

ORKUSTOFNUN
Orkubúskapardeild

**MARKAÐUR FYRIR ORKU FRÁ HÁHITA-
SVÆÐUM UM NÆSTU ALDAMÓT**

Jakob Björnsson
Jón Vilhjálmsson

OS-84019/OBD-01 B

Febrúar 1984



ORKUSTOFNUN
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

**MARKAÐUR FYRIR ORKU FRÁ HÁHITA-
SVÆÐUM UM NÆSTU ALDAMÓT**

Jakob Björnsson
Jón Vilhjálmsson

OS-84019/OBD-01 B

Febrúar 1984

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	3
TÖFLUSKRÁ	4
1 INNGANGUR	5
2 NÝTING ORKU FRÁ HÁHITASVÆDUM	7
2.1 Fyrirsjáanlegur háhitamarkaður	7
2.2 Líklegur háhitamarkaður	9
2.3 Hugsanlegur háhitamarkaður	9
2.3.1 Trjákvoða og pappír	11
2.3.2 Sykur	11
2.3.3 Sameiginleg fiskimjölsverksmiðja fyrir svæðið Reykjavík - Suðurnes - Þorlákshöfn ..	11
2.3.4 Súrál	11
2.3.5 Þungt vatn	12
2.3.6 Magnesium	12
2.3.7 Fiskeldi	13
2.3.8 Raforkuvinnsla	13
2.3.9 Ylræktarver	14
2.3.10 Aðrir möguleikar	14
3 NÝTING EINSTAKRA HÁHITASVÆDA UM NÆSTU ALDAMÓT	15
3.1 Reykjanes	18
3.2 Svartsengi - Eldvörp	19
3.3 Krísuvík - Trölladyngja	19
3.4 Nesjavellir	19
3.5 Hveragerði	20
3.6 Þeistareykir	20
3.7 Námafjall	20
3.8 Krafla	20
3.9 Öxarfjörður	21
3.10 Önnur svæði	21
4 SAMHÆFING RANNSÓKNA Á ORKULINDUM OG ORKUNÝTINGU	22
HEIMILDASKRÁ	24
VIÐAUKI 1, Nánari skýringar á töflum	27
MYND 1, Háhitasvæði landsins og áætlaður orkuforði þeirra	16

TÖFLUSKRÁ

1	Fyrirsjáanlegur markaður um aldamót fyrir orku frá háhitasvæðum	9
2	Líklegur viðbótarmarkaður fyrir orku frá háhitasvæðum um aldamót	10
3	Hugsanlegur viðbótarmarkaður fyrir orku frá háhitasvæðum um aldamót	10
4	Fyrirsjáanleg, líkleg og hugsanleg nýting varma frá einstökum háhitasvæðum um aldamót,	17

1 INNGANGUR

Í október 1982 afhenti Orkustofnun Íðnaðarráðuneytinu skýrsluna "Áætlun um skipulega rannsókn á háhitasvæðum landsins", sem unnin hafði verið á Jarðhitadeild Orkustofnunar. Áætlunin var gerð í samræmi við þingsályktun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins, sem samþykkt var á Alþingi 19. maí 1981. Í ályktuninni er ríkisstjórninni falið "að láta gera heildaráætlun um og framkvæma rannsóknir á háhitasvæðum landsins, þannig að virkjunarstaðir á tveim háhitasvæðum verði á verkhönnunarstigi að fimm árum liðnum og fimm háhitasvæðum að tíu árum liðnum". Þar segir enn fremur að rannsóknir skuli beinast "fyrst og fremst að þeim háhitasvæðum, sem liggja best að nýtingu, þ.e. svæðinu á Reykjanesi og við Hengil, svæðinu í Þingeyjarsýslum, þ.e. við Námafjall, Kröflu og Þeistareyki, svo og Torfajökulssvæðinu". Loks segir: "Tillagan miðast við það meginmarkmið að Íslendingar eigi nokkra álitlegustu virkjunarstaðina frumhannaða þegar tækifæri bjóðast til hagkvæmrar nýtingar".

Í áætlun Orkustofnunar er gerð sú breytingartillaga, að í stað virkjunarstaða á tveimur svæðum að fimm árum liðnum og fimm að tíu árum liðnum verði að því stefnt að tveir virkjunarstaðir verði á verkhönnunarstigi að sex árum liðnum (í stað fimm ára) og síðan tveir virkjunarstaðir á þriggja ára fresti, sem þýðir að, fimm staða markinu verður náð á tólf árum í stað tíu. Tillagan miðar að jafnari nýtingu á fé og mannafla til þessara rannsókna frá einu ári til annars.

Samkvæmt áætluninni yrði heildarkostnaður rannsóknanna fyrstu sex árin um 480 Mkr á verðlagi í september 1982 (byggingarvísitala 1331) og mannaflabörfin á sama tímabili 101 ársverk, eða 17 á ári að meðaltali. Á verðlagi í desember 1983 (byggingarvísitala 2298) yrði kostnaðurinn fyrstu sex árin 830 Mkr, eða um 138 Mkr á ári að meðaltali.

Á þingi veturinn 1982-83 lagði iðnaðarráðherra fram "tillögu til þingsályktunar um skipulega rannsókn háhitasvæða landsins og nýtingu þeirra til iðnaðar og orkuvinnslu". Þessi tillaga kom ekki til umræðu á Alþingi áður en það var rofið fyrir kosningarnar vorið 1983.

Í áðurnefndri ályktun Alþingis frá 19. maí 1981 er ríkisstjórninni ekki aðeins falið að láta gera heildaráætlun um

rannsóknir háhitasvæða, heldur einniq að framkvæma þær. Í fjárlagatillögum Orkustofnunar fyrir árin 1983 og 1984 var gert ráð fyrir rannsóknum á háhitasvæðum í samræmi við þessa heildaráætlun. Hvorugt árið hefur Alþingi séð sér fært að samþykkja fjárveitingar er nægðu til að unnt væri að fylgja áætluninni. Enn hefur því ekkert verið borað á háhitasvæðum samkvæmt henni.

2 NÝTING ORKU FRÁ HÁHITASVÆÐUM

Í ályktun Alþingis frá 19. maí 1981 er ekkert fjallað um nýtingu háhitaorkunnar eða könnun á möguleikum til að nýta hana. Aðeins er sagt, að tilgangur tillögunnar sé sá, að "Íslendingar eigi nokkra álitlegustu virkjunarstaðina fullhannaða þegar tækifæri bjóðast til hágkvæmrar nýtingar". Í samræmi við ályktunina leggur háhitaáætlunin megináherslu á rannsókn sjálfs jarðhitans; þó er þar einn kafli þar sem nýtingarmöguleikar háhitavarma eru reifaðir frá almennu sjónarmiði.

