli árið 1977. *Orkustofnun*, 16 s.

- Halldór Ármannsson 1991a: Jarðhiti og umhverfi. Í Dagskrá og ágríp. Ráðstefna um jarðfræði og umhverfismál. Jarðfræðafélag Íslands, 16-17.
- Halldór Ármannsson 1991b: Hagkvæmni jarðhitanýtingar. Samband íslenskra rafveitna. Aðalfundur haldinn að Hótel Loftleiðum í Reykjavík 6.-7.maí 1991, 7s.
- Halldór Ármannsson 1991c: Umhverfisáhrif jarðhita. Orkuþing 91 14.-15. nóvember 1991 á Hótel Sögu, Reykjavík, 15 s.
- Halldór Ármannsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1990: Umhverfisáhrif jarðhitanýtingar. Orkustofnun. Greinargerð, HÁ-HK-90/02, 6s.
- Halldór Ármannsson, Sverrir Þórhallsson og Einar Tjörvi Elfsson 1991: Helstu áhrif virkjunar jarðhita á umhverfið. Í Ársfundur Orkustofnunar 1991. OS-910010, 15-43.
- Hauksson, E. 1983: Episodic rifting and volcanism at Krafla in north Iceland: Growth of large ground fissures along the plate boundary. J. Geophys. Res., 88, 625 - 636.
- Hákon Aðalsteinsson 1991: Svif í Mývatni. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 166 - 189.
- Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson 1988: Jarðhitasvæðið við Hvíthóla. Hermireikningar og vinnsluspá. Orkustofnun, OS-88007/JHD-03 B. 24 s.
- Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson 1991: Krafla. Þrívíð hermun fyrir vinnslusvæði á Hvíthólum. Orkustofnun, OS-91046/JHD-07, 37 s.
- Helgi Hallgrímsson 1976: Bréf, dagsett 5. október 1976.
- Hitaveita Reykjavíkur 1983: Gagnaskrá fyrir Nesjavelli - Efnagreiningar, aflmælingar, rennismælingar. Hitaveita Reykjavíkur,
- Hitaveita Reykjavíkur 1992: Nesjavellir. Hitaveita Reykjavíkur, Reykjavík, 12 s.
- Hjalti Franzson 1990: Svartsengi - Jarðfræðilíkan af háhitakerfi og umhverfi þess. Orkustofnun, OS-90050/JHD-08, 41 s.
- Hjálmar Eysteinnsson, Gunnar Þorbergsson og Ólafur G. Flóvenz 1992: Landhæðar- og þyngdarmælingar við Svartsengi og á Reykjanesi. Orkustofnun. Greinargerð, HE-GP- ÓGF-92/01, 10 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir 1990: Samvinnuverkefni um mat á umhverfisáhrifum jarðhitanýtingar. Orkustofnun, 1 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór Ármannsson, Benedikt Steingrímsson, Sverrir Þórhallsson, Ásgrímur Guðmundsson, og Knútur Árnason 1991: Sérverkefni um umhverfisáhrif jarðhitanýtingar. Orkustofnun. Greinargerð, HK-HÁ-BS-SP-ÁsG-KÁ-91/04, 5s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Jón Örn Bjarnason og Kristján H. Sigurðsson 1991: Mælingar á kvikasilfri og brennisteinstvíoxíði í andrúmslofti yfir jarðhitasvæðum. Í Dagskrá og ágríp. Ráðstefna um jarðfræði og umhverfismál. Jarðfræðafélag Íslands, 21-22.
- Hörður Kristinsson og Helgi Hallgrímsson 1991: Gróður í Mývatnssveit. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 236 - 255.

- Jón Örn Bjarnason 1991: Um sýrustig úrkomu í Svartsengi. Orkustofnun, greinargerð JÖB-91/02.
- Jón Jónsson 1978: Jarðfræðikort af Reykjanesskaga. I. Skýringar við jarðfræðikort. II. Jarðfræðikort. Orkustofnun, OS JHD 7831, 303 s. + 30 myndas. + 21 kort.
- Jón Kristjánsson 1991: Fiskurinn í Mývatni og Laxá. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 256 - 277.
- Jón Ólafsson 1978: Kvikasilfur og arsen í borholum við Kröflu og Námafjall. Náttúrufræðingurinn, 48, 52 - 57.
- Jón Ólafsson 1991: Undirstöður lffrkis í Mývatni. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 140 - 165.
- Jónas Ellíasson, Sigurður St. Arnalds og Snorri Páll Kjaran 1977: Straumfræðileg rannsókn á jarðhitasvæði. Orkustofnun, OS-ROD-7718, 74 s.
- Júlfus Sólnes og Sigurbjörg Sæmundsdóttir 1991: Starfsleyfi fyrir sjóefnavinnslu Íslenska saltfélagsins hf. Umhverfisráðuneytið, Reykjavík, 5 s.
- Klein, F., Einarsson, P. and Wyss, M. 1977: The Reykjanes peninsula, Iceland. The earthquake swarm of September 1972 and its tectonic significance. J. Geophys. Res., 82, 865-888.
- Kristján Sæmundsson 1991: Jarðfræði Kröflukerfisins. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 24 - 95.
- Kristján Sæmundsson 1992: Hazards associated with the exploitation of high-temperature geothermal fields in Iceland. International Conference on Preparedness and Mitigation for Natural Disasters '92, 28-29 May 1992. Conference Proceedings, Reykjavík, 134 - 135.
- Kristmannsdóttir, H., Ármannsson, H. and Ólafsson, M. 1992: Chemical monitoring of Icelandic geothermal fields during production. Í Papers presented at the International Conference on Industrial Uses of Geothermal Energy. Reykjavík, Iceland 2-4 September 1992, 8 s.
- Larsen, G., Grönvold, K. and Thorarinsson, S. 1979: Volcanic eruption through a geothermal borehole in Námafjall, Iceland. Nature, 278, 707 - 710.
- Lúðvík S. Georgsson 1979: Svartsengi. Viðnámsmælingar á utanverðum Reykjanesskaga. Orkustofnun, OS-79042/JHD-20, 100 s.
- Magnús Ólafsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1991: Efna- og varmamengun grunnvatns við austanvert Mývatn af völdum eldvirkni í Kröflueldstöðvakerfi. Í Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um jarðfræði og umhverfismál. Jarðfræðafélag Íslands, 25 - 26.
- Ólafsson, J. 1992: Chemical characteristics and trace elements of Thingvallavatn. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn (Editor: Pétur M. Jónasson). Oikos, 64, 151 - 161.
- Ólafsson, M. and Kristmannsdóttir, H. 1989: The influence of volcanic activity on groundwater chemistry within the Námafjall geothermal system, North Iceland. Water- Rock Interaction, Miles (ed.). Balkema, Rotterdam, 537 - 540.

- Páll Einarsson 1991. Umbrotin við Kröflu 1975 - 1989. Í Náttúra Mývatns (Ritstjórar Arnþór Gardarsson og Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík, 96 - 139.
- Páll Steingrímsson 1991a: Nesjavellir - Hitaveita Reykjavíkur. Hitaveita Reykjavíkur, Reykjavík, myndband, lengd 9 mínútur.
- Páll Steingrímsson 1991b: Nesjavellir - Hitaveita Reykjavíkur. Hitaveita Reykjavíkur, Reykjavík, myndband, lengd 23 mínútur.
- Pétur Steinþórsson 1981: Hávaðamæling við háhitaholu í Hveragerði. Vinnueftirlit ríkisins, D4-015-81, 2s.
- Pruess, K., Böðvarsson, G.S., Stefánsson, V. and Elfsson, E.T. 1984: The Krafla geothermal field, Iceland. 4. History match and prediction of individual well performance. Water Resources Res., 20, 1561-1584.
- Pullinger, C.R. 1991: Geological and geothermal mapping at Nupafjall and Svartsengi, Reykjanes peninsula, SW-Iceland. UNU Geothermal Training Programme, Reykjavík, Iceland. Report 11, 1991, 45 p.
- Rannsóknaráð ríkisins 1969: A feasibility study of a 250,000 ton salt plant at Reykjanes. Rannsóknaráð ríkisins, Reykjavík, 77p.
- Sighvatur Elefsen og Trausti Hauksson 1984: Ölfusdalur, Hóla G-8. Skiljubúnaður - Afmæling. Orkustofnun, OS-84097/JHD-42 B, 19 s.
- Sigurður Karlsson 1991: Hávaðamæling. Hitaveita Suðurnesja - Svartsengi. Vinnueftirlit ríkisins, D4-276-91, 9 s.
- Sigurður Þórarinnsson 1978: Hverir og laugar. Ölkeldur og kaldavermsl. Náttúruverndarráð. Fjölrit nr. 3, 14 s.
- Snorri Páll Kjarran, Jónas Elfsson og Gísli Karel Halldórsson 1980: Svartsengi. Athugun á vinnslu jarðhita. Orkustofnun, OS-80021/ROD-10-JH-17, 98 s.
- Stefánsson, V. 1981. The Krafla geothermal field, northeast Iceland. Í Geothermal Systems. Rybach, L. and Muffler, L.J.P., John Wiley, New York, 273 -294.
- Stefánsson, V. and Steingrímsson, B. 1980: Production characteristics of wells tapping two-phase reservoirs at Krafla and Námafjall. Proc. 6th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, Stanford, California, 49 - 59.
- Sveinbjörn Björnsson, Birna Ólafsdóttir, Jens Tómasson, Jón Jónsson, Stefán Arnórsson og Stefán G. Sigurmundsson 1971: Reykjanes. Heildarskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðisins. Orkustofnun, 122 + x s. 46 myndas. + 6 ljósmyndas.
- Sverrir Þórhallsson 1991: Svartsengi - Umhverfisverkefni. Stutt yfirlit um rannsóknir til þessa. Orkustofnun, 2s.
- Sverrir Þórhallsson 1992: Rannsóknir Orkustofnunar fyrir Hitaveitu Suðurnesja innan "Umhverfisverkefni" - Samvinnuverk 1992. Orkustofnun, 2s.
- Sæmundsson, K. 1992: Geology of the Thingvallavatn area. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn (Editor: Pétur M. Jónasson). Oikos, 64, 40 - 68.

- Tole, M.P., Ármannsson, H., Zhong-he, P. and Arnórsson, S. 1993: Fluid/mineral equilibrium calculations for geothermal fluids and chemical geothermometry. *Geothermics*, 22, 17-37.
- Trausti Hauksson 1981: Greinargerð um hugsanlegar tilraunir með niðurdælingu í Kröflu. Orkustofnun, TH-81/01, 4s.
- Trausti Hauksson 1985: Niðurdælingartilraun í Svartsengi 1984. Orkustofnun, OS-85107/JHD-13, 109 s.
- University of California 1990: biblX- A Bibliographic Database & Text Formatting System for UNIX. LSMB Technical Report 90-1. University of California, San Francisco,
- Valgarður Stefánsson 1980: Rannsóknir á háhitasvæðinu í Kröflu. *Náttúrufræðingurinn*, 50, 333 - 359.
- Vatnsveita Suðurnesja 1992: Skipulag vatnsverndarsvæða. Í Vatnsveita Suðurnesja. Aðdragandi og uppbygging (Ritstj. Sigmar Ingason), 24 - 25.
- Verkfræðistofa Sigurðar R. Guðmundssonar 1982: Hegðun kísils í affallsvatni orkuvers Hita-veitu Suðurnesja, Svartsengi. Orkustofnun, OS-82072/JHD-17 B, 28 s.
- Verkfræðistofan Vatnaskil 1989: Svartsengi. Reiknilskan af jarðhitakerfi. Orkustofnun, OS-89031/JHD-05, 111 s.
- Verkfræðistofan Vatnaskil hf. 1993: Reykjanes. Vinnslueftirlit 1970 - 1992. Orkustofnun OS-93011/JHD-06 B, 25 s. + disketta.
- Póroddur F. Póroddsson og Guttormur Sigbjarnarson 1983: Kísiliðjan við Mývatn. Grunnvatnsrannsóknir. Orkustofnun, OS-83118/VOD-10, 40s.

ENGLISH SUMMARY

The National Power Company, The Reykjavík Municipal District Heating Service, The Suðurnes District Heating Service and The National Energy Authority have started a co-operative project on environmental impact of geothermal utilization. It was stipulated in the original contract that a preliminary project should be carried out, involving the collection of all available references on the high temperature geothermal areas run by the companies, i.e. Reykjanes, Svartsengi, Nesjavellir, Námafjall and Krafla, and an evaluation of the status of the environmental work done in these areas.

A questionnaire designed to reveal the situation in each area was prepared along with a list of possible mitigation measures. The references were divided into five categories, i.e. surface disturbances and thermal effects; mass changes; noise; gas emission and chemicals in discharge fluids; and protection, public relations and general monitoring. Reference lists depicting these categories were prepared for each area and constitute the main part of this report.

All the areas proved to be fairly well documented, although all were deficient as regards the study of noise and an improvement in this area is proposed.

A further environmental appraisal is recommended in all the areas with the production companies looking into surface disturbances and thermal effects with the aid of their consultants, but The National Energy Authority into mass changes, gas emissions to the atmosphere and chemicals in discharge fluids in co-operation with the production companies consultants. At last a survey of foreign regulations on the environmental impact of geothermal utilization is recommended in co-operation with the Ministry of the Environment with a view to preparing local regulations on the subject.

VIÐAUKI 1

Fyrsta verklýsing og kostnaðaráætlun

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Greinargerð
HK,HÁ,BS,SP,ÁG,KÁ-9104
24.4, 1991

SÉRVERKEFNI UM UMHVERFISÁHRIF JARÐHITANÝTINGAR

Inngangur

Áhugi á umhverfismálum hefur aukist stórlega á síðustu árum og jafnframt áhyggjur vegna umhverfisspjalla. Öll mannleg starfsemi er í sjálfu sér umhverfisspillandi, þótt í mismunandi mæli sé. Jarðhitanyting hefur löngum verið talin lítt mengandi og valda litlum umhverfisspjöllum samanborið við flesta aðra orkuvinnslukosti. Þó er ljóst að nokkur umhverfisspjöll eru óumflýjanleg samfara nýtingu jarðhita, einkum á háhitasvæðum. Nokkur umhverfisáhrif eru einnig frá náttúrulegri virkni á jarðhitasvæðum. Markvissum rannsóknum á umhverfisáhrifum við nýtingu jarðhita hefur fram til þessa lítið verið sinnt á Íslandi. Mikið er þó til af upplýsingum, sem tengjast þessum þætti, en þeirra hefur yfirleitt verið aflað í öðrum tilgangi. Um sumu þætti eru lítil sem engin gögn til og í flestum tilvikum þarf að taka þau saman úr mörgum áttum, umreikna og vinna úr þeim svo að þau nýtist til mats á umhverfisáhrifum jarðhitavinnslunnar.

Helstu umhverfisspjöll, sem jarðhitanyting veldur eru

1. **Varmamengun**, sem verður bæði við vinnslu jarðhita og reyndar einnig við náttúrulegt afrennsli. Alvarlegustu dæmi um varmamengun eru á stöðum þar sem frárennslisvatni er veitt beint í ár og vötn.
2. **Efnamengun** í vatni og lofti fylgir vinnslu jarðhita, en er þó mun minni en í kolakýntum orkuverum. Þó er áætlað að a. m. k. 150 þ. tonn af koltvíoxíði og 7 þ. tonn af brennisteinsvetni streymi út í loftið frá jarðhitasvæðum á Íslandi. Auk venjulegra eiturefna getur úði dreifst um og valdið útfellingum á gróður og mannvirki.
3. **Eðlisbreytingar umhverfis** eins og landsig og breytingar á grunnvatnsstöðu verða við jarðhitavinnslu. Einnig geta orðið breytingar á jarðskjálftavirkni vegna massatöku úr svæðinu.
4. **Útlitsbreytingar á yfirborði** jarðar verða óhjákvæmilega við gerð mannvirkja, en landspjöll geta einnig orðið við breytingar á virkni jarðhitans á yfirborði, sem rekja má til virkjunar jarðhitans. Hættulegustu dæmi um þetta eru öflugar og mannskæðar gufusprengingar, sem orðið hafa á vinnslusvæðum gufuvirkjana erlendis.
5. **Hávaðamengun** verður við allar framkvæmdir, einkum boranir, en þó er mestur hávaði tengdur blásandi háhitaborholum.

Á Orkustofnun hefur verið í gangi verkefni, sem miðar að því að meta umhverfisáhrif jarðhita og kom nýlega út skýrsla um stöðu rannsókna á umhverfisáhrifum jarðhita. Einnig hefur verið unnið að skilgreiningu verkefnis, þar sem ætlað er að gera mun

nákvæmari úttekt á umhverfisáhrifum jarðhitavinnslu og rannsóknarþörf vegna umhverfisþátta í samvinnu við stærstu virkjunaraðila jarðhita á háhitasvæðum.

Markmið verkefnisins

Markmið verkefnisins er að fá heildaryfirsýn yfir möguleg umhverfisspjöll af völdum jarðhitánýtingar og vinna grunn að stöðluðu eftirliti með umhverfisáhrifum við vinnslu jarðhita. Í öðru lagi er markmið verkefnisins að meta náttúruleg áhrif jarðhita á umhverfi sitt og áhrif náttúrulegra breytinga. Slíkur grunnur er nauðsynlegur til að skilgreina áhrif vinnslunnar á umhverfi. Í þriðja lagi er áætlað að skilgreina og koma af stað vinnu við verkefni um þróun aðferða til að draga úr mengun og umhverfisspjöllum við jarðhitánýtingu.

Tilgangurinn er að meta umhverfisáhrif á hverjum stað og gera tillögur um æskilegt efirlit með þeim í framtíðinni (environmental assessment). Áætlað er að taka saman þau gögn sem til eru og gera ítarlega úttekt á núverandi stöðu mála. Í samræmi við niðurstöður þeirrar úttektar verða svo mótaðar tillögur um frekari rannsóknir og nauðsynlegt eftirlit á hverjum stað. Þeir aðilar, sem um er að ræða eru Landsvirkjun vegna Kröfluvirkjunar og jarðhitasvæðisins í Námafjalli, Hitaveita Suðurnesja vegna jarðhitasvæðanna í Svartsengi, Eldvörpum og á Reykjanesi og Hitaveita Reykjavíkur vegna Nesjavallasvæðisins.

Flest stór orkuvinnslufyrirtæki hafa metið hættu á grunnvatnsmengun frá orkuverinu áður en nýting hófst og og í flestum tilfellum fylgst með ástandi grunnvatns að einhverju marki eftir að orkuverið tók til starfa. Eitthvert mat og mælingar tengdar efnamengun í lofti eru yfirleitt gerðar, en þeim þætti er oftast ábótavant. Á rannsóknarstigi og í tengslum við vinnslueftirlit eru gerðar margvíslegar athuganir sem varða mengun og önnur umhverfismál. Ekki er algengt að markvísst hafi verið fylgst með virkni jarðhita á yfirborði né heldur breytingum samfara massatöku og niðurdælingu. Mat á hávaðamengun er liður í vinnueftirliti og því ávallt gert. Margir þættir umhverfisspjalla við jarðhitánýtingu eru sérstakir fyrir hana og oft ekki augljósir þeim aðilum, sem um heilbrigðis og umhverfismál fjalla. Jarðhitafræðingar þekkja þessa þætti, en ekki er víst að þeim sé fylgt eftir þegar vinnsla hefst, þótt virkjunaraðilum sé bent á þá í upphafi. Eins og fram kom hér í upphafi skortir þó talsvert á að markvísst eftirlit sé haft með umhverfisáhrifum jarðhitavirkjana.

Rannsóknir á náttúrulegum breytingum á virkni jarðhitasvæða eru á flestum stöðum takmarkaðar og ósamfelldar þar sem fjármagn til rannsókna er takmarkað og rannsóknir á náttúrulegu ástandi jarðhitasvæða að öllu jöfnu ekki verið forgangsverkefni. Af sömu ástæðu og reyndar einnig áður fyrir vegna lítils almenns áhuga á umhverfismálum hefur heldur ekki verið lögð mikil vinna í að meta náttúrulegt útstreymi efna frá óvirkjuðum jarðhitasvæðum. Fyrir allflest svæði eru til gögn um efnasamsetningu gass og vatns, en gögn um magn útstreymis eru ófullkomin og því er mikil óvissa bundin mati á efnaútstreymi. Þannig hefur verið stærðargráðu munur á þeim tölum, sem ýmsir aðilar hafa birt um náttúrulegt útstreymi efna frá jarðhitasvæðum.

Þótt vinnsla jarðhita sé að jafnaði lítið mengandi má þó væntanlega draga úr þeim umhverfisspjöllum, sem hún veldur. Á Orkustofnun hafa komið fram allmargar hugmyndir um aðferðir til að draga úr umhverfisáhrifum jarðhitavinnslu og hefur stofnunin hug á að vinna að ýmsum slíkum þróunarverkefnum á næstu árum. Í því

sambandi má nefna hönnun búnaðar til gasbrennslu, varmaskipta til að nýta kísilríkt vatn og aðferða til niðurdælingar á gasi. Á næstu tveim árum mun stofnunin móta þessi verkefni og vonast til að geta hafið vinnu við einhver þeirra í samvinnu við jarðhitanotendur 1992-1994.

Helstu verkþættir

1. Mat á umhverfisáhrifum

1.1. Útlitsbreytingar á yfirborði jarðar. Tekin verður saman greinargerð um samstarf rannsóknar- og virkjunaraðila við náttúruverndaryfirvöld varðandi staðsetningu mannvirkja, jarðrask o.þ.h. Þar yrði einnig gerður samanburður á umhverfisspjöllum af völdum jarðhita og annarra orkukosta hérlendis og erlendis.

Tiltæk gögn um breytingar á virkni jarðhita á bæði virkjuðum og óvirkjuðum jarðhitasvæðum verði tekin saman og skoðuð nákvæmlega til að fá hugmynd um að hve miklu leyti slíkar breytingar eru af manna völdum.

1.2. Eðlisbreytingar. Gerð verður úttekt á niðurstöðum þyngdar og landmælinga á hinum ýmsu svæðum og metnar líkur á landsigi og einnig gerð úttekt á niðurstöðum vatnsborðsmælinga og áhrif líklegra og hugsanlegra breytinga metin. Niðurstöður annarra jarðeðlisfræðimælinga, sérstaklega viðnámsmælinga, geta einnig orðið mikilvægar fyrir þennan þátt.

1.3. Hávaðamengun. Farið verður yfir þau gögn, sem til eru um hávaðamælingar á virkjanastöðum og afstaða tekin til þess hvort aðgerða er þörf.

1.4. Varmamengun. Farið verður yfir núverandi vitneskju um breytingar í umhverfi jarðhitasvæða, þar sem vitað er um hitnun grunnvatnskerfa eða yfirborðsvatns vegna afrennslis. Stefnt verður að mati á áhættu af slíkum varmabreytingum, einkum þar sem vistkerfi gætu verið í hættu.

1.5. Efnamengun. Farið verður yfir niðurstöður greininga á skaðlegum efnum eins og kvikasilfri og öðrum þungmálum, arsen, bór, ammóníak og radon. Einnig verður farið yfir niðurstöður gasmælinga, bæði á þeim sem skaðleg geta talist eins og brennisteinsvetni og hinna, sem valdið geta gróðurhúsaáhrifum eins og koltvíoxsíð og metan. Kapp verður lagt á að taka saman afl- og rennslismælingar úr borholum og vinnslugögn frá virkjuðu svæðunum og fá þannig nákvæmari upplýsingar um mengun frá þeim. Fyrir óvirkjuðu svæðin þarf að mæla bæði efnasamsetningu gufuústreymis og ekki síður magn þess, sem frá þeim streymir. Þær mælingar eru bæði erfiðar og kostnaðarsamar og þarf að þróa til þess aðferðir og tæki. Þar sem allt bendir til þess að verulegt magn efna streymi út í umhverfið á óvirkjuðum svæðum, en það mat jafnframt mjög óvísst og hleypur á stærðargráðum eftir því hver metur, þá er nauðsynlegt að rannsaka þennan þátt betur. Einnig er alls ekki ljóst hvort útstreymi gufu úr gufuaugum muni minnka eða aukast við virkjun ákveðinna svæða og þá hversu mikið eða lengi. Þetta er þáttur sem ekki hefur verið metinn fyrirfram hingað til.

Einnig verður kannað hvort og að hvaða marki skaði af völdum úða er þekktur og hvort ástæða er til fyrirbyggjandi aðgerða varðandi hann.

2. Tillögur um eftirlit og rannsóknir.

Gerðar verða tillögur um lágmarksrannsóknir, sem gera þarf á umhverfisþáttum áður en ráðist er í virkjun jarðhitasvæða. Einnig verða tillögur um þá þætti, sem ber að fylgjast með eftir að svæði fer í vinnslu og um lágmarkstíðni slíks eftirlits.

Að lokinni almennri úttekt á umhverfisáhrifum jarðhita og úttekt fyrir helstu virkjunarstaði og jarðhitasvæði, sem líklegt er að virkjuð verði í framtíðinni ætti að liggja fyrir grunnur (environmental assessment) til að byggja á tillögur um framtíðareftirlit með hverju svæði og um þætti, sem rannsaka þarf sérstaklega.

Sérstök umhverfisvandamál geta tímabundið orðið mjög aðkallandi. Sem dæmi má nefna að brennisteinsvetni í miklum styrk er baneitrað og verður að halda honum innan hættumarka. Lykt þess er mjög sterk langt innan þess styrks, sem er hættulegur heilsu manna. Erlend reynsla bendir til þess að kröfur almennings um hreinsibúnað eru mjög háðar því hvort um var að ræða náttúrulegt útstreymi af brennisteinsvetni fyrir virkjun eða ekki. Þess vegna er rétt að fylgjast með viðbrögðum almennings við streymi brennisteinsvetnis frá Nesjavöllum til Reykjavíkur þegar vindátt er austanstæð.

Á sumum jarðhitasvæðum geta myndast gufupúðar á litlu dýpi við niðurdrátt og jafnvel valdið öflugum gufusprengingum. Með myndun gufupúða má fylgjast með grunnum borunum, viðnámsmælingum og þyngdarmælingum og má búast við að á sumum svæðum þurfi að grípa til slíkra ráða.

Eins og nefnt var hér að framan er eitt af markmiðum verkefnisins að móta rannsóknarverk til að minnka umhverfisáhrif jarðhitavinnslu og þar koma til greina mjög margar leiðir, sem flestar eru lítt þróaðar og prófaðar.

Í næsta kafla er fjallað um helstu virkjuð svæði og áætlað vinnuframlag, sem þarf til að gera úttekt á umhverfisáhrifum á hverju svæði.

Í nýlegri greinargerð um verkefnið "Eðli háhitasvæða" (K.Á., H.K., B.S., K.S., H.Á.-90/03) var tekið saman í grófum dráttum staða rannsókna á óvirkjuðum háhitasvæðum og verður ekki tífundað hér, en mat á kostnaði við úttekt á óvirkjuðum svæðum byggir að mestu á þeirri samantekt.

Áætluð vinna hjá helstu virkjunaraðilum.

Stærstu virkjunaraðilar, sem nýta jarðhita á háhitasvæðum eru Landsvirkjun, Hitaveita Suðurnesja og Hitaveita Reykjavíkur. Hér á eftir er metið gróflega vinnuframlag við ítarlega samantekt og úrvinnslu fyrirliggjandi gagna og að móta tillögur um frekari gagnaöflun, úrbætur og langtímaeftirlit. Í þessum tölum er reiknað með mjög ítarlegri úttekt, en að sjálfsögðu má byrja á að gera grófari og ekki eins tímafreka úttekt fyrst.

Landsvirkjun :

Kröfluvirkjun

Í upphafi fór fram mat á grunnvatnsmengun (varma- og efnamengun), sérstaklega með

tilliti til Mývatnssvæðis. Boruð var einnig hola í Búrfellshrauni, sem fylgst var með í fyrstu.

Engin skipuleg úttekt á loftmengun hefur farið fram, en til eru grunnildi fyrir sum efni í skýrslum hér og þar. Til eru gögn um aðra umhverfisþætti, en þau eru dreifð eins og þau fyrrnefndu. Ýmsir þættir, sem stafað geta af vinnslu eins og staðbundið landsig, lækkun grunnvatnsstöðu, breyting á jarðhita á yfirborði og aukin jarðskjálftavirkni eru svo nátengdir náttúruhamförum að erfitt er að meta þarna hvað tengist vinnslunni. Til að gera skýrslu um núverandi stöðu og þekkingu þyrfti að fara í gegn um fjölda skýrslna og greina um rannsóknir á Kröflusvæði og tína þar út gögn og meta áreiðanleika og gagnsemi. Tillögur um frekari rannsóknir og mælingar yrðu svo unnar á grundvelli niðurstaðna þeirrar vinnu. Mat á vinnuþörf til þessa áfanga er að sjálfsögðu ekki byggt á mjög traustum grunni, en miðað við hversu mikil og dreifð gögn eru til þykir ekki varlegt að reikna með minna en ársverki til að gera vandaða úttekt. Stærsti hluti þeirrar vinnu er jarðefnafræðileg, eða um 650 t, en einnig þarf um 200 t vinnuframlag jarðfræðings, um 200 t vinnuframlag jarðeðlisfræðings, um 300 t vinnuframlag forðafræðings og 250 t vinnuframlag á vinnslutækni sviði. Kostnaður verður við notkun á gagnabönkum og kaupa þarf mjög líklega að einhverja faglega aðstoð. Þeir samtals 1600 t. ,sem reiknað er með til verksins á Orkustofnun tilsvara virkum vinnutíma manns í heilt ár.

Námafjall

Grunnvatnsmengun, vegna jarðhitanýtingar, hefur verið rannsökuð talsvert á svæðinu og mikið er til af lítið unnum gögnum hvað þennan þátt varðar. Líklega er ekki til úttekt á annars konar umhverfisáhrifum. Varðandi mat á þætti náttúruhamfara á breytingar gildir sama máli og í Kröflu og er þekkt að þær hafa haft verulega mikil áhrif á grunnvatnskerfin á svæðinu. Verulega minna er til af gögnum um Námafjallssvæðið almennt en Kröflusvæðið, en þau eru mjög dreifð og lítið unnið úr þeim. Mat á vinnuframlegi, sem þarf til verksins, er á þessu stigi að það þurfi um 1100 t til að taka saman og vinna úr þeim gögnum, sem til eru, skrifa úttektarskýrslu með tillögum um rannsóknir og eftirlit í framtíðinni.

Hitaveita Suðurnesja :

Svartsengi

Grunnvatnsmengun hefur verið rannsökuð mikið og unnið úr þeim gögnum. Fylgst hefur verið með hita og seltu í holum og gjám á allstóru svæði umhverfis virkjunina og í straumfræðilíkani, sem gert var yfir utanverðan Reykjanesskaga voru könnuð m. a. afdrif affallsvatns. Hávaðamengun hefur verið rannsökuð að einhverju marki og talsverð gögn eru til um þætti, sem varða landsig á svæðinu, þ. e. hæðar og þyngdarmælingar. Síritun hefur verið á grunnvatnsborði í nokkrum rannsóknarholum. Stærð affallslóns hefur verið ákvörðuð með nær árlegri loftmyndatöku. ýmsar sérrannsóknir, sem varða umhverfismál hafa farið fram og má þar nefna rannsóknir á bættri orkunýtni, kísilrannsóknir, varmaskiptaprófanir, gerð orkuhermis, mælingar á súru regni og kvikasilfri í andrúmslofti með leysertækni. Mikið er til af heimildum frá rannsóknnum á svæðinu, sem fara þarf í gegnum til að safna saman þeim þáttum sem máli skipta við mat á umhverfisáhrifum við vinnslu jarðhitans. Þannig er talið að vinna við þetta verk sé svipuð að umfangi og fyrir Kröflusvæðið, eða um 1600 t., en skipting vinnutíma svolítið önnur þar sem gert er ráð

fyrir að vinna jarðeðlisfræðiþáttarins sé heldur meiri, en jarðefnafræðiþáttarins heldur minni.

Reiknað er með að úttekt á Svartsengi næði einnig yfir Eldvarpasvæðið.

Reykjanes

Beinar rannsóknir á grunnvatnsmengun frá jarðhitasvæðinu eru litlar, en gögn sem nýst gætu til slíks mats eru einhver til. Rannsóknir á öðrum umhverfisáhrifum eru ekki miklar, en leynast í umfangsmiklum almennum gögnum um svæðið. Mat á umfangi vinnu við samantekt og úrvinnslu fyrirbyggjandi gagna er um 1100 t.

Hitaveita Reykjavíkur :

Nesjavellir

Talsvert hefur verið hugað að umhverfisáhrifum við byggingu Nesjavallavirkjunar. Umhverfisrannsóknirnar voru skipulagðar af Hitaveitu Reykjavíkur, en auk hennar önnuðust Líffræðistofnun Háskólans, Orkustofnun og verkfræðistofan Vatnaskil rannsóknir á því sviði. Yfirborðsjarðhitinn var kortlagður nákvæmlega á árunum 1985 og 1986 m. a. með hitamælingum í jarðvegi og innrauðri myndatöku og þar með lagður grunnur að eftirliti með breytingum í framtíðinni. Komið hefur verið upp mælineti yfir sprungur í Grafningsdölum og hefur vídd þeirra verið mæld með málbandi í tvígang. Verða þær mælingar endurteknar á nokkurra ára fresti. Komið hefur verið upp mælineti til að meta niðurdrátt, sem nær frá Þingvallavatni suður á Hellsisheiði. Ástæða þess að netið er svo víðfeðmt, er sú að nauðsynlegt er að greina sundur landhreyfingar vegna höggunar í Hengilskerfinu og landsigs vegna vinnslu úr Nesjavallakerfinu. Skjálftavirkni svæðisins hefur verið könnuð allitarlega, en nú er ekki skipulegt eftirlit með henni. Engin sérstök úttekt hefur verið gerð á hávaða á svæðinu. Fylgst hefur verið með varmamengun frá virkjunarsvæðinu og er mældur samfelld hiti í læknum og einhverjar mælingar hafa verið gerðar í Varmagjá. Borholur á Nesjavöllum eru aflmældar reglulega og því vitað allnákvæmlega hver vinnslan úr svæðinu hefur verið. Sýni til efnagreininga eru sömuleiðis tekin reglulega og því til gögn til að meta efnamengun. Grunnvatnslíkan var gert af afrennslissvæði virkjunarinnar við undirbúning hennar, einkum með það í huga að geta metið hættu á grunnvatnsmengun. Ráðgert er að fylgjast með grunnvatnskerfinu og lífríki Varmagjár reglubundið í framtíðinni. Af sérstökum vandamálum, sem gætu komið upp á Nesjavöllum er litið til þess að yfirþrýstingur ríkir á ákveðnum svæðum í jarðhitakerfinu á Nesjavöllum og gæti hann hugsanlega leitt til gufusprenginga. Þótt talsvert hafi verið hugað að umhverfisþáttum og farið fram úttekt á sumum þeirra þyrfti þó að gera sams konar samantekt og á hinum svæðunum. Gert er ráð fyrir að í það þyrfti að eyða um 1200 t.

Reiknað er með að mat á Vestur Hengils svæðinu væri unnið samhliða Nesjavöllum.

Í Hveragerði hefur um langan aldur verið nýtt háhitasvæði og þar er ein efnamengaðasta á landsins og veruleg varmamengun einnig. Þar þyrfti að gera sams konar úttekt, en þar sem þar er ekki neinn einn stór nýtingaraðili er það ekki tekið með í þessa áætlun.

Hluti þeirrar vinnu, sem reiknað er með að Orkustofnun leggi fram og greidd verði að

hálfu af virkjunaraðila er þess eðlis að hugsanlegt er í staðinn að til kæmi vinnuframlag að hálfu virkjunaraðila.

Kostnaðaráætlun

Áætlað vinnuframlag við úttekt fyrir virkjuð svæði er um 4 mannaár. Reiknað er með að mestöll sú vinna yrði unnin á Orkustofnun og greidd að hálfu af ríkisframlagi og að hálfu af virkjunaraðilum, en í stað þess gætu virkjunaraðilar einnig lagt fram vinnu í sinn hluta verksins. Kostnaður við útvinnu og tæki er áætlaður 3 m. kr. Þar sem verkið er talsvert umfangsmikið er reiknað með að það taki tvö ár.

Samhliða gerð úttektar á umhverfisáhrifum náttúrulegs jarðhita á öllum þeim jarðhitasvæðum, sem ætla má að verði virkjuð á næstu áratugum og gerð áætlunar um rannsóknir á náttúrulegum breytingum á svæðunum eru áætluð um 3 mannaár og yrði að vinna hana fyrir ríkisframlag. Við úttekt á óvirkjuðum svæðum þarf nokkra útvinnu og þróunarvinnu vegna mælinga og er reiknað með að kostnaður við hana og nauðsynleg tæki yrði um 5 m kr.

Áætlað er að eyða 1 mannaári í mótun verkefna um aðferðir til að draga úr mengun og umhverfisspjöllum við jarðhitanýtingu.

Þar sem ekki er svigrúm nema að mjög litlu leyti til að vinna þetta átaksverk í mati á umhverfisáhrifum jarðhita innan ramma almennrar fjárveitingar stofnunarinnar er óskað eftir sérstakri fjárveitinu til að vinna verkið. Eins og fram kemur í samantektinni hér að neðan er óskað eftir 9 m kr. 1992 og 5 m kr. árið 1993. Reiknað er með 5,5 m kr framlagi frá virkjunaraðilum vegna rannsókna á virkjuðum svæðum.

Kostnaðardreifing vegna verkefnisins:

Hlutur Kostnaðar	1992 Verklutur				1993 Verklutur				Heildar- kostn.
	Virkjuð	Óvirkjuð	Þróun	Alls	Virkjuð	Óvirkjuð	Þróun	Alls	
Almenn fjárveiting	1,5	1		2,5	1	1		2	4,5
Sérfrjárveiting	2,0	6	1	9,0	1	3	1	5	14,0
Virkjanaaðilar	3,5			3,5	2			2	5,5
	7,0	7	1	15,0	4	4	1	9	24,0



ORKUSTOFNUN

Jarðhitadæild

7. janúar 1992

Til: Hrefnu Kristmannsdóttur

Frá: Sverri Þórhallssyni

Varðar: UMHVERFISVERKEFNI - SAMVINNA VIÐ HITAVEITU SUÐURNESJA

Með samtali í gær fólst þú mér að gera áætlun um verkefni sem gætu flokkast undir "Umhverfisverkefni" sem Orkustofnun hefur fengið sérþjálfingu í. Hjalagt fylgir stutt greinargerð og kostnaðaráætlun fyrir nýbyrjað ár, ásamt greinargerð um stærsta þáttinn þ.e. hæðar- og þyngdarmælingar. Í tillögum Orkustofnunar frá í fyrra var lagt til að Hitaveita Suðurnesja greiddi 60% við þessar mælingar (og OS 40%) sem fram eiga að fara í ár. Ég hef ekki gert ráð fyrir 0-grunns úttekt, að öðru leyti en fram kemur í orku- og efnaflæði þætti verksins. Láttu mig vita hvort hjálagðar upplýsingar eru fullnægjandi.



