

# Orkustofnun

Ársskýrsla 1995

# STARFSEMI ORKUSTOFNUNAR

Orkustofnun fæst við rannsóknir á orkulindum landsins og orkubúskap þjóðarinnar ásamt ráðgjöf til stjórnvalda í orkumálum. Þar að auki annast hún rannsóknir og ráðgjöf fyrir orkufyrirtæki og einstaklinga eftir sérstakri beiðni hverju sinni og gegn greiðslu. Stofnunin starfar samkvæmt Orkulögum nr. 58/1967.

Stofnunin starfar í fjórum deildum:

## Stjórnsýsludeild

sem annast bókhald og fjárreiður, rekstur skrifstofu, teiknistofu, bókasafns og tölvukerfis, svo og starfsmannahald.

## Orkubúskapardeild

sem fæst við söfnun gagna um orkumál, úrvinnslu úr þeim og útgáfu. Hún annast einnig rannsóknir varaðndi orkubúskap þjóðarinnar, þ.e. orkunotkun og samhengi hennar við orsakir sínar og áhrifavalda, og (í samvinnu við aðra) við orkuspar og gerð yfirlitsáætlana í orkumálum.

## Vatnsorkudeild

sem fæst við rannsóknir á vatnsorku landsins, þar á meðal á rennsli fallvatna, aðstæðum til virkjunar á hentugum stöðum, möguleikum til vatnsmiðlunar og jarðfræðilegum aðstæðum fyrir stíflur, skurði, göng og stöðvarhús ofan-jarðar og neðan. Ennfremur rannsóknir er lúta að rekstri vatnsorkuvera.

## Jarðhitadeild

sem annast rannsóknir á eðli jarðhitans og á jarðhitasvæðum; aðstæðum til að vinna hann og tækninni við það, þar á meðal bortækni; nýtingarmöguleikum jarðhitans og viðbrögðum jarðhitasvæða við vinnslu. Ennfremur rannsóknir á áhrifum jarðhitavökvans (vatns og blöndu af vatni og gufu) á vinnslumannvirki, dreifikerfi og umhverfið.

Á eftir Yfirliti orkumálastjóra er lýsing á starfseminni á hverri þessara deilda um sig.

# Ársskýrsla 1995

## Efnisyfirlit

Ávarp stjórnarformanns .....	1
Yfirlit orkumálastjóra yfir Íslensk orkumál 1995 .....	3
Stjórnsýsla .....	6
Reikningar og kostnaðaryfirlit ....	8
Orkubúskaparrannsóknir .....	10
Jarðhitarannsóknir .....	11
Ferðir á fundi og ráðstefnur um orkumál .....	19
Vatnsorkurannsóknir .....	20
Starfsmannafélag Orkustofnunar .....	26
Summary of Activities .....	27
Skýrslur og greinar .....	30

Mynd á kápu/ Cover photo:  
Frá jarðhitasvæðinu í Kverkfjöllum.  
Ljós. Magnús Ólafsson.

*From the Kverkfjöll geothermal area.*

### Ritnefnd:

Páll Ingólfsson, ritstjóri  
Birgir Jónsson  
Ragna Karlsdóttir

### Hönnun:

Helga B. Sveinbjörnsdóttir

### Prentvinnsla:

Prentsmiðjan Oddi hf.



**ORKUSTOFNUN**  
National Energy Authority

Grensásvegi 9  
108 Reykjavík

Sími: 569 6000  
Fax: 568 8896

# Ávarp stjórnarformanns

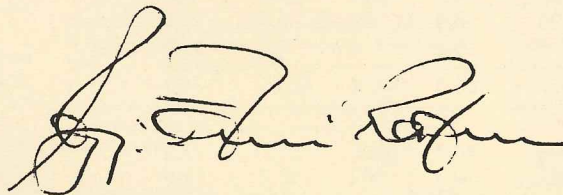
Á miðju ári 1995 var ný stjórn Orkustofnunar skipuð. Formaður stjórnar er sá sem þessar línur ritar, Eyjólfur Árni Rafnsson verkfræðingur, en aðrir í stjórn eru Ófeigur Sigurðsson rafmagnstæknifræðingur og Hákon Björnsson framkvæmdastjóri.

Útgjöld Orkustofnunar á árinu 1995 voru um 379 Mkr, rúmlega 4% hækkun frá árinu 1994. Sértekjur voru um 153 Mkr, um 2% hækkun frá fyrra ári, og fjárveiting ríkssjóðs var alls um 213 Mkr, um 2,4% hækkun frá fyrra ári, þegar tekið hefur verið tillit til hækkunar vegna launabreytinga.

Starfsemi Orkustofnunar árið 1995 hefur, eins og undanfarin ár, borið merki þess að lítil umsvif eru í framkvæmdum á sviði orkumála. Á þessu ári verður nokkur breyting á. Í nóvember síðastliðnum voru undirritaðir samningar um stækkun álversins í Straumsvík og eru framkvæmdir við byggingu nýs kerskála þegar hafnar. Orkuþörf vegna þessarar stækkunar álversins verður leyst með til þess að gera einföldum aðgerðum sem ekki kalla á frekari grunnrannsóknir á virkjanasvæðum. Ekki er vitað með vissu um annan orkufrekan iðnað en þó hefur verið ákveðið að halda áfram undirbúningi að stækkun verksmiðju Íslenska járnblendifélagsins á Grundartanga og nýlokið er mati á umhverfisáhrifum allt að 180.000 t álvers á Grundartanga. Þó ýmiss teikn séu á lofti um betri tíð í orkusölu er skynsamlegt að vera hóflega bjartsýnn um aukin verkefni tengd undirbúningi virkjana eða framkvæmdum við gerð þeirra. Á það ber hinsvegar að líta að við undirbúning og aðdraganda að virkjanaframkvæmdum hefur hlutur umhverfismála og umhverfisrannsókna orðið sífellt meiri. Með lögum um mat á umhverfisáhrifum hefur umfjöllun þessa málaflokks færst í fastari skorður og umfang hans heldur aukist. Af stuttri reynslu sem hér hefur fengist við mat á umhverfisáhrifum framkvæmda er ljóst að jafnvel hin nauðsynlegustu grunnildi eru ekki tiltæk nema í undantekningar tilfellum, ef ekki flestum. Þetta er verðugt umhugsunarefni.

Það hefur væntanlega ekki farið fram hjá mörgum að í september síðastliðnum skipaði iðnaðarráðherra nefnd til að endurskoða starfsemi Orkustofnunar og Iðntæknistofnunar. Nefndin hefur skilað niðurstöðu til ráðherra. Þegar þetta er ritað liggur ekki fyrir ákvörðun um endurskipulagningu þessara stofnana og mun ráðherra taka sér tíma til að fara yfir tillögurnar og ræða við hagsmunaaðila áður en lengra er haldið. Hlutverk nefndarinnar var að gera tillögur um hvernig heppilegt væri að greina ráðgjafar- og stjórnáráðgjafarstarfsemi Orkustofnunar frá rannsóknum á orkulindunum og þjónusturannsóknum stofnunarinnar, kanna hvaða þætti í starfsemi iðnaðarráðuneytisins á sviði orkumála væri heppilegt að flytja til stofnunarinnar, fara yfir rannsóknir sem fram fara á Orkustofnun og Iðntæknistofnun og meta þörf á að þessar stofnanir sinni þeim áfram og að kanna hvort heppilegt væri að sameina rannsóknir sem stundaðar eru á Orkustofnun og Iðntæknistofnun, að hluta til eða öllu leyti, eða flytja ákveðna þætti þeirra til annarra ríkisstofnana. Ekki mun verða fjölyrt um tillögur nefndarinnar hér því verið er að kynna þær hlutaðeigandi aðilum þegar þetta er ritað.

Hvað sem tillögur nefndarinnar munu leiða af sér er hverri stofnun, jafnt sem fyrirtækjum, hollt að endurskoða öðru hvoru stöðu sína og skipulag í ljósi breytinga sem sífellt eiga sér stað í þjóðfélaginu. Við hverskonar breytingar á skipulagningu og starfsemi Orkustofnunar er full ástæða til að taka hvert skref varlega. Hafa þarf að leiðarljósi að til langs tíma lítið verði tryggt að fjármunir ríkisins sem veitt er til orkurannsókna nýtist á markvissan hátt.

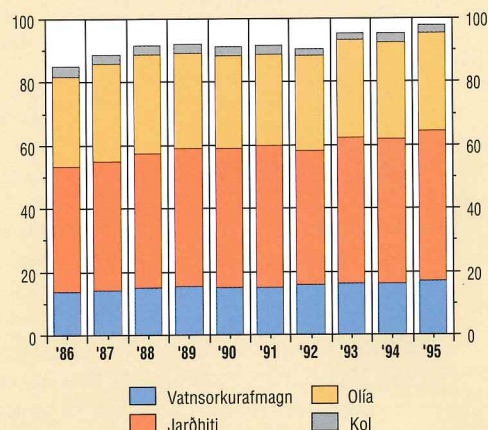


## Notkun frumorku á Íslandi 1995 og 1994

Primary Energy Consumption in Iceland in 1995 and 1994, in ktoe and PJ, from Hydro-electricity, Geothermal, Oil Products and Hard Coal, Respectively

Orkutegund	1995			1994		
	Púsundir tonna að olíuígildi	PJ	%	Púsundir tonna að olíuígildi	PJ	%
Vatnsorkurafmagn	401	16,8	17,2	387	16,2	17,0
Jarðhiti	1142	47,8	48,8	1092	45,7	47,9
Olía, keypt innanl.	583	24,4	24,9	578	24,2	25,3
Olía, keypt erlendis	155	6,5	6,6	155	6,5	6,8
Olía, samtals	738	30,9	31,5	733	30,7	32,1
Kol	57	2,4	2,5	69	2,0	3,0
<b>SAMTALS</b>	<b>2338</b>	<b>97,9</b>	<b>100,0</b>	<b>2281</b>	<b>95,5</b>	<b>100,0</b>

## NOTKUN FRUMORKU Á ÍSLANDI Í PJ 1986-1995

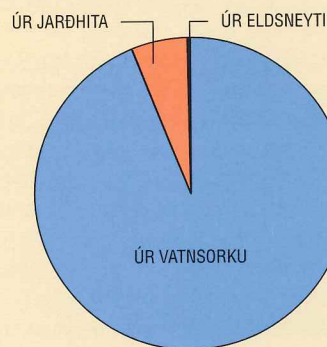


## Notkun frumorku á Íslandi 1986 – 1995, PJ

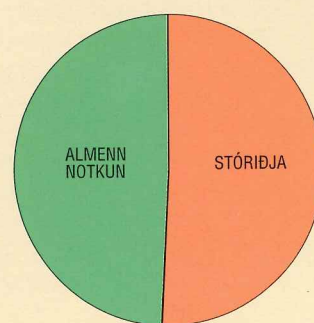
Primary Energy Consumption in Iceland 1986 – 1995, in PJ, from Hydro-electricity, Geothermal, Oil Products and Hard Coal, Respectively

Orkutegund	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Vatnsorkurafm.	13,8	14,1	15,0	15,2	15,0	15,0	15,5	16,1	16,2	16,8
Jarðhiti	39,4	40,9	42,3	43,7	44,2	45,0	42,6	46,4	45,7	47,8
Olía, k.inn.l.	19,9	21,2	22,5	22,4	22,8	22,0	23,8	24,3	24,2	24,4
Olía, k.erl.	8,7	9,8	9,1	7,8	6,5	7,0	6,6	6,6	6,5	6,5
Olía, samtals	28,6	31,0	31,6	30,2	29,3	29,0	30,4	30,9	30,7	30,9
Kol	3,3	2,7	2,7	2,9	2,7	2,8	2,0	2,0	2,9	2,4
<b>SAMTALS</b>	<b>85,1</b>	<b>88,7</b>	<b>91,6</b>	<b>92,0</b>	<b>91,2</b>	<b>91,8</b>	<b>90,5</b>	<b>95,4</b>	<b>95,5</b>	<b>97,9</b>

## UPPRUNI RAFORKU 1995



## NOTKUN RAFORKU, MEÐ TÖPUM 1995



## Raforkuvinnsla og verg raforkunotkun 1995 og 1994

Generation and Gross Consumption of Electricity 1995 and 1994

	1995		1994		Aukning 1994/95 %
	GWh	%	GWh	%	
<b>Uppruni raforku</b>					
Úr vatnsorku	4769	94,0	4511	94,5	5,7
Úr jarðhita	290	5,8	259	5,4	12,0
Úr eldsneyti	8	0,2	4	0,1	100,0
<b>SAMTALS</b>	<b>4977</b>	<b>100,0</b>	<b>4774</b>	<b>100,0</b>	<b>4,3</b>
<b>Tegund raforku</b>					
Fastaorka <sup>1</sup>	3996	80,3	3905	81,8	2,3
Ótryggð orka <sup>2</sup>	981	19,7	869	18,2	12,9
<b>SAMTALS</b>	<b>4977</b>	<b>100,0</b>	<b>4774</b>	<b>100,0</b>	<b>4,3</b>
<b>Notkun, með töpum</b>					
Stóriðja <sup>1</sup>	2491	50,1	2399	50,3	0,8
Almenn notkun <sup>1</sup>	2486	49,9	2375	49,7	1,5
<b>SAMTALS</b>	<b>4977</b>	<b>100,0</b>	<b>4774</b>	<b>100,0</b>	<b>4,3</b>

<sup>1</sup> Flutnings- og dreifitöpum meðtalin

<sup>2</sup> Stóriðja og rafskautskattlar. Flutnings- og dreifitöpum meðtalin

## Orkunotkun og orkuvinnsla

Frumorka í þjóðarbúskap Íslendinga á árinu 1995 nam 97,9 petajúlum (PJ), en það samsvarar orkunni í 2338 þúsund tonnum af olíu. Með frumorku er átt við rafmagn frá rafölum í vatnsaflsstöðvum, jarðhita frá borholustútum og eldsneyti sem kom í birgðastöðvar olíufélaganna á árinu að frádreginni birgðaaukningu ársins og eldsneytisölu til erlendra skipa og flugvéla, en viðbættum kaupum á eldsneyti erlendis beint í íslensk skip og flugvélar. Frumorkan skiptist á orkugjafa á þann hátt sem efsta taflan á síðu 2 hér á móti sýnir. Árið 1994 er sýnt til samanburðar. Miðað við íbúafjölda landsins hinn 1. desember 1995, 267.809, var frumorkunotkunin á mann 366 gígajúl (GJ), eða sem svarar orkunni í 8731

kg af olíu. Þetta er með því mesta sem gerist í heiminum. Til samanburðar má nefna að orkunotkun á mann er 16 GJ að meðaltali í Afríkulöndum sunnan Sahara.

Til þess að unnt sé að leggja tölur um frumorku úr mismunandi orkulindum saman verður orkan að vera mæld í sömu einingum fyrir þær allar. Því verður að umreikna orkuna úr hverri orkulind yfir í sömu einingar. Það má gera með mismunandi hætti. Hér er sami háttur hafður á þeim umreikningum og alþjóðleg samtök á orkusviðinu, eins og Alþjóðlega orkumálastofnunin, IEA, Alþjóðlega orkuráðið, WEC, og fleiri, nota. Frumorkunotkun í þjóðarbúskap Íslendinga síðustu 10 árin, 1986–1995, er sýnd í miðtöflunni á síðu 2 í petajúlum, umreiknuð með þessum sama hætti.