Enda þótt Orkustofnun sé sammála því sjónarmiði að nauðsynlegt sé að rannsaka háhitasvæðin að vissu marki, til að fá vissa yfirlitsþekkingu á þeim, án verulegs tillits til nýtingar - raunar meira en þegar hefur verið gert - þá telur stofnunin litla von til þess að stjórnvöld séu reiðubúin að leggja til þessara rannsókna 800 milljónir króna án þess að eygja einhverja sæmilega skilgreinda og sæmilega kannada nýtingarkosti innan ekki alltof langstíma. E. t. v. má túlka afgreiðslu Alþingis á tillögum stofnunarinnar um háhitarannsóknir 1983 og 1984 sem vott um þetta. Stjórnendur Orkustofnunar ákváðu því vorið 1983 að láta fara fram úttekt á markaði fyrir háhitaorku hér á landi um næstu aldamót, í framhaldi af háhitaáætluninni. Var ætlunin að hafa mætti niðurstöðu þeirrar úttektar til hliðsjónar þegar stjórnvöld tækju áætlunina til alvarlegrar umræðu, í ríkisstjórn og á Alþingi.

Heppilegt hefur þótt að greina þennan háhitamarkað um næstu aldamót í þrennt, jafnvel þótt einstakir hlutar séu ekki skýrt afmarkaðir.

2.1 Fyrirsjáanlegur háhitamarkaður

Hér á landi eru sem stendur fimm notendur jarðvarma frá háhitasvæðum:

1. Hitaveita Suðurnesja.
2. Rafmagnsveitur ríkisins (Kröfluvirkjun).
3. Sjóefnavinnslan h.f. (Saltverksm., Reykjanesi).
4. Kíslíðjan við Mývatn og rafstöðin í Bjarnarflagi ásamt Hitaveitu Reykjahlíðar.
5. Hitaveita Hveragerðis.

Telja má nokkuð öruggt að um aldamót hafi Hitaveita Reykjavíkur bæst í þennan hóp, en hún hefur um árabil undirbúið varmavirkjun á Nesjavöllum, sem er hluti háhitasvæðisins í Henglinum.

Sumarið 1983 átti stjórn Orkustofnunar, ásamt orkumálastjóra og forstjóra Jarðhitadeildar, formlegar viðræður við forráðamenn Hitaveitu Suðurnesja, Sjóefnavinnslunnar h.f., Hitaveitu Reykjavíkur og Landsvirkjunar um framtíðaráform þessara fyrirtækja í nýtingu varma frá háhitasvæðum allt til aldamóta. Til hliðsjónar var einnig höfð Húshitunarspá Orkuspárnefndar varðandi orkuþörf til húshitunar á Suðurnesjum og höfuðborgarsvæðinu. Gott samræmi reyndist vera milli spárinna og framtíðarhugmynda forráðamanna hitaveitnanna tveggja. Fram kom á fundinum með Sjóefnavinnslunni h.f. að fyrirtækið hefur engar ákvarðanir tekið um stækkun verksmiðjunnar umfram 8.000 tonn/ári, en þeir töldu líklegt að stækkun í 40.000 tonn/ári yrði komin til framkvæmda fyrir lok þessa áratugar. Hér er því varmanotkun svarandi til 8.000 tonn/ári talin "fyrirsjáanleg", en notkun umfram það vegna 40.000 tonna vinnslu á ári talin með "líklegum markaði". Forráðamenn Landsvirkjunar upplýstu að engin ákveðin áform væru uppi hjá fyrirtækinu um nýtingu háhitavarma til raforkuvinnslu, en það hefði auga með öllum möguleikum í því efni, og hefði samið við Hitaveitu Suðurnesja um rannsóknarsamvinnu.

Auk þessara formlegu viðræðufunda var haft samband við Rafmagnsveitustjóra ríkisins, um Kröflu, og framkvæmdastjóra Kísiliðjunnar. Rafmagnsveitustjóri taldi eðlilegt að halda áfram að afla meiri gufu til Kröfluvirkjunar, og hefðu Rafmagnsveiturnar gert tillögur um 3 borholur 1984. Stjórnvöld hefðu þó engar ákvarðanir tekið til frambúðar. Hér er því einungis talin til "fyrirsjáanlegs markaðar" sú gufa sem þegar er fengin úr jörðu við Kröflu (sumt af henni hefur enn ekki verið leitt til orkuvers), en viðbótargufa til að auka afköstin í 70 MW (mestu mögulegu afköst) talin til "líklegs markaðar". Framkvæmdastjóri Kísiliðjunnar kvað forráðamenn hennar ekki sem stendur hafa uppi neinar hugmyndir um stækkun, heldur ekki til lengri tíma litið. Hér er því einungis núverandi gufuþörf verksmiðjunnar talin til "fyrirsjáanlegs markaðar". Einnig var rætt við fulltrúa Iðnaðarráðuneytisins um stöðu einstakra iðnaðarkosta.

Heildarniðurstaðan varðandi "fyrirsjáanlegan markað" fyrir háhitaorku er sýnd í töflu 1. Varðandi nánari skýringar á

töflunni vísast til viðauka 1.

Tafla 1 Fyrirsjáanlegur markaður um aldamóta fyrir orku frá háhitasvæðum (sjá nánar viðauka 1).

	Hrá- varmi PJ/a	Vatns- taka Mt/a	Mesta renni kg/s
<hr/>			
<u>Húshitun</u>			
Höfuðborgarsvæðið	23	20	900
Suðurnes	7,4	7,5	350
<hr/>			
<u>Iðnaður</u>			
Kíslíðjan og Hitav. Reykjahlíðar	0,8	0,4	16
Saltvinnsla, 8 kt/a	1,7	1,4	75
Fiskimjölsverksmiðja, Strandir	0,04	0,04	10
<hr/>			
<u>Raforkuvinnsla</u>			
Krafla (30 MW)	6,5	4,2	220
<hr/>			
Samtals	39,44		
<hr/>			

2.2 Líklegur háhitamarkaður

Þegar hefur verið nefnt það sem talið er til þessa flokks. Tafla 2 gefur yfirlit yfir hann.

2.3 Hugsanlegur háhitamarkaður

Í þessum fokki kennir margra grasa, því margar og marqvislegar hugmyndir hafa í tímans rás komið fram um nýtingu háhitaorku, einkum til iðnaðar, og nú síðast einnig til fiskeldis. Sameiginlegt þeim er það, að þær eru allar á frumstigi athugana og umræðu og hafa hvorki verið kveðnar í kútinn né heldur hefur verið ótvírætt sýnt fram á að þær væru lífvænlegar. Því var ekki rætt við neina aðila um þær að því undanskylđu að sumar þeirra bar á góma í viðræðum við Hitaveitu Suðurnesja, Sjóefnavinnsluna h.f. og Iðnaðarráðuneytið. Að því er þennan hluta varðar takmarkast því könnunin við að draga saman til yfirlits þessar nýtingarhugmyndir og kennistærðir þeirra um þörf fyrir jarðhita. Þetta yfirlit er sýnt í töflu 3 hér að neðan.