7. janúar 1992

RANNSÓKNIR ORKUSTOFNUNAR
FYRIR HITAVEITU SUÐURNESJA
INNAN "UMHVERFISVERKEFNIS"
- SAMVINNUVERK 1992 -

I. HÆÐAR- OG ÞYNGDARMÆLINGAR

Jarðsig er ein afleiðing þrýstilækkunar í jarðhitakerfinu í Svartsengi. Þetta atriði er vel þekkt við nýtingu jarðhita og er eftirlitið hluti vinnslueftirlits, en enn fremur einn þáttur umhverfisbreytinga. Þetta eftirlit hófst á utanverðum Reykjanesskaga 1974 í samvinnu Orkustofnunar (45%), Hitaveitu Suðurnesja (40%) og Sjöefnavinnslunnar (15%). Mælingar hafa sýnt jarðsig um 13 cm í Svartsengi á tímabilinu 1974-1987 þar sem það er mest, en sigspildan hefur fylgt áætlaðri stærð jarðhitakerfisins og mælist sigið 6 mm fyrir hvert bar sem þrýstingurinn í jarðhitakerfinu minnkar. Þrýstilækkunin hefur mælst um 1,3 bór á ári undanfarin ár, en hæðarmælingarnar voru síðast gerðar 1987.

Breytingar á þyngdarsviði sýna breytingar í massa jarðar á viðkomandi stað og kemur hún m.a. fram þegar gufupúði myndast (gufa í holrými í stað vatns). Þessar mælingar er mikilvægar í næsta nágrenni Svartsengis og Eldvarpa þar sem gufupúði er til staðar og fer stækkandi.

Miðað er við að hæðar- og þyngdarmælinganetið verði endurmælt á 6 ára fresti, næst á komandi sumri (sjá hjál. greinargerð HE-GP-ÓGF-91/01 endursk. 7. janúar 1992).


II. ÁHRIF SÝRUSTIGS Á ÚTFELLINGU Í JARÐSJÓ

Jarðsjórinn í Svartsengi verður mettaður kísli neðan 145°C og myndast þá útfellingar. Þetta útilokar að unnt sé að dæla affallsvatni orkuversins beint niður í jarðhitakerfið. Erlendis hefur bein niðurdæling einungis tekist þegar affallsvatnið er undirmettað sem þýðir í Svartsengi jarðsjó yfir 150°C, þ.e. beint úr háþrýstiskiljum orkuversins. Eina vonin til að unnt sé að dæla niður affallsvatni sem nú er við 70°C er að það sé þynnt með þéttivatni til að lækka kísilstyrkinn og sýrustig lækkað til þess að "frysta" kísilútfellinguna. Nokkrar prófanir hafa verið gerðar á umliðnum árum með þessa meðhöndlun á affallsvatninu, en með misjöfnum árangri.

Mikilvægt er að unnt sé að reikna út væntanleg áhrif mismikillar þéttivatnsfblöndunar og gasfblöndunar, en núverandi reikniforrit ráða ekki við það. Frekari forritaþróun þarf að koma til og samanburður milli beinna mælinga og reiknaðs gildis. Megináhersla verður því lögð á forritaþróun og tilraunir í litlum skala sem sýna sýrustig við mismunandi fblöndun, þ.m.t. sýru, og áhrif þess á útfellingu kísils. Þetta yrði meginverkefni 1992, en síðar yrði gerð frekari fræðileg úttekt á helstu áhrifaþáttum útfellinganna og hvernig má stýra þeim.

III. ORKU- OG EFNAFLÆÐI Í ORKUVERI

Viðbætur verða gerðar við reiknilíkan af orkuverunum í Svartsengi sem gert var 1991 og sýndi orku- og massaflæði, til að unnt verði að rekja feril einstakra efna í rásinni, einkum gas og magn steinefna.


Sverrir Þórhallsson, yfirverkfr.

ORKUSTOFNUN JHD

7. janúar 1992

S. Þórh.

Síða 1 af 1

RANNSÓKNIR ORKUSTOFNUNAR
FYRIR HITAVEITU SUÐURNESJA
INNAN "UMHVERFISVERKEFNIS"
- SAMVINNUVERK 1992 -

Verkþáttur	Eininga- verð (kr)	Eininga fjöldi	Heildar- kostnaður
I. HÆÐAR- OG ÞYNGDARMÆLINGAR			
Landhæðarmælingar (sjá greinarg.)	4.525.200	1	4.525.200
Þyngdarmælingar (sjá greinarg.)	1.173.640	1	1.173.640
Úrvinnsla (klst)	2.500	200	500.000
Tölvukostnaður (10%)	50.000	1	50.000
			6.248.840
II. ÁHRIF SÝRUSTIGS Á ÚTFELLINGU Í JARÐSJÓ			
Sérfræðingur (klst)	2.500	160	400.000
Sýnatökumenn (klst)	2.300	100	230.000
Efnagreiningar (stk)	24.550	10	245.500
Sýnatökubíll (d)	12.275	5	61.375
Skýrslu- og tölvukostn.	60.000	1	60.000
			996.875
III. ORKU- OG EFNAFLÆÐI Í ORKUVERI			
Sérfræðingur (klst)	2.500	120	300.000
Bíll (d)	10.230	3	30.690
Skýrslu- og tölvukostn.	40.000	1	40.000
			370.690
IV. VERKEFNISSTJÓRN			
Verkefnisstjóri (klst)	2.900	25	72.500
	SAMTALS kr		7.688.905

Verð án VSK

Verðlag des'91-febr'92

Landhæðar- og þyngdarmælingar við Svartsengi og á Reykjanesi

1. Umfang mælinganna

Frá því árið 1975 hafa af og til verið gerðar landhæðar- og þyngdarmælingar á og umhverfis jarðhitasvæðin í Svartsengi, Eldvörpum og Reykjanesi. Tilgangurinn er að fylgjast með hæðarbreytingum sem verða við vinnslu úr jarðhitasvæðunum. Mælingarnar hafa verið gerðar af Orkustofnun en kostnaði deilt milli Orkustofnunar, Hitaveitu Suðurnesja og Sjóefnavinnslunnar. Mynd 1 sýnir staðsetningu mælinganna á svæðinu.

Mælingarnar hafa verið gerðar með nokkurra ára bili og hafa að hluta verið endurmælingar en að hluta mælingar á nýjum línunum. Þannig hefur mælinetið í heild verið mælt í áföngum. Oft hafa þyngdarmælingarnar ekki verið gerðar samtímis landhæðarmælingunum. Þetta er óheppilegt fyrirkomulag sem veldur erfiðleikum við að meta gögnin. Heppilegra væri að mæla allt netið sama sumarið en láta fremur líða lengri tíma milli mælinga.

2. Orsakir landhæðarbreytinga og upplýsingar sem þær veita

Við vinnsluna fellur þrýstingur í jarðhitakerfinu. Við það falla sprungur og aðrar glufur í berginu saman að hluta til. Það leiðir til þess að land sígur með tímanum. Landhæðarbreytingarnar eru í hlutfalli við þrýstifall jarðhitakerfisins og endurspeglar því útbreiðslu þess. Með landhæðarmælingum fást því veigamiklar upplýsingar um þrýstifallið sem fall af fjarlægð frá vinnsluholum sem annars er einungis hægt að fá með borholum.

Landhæð getur líka breyst vegna náttúrulegra umbrota sem eiga ekkert skylt við áhrif vinnslunnar. Líklegt er að slíkar breytingar gerist fremur í stökkum á tiltölulega skömmum tíma og því er lítil hætt á að rugla slíkum breytingum saman við landsig vegna vinnslu ef mælt er nægjanlega oft. Landhæðarbreytingar vegna umbrota geta bæði komið fram sem landsig og landris. Þannig má búast við að gliðnun á sprungubeltinu leiði til landsigs, en landris gæti orðið vegna vaxandi kvikuþrýstings sem gæti verið forboði eldsumbrota.

3. Lauslegt mat á fyrirliggjandi niðurstöðum

Á myndum 2 og 3 eru sýndar landhæðarbreytingar sem urðu milli árána 1982 og 1987 á línunum sem liggja gegnum vinnslusvæðið í Svartsengi. Önnur línun fylgir hitaveituleiðslunni (mynd 2) en hin er nærri þvert á hana (mynd 3). Báðar þessar myndir sýna verulegt sig á þessu tímabili, mest á vinnslusvæðinu miðju, um 5 cm.

Mynd 4 sýnir svo sig punkts nr. SN-H2 sem fall af tíma. Þessi punktur er inni á vinnslusvæðinu þar sem sigið er mest. Virðist svo sem sigið sé nokkuð jafnt með tíma og nemur heildarsigið á tímabilinu 1975 til 1987 tæpum 13 cm.

Þessar niðurstöður má bera saman við mælt þrýstifall í borholum í Svartsengi. Á mynd 5 er sýnt samband landsigs og þrýstifalls á vinnslusvæðinu. Þrýstifallið er sýnt sem vatns-

borðslækkun og eru gögnin úr holum 4 og 7 úr skýrslu Orkustofnunar og Vatnaskila (OS-89031/JHD-05). Landsigið er mælt í punkti SN-H2 sem er á miðju vinnslusvæðinu nærri holum 4 og 7. Myndin sýnir línulegt samband landsigs og vatnsborðslækkunar um 0,6 mm sig fyrir hvern meter sem vatnsborðið lækkar. Hún sýnir glöggt að nota má landhæðarmælingar til að fá upplýsingar um þrýstifallið og útbreiðslu þess.

Á mynd 6 er loks sýnt kort af meðallandsigi á ári yfir mælisvæðið. Landsigið og þar með þrýstifallið teygir sig í stefnu skjálftarennunnar, en þéttleiki mælipunkta og fjöldi mælinga er ekki nægilegur til að skera úr um hvort þrýstifallið sé einnig eftir sprungusveiminum.

4. Framhald mælinga

Til að fylgjast með þeim breytingum á landhæð sem fylgja vinnslu og umbrotum á svæðinu og til að fylgjast með útbreiðslu þrýstifalls frá borholunum er að okkar mati heppilegast að hafa eftirfarandi fyrirkomulag á mælingunum:

1. Hæðar- og þyndarmæla allt mælinetið frá Svartsengi að Reykjanesi á 6 ára fresti. Við hæðarmælingar verða notaðar invarkvarðar og fallmælir með hliðrunarplötu. Áætluð meðalafköst eru 1.5 km/dag og meðalskekkjan er áætluð $0.6 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$.
2. Milli þess sem netið er mælt í heild sinni yrðu árlega teknir valdir kaflar úr netinu og landhæð mæld með minni nákvæmni. Þá eru notaðir trékvarðar við landmælingarnar og afköstin eru um 5 km/dag og áætluð meðalskekkja $2 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$. Einnig yrði þyngdarmælt í nokkrum völdum punktum. Tilgangurinn með þessum mælingum er að kanna hvort snöggar breytingar hafi orðið á landhæð umfram það sem ætla má út frá fyrri reynslu. Komi fram óvæntar breytingar þyrfti að meta hvort ástæða væri til að endurmæla stærri hluta netsins og þá hugsanlega með meiri nákvæmni.
3. Verði umbrot á svæðinu, t.d. jarðskjálftar, verði netið allt eða hluti þess mældur til að fylgjast með áhrifum umbrotanna á vinnslusvæðið. Á meðan á umbrotunum stendur má reyna að meta einstakar línur með trékvörðum eftir atvikum.

Nokkrar ástæður eru til þess að mæla með því að netið verði allt mælt upp sem fyrst, helst á árinu 1991. Þær eru:

1. Síðustu mælingar á svæðinu voru gerðar 1987 er hluti þess var mældur. Netið hefur aldrei verið mælt í heild sinni á sama ári þannig að erfitt kynni að vera að meta breytingar sem yrðu vegna umbrota nema á afmörkuðum hlutum þess.
2. Nokkrar líkur eru til að umbrot séu í aðsigi á þessu svæði. Í vor varð umbrotahrina við Kleifarvatn og nú í haust varð kröftug umbrotahrina á Reykjanesshryggnum. Í þessum umbrotum hafa mót jarðskorpuflekanna sem liggja um Reykjaneskagann hreyfst beggja vegna vinnslusvæðanna í Svartsengi og Reykjanesi. Þess vegna er þess að vænta að stutt sé í að plötumótin brotni einnig á þessu svæði þótt það gætu vel liðið allnokkur ár þangað til.
3. Niðurdæling á svæðinu mun væntanlega breyta þrýstimynstrinu og þar með hafa áhrif á landsigið. Því er heppilegt að eiga góðar landhæðarmælingar áður en niðurdæling hefst fyrir alvöru.

5. Kostnaður

Við eftirfarandi kostnaðaráætlun er miðað við gildandi gjaldskrá Orkustofnunar. Kostnaður við mælmann er 1800 kr/klst, vinna aðstoðarmanns kostar 880 kr/klst, bíll er áætlaður 10.230 kr/d og fæði er áætlað 3630 kr á mann á dag. Þá kostar vinna sérfræðings 2500 kr/klst.

• Landhæðarmælingar:

Mælismaður	13 klst/d, 1800 kr/klst, 60d	1.404.000 kr
2 aðst.menn	26 klst/d, 880 kr/klst, 60d	1.372.000 kr
Fæði	3 menn, 3630 kr/mann/dag, 60d	653.400 kr
Bíll	10.230 kr/d, 60d	613.8000 kr
Mælitæki	6200 kr/d, 60d	372.000 kr
Fastpunktamerking	13 klst/d, 2100 kr/klst, 4d	109.200 kr
Samtals		4.525.200 kr

• Þyngdarmælingar:

Mælismaður	2500 kr/klst, 14 klst/d, 20d	700.000 kr
Þyngdarmælir	9822 kr/d, 20d	196.440 kr
Bíll	10.230 kr/d, 20d	204.600 kr
Fæði	3630 kr/d, 20d	72.600 kr
Samtals		1.173.640 kr

• Úrvinnsla:

Sérfræðingur	2500 kr/klst, 200 klst	500.000 kr
Tölvukostn.	10% á úrvinnslu	50.000 kr
Samtals		550.000 kr

HEILDARKOSTNAÐUR:

6.248.840 kr

Miðað við að Orkustofnun tæki 40% kostnaðar nemur hluti Hitaveitu Suðurnesja í verkinu 3.749 þkr. Vinna aðstoðarmanna við landhæðarmælingarnar er hentug sumarvinna fyrir 2 framhaldsskólanema. Það kæmi eflaust mun ódýrar út ef Hitaveita Suðurnesja réði til sín tvo samviskusama framhaldsskólanema og léði til verksins. Þá daga sem ekki viðraði til mælinga gætu þeir sinnt öðrum tilfallandi störfum hjá Hitaveitunni. Ennfremur kæmi það ugglaust mun betur út fyrir Hitaveituna að sjá sjálf um fæði mælingarmanna. Þessir tveir liðir eru metnir hér að ofan á 2.026 þkr.

Ef þessi háttur væri hafður á legði Hitaveita Suðurnesja til 2 aðstoðarmenn og annaðist allt fæði og uppihald við mælingarnar og greiddi að auki um 1.722 þkr. upp í annan kostnað.

6. Meðalkostnaður á ári

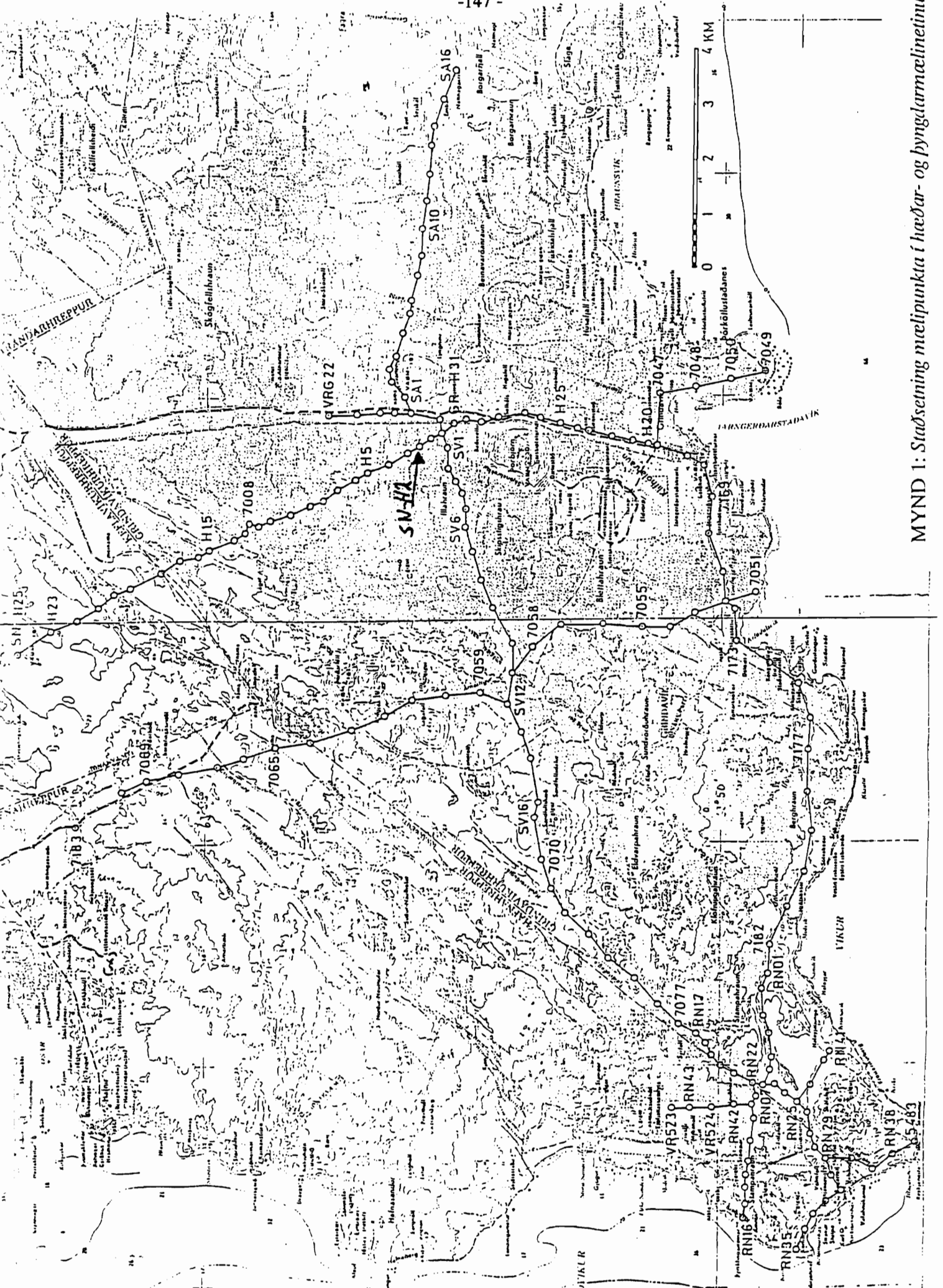
Gert er ráð fyrir að netið sé mælt í heild sinni á 6 ára fresti, en þess í milli sé árlega mældur valinn hluti þess og kostnaður metinn 15% af kostnaði við að mæla allt netið. Þá fæst að meðalkostnaður á ári við verkefnið yrði 1.823 þkr/ár. Hluti Hitaveitu Suðurnesja yrði því 1094 þkr/ár og gæti hitaveitan lagt fram hluta þess kostnaðar í formi aðstoðarmanna og fæðis eins og að ofan er lýst.

Hér er þó rétt að taka fram að eftir umbrotahrinu þyrfti að mæla allt netið að nýju óháð hve langt væri síðan mælt var síðast. Þar sem vænta má slíkra umbrotahrina á einungis 20-30 ára fresti hefði slík endurmæling óverulega áhrif á árlegan meðalkostnað.

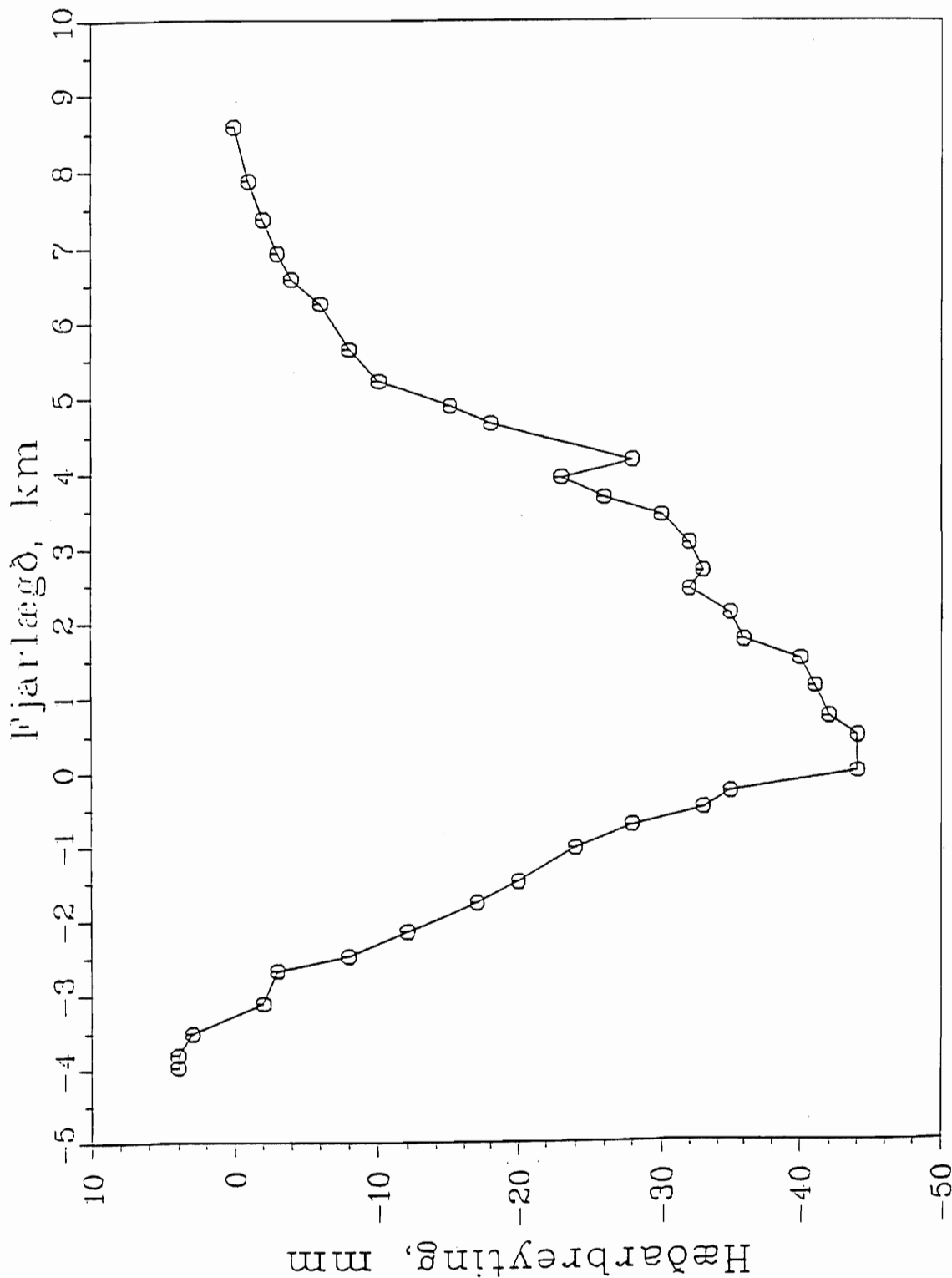
7. Niðurlag

Að lokum er rétt að draga saman hvaða tilgangi þessar mælingar þjóna fyrir Hitaveitu Suðurnesja:

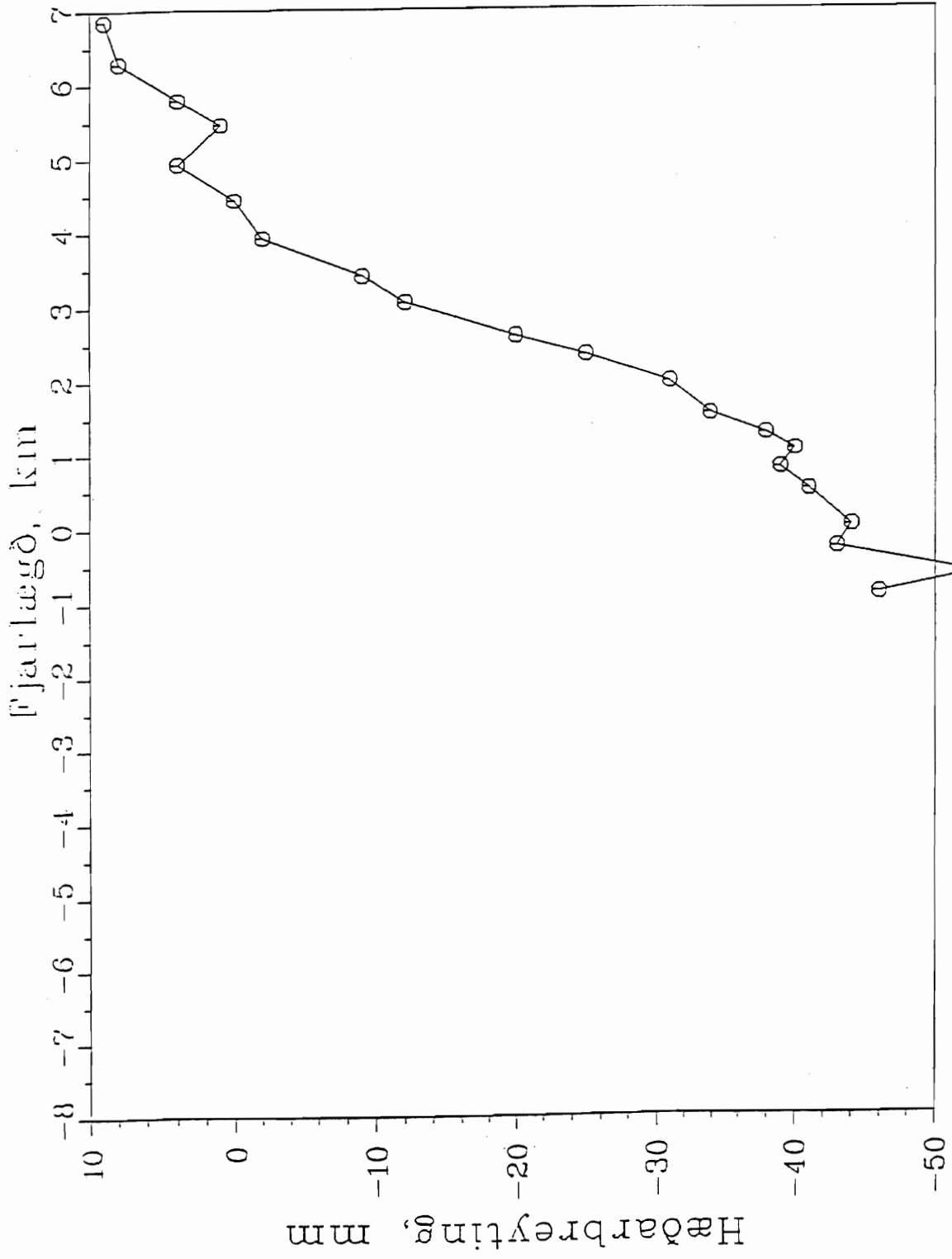
1. Úr þeim má lesa þrýstibreytingar í jarðhitakerfinu yfir allt mælisvæðið vegna vinnslu úr borholum Hitaveitunnar og niðurdælingar. Þrýstibreytingar og útbreiðsla þess er mikilvægur þáttur í gerð forðafræðilíkana af svæðinu.
2. Landsigið hefur marktæk áhrif á vatnsborðsmælingar í ferskvatnsholum og þar með mat á ferskvatnsstraumum og vinnslu þess.
3. Þær auðveldla mjög að greina sundur landhæðarbreytingar af náttúrulegum toga og vegna vinnslu Hitaveitu Suðurnesja. Verði jarðrask á svæðinu sem veldur öðrum aðila tjóni má búast við að reynt verði að kenna vinnslu Hitaveitunar um nema unnt sé að greina hvaða breytingar eru vegna vinnslu og hvað vegna náttúrulegra umbrota.



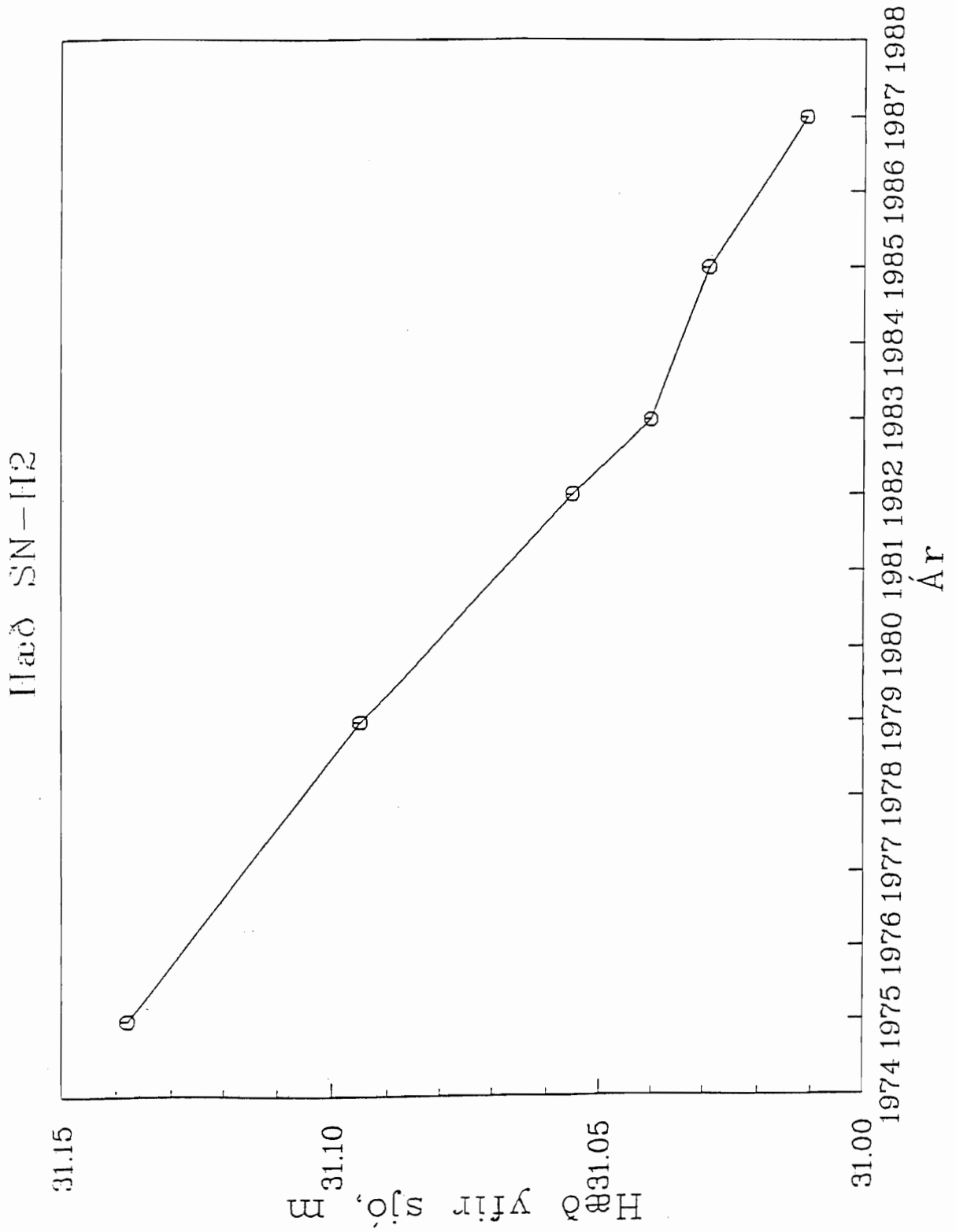
MYND 1: Staðsetning mælipunkta í hæðar- og þyngdarmælinetinu.



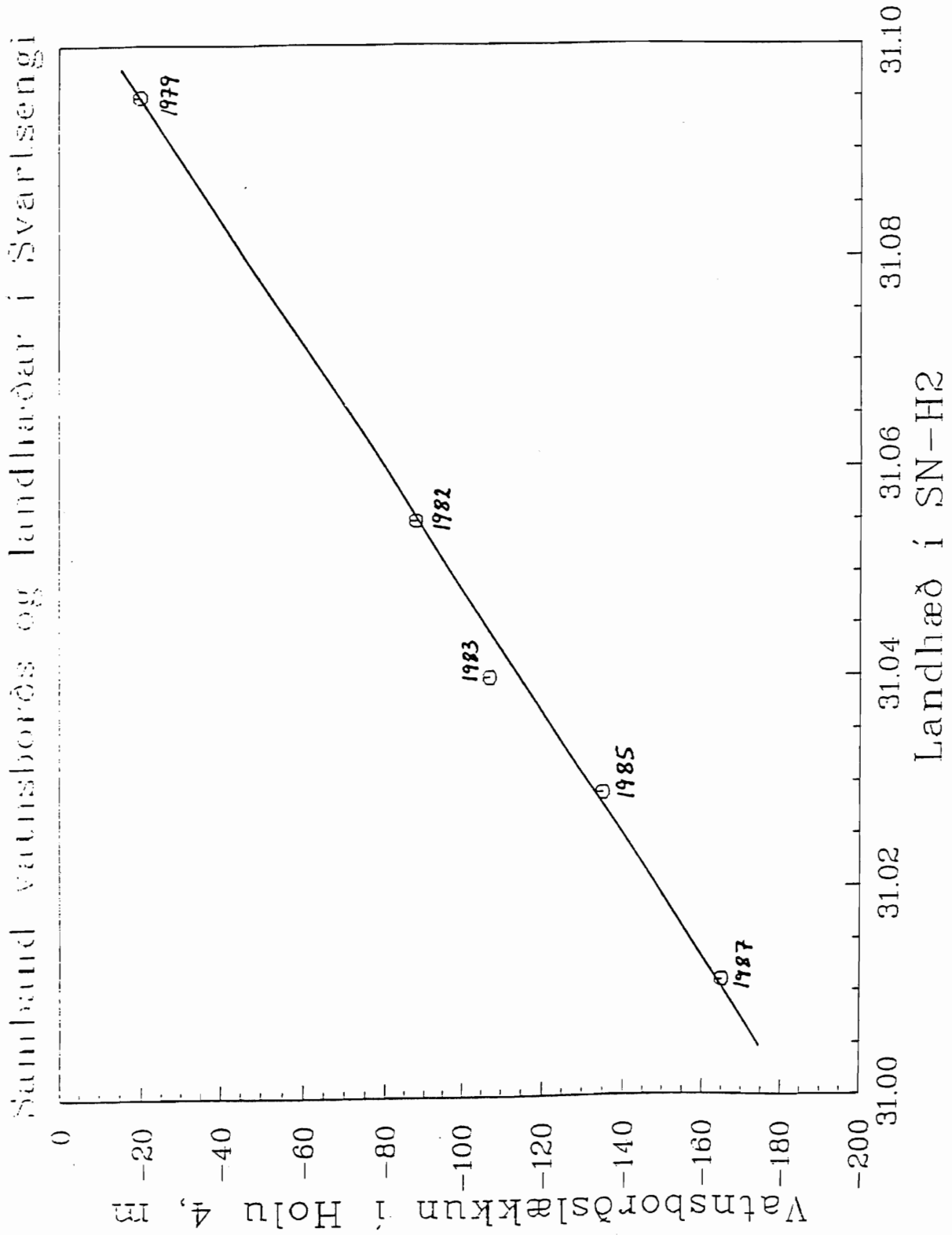
Hæðarbreyting milli árána 1982 og 1987. NS-lína



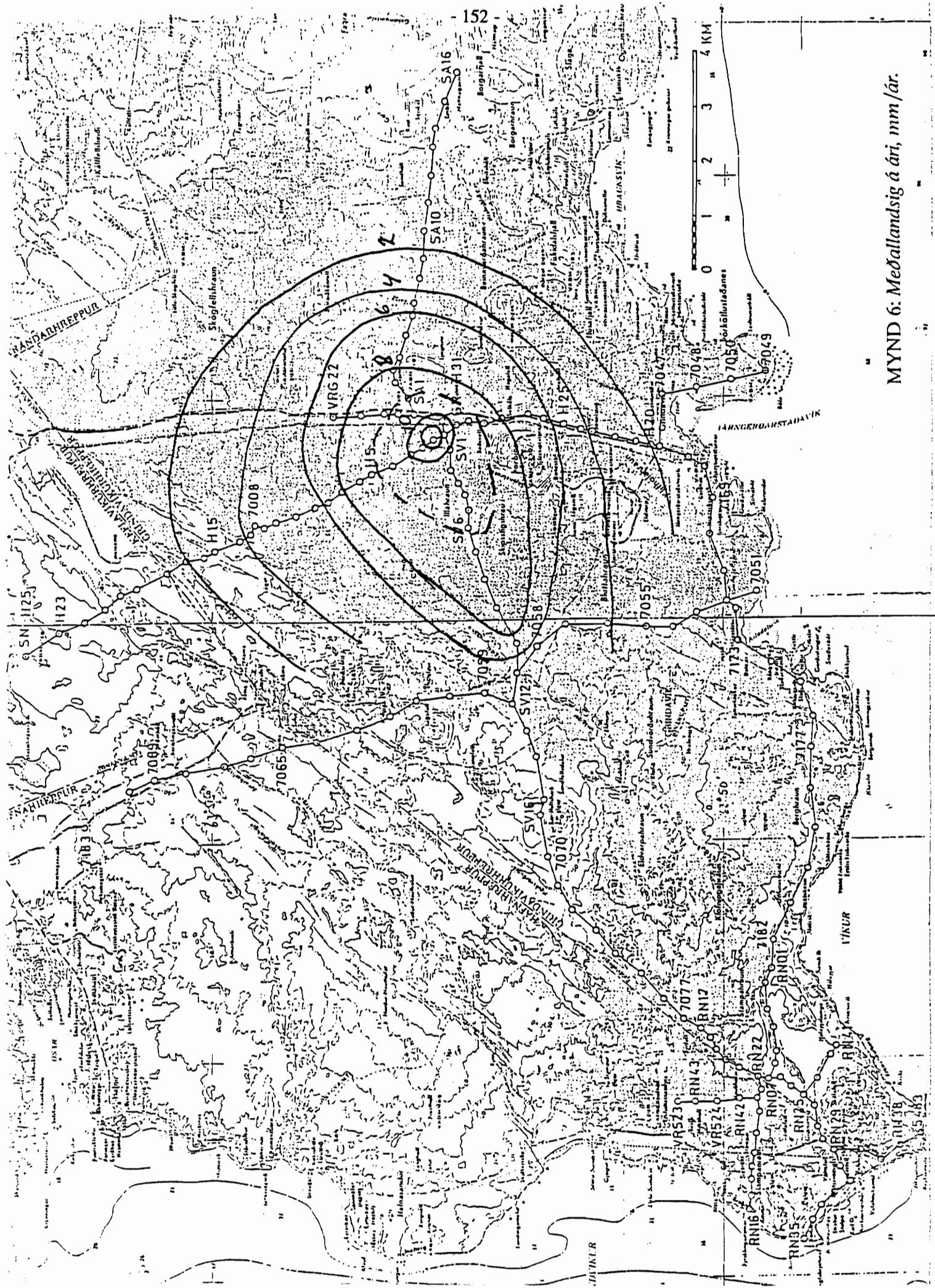
Hæðarbreyting milli ára 1982 og 1987. AV-lína



MYND 4: Hæð punktar SN-I12 sem er nálægt miðju vinnslusvæðinu (sjá mynd 1).