Nokkrar leiðréttingar hafa verið gerðar á síðarnefndu töflunni frá síðustu árskýrslu. Tölurnar um jarðhita árin 1990 – 1994 hafa verið leiðréttar í ljósi betri upplýsinga um gufunotkun á Nesjavöllum og tölurnar um eldsneyti 1986 – 1994 hafa verið leiðréttar í samræmi við betri gögn sem safnað var í tengslum við nýja eldsneytisspá sem gerð var 1995.

Árið 1995 voru flutt inn 755 þús. tonn af olíuvörum og 82 þús. tonn af steinkolum. Smávegis magn af fljótandi olíugösum er hér talið með olíuvörum.

Í árslok 1995 sá jarðvarmi fyrir 85% af orkuþörfum til húshitunar á Íslandi, og um 84% landsmanna hituðu hús sín með jarðhita.



Horft til NA af Syðri Hágöngu yfir lónstæði væntanlegrar 200 GJ Hágöngumiðlunar. Í forgrunni til vinstri er Kaldakvísl, sem kemur úr Vonarskarði, og til hægri Sveðja, sem kemur úr jökullónum undir Hamrinum. Á miðri mynd er dökkt Sveðjuhraunið, og mun væntanlegt lón ná upp á hraunjaðarinn við hæstu mögulegu vatnsstöðu sem verður um 815 m y.s. Við vesturjaðar hraunsins (vinstra megin) er jarðhitasvæði. Í bakgrunni lengst til hægri gnæfir Bárðarbunga en Köldukvíslarjökull flatmagar við rætur hennar. Í miðjum bakgrunni er Vonarskarð og Tungnafellsjökull lengst til vinstri. Ljós. Guðmundur Ómar Friðleifsson.

*View to NE over the site of the proposed 200 GJ Hágöngur storage reservoir at 800 meters elevation in the central highlands. The Vatnajökull ice cap is seen in the background.*

## Vinnsla og notkun raforku 1995

Vinnsla og notkun raforku hér á landi árið 1995 er sýnd á neðstu töflunni á síðu 2. Árið 1994 er sýnt til samanburðar.

Heildarvinnsla raforku og notkun að töpum meðtöldum nam 4977 GWh árið 1995 og jókst um 4,3% frá 1994. Almenn raforkunotkun jókst um 4,7%. Sú notkun er ávallt nokkuð háð hitastigi sem er síbreytilegt frá ári til árs. Til að fá sambærilegar notkunartölur um almenna raforkunotkun þarf því að leiðrétta fyrir frávikum áhrifans frá meðallagi hans til langs tíma. Sé það gert óx almenna notkunin, með töpum, um 4,3% 1995 í stað 4,7%.

## Orkuframkvæmdir og rekstur orkukerfisins

Hjá **Landsvirkjun** voru þær framkvæmdir helstar á árinu að lokið var að fullu við stækkun 132 kV tengivirkisins að Hryggstekk í Skriðdal um einn reit vegna spennuhækkunar á línu Rafmagnsveitna ríkisins þaðan að Eyvindará við Egilsstaði í 132 kV. Grjótvörn á Þórisósstíflu, og hluti grjótvarnar Köldukvíslarstíflu, voru lagfærðar sem og steypar undirstöður stálmastra í háspennulínunum á nokkrum stöðum. Gert var við undirstöður stál-virkjana í tengivirki við Korpu. Í Búrfellsstöð voru gerðar endurbætur í stjórnal og öðrum vinnustöðum starfsmanna, m.a. til að draga úr hávaða. Steinsteyp hús og stálmastur voru reist á Búrfelli fyrir fjarskiptabúnað í stað timburskúra og trémastra sem fyrir voru. Búnaður og öll burðarvirki í aflögðu tengivirki við Elliðaár voru fjarlægð og lóðinni skilað til Rafmagnsveitu Reykjavíkur. Loks var unnið markvisst að undirbúningi undir endurnýjun Sogsstöðvanna, aflaukningu Búrfellsstöðvar, stækkun Blöndulóns og 5. áfanga Kvíslaveitu, en í allar þessar framkvæmdir þarf að ráðast á næstu árum, m.a. vegna stækkunar álversins í Straumsvík.

Hjá **Rafmagnsveitum ríkisins** var fram haldið umfangsmiklum endurbótum á Skeiðsfossvirkjun. Skipt var um rafala og vatnshjól í vélasamstæðu II; leiðiskóflur hennar og bremsur endurbættar; nýr stafrænn gangráður settur í stað hins eldra, stjórn- og varnarbúnaður og stjórnherbergi endurnýjað og lokið við frágang á botnloku. Loftkælikerfi fyrir hinn nýja rafala var komið fyrir og hann tekinn í notkun í lok nóvember.

Í október var lokið við 32 km langa 66 kV línu frá Flúðum að Hellu á Rangárvöllum. Bætt var við 66 kV rofabúnað á Flúðum og Hellu og viðbótin höfð innanhúss; 11kV rofabúnaður á Flúðum endurnýjaður og hann aukinn á Hellu

Lokið var við spennuhækkun á línunni frá Hryggstekk að Eyvindará við Egilsstaði úr 66 í 132 kV. Endurnýjaður var um 1 km kafli línunnar næst Eyvindará og 700 m kafli næst Hryggstekk. Í aðveitustöð við Eyvindará var byggður reitur í 132 kV tengivirki, settur þar upp 40 MVA 132/66 kV spennir, svo og nýr stjórn- og liðabúnaður. Landsvirkjun byggði 132 kV reit í tengivirkinu á Hryggstekk.

Byggð var 677 m<sup>2</sup> birðaskemma á árinu á Akureyri og 73 m<sup>2</sup> skrifstofuhúsnæði á Selfossi. Boraðar voru 42 hitastigulsholur í grennd við þéttbýli á norðanverðu Snæfellsnesi og fannst álitlegt jarðhitakerfi skammt suðvestan við Stykkishólm þar sem líkur eru taldar á að fyrir sé 80–100°C vatnskerfi. Unnið var áfram að endurbótum og styrkingu á dreifikerfum rafveitna og hitaveitna í þéttbýli á orkuveitusvæðum Rafmagnsveitnanna og auk þess að styrkingu og endurnýjun rafdreifikerfa í strjálbýli.

Í aftakaveðri í október, sem m.a. olli mannskæðu snjóflóði á Flateyri, urðu miklir skaðar á rafkerfi Rafmagnsveitnanna á Norðurlandi, frá Skagastönd að Þórshöfn. Alls brotnuðu 332 staurar og aðrir 300 lögðust því nær á hliðina; 185 slár brotnuðu og 173 virslit urðu. Þar til viðbótar þurfti að rétta við um 1000 staura. Tjón Rafmagnsveitnanna er metið á 183 milljónir króna, en því til viðbótar kemur kostnaður og óhagræði notenda.

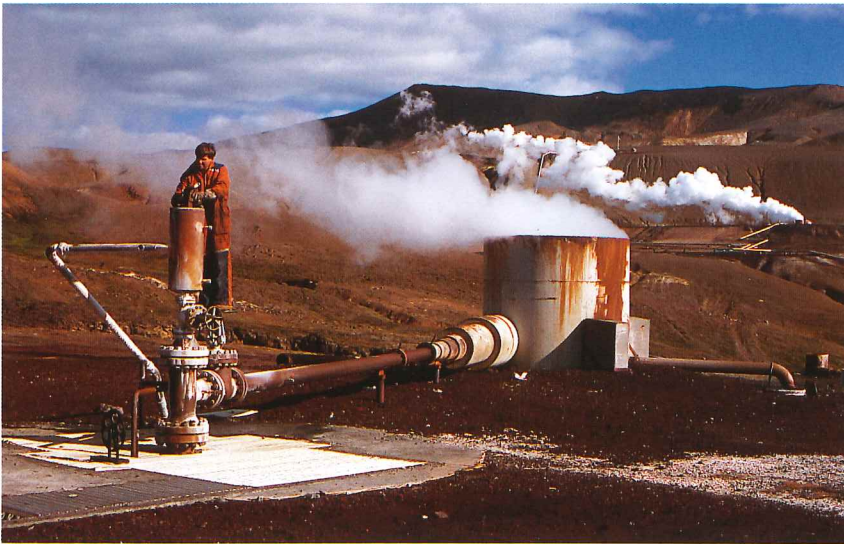
Hjá **Rafmagnsveitu Reykjavíkur** var stærsta framkvæmin á árinu stækkun 132 kV SF<sub>6</sub> rofabúnaðar í aðveitustöð 1 við Barónsstíg þar sem einnig voru settir upp mælaspennar og liðavörn. Nýr 12 kV rofabúnaður var settur upp í aðveitustöð 8 við Korpu með aflrofum af SF<sub>6</sub>-gerð en aðrir hlutar búnaðarins var íslensk hönnun og framleiðsla. Aukið var við rafdreifikerfið í hverfum með nýbyggingum, aðallega í Grafarvogi, Kópavogi og Garðabæ. 14 nýjar dreifistöðvar voru teknar í notkun og gamlar lagnir endurnýjaðar í eldri hverfum, mest í tengslum við endurnýjun hitaveitulagna í þeim. Nýtt stjórnkerfi fyrir aðveitu- og dreifikerfi rafmagnsveitunnar var boðið út. Skráningu í landsupplýsingakerfi rafmagnsveitunnar miðaði vel á árinu og er nú allt dreifikerfið í Reykjavík komið

í það kerfi og auk þess öll ný hverfi í Kópavogi og Garðabæ.

Hjá **Orkubúi Vestfjarða** voru þær framkvæmdir helstar á árinu að unnið var að endurbyggingu á háspennulínunum, svo sem 66 kV línunum Mjólka-Breiðidalur, Breiðidalur-Ísafjörður og Táknafjarðarlínu frá Mjólka. Sumt af þessum endurbyggingum var á línuköflum sem eyðilögðust í snjóflóðum og ísingarveðrum. 33 kV línan frá Mjólka að Hrafnseyri og nokkrar minni línur voru einnig endurbyggðar á köflum þar sem þær höfðu eyðilagst í snjóflóði eða af ísingu. 24 kV strengur var lagður á 2 km kafla á Hvilftarströnd í Öfundarfirði og á 7 km vegalengd gegnum jarðgöngin úr Tungudal til Súgandafjarða. Samtals 9 km af strengjum í dreifikerfum voru plægðir niður í Steingrímsfirði, Dýrafirði og Bolungarvík. Nýr gangráður og segulmögnunarbúnaður var tengdur við vél 1 í Mjólkárirkjun og endurnýjaður hluti þrýstivatnsspípunnar í Þverárvirkjun í Steingrímsfirði sem skemmst hafði í snjóflóði. Unnið var að upptekt og viðhaldi á 66 kV aflrofum í nokkrum aðveitustöðvum; spennustillir settur upp fyrir Táknafjörð, útstöðvar tengdar á Bíldudal og Patreksfirði. Hús dieselstöðvanna á Þingeyri og Patreksfirði voru lagfærð og elsta dieselvélin á Patreksfirði aflögð. Dreifikerfi var lagt í nýja Súðavík, nýtt kerfi í sumarþústaðaland í Tunguskógi á Ísafirði og dreifikerfi í miðbæ Ísafjarðar endurnýjað. Spennistöðvar voru endurbættar á nokkrum stöðum. Unnið var að því að koma upplýsingum um dreiferfi inn á tölvukort og bílar og tæki endurnýjuð eftir þörfum.

Framkvæmdir við hitaveitur voru þær helstar að endurnýjaður var áfyllingar-búnaður í Bolungarvík og varnaskiptir við rafskaut. Nokkur hús voru tengd hitaveitum.

Framkvæmdir **Hitaveitu Reykjavíkur** voru þær helstar að boraðar voru þrjár rannsóknarholur á lághitasvæðum í grennd við Reykjavík, þar af ein 1260 m djúp hola í Geldinganesi þar sem upp komu um 10 l/s af 100°C heitu vatni. Lokið var borun djúprar rannsóknarholu á Ölkelduhálsi. Byggingu starfsmannahúss á Nesjavöllum lauk á árinu. Tækjabúnaður var aukinn og varabúnaður settur upp í Nesjavallavirkjun. Byrjað var á stækkun skrifstofubyggingar að Grensásvegi 1 og hafin lögn á B-áfanga Suðuræðar, þ.e. milli Breiðholts og Garðabæjar. Ný stofnæð var lögð í hluta Víkurvegur í Borgarholti II í Reykjavík og stofnæðar í Grensásvegi voru endurnýjaðar að hluta. Fyrsti áfangi í endurnýjun safnæða að Reykjum í Mosfells-



Hiti og þrýstingur í borholum á Kröflusvæðinu er mældur árlega. Hér er verið að mæla holu HG-26 í Leirbotnum. Ljós. Benedikt Steingrímsson.

*Annual measurement of temperature and pressure in well HG-26 for the Krafla geothermal power station.*

bæ var unninn á árinu. Umfangsmiklar endurnýjanir á heimæðum og götuæðum fóru fram í Árbæjarhverfi, Safamýri, Langholtsvegi og Skjólum í Reykjavík. Hús sem tengd voru dreifikerfi hitaveitunnar á árinu námu samanlagt 955.286 m<sup>3</sup>. Hitaveita Reykjavíkur keypti á árinu jarðhitaréttindi á landspildu í landi Helgafells.

Á árinu lauk **Hitaveita Suðurnesja** við að tengja holu 14 við gufuveitukerfi virkjunarinnar í Svartsengi. Hafinn var undirbúningur að því að tengja saman vatnsból Hltaveitunnar og vatnsból Vatnsveitu Suðurnesja í Gjá og að byggingu á kynningar- og mótuneytishúsi í Svartsengi. Unnið var að endunýjun á öllum stjórnbúnaði í orkuveri, dælustöð, aðveitustöð og víðar og að koma á fót skráningarkerfi fyrir öll mannvirki til að auðvelda fyrirbyggjandi viðhald. Lagður var 7,2 km 36 kV jarðstrengur frá Vogum að Kálfa-tjarnarkirkju og 8,17 km og 0,72 km 12 kV strengir, auk lágspennustrengja, símastrengja og ljósleiðara til undirbúnings því að koma rafmagni og símasambandi á vinnustað við byggingu verksmiðju á Keilisnesi ef til kemur. Lokið var lagningu 5,3 km 36 kV strengs frá Svartsengi að aðveitustöð í Grindavík og þaðan að aðveitustöð við Lýsi og mjöl hf. og unnið að lagningu 4,2 km 36 kV strengs, auk símastrengja og ljósleiðara, frá aðveitustöð við Aðalgötu til Helgúvíkur og 3,2 km 36 kV strengs til að leysa af hólmi 33 kV loftlínu til Garðs, auk lágspennustrengja, símastrengja og ljósleiðara. Lokið var byggingu aðveitustöðvar hjá Lýsi og mjöli hf. í Grindavík og undirbúin bygging aðveitustöðvar í Helgúvík. Umtalsverðar framkvæmdir voru við dreifikerfi rafveitu og hitaveitu og

við götulýsingu; nokkru meiri en árið á undan. Unnið var að athugun á hagkvæmni magnesíumverksmiðju á Reykjanesi.

#### Aðrar framkvæmdir

Eins og áður stóðu rafveitur víðsvegar um land fyrir venjubundnum framkvæmdum við dreifikerfi, aðveitustöðvar og önnur slík mannvirki hver á sínu svæði. Sama er að segja um hitaveitur. Á árinu var borað eftir heitu vatni víða um land; sumsstaðar með góðum árangri. Unnið var að lagningu minni hitaveitna á nokkrum stöðum í strjálbýli.