Tafla 2 Líklegur viðbótarmarkaður fyrir orku frá háhitasvæðum um aldamót.

	Hrá- varmi PJ/a	Vatns- taka Mt/a	Mesta renni kg/s
<hr/>			
<u>Iðnaður</u>			
Saltvinnsla, 8 kt/a í 40 kt/a	2,0	1,6	45
<hr/>			
<u>Raforkuvinnsla</u>			
Krafla 30 MW í 70 MW	8,5	4,6	290
<hr/>			

Tafla 3 Hugsanlegur viðbótarmarkaður fyrir orku frá háhitasvæðum um aldamót.

	Hrá- varmi PJ/a	Vatns- taka Mt/a	Mesta renni kg/s
<hr/>			
<u>Iðnaður</u>			
Trjákvoða, 165 kt/a	0,79	0,65	26
Pappír úr trjákvoðu, 150 kt/a	1,9	1,6	59
Sykur, 10 kt/a	0,73	0,60	21
Fiskimjölsverksmiðja fyrir			
Reykjavík - Þorlákshöfn	0,19	0,16	41
Súral, 600 kt/a	10	8,4	290
Þungt vatn, 400 t/a	22	18	600
Magnesíum, 25 kt/a	12	9,8	340
<u>Ylrækt</u>			
Ylræktarver	0,10	0,09	5,3
<u>Fiskeldi</u>			
Á Reykjanesi, 680 t/a	1,2	1,0	48
Á Reykjanesi, 2000 t/a	3,6	3,0	140
<u>Raforkuvinnsla</u>			
Í þéttistöð, 100 MWe	19	14	740
<hr/>			

Um einstakar hugmyndir sem taldar eru í töflu 3 þykir rétt að taka fram eftirfarandi:

2.3.1 Trjákvoða og pappír

Athuganir hafa verið í gangi á vegum Iðnaðarráðuneytisins nokkur undanfarin ár um hugsanlega trjákvoðuverksmiðju, en áður hafði Húsavíkurkaupstaður kannað þessar hugmyndir nokkuð og þá með notkun háhita frá þeistareykjum í huga. Niðurstöður benda ekki til að vinnsla trjákvoðu hér á landi, eða pappírs úr henni, verði hagkvæmur nýiðnaðarkostur í fyrirsjáanlegri framtíð.

2.3.2 Sykur

Áhugafélag um sykuriðnað hf. lét gera athuganir á þessari hugmynd. Var gert ráð fyrir verksmiðjunni í Hveragerði. Niðurstöðurnar voru lagðar fyrir Iðnaðarráðuneytið, sem lét óháða aðila yfirlifara þær. Samkvæmt upplýsingum ráðuneytisins virðist hagkvæmni þessa iðnaðarkosts vera mjög vafasöm í náinni framtíð.

2.3.3 Sameiginleg fiskimjölsverksmiðja fyrir svæðið Reykjavík - Suðurnes - Þorlákshöfn

Stefán Örn Stefánsson verkfræðingur gerði fyrir Sjávarútvegsráðuneytið lauslega athugun á hagkvæmni slíkrar verksmiðju. Niðurstaða Stefáns Arnar var sú, að slík sameiginleg verksmiða er nýtti jarðgufu gæti verið hagkvæm borið saman við að reka núverandi verksmiðjur áfram með olíu. Samdráttur loðnuveiða undanfarin ár mun eiga þátt í að hugmyndin liggur í láginni, en það gæti breyst ef loðnuveiðar eiga framtíð fyrir sér.

Stefán Örn gerði ráð fyrir verksmiðju í Grindavík, þar sem hún nýtti gufu frá Svartsengi eða Eldvörpum, en benti á að til greina kemur að hafa hana í Straumsvík, og fengi hún þá gufu frá Trölladyngju.

2.3.4 Súrál

Vinnsla súráls hér á landi með hjálp jarðgufu var athuguð á vegum Iðnaðarráðuneytisins á árunum fyrir 1974, en það ár kom út skýrsla um þessa athugun. Súrálsvinnsla getur skapað mjög stóran markað fyrir háhita; mun stærri en þær iðn-greinar sem að framan eru taldar. Vegna nauðsynjar á nálægð

við góða höfn sem tekið getur mjög stór flutningaskip koma önnur háhitasvæði en á Reykjanesskaga, sunnan Hafnarfjarðar, tæplega til greina fyrir súrálsvinnslu. Af þeim virðist Krísuvík - Trölladyngja heppilegust vegna nálægðar við höfn í Straumsvík eða Flekkuvík, stærðar háhitasvæðisins sjálfs, og þess, að það er ekki nýtt til annars nú þegar.

Orkustofnun hefur nýlega í bréfi til Iðnaðarráðuneytisins lagt til að það feli Stóriðjunefnd að taka vinnslu súrálsl til nýrrar athugunar, og hafa fulltrúar stofnunarinnar rætt málid á fundi með nefndinni. Þá hefur Ráðgjafanefnd Nýiðnaðardeildar Iðntæknistofnunar ritað Stóriðjunefnd bréf um sama efni, með tillögum um nýjar athuganir.

2.3.5 þungt vatn

Á árunum 1955 til 1970 var á vegum raforkumálastjóra og Rannsóknaráðs ríkisins könnuð hagkvæmni þess að vinna hér á landi þungt vatn með aðstoð jarðgufu. Hagkvæmnin virtist út af fyrir sig álitleg, og ekki voru talin tæknileg vandkvæði á að nota jarðgufu í þessu skyni. Hins vegar er markaður fyrir þungt vatn mjög þróngur. Lengst af hefur framleiðslugetan á þungu vatni verið meiri en eftirspurnin eftir því. Að mati sérfræðinga hjá Alþjóðakjarnaorkumálastofnuninni í Vín (IAEA) eru litlar horfur á að markaður fyrir þungt vatn aukist í nálægri framtíð. Virðist því vinnsla á þungu vatni hér á landi ekki líkleg fyrir aldamót.

2.3.6 Magnesíum

Iðntæknistofnun hefur kannað möguleika á vinnslu á magnesíum hér á landi fyrir Iðnaðarráðuneytið, og skilaði um þá athugun skýrslu til ráðuneytisins í apríl 1981. Niðurstaða skýrslunnar var á þá leið, að magnesíumframleiðsla hérlendis virðist geta orðið mjög arðsöm að því tilskyldu að ýmsar forsendur sem raktar eru í skýrslunni reynist vera fyrir hendi við nánari rannsókn; þar með talin hagkvæm vinnsla á jarðvarma. Í bréfi verkefnisstjórnar um magnesíum- og natriumklóratvinnslu frá 12. júlí 1983 kemur fram að verkefnisstjórnin taldi "ekki raunhæft að gera ráð fyrir að slík verksmiðja gæti risið fyrr en á næsta áratug".