MYND 5: Samband vatnsborðs í Holu 4 og landhæðar í punkti SN-H2.



MYND 6: Meðallandsig á ári, mm/ár.

VIÐAUKI 2

Greinargerðir um stöðu sérverka

MINNISBLAÐ

Nesjavallaferð 29 apríl 1992
Fyrsta könnun á aflnýtingu og dreifingu efna frá Nesjavallavirkjun

Gestur Gíslason

Í þessu minnisblaði er gerð grein fyrir ferð til Nesjavalla þann 29. apríl, en þá var gerð könnun á aflnýtingu og dreifingu efna frá Nesjavallavirkjun. Að aðgerðinni stóðu Claus Ballzus, Baldur Líndal, Jón Eggertsson, Einar Gunnlaugsson, Gestur Gíslason, Jóhann Kristjánsson og Markús Ingvason. Afköst og aflnýting virkjunarinnar voru metin með því að mæla rennsli vatns og gufu eftir því sem við var komið. Flestar mælinga byggjast á skráningum í kerfiráði, en einnig var mælt vatnsrennsli með rúmmálmælingu og afkastamælingu á blásurum o.fl.

Að þessu sinni var einungis tekið eitt sýni til að ákvarða styrk efna, en til að fá hugmynd um dreifingu CO₂ og H₂S voru notuð eldri sýni. Reynslan frá þessari aðgerð verður notuð til að meta hvernig best sé að standa að mælingum til að fá sem áreiðanlegastar niðurstöður.

Á meðfylgjandi flæðiritum og töflu eru sýndar niðurstöður athugunarinnar. Taflan sýnir að mælingar á massaflæði og afli ganga nokkuð vel upp. Verulega getur skakkað í uppgjöri á magni CO₂ og H₂S. Þetta má rekja til lélegs sýnis af þéttivatni frá varmaskiptum (J - Þéttivatn frá orkuveri), og e.t.v. einnig til ónákvæms mats á rúmmáli gufu og gasa frá varmaskipti (D - Gufa og óþéttanleg gös). Þó svo að rúmmálið sé lítið er styrkur gasa hár, og því getur lítil skekkja í rennsli valdið umtalsverð skekkja í magni efna. Draga má úr þessari óvissu með vandaðri sýnatöku á þéttivatni frá varmaskiptum.

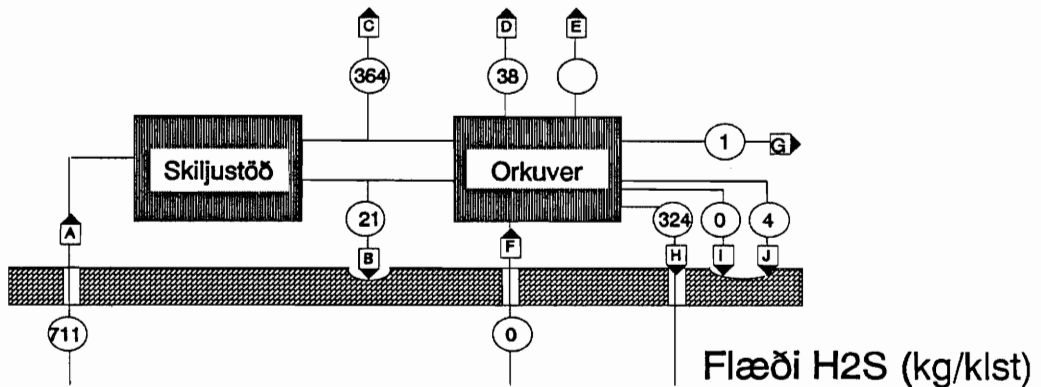
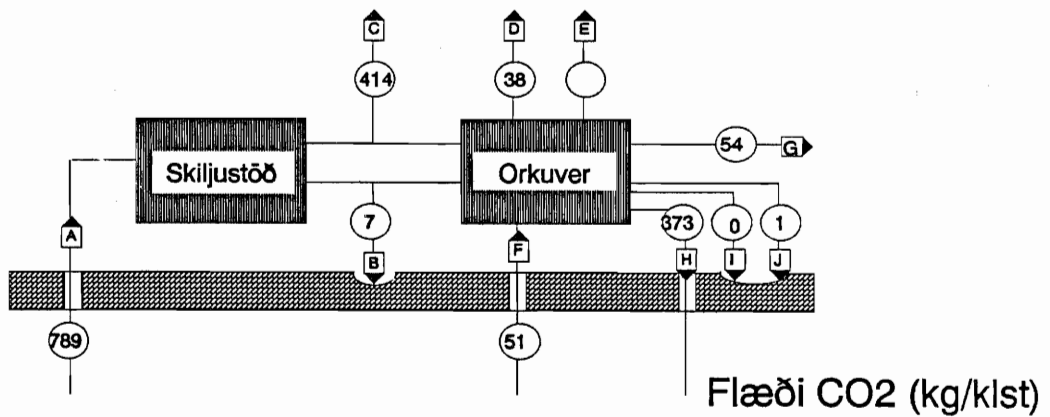
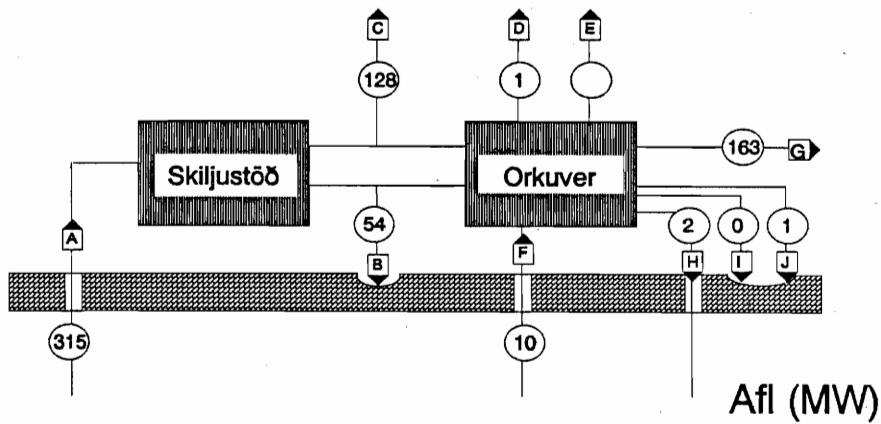
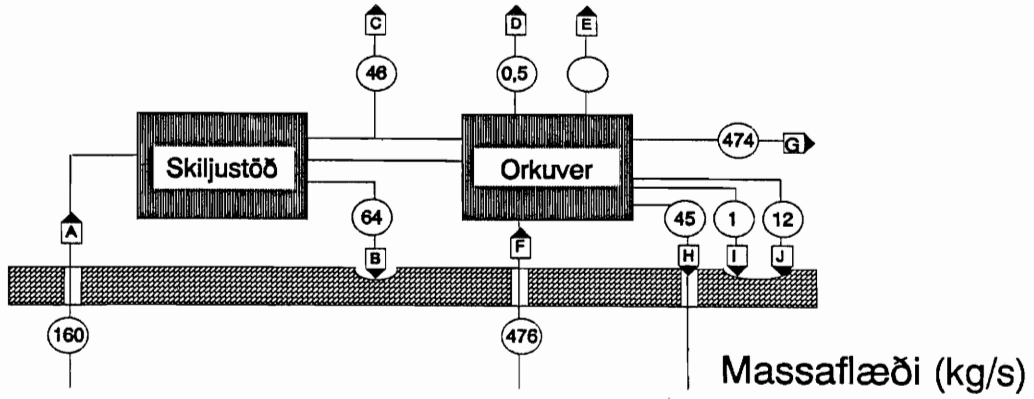
Þegar mælingin var gerð hafði verulega dregið úr framleiðslu á Nesjavöllum frá því sem var í vetur. Þetta kemur fram á aflnýtingarmyndinni sem sýnir að 41% af afli frá jarðhitasvæðinu er sleppt ónotuðu frá skiljustöðinni sem gufu í háf.

Tafla 1. Niðurstöður mælinga á Nesjavöllum 29.apríl 1992

	Rennsli (kg/s)	Afl* (MW)	CO ₂ (kg/klst)	H ₂ S (kg/klst)
Innstreymi				
Borholuvökvi	160	315	789	711
Kalt vatn frá Grámei	476	10	51	0
<i>Samtals</i>	636	325	840	711
Frárennsli				
Umfram gufa í háf	46	128	414	364
Skiljuvatn frá skiljustöð	64	54	7	21
Gufa og óþéttanleg gös	0,5	1	38	38
Þéttivatn frá orkuveri	45	2	373	324
Affalsvatn frá rakagildrum	1	0	0	0
Skiljuvatn frá varmaskiptum	12	1	1	4
Hitaveituvatn til Reykjavíkur	474	163	54	1
<i>Samtals</i>	642,5	349	887	752
<i>Mismunur</i>	-6,5	-24	-47	-41

* Afl miðast við nýtingu að 0°C

Nesjavallavirkjun 29. apríl 1992



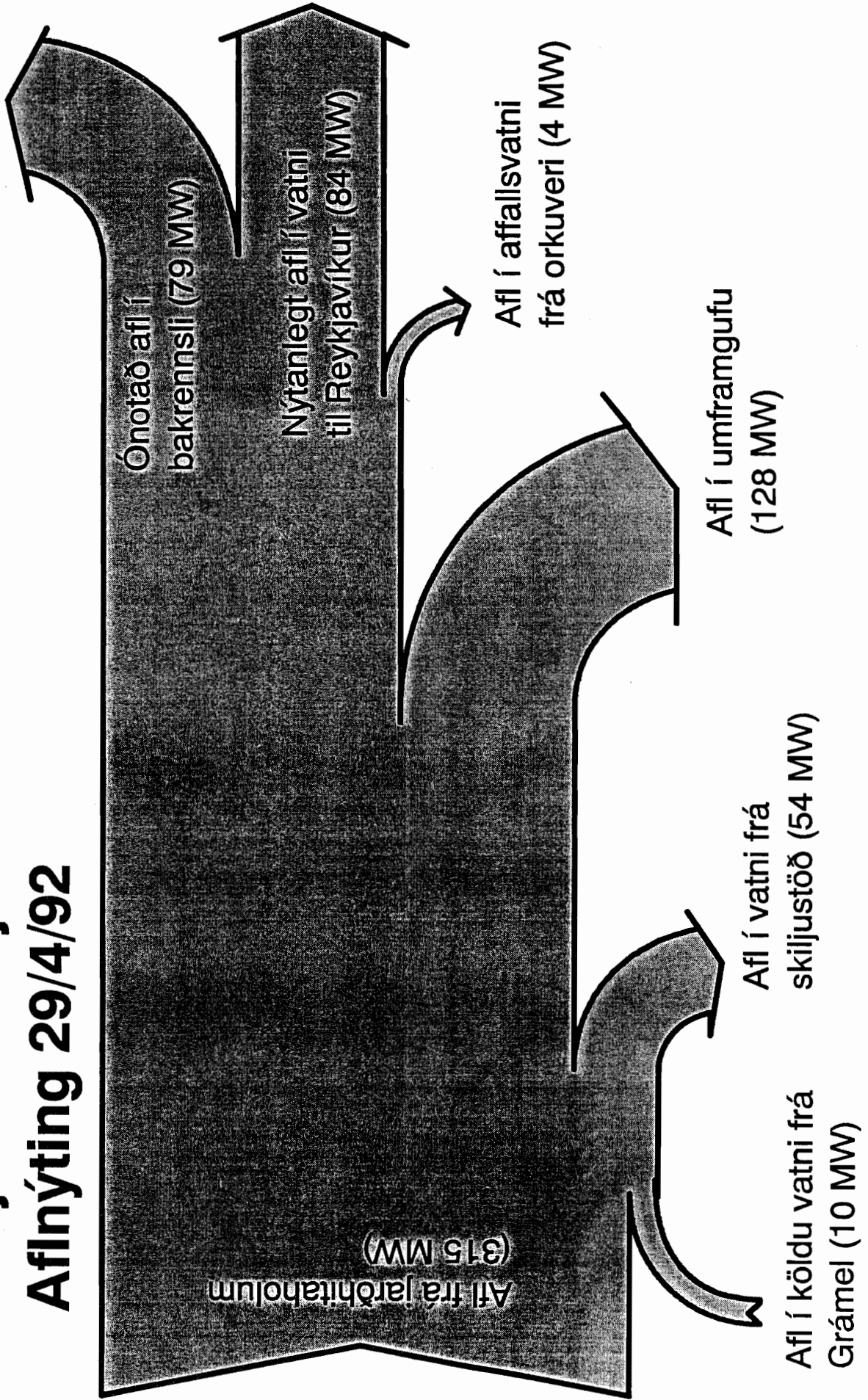
- A - Vökvi frá gufuborholum
- B - Skiljuvatn frá skiljustöð
- C - Umfram gufa í háf
- D - Gufa og óþéttanleg gös
- E - Gös frá aflöftara

- F - Kalt vatn frá Grámel
- G - Hitað vatn til Reykjavíkur
- H - Skiljuvatni frá orkuveri
- I - Affallsvatn frá gildrum
- J - Þéttvatn frá orkuveri

Nesjavallavirkjun

Aflnýting 29/4/92

-157-



HITAVEITA REYKJAVÍKUR
Efnafræðistofa

BRENNISTEINSVETNI Í ANDRÚMSLOFTI
Niðurstöður mælinga á Nesjavöllum sumarið 1992

Gestur Gíslason
Sigurrós Friðriksdóttir
Sigurður Þ. Ragnarsson
September 1992

BRENNISTEINSVETNI Í ANDRÚMSLOFTI

Niðurstöður mælinga á Nesjavöllum sumarið 1992

Gestur Gíslason, Sigurrós Friðriksdóttir og Sigurður Þ. Ragnarsson

September 1992

Útblástur frá Nesjavallavirkjun inniheldur nokkurt magn af gastegundum, þar á meðal brennisteinsvetni (H_2S), sem hefur mjög áberandi lykt ("hveralykt"). Lyktin er mismikil eftir veðri, og þegar þannig hagar til finnst hún í Reykjavík. Þó svo að umræða um óþægindi af þessum sökum hafi ekki verið áberandi þótti eðlilegt að kanna styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti á Nesjavöllum. Sett var upp rannsóknarverkefni sumarið 1992, og var styrkur brennisteinsvetnis mældur reglulega sumarið 1992. Mælingarnar framkvæmdu jarðfræðingarnir Sigurrós Friðriksdóttir og Sigurður Þ. Ragnarsson.

Mælingarnar voru gerðar með Jerome 625 *Gold film hydrogen sulfide analyzer* frá Jerome Instrument Corporation. Valdir voru 22 mælistaðir umhverfis virkjunina, jafndreifðir eins og kostur var á um 8 km² svæði, og eru þeir sýndir á meðfylgjandi landakorti. Á hverjum mælistað voru gerðar 5 ákvarðanir á styrk brennisteinsvetnis og reiknað meðaltal þeirra. Mælingar voru gerðar vikulega, ávallt á sama vikudegi ef þess var kostur, óháð veðri. Á mæliblaðið voru auk þess skráð veðurlýsing. Mæliprógrammið hófst þann 24. júní og lauk 27. ágúst, og voru mælidagarnir því 10. Alls liggja því 1.100 mælingar á styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti að baki þeirra niðurstaðna sem eru sýndar í meðfylgjandi töflu. Í töflunni er einnig sýndur meðalstyrkur og hámarksgildi brennisteinsvetnis hvern dag sem mælt var. Þá er einnig reiknað meðaltal og staðalfrávik allra mælinga sumarsins á hverjum mælistað. Einnig eru niðurstöður hvers mælidags og meðaltal sumarsins sýndar grafískt á landakortum.

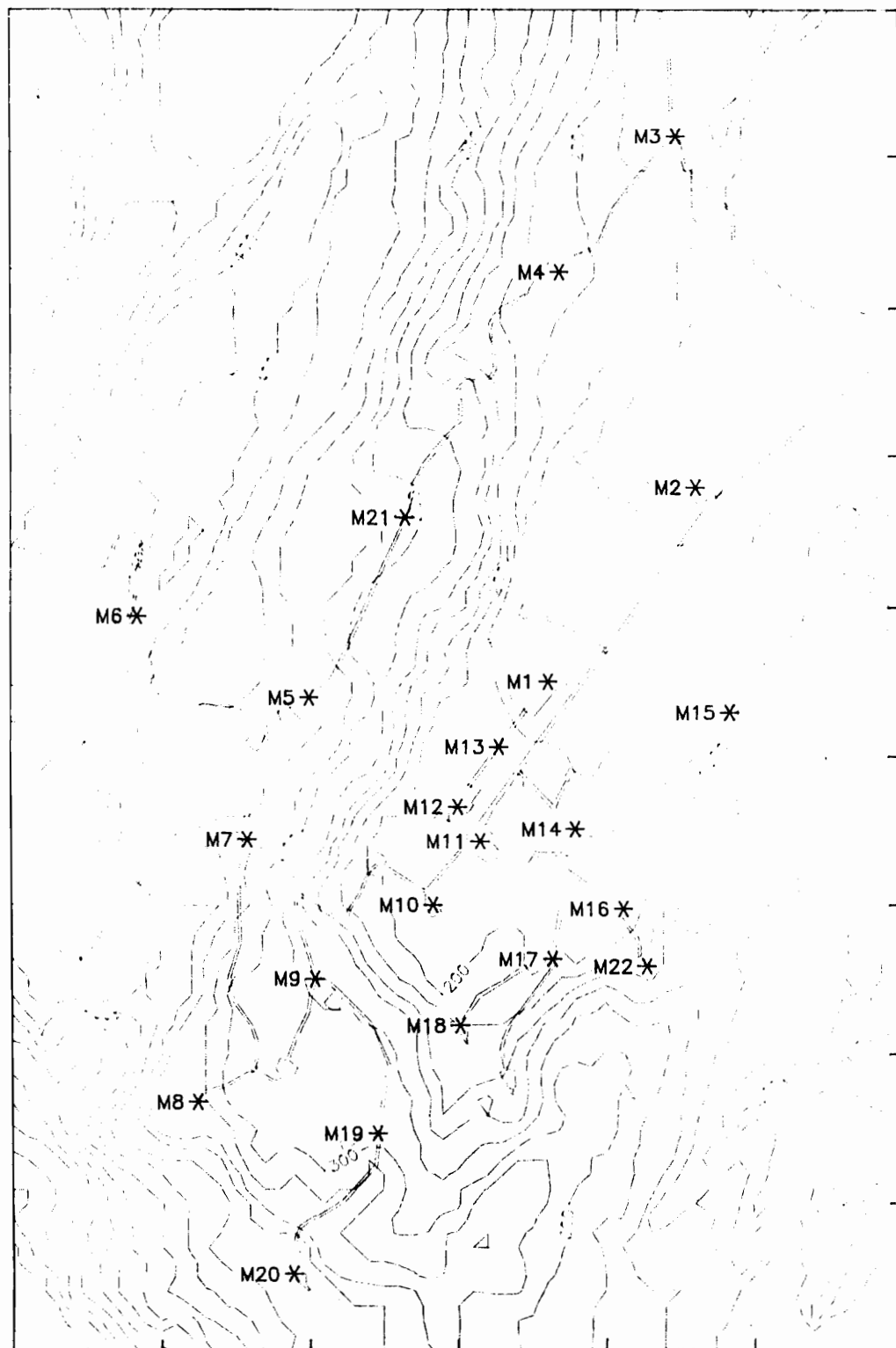
Útstreymi á hveragasi er víða á Nesjavallasvæðinu. Frá ómunatíð hefur náttúrulegt gasstreymi verið frá fjölmörgum gufuaugum og hverum á jarðhitasvæðinu. Með virkjun svæðisins hefur streymi til yfirborðs hins vegar stóraukist. Eftir að rekstur virkjunarinnar hófst er mest af hveralofti sleppt í andrúmsloftið á tveimur stöðum, þ.e. með umfram gufu í tæplega 25 m háan háf við skiljustöð, og gasi sem ekki leysist upp í þéttivatni er hleypt upp um stromp á stöðvarhúsinu. Auk þess er eitthvert streymi frá nokkrum borholum sem eru "í blæðingu". Á þeim tíma sem verkefnið stóð var umtalsverðum hluta gufunnar hleypt í háfinn við skiljustöð. Vegna hæðar hans og mikils straumhraða og hita gufunnar mælist styrkur brennisteinsvetnis yfirleitt lágur hið næsta honum, en ef vindum hagar þannig slær stróknum oft niður heldur fjær. Útstreymið um strompinn á stöðvarhúsinu er mun hægara og lægra en um háfinn, og vill því oft verða allhár styrkur brennisteinsvetnis í næsta nágrenni við stöðvarhúsið.

Dreifing og hámarksstyrkur brennisteinsvetnis um svæðið er háð veðri og vindum, þó svo að þau gögn sem nú liggja fyrir sýni ekki neitt einfalt samband við einhvern einn þátt veðursins (þ.e. vindátt, vindstyrk, hita og úrkomu). Hámarksgildi mælidaganna 10 er á bilinu 9 - 285 ppb og meðaltal á svæðinu á sama tíma er 1 - 33 ppb. Meðaltal allra mælinga sumarsins er 13,5 ppb. Þann 14.ágúst voru mælingar gerðar í afspyrnu slæmu veðri, og mældist úrkoma 70 mm á 9 klst. Þennan dag mældist lægstur styrkur á svæðinu (hámarksgildi 9,4 ppb og meðaltal 1,2 ppb).

Styrkur brennisteinsvetnis (H2S) í andrúmslofti (ppb). Mæliniðurstöður rannsóknarverkefnis á Nesjavöllum sumarið 1992													
Mælistaður	Nr	24. jún	30. jún	07. júl	17. júl	21. júl	28. júl	06. ágúst	14. ágúst	20. ágúst	27. ágúst	Meðaltal	St. frávr.
Framan við stöðvarhús	1	6,2	0,4	285,4	1,6	0,0	28,6	46,4	0,0	22,4	0,0	39,1	88,0
Við vinnubúðir	2	0,6	0,0	0,2	0,4	0,2	0,4	28,2	3,0	0,2	0,6	3,4	8,8
Vegamót að holu NJ-18	3	0,0	0,0	2,6	0,4	0,0	0,0	0,6	1,4	0,0	0,0	0,5	0,9
Plan holu NJ-18	4	10,2	0,4	61,4	0,0	0,0	0,0	81,0	0,0	0,0	0,0	15,3	30,0
Plan við göngustíg á útsýnisp.	5	18,6	122,7	0,2	35,4	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	0,0	17,9	38,6
Á háhrygg	6	0,2	1,4	0,4	79,6	0,0	0,4	0,0	3,4	1,2	0,0	8,7	24,9
Á útsýnispalli við Kýrdal	7	0,0	210,4	7,2	7,4	0,0	2,4	0,2	1,0	110,2	0,0	33,9	70,7
Á plani við NG-8	8	0,0	2,0	3,0	0,0	7,2	2,4	0,6	4,0	2,0	0,0	2,1	2,3
Við vegamót nærri NJ-13	9	0,0	0,0	10,0	0,0	32,8	10,8	7,6	0,0	23,2	0,0	8,4	11,4
Við Hraunprýði	10	12,8	1,8	3,4	19,4	81,4	3,0	0,4	0,0	56,4	0,0	17,9	28,2
Á plani við tilraunastöð	11	16,8	19,4	2,8	0,6	127,0	2,2	1,8	0,0	134,8	25,0	33,0	52,4
Á plani við skiljustöð	12	3,4	7,4	0,6	21,6	9,2	2,8	1,2	9,4	155,8	0,0	21,1	47,7
Milli skiljust. og stöðvarhúss	13	1,2	6,0	0,4	44,4	188,4	2,6	7,0	1,2	209,0	6,6	46,7	81,3
Við afleggjara að plani Q	14	56,6	2,6	0,0	0,0	5,2	0,0	1,2	0,0	1,4	41,6	10,9	20,5
Á plani Q	15	3,6	0,2	0,0	0,4	1,0	0,6	2,0	0,0	0,4	0,0	0,8	1,2
Á plani G	16	80,8	1,6	0,0	0,6	0,8	0,0	7,0	0,0	1,4	12,6	10,5	25,0
Við holu NG-10	17	43,8	1,2	0,0	0,0	0,2	2,4	11,4	0,0	0,6	8,2	6,8	13,6
Á plani L	18	0,2	1,0	2,2	0,0	0,4	2,6	6,8	0,2	0,0	26,6	4,0	8,2
Við afleggjara að NG-9	19	0,0	0,2	0,0	0,0	3,8	1,4	0,2	0,0	0,0	20,4	2,6	6,4
Á plani NJ-14	20	2,2	2,4	31,2	5,8	3,2	26,2	0,0	0,0	0,0	0,4	7,1	11,6
Við Raudufflög	21	12,8	0,0	2,8	0,0	0,0	10,4	0,4	2,0	0,0	0,0	2,8	4,8
Náman ofan við G-plan	22		0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	7,0	1,7	3,8
Meðaltal		12,3	17,3	18,8	9,9	20,9	4,5	9,7	1,2	32,7	6,8	13,4	9,3
Hámarksgildi		80,8	210,4	285,4	79,6	188,4	28,6	81,0	9,4	209,0	41,6		

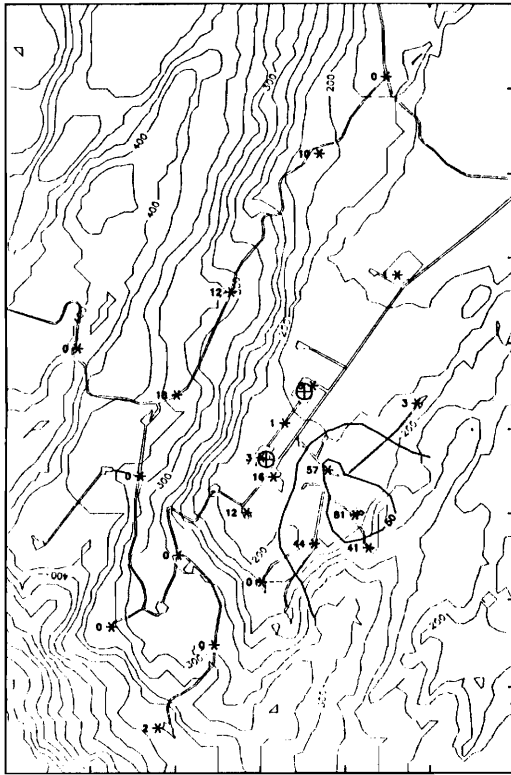
Brennisteinsvetni í andrúmslofti

Staðsetning mælistaða



Brennisteinsvetni í andrúmslofti
Nesjavallavirkjun 24. júní 1992

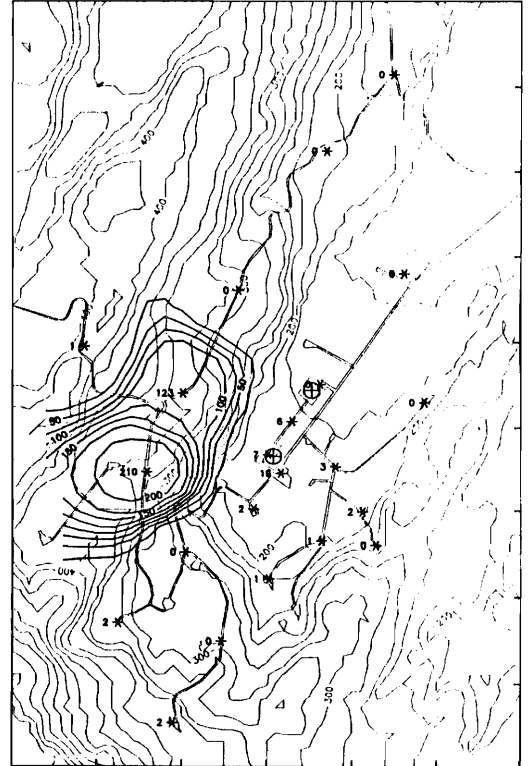
Vinddatt: Norðaustan, snýst í vestanótt
Vindhraði: 4 vindstíg
Hiti: 5-6°C
Úrkoma: Skúrir



⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

- 163 - Brennisteinsvetni í andrúmslofti
Nesjavallavirkjun 30. júní 1992

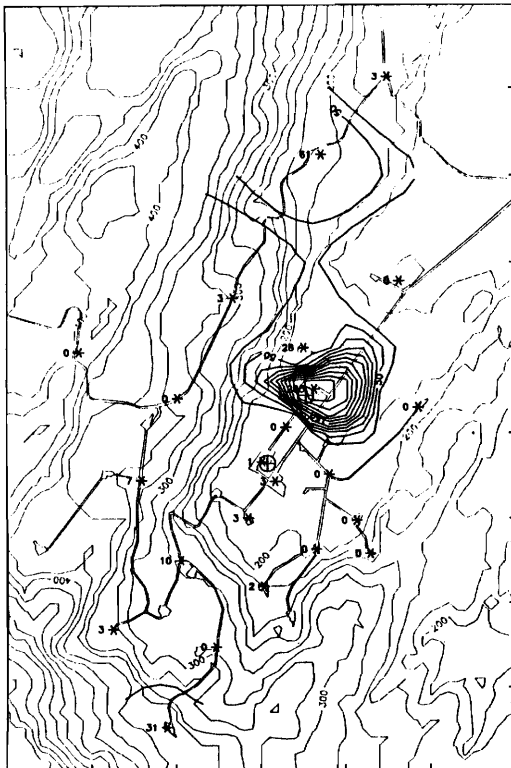
Vinddatt: Austnorðaustan
Vindhraði: 3 vindstíg
Hiti: 11°C
Lýsing: Lettskýjað



⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

Brennisteinsvetni í andrúmslofti
Nesjavallavirkjun 7. júlí 1992

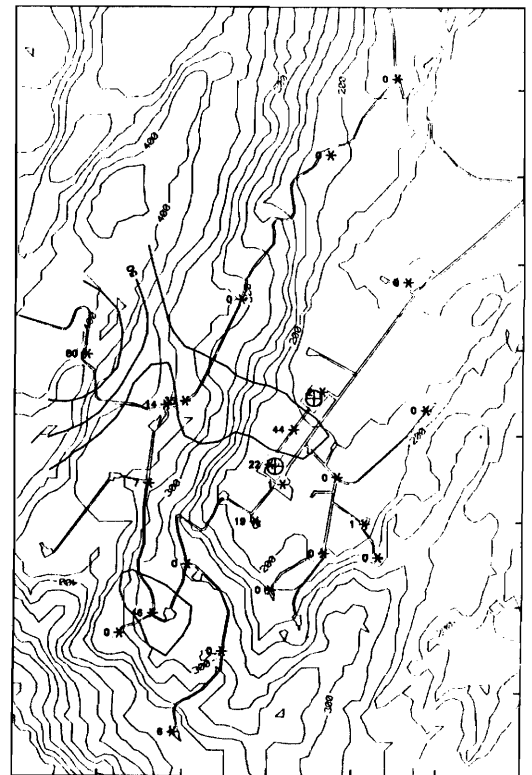
Vinddatt: sunnanótt
Vindhraði: 4
Hiti: 8°C
Úrkoma: Rigning



⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

Brennisteinsvetni í andrúmslofti
Nesjavallavirkjun 17. júlí 1992

Vinddatt: Logn
Hiti: 11°C
Lýsing: Úrkomulaust

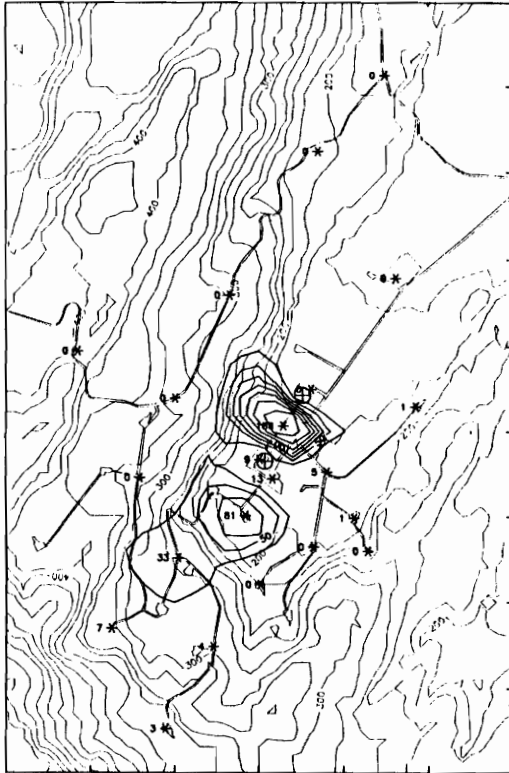


⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

Brennisteinsvetni í andrúmslofti
Nesjavallavirkjun 21. júlí 1992

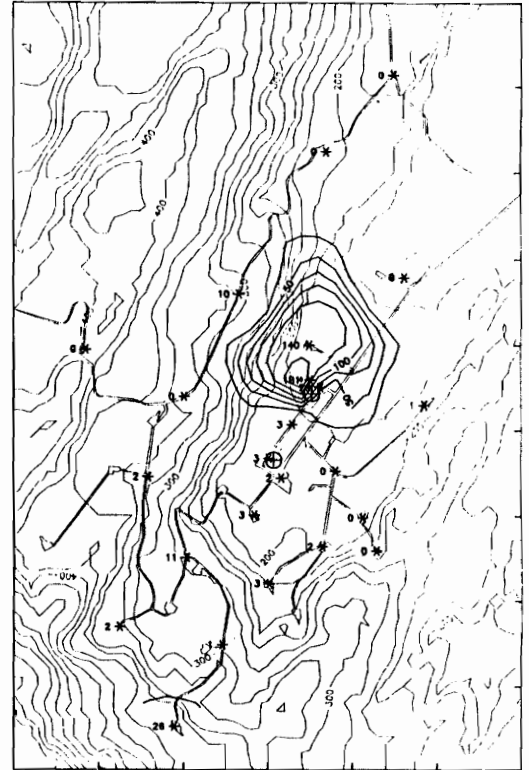
- 164 - Brennisteinsvetni í andrúmslofti
Nesjavallavirkjun 28. júlí 1992

Vinddatt: Norðnorðaustan
Vindhraði: 4 vindstig
Hiti: 10°C
Lýsing: Lettskýjað



⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

Vinddatt: Sunnan
Vindhraði: 2 vindstig
Hiti: 8°C
Lýsing: Rigning

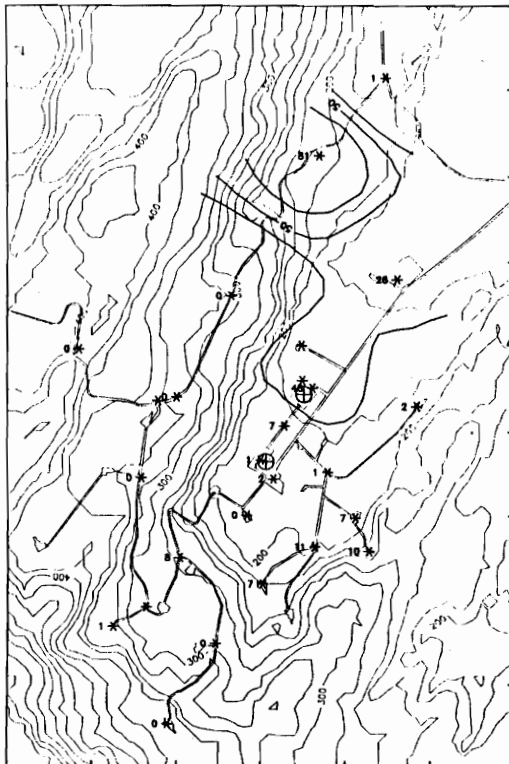


⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

Brennisteinsvetni í andrúmslofti
Nesjavallavirkjun 6. ágúst 1992

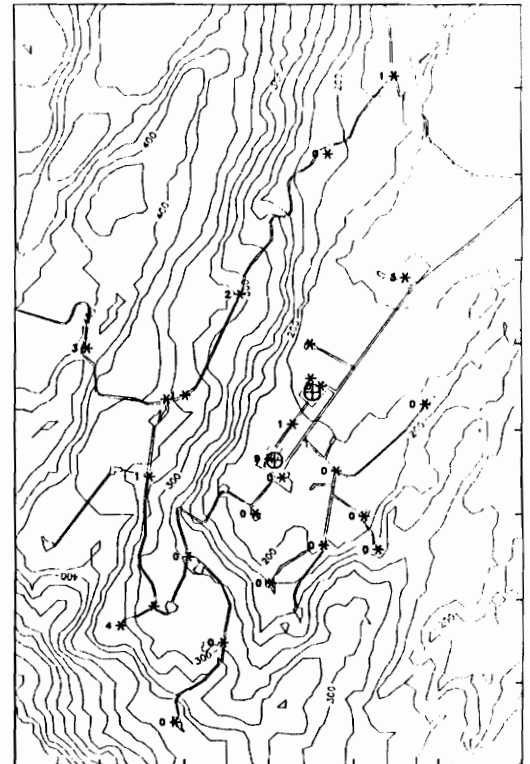
Brennisteinsvetni í andrúmslofti
Nesjavallavirkjun 14. ágúst 1992

Vinddatt: Sunnan
Vindhraði: 2 vindstig
Hiti: 8°C
Lýsing: Suld



⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

Vinddatt: Suðsuðaustan
Vindhraði: 10 vindstig
Hiti: 9°C
Lýsing: Slagveðursrigning