#### Verðlag á orku

Heildsölugjaldskrá Landsvirkjunar fyrir raforku hélt óbreytt allt árið. Gjaldskrár dreifiveitna héldust einnig að mestu óbreyttar út árið.

Markaðsverð á áli hækkaði umtalsvert á árinu frá því sem verið hafði. Það var hæst um miðbik ársins en lækkaði nokkuð aftur síðari hluta þess. Verð Landsvirkjunar á rafmagni til Íslenska álfélagsins breyttist í samræmi við þetta eftir gildandi samningum. Það var 17,2 mUSD eða 1,12 kr./kWh að meðaltali bæði á fyrsta og fjórða ársfjórðungi 1995. Tilsvarendi tölur 1994 voru 12,5 mUSD eða 0,85 kr./kWh á fyrsta ársfjórðungi og 14,2 mUSD eða 0,97 kr./kWh á hinum fjórða.

Verð á heitu vatni til húshitunar var sömuleiðis óbreytt á árinu.

Smásöluverð á olíuvörum hækkaði á árinu 1995 um 0,6% fyrir gasolíu almennt, lækkaði um 7,8% fyrir skipa-

gasolíu, hækkaði um 2% fyrir dieselolíu, um 3,3% fyrir svartolíu, um 2,1% fyrir 92 og 95 oktana bensín og um 1,9% fyrir 98 oktana bensín.

#### Orkustefna og stjórnvaldsaðgerðir

Ný ríkisstjórn Framsóknarflokks og Sjálfstæðisflokks tók við völdum eftir Alþingiskosningarnar í apríl 1995. Iðnaðar-, viðskipta- og orkuráðherra í nýju stjórninni er Finnur Ingólfsson, Framsóknarflokkur. Í stjórnarsáttmála nýju stjórnarinnar segir svo um iðnaðar- og orkumál: „Unnið verður áfram að undirbúningi orkufreks iðnaðar. Lög um erlenda fjárfestingu verða endurskoðuð í því skyni að laða að erlent fjármagn.“

Iðnaðarráðherra undirritaði hinn 16. nóvember samning við fulltrúa Alusuisse-Lonza um stækkun álversins í Straumsvík úr 100.000 tonna afköstum á ári í 162.000 tonn á ári. Sama dag undirritaði Landsvirkjun og Alusuisse-Lonza orkusölusamning vegna stækkunarinnar. Þetta er fyrsti samningur um aukningu á raforkufrekum iðnaði á Íslandi sem undirritaður hefur verið síðan að samningur um Járnblendiverksmiðjuna á Grundartanga var undirritaður, í des. 1976, eða í 19 ár.

Nokkrar viðræður hafa farið fram á árinu milli íslenskra stjórnvalda og erlendra áhugaaðila um orkufrekan iðnað frá ýmsum löndum; þar á meðal Kína. Einna lengst eru komnar viðræður við Columbia Aluminium Company í Bandaríkjunum um að reisa hér álver með 60.000 tonna afköstum á ári; líklegast á Grundartanga. Ákvörðunarbandaríska fyrirtækisins um hvort álverið verður reist á Íslandi eða annarsstaðar er væntanleg á fyrri hluta árs 1996. Viðræður við Atlantsál-hópinn lágu niðri á árinu 1995 en ráðgert var að taka þær upp aftur snemma árs 1996.

Iðnaðarráðherra setti í september á lagginn nefnd til að endurskoða starfshætti Iðntæknistofnunar og Orkustofnunar með hagræðingu og hugsanlega að einhverju leyti sameiningu fyrir augum. Nefndin hafði ekki lokið störfum í lok ársins.

Iðnaðarráðherra undirbýr nú endurskoðun Orkulaga nr. 58/1967 og hefur ritað mörgum aðilum bréf með ósk um tilnefningu í nefnd sem hann hyggst skipa til að vera ráðuneytinu til ráðuneytis við endurskoðunina, sem búist er við að hefjist á fyrri hluta árs 1996.

Helstu verkefni á sviði stjórnsýslu eru fjárreiður, bókhald og starfsmannahald. Einnig ýmis sameiginleg þjónusta svo sem útgáfa, rekstur teiknistofu, bókasafns, húsnæðis, matstofu og tölvu.

## Fjármál

Samkvæmt meðfylgjandi rekstrarreikningi námu bókfærð útgjöld á árinu 1995 alls 379 milljónum króna en tæpum 364 milljónum árið áður. Raunvirði útgjalda Orkustofnunar hækkaði því um 2,7% milli ára.

Fjárheimildir á árinu námu 213,2 milljónum króna en voru 207,9 milljónir króna árið 1994 og stóðu því nánast í stað að raungildi frá fyrra ári.

Sértekjur fyrir selda þjónustu urðu 153,0 milljónir króna en voru 149,9 milljónir árið 1994, og stóðu því einnig í stað að raungildi frá árinu áður. Heldur minna var unnið í sérverkefni fyrir lðnaðarráðuneytið miðað við árið á undan. Svipað var unnið fyrir hitaveitur og árið áður. Rannsóknir fyrir Hitaveitu

Suðurnesja jukust um 35% frá árinu 1994. Rannsóknir fyrir Landsvirkjun jukust um 42% frá fyrra ári. Á móti kom að 10% minnkun varð á rannsóknnum fyrir Hitaveitu Reykjavíkur frá árinu áður, að samvinnuverkefnum meðtöldum.

Heldur minna var unnið en árið áður í sérverkefni á sviði jarðfræðikortlagningar fyrir sveitarfélög á höfuðborgarsvæðinu. Samvinnuverkefni voru verulegur hluti sértekna, þótt fjárveitinga valdið legði ekki til sérstaka fjárveitingu á móti fjárframlagi samstarfsaðila eins og það gerði árið áður.

Tekjur af samvinnuverkefnum alls urðu 33,0 milljónir króna eða 22% af 153,0 milljón króna sértekjum alls en voru 35,8 milljónir króna árið á undan eða 24% af 149,9 milljóna króna sértekjum það ár.

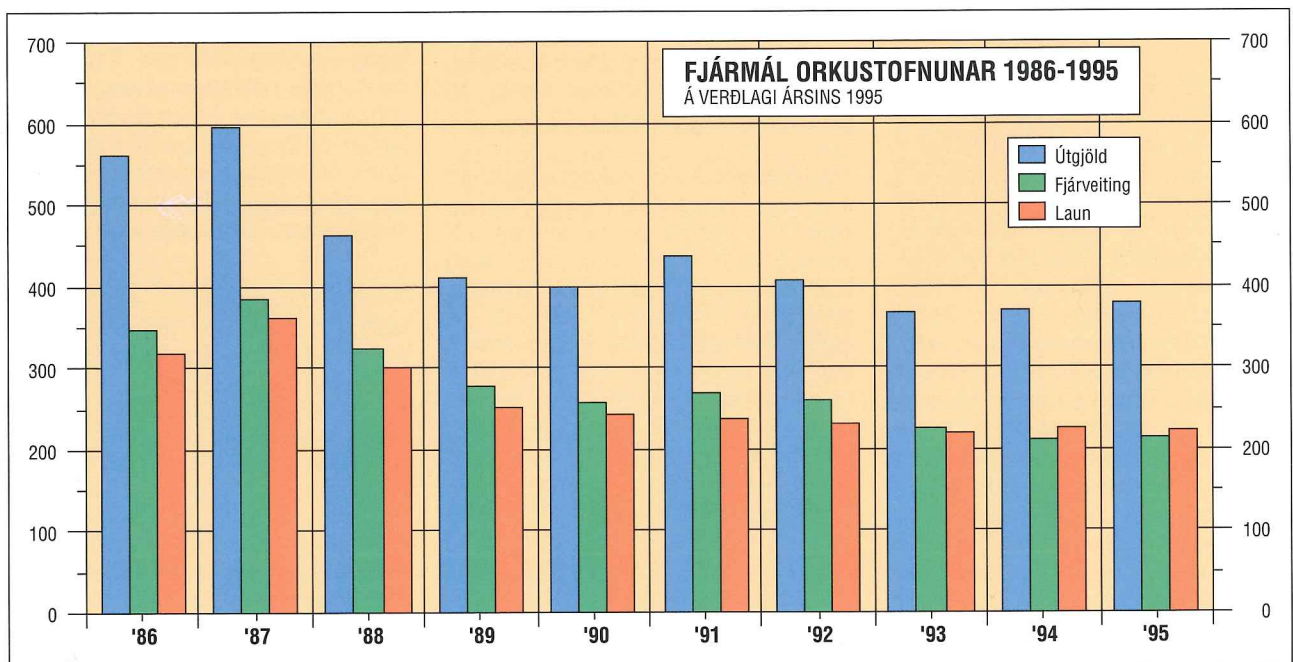
Fjárheimildir á föstu verðlagi stóðu nánast í stað frá árinu á undan (5,3 milljónum hærri á verðlagi hvors árs). Samt hafa þær lækkað um 100 milljónir króna frá árinu 1988 og um 165 milljónir króna frá árinu 1987. Sértekjur

voru einnig nánast þær sömu og árið áður á föstu verðlagi (3,1 milljónum hærri á verðlagi hvors árs). Sértekjur og fjárheimildir, samtals, voru því nánast þær sömu, heldur hærri á föstu verðlagi en árið á undan (8,4 milljónum á verðlagi hvors árs).

Útgjöld urðu 12,8 milljónum hærri en tekjur. Það var samkvæmt ákvörðun stjórnar stofnunarinnar og orkumálastjóra að ráðstafa fé af höfuðstóli til þess að mæta þessum útgjöldum umfram tekjur. Höfuðstóll í árslok 1995 var samt jákvæður um 5,4% af tekjum ársins. Til samanburðar var hann jákvæður um 9,1% í árslok 1994, 10,1% í árslok 1993, 3,3% í árslok 1992, 1,8% í árslok 1991, 3,2% í árslok 1990, 4,6% í árslok 1989 og 2,4% í árslok 1988, en hann verið neikvæður um 1,6% í lok 1987.

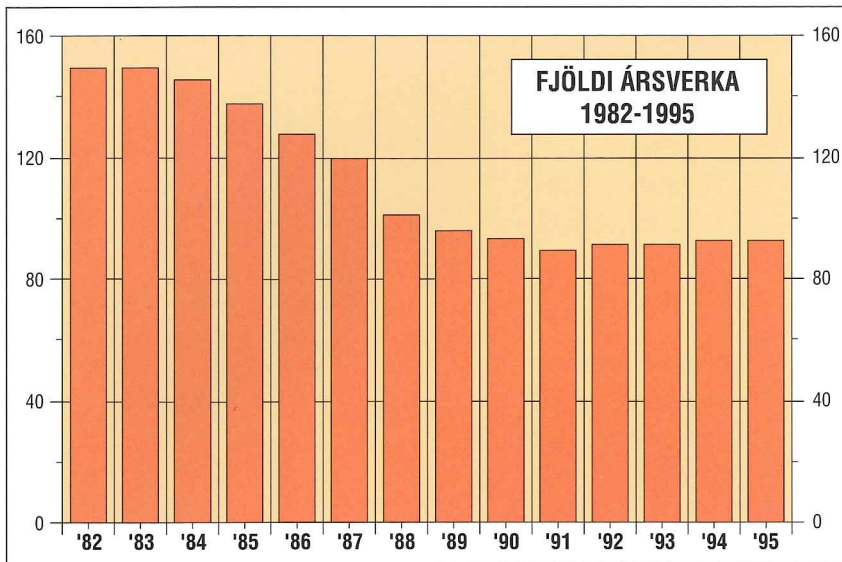
## Starfsmannahald

Starfsmenn Orkustofnunar voru í lok ársins samtals 93 og er það einum starfsmanni færri en árið áður.



Próun heildarútgjalda, fjárveitinga og launa árin 1986-1995. Eigin tekjur Orkustofnunar brúa bilið milli útgjalda og fjárveitinga. The trend in total expenses (1), direct government funding (2) salaries and wages (3) for Orkustofnun, respectively.





Árið 1995 voru ársverk við stofnunina 92,5 eða jafn mörg og árið áður.  
*The number of full-time staff at Orkustofnun 1976-1995.*

Í árslok voru nýtt stöðugildi við stofnunina 88,65 og hafði þeim fækkað um eitt frá fyrra ári. Unnin ársverk við stofnunina voru hins vegar þau sömu og árið 1994 eða 92,5. Skýringin er að sumar- og afleysingastörf voru 4 ársverk en voru 3 árið á undan.

Þeir Jens Tómasson, jarðfræðingur, og Rútur Halldórsson, fulltrúi, létu af störfum við áramót, en þeir urðu báðir sjö-tugir í september. Þeir hafa verið starfsmenn Orkustofnunar og forvera hennar, Raforkumálaskrifstofunnar, í yfir 30 ár, Jens frá 1963 og Rútur frá 1959. Eru þeim þökkúð vel unnin störf á liðnum árum og óskað allra heilla á komandi árum.

## Þjónusta og rekstur

Húsnæðið sem Orkustofnun hefur til umráða að Grensásvegi 9 undir skrifstofur, bókasafn, teiknistofu og fleirra er samtals 3.290 m<sup>2</sup>. Í kjallara hússins leigir stofnunin um 700 m<sup>2</sup> húsnæði af Sölunefnd varnarliðseigna og nýtir það sem geymslur fyrir bókasafn, bókhaldsgögn, bifreiðar, vélsleða og ýmsan annan búnað. Þá á stofnunin húsnæði að Keldnaholti, sem aðallega er nýtt sem geymslur fyrir borkjarna og svarf.

Tölvuvinnsla Orkustofnunar fer að mestu leyti fram á nettengdum vinnustöðvum af gerðinni Hewlett Packard 9000/720 og 9000/735. Við netið voru í árslok tengdar um 60 háupplausnar útstöðvar sem vinna samkvæmt X-Windows kerfinu. Auk þess eru tæp-

lega tveir tugir PC tölvu, og örfáar eldri (VT220) útstöðvar sem tengdar eru með raðtengjum.

Samanlagt vinnsluminni netþjóna er 504 Megabæti, þar sem mesta minni í einum netþjón er 144 Megabæti. Samanlagt diskapláss netþjóna er 17,8 Giga-bæti.

Geta afritatöku jókst á árinu úr 3 Gb/dag í 6 Gb/dag.

Einnig bættist við nýr prentari, HP LaserJet 4M+.

Vinna í Arc/Info hefur aukist mikið á árinu, og er nú komið talsvert af kortaupplýsingum í gagnagrunninn. Einnig bættist við GMT forrit sem gerir kleift að varpa kortum yfir á það form sem þarf hverju sinni.

Á bókasafni Orkustofnunar voru í árslok 1995 skráðar um 13.000 bækur og skýrslur og um 200 erlend og innlend tímarit. Bóka- og tímaritakostur safnsins er einkum miðaður við þarfir starfsmanna Orkustofnunar. Aðalefni safnsins eru bækur, tímarit og skýrslur á sviði orkumála og jarðvísinda.

Í málafafni Orkustofnunar, sem er hluti af bókasafni, eru m.a. varðveittar rannsóknarskýrslur stofnunarinnar ásamt skýrslum og skjölum varðandi þau mál, sem stofnunin fæst við.

Starfsmenn bókasafnsins sjá um dreifingu á skýrslum Orkustofnunar, og eru þær til sölu á bókasafni meðan upplag endist.