Svipuð rök gilda um staðsetningu magnesíumvinnslu og áður voru rakin varðandi súrál. Krísuvík - Trölladyngja er því

það háhitasvæði sem líklegast er til slíkrar vinnslu.

2.3.7 Fiskeldi

Orkustofnun hefur nýlega látið gera athugun á hagkvæmni laxeldis í söltu vatni með aðstoð jarðvarma frá háhitasvæðinu á Reykjanesi, þar sem lax væri alinn upp í sláturstærð og seldur á erlendan markað. Um frumathugun er að ræða. Niðurstöður benda til verulegrar hagkvæmni, en mun nánari könnunar er þörf áður en til nokkurrar ákvörðunar kemur.

Athugun Orkustofnunar tók mið af aðstæðum við Kistu á Reykjanesi þar sem háhitasvæði er örskammt frá sjó. Fleiri svæði, svo sem Svartsengi - Eldvörp koma einnig til greina og hugsanlega Öxarfjörður, en búast má við að mun síður sé hagkvæmt að leiða gufuna um langan veg til sjávar.

Með sömu rökum má vænta að eldi fisks í ferskvatni með jarðvarma sé að öðru jöfnu hagkvæmast á háhitasvæðum nærri stöðuvötnum, t.d. í Krísuvík (Kleifarvatn) eða við Námafjall (Mývatn), eða e. t. v. í Öxarfirði (nálægð við ár). Hér er eingöngu um að ræða fiskeldi sem nýtir varma frá háhitasvæðum. Lághita má nýta til þess á mun fleiri stöðum.

2.3.8 Raforkuvinnsla

Meginhluti alls jarðvarma sem unninn er í heiminum utan Íslands er notaður til að framleiða raforku. Svo virðist sem slík raforkuvinnsla hér ein sér og óstudd muni eiga erfitt með að keppa við vatnsorkuna a.m.k. á þessari öld. Til þess bendir m.a. athugun sem Orkustofnun hefur látið gera á vinnslu raforku í Henglinum. Öðru máli gegnir um samvinnslu á raforku og varma til hitaveitna. Slík raforkuvinnsla kann vel að vera samkeppninshæf við vatnsorku. Til þess bendir m.a. nýleg frumáætlun sem Hitaveita Reykjavíkur hefur látið gera um varmavirkjun í Henglinum þar sem einnig er gert ráð fyrir að framleiða rafmagn til sölu.

Orkustofnun hyggst nú á næstunni láta athuga hagkvæmni samvinnslu á raforku og varma til að ala fisk í sláturstærð, í söltu eða fersku vatni. Slík samvinnsla er að því leyti sérlega forvitnileg að hitasvið raforkuvinnslunnar og fiskeldisins grípa ekki hvort yfir annað og hvorug vinnslan þarf

því að trufla hina. Eldishitinn samsvarar hita kælivatnsins frá raforkuvinnslunni sem annars væri kastað á glæ.

Um staðsetningu slíkrar samvinnslu gildir hið sama og um fiskeldi eitt sér.

2.3.9 Ylræktarver

Könnun á hagkvæmni þess að rækta blóm í stórum stíl til útflutnings fór fram á vegum Rannsóknaráðs ríkisins fyrir nokkrum árum. Hagkvæmni þess er háð mörgum atriðum öðrum en vinnslukostnaði jarðhita. Hafa tilraunir farið fram til að kanna suma þeirra t. d. gerfilýsingu. Í heild sinni virðist það óvist hvort slík ylrækt, byggð á jarðhita, er hagkvæm eða ekki.

Í athugun Rannsóknaráðs var gert ráð fyrir ylræktarveri í Hveragerði, en hugmyndir hafa komið upp um að velja því aðra staði, svo sem Reykjavík og Suðurnes. Slikt ylræktarver getur allt eins nýtt sér lághita eins og háhita.

2.3.10 Aðrir möguleikar

Upptalningin hér að framan er að sjálfsögðu ekki tæmandi, enda koma stöðugt fram nýjar hugmyndir. Nefna má, að Nýiðnaðardeild Iðtæknistofnunnar vinnur, í samvinnu við ýmsa aðra, að athugunum varðandi nýtingu jarðvarma til framleiðslu á C-vítamíni, á ýmsum kísilríkum efnum með útfellingu úr heitum jarðsjó og á hita- og vatns iðnferlum af ýmsu tagi (hydro-thermal processes). Of snemmt er enn að fjalla um þessa möguleika.