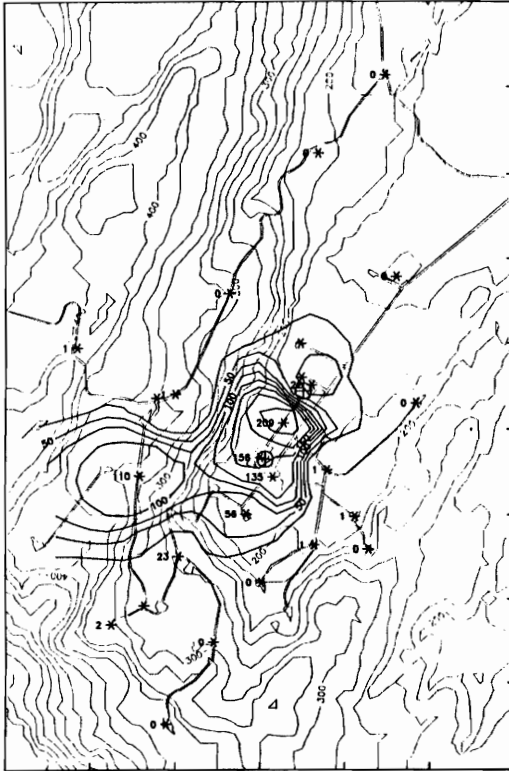


⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

Brennisteinsvetni í andrúmslofti - 165 -
Nesjavallavirkjun 20. ágúst 1992

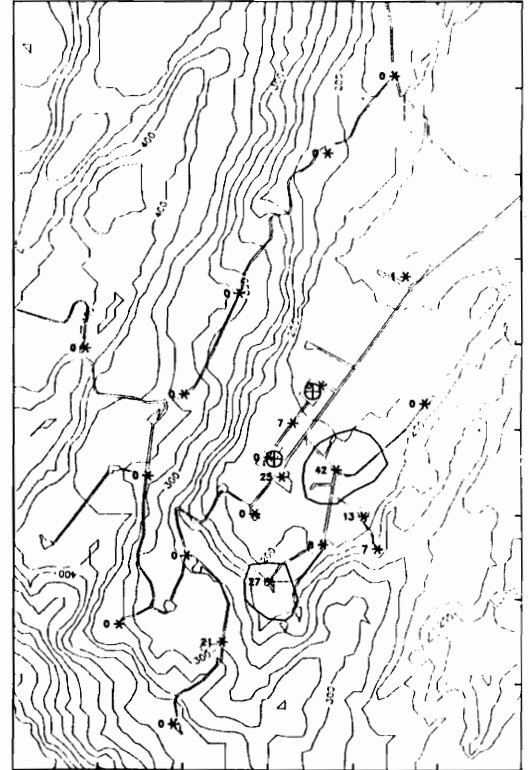
Brennisteinsvetni í andrúmslofti
Nesjavallavirkjun 27. ágúst 1992

Vindátt: Austsuðaustan
Vindhraði: 3 vindstíg
Hití: 10°C
Lýsing: Skýjað en úrkomulaust



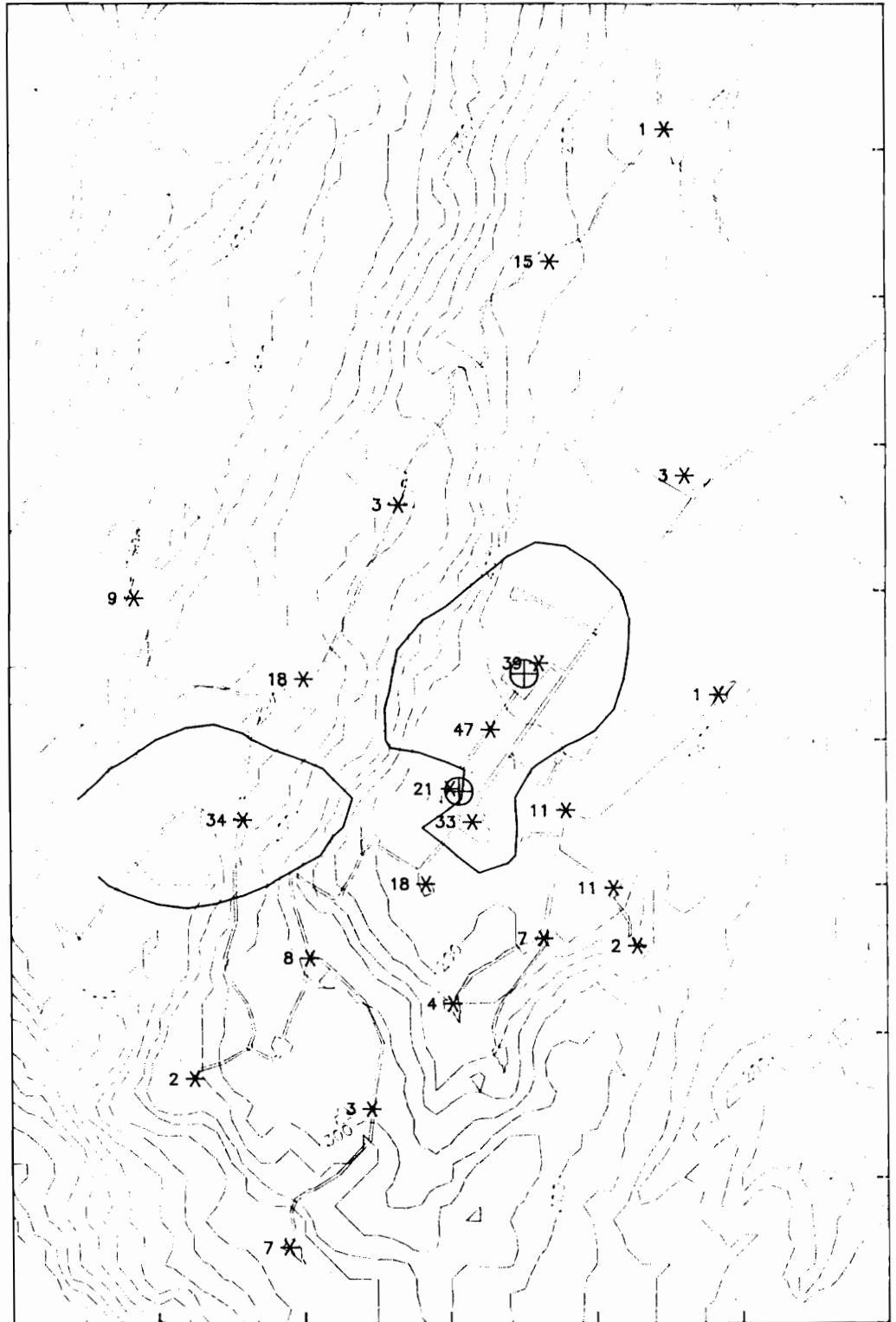
⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

Vindátt: Norðan
Vindhraði: 4 vindstíg
Hití: 3°C
Lýsing: Slydda annað slagjó



⊕ Útblástur á gasi frá orkuveri *Styrkur H₂S (ppb)

Brennisteinsvetni í andrúmslofti Nesjavallavirkjun Meðaltal mælinga sumarið 1992



⊕ Útblástur á gasi * Styrkur H₂S (ppb)
frá orkuveri

MÆLINGAR Á LOFTMENGUN Í SVARTSENGI

Vitað er að 17 þúsund tonn af koldíoxíði (CO_2) og 170 tonn af brennisteinsvetni (H_2S) auk annarra lofttegunda streyma út í loftið með borholuvökvanum í Svartsengi (Halldór Ármannsson, pers. uppl.). Af þessum sökum var talin ástæða til þess að kanna hvort eitthvað mældist í andrúmsloftinu við Svartsengi. Valdir voru 16 staðir til mælinga. Mynd 1 sýnir 15 af 16 völdum stöðum en einnig var mælt í Eldvörpum. Mælingar voru gerðar dagana 2., 3., 14. og 15. september 1992.

Við mælingarnar var notuð Matheson pumpa módel no. 8014-400, serial no. 5M2562, og Matheson-Kitagawa ampúlur eða Length-of-stain detector tubes. Þar sem pumpan hafði ekki verið notuð í nokkurn tíma var hún lekaprófuð nokkrum sinnum fyrir notkun og stóðst hún allar prófanir. Einnig var hún lekaprófuð í lok hvers dags og stóðst með þryði. Farið var nákvæmlega eftir leiðbeiningum fyrir hverja ampúlategund fyrir sig og sýnið tekið í 1 meters hæð frá gólfi eða holukjallara.

Mældar voru fimm gastegundir og auk þess kvikasílfur. Þær eru skráðar í töflu 1 ásamt lágsta mælanlega styrk, en hann er mismunandi fyrir hverja gastegund fyrir sig.

Tafla 1. Lægsti mælanlegi styrkur

NH_3	CO_2	CO	H_2S	Hg	SO_2
0.1 ppm	0.005%	1 ppm	0.3 ppm	0.02 mg/m^3	0.5 ppm

Einungis mældist koltvísýringur, nema í Orkuveri 2 við vél 3, þar mældist einnig brennisteinsvetni í loftinu. Niðurstöður mælinga eru birtar í töflu 2. Örlítill blæbrigðamunur var á kvikasílfurs-ampúlunni frá Orkuveri 2, en þegar áhrif brennisteinsvetnis á kvikasílfurs-ampúluna voru athuguð á efnafræðistofu Orkustofnunar kom í ljós að þessi blæbrigðamunur orsakaðist af brennisteinsvetni. Litamunurinn var greinilegur en ampúlan hefði átt að verða appelsínugul ef kvikasílfur væri í loftinu en hún varð gulbrún.

Tafla 2. Niðurstöður mælinga

Staður	Dags.	Tími	Átt	Hnútar	Loftvog (mbar)	Hiti (C)	CO ₂ (%)	H ₂ S (ppm)
Eldvörp	02-09-92	15:00	20	9	1013.3	9.6	0.03/0.02	
Hola S-8	03-09-92	10:55	10	16	1019.0	5.4	0.03/0.03	
O-1, pumpa 3.4	03-09-92	13:15	10	16	1019.0	10	0.04/0.04	
O-2, rás 6	03-09-92	14:25	340	15	1019.4	20	0.04/0.04	
O-2, vél 3	03-09-92	16:15	340	15	1019.4	20	0.05/0.04	1.0/0.75
Hola S-11	14-09-92	11:00	30	22	1000.8	6.6	0.04/0.03	
Hola S-9	14-09-92	13:00	30	22	1000.8	6.6	0.03/0.03	
Skilja 1	14-09-92	14:20	30	20	1000.9	7.6	0.03/0.03	
Skilja 2	14-09-92	15:35	30	20	1000.9	7.6	0.03/0.04	
Blómabeð	14-09-92	16.50	30	20	1000.9	7.6	0.03/0.04	
Baðhús	15-09-92	11:00	20	16	1009.0	6.2	0.03/0.04	
Hola S-12	15-09-92	12:35	20	16	1009.0	6.2	0.03/0.04	
Hola S-7	15-09-92	13:45	20	16	1009.0	6.2	0.03/0.04	
Hola S-5	15-09-92	14:45	350	15	1010.4	7.1	0.03/0.04	
Hola S-6	15-09-92	15:40	350	15	1010.4	7.1	0.04/0.04	
Hola S-10	15-09-92	16:55	350	15	1011.1	7.0	0.04/0.04	

Haft var samband við Veðurstofu Íslands til að fá hitastig, loftvog, vindátt og vindhraða fyrir dagana sem mælt var. Miðað er við veður í Keflavík þar sem engar veðurathuganir eru í Svartsengi. Veður er athugað kl. 9, 12, 15 og 18. Þessar mælingar eru skráðar í töflu 2. Eftir athugun sást að hvorki hitastig né loftþrýstingur hafði nein áhrif á mældan styrkleika gass.

Þessar mælingar staðfesta að styrkleiki NH₃, CO, H₂S, Hg, SO₂, er undir þeim mörkum sem getið er í töflu 1. Styrkur koltvísýrings er á bilinu 0.03-0.04% samkvæmt mælingum, en eðlilegur styrkur koltvísýrings í lofti er 0.03%. Brennisteinsvetni það sem mældist við vél 3 í orkuveri 2, 1.0/0.75 ppm, er fyrir neðan T.L.V. mörkin en þau eru 10 ppm. T.L.V. eða Threshold Limit Value eru sett af American Conference of Governmental Industrial Hygienists, og eru hámark sem mega vera á vinnustað sem unnið er á.

Guðný Þóra Pálsdóttir



Svartsengi



Borhola



Lílegt misgengi



Lílegur gangur



Sniðlína (sbr. r.)

X Bæðilius

Sk-1 S-4

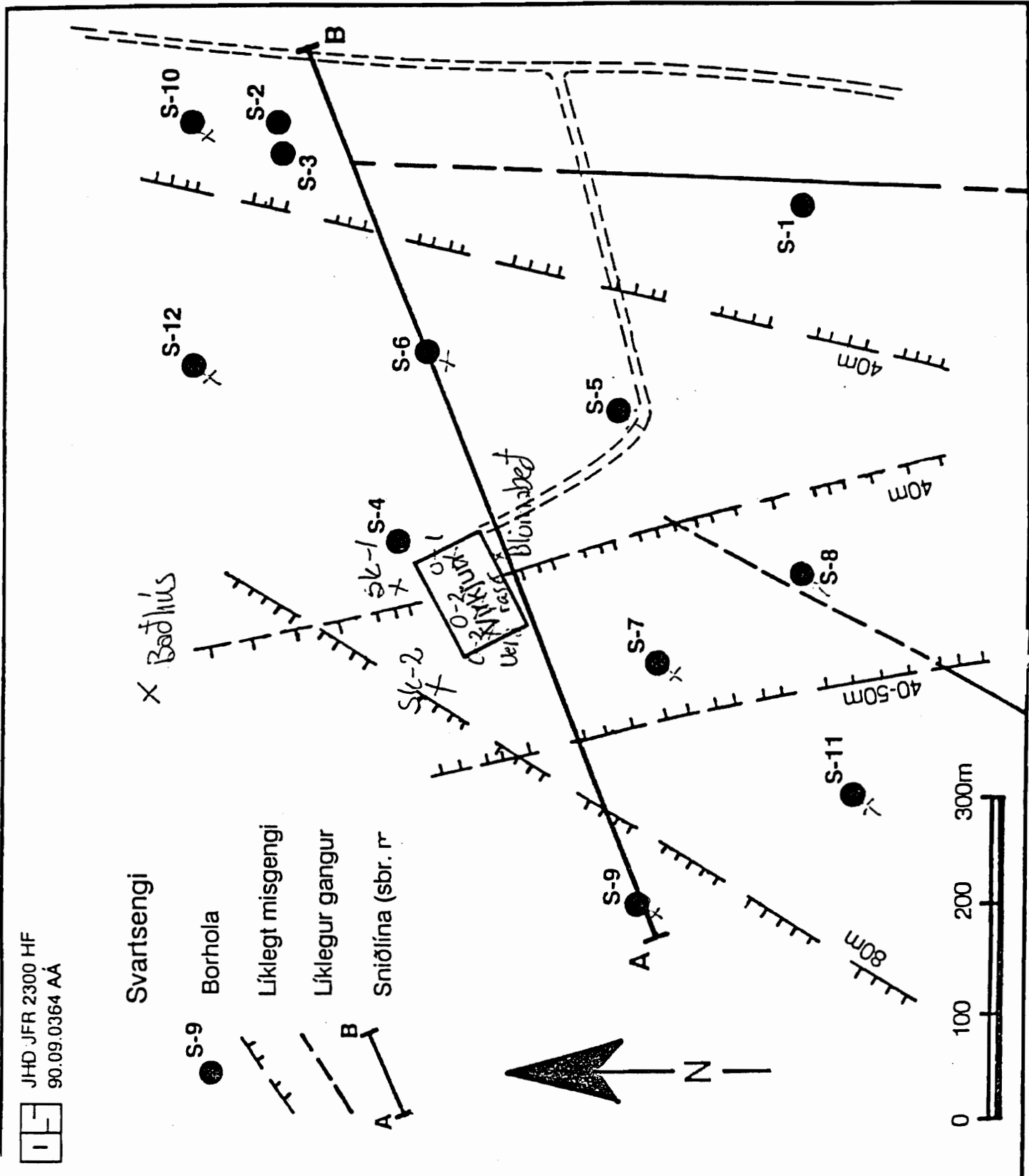
Sk-2

Uel. rás
Blómabættur



Mund t.

0-1, Pump 3.4
0-2, Rás 6
0-2, Vél 3
Blómabættur víðenda
færast. rásar
Sk-1, undir
l-brýstiskiljun
stærðverf
Sk-2, kvætt víð
útfall
Örtuvvers:



VIÐAUKI 3

Greinargerðir með tillögum um viðbótarverk

SAMVINNUVERK UM UMHVERFISÁHRIF JARÐHITAVINNSLU. TILLÖGUR UM Á ÁRSÁFANGA 1993 FYRIR HITAVEITU REYKJAVÍKUR.

Tillögur um ársáfanga í samvinnuverkefni milli Orkustofnunar og Hitaveitu Reykjavíkur um umhverfisáhrif jarðhitavinnslu skiptast annars vegar í sameiginleg verkefni milli allra samstarfsaðila (Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Hitaveita Suðurnesja og Landsvirkjun) og hins vegar samvinnuverk milli Orkustofnunar og Hitaveitunnar. Sameiginlegu verkefni eru þrjú, mælingar á gasi á virkjunarsvæðum, úttekt á aðferðum til gaslosunar og þáttaka í prófun á notkun innrauðrar myndatöku til að fylgjast með breytingum á varmaflæði.

1) Lagt er til að unnið verði að mælingum á gasi á virkjunarsvæðum aðila og á þremur viðmiðunarsvæðum eins og skilgreint var í tilögum um verkið frá 4/11 1992. Miðast rannsóknin einkum að því að fá grunnmælingar á gasstyrk helstu mengunargasa í andrúmslofti á jarðhitasvæðum í vinnslu og til samanburðar á nokkrum óvirkjuðum svæðum. Einnig að kanna afdrif brennisteinsvetnis í útstreymi frá jarðhitasvæðum og hvort hugsanlegt sé að hluti þess oxist yfir í brennisteinstvíoxíð. Í tengslum við þetta verk er áætlað samvinnuverk milli Orkustofnunar, Umhverfisráðuneyti og Veðurstofu um gasmælingar í andrúmslofti utan jarðhitasvæða. Verður þar fyrst og fremst leitast við að rannsaka afdrif brennisteinsvetnisgasútstreymis frá Nesjavöllum.

Lagt er til að í þessum frumáfanga verði mælt brennisteinsvetni í 10-20 punktum á hverjum stað, á sama hátt og Hitaveita Reykjavíkur hefur gert. Brennisteinstvíoxíð og kvikasilfur yrðu síðan mæld á 2-3 stöðum á hverju svæði, þar sem þær mælingar eru seinlegri og dýrari. Nota mætti niðurstöður úr mælingum á brennisteinsvetni við val og úrtak á stöðum til mælinga á brennisteinstvíoxíði og kvikasilfri.

Mælingar yrðu gerðar á öllum vinnslusvæðum samstarfsaðilanna og auk þess á tveimur óvirkjuðum svæðum; Krýsuvík og Ölkelduhálsi. Einnig yrði mælt í Hveragerði í þeim tilgangi að fá mat á svæði þar sem er allmikil byggð og talsverð nýting hefur verið um áratuga skeið. Mælir Hitaveitu Reykjavíkur yrði notaður til mælinga á brennisteinsvetni og verkið unnið í samvinnu við hana. Til mælinga á kvikasilfri yrði notaður grunnbúnaður frá Orkustofnun, en kaupa þyrfti viðbótarbúnað til sýnasöfnunar. Til sýnatöku fyrir brennisteinstvíoxíðmælingar verður fenginn að láni búnaður frá Hollustuvernd, en mælingar framkvæmdar á rannsóknastofu Orkustofnunar.

Kostnaður:

Sérfræðingar HR	60tx2.551kr/st	kr	153.060
Sérfræðingar OS	180stx2.551kr/st	kr	459.180
Bílakostnaður	12dx5.433kr/d+200kmx20kr/knkr		69.200
Dagpeningar	12dx3.850kr/d	kr	46.200
Greining á kvikasilfri	10stkx4.158kr/stk	kr	41.580
Greining á súlfati	10stkx1.602kr/stk	kr	16.020
Efni og tæki		kr	125.000
Úrvinnsla/skýrslugerð	70stx2.959kr/st	<u>kr</u>	<u>207.130</u>
		Samt.	kr 1.117.370

Í tengslum við og í framhaldi af þessum mælingum væru skoðuð áhrif andrúmslofts á virkjunarstöðunum á mannvirki. Með mælingunum fengist nokkurt mat á styrk tærandi efna í loftinu og eykur það almennt gildi prófananna. Því er lagt til að settur verði upp einfaldur búnaður til að fylgjast með úða frá gufuútblastri og tæringarhraða málma á virkjunarstað. Til þess að fylgjast með úða og útfellingu efna úr honum yrðu settir upp nokkrir speglar á virkjunarstað og látnir vera þar um nokkurra mánaða til eins árs skeið. Til prófunar á tæringu í andrúmslofti á virkjunarstaðnum yrði komið fyrir nokkrum plötum úr stáli og kopar og e.t.v. áli á nokkrum stöðum úti við og þær látnar vera þar um eins árs skeið.

Kostnaður:

Uppsetn./frágangur	30stx2.551kr/st	kr	76.530
Útlagður kostnaður		<u>kr</u>	<u>30.000</u>
		Samt.	kr 106.530

Kostnaðarhlutur Hitaveitu Reykjavíkur við þetta verk er áætlaður 64 þ kr.

2) Aðilar geri sameiginlega úttekt á stöðu og þekkingu á leiðum til gaslosunar. Gerð verður úttekt á leiðum til förgunar brennisteinsvetnis og verður lögð til grundvallar við þá vinnu skýrsla, sem unnin hefur verið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Einnig verður safnað upplýsingum um aðferðir til hreinsunar gass til vinnslu á hreinu koltvíoxíði úr hveralofti.

Sérfræðingar	300stx2.551kr/st	<u>kr</u>	<u>765.000</u>
		Samt.	kr 765.000

Framlag Hitaveitu Reykjavíkur til þessa verks felst í þegar framlagðri skýrslu um efnið.

3) Samvinnuverk með Merkjafræðistofu Verkfræðideildar Háskólans um þróun á notkun innrauðrar myndatöku á jarðhitasvæðum til að fylgjast með breytingum á varmaflæði. Um er að ræða prófun og stillingu á búnaði Merkjafræðistofu til að hann nýtist til að fylgjast með breytingum á jarðhitasvæðum.

Rannsóknarsjóður Rannsóknarráðs ríkisins mun styrkja þetta verkefni gegn

mótframlagi væntanlegra notenda.

Kostnaður:

Heildarkostnaður	<u>kr 2.500.000</u>
Samt.	kr 2.500.000

Kostnaðarhlutur Hitaveitu Reykjavíkur er 270 þ kr.

4) Lagt er til sérverk, sem varðar Hitaveitu Reykjavíkur sérstaklega, um landmælingar á Nesjavöllum. Um er að ræða endurtekna málbandsmælingu yfir sprungur vestan Nesjavalla og Endurmælingu í lengdarmældu neti milli Nesjavalla og Dyradals.

Kostnaður:

Heildarkostnaður	<u>kr 492.000</u>
Samt.	kr 492.000

Kostnaðarhlutur Hitaveitu Reykjavíkur er 246 þ kr

5) Varðandi mat á breytingum á náttúrulegu gufustreymi á virkjuðum svæðum er lagt til að keyptur verði til mælinga á gufustreymi í gufuaugum búnaður, sem þróaður hefur verið til slíkra mælinga hjá USGS, í Bandaríkjunum. Auk búnaðarins þyrfti talsverða vinnu til að prófa hann og gera áætlun um mælingar. Í framhaldi af því væri æskilegt að gera mælingar á nokkrum völdum stöðum bæði þar sem gerðar hafa verið annars konar mælingar eða mat lagt á gufuústreymi eins og í Kröflu og á Þeistareykjum og á stöðum þar sem ekkert slíkt hefur verið gert.

Kostnaður:

Búnaður		kr 220.000
Vinna við prófun	100stx2.551kr/st	kr 255.100
Mælingar	150stx2.143kr/st	<u>kr 321.450</u>
Samt.		kr 796.550

Hlutur Hitaveitu Reykjavíkur er áætlaður 454 þ kr.

6) Í framhaldi af gasmælingum í lið 1) yrðu endurteknar gasmælingar á Nesjavöllum, Ölkelduhálsi, Krísuvík og í Hveragerði. Hitaveitan sæi um mælingar á brennisteinsvetni, en Orkustofnun gerði mælingar á brennisteinstvíoxíði og kvikasilfri. Gert er ráð fyrir að brennisteinsvetni verði mælt sjö sinnum á Nesjavöllum, Ölkelduhálsi og Hveragerði en fjórum sinnum í Krísuvík. Brennisteinstvíoxíð og kvikasilfur verður mælt tvisvar til þrisvar sinnum á Nesjavöllum og Ölkelduhálsi.

Kostnaður:

Unnið af HR:

Mælingar Ölkelduhálsi	70stx2.551kr/st	kr	178.570
Mælingar Nesjavöllum	70stx2.551kr/st	kr	178.570
Mælingar Hveragerði	70stx2.551kr/st	kr	178.570
Mælingar Krísuvík	40stx2.551kr/st	kr	102.040
Akstur	25dx5.433kr/d	kr	135.830
Úrvinnsla/frágangur gagna	50stx2.551kr/st	<u>kr</u>	<u>127.550</u>
	Millisumma	kr	901.130

Unnið af OS:

Söfnun sýna	140stx2.551kr/st	kr	357.140
Greining á kvikasilfri	12stx4.158kr/stk	kr	48.896
Greining SO ₄	12stx1.602kr/stk	kr	19.224
Akstur	12dx5.433kr/d+200kmx20kr/knkr	kr	69.196
Dagpeningar	12dx3.850kr/d	<u>kr</u>	<u>46.200</u>
	Samt.	kr	1.441.786

Hluttur Hitaveitu Reykjavíkur við þetta verk er áætlaður 1226 þ kr.

7) Hitaveita Reykjavíkur mun safna saman úrkomu frá veðurathugunarstöðinni á Nesjavöllum og mæla síðan í henni súlfat. Megin tilgangurinn er að kanna hvort styrkur súlfats í úrkomunni er breytilegur. Í mælingum á brennisteinsvetni í andrúmslofti síðastliðið sumar kom í ljós að brennisteinsvetni mældist ekki þegar mikið úrfelli og slagviðri var á svæðinu.

Kostnaður:

Samtals kostnaður	<u>kr</u>	<u>150.000</u>
	Samt.	kr 150.000

8) Kannað verður hvort mengunarvagn Reykjavíkurborgar hentar til mælinga á Nesjavöllum og hvað slíkt muni kosta. Mælingar verða gerðar, ef af verður, í tvo daga.

Kostnaður:

Samtals kostnaður	<u>kr</u>	<u>100.000</u>
	Samt.	kr 100.000

9) Samstarfsverkefni Hitaveitu Reykjavíkur og starfsmanna Norrænu Eldfjallastöðvarinnar um hvörf brennisteinsvetnis í andrúmslofti. Safnað verður gasi frá útblæstri Nesjavallavirkjunar og könnuð efnahvörf, sem verða í andrúmslofti við mismunandi skilyrði.

Kostnaður:

Samtals kostnaður	<u>kr</u>	<u>300.000</u>
	Samt.	kr 300.000

10) Að auki er kostnaður við verkefnisstjórn kr 147950 og er hluttur Hitaveitu Reykjavíkur áætlaður 88 þ kr.

SAMVINNUVERKEFNI UM UMHVERFISÁHRIF JARÐHITAVINNSLU.
TILLÖGUR UM VERKÞÆTTI Í ÁRSÁFANGA 1993 FYRIR LANDSVIRKJUN

1) Fyrsti áfangi þessa verkefnis er að gera grunnmælingar á styrk og skammtímasveiflum í styrk rokgyrnra efna á vinnslusvæðunum. Mælingar verða gerðar á gasi á virkjunarsvæðum Landsvirkjunar, Námafjalli og Kröflu. Samhliða munu aðrir samstarfsaðilar Orkustofnunar í umhverfisverkinu, Hitaveita Reykjavíkur og Hitaveita Suðurnesja láta mæla gös á sínum virkjunarsvæðum. Hitaveita Reykjavíkur mun einnig sjá um að mæla gös á tveimur óvirkjuðum svæðum, Ölkelduhálsi og Krísuvík og einnig í Hveragerði. Næsta skref verður að koma upp viðeigandi búnaði og skipuleggja mælingar til að fylgjast með hugsanlegum langtímabreytingum og afdrifum mengunargasa frá svæðunum.

Tilgangur verkefnisins er einnig að kanna afdrif brennisteinsvetnis í útstreymi frá jarðhitasvæðum og hvort hugsanlegt sé að hluti þess oxist yfir í brennisteinstvíoxíð. Í tengslum við þetta verk er áætlað samvinnuverk milli Orkustofnunar, Umhverfisráðuneytis og Veðurstofu um gasmælingar í andrúmslofti utan jarðhitasvæða. Verður þar fyrst og fremst leitast við að rannsaka afdrif útstreymis brennisteinsvetnis frá Nesjavöllum.

Á árinu 1993 verður hafist handa við fyrsta áfanga verkefnisins. Vegna kostnaðar verða rannsóknir takmarkaðar við að mæla fáar gastegundir í nokkrum punktum á hverjum stað. Mælt verður brennisteinsvetni í 10-20 punktum á hverju svæði, á sama hátt og Hitaveita Reykjavíkur hefur látið gera áður. Brennisteinstvíoxíð og kvikasilfur verða einnig mæld á 2-3 stöðum á hverju svæði, sökum þess að þær mælingar eru bæði seinlegri og dýrari en hinar. Niðurstöður úr mælingum á brennisteinsvetni verða notaðar við val og úrtak á stöðum til mælinga á brennisteinstvíoxíði og kvikasilfri. Við mælingar á brennisteinsvetni verður notaður mælir Hitaveitu Reykjavíkur og verkið unnið í samvinnu við hana. Til mælinga á kvikasilfri verður notaður grunnbúnaður frá Orkustofnun, en kaupa þarf viðbótarbúnað til sýnasöfnunar. Til sýnatöku fyrir brennisteinstvíoxíðmælingar fæst mjög líklega lánaður búnaður frá Hollustuvernd, en greiningar verða gerðar á rannsóknastofu Orkustofnunar.

Kostnaður:

Vinna sérfræðinga H. R. 48 t a kr 2551,-	122.450,-
Vinna sérfræðinga OS 142 t a kr 2551,-	362.240,-
Bílakostnaður í 6 d a kr 5433,- +300km a kr 20/km	38.600,-

Uppihaldskostnaður (gisting 10 d, fæði 12 d)	86.900,-
Annar ferðakostnaður	39.330,-
Greining á kvikasilfri 6 stk a kr 4158,-	24.950,-
Greining á sulfati 6 stk a kr 1602,-	9.610,-
Efni og tæki	75.000,-
Úrvinnsla og skýrslugerð 40 t a kr 2959,-	118.360,-

	874.440,-

Í tengslum við og í framhaldi af þessum mælingum verða skoðuð áhrif andrúmslofts á virkjunarstöðunum á mannvirki. Með mælingunum fengist nokkurt mat á styrk tærandi efna í loftinu og eykur það almennt gildi prófananna. Því er lagt til að settur verði upp einfaldur búnaður til að fylgjast með úða frá gufuútbæstri og tæringarhraða málma á virkjunarstað. Til þess að fylgjast með úða og útfellingu efna úr honum verða settir upp nokkrir speglar á virkjunarstað og látnir vera þar um nokkurra mánaða til eins árs skeið. Til prófunar á tæringu í andrúmslofti á virkjunarstaðnum yrði komið fyrir nokkrum plötum úr stáli og kopar og e.t.v. áli á nokkrum stöðum úti við og þær látnar vera þar um eins árs skeið.

Kostnaður:

Vinna við uppsetn. og frágang 40 t a kr 2551,-	102.040,-
Annar kostnaður	30.000,-

	132.040,-

Kostnaðarhlutur Landsvirkjunar í þessu verki er áætlaður 604 þ kr, þar af er eigið framlag (bílar, fæði og gising) 118 þ kr.

2) Aðilar geri sameiginlega úttekt á stöðu og þekkingu á leiðum til gaslosunar. Gerð verður úttekt á leiðum til förgunar brennisteinsvetnis og verður lögð til grundvallar við þá vinnu skýrsla, sem unnin hefur verið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Einnig verður safnað upplýsingum um aðferðir til hreinsunar gass til vinnslu á hreinu koltvíoxíði úr hveralofti, þar sem slík nýiðnaðarnýting hvetur til minnkunar á koltvíoxíðútsreymi.

Vinna við samantekt gagna og skýrslugerð 300 t a 2551,-kr	765.300,-
---	-----------

Framlag Landsvirkjunar til þessa verks er áætlað 230 þ kr.

3) Samvinnuverk við Merkjafræðistofu Verkfræðideildar Háskólans um þróun á notkun innrauðrar myndatöku á jarðhitasvæðum til að fylgjast með breytingum á varmaflæði. Um er að ræða prófun og stillingu á búnaði Merkjafræðistofu til að hann nýtist til að fylgjast með breytingum á jarðhitasvæðum.

Rannsóknarsjóður Rannsóknarráðs ríkisins mun styrkja þetta verkefni gegn mótframlagi væntanlegra notenda.

Framlag Landsvirkjunar til þessa verks er áætlað 270 þ kr.

4) Auk þessara sameiginlegu sérverka er lagt til sem samvinnuverk milli Orkustofnunar og Landsvirkjunar að haldið verði áfram við umhverfisúttekt á jarðhitasvæðinu í Bjarnarflagi þar sem þar er nú verið að vinna að hagkvæmnisathugun á 20 MW gufuafsstöð. Lögð verður áhersla á að fara yfir heimildir, sem snerta afdrif affallsvatns og gasútblásturs frá gufuborholum og meta áhrif varmamengunar og gera sér grein fyrir hugsanlegum áhrifum vatnsúða. Unnið verður úr gögnum um efnafræði og rennsli grunnvatns, sem safnað hefur verið undanfarin tíu ár en ekki unnið úr. Niðurstöður verða birtar í áfangaskýrslu. Talið er að um 600 t vinnu þurfi til að ljúka gerð umhverfisúttektar og er lagt til að vinna um 300 t við hana á árinu 1993.

Kostnaður:

Úrvinnsla gagna 300 t a kr 2551,- 765.300,-

Hlutur Landsvirkjunar til verksins er áætlaður 460 þ kr.

5) Verkefnisstjórn 50 t a kr 2959,- 147.950,-

Kostnaðarhlutur Landsvirkjunar er 89 þ kr.

UMHVERFISVERKEFNI.
HITAVEITA SUÐURNESJA, TILLÖGUR UM VERKÞÆTTI 1993

Tillögur um samvinnuverkefni í umhverfismálum milli Orkustofnunar og Hitaveitu Suðurnesja.

Tillögur um að samvinnuverkefnum allra aðila um umhverfismál:

1) Fyrsti áfangi þessa verkefnis er að gera grunnmælingar á styrk og skammtímasveiflum í styrk rokgjarnra efna á vinnslusvæðunum. Mælingar verða gerðar á vinnslusvæðum Hitaveitu Suðurnesja, Svartsengi, og Reykjanesi. Næsta skref verður að koma upp viðeigandi búnaði og skipuleggja mælingar til að fylgjast með hugsanlegum langtímabreytingum og afdrifum mengunargasa frá svæðunum.

Á árinu 1993 verður hafist handa við fyrsta áfanga verkefnisins. Vegna kostnaðar verða rannsóknir takmarkaðar við að mæla fáar gastegundir í nokkrum punktum á hverjum stað. Mælt verður brennisteinsvetni í 10-20 punktum á hverjum stað, á sama hátt og Hitaveita Reykjavíkur hefur gert áður. Brennisteinstvíoxíð og kvikasilfur verða einnig mæld á 2-3 stöðum á hverju svæði, sökum þess að síðastnefndar eru bæði seinlegri og dýrari. Niðurstöður úr mælingum á brennisteinsvetni verða notaðar við val og úrtak á stöðum til mælinga á brennisteinstvíoxíði og kvikasilfri.

Mælitæki Hitaveitu Reykjavíkur verður notað til mælinga á brennisteinsvetni og verkið unnið í samvinnu við fyrirtækið. Til mælinga á kvikasilfri verður notaður grunnbúnaður frá Orkustofnun og viðbótarbúnaður til sýnasöfnunar, sem sérstaklega verður keyptur til verksins. Til sýnatöku fyrir brennisteinstvíoxíðmælingar verður fenginn að láni búnaður frá Hollustuvernd, en mælingar framkvæmdar á rannsóknastofu Orkustofnunar.

Kostnaður:

Sérfræðingar HR	24tx2.551kr/st	kr	61.220
Sérfræðingar OS	80stx2.551kr/st	kr	204.080
Starfsmenn HS	10stx2.551kr/st	kr	25.510
Bílakostnaður	6dx5.433kr/d	kr	32.600
Dagpeningar	6dx3.850kr/d	kr	23.100
Greining á kvikasilfri	4stkx4.158kr/stk	kr	16.630
Greining á sulfati	4stkx1.602kr/stk	kr	6.410
Efni og tæki		kr	50.000
Úrvinnsla/skýrslugerð	40stx2.959kr/st	kr	118.360
		Samt.	kr 537.910

Hlutur Hitaveitu Suðurnesja er áætlaður 323 þ. Kr.

2) Alvarleg umhverfisáhrif fylgja myndun og útbreiðslu gufupúða, sem oft eru samfara langtíma nýtingu háhita. Slík áhrif eru aukið gasútstreymi og hugsanlega mannskæðar gufusprenningar. Tekin hefur verið saman greinargerð um mögulegar aðferðir á sviði jarðeðlisfræði til að kortleggja gufupúða og fylgjast með myndun þeirra. Einnig hefur komið fram sú hugmynd nota megi samfelldar mælingar á útgösun á nokkrum stöðum á vinnslusvæði til að fylgjast með útbreiðslu gufupúða. Er þar helst horft til mælinga á kvikasílfri, þar sem til eru einfaldar aðferðir til að koma á slíku eftirliti.

Á árinu 1993 verður gerð tilraun til að rannsaka og kortleggja gufupúðann í Svartsengi með einni af jarðeðlisfræðiaðferðunum, þ.e. með endurkastsmælingum.

Kostnaður:

Sérfræðingar	2x2dx12st/dx2.551kr/st	kr	122.450
Mælitækisleiga	2dx36.445kr/d	kr	72.890
Bíll	2dx5.433kr/d+150kmx20kr/km	kr	8.450
Fæðiskostnaður	4dx3.850kr/d	kr	15.400
Úrvinnsla/túlkun	20stx2.551kr/stölvuálag	kr	56.120
		Samt.	kr 275.310

Hlutur Hitaveitu Suðurnesja er áætlaður 165 þ. Kr.

3) Tekin hefur verið saman greinargerð um rannsóknir á hugsanlegri aukningu á virkni smáskjálfta í kjölfar vinnslu og niðurdælingar. Greinargerðin byggir á umræðum milli sérfræðinga á Orkustofnun, Raunvísindastofnun Háskólans og Veðurstofu Íslands. Gerðar hafa verið í framhaldi af þeim umræðum tillögur um rannsóknir á smáskjálftavirkni í Svartsengi. Fyrsti hluti tillagnanna mun koma til framkvæmda nú í ár, en hann felst í tímabundnum mælingum með færanlegum skjálftamælum.

Framkvæmd verkþáttarins verður á þann hátt að sérfræðingar Raunvísindastofnunar setja upp færanlega skjálftamæla í Svartsengi, en JHD mun fylgjast með mælingum, taka þátt í úrvinnslu og leggja fram aðstoðarmann til verksins. Sett verður upp net 18 færanlegra skjálftamæla og netið rekið í 4 vikur, til þess að fá upplýsingar um viðvarandi skjálftavirkni svæðisins og að gera sér grein fyrir hvar best muni verða að koma fyrir varanlegum skjálftamælum og hve marga muni þurfa. Síðustu viku prófunarinnar verður sett í gang niðurdælingarprófun á svæðinu. Fæst þá væntanlega mat á hugsanleg áhrif niðurdælingar á skjálftavirkni og hvort fylgjast má með ferðum vatnsins á þennan hátt.