Bókaverðir útvega ljósrit af greinum og rit að láni úr öðrum söfnum fyrir starfsmenn. Samsvarandi þjónusta er einnig veitt öðrum söfnum.

Á teiknistofu bættust um 600 teikningar við í teiknisafnið. Skráðar og varðveittar teikningar í safninu eru orðnar milli þrjátíu og fjórtíu þúsund, sú elsta frá 18. apríl 1935.

Árið 1995 voru gefnar út alls 63 skýrslur, sem skiptast í 10 A-skýrslur og 53 B-skýrslur. Að venju var gefin út árskýrsla Orkustofnunar fyrir undangengið ár. Hér að aftan er að finna skrá fyrir útgefnar skýrslur og rit ársins. Einnig er þar skrá yfir helstu greinar, sem starfsmenn hafa skrifað, og birst hafa á öðrum vettvangi, svo og skýrslur Jarðhitaskóla Háskóla Saminuðu þjóðanna.

## Gagna- og skjalasafn

Rannsóknir kosta mikinn tíma og peninga, og því er mikið í húfi að upplýsingum sem safnast sé komið þannig fyrir að þær nýtist sem best. Nútímatækni gerir mögulegt að nýta gagnasöfn á mjög öflugan hátt, sækja mismunandi upplýsingar á ýmsa staði, greina, reikna og tengja saman ólíka hluti eða upplýsingar. Til þess að unnt sé að nýta stór tölvu-gagnasöfn þarf skipulag þeirra að vera gott. Það sama gildir um skjalasöfn.

Orkustofnun hefur fest kaup á tveimur gagnasafnskerfum, Oracle sem geymir gögn á töfluformi og Arc/Info sem geymir upplýsingar sem kort, eins og víðar kemur fram í þessari ársskýrslu. Þessi kerfi eru alldýr og tímafrekt er og dýrt að koma upplýsingum í þau. En kostnaðurinn skilar sér aftur í betri nýtingu gagnanna, þannig að þessi gagnakerfi eru þrátt fyrir allt mjög ódýr miðað við þau not sem af þeim má hafa.

Ennþá er unnið að því á Orkustofnun að koma gögnum inn í þessi kerfi. Það er mislangt á veg komið eftir tegund gagna og rannsóknarsvæðum en nokkurt verk er enn fyrir höndum.

Til athugunar er að koma á fót sameiginlegri gagna- og skjaladeild sem hefði yfirumsjón með þessum þætti starfseminnar.

# REIKNINGAR ORKUSTOFNUNAR 1995

## Rekstrarreikningur

REKSTRARTEKJUR	1995 Þús.kr.	1994 Þús.kr.
Fjárheimildir til Orkustofnunar .....	213.171	207.905
Sértekjur:		
Framlög til Jarðhitaskóla Háskóla S.P. ....	39.651	36.994
Sérverkefni fyrir lónaðarráðuneyti .....	3.000	4.000
Seld þjónusta önnur .....	107.348	105.960
Ýmsar tekjur .....	2.992	2.977
<b>REKSTRARTEKJUR ALLS .....</b>	<b>366.162</b>	<b>357.836</b>

## REKSTRARGJÖLD

Laun og launatengd gjöld .....	227.207	222.091
Annar rekstrarkostnaður .....	128.934	122.970
Stofnkostnaður .....	22.843	18.746
<b>REKSTRARGJÖLD SAMTALS .....</b>	<b>378.984</b>	<b>363.807</b>

Gjöld umfram tekjur .....	12.822 <sup>*)</sup>	5.971 <sup>*)</sup>
Gjöld umfram tekjur sem % af gjöldum .....	3,38%	1,64%

<sup>\*)</sup> Ráðstafað af höfuðstól skv. ákvörðun stjórnar Orkustofnunar og orkumálastjóra.

## Efnahagsreikningur

### EIGNIR

	Þús kr.	Þús. kr.
Bankareikningar .....	2.742	7.326
Skammtímaskuldur .....	36.664	37.688
Ríkissjóður .....		2.246
<b>EIGNIR ALLS .....</b>	<b>39.406</b>	<b>47.260</b>

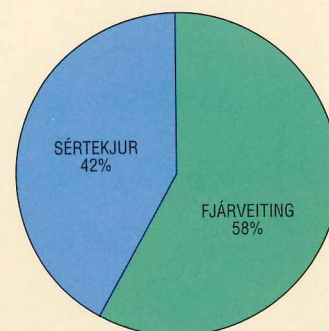
### SKULDIR

Skammtímaskuldir .....	19.641	14.673
<b>SKULDIR ALLS .....</b>	<b>19.641</b>	<b>14.673</b>

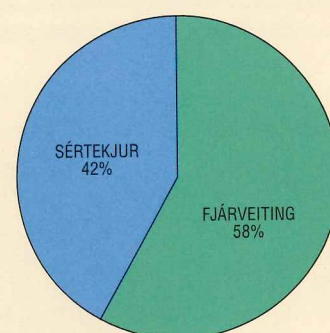
### EIGIÐ FÉ

Höfuðstóll .....	19.765	32.587
<b>SKULDIR OG EIGIÐ FÉ ALLS .....</b>	<b>39.406</b>	<b>47.260</b>

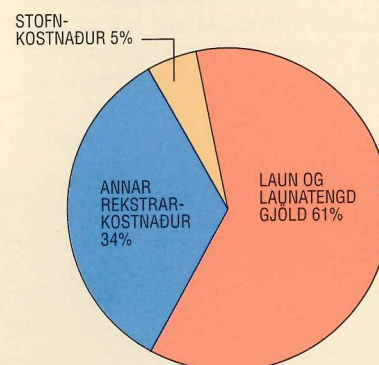
## REKSTRARTEKJUR 1994



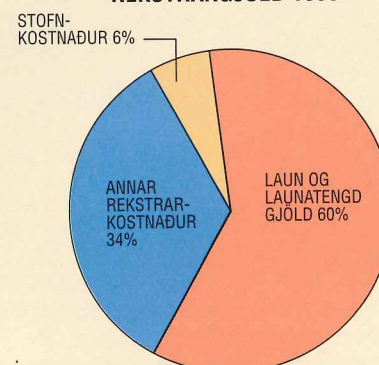
## REKSTRARTEKJUR 1995



## REKSTRARGJÖLD 1994



## REKSTRARGJÖLD 1995



## Yfirlit yfir kostnað Orkustofnunar 1995, skipt upp eftir verkefnum. Eining í þús. kr.

	Heildar- kostn.			
<b>1.00 Ríkisverkefni og ríkishluti samvinnuverkefna</b>				
<b>1.10 Yfirstjórn</b>				
1.11 Yfirstjórn og þjónusta við ráðuneyti og Alþingi	7.552			
<b>Almennt samtals</b>	<b>7.552</b>			
<b>1.20 Vatnsorkuverkefni</b>				
1.21 Hraunavirkjun	22.789			
1.22 Jökulsá á Fjöllum og Brú	16.094			
1.23 Jökulsár í Skagafirði	11.463			
1.24 Skjálfaðalfjót	4.123			
1.25 Skaftárveita	5.069			
1.26 Ýmsar virkjanir	20.215			
1.27 Vatnsorkuyfirlit	2.169			
1.28 Almennar vatnamælingar	10.443			
1.29 Þróunarverkefni í vatnsorkurannsóknum	10.725			
1.30 Upplýsingamiðlun	2.026			
1.31 Innlend og alþjóðleg samtök	2.947			
1.32 Annað	7.933			
<b>Vatnsorkuverkefni samtals</b>	<b>115.996</b>			
<b>1.40 Jarðhitaverkefni</b>				
1.41 Jarðhiti til raforkuvinnslu	15.001			
1.42 Umhverfisáhrif jarðhitavinnslu	6.966			
1.43 Yfirlitsr. jarðhitasvæða til annars en raforkuvinnslu	6.397			
1.44 Þróunarverkefni í jarðhitarannsóknum	12.902			
1.45 Ný jarðhitanothun	549			
1.46 Upplýsingamiðlun	8.714			
1.47 Innlend og alþjóðleg samtök á sviði jarðhita	16.411			
1.48 Annað	11.683			
<b>Jarðhitaverkefni samtals</b>	<b>78.623</b>			
<b>1.50 Orkubúskaparverkefni</b>				
1.51 Söfnun, úrvinnsla og útgáfa á orkugögnum	7.857			
1.52 Orkuspár	3.982			
1.53 Innlend og alþjóðleg samtök á sviði orkumála	5.542			
<b>Orkubúskaparverkefni samtals</b>	<b>17.381</b>			
<b>1.60 Önnur verkefni</b>				
1.61 Orkulindir á hafsbotni	3.154			
1.62 Gas í Öxarfirði	2.690			
<b>Önnur verkefni samtals</b>	<b>5.844</b>			
<b>1.70 Tækjarekstur</b>				
1.71 Ótalinn annars staðar	8.188			
<b>Tækjarekstur samtals</b>	<b>8.188</b>			
<b>Ríkisverkefni og ríkishluti samvinnuv. samtals</b>	<b>233.584</b>			
	<b>Heildar- kostn.</b>	<b>Sér- tekjur</b>	<b>Mis- munur</b>	
<b>2.00 Söluverk og hluti annarra í samvinnuverkefnum</b>				
<b>2.10 Vatnsorkuverkefni</b>				
2.11 Vatnamælingar fyrir orkufyrirtæki	26.392	28.060	-1.668	
2.12 Önnur verk fyrir orkufyrirtæki	6.219	8.109	-1.890	
<b>Vatnsorkuverkefni samtals</b>	<b>32.611</b>	<b>36.169</b>	<b>-3.558</b>	
<b>2.20 Jarðhitaverkefni</b>				
2.21 Jarðhitaverk fyrir orkufyrirtæki og einstaklinga	57.096	63.319	-6.223	
2.22 Jarðhitaverk fyrir Orkustofnun erlendis hf.	2.343	2.633	-290	
2.23 Jarðhitaskólinn	47.063	39.651	7.412	
<b>Jarðhitaverkefni samtals</b>	<b>106.502</b>	<b>105.603</b>	<b>899</b>	
<b>2.30 Önnur verkefni</b>				
2.31 Söluverk fyrir aðra en orkufyrirtæki	3.617	3.726	-109	
2.32 Ýmsar tekjur	2.670	7.493	-4.823	
<b>Önnur verkefni samtals</b>	<b>6.287</b>	<b>11.219</b>	<b>-4.932</b>	
<b>Söluverk og hluti annarra í samvinnuv. samtals</b>	<b>145.400</b>	<b>152.991</b>	<b>-7.591</b>	
<b>Verkefni samtals (ríkis-, samvinnu- og söluverk)</b>	<b>378.984</b>	<b>152.991</b>	<b>225.993</b>	
<b>Par af:</b>				
Yfirstjórn og þjónusta við ráðuneyti og Alþingi	7.552		7.552	
Vatnsorkuverkefni	148.607	36.169	112.438	
Jarðhitaverkefni	185.128	105.603	79.525	
Orkubúskaparverkefni	17.481	100	17.381	
Önnur verkefni	12.028	11.119	909	
Tækjarekstur ótalinn annars staðar	8.188		8.188	
	<b>378.984</b>	<b>152.991</b>	<b>225.993</b>	

## Skýringar

- Í töflu þessari er reynt að flokka öll útgjöld Orkustofnunar 1995 eftir verkefnum, þannig að sjá megi í hvaða verkefni stofnunin hefur varið þeim fjármunum sem hún hafði til ráðstöfunar.

- Taflan skiptist í tvo meginhluta: (1) Ríkisverk og hlut ríkisins í samvinnuverkefnum, í efri hluta töflunnar, og (2) Söluverk og hlut annarra í samvinnuverkefnum í neðri hluta hennar. Af þessari ástæðu sést heildarkostnaður við samvinnuverk ekki á einum stað í töflunni. Í fyrri flokknum eru þau verk sem almennt eru kostuð af fjárveitingu til Orkustofnunar á fjárlögum og af ágóða af söluverkum – og endrum og eins lítillega með því að lækka höfuðstól stofnunarinnar, einkum ef verk sem átti að vinna árið á undan hafa dregist.

- Í efri hluta töflunnar kemur fram að 233.584 þús. kr. var á árinu varið til ríkisverka og ríkishlutans í samvinnuverkefnum. Það fé var fengið þannig:

Á fjárlögum 1995 .....	213.171 þús. kr.
Ágóði af söluverkum .....	7.591 þús. kr.
Lækkun á höfuðstól .....	12.822 þús. kr.
<b>Samtals .....</b>	<b>233.584 þús. kr.</b>

- Heildarkostnaður verkefna er:
  - (1) kostnaður bókfærður beint á verk,
  - (2) launakostnaður eftir vinnuskýrslum,
  - (3) tækjakostnaður eftir tækjaskýrslum og gjaldskrá tækja og
  - (4) stjórnunar- og aðstöðukostnaður sem skipt er í hlutfalli við launakostnað á verkefni.

Kostnaði við ýmsa starfsemi sem þjónar mörgum verkefnum, svo sem vatnamælingar, jöklamælingar og gagnavörslu, var skipt að nokkru leyti eftir mati.

- Þegar tækjakostnaði hefur verið skipt eftir tækjaskýrslum og gjaldskrá tækja verða eftir af honum 8.188 þús. kr. sem tilgreindar eru í töflunni sem óskiptur tækjakostnaður. Stofnkostnaður tækja sem keypt voru á árinu var 8.997 þús. kr.

- Sértekjur Orkustofnunar 1995 má greina sundur þannig:

Sértekjur í heild .....	152.991 þús. kr.
Par af vegna samvinnuverkefna (hluti annarra) .....	33.501 þús. kr.
Vegna Jarðhitaskólans .....	39.651 þús. kr.
Styrkir og framlög til sérstakra verkefna .....	3.000 þús. kr.
Aðrar sértekjur .....	76.839 þús. kr.
Kostnaður við öflun þessara tekna .....	69.248 þús. kr.
Ágóði af öðrum sértekjum .....	7.591 þús. kr.
Ágóði í hlutfalli við kostnað ...	11 %

- Kostnaður við þróunarverk nam 23.627 þús. kr., eða 6,2 % af veltu.

Helstu verkefni á sviði orkubúskapar eru:

- Að safna gögnum um orkuvinnslu, orkunotkun, inn- og útflutning orku svo og orkuverð, og gefa út skýrslur um það efni.
- Að fylgjast með þróun orkuverðs og gjaldskrár orkuveitna.
- Að veita innlendum og erlendum aðilum upplýsingar um orkumál.
- Að vinna að langtímaáætlunum um uppbyggingu orkukerfisins, m.a. að spá um orkunotkun þjóðarinnar.
- Að stuðla að hagkvæmri orkunýtingu hér á landi.

## Gagnasöfnun – upplýsingamiðlun

Safnað er göngum um flesta þætti orkumála, svo sem um framleiðslu, innflutning, notkun og verð á orku og um vissa þætti í rekstri orkumannvirkja.

Gagnaúrvinnsla hefur verið með svip-

uðum hætti og undanfarin ár og vísast til umfjöllunar í yfirliti orkumálastjóra í því sambandi. Lagðar voru fram upplýsingar um orkumál á fundum orkuveitusambandanna.