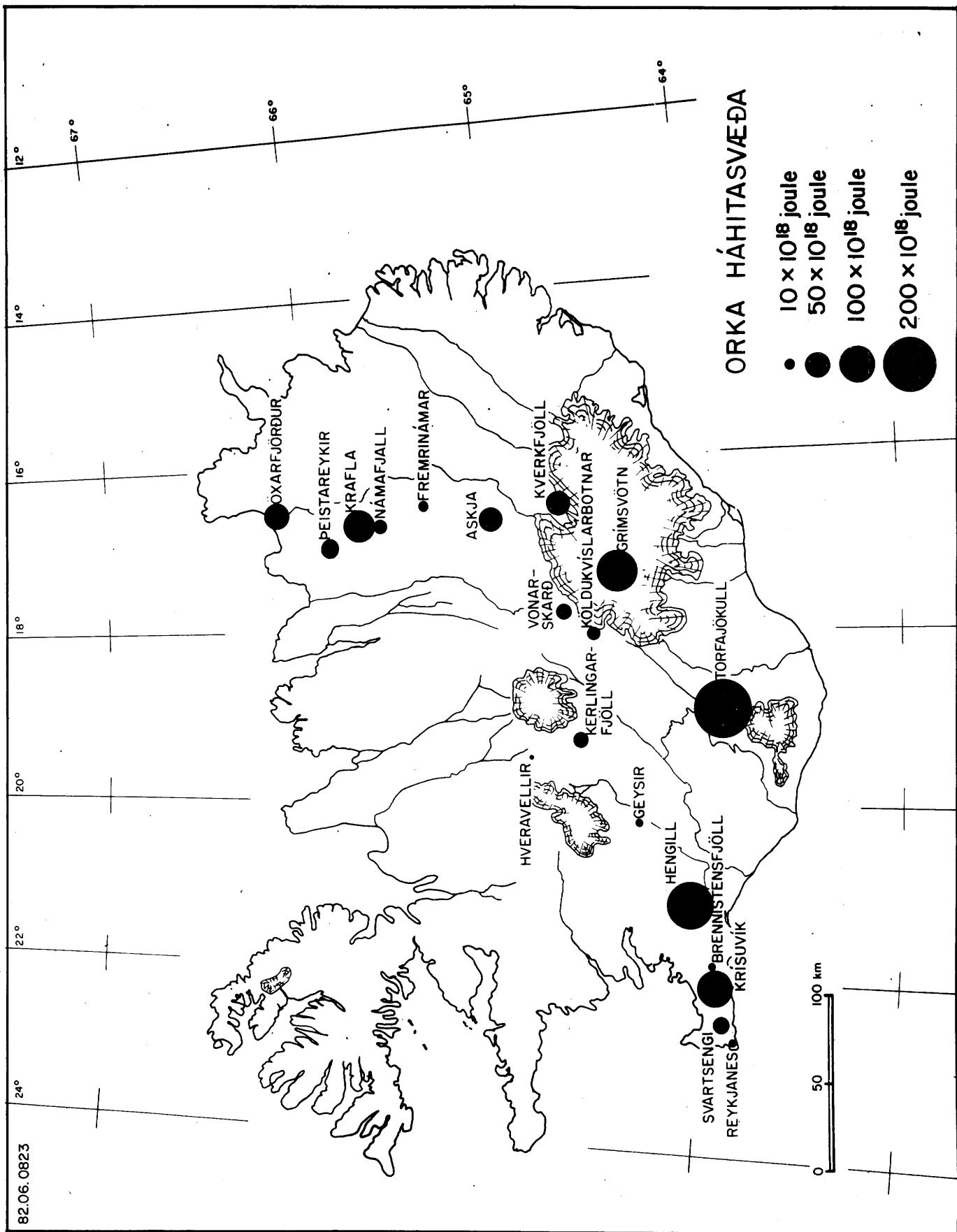
3 NÝTING EINSTAKRA HÁHITASVÆÐA UM NÆSTU ALDAMÓT

Þegar skipa skal þeim hugmyndum um nýtingu á háhitaorku, sem raktar hafa verið hér að framan, niður á svæði kemur margt til álita. Má þar fyrst nefna vinnslueiginleika á svæðinu sjálfu. Þeir eru óþekktir á mörgum þeirra, þar sem enn hefur lítið eða ekkert verið borað, en betur þekktir á öðrum þar sem rannsóknar- og reynsluboranir hafa farið fram, eða eru nytjuð nú þegar. Frá jarðhitalegu sjónarmiði skipta vinnslueiginleikarnir mestu máli og frá því má segja að tómt mál sé að tala um að velja háhitasvæði til nýtingar fyrr en nokkur þeirra hafa verið könnuð svo nákvæmlega að bera megi vinnslueiginleika þeirra saman.

En fleira ræður vali svæðis en vinnslueiginleikar þess. Þar má nefna legu svæðisins með tilliti til annarra þátta svo sem nálægð við höfn, þéttbýli, sjó, ferskt vatn eða annað. Þetta veldur því að unnt er að skipa nýtingarhugmyndum niður á svæði nú þegar að vissu marki, jafnvel þótt sum þeirra séu enn lítt könnuð; að sjálfsögðu með þeim fyrirvara að nánari rannsókn leiði í ljós viðunandi vinnslueiginleika á þeim háhitasvæðum er nýta skal þar sem þeir enn eru ókunnir. Á mynd 1 eru háhitasvæði landsins sýnd ásamt áætlaðri orku þeirra.

Út frá þvílikum sjónarmiðum hefur þeim notkunarmöguleikum sem taldir voru hér að framan verið skipað niður á einstök háhitasvæði. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 4 hér að neðan, en nánari skýringar á töflunni er að finna í viðauka 1. Tilgangurinn er að skapa viðmiðun er nota megi við að skipuleggja rannsóknir á einstökum svæðum nú á næstunni. Fyrsta áfangamarkmiðið í þeim rannsóknum; markmið sem ætti að ná á næstu fimm árum eða svo, er að fá sæmilega undirbyggt bráðabirgðasvar við eftirtoldum tveim spurningum:

1. Er unnt að finna á viðkomandi háhitasvæði hæfilega stórt (eða stór) vinnslusvæði sem á hagkvæman hátt getur gefið þann varma sem nýtingin um aldamót útheimtir?



Mynd 1 Háhitasvæði landsins og áætlaður orkuforði þeirra.

Tafla 4 Fyrirsjáanleg, líkleg og hugsanleg nýting varma frá einstökum háhitasvæðum um aldamót (sjá viðauka 1).

	Hrá-varmi PJ/a	Vatns-taka Mt/a	Mesta renni kg/s
<hr/>			
<u>Reykjanes</u>			
Fyrirsjáanlegt	1,7	1,4	85
Líklegt	2,0	1,6	45
Hugsanlegt	2,3	2,0	100
Samtals	6,0	5,0	230
<u>Svartsengi - Eldvörp</u>			
Fyrirsjáanlegt	7,4	7,5	350
Líklegt	0	0	0
Hugsanlegt	12,6	9,5	500
Samtals	20	17	850
<u>Krísuvík - Trölladyngja</u>			
Fyrirsjáanlegt	0	0	0
Líklegt	0	0	0
Hugsanlegt (Trölladyngja) (Krísuvík)	31 19	25 14	900 700
Samtals	50	39	1600
<u>Nesjavellir</u>			
Fyrirsjáanlegt	23	20	900
Líklegt	0	0	0
Hugsanlegt	0	0	0
Samtals	23	20	900
<u>Hveragerði</u>			
Fyrirsjáanlegt	0	0	0
Líklegt	0	0	0
Hugsanlegt	1,0	0,8	30
Samtals	1,0	0,8	30
<u>Námafjall</u>			
Fyrirsjáanlegt	0,8	0,4	16
Líklegt	0	0	0
Hugsanlegt	1,2	0,6	24
Samtals	2,0	1,0	40
<u>Krafla</u>			
Fyrirsjáanlegt	6,5	4,2	220
Líkleg	8,5	4,6	290
Hugsanlegt	0	0	0
Samtals	15	8,8	510

2. Getur vinnslusvæðið staðið undir þessari varmavinnslu lítt breytti í nokkra áratugi, t.d. 30 ár a.m.k., þannig að tóm gefist til að afskrifa mannvirkin á eðlilegum tíma ?

Rétt þykir að það komi skýrt fram að skipun nýtingarmöguleika á svæði er hér gerð út frá tæknilegum og efna-hagslegum sjónarmiðum en ekki félagslegum, pólitískum eða náttúruverndarlegum. Það er annarra en Orkustofnunar að taka afstöðu til þeirra.