Kostnaður:

Vinna við gagnasöfnun			
Sérfræðingur	200stx2.551kr/st	kr	510.200
Aðstoðarmaður	280stx1.837kr/st	kr	514.360
Skjálftamælar leiga	10.000kr/mán	kr	180.000
Efniskostnaður	(rafgeymar, dínamit ofl.)	kr	130.000
Vinna við sprengingar	12stx2.551kr/st	kr	30.612
Bíll	32dx5.433kr/d	kr	173.856
Fæði	32dx3.850kr/d	kr	123.200
Úrvinnsla/skýrslugerð			
Sérfræðingur	200stx2.551kr/st	kr	510.200
Aðstoðarmaður	200stx1.837kr/st	kr	367.400

Tölvukostnaður	10% af 877.600	kr 87.760
Ófyrirséð	15%	<u>kr 394.138</u>
		Samt. kr 3.021.726

Hlutur Hitaveitu Suðurnesja er áætlaður 363 þ. Kr.

4) Rannsókuð verða áhrif sýrustigs á útfellingu og útfellingarhraða í jarðsjó í orkuverinu í Svartsengi. Aðaláherslan verður lögð á þróun forrita og þau notuð til þess að bera saman niðurstöður beinna mælinga og reiknuð gildi. Metin verða væntanleg áhrif mismikillar íblöndunar þéttivatns og gass, en núverandi reikniforrit ráða ekki við það.

Kostnaður:

Sérfræðivinna	50stx2.551kr/st	kr 127.550
Sýnatökuvinna	100stx2.143kr/st	kr 214.300
Efnagreiningar	10stkx24.961kr/stk	kr 249.610
Sýnatökubíll	5dx12.480kr/d	kr 63.400
Skýrsla/tölvukostn.		<u>kr 70.000</u>
		Samt. kr 724.860

Hlutur Hitaveitu Suðurnesja er áætlaður 435 þ. Kr.

5) Að auki er kostnaður við verkefnisstjórn kr 147950 og er hlutur Hitaveitu Suðurnesja kr 89 þ kr. Lok forverks-Umhverfisúttekt.

Forverki verður lokið með skýrslu, sem byggist að mestu á ramma um þá þætti, sem umhverfisúttekt vinnslusvæða byggir á og heimildasafni um hvert svæði, sem er raðað eftir efnisatriðum og frumúrvinnslu á þeim. Gerð hefur verið gróf úttekt á stöðu svæðanna miðað við uppsettan ramma. Næsta skref er að fara ofan í öll tiltæk gögn og gera nákvæma úttekt á stöðu hvers svæðis og búa til áætlun um hvaða gagna þurfi að afla í viðbót og hvernig eigi að standa að eftirliti í framtíðinni. Til að ljúka slíkri úttekt er talið að þurfi um 6 mánaða vinnu fyrir Hitaveitu Suðurnesja.

Lok forverks og útgáfa skýrslu er um 300 t vinna

1992-11-02

YFIRBORÐSJARÐEÐLISFRÆÐI Á HÁHITASVÆÐUM Í VINNSLU

Rannsókn á hæðarbreytingum, gufupúðum og skjálftavirkni

1. INNGANGUR

Vinnsla vatns og gufu úr háhitasvæðum hefur eðli máls samkvæmt veruleg áhrif á jarðhitasvæðin og nánasta umhverfi þeirra. Í fyrsta lagi eru ýmis umhverfisáhrif sýnileg á yfirborði, svo sem jarðrask, mannvirki og losun vatns og gufu eftir nýtingu. Í öðru lagi hefur vinnslan veruleg áhrif á jarðhitakerfin sjálf. Þrýstingur og hitastig breytast oft verulega svo og grunnvatnsstreymi í kerfunum sjálfum og næsta nágrenni þeirra. Þessar innri breytingar jarðhitakerfanna geta haft í för með sér ytri umhverfisáhrif sem oft og tíðum láta ekki mikið yfir sér dagsdaglega en má þó ekki vanmeta.

Í þessari greinargerð er fjallað lítillega um áhrif þessara innri breytinga. Tíndar til nokkrar jarðeðlisfræðilegar aðferðir sem beita má á yfirborði og geta gefið upplýsingar sem nota má, ásamt upplýsingum úr borholum, til að fylgjast með og meta innri breytingar jarðhitakerfa og meta áhrif þeirra í nútíð og framtíð.

2. HÆÐARBREYTINGAR

Þrýstingslækkun samfara vinnslu úr háhitakerfum hefur yfirleitt í för með sér breytingar á landhæð. Við það að vökvaprýstingur lækkar falla þorur og sprungur í berginu saman að hluta til og land sígur. Þessar hæðarbreytingar eru yfirleitt ekki miklar, en þær getur þó þurft að hafa í huga í sambandi við mannvirki. Fylgst hefur verið með hæðarbreytingum á flestum háhitasvæðum sem nýtt eru héraendis og hafa þar orðið nokkrar breytingar. Almennt má þó segja að varla hafi verið fylgst nógu reglulega með hæðarbreytingum og oft og tíðum ekki yfir nógu stórt svæði. Háhitasvæðin eru yfirleitt tengd eldvirkni í gosbeltunum og þar eru jarðskorpuhreyfingar tíðar. Til þess að fá mat á hæðarbreytingar vegna vinnslu getur því þurft að mæla breytingar yfir stórt svæði til að geta greint þær frá öðrum jarðskorpuhreyfingum.

Mestu hæðarbreytingar hér á landi sem rekja má til vinnslu hafa orðið í Svartsengi. Þar hefur land sigið á vinnslusvæðinu um tæpa 13 cm á tímabilinu 1975 til 1987, eða um rúmlega 1 cm á ári (Hjálmar Eysteinnsson o.fl. 1992). Á Nesjavöllum seig land á vinnslusvæðinu um 2.5 cm á tímabilinu 1982 til 1990 (Gunnar Þorbergsson og Guðmundur H. Vigfússon 1990), en hluti þess sigs er trúlega vegna víðáttumeira sigs í sprungurein Hengilskerfisins. Víða erlendis hefur orðið mikið landsig vegna vinnslu eins og t.d. á Wairakei svæðinu á Nýjasjalandi þar sem mælst hefur meira en 9 m sig og sikhraði allt að 45 cm á ári (Allis og Hunt 1986).

Með því að kortleggja landsig vegna vinnslu má, auk beinna upplýsinga um umhverfis-áhrif, fá mat á flatarmáli þess jarðhitageymis sem vinnsla nær til. Jafnframt er oft hægt, með því að beita saman hæðar og þyngdarmælingum, að fá upplýsingar um massaminnkun í jarðhitakerfinu, þ.e.a.s. mismun þess massa sem unninn er og þess sem streymir til kerfisins.

3. GUFUPÚÐAR

Mörg háhitakerfi hérlendis eru á suðumarki í afmörkuðum eða stórum hluta kerfanna og jafnvel talið að sumstaðar séu fyrir hendi náttúrulegir gufupúðar nálægt yfirborði svo sem í Svartsengi og Eldvörpum. Ef vinnsla hefur í för með sér lækkun á þrýstingi niður fyrir suðumark hefst suða og gufupúðar fara að myndast.

Það hefur verið ljóst um nokkurn tíma að upprunalegur gufupúði kringum holur H-2, H-3 og SG-10 í Svartsengi hefur farið stækkandi (Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991). Merki þessa eru auðsæ á yfirborði þar sem gufustreymi hefur aukist verulega. Margt bendir til þess að gufupúðinn hafi breitt úr sér á 600-700 m dýpi á vinnslusvæðinu undir og suð-vestan við orkuverið. Auk þess er talið að upprunalegur gufupúði efst í Eldvarpakerfinu hafi stækkað. Þrýstingsmælingar í borholum sýna að vinnsla úr Svartsengiskerfinu veldur þrýstingsfalli í Eldvörpum þannig að þrýstingssam-band er milli svæðanna.

Í jarðhitakerfinu undir Hvíthólum á Kröflusvæði hefur myndast gufupúði ofan 600 m dýpis (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1992). Vinnsla Hvíthólasvæðisins er mjög árstíða-bundin þar sem orkuverið í Kröflu er ekki keyrt yfir sumarmánuðina. Á Hvíthólasvæðinu sést hækkandi vermi í borholum eftir að svæðið hefur verið í vinnslu nokkra vikur, en lækkar aftur eftir sumarlokun. Miklar breytingar hafa átt sér stað eftir að vinnslan hófst. Útkulnaðar jarðhitaskellur hafa hitnað og gufuhverir myndast. Þetta bendir til þess að gufupúðinn hafi tengingu til yfirborðs.

Tilvist og stækkun gufupúða hefur bæði jákvæð og neikvæð áhrif. Jákvæðu áhrifin eru þau að varmainnihald borholuvöka eykst þannig að minni massa þarf að taka úr svæðunum. Þetta ætti að leiða til þess að hraði niðurdráttar ætti að minnka. Neikvæðu áhrifin eru þau að eftir því sem hlutur gufu eykst hækkar þrýstingur efst í kerfinu og þar sem gufupúði nær nálægt yfirborði eykst varmatap verulega vegna útstreymis gufu og jafnvel getur orðið hætta á gufusprengingum. Slíkar gufusprengingar eru þekktar á jarðhitasvæðum erlendis og hafa á stundum valdið verulegu eignatjóni og jafnvel mannskaða.

Þó að hægt sé að staðfesta tilvist gufupúða og meta þykkt hans við borholur með nokkurri nákvæmni er einungis um punktmælingar að ræða og þar sem langt er milli hola er erfitt að fá mat á útbreiðslu hans. Vel er hugsanlegt að lárétt útbreiðsla sé veruleg í tíma án þess að þess sjáist merki í holum. Það væri því mjög æskilegt ef hægt væri að kanna útbreiðslu og fylgjast með breytingum púða með athugunum á yfirborði. Slíkt er ekki auðvelt og ekki hægt að lofa árangri fyrirfram.

4. SKJÁLFTAVIRKNI

Breytingar á hita- og þrýstingsástandi í jarðhitakerfum svo og breytingar á grunnvatnsstreymi í og í nágrenni þeirra geta haft áhrif á skjálftavirkni. Höfundur þessarar greinargerðar er ekki kunnugt um nein dæmi þess að orðið hafi stórir skjálftar í eða í nágrenni jarðhitakerfa sem beint má rekja til vinnslu þeirra. Slíkt er þó ekki hægt að útiloka. Háhitakerfi á Íslandi eru tengd eldvirkum svæðum í gliðnunarbeltum landsins þar sem jarðskorpan er mjög brotin. Við slíkar aðstæður byggist yfirleitt ekki upp mikill spennan sem leiðir til stórra skjálfta en smáskjálftar eru tíðir. Tilvist háhitakerfa og vinnsla þeirra hefur oft í för með sér mikla smáskjálftavirkni.

Rannsóknir hafa sýnt að smáskjálftavirkni getur gefið mikilvægar upplýsingar um háhitastæði, bæði hvar misgengishreyfingar eru á virkum sprungum og misgengjum og hvar varmanám á sér stað (Foulger 1984). Nýlegar rannsóknir á suði í háhitakerfinu í Öxarfirði hafa sýnt að stöðugt suð virðist vera fyrir hendi í ákveðnum hlutum kerfisins (Rykounov o.fl. 1992). Talið er að þetta suð geti stafað af suðu og/eða brestum í bergi sem er að dragast saman vegna kólnunar.

Rannsóknnum á smáskjálftavirkni og suði í jarðhitakerfum hefur ekki verið sinnt sem skyldi hér á landi. Telja má fullvíst að þær geti orðið að miklu gagni bæði við rannsókn óvirkjaðra svæða og ekki síður til að fylgjast með jarðhitakerfum í vinnslu. Víða erlendis hafa kerfi þar sem stöðugt er fylgst með smáskjálftavirkni gefið mikilvægar upplýsingar um viðbrögð jarðhitakerfa við vinnslu og niðurdælingu affallsvatns (Stark 1990).

5. JARÐEÐLISFRÆÐIÐFERÐIR SEM BEITA MÁ Á YFIRBORÐI

Hér á eftir verður gerð stuttlega grein fyrir jarðeðlisfræðimælingum sem beita má á yfirborði til að fylgjast með þeim breytingum á innra ástandi jarðhitakerfa og áhrifum þeirra sem um er rætt hér að ofan. Ekki er endilega við því að búast að hver aðferð fyrir sig geti gefið afdráttarlaus svör við þeim spurningum sem svars er leitað við, en með því að skoða niðurstöður þeirra í samhengi við aðrar tiltækar upplýsingar má hinsvegar efalítið nálgast þau svör og auka almennt skilning á viðbrögðum háhitakerfa við vinnslu. Ekki má líta á upptalninguna hér á eftir sem tæmandi, því að eflaust má tína til fleiri aðferðir sem að gagni mega koma.

5.1 Fallmælingar

Auðvelt er að mæla breytingar í landhæð með fallmælingum. Þær má gera með mikilli nákvæmni ($0.6 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$) en fyrirhöfn og kostnaður eykst verulega með aukinni nákvæmni. Eins og áður segir má með fallmælingum fá hugmynd um flatarmál þess jarðhitageymis sem vinnsla tekur til. Til þess að svo megi verða þarf að hafa nokkuð þétt mælinet næst vinnslusvæðinu sem tengt er mælinum sem ná vel út fyrir svæðið til að greina hæðarbreytingar vegna vinnslu frá öðrum jarðskorpuhreyfingum.

5.2 Þyngdarmælingar

Með því að beita nákvæmum þyngdarmælingum samhliða fallmælingum má, eins og áður var nefnt, fá hugmyndir um massabúskap jarðhitakerfisins þ.e.a.s hversu mikill

vökvi hefur streymt til kerfisins í stað þess sem unninn var. Fallmælingarnar eru nauðsynleg forsenda þess að þetta sé hægt því að verulegur hluti þyngdarbreytinganna getur verið vegna breytinga í landhæð.

Þar sem gufupúði hefur myndast hefur hluti vatnsins í berginu soðið yfir í gufu sem hefur mun minni eðlismassa en vatnið. Við það minnkar heildarmassinn í hverri rúm-málseiningu lítillega. Fræðilega séð ætti að vera hægt að sjá þessa massabreytingu með þyngdarmælingum. Samfara þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu hefur bergið sigið nokkuð saman. Landhæðarmælingar sýna að milli árunna 1975 og 1987 hefur land á vinnslusvæðinu í Svartsengi sigið um tæpa 13 cm, eða um u.þ.b. 1 cm á ári að jafnaði (Hjálmar Eysteinnsson o.fl. 1992) og má því ætla að heildarsigið sé nú a.m.k. 17 cm. Landið sígur vegna þess að þrýstingur í þorum bergsins minnkar og þær hníga saman að hluta til sem hefur í för með sér lítillega aukinn massa á rúmmálseiningu. Þó svo að þessi aukning á eðlismassa sé verulega minni en sem nemur lækkun eðlismassa vegna suðu nær hún til meira rúmmáls bergs. Áætla má að þyngdarfrávik vegna núverandi gufupúða í Svartsengi sé um 0.1-0.3 mgal og breytingin milli ára, miðað við áætlaðan vöxt gufupúðans (Grímur Björnsson 1992) sé um 10 sinnum minni. Þetta er á mörkum þess að vera mælanlegt með þeirri mælitækni sem tiltæk er. Ef kanna á breytingar í þykkt og útbreiðslu gufupúðans með þyngdarmælingum þarf að setja upp þétt mælinet á og í næsta nágrenni vinnslusvæðisins og gera þyngdar og landhæðarmælingar í mælinetinu með mestu mögulegri nákvæmni, á u.þ.b. tveggja ára fresti.

Nýlokið er landhæðar- og þyngdarmælingum í mælinetinu kringum Svartsengi og á ut-anverðum Reykjanesskaga. Úrvinnslu þeirra mælinga er ekki lokið, en þegar niður-stöður og samanburður við eldri mælingar liggur fyrir má ef til vill fá haldbetri hugmyndir um notagildi þyngdarmælinga til að fylgjast með gufupúðum.

Erfitt er að gera sér haldgóðar kostnaðarhugmyndir fyrir fall- og þyngdarmælingar eins og hér hefur verið um rætt því að umfang mælinets og vinna við mælingar er mjög háð aðstæðum og stærð vinnslusvæða. Til að gefa hugmynd um stærðargráður má hugsa sér að settir yrðu upp u.þ.b. 120 fastir mælistaðir á um 4 km² svæði (að jafnaði um 200 m milli mælistaða) og mælinetið tengt með tveimur löngum línunum út fyrir vinnslusvæðið. Mjög lauslega má áætla að það muni taka u.þ.b. 15 daga að fallmæla slíkt net og þyngdarmælingar gætu tekið álfka langan tíma. Kostnaður yrði þá u.þ.b. 1.700 þúsund krónur fyrir fallmælingar og um 1.100 þúsund krónur fyrir þyngdarmælingar (sjá sundurliðun í viðauka).

5.3 Viðnámsmælingar

Í óummynduðu bergi sem mettað er ferskvatni vex eðlisviðnám um margar stærðargráður þegar hitastigið nálgast og fer yfir suðumark vatnsins. Viðnámsþækkunin minnkar með vaxandi seltu vatnsins (Olhoeft 1981) og trúlega einnig með aukinni ummyndun, einkum leirsteindum. Beinir mælingar skortir til að segja til um hversu mikil breyting verður á eðlisviðnámi bergs við suðu við þær aðstæður sem ríkja í jarðhitakerfum hér á landi.

Í Svartsengi er selta jarðhitavökvans það há (um 13.000 ppm Cl, svarandi til um 0.4 mol NaCl) og ummyndun það mikil að viðnámsbreytingin er hvergi nærri eins mikil og fyrir ferskt vatn í óummynduðu bergi, en telja verður líklegt að nokkur breyting

verði í eðlisviðnámi við suðuna. Í ferskvatnskerfum er viðnámsbreytingin trúlega nokkuð meiri.

Með viðnámsmælingum á yfirborði má mæla eðlisviðnám jarðlaganna og breytingu þess í tíma með endurteknum mælingum. Eðlisviðnám í jarðhitakerfinu við Svartsengi er um $3\Omega\text{m}$ (Lúðvík S. Georgsson og Helga Tulinius 1983). Ef gert er ráð fyrir því að við suðu hækki viðnám upp í a.m.k. $5\Omega\text{m}$, benda líkanreikningar til þess að með TEM-mælingum megi greina merki um gufupúða niður á um 600 m dýpi. Þessi dýptarskynjun er í minnsta lagi til að kanna gufupúða sunnan og vestan við virkjunina, en þar er talið að hann sé að myndast á um eða rúmlega 600 m dýpi. Hinsvegar er dýptarskynjunin nægileg til að fylgjast með útbreiðslu púðans austan við virkjunina. Ef viðnámsbreytingin er meiri en hér er gert ráð fyrir eykst dýptarskynjunin eitthvað en minnkar að sama skapi ef breytingin er minni.

Viðnámsmælingar hafa þann galla að vera næmar fyrir truflunum frá rafleiðurum í jörðu og á yfirborði. Á virkjuðum háhitasvæðum er nánast óumflýjanlegt að gufuleiðslur og aðrar málmlagnir á yfirborði muni hafa áhrif á mælingarnar, en ef ekki bætast við nýjar meiriháttar lagnir ættu endurteknar mælingar að gefa upplýsingar um breytingar í tíma.

TEM-viðnámsmælingar eru tiltölulega ódýrar og fljótlegar í framkvæmd. Það er því fyllilega tilraunarinnar virði að gera slíkar mælingar í því skyni að fylgjast með gufupúðum. Sem fyrstu tilraun má hugsa sér að gera 6-7 mælingar á austur- og suðurjaðri vinnslusvæðisins í Svartsengi með 150-200 m millibili. Mælistaðir yrðu merktir vandlega og mælingar endurteknar árlega á nákvæmlega sama stað og niðurstöður bornar saman. Auk Svartsengis væri eðlilegt að gera 3-4 mælingar í Eldvörpum til að fylgjast með gufupúðanun þar. Kostnaður við framkvæmd og úrvinnslu hvernar TEM-mælingar er áætlaður u.þ.b. 90 þúsund krónur og því um 900 þúsund krónur fyrir 10 mælingar.

5.4 Jarðsveiflumælingar

Jarðsveiflumælingum hefur lítið verið beitt við jarðhitarannsóknir hér á landi og raunar einnig erlendis. Ástæða þess er einkum sú að með jarðsveiflumælingum fást upplýsingar um hljóðhraða jarðlaga og aðrar jarðfræðilegar upplýsingar svo sem lagskipting jarðlaga, brot og misgengi sem ekki hafa endilega beina jarðhitafræðilega þýðingu. Önnur ástæða þess að þær hafa ekki verið notaðar hér á landi að neinu gagni er að í marglagskiptu og oft mjög óreglulegu gosbergi dreifast hljóðbylgjur óreglulega og erfitt er að fá jafn skýra mynd af jarðlögum og í meira einsleitum setlögum og meginlandsskorpu úr graníti.

Berg mettað gasi eða gufu hefur lægri hljóðhraða en vatnsmettað berg. Í endurkastsmælingum kemur gasmettað berg oft fram sem skýr og sterkur endurkastsflötur. Það kæmi því vel til greina að reyna endurkastsmælingar og sjá hvort gufupúði kemur fram sem endurkastsflötur. Einnig kemur til greina að reyna að kortleggja útbreiðslu gufupúða með því að sprengja í nokkurri fjarlægð frá vinnslusvæðinu og mæla töf á hljóðbylgjum sem fara nokkurnveginn lárétt í gegnum púðann borið saman við bylgjur sem sneiða hjá honum.

Orkustofnun hefur nú yfir að ráða tækjum til jarðsveiflumælinga og ekkert er því til fyrirstöðu að gera tilraunir með þeirri aðferð. Það er hinsvegar ekki fyrirfram gefið að þær skili árangri því að jarðhitasvæði eru oft ekki vel fallin til slíkra mælinga og kemur þar einkum tvennt til. Í fyrsta lagi er svæðin oft þakin ungum og ósléttum hraunum og nokkuð djúpt á vatnsborð. Við slíkar aðstæður er erfitt að koma nægjanlegri orku niður í jörðina með sprengingum á yfirborði og nema hljóðbylgjurnar aftur því að hraunið ofan vatnsborðs deyfir og dreifir hljóðbylgjunum. Í öðru lagi er fyrir hendi bakgrunnshávaði frá borholum. Ef bakgrunnshávaðinn er mikill getur orðið erfitt að greina hljóðbylgjur og endurköst frá sprengingunum á yfirborði.

Stefnt er að því að fara með jarðsveiflumælitæki Orkustofnunar í Svartsengi og kanna hversu mikill bakgrunnshávaðinn er á því svæði og gera tilraunir með að koma orku niður í gegnum hraunin ofan vatnsborðs. Áætlað er að þessar tilraunir séu tveggja daga vinna fyrir tvo menn og að kostnaður verði um 280 þúsund krónur. Að loknum slíkum prófunum má betur gera sér grein fyrir því hvort jarðsveiflumælingar eru fýsilegur kostur til að kanna gufupúðann. Upplýsingar um styrkleika og tíðniróf bakgrunnshávaðans geta einnig reynst mikilvægar fyrir hönnun og skipulagningu hugsanlegs skjálftamælinets til að fylgjast með smáskjálftum í jarðhitakerfinu.

5.5 Skjálftamælingar

Með því að setja upp net skjálftamæla á jarðhitasvæðum í vinnslu má fylgjast með skjálftavirkni í jarðhitakerfunum og nágrenni þeirra. Til að geta ákvarðað brotlausnir þurfa mælarnir að nema jarðskorpuhreyfingar í þrjár stefnur. Til þess að geta numið litla skjálfta, af stærð -1 eða minni, og staðsett með nákvæmni þarf að hafa nokkuð marga nema í nokkuð þéttu neti. Æskilegast er að slíkt kerfi staðsetji skjálfta sjálfvirkt þannig að hægt sé að fylgjast með virkninni í rauntíma.

Veðurstofa Íslands hefur sett upp og rekur slíkt sjálfvirkt skjálftamælanet á Suðurlandi. Hægt er að tengja staðbundin mælanet kerfi Veðurstofunnar og láta hugbúnað þess kerfis staðsetja skjálftana. Raunvísindastofnun Háskólans hefur einnig langa reynslu í skjálftamælingum og tekið þátt í þeim tilraunum sem gerðar hafa verið hér á landi með könnun smáskjálfta á háhitasvæðum. Með samvinnu við þessa aðila má eflaust koma upp góðum skjálftamælinetum og hafa hugmyndir þar að lútandi verið reifaðar (Knútur Árnason, 1992).

5.6 Mælingar á suði

Til greina kemur að gera tilraunir með mælingar á suði í jarðhitakerfunum á svipaðan hátt og gert var í Öxarfirði (Rykounov o.fl. 1992). Við slíkar mælingar eru settir nokkuð margir hljóðnemar (um eða yfir 24) í reglulegt net á yfirborði. Merki frá nemunum er skráð samfellt í nokkurn tíma og með því að nota tímamun hljóðbylgnanna má ákvarða fjarlægð og stefnu í uppsprettu suðsins. Þessar mælingar eru til þess að gera einfaldar í framkvæmd og þær má jafnvel gera með jarðsveiflumælitækjum Orkustofnunar. Úrvinnslan er aftur á móti nokkuð vandasöm, en reynslu og hugbúnað má efalítið sækja til rússneska rannsóknarhópsins sem vann að rannsóknunum í Öxarfirði. Bakgrunnshávaði frá borholum á virkjuðum háhitasvæðum getur hugsanlega yfirgnæft suð í jarðhitageyminum sjálfum, en úr því fæst ekki skorið nema með tilraunamælingum.

VIÐAUKI: Sundurliðun á kostnaði

Eftirfarandi kostnaðartölur eru byggðar á gjaldskrá Orkustofnunar í nóvember 1992.

Fallmælingar

Miðað er við að sett verði upp mælinet með u.þ.b. 120 mælistöðvum og það taki þrjá menn 15 daga að fallmæla netið.

Uppsetn. fastm.	4 d x 13 t/d @ 2.500 kr/t	130.000	kr
Mælimaður	15 d x 13 t/d @ 2.100 kr/t	409.500	--
2 aðst. menn	2 x 15 d x 13 t/d @ 1.400 kr/t	546.000	--
Fæði	3 x 15 d @ 3850 kr/d	173.250	--
Bíll	15 d @ 10.865 kr/d	162.975	--
Mælitæki	15 d @ 6.300 kr/d	94.500	--
Úrvinnsla	75 t @ 2.500 kr/t	187.500	--
Samtals		1.703.725	kr

Þyngdarmælingar

Miðað er við að sett verði upp mælinet með u.þ.b. 120 mælistöðvum og það taki einn mann 15 daga að þyngdarmæla netið.

Mælimaður	15 d x 14 t/d @ 2.500 kr/t	525.000	kr
Fæði	15 d @ 3850 kr/d	57.750	--
Bíll	15 d @ 10.865 kr/d	162.975	--
Mælitæki	15 d @ 9.987 kr/d	149.805	--
Úrvinnsla	75 t @ 2.500 kr/t	187.500	--
Samtals		1.083.030	kr

Viðnámsmælingar

Gert er ráð fyrri að gerðar verði u.þ.b. 10 mælingar og að tveir menn geri að jafnaði 1.5 mælingar á dag. Kostnaður per mælingau er eftirfarandi:

Sérfræðingur	9 t/mæl. @ 2.500 kr/t	22.500	kr/mæl.
Rannsóknarmaður	9 t/mæl. @ 1.800 kr/t	16.200	--
Mælitæki	20.247 kr/mæl.	20.247	--
Bíll	2/3 d/mæl. @ 10.865 kr/d	7.243	--
Fæði	4/3 d/mæl. @ 3.850 kr/d	5.133	--
Úrvinnsla og túlkun	6 t/mæl. @ 2.500 kr/t	15.000	--
Samtals		86.323	kr/mæl.

Jarðsveiflumælingar

Gert er ráð fyrir að tveir sérfræðingar geri tilraunir með jarðsveiflumælingar og verkið taki tvo daga.

Sérfræðingar	2 x 2 d x 12 t/d @ 2.500 kr/t	120.000	kr
Mælitæki	2 d @ 36.445 kr/d	72.890	--
Bíll	2 d @ 10.865 kr/d	21.730	--
Fæði	2 x 2 d @ 3.850 kr/d	15.400	--
Úrvinnsla	20 t @ 2.500 kr/t	50.000	--
Samtals		280.020	kr

HEIMILDIR

- Allis, R.G. og Hunt, T.M., 1986: *Analysis of exploration-induced gravity changes at Wairakei Geothermal Field*. Geophysics, Vol. 51, No. 8, 1647-1660.
- Benedikt Steingrímsson, Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason 1992: *KRAFLA-VINNSLUEFTIRLIT, Borholumælingar 1991*. Orkustofnun, OS-92004/JHD-01 B, 41 s.
- Foulger, G.R., 1984: *Seismological Studies at the Hengill Geothermal Area, SW Iceland*. Doktorsritgerð við Háskólann í Durham, Englandi, 313 s.
- Grímur Björnsson, 1992: *Hugmyndalíkan að gufupúða í Svartsengi*. Orkustofnun, greinargerð, GrB-92/03, 7 s.
- Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1991: *Hiti og þrýstingur í jarðhitakerfinu í Svartsengi*. Orkustofnun, OS-91016/JHD-04, 69 s.
- Gunnar Þorbergsson og Guðmundur H. Vigfússon, 1990: *NESJAVALLAVEITA, Landmælingar á Nesjavöllum og Hengilssvæði 1982-1990*. Orkustofnun, OS-90046/VOD-07 B, 70 s.
- Hjálmar Eysteinnsson, Gunnar Þorbergsson og Ólafur G. Flóvenz, 1992: *Landhæðar- og þyngdarmælingar við Svartsengi og Reykjanes*. Orkustofnun, greinargerð, HE-GP-ÓGF-92/01, 11 s.
- Knútur Árnason, 1992: *Smáskjálftamælinet á háhitasvæðum í vinnslu*. Orkustofnun, greinargerð, KÁ-92/07, 8 s.
- Lúdvík S. Georgsson og Helga Tulinius, 1983: *Viðnámsmælingar á utanverðum Reykjaneskaga 1981 og 1982*. Orkustofnun, OS-83049/JHD-09, 70 s.
- Olhoeft, Garry R., 1981: *Electrical Properties of Granite With Implications for the Lower Crust*. Journal of Geophysical Research, Vol. 86, No. B2, 931-936.
- Rykounov, L.N., Shoubik, B.M., Kiselevich, V.L., Smimov, V.B. og Flóvenz, Ó.G., 1990: *Seismic noise studies in Öxarfjörður, N-Iceland. A preliminary report*. Orkustofnun, Reykjavík.
- Stark, M.A., 1990: *Imaging injected water in the Geysers reservoir using microearthquake data*. Geothermal Resources Council Transactions, Vol. 14, part II, 1697-1704.

SMÁSKJÁLFTAMÆLINET Á HÁHITASVÆÐUM Í VINNSLU

1. INNGANGUR

Hitaveita Suðurnesja og fleiri aðilar sem nýta háhitasvæði hérlendis hafa sýnt því áhuga að setja upp og þróa skjálftamælingakerfi til að fylgjast með skjálftavirkni í jarðhitakerfunum og nágrenni þeirra.

Þriðjudaginn 1. desember var haldinn fundur á Orkustofnun til að ræða hvernig best verði staðið að uppsetningu og rekstri slíks mælinets. Til fundarins mættu:

Ragnar Stefánsson,	Veðurstofu Íslands
Steinn Jakobsdóttir,	Veðurstofu Íslands
Reynir Böðvarsson,	Háskólanum í Uppsölum
Páll Einarsson,	Raunvísindastofnun Háskólans
Bryndís Brandsdóttir,	Raunvísindastofnun Háskólans
Ólafur G. Flóvenz,	Orkustofnun
Einar Kjartanson,	Orkustofnun
Knútur Árnason,	Orkustofnun

Eftirfarandi greinargerð byggir á þeirri umræðu sem fram fór á fundinum.

Hitaveita Suðurnesja hefur haft frumkvæði að umræðu um uppsetningu skjálftamælinets og því snerist umræðan á fundinum að verulegu leyti um hvernig best verði staðið að uppsetningu slíks mælikerfis í Svartsengi og Eldvörpum. Þó svo að umræðan hafi snúist að mestu um þessi svæði eiga þær hugmyndir að aðferðafræði, sem fundarmenn voru sammála um og lýst er hér að neðan, nokkuð almennt við. Það ber þó að taka fram að ekki er hægt, út frá skjálftavirkni eins háhitakerfis, að draga ályktanir um virkni annarra því reynsla hérlendis og erlendis hefur sýnt að skjálftavirkni jarðhitakerfa getur verið mjög mismunandi frá einu kerfi til annars og eins frá einum tíma til annars. Kerfi til slíkra mælinga, sem þróað væri út frá skjálftamælineti Veðurstofu Íslands á suðurlandi (SIL) og í samspili við aðrar rannsóknir í Svartsengi gæti hins vegar nýst víðar þar sem vinnsla jarðhita fer fram sem og ýmis konar önnur vinnsla hráefna og orku úr jörðu.

2. MARKMIÐ

Markmiðið með uppsetningu skjálftamælinetsins er að kanna áhrif jarðhitavinnslunnar á skjálftavirkni svæðisins og nota upplýsingar um tíðni, útbreiðslu og gerð skjálfta til að fylgjast með breytingum í jarðhitakerfinu sem vinnslan veldur. Þannig gæta t.d. fengist upplýsingar um hvar sprungumyndun vegna varmanáms á sér stað vegna niðurdælingar eða aðrennslis kalds vatns. Einnig geta beytingar í skjálftavirkni orðið vegna breytts vökvapryðings í holrými bergsins.

Til þess að fá þessar upplýsingar þarf að hanna skjálftamælinetið þannig að:

- 1 Það nemi og staðsetji skjálfta í jarðhitakerfinu og næsta nágrenni þess. Skjálftar sem rekja má til jarðhitavirkni og nýtingar jarðhitavökva eru yfirleitt litlir. Netið þarf því að geta numið skjálfta að stærð $M=0$ eða minni, jafnvel niður í $M=-2$. Stærð skjálfta er háð eiginleikum jarðhitakerfisins og því er ekki hægt að skilgreina nein algild stærðarmörk sem netið þarf að geta numið heldur byggja á reynslu á hverju tilteknu svæði. Til þess að nota megi skjálftavirkni til að fylgjast með viðbrögðum jarðhitakerfisins við vinnslu þarf að staðsetja skjálfta með mikilli nákvæmni. Helst þarf að vera hægt að staðsetja skjálfta innan kubbs sem er um 100 m á kant í láréttum þverskurði og um 200 m á hæð.
- 2 Það geti skilgreint brotlausnir fyrir skjálfta. Hægt þarf að vera að greina milli skjálfta vegna hreyfinga á sprunguflötum og bresta vegna samdráttar bergs við kælingu eða samþjöppunar vegna minnkandi vökvaprýstings. Við niðurdælingu geta ennfremur orðið brestir við myndun sprungna vegna aukins vökvaprýstings.

Lækkun vökvaprýstings vegna niðurdráttar, veldur því að porur og sprungur falla saman að hluta. Í Svartsengi hefur land sígið af þessum sökum um allt að 13 cm á 12 ára tímabili. Við það að porur falla saman að hluta eykst S- og P-bylgjuhraði bergsins. Ef vökvaprýstingur fellur niður fyrir suðumark við ríkjandi hitastig fer vatnið að sjóða og mynda gufupúða. Við það að porur bergsins fyllast gufu í stað vatns lækkar P-bylgjuhraðinn. Í Svartsengi hefur slíkur gufupúði myndast og einnig í Hvíthólakerfinu á Kröflusvæði. Með því að sprengja með reglulegu millibili á fyrirfram ákveðnum stöðum í námunda við jarðhitasvæðið og láta skjálftamælikerfið nema skjálfta frá sprengingunum má fylgjast með breytingum í hljóðhraða með tíma. Nauðsynlegt er að kanna reglulega slíkar hraðabreytingar því breytingar á hljóðhraða valda kerfisbundnum skekkjum í staðsetningu skjálfta. Til þess að fá upplýsingar um breytingar í hljóðhraða í meiri smáatriðum má samtímis sprengingum nota fjölrása jarðsveiflumælitæki og hafa hugmyndir þar að lútandi verið settar fram í greinargerð Orkustofnunar um notkun yfirborðsjarðeðlifræðiaðferða á háhitasvæðum í vinnslu.

Ragnar Stefánsson benti ennfremur á að með þéttu neti skjálftamæla mætti greina klofnun S-bylgna, en hún getur gefið upplýsingar um ríkjandi stefnu sprungna. Slíkar upplýsingar væru mikils virði til almenns skilnings á vatnafræði jarðhitakerfisins og til að meta viðbrögð þess við vinnslu.

3. HÖNNUN OG UPBYGGING MÆLANETS

Vegna þess hve skjálftavirkni háhitakerfa getur verið mismunandi, þarf að meta hana áður en fast skjálftamælinet er skipulagt og sett upp. Fá þarf upplýsingar um tíðni, stærð og dreifingu skjálfta þannig að hægt sé að meta hversu marga skjálftamæla þarf til að vakta svæðið og hvar þeim verði best fyrir komið. Fundarmenn voru sammála um að ef sett yrði upp varanleg mælinet í Svartsengi væri heppilegast að tengja það við sjálfvirkt skjálftamælineti Veðurstofunnar á Suðurlandi (SIL) og nota sambærilega nema og tölvubúnað.