Reglulega eru upplýsingar um orkunotkun og orkuvinnslu sendar ýmsum fjölþjóðlegum samtökum svo sem NORDEL, Sameinuðu þjóðunum (UN), Efnahags- og þróunarstofnun Evrópu (OECD) og Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunni (WEC). Ennfremur er sinnt margvíslegum óskum, frá þessum aðilum og fleirum, um upplýsingar vegna athugana á einstökum þáttum orkumála. Í því sambandi má nefna ýmsar skýrslur Norrænu ráðherranefndarinnar um orkumál.

## Orkuspár

Meginverkefnið á þessu sviði var vinna fyrir Orkuspárnefnd. Að nefndinni standa Hagstofa Íslands, Hitaveita Reykjavíkur, Landsvirkjun, Orkustofnun, Rafmagnsveita Reykjavíkur, Rafmagnsveitur ríkisins, Samband ís-

lenskra hitaveitna, Samband íslenskra rafveitna og Þjóðhagsstofnun.

Á vegum orkuspárnefndar starfa þrjú vinnuhópar: raforkuhópur, jarðvarmahópur og eldsneytishópur. Hóparnir annast undirbúning orkuspár hver á sínu sviði, en nefndin skilgreinir grunnforsendur sem ganga inn í spárnar, leggur meginlínur varðandi vinnu hópanna og samræmir hana. Hóparnir hafa fengið fjölmarga aðila til að koma á fundi sína og veita upplýsingar um ýmsa þætti er tengjast gerð spánna.

Á árinu var gefin út ný spá um eldsneytisnotkun hér á landi fram til ársins 2025, „Eldsneytisspá 1995 – 2025“. Jafnframt er vinna við nýja jarðvarmaspá á lokastigi.

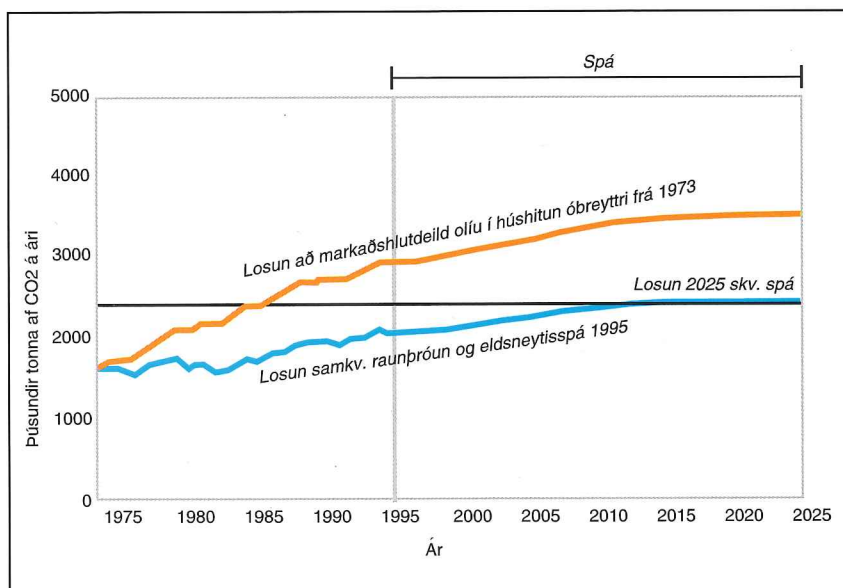
## Orkukerfi

Á árinu 1988 settu Hitaveita Suðurnesja, Landsvirkjun, Orkubú Vestfjarða, Rafmagnsveita Reykjavíkur og Rafmagnsveitur ríkisins á fót starfshóp um rekstrartruflanir í raforkukerfinu. Verkfræðistofan Afl hefur annast ráðgjöf fyrir hópinn. Í lok árs 1988 var Orkustofnun boðin aðild að hópnum með það í huga að stofnunin tæki að sér að safna saman gögnum um truflanir frá öllum raforkufyrirtækjum landsins og að vinna úr gögnunum yfirlit um truflanir fyrir landið. Stofnunin hefur annast þessa gagnaöflun frá árinu 1990.

Starfshópur þessi er aðili að norrænni athugun sem hefur það að markmiði að meta kostnað vegna raforkuskorts.

## Önnur verkefni

Orkubúspardeild tók þátt þátt í samstarfi undirnefnda Norrænu ráðherranefndarinnar (orkuráðherrar) og deildin leggur Orkuráði til ritara.



Losun koltvísýrings frá eldsneytisnotkun innanlands hér á landi. Annars vegar samkvæmt rauntölum 1973-1995 og eldsneytisspá fram til 2025, og hins vegar miðað við að olían hefði haldið hlutdeild sinni í húshitun óbreyttri frá 1973 og sömu spá um eldsneytisnotkun.

*Expected CO<sub>2</sub> emission from inland consumption relative to actual and forecast oil consumption.*

### Rannsóknir á orkulindum í nýtingu

Jarðhitadeild sér um vinnslueftirlit fyrir allmargar hitaveitur á landinu. Farin er ferð árlega til að safna vatnssýnum frá hitaveitum til að fylgjast með efnainnihaldi vatnsins. Fylgst er með hita og þrýstingi í jarðhitakerfum og víða eru gagnasöfnunartæki til þess að safna gögnum um vinnsluna.

#### Hitaveita Reykjavíkur

- Hengill – Almennt. Á undanförunum árum hafa Orkustofnun og Hitaveita Reykjavíkur unnið að jarðfræðikortlagningu Hengilssvæðisins og útgáfu jarðfræðikorta af svæðinu í

samvinnu við Landmælingar Íslands. Þessari vinnu lauk í árslok 1995. Svæðið sem kortlagt var afmarkast af Mosfellsheiði í vestri og Krossfjöllum í suðri, en Úlfjótuvatni og Ingólfsfjalli í austri. Norðurmörkin eru dregin yfir Þingvallavatn norðanvert. Um er að ræða tvær gerðir korta, berggrunnskort og jarðhitakort. Berggrunnskortið rekur myndunarsögu Hengilssvæðisins. Þar koma fram eldvörp og sprungur hinna ýmsu eldstöðvakerfa á svæðinu og bergmyndanir eru sundurgreindar og settar í sögulega röð. Jarðhitakortið setur hins vegar fram upplýsingar um jarðhita á svæðinu, staðsetningu hvera og lauga og útbreiðslu jarðhitaummyndunar. Einnig koma fram á kortinu upplýsingar um lindir og kalt grunnvatn og öl-

keldur. Jarðhitakortið lýsir því í raun öllu vatnafari Hengilsins. Kortin eru unnin alfarið á tölvu Orkustofnunar og var notað landupplýsingakerfið Arc/Info. Aðalhöfundur kortanna er Kristján Sæmundsson, en umsjón með tölvuvinnslu kortanna hafði Skúli Víkingsson, báðir jarðfræðingar á OS. Jarðhitakortið var gefið út síðastliðið sumar í mælikvarðanum 1:25.000, en berggrunnskortið kom úr prentun nú um áramótin. Það kort er í mælikvarðanum 1:50.000. Prentsmiðjan Oddi prentaði bæði kortin. Kortin eru til almennrar sölu hjá Landmælingum Íslands.

- Fall- og hæðarmælt var yfir Hellisheiði. Kom fram marktæk landhækkun um miðbik heiðarinnar miðað við síðustu mælingar frá 1992. Einfaldir líkanreikningar benda til þess að miðja hækkunarinnar sé á Ölkelduhálssvæðinu. Gæti hækkunin numið allt að 1 cm á ári.
- Nesjavellir. Helsta verkefnið var hið árlega mælingaefirlit með hita og þrýstingi í jarðhitakerfinu. Svæðisbreytingar eru sem fyrr hægar og í samræmi við spár hermireikninga.



Ætla má að flatarmál jarðhitakerfisins (Reykjasvæðanna) í Mosfellsbæ sé a.m.k. 10 km<sup>2</sup>, þ.e. það svæði þar sem bergþiti er hærrí en 90°C á 1000 m dýpi undir sjávarmáli. Rúmmál þessa kerfis má ætla að sé 10 km<sup>3</sup>. Jarðboranir á Reykjasvæðunum hófust árið 1933 og síðan hafa verið boraðar samtals 108 holur þar, rúmlega 600 m djúpar að meðaltali. Rannsókn á ummyndun Reykjasvæðanna sýnir að þau eru forn háhitasvæði og bendir ummyndun bergsins til hita yfir 240°C. Ljós. Oddur Sigurðsson.

*The Reykir low-temperature geothermal system in Mosfellsbær, one of the world's largest. Its volume is estimated to be 10 km<sup>3</sup> and 108 wells have been drilled there since 1933.*

- Kolviðarhóll. Gerðar voru árlegar mælingar til að meta breytingar á hita og þrýstingi í holu KhG-1 til eftirlits með þessum hluta Hengilssvæðisins.
- Ölkelduháls. Lokið var borun fyrstu rannsóknarholunnar á Ölkelduháls-svæðinu og hún blástursprófuð. Holan er í tengslum við 200°C heitt vatnskerfi og skilar hún um 30 MW í hrávarmaflí. Jarðhitadeild annaðist rannsóknir á holunni í og eftir borun. Er úrvinnsla þeirra gagna sem aflað var langt komin.
- Reykjasvæðin í Mosfellsbæ. Áfram var unnið að úrvinnslu jarðfræðigagna úr borholum á svæðinu. Á árinu kom út skýrsla um rannsóknir á ummyndun á Norður-Reykjum, og hófst í kjölfarið sams konar rannsókn á Suður-Reykjum. Reykjasvæðin eru forn háhitasvæði og ber ummyndun bergsins vitni um hita yfir 240°C auk þess sem rekja má þróun jarðhitans í tímans rás út frá ummynduninni. Samhliða ummyndunarrannsókninni hefur verið gerð nákvæm athugun á hita í yfir 176 borholum á Reykjasvæðunum og nágrenni. Þessari vinnu lauk á árinu og liggja nú fyrir kort og snið sem sýna hita frá yfirborði niður á 500-2000 m dýpi fyrir svæðið norðan Reykjavíkur allt upp í Hvalfjörð og austur á Mosfellsheiði. Jafnframt var sett fram í skýrslu hugmyndalíkan að streymi heits og kalds vatns á svæðinu.
- Elliðaársvæðið. Allar tiltækar hitamælingar úr holum á Elliðaársvæðinu og nágrenni þess voru teknar til athugunar, með það fyrir augum að meta upphaflegan hita í svæðinu og þær hitabreytingar sem vinnsla hefur haft. Meginkólnun svæðisins er í svonefndum B-leiðara sem er á 500-1000 m dýpi og er kælingin eingöngu í syðri hluta vinnslusvæðisins og mest í suðvestur horni þess.
- Höfuðborgarsvæðið. Þyngdarkort af höfuðborgarsvæðinu var endurskoðað á árinu og bætt við nýjum mælingum frá undanförunum árum. Rannsóknarhola sem boruð var í Geldinganesi fyrir nokkrum árum lenti í tæplega 100°C heitt vatn á um 350 m dýpi. Á árinu 1994 var viðnámsmælt í nesinu til að kanna útbreiðslu jarðhita þar, og boruð 1265 m djúp borhola. Hiti neðan 300 m er 90-105°C, og gefur djúpa holan í dælingu um 10 l/s af 100°C heitu vatni.

### Hitaveita Akureyrar

Á árinu var sinnt hefðbundnu vinnslu-  
eftirliti, með vatnsborðsmælingum og  
efnagreiningum. Gengið var frá árlegri  
skýrslu um vinnslueftirlit og orkubú-  
skap hitaveitunnar á árinu 1994 ásamt  
samanburði á reynslu og fyrirbyggjandi  
vinnsluspám.

Gerðar voru TEM-viðnámsmælingar til  
jarðhitleitar í fjallshlíðunum milli Gler-  
árdals og Hrafnegils. Lokið var við úr-  
vinnslu gagna, sem aflað var við borun  
og vatnsborðsmælingar við Sigtún í  
Eyjafjarðarsveit. Þá var gerður tölvu-  
tækur kortagrunnur af allstóru land-  
svæði í nágrenni Akureyrar.

### Hitaveita Suðurnesja

Á vegum Hitaveitu Suðurnesja er un-  
nið að gerð jarðfræðikorts af umhverfi  
Svartsengis sem verður á tölvutæku  
formi (GIS). Kortið verður á næstu ár-  
um stækkað þannig að það nái yfir öll  
athafna- og grannsvæði fyrirtækisins.

- Rannsókn var gerð á virkni afloftunarsúlu við orkuverid í Svartsengi og m.a. kannað hvort auka mætti afköstinn. Efnæiginleikar vatnsins, hvað varðar tæringu og útfellingu, ráðast af afloftuninni. Rekstri súlnanna hefur verið breytt til að ná betri árangri, einkum hvað varðar útfellingar.
- Upplýsingar voru einnig teknar saman í greinargerðum um hentug byggingarsvæði, goshættu, jarðhita, vatn og sjó, vegna athuguna á aðstæðum til magnesíumvinnslu á Reykjanesi.

### Hitaveita Seltjarnarness

Ný vinnsluhola Hitaveitu Seltjarnar-  
ness var dæluþrófuð á haustdögum og  
staðfesti prófunin niðurstöður prófana í  
borlok að dæla megi 30-40 l/s að jafnaði  
úr henni. Prófunin gaf jafnframt góðan  
grunn til nýrrar forðafraeðiúttektar á  
svæðinu og stendur til að vinna úr þeim  
gögnum á næstunni. Nýja holan stóð  
óvirkjuð í eitt ár og var þá niðurrennsli  
úr efri kaldari æðum og er því enn ekki  
fulljóst um endanlegt hitastig vinnslu-  
vatnsins.

### Selfossveitur

Auk venjubundins vinnslu-  
eftirlits var jarðhitaleit í nágrenni Selfoss  
haldið áfram af miklum krafti.

- Í fyrsta lagi var haldið áfram rannsóknarborunum á jarðhitasvæðinu á Laugarbökkum norðan Ölfusár. Á árunum 1994 og 1995 voru boraðar þar 8 holur, sú dýpstá 426 m. Að því loknu lá síðan fyrir tillaga að staðsetningu 1000 m djúprar tilrauna-

holu. Auk þess voru boraðar tvær  
rannsóknarholur austan Ölfusár við  
Laugarbakka, 500 m og 300 m djúprar.  
Tillaga að staðsetningu djúprar  
rannsóknarholu á því svæði bíður  
frekari rannsókn.

- Í öðru lagi var haldið áfram rannsóknunum á vinnslusvæðinu við Þorleifskot. Lokið var skýrslu um hita-  
ástand jarðhitakerfisins og að því loknu boraðar fjórar 200-300 m djúpar  
könnunarholur suðaustan og austan núverandi vinnslusvæðis. Niðurstöðurnar benda til þess að jarðhitakerfið teygist í þá áttina. Því var gerð tillaga að staðsetningu og hönnun 1000-1200 m djúprar vinnsluholu suðaustan svæðisins. Borun þeirrar holu hófst með jarðbornum Narfa seint á árinu og í lok ársins hafði verið borað í 650 m.

### Landsvirkjun – Kröfluvirkjun

Kröfluvirkjun var lengur í rekstri 1995 en árið á undan vegna lélegs vatnsbúskapar hjá stórvirkjununum og sýnir það skýrast að gott er að hafa í bland vatnsorku og jarðvarmaver til raforkuframleiðslu. Skiptar skoðanir hafa alla tíð verið um virkjunina, vegna vandræða við uppbyggingu hennar. Nú er ljóst að vegna tilvistar virkjunarinnar er stækkun hennar einn hagkvæmasti virkjunarkosturinn í raforku-  
iðnaðinum. Í lok ársins var farið að huga að stöðu Kröfluvirkjunar með stækkun hennar í 60 MW í huga.