Ekki er gert ráð fyrir að endanlegt svar fáið þessum spurningum á þessum fimm árum fyrir allar þær nýtingar-hugmyndir sem taldar voru, þannig að á grundvelli þess megi ráðast í viðkomandi mannvirkni. Til þess þarf frekari og ítarlegri rannsóknir, einkum reynsluboranir. En svarið ætti að geta skorið úr um það, hvort rétt sé að hætta við nýtingarhugmynd vegna þess að jarðhiti sé ekki fáanlegur eða mjög óhagkvæmur á einhverjum stað.

Mjög ólíklegt er að öll þau not sem tilgreind eru sem hugsanlegur markaður verði orðin staðreynd um næstu aldamót, á öllum svæðunum. Kannske á sumum þeirra, en ekki öllum. Hugsunin á bak við töflu 4 er sú, að því er hugsanlegan markað varðar, að rétt sé á þessu stigi málsins að miða rannsókn hvers svæðis næstu fimm árin eða svo við þá nýtingu sem nefnd er á því, meðan enn er óvist á hvaða svæði einstökum nýtingarkostum verður skipað. Eftir því sem samhæfðum rannsóknum á jarðhitasvæðunum og nýtingarkostum miðar áfram er jarðhitarannsóknum stýrt meir og meir að þeim svæðum og kostum til nýtingar sem vænlegastir þykja eða mest aðkallandi.

Hér að aftan verður nokkuð fjallað um einstök háhitasvæði sem talin eru í töflu 4.

3.1 Reykjanes

Reiknað er með núverandi saltvinnslu (8 kt/a) sem fyrirsjáanlegri og stakkun í 40 kt/a sem líklegrí. Fiskimjöls-verksmiðja sú sem Strandir h.f. hafa í undirbúningi er talin með fyrirsjáanlegum markaði. Sem hugsanlegum markaði er reiknað með fiskeldi í söltu vatni af svipuðu umfangi og nýleg skýrsla um fiskeldi við Kistu gerir ráð fyrir, og "öðru", sem gæti verið t.d. aukin fiskimjölsframleiðsla,

fóðurframleiðsla fyrir eldisfisk, eða meira fiskeldi.

3.2 Svartsengi - Eldvörp

Varmaþörf Hitaveitu Suðurnesja um aldamót er talin sem fyrirsjáanlegur markaður. Ekki er neitt sérstakt nefnt sem líklegur markaður, en hugsanlegur markaður er talinn t. d. fiskimjölsverksmiðja af því tagi sem rætt hefur verið um að reisa sameiginlega fyrir Reykjavík - Suðurnes - Þórlákshöfn; enn fremur samvinnsla á t. d. 50 MW af raforku og varma til fiskeldis í söltu vatni og loks "annað", sem getur falið margt í sér, svo sem meiri fiskimjölsframleiðslu, fóðurframleiðslu fyrir eldisfisk, vinnslu á kísilríkum efnum, C-vítamín, ylrækt og fleira.

3.3 Krísuvík - Trölladyngja

Enginn markaður er fyrirsjáanlegur fyrir háhita frá þessu svæði, né heldur talinn beinlínis líklegur. Til hugsanlegs markaðar er talin 600 kt/a súrálsvinnsla, 25 kt/a magnesíumvinnsla og "annar iðnaður", allt með vinnslusvæði í nánd við Trölladyngju. Einnig samvinnsla á 100 MW raforku og varma til fiskeldis í ferskvatni, með vinnslusvæði í Krísuvík (Fiskeldið fengi vatn úr Kleifarvatni).

Undir "annar iðnaður" getur eins og áður margt fallið; t.d. framleiðsla á C-vítamíni, fiskimjölsverksmiðja, fóðurframleiðsla o. fl..

3.4 Nesjavellir

Vinnsla á 380 MW af nýttum varma og 72-80 MW raforku á vegum Hitaveitu Reykjavíkur er talin fyrirsjáanlegur markaður fyrir háhita frá vinnslusvæði á Nesjavöllum. Enginn líklegur eða hugsanlegur markaður er tilgreindur hér, vegna fjarlægðar svæðisins frá höfn og þéttbýli, erfiðs landslags o. fl..

3.5 Hveragerði

Enginn fyrirsjáanlegur eða líklegur markaður er tilgreindur; borholur Hitaveitu Hveragerðis eru enda í útjaðri háhitasvæðisins sem kennt er við Hengil.

Sem hugsanlegur markaður er einungis tilgreint áðurnefnt ylræktarver og "annað", sem eins og áður getur falið margt í sér.

3.6 Þeistareykir

Fyrir þetta háhitasvæði er enginn markaður tilgreindur. Vegna þess langt frá þéttbýli, höfn, fersku og söltu vatni, og vegna þess að öflug lághitasvæði (t. d. í Reykjahverfi) sem eru betur í sveit sett, keppa við Þeistareyki um öll þau jarðhitanot sem lághiti dugir til. Örðugt er að koma auga á jafnvel hugsanlegan markað fyrir orku frá Þeistareykjum á þessari öld, út frá þeim tæknilegu og efnahagslegu sjónarmiðum sem hér eru lögð til grundvallar.

3.7 Námafjall

Núverandi Kísiliðja er talin fyrirsjáanlegur markaður, ásamt Hitaveitu Reykjahlíðar. Líklegur markaður er enginn nefndur vegna þess að ekki eru neinar hugmyndir uppi um að stækka kísilgúrverksmiðjuna í Bjarnarflagi.

Sem hugsanlegur markaður er hér nefndur liðurinn "annað", sem gæti t.d. falið í sér hugsanlega stækkun kísilgúrverksmiðjunar o. fl..

3.8 Krafla

Fyrirsjáanlegur markaður samsvarar nýtingu þeirrar gufu sem þegar er fengin upp á yfirborðið í Kröfluvirkjun, og líklegur markaður þeirri gufu sem þarf til viðbótar til að koma virkjuninni í 70 MW (mestu hugsanlegu afköst).

Enginn hugsanlegur markaður er tilgreindur vegna fjarlægðar frá höfn, þéttbýli, fersku og söltu vatni, og vegna þess að margt bendir til að gufa til raforkuvinnslu sé auðfengnari víða annarsstaðar en við Kröflu.

3.9 Öxarfjörður

Enginn markaður af neinu tagi er nefndur fyrir háhitasvæðið í Öxarfirði á þessari öld, af svipuðum ástæðum og taldar eru varðandi þeistareyki. Að vísu er skammt í bæði ferskt vatn og salt, þannig að nýting til fiskeldis, eins sér eða í tengslum við raforkuvinnslu, væri af þeim sökum hugsanleg. En eins og mál horfa nú virðast önnur háhitasvæði liggja betur við fiskeldi, hvort heldur er í fersku vatni eða söltu, að dæma út frá tæknilegum og efnahagslegum sjónarmiðum.