Fundarmenn töldu að ef stefnt skuli að uppsetningu skjálftamælanets í Svartsengi væri skynsamlegast að vinna það verk í áföngum. Hverjum áfanga er ætlað að gefa vel skilgreindar upplýsingar og á grundvelli þeirra yrði tekin ákvörðun um framhald verksins. Eftirfarandi áfangaskipting er talin heppileg:

1. Sett verði upp net færanlegra skjálftamæla og skjálftavirkni á svæðinu skráð í um 4 vikur. Tilgangur þessa verkþáttar er að fá upplýsingar um viðvarandi skjálftavirkni svæðisins. Út frá þeim upplýsingum ætti að vera hægt að gera sér hugmyndir um hvar best verði að koma fyrir varanlegum skjálftamælum og hversu marga þurfi til. Það er þó ekki við því að búast að í þessum áfanga fengist fullnægjandi yfirlit yfir virknina því skjálftavirkni er oft í hrinum og því þarf trúlega lengri skráningu til að meta umfang nauðsynlegs mælinets. Í þessum áfanga yrðu notaðir 7 færanlegir skjálftamælar í eigu Raunvísindastofnunar Háskólans og Norrænu Eldfjallastöðvarinnar. Lauslega áætlað má gera ráð fyrir að úrvinnsla gagna úr þessum þætti tæki 1.5 mannmánuði og heildarkostnaður yrði um 2.6 Mkr.
2. Á grundvelli gagna úr fyrsta áfanga yrði síðan settar upp 3 SIL-stöðvar. Ein stöð yrði í Svartsengi og hinar tvær t.d. í Höfnum og Vogum. Þessar 3 stöðvar mundu ásamt jarðskjálftastöðinni sem Veðurstofan rekur í Krísuvík mynda sjálfstætt net innan SIL kerfisins. Með þessu neti yrði skjálftavirkni svæðisins könnuð í um eitt ár. Sjálfvirk úrvinnsla SIL kerfisins skilar samstundis niðurstöðum úr þessu neti og öðrum stöðvum í SIL kerfinu eftir því sem við á. Með daglegu eftirliti sérfræðings fást endurbættar staðsetningar skjálfta og brotlausnir. Rekstur netsins í miðstöð SIL kerfisins, úrvinnsla og framsetning gagna verður u.þ.b. hálf starf í höndum sérfræðings og tæknimanns. Með þessu neti ætti að fást gott yfirlit yfir virkni svæðisins það ár sem það verður rekið. Þess ber þó að geta að búast má við að virknin sé ekki jafndreifð í tíma heldur í hrinum. Eftir árið ætti þó að vera ljósara hvar vantar fastastöðvar til að geta staðsett skjálfta með nægjanlegri nákvæmni og skilgreint brotlausnir þeirra. Ef skjálftavirknin fer mikið yfir 10 skjálfta á dag er gert ráð fyrir að mæligögn frá hverri mælistöð verði skráð á segulband til að spara símakostnað og til að varðveita gögn sem gætu orðið mikilvæg við frekari úrvinnslu. Stofnkostnaður við hverja SIL-stöð er metinn á rúmlega 1.6 Mkr og heildarkostnaður þessa áfanga er metinn upp á tæpar 11 Mkr.
3. Að loknum öðrum áfanga ætti að vera fengin haldgóð vitneskja um tíðni og stærð skjálfta og allgóð afsæð staðsetning þeirra. Til að auka nákvæmni í staðsetningu þarf hinsvegar að fá hugmynd um hljóðhraðadreifingu í jarðhitakerfinu og nágrenni þess. Þær upplýsingar má fá með því að setja færanlegu skjálftamælana aftur upp tímabundið. Auk þess að nema sjálfta í jarðhitakerfinu verði sprengt á nokkrum stöðum á og umhverfis svæðið og skjálftar frá sprengingunum skráðir á a.m.k. 10 mælum. Ef niðurstöður úr öðrum áfanga gefa tilefni til að bætt verði við varanlegum stöðvum þá yrði í þessum áfanga jafnframt leitast við að finna heppilega staði fyrir fleiri SIL-stöðvar. Erfitt er að gefa kostnaðartölur fyrir þennan áfanga því óljóst er hversu lengi færanlegu mælarnir verði hafðir uppi og hvert umfang verður á úrvinnslu gagna. Ef gert er ráð fyrir að færanlegu mælarnir verði hafðir uppi í 4-6 vikur og úrvinnsla gagna taki um 2

mannmánuði verður kostnaður, mjög lauslega áætlaður, um 3.9 Mkr.

- 4 Að loknum öðrum og þriðja áfanga verði síðan tekin ákvörðun um hvort og þá hversu mörgum varanlegum mælum verði bætt við og þeim komið upp. Þó svo skjálftamælikerfið verði tengt sjálfvirka kerfi Veðurstofunnar verður að gera ráð fyrir því að auk reksturs mælanna verði að sinna úrvinnslu gagna umfram það sem gert er í almenna kerfi Veðurstofunnar. Mjög lauslega má áætla að það sé um hálf starf fyrir einn mann. Ef gert er ráð fyrir að bætt verði við a.m.k. 2 SIL-mælum verður viðbótarstofnkostnaður a.m.k. 5.5 Mkr og rekstrarkostnaður um 5 Mkr á ári.

Vera má að afloknum öðrum áfanga liggi nokkuð ljóst fyrir hvar bæta þarf við fastastöðvum í mælinetið. Ef sú verður raunin er eðlilegast að þær verði settar upp um leið og farið verður í þriðja áfnang þ.e.a.s. að 3.og 4. áfangi verði sameinaðir.

Þær kostnaðartölur sem hér hafa verið settar fram eru sundurliðaðar hér á eftir. Á þessu stigi málsins er erfitt að meta kostnað í smátriðum þannig að ekki ber að líta á þessar tölur sem kostnaðaráætlun heldur einungis hugmyndir um stærðargráðu kostnaðar.

4. SUNDURLIÐUN Á KOSTNAÐI*

Eftirfarandi er lauslegt mat á kostnaði þeirra fjögurra verkþátta sem raktir eru hér að framan.

1. áfangi

Gert er ráð fyrir að komið verði fyrir 7 færanlegum skjálftamælum og skráðir skjálftar í 28 daga. Ennfremur er gert ráð fyrir 6 vikna vinnu við úrvinnslu gagna.

Skjálftamælar	7 x 28 d @ 2.000 kr/d	292.000	kr
Vinna við gagnasöfnun	28 d x 10 t/d @ 2.500 kr/t	700.000	--
Bíll	28 d @ 10.865 kr/d	304.220	--
Fæði	28 d @ 3.850 kr/d	107.800	--
Úrvinnsla gagna	300 t @ 2.500 kr/t	750.000	--
Tölvukostnaður	10% af 750.000	75.000	--
		2.329.020	--
Ófyrirséð	10%	232.902	--
Samtals		2.561.922	kr

2. áfangi

Gert er ráð fyrir að settar verði upp 3 SIL-stöðvar og þær reknar í eitt ár. Ennfremur er gert ráð fyrir að rekstur og úrvinnsla gagna krefjist hálfmannárs.

Stofnkostnaður 3 SIL-stöðva	3 st. @ 1.609.000 kr/st.	4.827.000	kr
Hugbúnaður		2.000.000	--
Rekstur (símakostn., eftirl o.f.l.)	3 st. @ 376.700 kr/st	1.130.100	--
Vinna	1100 t @ 2.500 kr/t	2.750.000	--
Tölvukostnaður	10% af 2.750.000	275.000	--
Samtals		10.982.100	kr

Hér er gert ráð fyrir kostnaði vegna afnota af hugbúnaði og þróunarstarfsemi sem unnin hefur verið fyrir SIL-kerfið upp á 2.000.000 kr, sem er um 10% af þróunarkostnaði kerfisins. Ekki er gert ráð fyrir kostnaði vegna afnota af SIL-miðstöðinni á Veðurstofunni að undanskyldu því sem kemur fram í tölunni 10% af vinnukostnaði. Stofn- og rekstrarkostnaður SIL-stöðvar er sundurliðaður nánar í viðauka hér á eftir.

3. áfangi

Gert er ráð fyrir að komið verði fyrir 7 færanlegum skjálftamælum og skráðir skjálftar í 35 daga. Ennfremur er gert ráð fyrir að sprengt verði á nokkrum stöðum umhverfis jarðhitasvæðið og að úrvinnsla gagna sé 8 vikna vinna.

Skjálftamælar	7 x 35 d @ 2.000 kr/d	490.000	kr
Vinna við gagnasöfnun	35 d x 10 t/d @ 2.500 kr/t	875.000	--
Vinna við sprengingar	100 t @ 2.500 kr/t	250.000	--
Annar kostn. v. Sprengingar		250.000	--
Bílar	40 d @ 10.865 kr/d	434.600	--
Fæði	45 d @ 3.850 kr/d	173.250	--
Úrvinnsla gagna	400 t @ 2.500 kr/t	1.000.000	--
Tölvukostnaður	10% af 1.000.000	100.000	--
		3.572.850	--
Ófyrirséð	10%	357.285	--
Samtals		3.930.135	kr

4. áfangi

Gert er ráð fyrir að settar verði upp 2 SIL-stöðvar til viðbótar.

Stofnkostnaður, 2 SIL-st.	2 st. @ 1.609.000 kr/st.	3.218.000	kr
Hugbúnaður		2.000.000	--
Ófyrirséð	10%	321.800	--
Samtals		5.539.800	kr

Gert ráð fyrir að árlegur rekstur og úrvinnsla gagna krefjist hálfis mannaárs.

Rekstur (símakostn., eftirl o.f.l.)	5 st. @ 376.700 kr/st	1.883.500	kr/ári
Vinna	1100 t/ári @ 2.500 kr/t	2.750.000	--
		4.633.500	--
Ófyrirséð	10%	463.350	--
Samtals		5.096.850	kr/ári

5. VIÐAUKI Sundurliðun á stofn- og rekstrarkostnaði SIL-stöðvar

Stofnkostnaður SIL stöðvar

Stofnkostnaður við að setja upp SIL stöð nálægt Svartsegni er sem segir hér á eftir. Fert er ráð fyrri því eins og við aðrar SIL stöðvar að nema og A-D breytu sé komið fyrir þar til hönnuðu "jarðhýsi" í um 500 metra frá umferð og athafnasemi, en tölvu sé komið fyrir í hýbýlum þar sem aðgangur er að rafmagni og venjulegri símalínu.

Kostnaður við stöpul jarðhýsi og signal leiðslu (ath sundurl.)		450.000 kr
3-ása nemi Lennartz 5.000 DM	m. vsk.	247.000 kr
A-D breyta og millisekúndu klukka 5.000\$		388.000 kr
Tölva AT 386dx/40 4MB 200MBdiskur, segulband		200.000 kr
x25 kort Netcom II/R15 Softw. Group		129.000 kr
IO kort COM/4i-422		54.000 kr
Stofnkostnaður símasambands með mótalði		46.000 kr
Varaafstöð		45.000 kr
Husgögn, tengibox, smáhlutir		50.000 kr
Samtals stofnkostnaður á einni SIL stöð með VSK		1.609.000

Sundurliðun á kostnaði við stöpul, jarðhýsi, leiðslu, o.s.frv.

Efni	160.000
Aðkeypt vélav.	75.000
Vinna 74 klst@2500	185.000
Fæðisp. 5 @ 3500	17.500
Bifr. kostn. 4 f 100km	12.000
Samtals	449.500 kr

Rekstur á SIL stöð

Póstur og sími, ársfjórðungsgjöld	
x25 lína	14.498
fjölrl	180
fasttengd lína	7.868
1/3 lína 9600 á Veð.	13.750
gagnamagn 1000 fasar á dag	4.320
bylgjugögn 10 skj. á dag	6.075

Samtals / ársfjórðung /SIL stöð 46.691

Samtals / ár / SIL stöð 186.764 kr

Húsnæði á svæðinu og rafmagn	50.000 á ári
Eftirlitsmaður á svæðinu	50.000 á ári
Viðhaldskostn. 5% af stofnk. stöðvar	80.000 á ári
Segulbönd, pappír og smáhlutir	10.000 á ári

Rekstrarkostnaður á SIL stöð á ári, samtals 376.764 kr

VIÐAUKI 4

Fundargerðir

FUNDUR UM UMHVERFISRANNSÓKNIR MEÐ HITAVEITU SUÐURNESJA

Fundurinn var haldinn í fundarherbergi Orkustofnunar og til hans mættu Ingólfur Aðalsteinsson og Albert Albertsson frá hitaveitunni, og GP/HK/SP/ETE frá OS.

1. GP kynnti áform OS að umhverfisverkefni, sem áætlað er að taki allt að þremur árum og verði unnið sem samstarfsverkefni OS og þriggja stærstu orkufyrirtækja landsins, þ.e. Hitav. Suðurn., Hitav. Reykjav. og Landsvirkjunar. Fjárlagafrumvarpið fyrir árið 1992, sem nú liggur fyrir Alþingi, gerir ráð fyrir sérstakri fjárhæð af almennum fjárveitingum til OS og mótfamlagi frá orkufyrirtækjum til þessa verkefnis, þ.e. 2,2 Mkr frá OS og 5,9 Mkr frá fyrirtækjunum. Eins afhenti hann IA greinargerð til kynningar á öðru samstarfsverkefni ætlað sömu aðilum, sem áformað er að fjármagna eftir svipuðu munstri. Þetta síðara rannsóknarverkefni snýst um virkjun jarðhita til raforkuframleiðslu. Jafnframt þessu óskaði GP eftir öðrum kynningarfundum með HS um síðara verkefnið.

GP skýrði síðan frá hugmyndum OS um stjórnun verkefnisins. Þær eru á þann veg að á vegum OS verði þriggja manna verkefnisstjórn, skipuð HK/ETE og Hákonni Aðalsteinsyni. HK verði verkefnisstjóri. Auk þess verði stofnuð samráðsnefnd, skipuð verkefnisstjóra OS og einum fulltrúa frá hverju orkufyrirtæki, er hafi það hlutverk að fylgjast með framgangi verksins og verða verkefnisstjóra til fulltingis. Stefnt er að einum rannsóknarfundum milli samstarfsaðila um verkið í heild.

GP fól síðan HK að útskýra verkefnið frekar. Í máli HK kom fram að umhverfisrannsóknin væri annars vegar hugsuð til samantektar á stöðu umhverfismála hjá hverju hinna þriggja fyrirtækja fyrir sig og hins vegar til að gera rannsóknir á einstökum þáttum umhverfisvarna, eins og förgun affallsvatns með niðurdælingu og eyðingu mengandi affallsgass (H_2S) svo dæmi séu nefnd. Lagt er til að verkið verði unnið í þremur þáttum:

- a) U.þ.b. þriggja mánaða forathugun á þeim gögnum, sem til eru, er myndi leiða til nákvæmara mats á umfangi og kostnaði við verkið.
 - b) Gerð úttektarskýrslu, er byggist á fyrirbyggjandi og eftir þörfum á nýjum gögnum. Gert er ráð fyrir að hún taki u.þ.b. þrjú ár.
 - c) Samhliða verði unnið að sérstökum rannsóknum sem tengjast þörfum samstarfsaðila fyrir umhverfisvarnir.
2. Málín voru rædd vítt og breitt og þá ekki síst fjármögnun þeirra, og hver áhrif verkefnið gæti haft á árlegan heildarkostnað veitunnar af rannsóknum.
 3. Samþykkt var að næsta skrefið í málinu yrði að HK/SP og AA kæmu saman og ynnu nákvæmari skilgreiningu og sundurliðun á verkinu og kostnaði við það. Eins voru fundarmenn sammála um að æskilegt væri að kynna verkefnið í Umhverfisráðuneytinu og fá þaðan tilnefningu í samráðsnefndina.

Fleira var ekki rætt og fundi slitið.



E.T. Elíasson, OS - JHD

Fundur í samvinnuverkefni Landsvirkjunar og Orkustofnunar
um rannsókn áhrifa jarðhitavinnslu á umhverfið.

Fundur haldinn 3. desember 1991 á Orkustofnun, Grensásvegi 9.

Fundinn sátu: Af hálfu Landsvirkjunar Knútur Otterstedt, Gísli Júlíusson og Þór Þorbergsson og af hálfu Orkustofnunar Guðmundur Pálmason, Einar Tjörvi Eliásson, Hrefna Kristmannsdóttir og Ásgrímur Guðmundsson.

Athuga ber að hér er um að ræða frásögn af fundi sem skráð er tæpum tveimur mánuðum eftir að hann var haldinn, en byggir á minnispunktum frá fundinum.

GP setti fundinn og kynnti verkefnið, sem er áætlað að standi yfir í þrjú ár og nái fyrst og fremst yfir athuganir á háhitasvæðum. Um er að ræða umhverfisúttekt á hverju virkjunarsvæði og auk þess sérverk sem að hluta til verða unnin sameiginlega of öllum virkjunaraðilum háhitasvæða. Heildarkostnaður á árinu er áætlaður 8,1 MKr, sem skiptist þannig að framlag OS verði 2,2 MKr og orkufyrirtækjanna 5,9 MKr. Af hálfu Orkustofnunar verður Hrefna Kristmannsdóttir verkefnisstjóri, en með henni starfa Einar Tjörvi Eliásson, Hákon Aðalsteinsson og Ásgrímur Guðmundsson. Ef Umhverfismálaráðuneytið vill, þá stendur því til boða að hafa einn fulltrúa.

HK kynnti meginþætti verkefnissins en þeir eru:

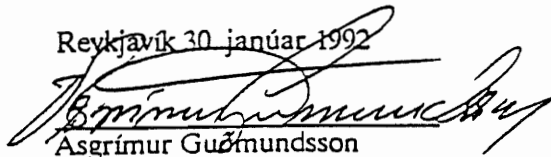
- LOFTMENGUN
 - (i) Gasmengun
 - (ii) Varmamengun
 - (iii) Efnamengun
- GRUNNVATNSMENGUN
- EÐLISBREYTINGAR
- ÚTLITSBREYTINGAR
- HÁVAÐAMENGUN

Í framhaldi nefndi HK að fyrst þyrfti að vinna forverk þar sem væri verk- og kostnaðaráætlun og nánari skilgreining sérverka. Gert væri ráð fyrir að það verkefni tæki um þrjú mánuði.

GP nefndi að hlutur samstarfsaðila þarf ekki eingöngu að vera fjárframlög heldur getur hann einnig verið í formi vinnu.

Í fundarlok voru almennar umræður um verkefnið og voru allir sammála um að taka verði sem fyrst ákvörðun um forverkefnisvinnu.

Reykjavík 30. janúar 1992



Ásgrímur Guðmundsson

Sent til:

Einars Tjörva Eliássonar, Gísla Júlíussonar, Guðmundar Pálmasonar
Hrefnu Kristmannsdóttur, Knúts Otterstedts og Þórs Þorbergssonar

**Fundur í samvinnuverkefni Landsvirkjunar og Orkustofnunar
um nýtingu háhita til raforkuframleiðslu.**

Fundur haldinn miðvikudaginn 8. janúar 1992 hjá Landsvirkjun, Háaleitisbraut

Fundinn sátu: Af hálfu Landsvirkjunar Agnar Olsen og Knútur Otterstedt, af hálfu VGK Runólfur Maaack og af hálfu Orkustofnunar Guðmundur Pálmason, Einar Tjörvi Elíasson, Valgarður Sigurðsson og Ásgrímur Guðmundsson.

Fundur hófst kl 15.

VS hafði framsögu á fundinum með kynningu á meginþáttum þessa átaksverkefnis og lagði fram minnisblað, sem dreift var til fundarmanna. Yfirskrift minnisblaðsins var "Jarðhiti til raforkuframleiðslu". Þar var lagt til að þessu átaksverkefni um rannsókn háhita til raforkuframleiðslu verði skipt í fjóra meginverkpætti:

1. Úttekt á orkuverði og hagkvæmni 10 - 20 MW jarðgufuvirkjana.
2. Átak í yfirborðsrannsóknum og frumrannsóknum á háhitasvæðum.
3. Kerfisbundnar rannsóknarboranir á háhitasvæðum.
4. Átak í þróun aðferða og tækni til að meta forðafræðilega eiginleika háhitasvæða.

Tillaga um nánari sundurliðun verkpátta fylgdi með.

AO spurðist fyrir um eignarrétt á ummræddum jarðhitasvæðum og svaraði VS því eins og hann taldi að vitað væri um. Síðan varpaði VS fram þeirri spurningu, hvað Landsvirkjun hefði áhuga fyrir að vinna með Orkustofnun.

KO benti á að byrjað væri að vinna á Bjarnarflagssvæðinu og búið væri að fá heimild frá Landsvirkjun til að gera þar hagkvæmnisathugun, sem verkfræðistofa Guðmundar og Kristján's (VGK) hefur þegar gert tilboð í. Því væri spurningin hvernig samvinnan kæmi til að vera við OS í þessu tiltekna verki og þá um leið hversu stór hluti fjárveitingarinnar gæti farið í það verk.

GP gerði grein fyrir því að fjárveitingin í verkefnið á árinu gæti verið um 5,8 MKr eftir niðurskurð en ekki væri enn hægt að staðfesta ákveðna tölu. Ennfremur benti hann á að tveir aðrir samstarfsaðilar, þ.e. Hitaveita Reykjavíkur og Hitaveita Suðurnesja, yrðu væntanlega með í þessu átaksverkefni sem fjárveitingin er ætluð í.

VS lagði fram línurit þar sem sýndur var kostnaður á byggingu 20 MW jarðgufustöðvar með ítalskar lírur/kwh á Y-ásnum og boraða metra á X-ásnum, en tekin voru þrjú tilfelli þ.e. borun 10, 20 og þrjátíu hola. Þar kom fram að fastur kostnaður var í öllum tilfellum sá sami eða þar sem ferlarnir skera Y-ásinn (20 itl/kwh). RM benti á að fastur kostnaður gæti verið mjög breytilegur, þegar horft væri til samnýtingar. Einnig spunnust umræður um staðsetningu með tilliti til byggðar, vegaframkvæmda og annarra raforkumannvirkja. VS gerði grein fyrir því að ekki væri nauðsynlegt að vita nákvæmlega um stærð svæðisins í byrjun, heldur hvernig svæðið bregðist við 20 MW keyrslu í ákveðinn tíma.

AO spurði af hverju eingöngu væri rætt um 20 MW einingu. VS gerði grein fyrir því og ETE benti einnig á að þetta væri stæsta módular eining sem framleidd væri nú. RM kvaðst hafa velt fyrir sér öðrum stærðum og að hann ætti von á upplýsingum von bráðar frá Japan um 10 MW einingar. Í umræðum í framhaldi af þessu kom það einnig fram að einn þáttur í samstarfinu væri að finna hagkvæmustu einingarnar.

Í umræðum um kostnað á árinu og hvaða áherslu ætti að leggja á hina ýmsa verkþætti innan verkefnisins, benti GP á að rannsóknir á lítt könnuðum svæðum gætu tekið langan tíma og þarf að hafa það í huga við skipulagningu undirbúningsvinnu. ÁsG benti á í sambandi við Bjarnarflag að æskilegt væri að yfirfara eldri rannsóknir á svæðinu og skoða þær í ljósi nýrra mæliaðferða.

KO spurðist fyrir hvort ekki þurfi að gera samning um verktilhögun. ETE taldi möguleika á nokkrum útfærslum á samningsgerð sem hann ræddi síðan nánar. KO og AO töldu eðlilegast að gerður væri sérsamningur við hvern samstarfsaðila, þ.e. LV, HR og HS. Einnig óskuðu þeir eftir sérsamning um Bjarnaflag. Í framhaldi af því spurðist GP fyrir um hvort LV væri því samþykkt að Orkustofnun og VGK vinni saman við hagkvæmnisáætlanir og var svarið við því klárt já.

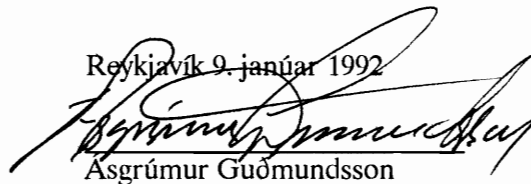
AO óskaði eftir ýmsum upplýsingum um jarðhitasvæði, þar sem Landsvirkjun hafi lítið verið inn í slíkum málum þó með þeim undantekningum sem eru Bjarnarflag og Krafla. Þar mundi koma fram m.a.:

- Hvar eru svæðin (sýnd á korti).
 - Hver er eigandi svæðanna.
 - Hver á nýtingarétt á svæðunum.
 - Á hvaða stigi eru rannsóknir eða vinnsluathuganir.
- o.s. frv.

Samþykkt var að Orkustofnun gengi frá tillögum um verkáætlun og samningsdrögum þegar fyrir liggja viðbrögð HR og HS. Það verður síðan lagt fyrir næsta fund, en ákveðið var að hittast aftur á sama tíma og sama stað eftir hálfan mánuð eða miðvikudaginn 22. janúar .

Fundi var slitið kl. 16:10.

Reykjavík 9. janúar 1992



Ásgrímur Guðmundsson

Sent til:

Agnars Olsens
Einars Tjörva Elíassonar
Guðmundar Pálmasonar
Knúts Otterstedts
Runólfs Maacks
Valgarós Stefánssonar

**Fundur í samvinnuverkefni Landsvirkjunar og Orkustofnunar
um rannsókn áhrifa jarðhitavinnslu á umhverfið.**

Fundur haldinn miðvikudaginn 23. janúar 1992 á Orkustofnun, Gensásvegi 9.

Fundinn sátu: Af hálfu Landsvirkjunar Knútur Otterstedt, Gísli Júlíusson og Þór Þorbergsson og af hálfu Orkustofnunar, Einar Tjörvi Elíasson, Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór Ármannsson og Ásgrímur Guðmundsson.

Fundur hófst kl 14.

ETE lagði fram drög af samstarfssamning um rannsókn áhrifa jarðhitavinnslu á umhverfið nr. 760100 - 1992.

HK lagði fram fram greinargerðina "UMHVERFISVERKEFNI - KRAFLA OG NÁMA-FJALL - SÉRVERK 1992" (HÁ-92/01).

Það eru sérverk, sem er hugsað að verði unnin samhliða forverkswinnu á árinu 1992. Þessi sérverk eru tekin út, þar sem talið er áriðandi að byrja á þeim sem fyrst. Einn liður í forverkswinnu er skilgreining sérverkafna fyrir árin 1992 - 1994. Peningahlið framlagðra sérverkafna var metin og bent á að eftir eigi að ákveða kostnaðarskiptingu.

Forverkið var kynnt á síðasta fundi og eftir hann ræddi KO við Halldór Jónatansson forstjóra Landsvirkjunar. Forstjórinn var því samþykktur að Landsvirkjun tæki til að byrja með þátt í undirbúningsvinnu umhverfisverkefnisins (forverkinu), en kostnaður við það var áætlaður 1,5 MKr og þar af hlutur Landsvirkjunar 0,6 MKr. Forverkið verður unnið á sambærilegan hátt hjá öllum samstarfsaðilum. Einhver misskilningur var eftir síðasta fund. LV stóð í þeirri meiningu að vinnuáætlun um forverk ætti að liggja fyrir nú, en OS lagði þess í stað fram tillögur um sérverk.

GJ vildi hafa það á hreinu að stefna yrði mótuð með ársáætlun, þar sem forverkið yrði unnið og síðan önnur verk sem það leiddi af sér og aðilar væru sammála um. Þannig bættust ekki við óvænt verkefni og þá um leið viðbótar kostnaður.

HK gerði grein fyrir stöðu í viðræðum við aðra samstarfsaðila.

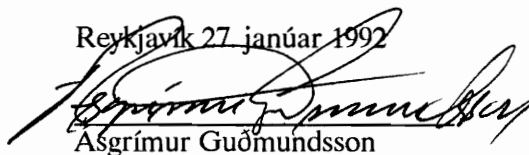
KO spurði hvort ekki væri hægt að taka saman verkþætti í svipuðum dúr og gert var í raforkuverkefninu. Þar kæmi fram hvað er sameiginlegt hjá samstarfsaðilum og hver verði sérverkefni. HK og ETE lýstu sig sammála þessu. KO lagði einnig til að samningsdrögin verði þannig í lokafrágangi að einn almennur samningur verði gerður og síðan samningar um sérverkefni. HK og ETE gerðu grein fyrir þeim drögum af samstarfssamning, sem lögð voru fram í upphafi fundar. Þar kom helst fram að formið virkaði eins og viljayfirlýsing, sem auðveldar og gerir umsóknir um fjármagn aðgengilegri.

ETE spurði hvort Landsvirkjunarmenn væru nú með einhverjar hugmyndir um verkið. KO sagðist hafa átt von á að taka á móti tillögum en undirbjó sig ekki með tillögugerð. Í framhaldi

af þessu voru umræður um hvers eðlis forverkið ætti að vera. Niðurstöður af þeim umræðum voru þær að forverkið væri einhvers konar beinagrind, sem hlaðið væri síðan utan á. Fram kom að á kynningarfundum (og í kynningargreinargerð) hefðu verið tekin saman helstu atriði, sem umhverfisathugun næði yfir, og að forverkið væri eins konar forathugun að slíkri úttekt. Ákveðið var í lokin að senda út greinargerð með vinnuáætun fyrir forverk og sérverk á árinu 1992 ásamt fundargerðum til allra aðila og hittast eftir tæpan hálfan mánuð, eða miðvikudaginn 5. febrúar kl. 14 á sama stað.

Fundi var slitið kl. 15.

Reykjavík 27. janúar 1992



Ásgrímur Guðmundsson

Sent til:

Einars Tjörva Elíassonar
Gísli Júlíussonar
Halldórs Ármannssonar
Hrefnu Kristmannsdóttur
Knúts Otterstedts
Þórs Þorbergssonar

FUNDARGERÐ

Hrefna Kristmannsdóttir

Reykjavík 5.2, 1992

FUNDUR UM UMHVERFISRANNSÓKNIR MEÐ HITAVEITU REYKJAVÍKUR

Fundurinn var haldinn þann 22. Nóvember 1991 í fundarsal Hitaveitu Reykjavíkur. Mættir voru Gunnar Kristinsson, Einar Gunnlaugsson og Gestur Gíslason frá Hitaveitunni og Guðmundur Pálmason, Einar Tjörvi Elíasson, Benedikt Steingrímsson og Hrefna Kristmannsdóttir frá Orkustofnun.

Guðmundur hafði almennan inngang um áform Orkustofnunar um umhverfisverkefni, sem skilgreint er til þriggja ára og er áætlað að verði samstarfsverkefni við þrjá stærstu aðilana, sem nýta háhitasvæði nú í dag: Hitaveitu Reykjavíkur, Hitaveitu Suðurnesja og Landsvirkjun. Í fjárlagafrumvarpi 1992 er gert ráð fyrir 2,2 m kr sérframlagi til þessa verkefnis gegn 5,9 m kr mótframlagi frá virkjunaraðilunum. Einnig er gert ráð fyrir að Orkustofnun leggi fram eitthvert fé af almennri fjárveitingu til stofnunarinnar. Einnig skýrði Guðmundur frá hugmyndum Orkustofnunar um stjórnun verksins. Stefnt er að því að gera einn rannsókn milli allra aðila um verkið og síðan verði gengið frá samkomulagi um verkþætti á hverju ári. Hrefna Kristmannsdóttir verður verkefnisstjóri að hálfu Orkustofnunar og á Orkustofnun er þriggja manna vinnuhópur starfandi, skipuð auk Hrefnu Einari Tjörva Elíassyni og Hákonni Aðalsteinssyni. Auk þess verði starfandi samráðsnefnd skipuð verkefnisstjóra OS og einum fulltrúa frá hverju orkufyrirtæki. Samráðsnefndin mun hafa það hlutverk að fylgjast meðframgangi verksins og vera verkefnisstjóra til fulltingis.

Hrefna reifaði síðan markmið verksins, en fyrir fundinn hafði verið send út greinargerð með kynningu á verkinu. Kom fram að markmið verksins væri annars vegar að gera úttekt á stöðu umhverfismála á hverju virkjunarsvæði og hins vegar að vinna sameiginlega að rannsókn ýmissa þátta er varða umhverfisvarnir við nýtingu háhitasvæða eins og t.d. niðurdælingu og förgun affallsvatns og eyðingu gass úr jarðhitagufu. Lagt er til að fyrsta stig í gerð umhverfisúttektar verði tímabundið forverk, sem taki um 3 mánuði og ljúki með gerð nákvæmrar verk- og kostnaðaráætlunar um umhverfisúttekt og tillögum um sérrannsóknir á næstu 2-3 árum. Unnið verði að umhverfisúttekt á næstu þrem árum, samhliða sérrannsóknum.

Talsvert var rætt fram og til baka um verkefnið, hvernig staðan væri hjá Hitaveitunni í umhverfismálum og hugsanlegar sérrannsóknir. Gunnar Kristinsson lýsti yfir að Hitaveitan væri mjög jákvæð gangnvarf verkefninu og hann teldi sjálfsagt að taka þátt í því. Tilnefndi hann Einar og Gest í undirbúningsnefnd til að koma verkinu af stað.

Fundi var slitið eftir um klukkustundar umræður og ákveðið að Hrefna , Benedikt Einar og Gestur hittust fljótlega eftir áramót.

Hrefna Kristmannsdóttir

FUNDARGERÐ

Hrefna Kristmannsdóttir

Reykjavík 5.2, 1992

FUNDUR UM UMHVERFISRANNSÓKNIR MEÐ HITAVEITU REYKJAVÍKUR

Fundurinn var haldinn 22.1, 1992 í fundarherbergi 2 á Orkustofnun og til hans mættu Einar Gunnlaugsson og Gestur Gíslason frá Hitaveitu Reykjavíkur og Hrefna Kristmannsdóttir og Benedikt Steingrímsson frá Orkustofnun.

Á dagskrá var umræða um samstarfsverk um umhverfisáhrif jarðhitanýtingar, einkum þau verk sem unnt er að vinna á árinu 1992.

1. Orkustofnun hefur gert tillögu um að sem fyrsta stig í gerð umhverfisúttektar fyrir hvert svæði verði unnið þriggja mánaða forverk. Þessi tillaga er gerð vegna þess hversu mikil óvissa er á þessu stigi málsins um heildarumfang verksins og einnig þarf að leggja allmikla vinnu í skilgreiningu sérverka. Forverkið er þannig fyrsta stig í gerð umhverfisúttektar og jafnframt verður gerð nákvæm verk og kostnaðaráætlun um heildarúttekt á hverju svæði og tillögur að sérverkum. Aðilar voru nokkuð sammála um að skynsamlegt væri að standa þannig að málum að byrja með forverki nú í ár og taka síðan ákvörðun með áframhald umhverfisúttektar á árunum 1992-1993 þegar niðurstöður hennar lægju fyrir. Talsvert var rætt um framgang og mönnun verksins og samstillingu við vinnu hitaveitunnar við að koma upp gagnabanka á samræmdu formi (kerfiráð). Líklegt er að vinna Halldórs Ármannssonar við verkið verði um 2/3 af heildarvinnutíma (600 t) og afgangurinn dreifist á Hrefnu, Benedikt, Einar og Gest. Einnig var rætt um kostnaðarskiptingu og kom fram að tillaga Orkustofnunar er að kostnaður við forverkið verði í hlutföllunum Hitaveitan 60% :Orkustofnun 40%.

2. Í öðru lagi var rætt um sérverk, einkum þau sem hefja má vinnu við á árinu. Meðal þeirra verka, sem rætt hefur verið um eru fallmælingar á Hengilssvæði, prófun á gaseyðingu, niðurdælingatilraunir og mæling á SO₂ í andrúmslofti á virkjunarsvæðinu.

Einar benti á að til stæði jafnvel að bora á Ölkelduhálsi á næsta ári og þá þyrfti að gera umhverfisúttekt á svæðinu fyrst. Meðal annars þurfi að bæta landmælinganet á svæðinu, meta náttúrulegt útstreymi og kortleggja gufuaugu nákvæmlega. Einnig þarf að mæla og kortleggja náttúrulegt frárennsli. Nokkuð var rætt um framkvæmdaratriði varðandi þetta mál svo og kostnað. Hrefna taldi þetta fyrst og fremst mál Hitaveitunnar þar sem um væri að ræða grunnrannsóknir vegna fyrirhugaðrar virkjunar, þótt vissulega mætti flokka þetta undir umhverfismál. Ekki væri þó óeðlilegt að Orkustofnun tæki þátt í slíkum rannsóknum og tæki jafnvel á sig einhvern kostnað.

Niðurstaða fundarins var að hittast aftur eftir 1-2 vikur og þá lægu fyrir nánari tillögur um verk og kostnaðarskiptingu um einstök verk. Einnig var ákveðið að Hrefna sendi út fundargerð um fundinn.

Hrefna Kristmannsdóttir

Hrefna Kristmannsdóttir

FUNDUR UM UMHVERVISRANNSÓKNIR HR OG OS

Haldinn 10. febrúar 1992 kl. 11:00

Fundarmenn: EG, GG, HK OG BS.

Fyrir fundinum lá eftirfarandi málefni:

1. Fundargerð síðastu tveggja funda.
2. Minnisþingar HK um umhverfisúttekt á Nesjavöllum og áætlun GP um fallmælingar á Hengilssvæðinu.

Atriðin hér að framan fengu eftirfarandi umfjöllum.

1. Fundargerðir síðastu funda voru samþykktar án breytinga.
2. Engar athugasemdir komu fram við fyrirbyggjandi drög að rammasamningi og var fyrst og fremst rætt um verkáætlun ársins. Gert er ráð fyrir að unnið verði forverk sem samsvarar um þriggja mánaða vinnu á þessu ári. Verkið verður unnið af OS og HR í sameiningu og er talað um verkskiptingu um 450 tímar á OS og 150 tímar HR. Umtöluð kostnaðarskipting í verkinu er HR 60% og OS 40%. Ákveðið var að OS gengi sem fyrst frá samningsdrögum fyrir forverkið á næstu dögum. Fram kom að æskilegt væri að forverkið sem fyrst.
3. Sérverk: Í minnisþingum HK eru skilgreind nokkur sérverk, sem vinna mætti á árinu. Farið var yfir þessi verk og kostnaður við þau áætlaður.

Meira ekki gert.

10. febrúar 1992.
Benedikt Steingrímsson

FUNDUR Í FAGNEFND UMHVERFISVERKEFNIS 8. MARS 1991.

Á fundinn komu: Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson og Sverrir Þórhallsson.

Á þessum fyrsta fundi fagnefndarinnar skýrði Hrefna stuttlega frá tilurð verkefnisins. Í fyrstu hefðu hugmyndir hennar og samstarfsmanna verið um lítið verkefni, aðallega skrifborðsvinnu til að fá stöðuna í umhverfismálum jarðhitavirkjana á hreint og hefði verið gert ráð fyrir um 1000 tíma vinnu. Orkumálastjóri vildi hins vegar gera úr þessu stærra verkefni, þar sem höfð yrði samvinna við stóra virkjunaraðila og vinnu dreift á a.m.k. tvö ár. Á fyrsta ársfjórðungi væri gert ráð fyrir fáeinna tíma vinnu til skilgreiningar á verkinu. Það var skoðun hennar sem verkefnisstjóra eftir könnunarviðræður við virkjunaraðila að góðar líkur væru á samvinnu.

Ásgrímur spurðist fyrir um eðli samvinnu og taldi líklegast að virkjunaraðilar væru fúsir til að sjá um upphald og aðstöðu og jafnvel leggja til vinnu, en síður beinar greiðslur. Hann ræddi og nokkur slík verk, m.a ljómunartilraunir í Búrfellshrauni til könnunar á affalli Kröfluvirkjunar, eftirlit með efnisflutningum í sambandi við boranir og náttúrufarskannanir.

Sverrir vildi auka söluverk á þessu sviði. Nefndi hann upplýsingasöfnun fyrir ráðuneyti, eftirlit með vatnsborði í Svartsengi, hæðar- og þyngdarmælingar o.fl., en sagðist ekki alveg gera sér grein fyrir markmiði þessa verkefnis.

Benedikt sagði verk unnin fyrir Hitaveitu Reykjavíkur á þessu sviði vera í eðli sínu samvinnuverk og nefndi grunnvatnsathuganir, breytingar vegna vinnslu, hæðar- og þyngdarmælingar og varðveislu gagnabanka.