### Umhverfisáhrif jarðhitanytingar

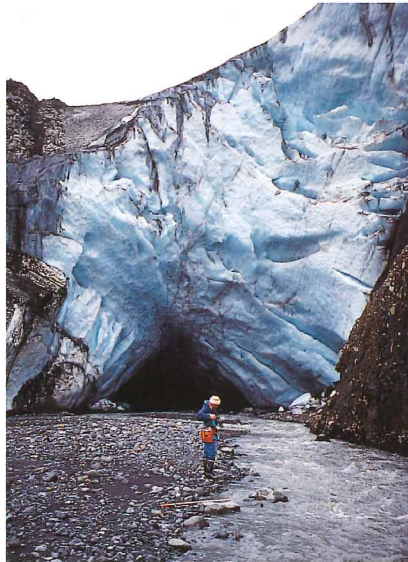
Átaksverkefni um rannsóknir á umhverfisáhrifum jarðhita hófst á Orkustofnun á árinu 1991 með úttekt á stöðu rannsókna á umhverfisáhrifum jarðhitavinnslu á Íslandi og mati á rannsóknarþörf vegna umhverfisþátta í samvinnu við stærstu virkjunaraðila jarðhita á háhitasvæðum. Þessir aðilar eru Landsvirkjun vegna Kröfluvirkjunar og jarðhitasvæðisins í Námafjalli, Hitaveita Suðurnesja vegna jarðhitasvæðanna í Svartsengi, Eldvörpum og á Reykjanesi og Hitaveita Reykjavíkur vegna Nesjavallasvæðisins. Umhverfisráðuneytið tekur einnig þátt í samstarfinu og á fulltrúa í samstarfsnefnd aðilanna. Um er að ræða átaksverkefni til nokkurra ára og er tilgangur verkefnisins fyrst og fremst að gera úttekt á stöðu umhverfismála á þeim háhitasvæðum, sem þegar eru virkjuð, og gera tillögur um eftirlit og rannsóknir tengdar umhverfismálum á þessum svæðum í framtíðinni. Jafnframt er tilgangur verkefnisins að vinna saman að rannsóknarverkefnum á sviði umhverfisáhrifa jarðhitanytingar, einkum verkefnum sem miða að því að draga úr neikvæðum áhrifum. Áhersla er

lögð á rannsókn umhverfisáhrifa við vinnslu háhitasvæða, þar sem áhrif hennar eru meiri og augljósari, en á lághitasvæðum. Á árinu 1995 voru aðalverkbættir, sem unnið var að í samvinnuverkinu, þessir:

- Gerðar voru mælingar á brennisteinsgösum í andrúmslofti á virkjunarsvæðunum í Námafjalli og á Nesjavöllum. Í tengslum við þær voru gerðar prófanir á úða og tæringu á svæðunum. Gefin var út skýrsla um mælingar á brennisteinsgösum í Kröflu og Svartsengi 1994. Einnig var haldið áfram rannsókn á afdrifum brennisteinsvetnis í andrúmslofti í samvinnu við Veðurstofu Íslands. Mælingum er nú lokið og á árinu 1996 verður unnið úr þeim og ákveðið um framhald verkefnisins.
- Haldið var áfram vinnu við þróun fjarkönnunaraðferða til umhverfisrannsókna, sem unnið er í samvinnu við Merkjafræðistofu Háskóla Íslands og er áætlað að ljúka því verkefni á árinu 1996.
- Hæðar- og þyngdarmælingar voru gerðar á Kröflu-Námafjallssvæðinu í samvinnu við Landsvirkjun til að leggja grunn að eftirliti með áhrifum massatöku á jarðhitasvæðin. Þetta verkefni tengdist og var unnið samhliða verkefni á vegum Norrænu Eldfjallastöðvarinnar og Háskólans í Mainz í Þýskalandi, sem miðar að því að fylgjast með þróun kvikuhólfins í Kröflu.
- Unnið var úr efnagreiningum á sýnum frá fyrra ári af affallsvatni og grunnvatni á Kröflusvæði og gefin út skýrsla um þær. Einnig voru tekin sýni af grunnvatni á Námafjallssvæði og settir upp síritandi hitamælur í Grjótagjá og Stórugjá í samvinnu við Landsvirkjun.
- Haldið var áfram rannsóknum og eftirliti með breytingum á Þeystareykjum, en ekki reyndist unnt að fara í Kverkfjöll né heldur gera nein- ar athuganir í Krýsuvík aðrar en hitamælingar samfara innrauðri myndatöku Merkjafræðistofu Háskólans.
- Stofnunin tók þátt í vinnu við umhverfismat vegna áætlunar um byggingu raforkuvers við Námafjall fyrir Landsvirkjun.
- Nokkrir smærri verkbættir voru einnig unnir innan þessa samvinnuverks.

#### Ýmis verkefni

Borholumælingar eru gerðar í nýbor-



Unnið að athugun á jarðhitasvæðinu í Kverkfjöllum. Fylgst er með breytingum á þessu háhitasvæði eins og fleirum með tilliti til umhverfisáhrifa jarðhitans. Ljós. Magnús Ólafsson.

*The Kverkfjöll geothermal area at the northern edge of the Vatnajökull ice cap.*

uðum holum til að fá grunnupplýsingar um jarðhitakerfin, en einnig í eldri borholum til að fylgjast með þeim breytingum sem vinnsla úr kerfunum veldur. Á árinu 1995 voru mældir samtals 250.794 dýptarmetrar í borholum á Íslandi. Mest var um hita- og þrýstímælingar, en einnig voru gerðar ýmsar mælingar til að kortleggja jarðlög og eiginleika þeirra (viðnám, poruhluta), og til þess að kanna ástand borholna (holuvídd, steypugæði, botnfall o.fl.). Þá voru í nokkrum tilfellum tekin djúpvatnssýni úr borholum. Endurnýjun á sérbúnum bíl til mælinga í háhitaholum stendur yfir. Keyptur var bíll í byrjun sumars 1995 sem síðan hefur verið breytt en allur mælíbúnaður í bílinn var hannaður af starfsmönnum Jarðhitadeildar og smíðaður hérlendis. Nú er verið að ganga frá mælingaspili og öðrum búnaði í bílnum og verður hann tekinn í notkun vorið 1996. Hann mun leysa af hólmi mælingabíl frá árinu 1977.

Efnarannsóknastofan var rekin með svipuðu sniði árið 1995 og verið hefur undanfarin ár. Á árinu voru skráð tæplega 700 sýni til greininga á heitu og köldu vatni, en auk þess voru gerðar efnagreiningar í tengslum við þróun- vinnu og mæld brennisteinsgös í um 1700 sýnum af andrúmslofti í samvinnuverki um Umhverfisáhrif jarðhitavinnslu. Einnig voru greind sýni af útfellingum af ýmsu tagi. Eftir margra ára undirbúning og eftirrekstur var loks sett upp nýtt loftfræstikerfi á rannsóknarstofunni, sem bætti mjög vinnu- aðstöðu starfsmanna og gerði starfsumhverfi mun heilsusamlegra.

Á undanföllum árum hefur verið unnið að uppsetningu og aðlögun gagna- söfnunarstöðva fyrir vatnsvinnslugögn frá hitaveitum. Unnið var að endurbótum á forritum til móttöku og úrvinnslu gagnanna, gerðar úrbætur á eldri safnstöðvum og ein ný sett upp. Nú hafa verið settar upp slíkar stöðvar hjá hitaveitum Rangæinga, Þorlákshafnar, Seltjarnarness, Blönduóss, Skeiða, Húsavíkur og Suðuresja. Á næstunni verða settar upp stöðvar hjá tveimur veitum og hjá allmörgum veitum er málið í athugun.

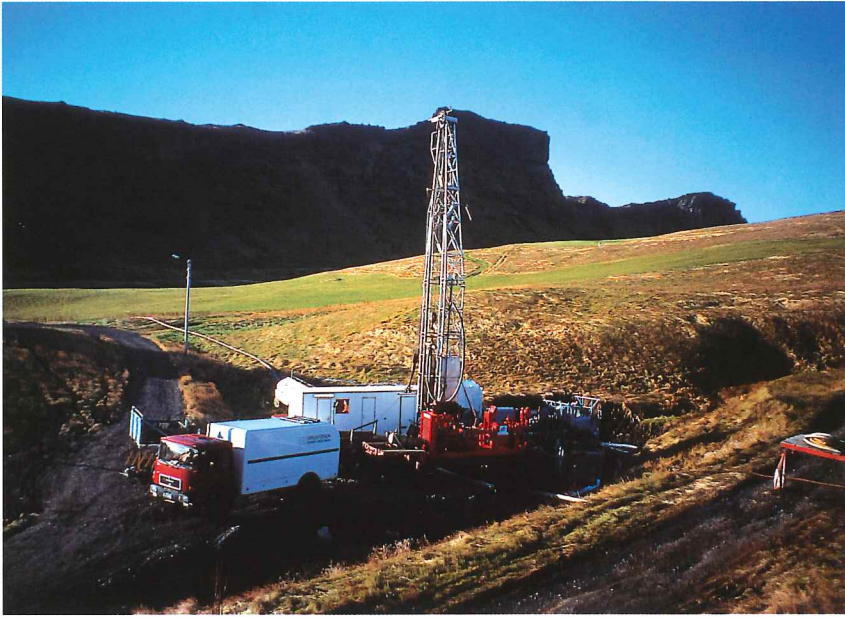
Unnin var verklýsing og hönnun á 1200 m vinnsluholu á Selfossi fyrir Selfossveitur bs og á 20 hitastigulsholum á norðanverðu Snæfellsnesi fyrir Rafmangsveitur ríkisins. Athugun var gerð á núverandi borholum Garðyrkju- skóla ríkisins að Reykjum og þörf fyrir nýboranir. Svipuð könnun var gerð fyrir Ölfubúðir ASÍ. Skýrsla var samin um ástand gamalla borholna í eigu ríkisins í Krýsuvík og áætlun gerð um viðhald þeirra. Ráðgjöf var einnig veitt við varðvörslu borholna á Reykjanesi í Djúpi.

Á vegum Orkuspárnefndar var unnið að söfnun og úrvinnslu upplýsinga um jarðvarmanotkun til undirbúnings nýrrar jarðvarmaspár. Þar verður gefið yfirlit yfir stöðu jarðvarmanotkunar hér á landi og spáð fyrir um þróun hennar. Ítarlegum upplýsingum var safnað hjá hitaveitum um vinnslu og sölu á heitu vatni til mismunandi nota. Niðurstöður voru m.a birtar í Hitaveituhandbók Sambands íslenskra hitaveitna (nú Samorka).

## Rannsóknir á orkulindum, sem ekki eru í nýtingu

**Rannsókn jarðhita til raforkuvinnslu** Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Hitaveita Suðurnesja og Landsvirkjun hafa gert með sér rammasamning um þetta samvinnuverkefni. Hitaveita Reykjavíkur tók virkan þátt í þessu verki á árinu 1995, en önnur orkufyrirtæki ekki. Verkið er langtímaverkefni og skiptist í marga verkbætti. Á árinu 1995 var unnið að eftirfarandi verkum:

- Frumrannsókn í Brennisteinsfjöllum. Skýrsla um TEM-viðnámsmælingar kom út á árinu. Þar kemur fram að flatarmál háhitasvæðisins á 500 m dýpi er um 15-20 km<sup>2</sup>, sem er svipað og flatarmál jarðhitasvæðisins við Námafjall. Má því ætla að orkugeta svæðisins sé nægileg til að standa undir 100 MW raforkuvinnslu. Út- vinnu vegna frumrannsókna svæðis-



Komið hefur í ljós að víða er heits vatns von á hinum svonefndu „köldu“ svæðum hérlendis. Í Vík í Mýrdal var borað í þétt köld jarðlög og gefur holan tæpa 2 l/s af rúmlega 40°C heitu vatni, sem nægir til hitunar á lítilli sundlaug. Myndin sýnir jarðborinn Narfa og mælingabíl Orkustofnunar við holuna. Ljós. Jósef Hólmjárn.

*Recent drillings have shown that geothermal water can be obtained in areas previously considered unproductive, such as at Vík in Mýrdalur in South Central Iceland.*

ins var lokið á árinu 1995, og er áætlað að skýrsla um jarðfræði svæðisins komi út á árinu 1996. Þar með er frumrannsókn svæðisins lokið og eru rannsóknarboranir næsta skref í rannsókn svæðisins.

- Yfirborðsrannsóknir á háhitavæðinu við Torfajökul. Á árinu var fram haldið jarðfræðikortlagningu, viðnámsmælingum og jarðefnafræðilegum athugunum á svæðinu. Farið er að síga á seinni hluta þessa verks, og stefnt er að því að ljúka útvinnu á svæðinu á árinu 1996, þannig að hægt sé að ljúka skýrslugerð um yfirborðsrannsóknir á árinu 1997. Til þess að sú áætlun standist þarf þó að ganga frá grunnkortum í skala 1:20.000 af öllu svæðinu. Eins og sakir standa vantar tilfinnanlega tvö kortablöð. Jarðfræðiathuganir hafa sýnt að á svæðinu er mun eldra yfirborðsberg en áður var haldið. Einnig hefur fundist meiri jarðhitavirkni í suðaustur hluta svæðisins en vítað var um áður. Alls hafa nú verið mældar 85 TEM-mælingar á Torfajökulsvæði á síðastliðnum þrem árum. Úrvinnsla mælinga er skammt á veg komin og því ekki hægt að segja mikið um viðnámsdreifingu innan svæðisins. Einn sýnatökuleiðangur var farinn á árinu og var alls safnað 27 sýnum af gufu og vatni. Úrvinnsla jarðefnafræðigagna er einnig skammt á veg komin, en stefnt er að því að öllum verkþáttum yfirborðsrannsóknar ljúki á árinu 1997 eins og áður var sagt.

- Forðafræðistuðlar. Haldið var áfram mælingum á bergsýnum úr rofnum megineldstöðvum. Mældir eru ýmsir eiginleikar bergsins svo sem grop, lekt og eðlismassi. Mælingarnar eru gerðar í erlendum rannsóknarstofum, þar sem tæki eru ekki fyrir hendi hér á landi fyrir slíkar mælingar. Komið hefur í ljós kerfisbundinn munur á lektarmælingum gerðum með gasi og lektarmælingum gerðum með vatni. Unnið er að því að finna skýringu á þessu misræmi, en nú liggur fyrir að munurinn er meiri en að hægt er skýra með nákvæmni mælinganna. Einnig hefur komið fram að munur á virku gropi og heildargropi er mjög lítil í íslensku bergi. Móberg og súrt berg hefur að meðaltali hærra grop en basalthraun og basaltinnskot. Hins vegar er bergeðlismassi basalts hærra en móbergs og súrs bergs. Ummyndun bergs virðist hafa þau áhrif að bergeðlismassinn er lægri og að grop bergsins er lægra en í fersku bergi. Að meðaltali er ummyndað berg auk þess með lægri lekt en ferskt berg. Það kemur líka á óvart að lekt móbergs mælist að meðaltali hærra en annarra bergtegunda. Móberg er þannig sú berggerð sem hefur bæði hæst grop og hæsta lekt. Af þessu má ætla að móberg sé mjög heppilegt geymsluberg fyrir jarðhitakerfi. Hafnar eru viðræður við Tækniháskólann í Gautaborg og Jarðfræðastofnun Danmerkur um samvinnuverk við mælingar á íslenskum berg-

sýnum. Til umræðu er að gera sérstaka athugun á áhrifum grops á varmaleiðni og rafleiðni bergs. Vonast er til að þetta samstarf hefjist á árinu 1996.