3.10 Önnur svæði

Önnur háhitasvæði landsins en þau sem talin eru hér að framan eru svo fjarri byggð að nýting þeirra virðist í öllum tilvikum lengra undan en hinna og um hana verður varla um að ræða fyrir næstu aldamót.

4 SAMHÆFING RANNSÓKNA Á ORKULINDUM OG ORKUNÝTINGU

Fram undir þetta höfum við Íslendingar notað jarðvarma til hitunar húsa fyrst og fremst, og náð á því sviði mjög góðum árangri. Markaðurinn hefur hvarvetna blasað við; alls staðar voru notendur sem gjarnan vildu hætta að hita hús sín með olíu en fá jarðhita í staðinn, og jókst þessi ásókn um allan helming eftir olíukreppuna fyrri árið 1973. Engin þörf var á neinskonar markaðsleit; því síður á að rannsaka nýja notkunarmöguleika. Markaðurinn var lengi meiri en unnt var að metta. Það sem þurfti að rannsaka voru sjálf jarðhitasvæðin.

Þegar farið var að hyggja að notkun jarðhita til annarra hluta, svo sem iðnaðar, skapaðist þörf á að rannsaka notkunina sjálfa; aðhæfa iðnferla að nýtingu jarðgufu eða skapa nýja. Þess háttar rannsóknir hófust á vegum raforkumálastjóra þegar kísilgúrvinnsla við Mývatn komst á dagskrá og um svipað leyti var tekið að kanna vinnslu á salti með jarðhita og framleiðslu á þangmjöli. Síðar meir færðust slíkar nýtingarrannsóknir frá embætti raforkumálastjóra og síðar Orkustofnun yfir til annarra, svo sem Rannsóknaráðs, Iðntæknistofnunar og ýmissa nefnda og verkefnishópa á vegum Iðnaðarráðuneytisins. Allar voru þessar nýtingarrannsóknir þó áfram í tengslum við raforkumálastjóra og síðar Orkustofnun, sem sá um þá hluta þeirra er varða öflun jarðvarmans. Jafnframt hefur Orkustofnun haldið áfram leit að nýjum nýtingarmöguleikum sem aðrir hafa ekki haft með höndum. Hafa verið gerðar skýrslur um slíkar athuganir; þær kynntar áhuga- og hagsmunaðilum; efnt til funda um þær o.s.frv. Má nefna í þessu samhengi jarðvegshitun til að örva vöxt plantna utanþúss, svepparækt og fiskeldi.

Á síðasta áratug tengdist verulegur hluti af starfi Jarðhitadeilda Orkustofnunar leit og vinnslu lághita til hitaveitna svo og rannsóknum á þeim háhitasvæðum sem ætlun var að nýta fyrir hitaveitur svo sem Svartsengi og Nesjavelli.

Rannsóknum á háhitum og nýtingarmöguleikum hans til annars en húshitunar hefur þannig aðeins verið sinnt í takmörkuðu mæli nú í um það bil áratug þegar Krafla er undanskilin. Með hliðsjón af þeim möguleikum háhitans sem raktir hafa verið í þessari greinargerð sýnist ærin ástæða til að efla rannsóknir á háhitasvæðunum. Skapast þá jafnframt þörf á að samhæfa rannsóknir á háhitasvæðunum sjálfum, sem Orkustofnun

framkvæmir, og rannsóknir á nýtingarkostum jarðhitans, sem gerðar hafa verið hér og þar eins og rakið var, en þó yfirleitt undir yfirstjórn Iðnaðarráðuneytisins. Ekki er þörf á að telja mörg rök fyrir nauðsyn slíkrar samhæfingar. Tilgangslaust er að ræða í neinni alvöru um nýtingu jarðhita frá svæði sem nánast er óþekkt og enginn veit hvort þar er yfirleitt hægt að vinna varma á hagkvæman hátt. Svæðið verður að rannsaka að vissu marki til að afla grundvallarhugmynda um eiginleika þess. Á sama hátt er tilgangslaust að eyða miklu fé í að rannsaka háhitasvæði meðan allar hugmyndir um nýtingu þess eru skýjaborgir, sem ein markaðskönnun t.d. getur kollvarpað. Rannsókn jarðhitans annarsvegar og nýtingarkosta hans hinsvegar verða að haldast í hendur allan tímann. Slík samhæfing er alls ekki vandalaus, en engu að síður nauðsynleg.

Orkustofnun leggur til að gert verði átak nú á næstunni til slíkrar samhæfingar og að Iðnaðarráðuneytið, sem spannar bæði orkumál og iðnaðarmál, hafi forystu í því efni, en er reiðubúin að leggja slíkri viðleitni allt það lið sem hún má.

HEIMILDIR

Alþingi 1981: "Þingsályktun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins". Samþykkt á Alþingi 19. maí 1981.

Alþingi 1983: "Tillaga til þingsályktunar um skipulegar rannsókn háhitasvæða landsins og nýtingu þeirra til iðnaðar og orkuvinnslu". Lögð fram á 105. löggjafarþinginu 1982-1983.

Dr. Gyorgy Sigmond 1974: "Draft Pre-Feasibility Study on the Production of Alumina in Iceland". United Nations Industrial Development Organization, Project DP/ICE71/806/11-16/14.

G. Pálason, V. Stefánsson, S. Thórhallsson and T. Thorsteinsson 1983: "Geothermal Field Developments in Iceland". Ninth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, California, Dec. 13 - 15 1983.

Iðnaðarráðuneytið 1981: "Sykurvinnsla í Hveragerði". Iðnaðarráðuneytið, nr. 81-8.

Iðntæknistofnun 1981: "Magnésium framleiðsla, forsendu-athugun". Iðnaðarráðuneytið nr. 81-7.

Orkuspárnefnd 1980: "Húshitunarspá 1980 til 2000".

Orkuspárnefnd 1982: "Jarðhitaspá 1982 til 2000".

Rannsóknaráð ríkisins 1970: "Preliminary Study of Heavy Water Production with Geothermal Steam".

Stefán Órn Stefánsson 1981: "Ný fiskimjölsverksmiðja á Suðurnesjum. Frumathugun staðsetningar, stofnkostnaðar, rekstrarkostnaðar og hagkvæmni". Unnið fyrir Sjávarútvegsráðuneytið.

Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson og Sverrir Þórhallsson 1982: "Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins". Orkustofnun, OS82093/JHD13.

Verkerfnisstjórn um magnesíum- og nátríumklóratvinnslu 1983:
"Bréf til Iðnaðarráðuneytisins. Varðar: Starfslok
verkefnisstjórnar um magnesíum- og nátríumklóratvinnslu".
Akureyri 12. júlí.

Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf. 1982: "Frumdrög að
áætlun um jarðgufustöð í Hengli". Orkustofnun
OS82023/JHD02.

Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf. 1983: "Frumáætlun
um fiskeldisstöð á Kistu, Reykjanesi". Orkustofnun,
OS83069/JHD12.

Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf. 1983: "Drög að
áætlun um jarðhitavirkjun á Nesjavöllum". Hitaveita
Reykjavíkur.

Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf. 1983: "Frumáætlun
um raforkuframleiðslu til eigin þarfa". Kísiliðjan hf.

VIÐAUKI I

Nánari skýringar á töflum

Í töflu V.l-1 er sýnt nánar en í meginexta áætluð jarðvarmanotkun hjá Hitaveitu Reykjavíkur og Hitaveitu Suðurnesja fram til aldamóta. Í töflu V.l-2 er sýnt hvernig fyrirsjáanlegum, líklegum og hugsanlegum notum fyrir jarðvarma frá háhitasvæðum er skipt niður á einstök svæði.

Tafla V.l-1 Áætluð jarðvarmapörf Hitaveitu Reykjavíkur og Hitaveitu Suðurnesja.

	1985	1990	1995	2000
<u>Húshitun 1)</u>				
Höfuðborgarsvæðið 2):				
Nýttur varmi alls, GWh/a	2400	2700	3000	3400
Nýttur háhití, GWh/a		1100	2300	2300
Hámark nýtts háhita, MW		190	380	380
Hámark hrávarma, háh. MW		500	1000	1000
Mesta renni, háhití kg/s		200-450	400-900	
Magn borholuvökva, kt/a		4200-9400	8700-20000	
Hrávarmi, PJ/a		11	23	23
Suðurnes 3):				
Nýttur varmi alls, GWh/a	520	610	660	710
þar af til almenningsnota	260	310	360	410
til Keflavíkurflugvallar	260	300	300	300
Hámark nýtts varma, MW	90	100	110	120
Hámark hrávarma, MW	250	280	310	340
Mesta renni, kg/s	260	290	320	350
Magn borholuvökva, kt/a	5400	6300	6900	7500
Hrávarmi, PJ/a	5,3	6,2	6,8	7,4

- 1) Húshitunarmarkaður er fenginn frá Húshitunarspá Orku-spárnefndar.
- 2) Tölur um nýtingu háhita samkvæmt skýrslu Hitaveitu Reykjavíkur "Drög að áætlun um jarðhitavirkjun á Nesjavöllum".
- 3) Gengið er út frá að renni úr borholu hafi entalpiuna 1000 kJ/kg, reiknað frá "þrefalda punktinum" (0,01 °C; 0,006112 bör) eða 980 kJ/kg yfir 5 °C.

Tafla V.1-2 Fyrirsjáanleg, líkleg og hugsanleg nýting varma frá einstökum háhitasvæðum um aldamót eftir mögulegum notum.

	Hrá- varmi PJ/a	Vatns- taka Mt/a	Mesta renni kg/s
<hr/>			
<u>Reykjanes</u>			
Fyrirsjáanlegt:			
Saltverksmiðja, 8 kt/a 1)	1,7	1,4	75
Fiskimjölsverksmiðja, "Strandir" 1)	0,04	0,04	10
Líklegt:			
Stækkun saltverksm. í 40 kt/a 1)	2,0	1,6	45
Hugsanlegt:			
Fiskeldi, 680 t/a 2)	1,2	1,0	48
Annað	1,06	0,96	52
Samtals	6,0	5,0	230
<u>Svartsengi - Eldvörp</u>			
Fyrirsjáanlegt:			
Hitaveita Suðurnesja	7,4	7,5	350
Líklegt:			
Hugsanlegt:			
Fiskimjölsverksmiðja			
Reykjavík - Þorlákshöfn 3)	0,19	0,16	41
Samvinnsla á 50 MW raforku			
og eldisfiski í söltu vatni 4)	9,5	7,0	370
Annað	2,91	2,34	89
Samtals	20	17	850
<u>Krísuvík - Trölladyngja</u>			
Fyrirsjáanlegt:			
Líklegt:			
Hugsanlegt:			
Súrál, 600 kt/a (Trölladyngja) 1)	10	8,4	290
Magnesíum, 25 kt/a --	12	9,8	340
Annar iðnaður --	9,0	6,8	270
Samvinnsla á 100 MW raforku og 4)			
eldisfiski í ferskvatni (Krísuv.)	19	14	700
Samtals	50	39	1600

Nesjavellir

Fyrirsjáanlegt:

380 MW nýttur varmi og 72 - 80 MW raforka á vegum HR 5)	23	20	900
--	----	----	-----

Líklegt:

Hugsanlegt:

Samtals	23	20	900
---------	----	----	-----

Hveragerði:

Fyrirsjáanlegt:

Líklegt:

Hugsanlegt:

Ylræktarver 4)	0,1	0,09	5,3
Annað	0,9	0,71	24,7
Samtals	1,0	0,80	30

Námafjall

Fyrirsjáanlegt:

Kisiliðjan og Hitav. Reykjah. 6)	0,8	0,4	16
----------------------------------	-----	-----	----

Líklegt:

Hugsanlegt:

Annað	1,2	0,6	24
Samtals	2,0	1,0	40

Krafla

Fyrirsjáanlegt:

Möguleg raforkuvinnsla í dag 7)	6,5	4,2	220
---------------------------------	-----	-----	-----

Líkleg:

Aukning raforkuvinnslu í 70 MW 7)	8,5	4,6	290
-----------------------------------	-----	-----	-----

Hugsanlegt:

Samtals	15	8,8	510
---------	----	-----	-----

-
- 1) Jarðsjór eða borholuvatn 280 °C. Entalpía vökva 1237 kJ/kg eða 1216 kJ/kg yfir 5°C. Gufa soðin af við 159°C. Gufuhlutfall 0,27.
 - 2) Tölur fengnar úr skýrslu Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns "Frumáætlun um fiskeldissstöð á Kistu, Reykjanesi".
 - 3) Áætlað út frá 1) og skýrslu Stefáns Arnars Stefánssonar frá 1981.
 - 4) 300 °C hiti í holubotni. Gufa soðin við 165°C (7 bör). Entalpía vökva 1345 kJ/kg eða 1324 kJ/kg yfir 5°C. Gufuhlutfall 0,31.
 - 5) Áætlað út frá skýrslu Verkfræðistofu Guðmundar og

Kristjáns hf. frá 1983 (2).

6) Áætlað út frá skýrslu Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns hf. frá 1983 (3) og grein G. Pálssonar o. fl. frá 1983.

7) Áætlað út frá grein G. Pálssonar o. fl. frá 1983.