Halldór dreifði uppkasti að ársfundargrein sinni, Einars Tjörva og Sverris um umhverfisáhrif virkjunar jarðhita og að lokum var ákveðið að halda annan fund fyrir páska.

1
Halldór Ármannsson

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild
23. mars, 1992

Fundargerð
HÁ-92/01
há

Fundur um verkefnið "Umhverfisáhrif jarðhita"

Fundur haldinn þriðjudaginn 17. mars 1992 á Orkustofnun.

Fundinn sátu: Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór Ármannsson, Benedikt Steingrímsson, Sverrir Þórhallsson, Ásgrímur Guðmundsson og Knútur Árnason.

Fundur hófst kl. 10.

Fundarefni:

- 1) Kynning á stöðu verkefnisins og samningur við samstarfsaðila.
- 2) Skipulag rannsókna á óvirkjuðum svæðum.

Í upphafi fundar sýndi HK fundarmönnum eintak af samningi við samstarfsaðila og skýrði frá því að hann hefði verið undirritaður af öllu samstarfsaðilum OS en Guðmundur Pálmason hefði hann undir höndum til lokaundirskriftar. Að því loknu yrði hlutaðeigandi send afrit. Þá skýrði hún stuttlega frá fundi fulltrúa OS, þ.e. Hrefnu Kristmannsdóttur, Guðmundar Pálmasonar, Einars Tjörva Elíassonar og Hákonar Aðalsteinssonar með umhverfisráðherra og ráðuneytisstjóra umhverfismálaráðuneytisins og að í framhaldi af honum hefði Jón Gunnar Ottósson deildarstjóri í ráðuneytinu verið skipaður tengiliður þess við verkefnið.

Fjallað var um samninginn og kom fram, að hann skiptist í forverk, almenn verk og sérverk og að sérverk Hitaveitu Reykjavíkur væru minni en hinna samstarfsaðilanna. Áætlað er að 16 miljón krónur fari alls í verkið og væri hlutur OS 6 miljónir. Eru þá meðtaldar þær 2.2 miljón krónur, sem veitt hefur verið til forverksins.

Fram kom að gerðar yrðu landmælingar vegna vinnslu í Svartsengi og að land- og hæðarmælingar, sem upphaflega átti að gera í Kröflu sem hluta af verkefninu "Eðli háhitasvæða" en verið færðar til umhverfisáhrifaverkefnisins hefðu verið felldar niður. Ekki hafði verið leitað álits Landsvirkjunar á niðurfellingunni, en hingað til hefur hún greitt uppihald þeirra, sem um slíkar mælingar hafa séð.

HK skýrði nokkuð uppbyggingu stjórnar verkefnisins, þar sem samstarfsnefnd samstarfsaðilanna allra fer með æðstu völd, en verkefnisstjórinn og tengiliður umhverfisráðuneytisins hafa ekki atkvæðisrétt á fundum hennar.

SP spurði hvort kostnaður væri sameiginlegur eða hvort hver aðili greiddi fyrir það, sem viðkæmi hans svæðum. ÁsG skýrði frá því að hver borgaði fyrir sín sérverk, en HK benti á að ákveðin verk t.d varðandi útfellingar eða gaseyðingu, sem unnin væru á einum stað gætu

nýst á öllum og yrði kostnaður af slíku skoðaður sem sameiginlegur.

HK taldi að störf nefndarinnar myndu aðallega fara af stað í haust að loknu forverki, en á þessu stigi lægi fyrir skýr áætlun um aðgerðir í sambandi við virkjuð svæði fram að því, en snúa þyrfti sér að ákvörðun um hvað gera þyrfti á óvirkjuðum svæðum.

SP sagði að þar skorti grunnvinnu, þ.e. prófun tækja, sem nota mætti til að fylgjast reglulega með þeim breytingum, sem ástæða þætti til. HK kvað verkefnið ekki komið á það stig heldur þyrfti að leggja í enn meiri grunnvinnu svo sem eins og kortlagningu hveravirkni, könnun á efnasamsetningu o.þ.h. Nefndi hún svæði á borð við Þeistareyki, þar sem orðið hefði vart við verulegar breytingar á yfirborðsvirkni á skömmum tíma, og Kverkfjöll, sem mjög æskilegt væri að fylgjast með. KÁ skýrði frá því að í ráði væri að gera slíka grunnvinnu á Torfajökulssvæðinu í sambandi við verkefnið "Rannsókn háhita v/raforku" og hefði Magnús Ólafsson gert áætlun um þann þátt. SP spurði, hvort hér væri ekki aðallega um loftmyndatöku að ræða. KÁ og ÁsG ræddu um myndatökur á nokkrum svæðum en lögðu áherslu á grunnvinnu, sem gera þyrfti á jörðu niðri til þess að loftmyndataka nýttist. KÁ benti m.a. á kortlagningu á Þeistareykjum, útbreiðslukort frá Krísuvík og gamalt hitakort frá Reykjanesi. SP benti á miklar breytingar, sem orðið hefðu á Reykjanesi í sambandi við jarðskjálfta og sýna mætti fram á afdrifaríkan mun þar með því að gera nýtt kort og bera saman við hið gamla. BS benti á að þá þyrfti að vinna nýja kortið á sama hátt og hið gamla.

KÁ skýrði frá því að hann hefði verið í sambandi við Merkjafræðistofnun Háskóla Íslands og að þar á bæ væri áhugi á samvinnu um töku innrauðra mynda til könnunar á hitaástandi jarðhitasvæða. BS minnti á að við slíkar myndatökur á Nesjavöllum hefðu niðurstöður mjög verið háðar sólarhitun og voru þeir KÁ sammála um að miklu máli skipti að velja réttar og sambærilegar aðstæður til myndatöku hverju sinni. SP minnti á að miklar upplýsingar um hitaúttstreymi gætu fengist með myndatökum af snjóafbræðslum einkum í fyrstu snjóum. HÁ sagði frá því að slíkar myndir hefðu verið teknar af Þeistareykjasvæðinu 1982 -1983 og fróðlegt gæti verið að fá samanburðarmyndir næsta haust.

HK vildi að samin yrði greinargerð með uppkasti að tillögum um aðgerðir á óvirkjuðum svæðum. ÁsG taldi einsýnt að á hvert svæði þyrfti að senda tvo menn, efnafræðing og jarðfræðing. HK sagði að vinnuframlag væri takmarkað við 2 - 300 tíma í ár, en það gæti e.t.v. orðið töluvert meira á næstu þremur árum og einnig að um einhverja samvinnu við verkefnið "Rannsókn háhita v/raforku" gæti orðið að ræða. Þá var nokkuð rætt um framkvæmd grunnkortlagningar og sambærileika korta. ÁsG taldi mikilvægt að forðast endurtekningu Kröfludæmisins, en þaðan er enn ekki til útgefið jarðfræðikort.

HK kom þá með tillögu um útlínur greinargerðar, þ.e.:

- 1) Áætlun um aðgerðir á líðandi ári, sem HK myndi sjá um.
- 2) Yfirlit um þau svæði, sem kortleggja þyrfti og taka þyrfti efnasýni frá, þ.e. Þeistareykir, Krísuvík, Fremri námar og e.t.v. Kverkfjöll, sem HK myndi sjá um að yrði tekið saman.
- 3) Upplýsingar um mælitæki, sem nýst gætu til að fylgjast með umhverfisþáttum, sem SP myndi taka saman.
- 4) Áætlun um samvinnu við Merkjafræðistofnun Háskóla Íslands um loftmyndatöku. HÍ myndi leggja til tæki og vinnslu en OS sjá um vinnu á jörðu niðri. Mestur kostnaður er við að koma tækjum fyrir í flugvél og kæmi til greina að sækja um

Vísindasjóðsstyrk. KÁ myndi sjá um þennan þátt.

Að lokum voru ræddar nokkrar hugmyndir um hugsanlegar aðgerðir, þ.á.m. samvinnu við Raunvísindastofnun Háskóla Íslands og Norrænu eldfjallastöðina um rekstur á skjálftamælum til að hlusta á smáskjálfta á jarðhitasvæðum á afmörkuðum tímabilum. KÁ sagði hugmyndina að kaupa nokkra mæla og leggja í púkk með hinum. HK taldi koma til greina að sækja um Vísindasjóðsstyrk til þessa verks. Í framhaldi af því spurði SP hvort verkefnið fæli í sér vinnu v/hættu frá umhverfi, þ.e. náttúruhamfara, en HK sagði slíkt ekki með í greinargerð um þetta verk. SP benti á vinnu Freysteins Sigurðssonar, þar sem sýnt er fram á aukningu jarðhitavats í grunnvatni út frá aukningu súlfats o.fl. og taldi KÁ rétt að fylgjast með efnainnihaldi kalds vats í holum í grennd háhitasvæða.

Að lokum var ákveðið að greinargerð um aðgerðir á óvirkjuðum svæðum yrði tilbúin eftir páska.

FUNDUR Í FAGNEFND UMHVERFISVERKEFNIS 13/10 1992

Á fundinn komu Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Sverrir Þórhallsson, Knútur Árnason og Halldór Ármannsson.

Staða verkefnisins

Hrefna skýrði frá stöðunni. Samkvæmt áætlun átti að fara 3 mánaða vinna í forverk, þ.e. fyrsta stig í umhverfisúttekt v/Landsvirkjunar, Hitaveitu Suðurnesja og Hitaveitu Reykjavíkur. Verkinu hefur ekki miðað nógu vel, en tæp 50% þess hafa verið unnin. Gerður hefur verið listi yfir tiltækar heimildir um vinnu við ofangreind fyrirtæki og heimildunum grófraðað í flokka sem byggjast á spurningalista, sem Halldór Ármannsson útbjóst um helstu umhverfisvandamál, sem að þarf að hyggja meðal jarðhitafyrirtækja. Þá er eftir að raða þeim inn í nákvæmara skema og skrifa texta. Upplýst var að Árni Jón Reginsson hefur nú tekið við þessu starfi af Guðnýju Þ. Pálsdóttur, sem sinni því s.l. sumar. Áætlað er að Halldór Ármannsson og Hrefna Kristmannsdóttir muni í nóvember og desember vinna með honum að gerð skýrslu um verkið. Í tímum talið voru áætlaðir 1500 tímar í verkið á árinu, þar af 1300 innanhúss, en 660 tímar hafa nú þegar verið unnir.

Af sérverkum Hitaveitu Reykjavíkur var það að fréttu, að landmælingum er nánast lokið og einnig grunnvatnskorti af Ölkelduhálsi, sem Kristján Sæmundsson hefur unnið að. Þá kom fram, að Hitaveita Reykjavíkur vinnur að greiningu á efna- og orkuflæði en ekki endilega í sambandi við þetta verk, þótt tengt sé. Sverrir gerði athugasemd við það, þar sem Hitaveita Suðurnesja ynni samskonar verk sem hluta af verkefninu. Benedikt upplýsti, að Hitaveita Reykjavíkur hefði um skeið unnið að ýmsum umhverfisverkum, sem ekki væru endilega hluti af þessu verkefni og nefndi til eyðingu H_2S , sem Baldur Línadal ynni að og niðurdælingu þéttivatns, sem Gestur Gíslason ynni að.

Unnið er að þyngdarmælingum fyrir Hitaveitu Suðurnesja og eru þær u.þ.b. hálfnaðar. Þar hefur einnig verið undirbúin útfellingaprófun, sem tengist niðurdælingu, en hefur enn aðeins að litlu leyti farið af stað. Landmælingum er hins vegar nánast lokið.

Tillögur

Knútur stakk upp á að gerð yrði heildaráætlun til fimm ára en Hrefna kvað menn mistilbúna að taka slíku. Hún lagði til að áætlun yrði gerð um að umfang verksins yrði svipað áfram. Ekki taldi hún geta orðið ljós einstök atriði fyrr en í desember er niðurstöður forverks liggja fyrir. Sverrir taldi mikilvægt að fá slagplan til lengri tíma en hafa ekki of miklar áhyggjur af sérverkum. Nefndi hann m.a. söfnun reglna og greinargerða varðandi umhverfiskröfur hjá öðrum jarðhitalöndum, t.d. kröfur um lofthreinsun. Einnig mætti leita samstarfs við erlenda aðila og var til nefnt Evrópubandalagið, þ.e. Grikkir og Ítalir.

Tillögur um sérverk fyrir Landsvirkjun voru gerðar á þessu ári og var talið eðlilegt að endurtaka þær fyrir næsta ár. Er um að ræða landmælingar, fallmælingar, athuganir á rennsli gufuaugna, athuganir á gastegundum í andrúmslofti á svæðunum og könnun á frárennsli Kröfluvirkjunar. Einnig var minnst á að inna forsvarsmenn virkjunarinnar eftir niðurstöðum reglubundins eftirlits með gasstyrk í gufu gufuaugna. Ásgrímur upplýsti og að sprungu- og

hallamælar væru á staðnum en ekki væri fylgst með þeim. Ákveðið var að Halldór og Ásgrímur færu yfir stöðuna í Kröflu og gerðu tillögur um verk, sem þar þyrfti að vinna.

Varðandi Hitaveitu Suðurnesja sagði Sverrir frá niðurdælingu, sem væri að fara í gang og yrðu verk henni tengd hluti af verkefninu. Einnig lagði hann til að fram færi frekari úrvinnsla hæðar- og þyngdarmælinga. Knútur stakk upp á að tekinn yrði viðnámsprófíll þar sem gufupúði er að myndast og var ákveðið að hann gerði áætlun um það verk. Þá voru og ræddar hugmyndir Gríms Björnssonar um þyngdarmælingar v/gufupúðaþróunar. Sverrir taldi rétt að gera samhliða prófun á Nesjavöllum, en Benedikt benti á að holur þar ynnu sinn vökva af miklu dýpi og því erfitt að sjá þar breytingar með mælingum. Ásgrímur taldi mögulegt að gera slíkar mælingar í Hvíthólum í Kröflu og tók Knútur undir það.

Benedikt sagði endurmælingu á landmælinganeti á Ölkelduhálsi eitt af framtíðarverkum Hitaveitu Reykjavíkur en taldi hana vart tímabæra á næsta ári, heldur á árinu á eftir. Hrefna minntist á gufuaugnarennismæli USGS, sem í ráði er að OS fái og taldi að prófa mætti á Nesjavöllum.

Að lokum urðu nokkrar almennar umræður aðallega um kynningu verkefnisins fyrir samstarfsaðilum og samskipti við þá. Sverrir taldi brýnt að kynna umfang verkefnisins og að skilgreina þyrfti hvernig þessir aðilar ættu að vinna saman. Ásgrímur sagði reynslu Landsvirkjunar af vatnsaflsvirkjunum hafa kennt henni að nauðsynlegt sé að taka þátt í slíkum verkefnum til að vera á undan yfirvöldum. Hrefna taldi aðilana vilja vinna saman og hefði þeim ekki verið þröngvað til þess. Hún sagði Umhverfisstofnun telja verkefnið þarft og hefðu sýnt það með því að skipa sérstakan fulltrúa til að fylgjast með því. Sverrir taldi þörf á kynningu, t.d. mætti kynna áhrif jarðhitaaffalls á lífríki, og taka e.t.v. ákveðið svæði til umfjöllunar. Benedikt taldi skilning á verkefninu takmarkaðan. Hann taldi að sérverkin ættu að vera söluverk og að brýnt væri að skilgreina hvað væru umhverfisverk. Ásgrímur taldi brýnt að sjá fyrir endann á verkinu. Sverrir ítrekaði að kanna þyrfti erlendar reglur og e.t.v. enda á því að gera tillögur um íslenska reglugerð. Hrefna taldi að virkjunaraðilar vildu gjarnan taka þátt í slíku en auðvitað yrði Umhverfisstofnun að vera með í ráðum.

Ákveðið var að nefndin hittist aftur eftir u.þ.b. tvær vikur.

Orkustofnun 16.12.1992 /KÁ

FUNDUR UM SKJÁLFTAMÆLINET Á HÁHITASVÆÐUM Í VINNSLU

Þriðjudaginn 15. desember 1992 var haldinn á Orkustofnun fundur um skjálftamælinet á háhitasvæðum í vinnslu. Til fundarins mættu:

Albert Albertsson	Hitaveitu Suðurnesja
Einar Gunnlaugsson	Hitaveitu Reykjavíkur
Ragnar Stefánsson,	Veðurstofu Íslands
Páll Einarsson,	Raunvísindastofnun Háskólans
Bryndís Brandsdóttir,	Raunvísindastofnun Háskólans
Hrefna Kristmannsdóttir	Orkustofnun
Knútur Árnason,	Orkustofnun

Á fundinum var lögð fram greinargerðin **Smáskjálftamælinet á háhitasvæðum í vinnslu** (Orkustofnun, KÁ-92/7) sem unnin var upp úr umræðum á undirbúningsfundi þann 1. desember 1992.

Umræður á fundinum snerust að mestu um hugsanlega uppsetningu skjálftamælinets á vinnslusvæði Hitaveitu Suðurnesja í Svartsengi og Eldvörpum enda hefur Hitaveita Suðurnesja sýnt eindreginn áhuga á því og haft frumkvæði í málinu.

Í ofan nefndri greinargerð er sett fram tillaga að hönnun og uppbyggingu skjálftamælinets í fjórum áföngum. Fyrstu tveir áfangarnir miðast við að fá nauðsynlegar grunnupplýsingar um skjálftavirkni svæðisins. Í seinni tveimur áföngunum er hinsvegar gert ráð fyrir lokahönnun og kvörðun mælinetsins. Það var almennt álit fundarmanna að fyrstu tvo áfangana þyrfti að framkvæma í beinu framhaldi hvorn að öðrum.

Í áður nefndri greinargerð er sett fram gróft mat á kostnaði hvers áfanga og þar kemur fram að uppsetning og rekstur mælinetsins er dýr. Allnokkur umræða varð um hugsanlega fjármögnun verksins. Bent var á að hér er að verulegu leiti um þróunarvinnu að ræða sem gæti komið öðrum aðilum sem nýta háhitasvæði hérlendis að gagni og því hugsanlegt að slíkir aðilar legðu fé til verksins. Ennfremur var bent á að skjálftamælinet á utanverðum Reykjanesskaga hefur mikið gildi út frá almannavarna sjónarmiðum. Af þeirri ástæðu var talið eðlilegt að Ríki og viðkomandi sveitarfélög taki þátt í kostnaði við mælinetið. Bent var á þann möguleika að sækja um fé til rannsóknar- og þróunarsjóða. Ákveðið var að skilgreina samstarfsverkefni rannsóknarstofnana og orkuvinnslufyrirtækja og sækja um fé til Rannsóknarsjóðs.

Frestur til að sækja í Rannsóknarsjóð rennur út í byrjun mars 1993 og var ákveðið að halda fund með aðilum málsins fljótlega upp úr áramótum til að undirbúa umsókn.

Fyrsti fundur samráðsnefndar var haldinn á Orkustofnun, þann 9. apríl 1992 klukkan 15:30, og til hans mættu eftirtaldir fulltrúar samningsaðila: EG/AA/KO/ETE/HK.

Samkvæmt ákvæðum 5. greinar samnings hafði verkefnisstjóri Hrefna Kristmannsdóttir (HK) boðað til þessa fundar og lagði hún fram eftirfarandi dagskrá:

1. Kosning formanns
2. Leiðrétting á fylgiskjölum með samningi
3. Bréf frá Umhverfisaráðherra
4. Staða verkefnisins
5. Önnur mál.

ETE var beðinn að annast fundarritun. Dagskrá fundarins fékk eftirfarandi umfjöllun og afgreiðslu:

1. Kosning formanns:

Albert Albertsson (AA) tækniforstjóri Hitaveitu Suðurnesja var samhljóða kjörinn formaður nefndarinnar.

2. Leiðrétting á fylgiskjölum með samningi:

HK skýrði frá leiðinlegri villu, sem læðst hafði inn í fylgiskjöl 3 og 4, er varða verkefni á vegum Hitaveitu Suðurnesja. Afhenti hún leiðrétt fylgiskjöl, sem undirrituð voru af AA og síðan dreift til samstarfsaðila.

3. Bréf frá Umhverfisaráðherra dagsett 12. mars 1992:

Bréfi Umhverfisaráðherra var dreift og í framhaldi af því skýrðu HK/ETE frá kynningarfundum með Umhverfisaráðherra, sem haldinn var í ráðuneytinu 11. mars 1992 til að kynna umhverfisverkefnið og samninginn um það. Kom fram að markmiðið með þessum fundum hefði verið að koma á tengslum milli samstarfsaðila og Umhverfis-ráðuneytis snemma á ferli verkefnisins og tryggja þannig samstöðu og upplýsingaflæði milli ráðuneytis og verkefnisstjórnar. Ráðherra tók verkefninu vel og lýsti stuðningi við það. Hann tilnefndi Jón Gunnar Ottósson (JGO), deildarstjóra, sem tengilið milli ráðuneytis og stjórnar verkefnisins. Samþykkti nefndin að bjóða JGO framvegis að sitja fundum nefndarinnar sem áheyrnarfulltrúa.

4. Staða verkefnisins:

HK, verkefnisstjóri, flutti munnlega skýrslu um stöðu verksins. Fram kom í máli hennar að verkið hefði farið mun hægar af stað en áætlað hefði verið og lítið hefði gerst í því enn. HK taldi þó að unnt yrði að standa við ákvæði samnings um skil á forverkinu.

Fundurinn lýsti afdráttarlaust yfir nauðsyn þess að ekki yrði drattur á forverkinu, enda væri það undirstaðan sem ákvörðun um framhald þess á næsta ári byggðist á. Formaður benti á að ekki væri fyrir hendi tímaáætlun fyrir verk ársins og fram kom ósk fundarins að úr því yrði bætt hið fyrsta. HK/ETE lofuðu að gerð yrði gróf tímaáætlun um verkið og henni dreift til samstarfsnefndar hið fyrsta.

SAMRÁÐSNEFND
Fundargjörð

UMHVERFISVERKEFNI
Reykjavík, 10. apríl 1992.

5. Önnur mál:

Nokkrar umræður spunnust um nauðsyn þess að kynna verkefni þetta á opinberum vettvangi, þ.e. í blöðum og á aðalfundum SÍR og SÍH. Var HK falið að semja fréttatilkynningu í þessum tilgangi. Ekki var tekin endanleg afstaða til kynningar verkefnisins á aðalfundum SÍR og SÍH en ákveðið að senda blöðum samtakanna fréttatilkynningu, verði nýjum eintökum dreift fyrir fundina.

Ýmislegt annað var rætt á fundinum, sem ekki verður tífundað hér. Fundi var slitið klukkan 16:30.



E. T. Elfason

FUNDUR Í SAMSTARFSHÓPI UMHVERFISVERKEFNIS, ORKUSTOFNUN 14/10 1992

Á fundinn komu Albert Albertsson, Jón Gunnar Ottósson, Einar Tjörvi Elíasson, Einar Gunnlaugsson, Gísli Júlíusson, Hrefna Kristmannsdóttir og Halldór Ármannsson.

Staða verkefnisins

Hrefna dreifði stuttri greinargerð um stöðu verkefnisins. Hún upplýsti að forverk gengi fremur hægt en að kominn væri meiri kraftur í það og stefnt væri að því að því lyki um áramót með skýrslu. Sérverk þau sem áætluð voru á árinu hafa gengið vel, t.d. er allri útvinnu við landmælingar lokið. Sama máli gegnir um grunnvatnskort af Ölkelduhálsi. Spurt var um niðurstöður landmælinga en upplýst að ekki hefði náðst í Gunnar Þorbergsson nýlega. Þá hefur töluverð vinna farið í könnun ósnortinna svæða og hefur verið lögð áhersla á Þeistareyki, Kverkfjöll og Krísuvík. Athugunum á Torfajökulssvæði hefur verið frestað og munu gerðar í tengslum við verkefnið "Rannsókn háhita v/raforku". Einar Gunnlaugsson gerði athugasemd um Kverkfjöll, sem væru beint yfir "heita blettinum" og því e.t.v. ekki dæmigert jarðhitasvæði.

Framhald

Hrefna upplýsti að fagnefnd OS um verkefnið hefði hist og byrjað væri að ræða tillögur um framhaldverkefnisins, en talið væri æskilegt að niðurstöður forverks lægju fyrir, áður en frá þeim væri gengið, væntanlega í desember. Jón Gunnar spurðist fyrir um kostnað við verkefnið og Hrefna upplýsti að hann hefði verið um 15 milljón krónur á þessu ári og reiknað væri með svipuðu umfangi á því næsta. Sérframlag frá ríki væri 2.2 milljón krónur, en OS legði síðan til um 40% af kostnaðinum af almennri fjárveitingu.

Einar Gunnlaugsson, Albert og Gísli sögðust fyrir hönd sinna fyrirtækja þurfa að fá tillögur og kostnaðaráætlanir sem fyrst, þrátt fyrir stöðu forverks og skipti þá ekki máli hvort þær væru nákvæmar. Í framhaldi af því var rætt um æskilega forgangsröð verka. Talað var um gasförgun og niðurdælingu og sagði Albert frá heimsókn sinni til Coso, Kaliforníu, þar sem fram fór niðurdæling á gasi. Sagði hann ferlið ekki einfalt en mjög áhugavert. Kvað hann í Svartsengi áform um að safna öllu gasi í einn stromp og reyna förgun eða niðurdælingu. Einnig skýrði hann frá því að hertar kröfur væru nú gerðar til danska fyrirtækisins sem ræki Sjóefnavinnsluna á Reykjanesi. Einar Gunnlaugsson skýrði frá notkun slefdælu í stað gasþeysa á Nesjavöllum. Einar Tjörvi taldi að förgun gasa ætti að hafa forgang.

Þá voru teknar fyrir mælingar á gasi í andrúmslofti. Einar Tjörvi kvað brýnt að niðurstaða fengist um hugsanlega umbreytingu H_2S í SO_2 í andrúmslofti og voru menn sammála um að mælingar á þeim gösum færu fram. Hrefna skýrði stuttlega frá lidar-mælingum Svía og kostnaði við þær, en Jón Gunnar sagði frá því að Ari Ólafsson, Raunvísindastofnun Háskólans hefði haft með sér frá Danmörku tæki til gasmælinga í lofti og var ákveðið að spyrtast fyrir um möguleika þess á jarðhitasvæðum. Einnig var talað um líffræðirannsóknir, m.a. nauðsyn þess að fylgjast með lífríki í affalli, t.d. í Bláa lóninu, Svartsengi.

Albert kvaðst hafa tekið eftir því í Koso hve mikil áhersla hefði verið lögð á smáskjálftamælingar en í raun lítil á viðnámsmælingar og væri þessu öfugt farið hér, t.d. væri aðeins einn skjálftamælir í Svartsengi. Einar Gunnlaugsson skýrði frá umfangsmiklum skjálftamælingum á Hengilssvæði á vegum Gillians Foulger o.fl. Jón Gunnar sagði að

skjálftamælanet væri yfir allt Suðurland en staðsetningar og túlkun væru ekki gerðar með tilliti til jarðhita. Einar Gunnlaugsson kvað niðurstöður í Hengli hafa verið notaðar til að fylgjast með gliðnun á sprungum ofan frá, t.d. af völdum kælingar.. Albert kvartaði yfir því að Skjálftabréf væru hætt að koma út. Við það hefðu öll tengsl við jarðskjálftamælingamenn rofnað.

Rætt var um almennt eftirlit með jarðhitasvæðum og reifaði Hrefna þá hugmynd að fengnar yrðu til athugunar reglugerðir um slíkt frá öðrum jarðhitalöndum, t.d. Kaliforníu, Hawaii og Nýja Sjálandi. Var einkum rætt um gaslosun í þessu sambandi. Jón Gunnar minnti á, að ríkisstjórnin hefði skipað nefnd á vegum 5 ráðuneyta til þess að fylgjast með gastegundum í andrúmslofti. Þá komu til tals þeir aðilar, sem eftirlit eiga að hafa með umgengni fyrirtækjanna, þ.e. Náttúruverndarráð og hvað varðar Hitaveitu Reykjavíkur Náttúruverndarnefnd Reykjavíkurborgar. Minnti Gísli á að eftirlit Hauks Hafstað við Blönduvirkjun hefði reynst einstaklega vel og mælti með svipuðu fyrirkomulagi annars staðar. Nefnd voru fleiri dæmi um eftirlit, t.d náttúrufarskönnun á vegum Járnblendiverksmiðjunnar, Grundartanga og eftirlit með affallsvatni frá Kröfluvirkjun. Slík verkefni fara oft vel af stað en botninn vill gjarnan detta úr þeim, þar eð skýra en einfalda og sveigjanlega áætlun um verkið vantar.

Hrefna skýrði frá því að fagnefnd OS um verkefnið myndi hittast aftur innan skamms og móta þá tillögur. Taldi hún æskilegt að samstarfshópurinn hittist aftur eftir þann fund. Minnt var á að tillögur um sérverk til Landsvirkjunar hefðu verið gerðar fyrir þetta ár en framkvæmd þeirra frestað. Var ákveðið að Halldór og Hrefna löguðu þessar tillögur að næsta ári og sendu þær endurbættar til Landsvirkjunar fyrir vikulokin, þar eð þá þyrftu að liggja fyrir tillögur um verk v/fjárhagsáætlunar fyrirtækisins. Einar Gunnlaugsson ræddi líttillega spurninga- og aðgerðalista Halldórs og var það mál manna að í aðgerðalista skyldu ekki nefndir sérstakir aðilar til framkvæmda á ákveðnum verkum. Gísli minnti á að fyrir Staðlanefnd lægi nú frumvarp um staðal að umhverfisstjórn fyrirtækja og Jón Gunnar upplýsti að nokkur önnur frumvörp um skyld mál væru og í deigluinni. Ákveðið var að Hrefna héldi utan um öll drög að tillögum, sem ræddar yrðu á næsta fundi hópsins, sem yrði eftir fund fagnefndar OS.

Í lok fundarins dreifði Einar Gunnlaugsson skýrslu um brennisteinsmælingar í andrúmslofti á Nesjavöllum eftir Gest Gíslason o.fl. Í ljós kom að tæki þeirra (frá Jerome Corp.) gat gefið góðar upplýsingar um styrk frá 0 - 1 ppb og upp í 500 ppb en vondar og litlar fyrir hærri styrk. Veðráttá reyndist hafa mikil áhrif, t.d mældist ekkert í slagveðri. Æskilegt þykir að safna úrkomu og mæla H₂S til að kanna afdrif þess. Albert og Einar Tjörvi upplýstu að veðurstofan hefði engan áhuga haft á að fylgjast með veðri í Kröflu og Svartsengi, en þeir töldu slíkt eftirlit mjög nauðsynlegt, því að veður á næstu athugunarstöðum væri oft ólíkt því sem ríkti á virkjunarstað. Einar Gunnlaugsson tók undir það enda hefðu þeir reynslu af veðurathugunum á Nesjavöllum og hefði Veðurstofan gjarnan vilja sinna þeim. Hrefna dreifði greinargerð eftir Guðnýju Þ. Pálsdóttur um gasmælingar í Svartsengi. Mæld voru fleiri gös en með mun ónæmari aðferð. Koldíoxíð reyndist ekki yfir andrúmsloftsmörkum og brennisteinsvetni mældist aðeins á einum stað innan virkjunar. Einar Gunnlaugsson skýrði frá því að hann hefði prófað brennisteinsvetnismæli Hitaveitu Reykjavíkur í Svartsengi og bar niðurstöðum að því leyti saman við niðurstöður OS að styrkur H₂S reyndist mjög lítill og langt innan næmimarka mælis OS (300 ppb). Þá gat hann þess að mælir HR hefði verið prófaður í Reykjavík og hefði styrkur H₂S alltaf reynst núll nema þegar lykt fyndist enda hið mannlega nef eitthvert næmasta mælitæki sem völ er á þegar athuga skal lítinn styrk H₂S í andrúmslofti. Að lokum kom Albert inn á merkingar á vatnsverndarsvæðum á vegum Vegagerðar ríkisins

og Náttúruverndarráðs. Merkingar væru litlar og ósamræmdar. Jón Gunnar upplýsti að reglur um þetta efni yrðu hertar að mun í kjölfar EES samningsins.

Ákveðið var að halda næsta fund miðvikudaginn 4. nóvember kl. 13³⁰ á samráðsstað.

Breyt

26/11 / 1992

Halldís Þorunnarsdóttir

FUNDUR Í SAMSTARFSHÓPI UMHVERFISVERKEFNIS, ORKUSTOFNUN 6/11 1992

Á fundinn komu Albert Albertsson, Einar Gunnlaugsson, Gísli Júlíusson, Knútur Otterstedt, Hrefna Kristmannsdóttir og Halldór Ármannsson.

Fundargerð síðasta fundar.

Fundargerð um fund haldinn 14/10 1992 hafði verið dreift með fundarboði. Var óskað eftir athugasemdum. Gísli vildi taka fram að frumvarp um staðal að umhverfisstjórnun fyrirtækja lægi fyrir Staðlanefnd en ekki Alþingi. Einar kannaðist ekki við að hafa sagt að skrúfa mætti fyrir 99% af því gasi, sem út fer á Nesjavöllum með notkun slefdælu í stað gasþeysa. Báðar þessar athugasemdir voru teknar til greina og fundargerðin samþykkt.

Áætlun fyrir 1993

Aðalmálið á dagskrá var áætlun um verkþætti á árinu 1993. Dreift var tillögum að sérverkum unnum í sameiningu af öllum aðilum ásamt greinargerðum um förgun brennisteinsvetnis eftir Sverri Þórhallsson og sérverk í Kröflu og Námafjalli á árinu 1993 eftir Halldór Ármannsson. Í tillögunum eru nefnd sjö efni, sem áhugi er á að koma á samstarfsverkefnum um og var rætt nokkuð um hvert þeirra.

1) Álitið var affarrasælla að afla erlendra reglugerða í gegnum sambönd við erlenda kunningja en að styðjast við tölvubanka, sem reynst hefðu óhentugir við slík verk

2) Hrefna skýrði frá samtali við Ara Ólafsson á Raunvísindastofnun Háskólans, sem hefur undir höndum leysigeislatæki til mælinga á gasi í andrúmslofti. Í ljós kom að tækið er ekki hentugt til mælinga á jarðhitagösum og var niðurstaðan sú að notkun þess kæmi ekki til greina að sinni í sambandi við þetta verk. Þá skýrði hún frá kostnaði við það að fá Svía aftur til mælinga með lidar-tækni og var niðurstaðan sú að það væri alltof dýrt ef slíkar mælingar ætti eingöngu að gera vegna þessa verks en kæmi til greina ef unnt væri að efna til samvinnu við aðra aðila, sem vildu nýta sér sömu tækni til annarra verka. Knútur spurði um fjárframlag Orkustofnunar á árinu og sagði Hrefna svipaða upphæð vera á fjárlögum og í fyrra og ólíklegt að á því yrði breyting. Þá sagði hún mótframlag Orkustofnunar yfirlýsta stefnu og að allt yrði gert til að standa við það. Þar eð ekki virðist raunhæft í bili að koma á fjarkönnun á gasi yfir jarðhitasvæðum verður að leggja áherslu á punktmælingar til þess að fá grunnildi, sem síðar gætu orðið mikilvæg sem viðmiðun. Hrefna talaði um að í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur væri unnt að gera mælingar á H_2S , og á nokkrum stöðum, þar sem það væri gert væri og unnt að mæla fleiri gös. Einar benti á að nota mætti niðurstöður H_2S mælinga til að velja punkta. Hrefna taldi æskilegt að slíkar mælingar yrðu ekki eingöngu gerðar á virkjuðum svæðum heldur fengjust mikilvægar upplýsingar ef þær yrðu líka gerðar á óvirkjuðum svæðum. Albert skýrði frá stöðvum, sem settar hefðu verið upp vegna Atlantsáls til mælinga á gasmengun og hefðu þær reynst dýrar. Hrefna tók undir það en sagði að dreifa mætti kostnaði með samvinnu við Hollustuvernd ríkisins og Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur. Þá var rætt sérstaklega um nauðsyn þess að kanna afdrif H_2S í lofti, sérstaklega hugsanlega umbreytingu þess í SO_2 . Albert taldi nauðsynlegt að hafa veðurathuganir á stöðvum, þar sem fylgst væri með gasi. Upplýsingar um vind, úrkomu og sýrustig væru nauðsynlegar til túlkunar. Hjá Hitaveitu Suðurnesja yrði fylgst með þessum þáttum á Reykjanesi, við orkuverið í Svartsengi og skrifstofuna í Keflavík á staðlaðan máta. Hrefna skýrði frá því að Veðurstofan fylgdist með súru regni á tveimur stöðvum. Albert minntist ennfræmur á hönnun strompa í

þessu sambandi. Hæð þeirra getur skipt sköpum og mikilvægt er að þekkja vindrós ef hanna á með tilliti til hugsanlegrar tæringar.

3) Varðandi breytingar á náttúrulegu gufustreymi var upplýst að Landsvirkjun væri aðili að myndavél, sem nýtti innrauða geisla og Landhelgisgæslan hefði séð um flug til myndatöku og hefðu víða fengist útlínur. Einar benti á mikilvægi kvörðunar í þessu sambandi. Ef fenginn væri rennslismælir fyrir gufuaugu mætti nota hann til mælinga á nokkrum viðmiðunaraugum, en síðan mætti nota myndir til að ákveða útstreymi frá öðrum í samanburði við þau mældu. Þá skýrði hann frá mælingum á vegum Merkjafraeðistofnunar Háskóla Íslands árið 1986, m.a. á Nesjavöllum. Mestur hiti kom fram, þar sem gufuútstreymi var, en leit að stöðum, sem sýndu frávik á myndunum leiddu í ljós nokkra velgjustaði, sem ekki voru þekktir fyrir. Albert taldi mikilvægt að gera hitamælingar í jarðvegi .

4) Greinargerð Sverris Þórhallssonar um förgun brennisteinsvetnis var kynnt. Þar er lagt til að samin verði rannsóknaráætlun til eins árs, en að henni útfærðri verði ráðist í beinar prófanir. Einar benti á að slík athugun tengdist verki, sem þegar væri í gangi hjá Hitaveitu Reykjavíkur. Hrefna spurði þá hvort það verk væri þá ekki hluti af samvinnuverkefnum. Einar kvað svo vera en nokkuð hefði verið unnið að því áður en samvinnuverkefnið fór af stað en lítið á þessu ári. Sagði hann Baldur Línal hefði séð um framkvæmd þess og spurði Albert hvað hann hefði gert. Einar sagði hann hafa tekið saman yfirlit um aðferðir til brennisteinsvetnislosunar og komist að raun um að ein aðferð virtist hentugri en aðrar við Nesjavallaaðstæður. Hann hefði síðan endurskoðað það mat með tilliti til nýrrar tækni nú í ár en komist að sömu niðurstöðu. Spurt var hver aðferðin væri og svaraði Einar að um væri að ræða uppfærslu á Stretford aðferðinni. Kom það mönnum nokkuð á óvart, því að brennsluaðferðum hefur mjög verið haldið á loft hin síðari ár. Hrefna spurðist fyrir um afstöðu Landsvirkjunar, en Knútur svaraði því til að óvíst væri um allt á þeim bæ og engar samþykktir hefðu enn fengist frá forstjóra um slík verk.