- Kjarnataka í háhitaholum. Á árinu 1995 var tekinn einn borkjarni úr holu sem boruð var á háhitavæðinu við Ölkelduháls. Hitaveita Reykjavíkur kostaði sjálfa kjarnatökuna, en Orkustofnun sér um mælingar á kjarnanum, úrvinnslu gagna og samburð við aðrar mæliaðferðir. Komið hefur í ljós allgott samband milli mælinga á kjarna og borholumælinga í holunni sjálfri. Reynt var að draga út vökva úr kjarnanum til þess að fá fram efnasamsetningu vökvans í berginu. Mjög lítið magn af vökva náðist úr kjarnanum, þannig að efnagreining vökvans er ófullkomin. Gerð var ein mæling á stærðardreifingu grops, og kom þar í ljós að meðalstærð holrýmis í bergi var mjög lítil (0,01-0,1  $\mu\text{m}$ ), en það er um tíu sinnum lægra gildi en lægstu gildi fyrir setberg. Einnig kom í ljós að áhrif grops á rafleiðni bergsins líkist því að holrýmið sé sprungur. Ekki er ljóst hvornig á að tengja saman þessar niðurstöður, en vera má að smæð holrýmisins geri m.a. það að verkum að samband forðafræðistuðla í íslensku bergi er á sumum sviðum frábrugðið því sem gerist í setbergi. Ljóst er að í framtíðinni þarf að athuga betur stærðardreifingu holrýmis í íslensku bergi og hvaða áhrif sú dreifing hefur á ýmsa forðafræðistuðla.
- Áhrif niðurdælingar á vinnslutilhögum á háhitavæðum. Í þessum verkþætti eru áhrif niðurdælingar athuguð á fræðilegan hátt. Sett er upp einfalt reiknilíkan fyrir háhitavæði og viðbrögð jarðhitakerfisins reiknuð fyrir mismunandi gerð jarðhitakerfa og mismunandi tilhögum á niðurdælingu. Fyrstu niðurstöður af þessum athugunum voru lagðar fram á Jarðhitaráðstefnunni í Flórens í maí 1996. Þar kemur fram að ef um er að ræða vatnskerfi eða tveggja fasa jarðhitakerfi skiptir varmanám úr bergi meira máli fyrir orkugetu kerfisins heldur en að viðhalda þrýstingi í kerfinu. Í þannig vinnslu fæst betri nýting með því að dæla niður í jaðra kerfisins eða með tvíþólvinnslu frekar en að vera með jafna dreifingu á niðurdælingaholum og vinnsluholum. Ef lekt jarðhitakerfa er mjög mikil og aðstreymi gott að svæðum virðist niðurdæling ekki hafa mikil áhrif á orkugetu svæðanna. Til þess að niðurdæling hafi marktæk áhrif á vinnslugetu háhitavæða þarf





Viðnámsmælingar í Brennisteinsfjöllum gefa til kynna að flatarmál háhitasvæðisins á 500 m dýpi sé 15-20 km<sup>2</sup>. Ætla má að orkugeta svæðisins sé nægjanleg til að standa undir 100 MW raforkuvinnslu. Ljós. Oddur Sigurðsson.

The high temperature geothermal area in Brennisteinsfjöll just south of the city of Reykjavík is estimated 15-20 km<sup>2</sup> in areal size at 500 m depth. Potential yield is 100 MW electrical.

magnið af niðurdælingavökva að vera svipað og magnið af þeim vökva sem unninn er.

### Jarðhitarannsóknir á óvirkjuðum svæðum

Umfangsmikil sýnatökuferð var farin til að safna gasi og gufu á jarðhitasvæðinu í Köldukvíslarbotnum vegna áforma Landsvirkjunar um lónstæði þar.

Fjörugt var í bormálum undir Eyjafjöllum og í Mýrdalshreppi á árinu. Djúpar vinnsluholur voru boraðar í Vík, í Skógum og á Ásólsfsskála. Í öllum tilvikum tókst að ná nokkrum sekúndulítrum af 40–60°C heitu vatni. Munu holurnar því standa undir þeirri vinnslu sem til var ætlast í upphafi borana auk þess sem orkan úr þeim verður verulega ódýrari en nú býðst með rafmagni og olíu. Borholumælingar sýna að öfugt við önnur íslensk jarðhitasvæði, virðist sem holurnar á þessu svæði vinni eingöngu úr láréttum vatnsæðum og eru viðbrögð þeirra við dælingu lík því sem gerist í setlögum. Þannig háttar til að ofangreindar holur eru boraðar

í ungt gosberg sem liggur ofan á gömlum blágrýstissökkli. Virðist á þessari stundu sem unga bergið sé afbragðs náma til vatnsvinnslu og að það verði íbúum byggðalagsins til mikilla hagsbóta í framtíðinni. Jafnframt gefur reynsla Mýrdælinga og Eyfellinga ástæðu til þess að endurskoða áform um boranir djúpra heitavatnsholna, t.d. í Þykkvabænum og í Vestmannaeyjum.

Beitt var viðnámsniðsmælingum til jarðhitaleitar við Reykjarhól í Austur-Fljótum og við Lýsuhól á Snæfellsnesi til að leita að uppstreymi heits vatns á svæðunum. Á grundvelli þeirra var bent á hugsanleg borsvæði.

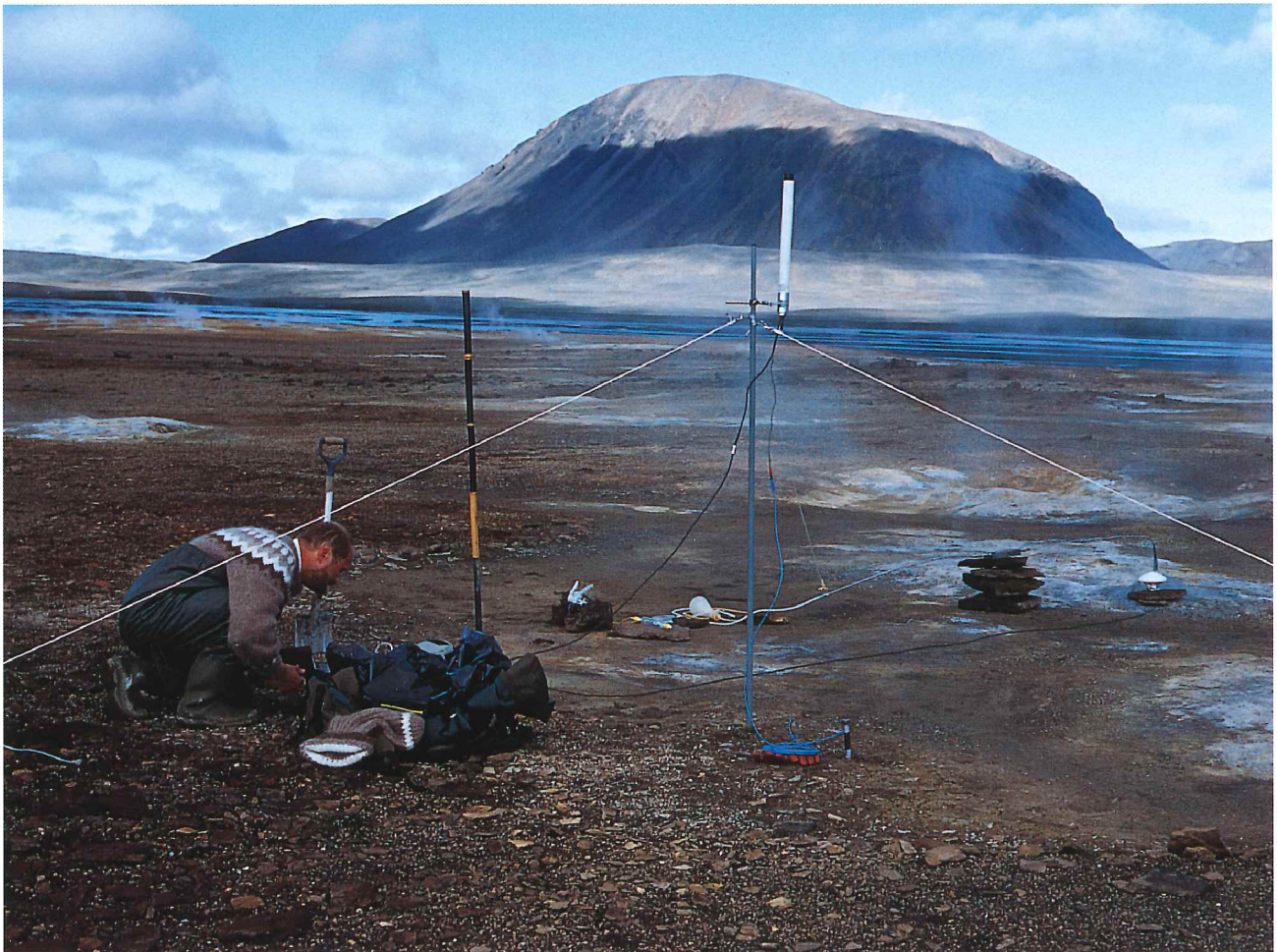
Leitað var að heitum vatnskerfum með TEM-viðnámsmælingum í Grafningi.

Unnið var að jarðhitaleit með rannsóknarborunum víða um land, mest á Suðurlandi og á Snæfellsnesi. Mjög ákveðin vísbending fannst um jarðhita rétt við Stykkishól.

### Könnun orkulinda á hafsbotni

Á sviði gagnavinnslu landgrunnsrannsóknna var mest áhersla á að safna saman og vinna úr ýmsum gagnasöfnum af hafsvæðinu umhverfis landið og reyndar einnig af landinu sjálfu. Mest áhersla var lögð á þyngdarmælingar, en einnig var safnað dýptar- og segulmælingum. Tekin voru með allar gerðir gagna: mælingar af landi, láði, lofti og frá gervitunglum (þyngdarmælingar). Niðurstöður þessarar vinnu liggja nú í samræmdu gagnasafni sem þekur svæðið allt að 500 km út frá landinu, og einnig sjálft landið. Þyngdar-, dýptar- og segulkort af þessu svæði hafa verið teiknuð í lit til birtingar. Einnig var hugað sérstaklega að vinnslu þessara gagna, ásamt vinnslu setlagamælinga, á og undan strönd Norðurlands.

Gerð var tilraun til að hefja nákvæmiskortlagningu á sjávardýpi á Reykjaneshrygg með nýrri tækni, sem felst í því að breiður renningur er mældur samtímis undir skipinu með stefnuvirkum bergmálmælingum. Verkið var hugað sem samvinna íslenskra og breska vísindamanna, en þeir síðar-



Umfangsmikil sýnatökuferð var farin til að safna gasi og gufu á jarðhitasvæðinu í Köldukvíslarbotnum vegna áforma Landsvirkjunar um lónstæði þar, Hágöngumiðlun. Ljósmynd: Guðmundur Ómar Friðleifsson.

*Sampling of gas in a geothermal area located within the proposed Hágöngur reservoir site at Köldukvíslarbotnar in the central highlands of Iceland. The Vatnajökull ice cap in the background.*

nefndu hafa þegar unnið mikið á þessu sviði sunnar í hafinu. Tilraun til að fá styrki úr sjóðum Evrópusamstarfsins (MAST-III verkefnið) þar ekki árangur og voru þessar áætlanir lagðar á hilluna.

Könnun Jan Mayen-svæðisins hefur verið á dagskrá Orkustofnunar um árabíl vegna mögulegra kolvetnalinda, en svæðið er ekki enn á dagskrá hjá olíuleitarfélögum. Möguleiki bauðst til að stuðla að aukinni þekkingu á svæðinu, með því að taka þátt í vísindalegri rannsókn á Jan Mayen-hrygg og svæðinu vestur frá hryggnum allt að Kolbeinseyjarhrygg. Þessi rannsókn var unnin í samvinnu við Jarðskjálftastofnun við Hokkaido-háskóla í Japan, og Bergenháskóla. Gerðar voru jarðsveiflumælingar með hljóðgjafa á skipi (loftbyssum) og hlustunarstöðvum á hafsbotni, en Japanarnir sérhæfa sig í þeim búnaði. Hér er um að ræða aðferð sem hentar vel á svæðum þar sem basalhraun og innkot gera hefðbundna olíuleitartækni með endurkastsmælingum erfiða, og gæti því einnig reynst hagnýt í því samhengi.

Niðurstöður á formi hjóðhraðasniða benda m.a. til þess möguleika að mjög þykk og forn setlagatrog liggi undir hafsbotninum undan vesturhlíðum Jan Mayen-hryggjar. Samvinna þessi mun halda áfram á árinu 1996 á formi úrvinnslu, og vonast er til að um fleiri samvinnuverkefni geti orðið að ræða.

Nokkuð var hugað að hafréttarmálum í tengslum við Utanríkisráðuneytið. Sérfræðingur sótti fund í aðalstöðvum Sameinuðu Þjóðanna, þar sem ræddur var undirbúningur að alþjóðlegri nefnd sérfræðinga, sem meta á vísindalegar forsendur fyrir skilgreiningu einstakra strandríkja á eigin landgrunnssvæði. Þar sem Hafréttarsáttmáli S.þ. hefur nú öðlast gildi með tilskildum fjölda undirskrifta, mun nefnd þessi taka til starfa á næstu árum. Búast má við að strandríkin muni þurfa að verja málstað sinn með gildum rökum og leggja fram fullnægjandi mælingar. Þetta á ekki síður við um Ísland en önnur ríki, enda er tilkall Íslendinga til eignarréttar á hafsbotni víðfeðmt og flókið.

## Nýjungar í orkurannsóknum

### Þróun jarðeðlisfræðilegra mælinga

- Haldið var áfram þróun og frágangi forrits til þrívíðra líkanreikninga fyrir TEM-viðnámsmælingar. Skrifuð var stutt skýrsla og notendahandbók sem lýsir forritinu og fræðigrein um þá lausnaraðferð sem beitt var. Forritið var notað og prófað við úrvinnslu mælinga frá Geldinganesi þar sem taka þurfti þrívíð áhrif sjávar með í dæmið.
- Haldið var áfram að endurbæta og lagfæra aðferðir til sjávarfallaleiðréttinga á þyngdarmælingum og var verkið langt komið í árslok.
- Loks var settur upp og prófaður léttur búnaður á GPS staðsetningar-tæki sem gerir GPS staðsetningar mun nákvæmari en áður.

Unnið var að þróun aðferða m.a. á greiningu á þyngdarmálum og gasi og að því að setja upp greiningu á helstu málum í heitu og köldu vatni á ICP tæki í

sameign Orkustofnunar, Iðntæknistofnunar og Rannsóknastofnunar landbúnaðarins. Unnið var að endurbótum á sýnatökuaðferðum á gasi og gufu.

## Önnur verkefni

Úrvinnsla endurkastsmælingar á söndunum fyrir botni Öxarfjarðar komst á lokastig, og kemur skýrsla um niðurstöðurnar út í byrjun árs 1996. Þessar mælingar voru tilraun til að nota bergmáls- eða endurkaststæknina við könnun þessarar setlagadældar, og hefur það sannast að hún gefur nýjar upplýsingar um setlagagerð og brotakerfi svæðisins, sem ekki fást auðveldlega á annan hátt. Með hliðsjón af þessum niðurstöðum má túlka fyrri rannsóknir mælingar í nýju ljósi.