5) Fram kom að hjá Hitaveitu Suðurnesja væri í gangi almenn prófun á niðurdælingu affallsvatns og ekkert yrði frekar gert þar fyrr en að henni lokinni. Albert skýrði frá því að kvoðu- og pappírverksmiðja á Nýja Sjúalandi hefði óskað eftir samstarfi í sambandi við nýtingu efna úr jarðsjó sem fylliefni í pappír. Ennfremur ræddi hann nauðsyn þess að nýta það koldíoxíð sem til félli. Selja má það til gosdrykkjaframleiðenda, gróðurhúsa, frystihúsa o.s.frv. Hin slæma reynsla, sem fékkst við koldíoxíðvinnslu á Reykjanesi, kom til tals og upplýsti Albert að talið væri að búnaði mætti kenna um. COS hefði myndast í honum en ekki verið til staðar í upphaflega jarðhitagasinu. Minnst var á fleiri hugsanleg not efna, sem til féllu við förgun affalls, t.d. kísil og brennisteinssambönd, og var það mál manna að hver króna sem inn kæmi fyrir slíka framleiðslu væri hreinn ágóði.

6) Á fundinum var einnig lögð fram ítarleg greinargerð eftir Knút Ámason um yfirborðsjarðeðlisfræði á háhitasvæðum í vinnslu . Var sú samantekt einkum gerð með tilliti til aðferða til að fylgjast með myndun gufupúða við vinnslu. Einnig hafa komið fram hugmyndir (t.d. frá Sverri Þórhallssyni) um að bora grunnar holur til að fylgjast með slíku og upplýsti Albert að þannig væri farið að í Coso. Þær jarðeðlisfræðimælingar, sem helst koma til greina eru viðnámsmælingar, jarðsveiflumælingar og e.t.v. þyngdarmælingar. Kostnaðaráætlun liggur enn ekki fyrir en ætla má að viðnámsmælingar til könnunar á púða eins og þeim, sem myndast hefur í Svartsengi, kosti u.þ.b. 1 milljón krónur. Svartsengi er talið áhugaverðast í þessu tilliti en á Hvíthólasvæðinu í Kröflu gætu og fengist mikilvægar upplýsingar. Mælingar eru ódýrari sunnanlands. Upplýst var að kostnaðartölur myndu liggja

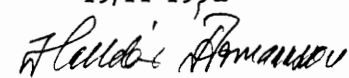
fyrir eftir u.þ.b. viku og var ákveðið að fresta frekari umræðu um þennan þátt, þar til menn hefðu fengið tækifæri til að lesa greinargerðina og kostnaðaráætlun lægi fyrir.

7) Hrefna skýrði frá samtölum við Pál Einarsson, Raunvísindastofnun Háskólans, og Ragnar Stefánsson, Veðurstofu Íslands, um smáskjálftamælingar. Páll sagði að á Suðurlandi væri einfalt að tengjast neti Raunvísindastofnunar. Ragnar hafði lengi haft áhuga á samstarfi við Hitaveitu Suðurnesja um kaup og uppsetningu á mælum. Hins vegar kom í ljós að skjálftamælanet í Kröflu er gamalt auk þess sem stærri atburðir hefðu þar truflað merki frá smærri atburðum og t.d. alls ekki víst að áhrif niðurdælingar hefðu komið fram þar. Ragnar talaði um uppsetningu mæla í Þorbirni og í Höfnum. Albert kvað Hitaveitu Suðurnesja til í að leggja talsvert af mörkum, jafnvel reka mæla og talaði um móðurnema og 3 - 4 mæla. Talið er að 1 mælir uppsettur kosti u.þ.b. 1 miljón krónur. Vildi Albert um leið fá forrit, sem nota mætti til að skoða allar upplýsingar um skjálfta í nágrenni. Lagði hann til að jarðskjálftamenn yrðu fengnir til að funda með samstarfshópnum á næstunni og fékk sú tillaga góðan hljómgrunn. Einar skýrði frá skjálftamæli á háhrygg á milli Reykjavíkur og Nesjavalla, sem þar væri skv. lögum um landskjálftamæla. Gísli sagði Landsvirkjun og reka nokkra slíka mæla. Einar tók undir ummæli Alberts á fyrri fundi um Skjálftabréf og kvaðst sakna þeirra. Upplýst var að Veðurstofa Íslands dreifir listum yfir skjálfta, en útgáfa þeirra mun orðin langt á eftir áætlun.

Að lokum urðu almennar umræður um tillögurnar. Knútur vildi bíða eftir kostnaðartölum um jarðeðlisfræðilegar mælingar og raða verkum síðan í forgangs röð. Einar kvað Hitaveitu Reykjavíkur vera að vinna að fjárhagsáætlun eins og hin fyrirtækin og ákvörðun um verk yrði að koma fljótt. Knútur sagði Landsvirkjun búna að gera sína áætlun og erfitt væri að bæta neinu þar við. Gísli sagði það ekki bara erfitt heldur ómögulegt. Hrefna taldi mjög æskilegt að halda fundi í samstarfshópnum a.m.k. einu sinni í mánuði. Hún stakk upp á að settar yrðu upp bráðabirgðaáætlanir fyrir Hitaveitur Reykjavíkur og Suðurnesja, en áfram yrði haldið áætlanagerð, sem byggð væri á tillögum þeirra Sverris Þórhallssonar og Knúts Árnasonar. Einar benti á að nokkur skörun væri milli þessa verkefnis og verkefnisins "Rannsókn háhita v/raforku", t.d. hvað varðar niðurdælingu og ráðstafanir þyrfti að gera til að koma í veg fyrir tvíverknað. Knútur minntist á virkjun Bjarnarflags, sem væri liður í ofangreindu verkefni, en varðandi hana hefði ekki verið minnst á umhverfismál. Ef það væri gert myndi það að sjálfsögðu gagnast verkefni því, sem hér væri fundað um.

Að lokum var ákveðið að stefna að næsta fundi 19. nóvember.

19/11 1992



Halldór Árnannsson

FUNDUR Í SAMSTARFSHÓPI UMHVERFISVERKEFNIS, ORKUSTOFNUN 14/10 1992

Á fundinn komu Albert Albertsson, Jón Gunnar Ottósson, Einar Tjörvi Elfásson, Einar Gunnlaugsson, Gísli Júlíusson, Hrefna Kristmannsdóttir og Halldór Ármannsson.

Staða verkefnisins

Hrefna dreifði stuttri greinargerð um stöðu verkefnisins. Hún upplýsti að forverk gengi fremur hægt en að kominn væri meiri kraftur í það og stefnt væri að því að því lyki um áramót með skýrslu. Sérverk þau sem áætluð voru á árinu hafa gengið vel, t.d. er allri útivinnu við landmælingar lokið. Sama máli gegnir um grunnvatnskort af Ölkelduhálsi. Spurt var um niðurstöður landmælinga en upplýst að ekki hefði náðst í Gunnar Þorbergsson nýlega. Þá hefur töluverð vinna farið í könnun ósnortinna svæða og hefur verið lögð áhersla á Þeistareyki, Kverkfjöll og Krísuvík. Athugunum á Torfajökulssvæði hefur verið frestað og munu gerðar í tengslum við verkefnið "Rannsókn háhita v/raforku". Einar Gunnlaugsson gerði athugasemd um Kverkfjöll, sem væru beint yfir "heita blettinum" og því e.t.v. ekki dæmigert jarðhitasvæði.

Framhald

Hrefna upplýsti að fagnefnd OS um verkefnið hefði hist og byrjað væri að ræða tillögur um framhaldverkefnisins, en talið væri æskilegt að niðurstöður forverks lægju fyrir, áður en frá þeim væri gengið, væntanlega í desember. Jón Gunnar spurðist fyrir um kostnað við verkefnið og Hrefna upplýsti að hann hefði verið um 15 milljón krónur á þessu ári og reiknað væri með svipuðu umfangi á því næsta. Sérframlag frá ríki væri 2.2 milljón krónur, en OS legði síðan til um 40% af kostnaðinum af almennri fjárveitingu.

Einar Gunnlaugsson, Albert og Gísli sögðust fyrir hönd sinna fyrirtækja þurfa að fá tillögur og kostnaðaráætlanir sem fyrst, þrátt fyrir stöðu forverks og skipti þá ekki máli hvort þær væru nákvæmar. Í framhaldi af því var rætt um æskilega forgangsröð verka. Talað var um gasförgun og niðurdælingu og sagði Albert frá heimsókn sinni til Coso, Kaliforníu, þar sem fram fór niðurdæling á gasi. Sagði hann ferlið ekki einfalt en mjög áhugavert. Kvað hann í Svartsengi áform um að safna öllu gasi í einn stromp og reyna förgun eða niðurdælingu. Einnig skýrði hann frá því að hertar kröfur væru nú gerðar til danska fyrirtækisins sem ræki Sjóefnavinnsluna á Reykjanesi. Einar Gunnlaugsson skýrði frá notkun slefdælu í stað gasþeysa á Nesjavöllum. Einar Tjörvi taldi að förgun gasa ætti að hafa forgang.

Þá voru teknar fyrir mælingar á gasi í andrúmslofti. Einar Tjörvi kvað brýnt að niðurstaða fengist um hugsanlega umbreytingu H_2S í SO_2 í andrúmslofti og voru menn sammála um að mælingar á þeim gösum færu fram. Hrefna skýrði stuttlega frá lidar-mælingum Svía og kostnaði við þær, en Jón Gunnar sagði frá því að Ari Ólafsson, Raunvísindastofnun Háskólans hefði haft með sér frá Danmörku tæki til gasmælinga í lofti og var ákveðið að spyrjast fyrir um möguleika þess á jarðhitasvæðum. Einnig var talað um líffræðirannsóknir, m.a. nauðsyn þess að fylgjast með lífríki í affalli, t.d. í Bláa lóninu, Svartsengi.

Albert kvaðst hafa tekið eftir því í Coso hve mikil áhersla hefði verið lögð á smáskjálftamælingar en í raun lítil á viðnámsmælingar og væri þessu öfugt farið hér, t.d. væri aðeins einn skjálftamælir í Svartsengi. Einar Gunnlaugsson skýrði frá umfangsmiklum skjálftamælingum á Hengilssvæði á vegum Gillians Foulger o.fl. Jón Gunnar sagði að

skjálftamælanet væri yfir allt Suðurland en staðsetningar og túlkun væru ekki gerðar með tilliti til jarðhita. Einar Gunnlaugsson kvað niðurstöður í Hengli hafa verið notaðar til að fylgjast með gliðnun á sprungum ofan frá, t.d. af völdum kælingar.. Albert kvartaði yfir því að Skjálftabréf væru hætt að koma út. Við það hefðu öll tengsl við jarðskjálftamælingamenn rofnað.

Rætt var um almennt eftirlit með jarðhitasvæðum og reifaði Hrefna þá hugmynd að fengnar yrðu til athugunar reglugerðir um slíkt frá öðrum jarðhitalöndum, t.d. Kaliforníu, Hawaii og Nýja Sjálandi. Var einkum rætt um gaslosun í þessu sambandi. Jón Gunnar minnti á, að ríkisstjórnin hefði skipað nefnd á vegum 5 ráðuneyta til þess að fylgjast með gastegundum í andrúmslofti. Þá komu til tals þeir aðilar, sem eftirlit eiga að hafa með umgengni fyrirtækjanna, þ.e. Náttúruverndarráð og hvað varðar Hitaveitu Reykjavíkur Náttúruverndarnefnd Reykjavíkurborgar. Minnti Gísli á að eftirlit Hauks Hafstað við Blönduvirkjun hefði reynst einstaklega vel og mælti með svipuðu fyrirkomulagi annars staðar. Nefnd voru fleiri dæmi um eftirlit, t.d náttúrufarskönnun á vegum Járnblandiverksmiðjunnar, Grundartanga og eftirlit með affallsvatni frá Kröfluvirkjun. Slík verkefni fara oft vel af stað en botninn vill gjarnan detta úr þeim, þar eð skýra en einfalda og sveigjanlega áætlun um verkið vantar.

Hrefna skýrði frá því að fagnefnd OS um verkefnið myndi hittast aftur innan skamms og móta þá tillögur. Taldi hún æskilegt að samstarfshópurinn hittist aftur eftir þann fund. Minnt var á að tillögur um sérverk til Landsvirkjunar hefðu verið gerðar fyrir þetta ár en framkvæmd þeirra frestað. Var ákveðið að Halldór og Hrefna löguðu þessar tillögur að næsta ári og sendu þær endurbættar til Landsvirkjunar fyrir vikulokin, þar eð þá þyrftu að liggja fyrir tillögur um verk v/fjárhagsáætlunar fyrirtækisins. Einar Gunnlaugsson ræddi lítillaga spurninga- og aðgerðalista Halldórs og var það mál manna að í aðgerðalista skyldu ekki nefndir sérstakir aðilar til framkvæmda á ákveðnum verkum. Gísli minnti á að fyrir Staðlaráði lægi nú frumvarp um staðal að umhverfisstjórn fyrirtækja og Jón Gunnar upplýsti að nokkur önnur frumvörp um skyld mál væru og í deiglu. Ákveðið var að Hrefna héldi utan um öll drög að tillögum, sem ræddar yrðu á næsta fundi hópsins, sem yrði eftir fund fagnefndar OS.

Í lok fundarins dreifði Einar Gunnlaugsson skýrslu um brennisteinsmælingar í andrúmslofti á Nesjavöllum eftir Gest Gíslason o.fl. Í ljós kom að tæki þeirra (frá Jerome Corp.) gat gefið góðar upplýsingar um styrk frá 0 - 1 ppb og upp í 500 ppb en vondar og litlar fyrir hærri styrk. Veðráttá reyndist hafa mikil áhrif, t.d mældist ekkert í slagveðri. Æskilegt þykir að safna úrkomu og mæla H₂S til að kanna afdrif þess. Albert og Einar Tjörvi upplýstu að veðurstofan hefði engan áhuga haft á að fylgjast með veðri í Kröflu og Svartsengi, en þeir töldu slíkt eftirlit mjög nauðsynlegt, því að veður á næstu athugunarstöðum væri oft ólíkt því sem ríkti á virkjunarstað. Einar Gunnlaugsson tók undir það enda hefðu þeir reynslu af veðurathugunum á Nesjavöllum og hefði Veðurstofan gjarnan vilja sinna þeim. Hrefna dreifði greinargerð eftir Guðnýju Þ. Pálsdóttur um gasmælingar í Svartsengi. Mæld voru fleiri gös en með mun ónæmari aðferð. Koldíoxíð reyndist ekki yfir andrúmsloftsmörkum og brennisteinsvetni mældist aðeins á einum stað innan virkjunar. Einar Gunnlaugsson skýrði frá því að hann hefði prófað brenniseinsvetnismæli Hitaveitu Reykjavíkur í Svartsengi og bar niðurstöðum að því leyti saman við niðurstöður OS að styrkur H₂S reyndist mjög lítill og langt innan næmimarka mælis OS (300 ppb). Þá gat hann þess að mælir HR hefði verið prófaður í Reykjavík og hefði styrkur H₂S alltaf reynst núll nema þegar lykt fyndist enda hið mannlega nef eitthvert næmasta mælitæki sem völ er á þegar athuga skal lítinn styrk H₂S í andrúmslofti. Að lokum kom Albert inn á merkingar á vatnsverndarsvæðum á vegum Vegagerðar ríkisins

og Náttúruverndarráðs. Merkingar væru litlar og ósamræmdar. Jón Gunnar upplýsti að reglur um þetta efni yrðu hertar að mun í kjölfar EES samningsins.

Ákveðið var að halda næsta fund miðvikudaginn 4. nóvember kl. 13³⁰ á sama stað.

Breytt V Lath. 7/6/93

Halldór Þannarson

FUNDUR Í SAMSTARFSHÓPI UMHVERFISVERKEFNIS, ORKUSTOFNUN 6/11 1992

Á fundinn komu Albert Albertsson, Einar Gunnlaugsson, Gísli Júlíusson, Knútur Otterstedt, Hrefna Kristmannsdóttir og Halldór Ármannsson.

Fundargerð síðasta fundar.

Fundargerð um fund haldinn 14/10 1992 hafði verið dreift með fundarboði. Var óskað eftir athugasemdum. Gísli vildi taka fram að frumvarp um staðal að umhverfisstjórnun fyrirtækja lægi fyrir Staðlaráði en ekki Alþingi. Einar kannaðist ekki við að hafa sagt að skrúfa mætti fyrir 99% af því gasi, sem út fer á Nesjavöllum með notkun slefdælu í stað gaspeysa. Báðar þessar athugasemdir voru teknar til greina og fundargerðin samþykkt.

Áætlun fyrir 1993

Aðalmálið á dagskrá var áætlun um verkþætti á árinu 1993. Dreift var tillögum að sérverkum unnum í sameiningu af öllum aðilum ásamt greinargerðum um förgun brennisteinsvetnis eftir Sverri Þórhallsson og sérverk í Kröflu og Námafjalli á árinu 1993 eftir Halldór Ármannsson. Í tillögunum eru nefnd sjö efni, sem áhugi er á að koma á samstarfsverkefnum um og var rætt nokkuð um hvert þeirra.

1) Álitid var affarrasælla að afla erlendra reglugerða í gegnum sambönd við erlenda kunningja en að styðjast við tölvubanka, sem reynst hefðu óhentugir við slík verk

2) Hrefna skýrði frá samtali við Ara Ólafsson á Raunvísindastofnun Háskólans, sem hefur undir höndum leysigeislatæki til mælinga á gasi í andrúmslofti. Í ljós kom að tækið er ekki hentugt til mælinga á jarðhitagösum og var niðurstaðan sú að notkun þess kæmi ekki til greina að sinni í sambandi við þetta verk. Þá skýrði hún frá kostnaði við það að fá Svía aftur til mælinga með lidar-tækni og var niðurstaðan sú að það væri alltof dýrt ef slíkar mælingar ætti eingöngu að gera vegna þessa verks en kæmi til greina ef unnt væri að efna til samvinnu við aðra aðila, sem vildu nýta sér sömu tækni til annarra verka. Knútur spurði um fjárframlag Orkustofnunar á árinu og sagði Hrefna svipaða upphæð vera á fjárlögum og í fyrra og ólíklegt að á því yrði breyting. Þá sagði hún mótframlag Orkustofnunar yfirlýsta stefnu og að allt yrði gert til að standa við það. Þar eð ekki virðist raunhæft í bili að koma á fjarkönnun á gasi yfir jarðhitasvæðum verður að leggja áherslu á punktmælingar til þess að fá grunnildi, sem síðar gætu orðið mikilvæg sem viðmiðun. Hrefna talaði um að í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur væri unnt að gera mælingar á H_2S , og á nokkrum stöðum, þar sem það væri gert væri og unnt að mæla fleiri gös. Einar benti á að nota mætti niðurstöður H_2S mælinga til að velja punkta. Hrefna taldi æskilegt að slíkar mælingar yrðu ekki eingöngu gerðar á virkjuðum svæðum heldur fengjust mikilvægar upplýsingar ef þær yrðu líka gerðar á óvirkjuðum svæðum. Albert skýrði frá stöðvum, sem settar hefðu verið upp vegna Atlantsáls til mælinga á gasmengun og hefðu þær reynst dýrar. Hrefna tók undir það en sagði að dreifa mætti kostnaði með samvinnu við Hollustuvernd ríkisins og Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur. Þá var rætt sérstaklega um nauðsyn þess að kanna afdrif H_2S í lofti, sérstaklega hugsanlega umbreytingu þess í SO_2 . Albert taldi nauðsynlegt að hafa veðurathuganir á stöðvum, þar sem fylgst væri með gasi. Upplýsingar um vind, úrkomu og sýrustig væru nauðsynlegar til túlkunar. Hjá Hitaveitu Suðurnesja yrði fylgst með þessum þáttum á Reykjanesi, við orkuverið í Svartsengi og skrifstofuna í Keflavík á staðlaðan máta. Hrefna skýrði frá því að Veðurstofan fylgdist með súru regni á tveimur stöðvum. Albert minntist ennfremur á hönnun strompa í

Þessu sambandi. Hæð þeirra getur skipt sköpum og mikilvægt er að þekkja vindróf ef hanna á með tilliti til hugsanlegrar tæringar.

3) Varðandi breytingar á náttúrulegu gufustreymi var upplýst að Landsvirkjun væri aðili að myndavél, sem nýtti innrauða geisla og Landhelgisgæslan hefði séð um flug til myndatöku og hefðu víða fengist útlínur. Einar benti á mikilvægi kvörðunar í þessu sambandi. Ef fenginn væri rennismælir fyrir gufuaugu mætti nota hann til mælinga á nokkrum viðmiðunaraugum, en síðan mætti nota myndir til að ákveða útstreymi frá öðrum í samanburði við þau mældu. Þá skýrði hann frá mælingum á vegum Merkjafræðistofnunar Háskóla Íslands árið 1986, m.a. á Nesjavöllum. Mestur hiti kom fram, þar sem gufuústreymi var, en leit að stöðum, sem sýndu frávik á myndunum leiddu í ljós nokkra velgjastaði, sem ekki voru þekktir fyrir. Albert taldi mikilvægt að gera hitamælingar í jarðvegi .

4) Greinargerð Sverris Þórhallssonar um förgun brennisteinsvetnis var kynnt. Þar er lagt til að samin verði rannsóknaráætlun til eins árs, en að henni útfærðri verði ráðist í beinar prófanir. Einar benti á að slík athugun tengdist verki, sem þegar væri í gangi hjá Hitaveitu Reykjavíkur. Hrefna spurði þá hvort það verk væri þá ekki hluti af samvinnuverkefni. Einar kvað svo vera en nokkuð hefði verið unnið að því áður en samvinnuverkefnið fór af stað en lítið á þessu ári. Sagði hann Baldur Línal hefði séð um framkvæmd þess og spurði Albert hvað hann hefði gert. Einar sagði hann hafa tekið saman yfirlit um aðferðir til brennisteinsvetnislosunar og komist að raun um að ein aðferð virtist hentugri en aðrar við Nesjavallaáðstæður. Hann hefði síðan endurskoðað það mat með tilliti til nýrrar tækni nú í ár en komist að sömu niðurstöðu. Spurt var hver aðferðin væri og svaraði Einar að um væri að ræða uppfærslu á Stretford aðferðinni. Kom það mönnum nokkuð á óvart, því að brennsluáðferðum hefur mjög verið haldið á loft hin síðari ár. Hrefna spurdist fyrir um afstöðu Landsvirkjunar, en Knútur svaraði því til að óvíst væri um allt á þeim bæ og engar samþykktir hefðu enn fengist frá forstjóra um slík verk.

5) Fram kom að hjá Hitaveitu Suðurnesja væri í gangi almenn prófun á niðurdælingu affallsvatns og ekkert yrði frekar gert þar fyrr en að henni lokinni. Albert skýrði frá því að kvoðu- og pappírverksmiðja á Nýja Sjálandi hefði óskað eftir samstarfi í sambandi við nýtingu efna úr jarðsjó sem fylliefni í pappír. Ennfremur ræddi hann nauðsyn þess að nýta það koldíoxíð sem til félli. Selja má það til gosdrykkjaframleiðenda, gróðurhúsa, frystihúsa o.s.frv. Hin slæma reynsla, sem fékkst við koldíoxíðvinnslu á Reykjanesi, kom til tals og upplýsti Albert að talið væri að búnaði mætti kenna um. COS hefði myndast í honum en ekki verið til staðar í upphaflega jarðhitagasinu. Minnst var á fleiri hugsanleg not efna, sem til féllu við förgun affalls, t.d. kísil og brennisteinssambönd, og var það mál manna að hver króna sem inn kæmi fyrir slíka framleiðslu væri hreinn ágóði.

6) Á fundinum var einnig lögð fram ítarleg greinargerð eftir Knút Árnason um yfirborðsjarðeðlisfræði á háhitasvæðum í vinnslu . Var sú samantekt einkum gerð með tilliti til aðferða til að fylgjast með myndun gufupúða við vinnslu. Einnig hafa komið fram hugmyndir (t.d. frá Sverri Þórhallssyni) um að bora grunnar holur til að fylgjast með slíku og upplýsti Albert að þannig væri farið að í Coso. Þær jarðeðlisfræðimælingar, sem helst koma til greina eru viðnámsmælingar, jarðsveiflumælingar og e.t.v. þyngdarmælingar. Kostnaðaráætlun liggur enn ekki fyrir en ætla má að viðnámsmælingar til könnunar á púða eins og þeim, sem myndast hefur í Svartsengi, kosti u.þ.b. 1 milljón krónur. Svartsengi er talið áhugaverðast í þessu tilliti en á Hvíthólasvæðinu í Kröflu gætu og fengist mikilvægar upplýsingar. Mælingar eru ódýrari sunnanlands. Upplýst var að kostnaðartölur myndu liggja

fyrir eftir u.þ.b. viku og var ákveðið að fresta frekari umræðu um þennan þátt, þar til menn hefðu fengið tækifæri til að lesa greinargerðina og kostnaðaráætlun lægi fyrir.

7) Hrefna skýrði frá samtölum við Pál Einarsson, Raunvísindastofnun Háskólans, og Ragnar Stefánsson, Veðurstofu Íslands, um smáskjálftamælingar. Páll sagði að á Suðurlandi væri einfalt að tengjast neti Raunvísindastofnunar. Ragnar hafði lengi haft áhuga á samstarfi við Hitaveitu Suðurnesja um kaup og uppsetningu á mælum. Hins vegar kom í ljós að skjálftamælanet í Kröflu er gamalt auk þess sem stærri atburðir hefðu þar truflað merki frá smærri atburðum og t.d. alls ekki víst að áhrif niðurdælingar hefðu komið fram þar. Ragnar talaði um uppsetningu mæla í Þorbirni og í Höfnum. Albert kvað Hitaveitu Suðurnesja til í að leggja talsvert af mörkum, jafnvel reka mæla og talaði um móðurnema og 3 - 4 mæla. Talið er að 1 mælir uppsettur kosti u.þ.b. 1 miljón krónur. Vildi Albert um leið fá forrit, sem nota mætti til að skoða allar upplýsingar um skjálfta í nágrenni. Lagði hann til að jarðskjálftamenn yrðu fengnir til að funda með samstarfshópnum á næstunni og fékk sú tillaga góðan hljómgrunn. Einar skýrði frá skjálftamæli á háhrygg á milli Reykjavíkur og Nesjavalla, sem þar væri skv. lögum um landskjálftamæla. Gísli sagði Landsvirkjun og reka nokkra slíka mæla. Einar tók undir ummæli Alberts á fyrra fundi um Skjálftabréf og kvaðst sakna þeirra. Upplýst var að Veðurstofa Íslands dreifir listum yfir skjálfta, en útgáfa þeirra mun orðin langt á eftir áætlun.

Að lokum urðu almennar umræður um tillögurnar. Knútur vildi bíða eftir kostnaðartölum um jarðeðlisfræðilegar mælingar og raða verkum síðan í forgangs röð. Einar kvað Hitaveitu Reykjavíkur vera að vinna að fjárhagsáætlun eins og hin fyrirtækin og ákvörðun um verk yrði að koma fljótt. Knútur sagði Landsvirkjun búna að gera sína áætlun og erfitt væri að bæta neinu þar við. Gísli sagði það ekki bara erfitt heldur ómögulegt. Hrefna taldi mjög æskilegt að halda fundi í samstarfshópnum a.m.k. einu sinni í mánuði. Hún stakk upp á að settar yrðu upp bráðabirgðaáætlanir fyrir Hitaveitur Reykjavíkur og Suðurnesja, en áfram yrði haldið áætlanagerð, sem byggð væri á tillögum þeirra Sverris Þórhallssonar og Knúts Árnasonar. Einar benti á að nokkur skörun væri milli þessa verkefnis og verkefnisins "Rannsókn háhita v/raforku", t.d. hvað varðar niðurdælingu og ráðstafanir þyrfti að gera til að koma í veg fyrir tvíverknað. Knútur minntist á virkjun Bjarnarflags, sem væri liður í ofangreindu verkefni, en varðandi hana hefði ekki verið minnst á umhverfismál. Ef það væri gert myndi það að sjálfsögðu gagnast verkefni því, sem hér væri fundað um.

Að lokum var ákveðið að stefna að næsta fundi 19. nóvember.

19/11 1992

Halldór Árnannsson

Halldór Árnannsson

Breytt v. ath. 7/6/93

Halldór Árnannsson

FUNDUR Í SAMSTARFSHÓPI UMHVERFISVERKEFNI, ORKUSTOFNUN 30/11 1992

Fundinn sóttu Einar Tjörvi Elfásson, Þór Þorbergsson, Knútur Otterstedt, Hrefna Kristmannsdóttir, Albert Albertsson, Gísli Júlíusson, Einar Gunnlaugsson og Halldór Ármannsson.

Kynningarefni

Í upphafi var dreift fundargerð síðasta fundar og áætlun um verkefnið fyrir 1993 auk þess sem kynnt var uppkast að skýrslu um forverk. Gísli kom með stutta athugasemd um frumvarp að staðli um umhverfisstjórnun fyrirtækja, sem gefið er út af Staðlaráði, en rangt hafði verið farið með í fyrri fundargerð og mun það leiðrétt. Einar Gunnlaugsson sá strax að ýmsar heimildir vantaði í forverksskýrsluna og bauðst til að bæta úr.

Áætlun

Hrefna kynnti áætlunina í núverandi mynd og minntist á að prófanir með niðurdælingu affallsvatns á vegum Hitaveitu Suðurnesja kæmu til með að nýtast öllum og væri því liður í aðalverki.

Albert skýrði frá fundum og athugunum varðandi smáskjálftamælingar og sagði sérfræðingum ekki bera saman um hver væri nauðsynlegur tækjakostur. Ætluðu þeir að funda daginn eftir og boða síðan aftur fund með virkjunaraðilum. Einar Tjörvi tók til umræðu samanburð við mælingar á Coso-svæðinu, Kaliforníu og hvert væri umfang skjálftamælinganets á Suðurlandi. Upplýst var að í Coso væru 8 - 10 mælar, en á Nesjavöllum og í Svartsengi væri verið að tala um móðurstöð og e.t.v. 3 nema, svo að sennilega væri ekki um sambærilegt umfang að ræða. Albert skýrði frá mikilvægi þekkingar á skjálftum í sambandi við staðsetningu á niðurdælingarholum og dýpi þeirra og sagði þær athuganir nátengdar hugleiðingum um gufupúða. Mönnum kom saman um að slaki væri lítill á fjárhagsáætlunum ársins til að leggja í svo umfangsmiklar aðgerðir sem smáskjálftamælingar. Knútur sagði áætlun Landsvirkjunar vera í niðurskurði og Albert sagðist einnig sjá fyrir frekari niðurskurð hjá Hitaveitu Suðurnesja. Hrefna upplýsti að fyrst um sinn myndu slíkar athuganir að mestu einskorðast við Svartsengi.

Alberti þótti veðurathuganir vanta í áætlunina og kvað veðurstöð ofarlega á blaði hjá Hitaveitu Suðurnesja. Taldi hann ekki ljóst hver ætti að reka slíka stöð, en að slíkur rekstur ásamt athugunum á sýrustigi og skaðlegum eiginleikum úrkomu væri eðlilegur hluti af umhverfisverkefni. Einar Gunnlaugsson skýrði frá því að á Nesjavöllum hefði Hitaveita Reykjavíkur samvinnu við Veðurstofuna um rekstur slíkrar stöðvar. Starfsmenn Hitaveitunnar safna gögnum og senda til Veðurstofunnar, sem sér um úrvinnslu þeirra. Albert minntist á umfang gagnasöfnunar og hvort eðlilegt væri að það væri sambærilegt frá einum stað til annars. Hrefna upplýsti að meginmáli skipti auk sýrustigs að þekkja styrk súlfats, klóríðs og heildarstyrk uppleystra steinefna. Albert kvað t.d. hraða tæringar mun meiri í Svartsengi en Eldvörpum. Knútur Otterstedt gerði fyrirspurn um tæringarverkefni Iðntæknistofnunar Íslands, hvernig það gengi og hvenær því lyki. Albert sagði það felast í prófun á málmþreytu í tærandi umhverfi og Einar Gunnlaugsson skýrði frá því að á Nesjavöllum væri verið að kanna yfirborð mannvirkja.

Hrefna skýrði frá því að hluti af sérverkum Landsvirkjunar um mælingar á gasi í andrúmslofti hefði verið færður inn í lið 2 í aðaláætlun enda þar um að ræða verk, sem nýttist öllum aðilum. Rætt hefði verið um samvinnu við Hollustuvernd, væntanlega á því formi, að Orkustofnun fengi lánuð mælitæki þaðan og hefur Hollustuvernd tekið slíkum umleitunum vel. Albert spurði, hvort Hollustuvernd og Umhverfismálaráðuneyti væru til í að taka þátt í kostnaði. Hrefna sagði Hollustuvernd bera sig illa, en rétt væri að kanna hvort von væri til þess að ráðuneytið gæti lagt eitthvað af mörkum. Menn voru sammála um um að æskilegt væri að fá góð grunngildi fyrir gös í andrúmslofti en ekki tilbúnir að leggja í mikinn kostnað þeirra vegna. Nokkuð var fjallað um ákveðnar mælingar einkum á H_2S , SO_2 og Hg. Talað var um að byrja á því að mæla H_2S á allmörgum stöðum og velja síðan staðalsýnatökustaði fyrir önnur gös á grundvelli niðurstaðna þeirra mælinga. Í áætlun um sameiginleg sérverk er reiknað með að athuga 7 svæði, þar af 3 óvirkjuð og voru Krísuvík og Ölkelduháls m.a. nefnd til sögunnar. Í ljós kom að Hitaveita Reykjavíkur hefur þegar gert töluvert af H_2S mælingum og hefði komið upp varanlegum hælum. Slíkar mælingar eru nátengdar prófunum á úða og tæringu og var rætt um prófanir með stálþynnur og spegla, sem gerðar eru í sambandi við athuganir á yfirborði mannvirkja og í tengslum við gasmælingar í sameiginlegu sérverkunum. Um þær var rætt í sambandi við hugsanlegar veðurathuganir. Úr slíkum athugunum fást verðmætar upplýsingar varðandi efnisval o.þ.h.

Einar Tjörvi skýrði frá því að hann hefði þegar sent fyrirspurn til Hawaii og Nýja Sjálands um reglugerðir um umhverfismál jarðhitavinnslu. Hefði hann fengið upplýsingar frá Nýja Sjálandi og hann vissi að sending væri á leiðinni frá Hawaii. Gísli fannst bagalegt að fulltrúi Umhverfissráðuneytisins væri ekki til staðar, þegar slík mál kæmu til umræðu. Hrefna og Einar Tjörvi fullvissuðu fundarmenn um, að ráðuneytið yrði haft með í ráðum, ekki væri hægt annað ef fjalla ætti um hugsanlegar reglugerðir.

Í umræðum um mat á breytingum á náttúrulegu gufustreymi kom fram að fyrst og fremst þyrfti að afla gufuhraðamæla.

Rætt var um áætlun Sverris Þórhallssonar um gaslosun og lögð áhersla á að fullt samræmi þyrfti að vera um það, sem gert yrði í þeim málum hér og erlendis. Einar Gunnlaugsson skýrði frá athugunum Baldurs Línadal fyrir Hitaveitu Reykjavíkur, þar sem niðurstaða virðist ekki í samræmi við allar nýlegar erlendar upplýsingar. Hrefna taldi rétt að Sverrir og Ámi Ragnarsson færu ofan í saumana á skýrslu Baldurs og bæru hana saman við ofangreindar erlendar upplýsingar. Hins vegar var ákveðið að reyna að koma í veg fyrir að sama vinnan yrði endurtekin, þannig að t.d. vinna Baldurs gæti t.d. nýst hinum virkjununum. Einar Gunnlaugsson kvað hins vegar nauðsynlegt að útvíkka vinnu Baldurs og tóku menn undir það, en Hrefna benti á að aðstæður á virkjunarstöðum gætu verið mismunandi.

Menn höfðu litið á áætlun Knúts Árnasonar um mælingar á gufupúðum, en vildu fá kostnaðartölur áður en þeir tjáðu sig nánar um hana.

Þá urðu nokkrar umræður um athuganir á óvirkjuðum svæðum og eyðingu brennisteinsvetnis auk þess sem sagt var frá holi í Búrfellshrauni, sem boruð var 1978 - 1979 og skyldi notuð til að fylgjast með affallsvatni frá Kröfluvirkjun. Athuganir höfðu legið niðri um skeið, en er taka átti upp þráðinn að nýju reyndist hún stífluð, sennilega af grjóti, sem hent hefur verið í hana. Landsvirkjunarmenn hugleiða nú viðgerð.

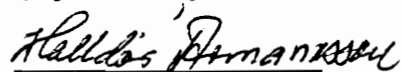
Fjárveitingar og uppgjör

Knútur spurði hvaða upphæð væri ætluð til verksins á fjárlögum. Hrefna sagði það vera 2.2 miljón krónur að viðbættu mótframlagi til jafns við framlag samstarfsaðila, og yrði það um 5 miljón krónur ef þessar áætlanir næðu fram að ganga. Einar Tjörvi upplýsti að umhverfisverkefnið og "raforkuverkefnið" væru forgangsverkefni og lítlar líkur á að framlög til þeirra yrðu skert. Gísli vill að framlög komi fram á áætlun og hyggst taka þau saman og setja í upp töflu, þegar öll kurl koma til grafar. Albert talaði um 6 ársverk og Einar Tjörvi um 1.5 ársverk. Hrefna minnti á að ætla þyrfti tíma í stjórnun verkefnisins. Hún sagði stefnt að því að ljúka forverki um áramót og þá hæfist næsti áfangi. Knútur vill að tekið verði saman uppgjör fyrir forverk og fylgi því sundurliðuð greinargerð um verkþætti. Einar Tjörvi kvað erfiðara að halda utan um sérverk en samvinnuverk, en Hrefna upplýsti að slíkri greinargerð yrði dreift með uppgjöri, sem komið væri sæmilega langt. Einnig sagði hún að staða sérverka væri í lagi.

Knútur upplýsti að fundir stæðu fyrir hjá Landsvirkjun í vikunni og væri þá mikill niðurskurður í bígerð. Einar Gunnlaugsson sagði einnig áætlaðan frekari niðurskurð hjá Hitaveitu Reykjavíkur. Forgangsröð verkefna, sem Hrefna hefur sett fram verður grundvöllur að yfirliti. Stungið var uppá að útbúin yrði yfirlitstafla, hliðstæð þeirri, sem Valgarður Stefánsson hefur útbúið fyrir "Raforkuverkefnið", þar sem heildarkostnaður er brotinn niður í framlög hvers og eins. Hrefna sýndi sams konar töflu frá árinu áður, en sagðist ekki geta lofað slíku fyrir þetta ár fyrr en í fyrsta lagi um áramót.

Ákveðið var að halda ekki annan fund fyrr en eftir áramót.

Reykjavík, 27. janúar 1993



Halldór Ármannsson