Ráðgjöf var veitt við borun nýrrar gufuholu í Krýsuvík fyrir Krýsuvíkursamtökun. Góður árangur fékkst í 327 m djúpri holu (KR-9) sem er með um 230°C hita. Nemandi Jarðhitaskólans samdi skýrslu um borverkið og túlkaði gögn og mælingar úr holunni.

Fyrir Ísaga hf. var unnið að nýju fyrirkomulagi kolsýruvinnslu (fljótandi CO<sub>2</sub> sem unnið er úr hveralofninu) að Hæðarenda í Grímsnesi. Varmaskiptir var settur í holuna til að fyrirbyggja suðu og mikla kalkútfellingu sem hún veldur. Fræðileg úttekt var gerð á sambandi hita og þrýstings sem afmarkar útfellingahættuna. Með þessum aðferðum tókst að auka afköst verksmiðjunnar verulaga og er holan nú ekki fullnýtt. Gagnsöfnunarbúnaður Orkustofnunar var settur við holuna til að fylgjast með breytingum.

Á Flúðum var komið upp sískráningakerfi í gróðurhúsi til mælinga á orkunotkun á vegum vinnuhóps um raflýsingu í gróðurhúsum.

Rannsað var grunnvatn með tilliti til mengunar fyrir nokkrar sorpurðunarstöðvar, heilbrigðiseftirlit sveitarfélaga og vatnsveitur, en sérþekking deildarinnar á mengunarsviði og á sýnatöku og efnagreiningu þungmálma og ýmissa sporefna nýtist vel til slíkra þjónusturannsókna ekki síður en við jarðhita- og grunnvatnsrannsóknir.

Fyrir Vegagerð ríkisins var unnið að jarðfræðirannsóknnum á hugsanlegum jarðgangaleiðum milli Siglufjarðar og Ólafsfjarðar.

Valgarður Stefánsson af forðafræðideild var fenginn af Nýsjálendingum sem oddamaður í þriggja manna vinnuhóp til að meta vinnslutæknileg

vandamál við Ohaki gufuafsvirkjunina á Nýja Sjálandi.

Sérfræðingur af eðlisfræðideild fór til Tangu í Kína og setti upp gagnasöfnunarstöð fyrir vatnsvinnslugögn. Slíkar stöðvar eru þróaðar á Orkustofnun fyrir íslenskar aðstæður og eru í notkun víða hjá íslenskum hitaveitum.

Sérfræðingur af forðafræðideild vann á vegum Orkint og franska fyrirtækisins CFG að ráðgjöf við GEOCEL í El Salvador vegna rannsókna á Berlínsvæðinu, sem áformað er að virkja til raforkuframleiðslu á næstu árum.

Á árinu komst á samstarf við Chalmers háskólann í Svíþjóð um mælingar á eðliseiginleikum bergsýna.

Tveimur sænskum nemendum á vegum Tækniskóla Íslands var veitt leiðsögn við lokaverkefni sem fjallaði um hönnun borplana og fóðringa.

## Gagnavarsla

Á undanförunum árum hefur verið gert stóráttak í því að koma upplýsingum um borholur og borholumælingar inn í Oracle-gagnagrunninn og þróa leitar- og teikniforrit til að skoða og vinna úr gögnunum. Borholur landsins eru rúmlega 6.200 talsins og er samanlagt dýpi þeirra um 790 km eða ámóta vegalengd og loftlínan fram og til baka milli Reykjavíkur og Neskaupstaðar. Fjöldi skráðra borholumælinga (hver mæliferð í holu) í gagnagrunninum er yfir 14.000 en heildarlengd þeirra er tæpir 9.000 km. Þetta sem samsvarar fjarlægðinni frá Reykjavík til Rio de Janerio. Tölugildi borholumælinganna eru geymd á hörðum diskum. Þó eru allar hitamælingar grísjaðar og geymdar beint í gagnagrunninum. Því er hægt á augabragði að finna, kalla fram og teikna hvaða mælingu sem er, úr hvaða borholu sem er á landinu. Þetta er gífurlegt hagræði, enda gegna hitamælingarnar lykilhlutverki í allri úrvinnslu og ráðgjöf í sambandi við jarðhitaleit og boranir. Á síðasta ári var haldið áfram að þróa gagnagrunnskerfið. Unnið var að því að setja inn gögn um hnit borholna og sýnatökustaða. Einnig var unnið að því að koma inn upplýsingum úr borskýrslum varðandi stærðir borkróna og fóðringa. Þá var einnig unnið að því að hnita eldri borholumælingar, einkum víddarmælingar, sem nú eru allar komnar á tölvutækt form. Nú er hægt að kalla fram útlitsmynd af borholum, þar sem fram kemur dýpi holunnar, víddir borkróna, fóðringa og niðurstöður víddarmælinga í holunni.

Unnið er að endurbótum á gagnasafni um nýtingu jarðhita og í ár voru hnit nýtingarstaða færð inn þannig að þeir koma fram á GIS kortum.

## Jarðhitaskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna

Jarðhitaskólinn var settur í sautjándan sinn 5. maí 1996. Þetta árið voru nemandur fleiri en nokkru sinni fyrr eða sextán frá tíu löndum og komu frá Egyptalandi (1), El Salvador (2), Filippseyjum (3), Indónesíu (2), Jórdaníu (1), Kenya (1), Kína (2), Nepal (1), Rúmeníu (2), og Úganda (1). Þeir voru allir á vegum Háskóla Sameinuðu þjóðanna og íslenska ríkisins. Auk þess var hluta námstímans einn nemandi frá Grikklandi kostaður af EFTA-EES sjóði, en á árinu var gerður samningur um að þjálfá fjóra nemendur frá Grikklandi á kostnað sjóðsins árin 1995-1996.

Skólafærsemin var mjög blómleg á árinu. Kennslan var einkum í höndum sérfræðinga Jarðhitadeildar Orkustofnunar, en einnig sérfræðinga frá Háskóla Íslands og verkfræðistofnunum Rafhönnun hf, Vatnaskil hf, og Verkfræðistofu Árna Gunnarssonar í Reykjavík. Árlegur gestafyrirlesari Jarðhitaskólans þetta árið var Dr. Guðmundur Böðvarsson, forstöðumaður rannsókna á geymslu kjarnorkuúrgangs neðanjarðar við Lawrence Berkeley rannsóknastöðina í San Francisco. Guðmundur er meðal fremstu sérfræðinga heims í forðafræði jarðhita.

Á sautján ára starfsferli skólans hafa 163 nemendur frá 29 löndum lokið sex mánaða námi við skólann. Þeir hafa skipt á heimsálfur sem hér segir: Asía 45%, Afríka 26%, Latneska Ameríka 15% og Austur-Evrópa 14%. Auk þess hafa yfir fimmtíu manns komið í styttri heimsóknir og námsdvalir (2 vikur til 3 mánuði) á vegum skólans. Fjölmargir nemendur skólans eru í fararbroddi í rannsóknum og nýtingu jarðhita í sínum heimalöndum. Á Alþjóðajarðhitaráðstefnunni í Flórens í maí 1995 voru 35 fyrrum nemendur Jarðhitaskólans (af 147 sem þá höfðu útskrifast) frá 17 löndum meðal þátttakenda.

Starfsemi Jarðhitaskólans hlaut mikilvæga alþjóðlega viðurkenningu í september s.l. þegar forstöðumaður skólans, Dr. Ingvar Birgir Friðleifsson, hlaut Boutros Ghali verðlaunin við háttíðlega athöfn í Tókýó. Verðlaunin eru kennd við Boutros Boutros-Ghali, aðalritara Sameinuðu þjóðanna, en þau eru veitt af alþjóðlegum sjóði til efling-

ar starfsemi Sameinuðu þjóðanna. Verðlaunin eru veitt árlega fimm einstaklingum, einum úr hverjum heimshluta: Afríku, Asíu, Rómönsku-Ameríku, Arabalöndunum-Indlandi, og N-Ameríku-Evrópu. Tilnefningar um verðlaunabega koma frá sérstofnunum Sameinuðu þjóðanna. Alþjóðleg dómnefnd velur verðlaunabegana. Verðlaunin eru veitt vísindamönnum sem með starfi sínu hafa haft alþjóðlega forystu um stuðning við hin ýmsu markmið Sameinuðu þjóðanna varðandi frið og þróunaraðstoð. Auk Ingvars Birgis hlutu verðlaunin á þessu ári: Dr. Jyoti K. Parikh, prófessor við Indiru Gandhi Þróunarmálastofnunina í Bombay (Indlandi), Dr. Shigeru Suganami, forseti Læknasamtaka Asíu í Okayama (Japan), Dr. Maurice Tchuente, aðstoðararktor Háskólans í Yaounde (Kamerún), og Dr. Jose Galizia Tundisi, forseti Vísinda- og tækniráðs Brasilíu.

Á árinu var farið á vegum skólans til Costa Rica, El Salvador, Filippseyja, Grikklands, Guatemala, Íran, Kenya, Kína, Pakistan, Uganda og Víetnam til að velja nemendur og heimsækja jarðhitastofnanir. Sverrir Þórhallsson, verkfræðingur, flutti erindi á vegum skólans um jarðhitamálefni Rómönsku Ameríku á ráðstefnu Sameinuðu þjóðanna í Chile í október.

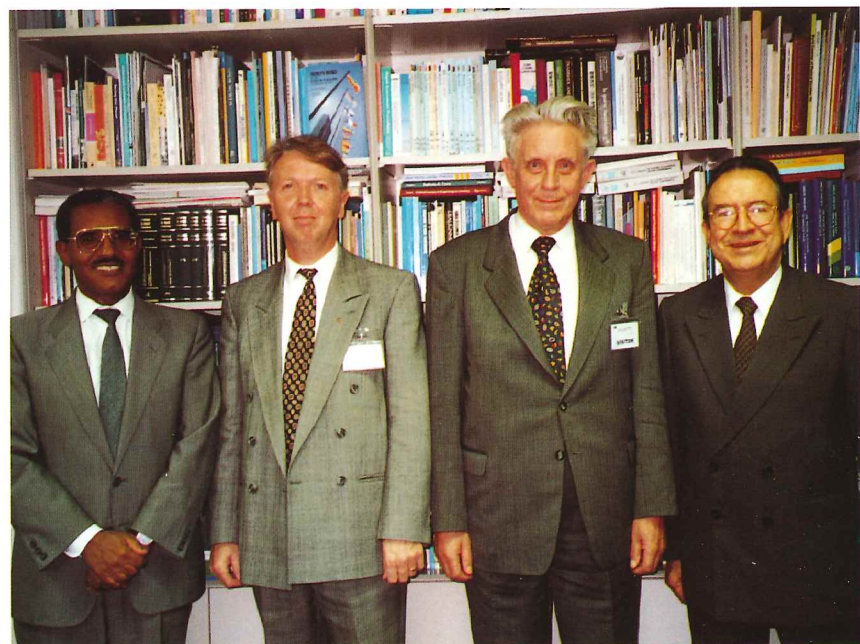
Jarðhitaskólinn er rekinn samkvæmt samningi milli Háskóla Sameinuðu þjóðanna í Tókýó og Orkustofnunar f.h. íslenska ríkisins. Í október 1995 var samstarfssamningurinn endurnýjaður til ársins 2001. Fjárframlög til Jarðhitaskólans árið 1995 komu frá íslenska ríkinu (81%), Háskóla Sameinuðu þjóðanna (14%), og EFTA/EES sjóði vegna Grikkja (5%).

Aðalstöðvar Háskóla Sameinuðu þjóðanna eru í Tókýó í Japan. Mestöll kennsla á vegum skólans fer fram í tengdastofnunum víða um heim. Jarðhitaskólinn sér um öll mál sem snerta jarðhita á vegum Háskóla Sameinuðu þjóðanna og Orkustofnun er eina tengslastofnun hans á Íslandi. Háskóli Sameinuðu þjóðanna óskaði eftir því vorið 1995 að kannaðir yrðu möguleikar á að stofna Sjávarútvegsskóla HSp á Íslandi með svipuðu fyrirkomulagi og Jarðhitaskólinn. Ríkisstjórnin ákvað að láta slíka könnun fara fram. Utanríkisráðherra skipaði forstöðumann Jarðhitaskólans formann starfshóps með fulltrúum fimm ráðuneyta til að vinna að framgangi málsins. Í októberlok samþykkti ríkisstjórnin að senda formlegt boð til Háskóla Sameinuðu þjóðanna um stofnun Sjávarútvegsskóla HSp á Íslandi á grundvelli skýrslu starfshópsins.



Nemendur Jarðhitaskólans fara í námsferðir til helstu jarðhitasvæða landsins. Myndin tekin á Kili. Árið 1995 voru þeir 17 eða fleiri en nokkru sinni áður, frá 11 löndum: El Salvador, Kína, Filippseyjum, Jórdaníu, Kenía, Egyptalandi, Indónesíu, Úganda, Rúmeníu, Nepal og Grikklandi.

*Fellows of the 17th annual course of the UNU Geothermal Training Programme in 1995 from El Salvador, China, Philippines, Jordan, Kenya, Egypt, Indonesia, Uganda, Romenia, Nepal and Greece.*



Í október 1995 var samstarfssamningur Orkustofnunar og Háskóla Sameinuðu þjóðanna (HSp) um rekstur Jarðhitaskóla HSp endurnýjaður til ársins 2001. Myndin er tekin í aðalstöðvum HSp í Tókýó, (frá vinstri) Abraham Besrat, kennslustjóri HSp, Ingvar Birgir Friðleifsson, forstöðumaður Jarðhitaskólans, Jakob Björnsson, orkumálastjóri og Heitor Gurgulino de Souza, rektor HSp.

*In October 1995 the United Nations University renewed the Geothermal Training Programme contract with Orkustofnun until the year 2001.*

## FERÐIR Á FUNDI OG RÁÐSTEFNUR UM ORKUMÁL

Orkumálastjóri sótti tvo fundi á árinu í Orkurannsóknarnefnd á vegum Norrænu ráðherranefndarinnar; annan í Stokkhólmi í maí en hinn í Reykjavík í september. Hann sótti alþjóðlega jarðhitaráðstefnu í Flórens í maí; einn fund í Framkvæmdaráði NORDEL í Gautaborg í ágúst og ársfund samtakanna í Reykjavík, einnig í ágúst. Loks sótti orkumálastjóri 16. þing Alþjóðlega orkuráðsins (WEC) í Tókíó í október og í tengslum við þingið fund í Framkvæmdasamkomu orkuráðsins. Í sömu ferð heim sótti hann aðalstöðvar Háskóla Sameinuðu þjóðanna í Tókíó og undirritaði þar nýjan samning um samstarf HSP og Orkustofnunar, m.a. um rekstur Jarðhitaskólans, sem gildir til 2001.

Fjármálastjóri Orkustofnunar sótti í maí námskeið hjá ESB í Brussel um kostnaðar-áætlanir um verkefni sem sótt er til ESB um styrki til innan 4. rammaáætlunarinnar; endurskoðun ESB á þeim á rannsóknartímanum og kostnaðaruppgjör slíkra verkefna.

Einn starfsmaður Orkubúskapardeildar sótti 16. þing Alþjóða orkuráðsins í Tókíó í október. Hann er jafnframt framkvæmdaritari íslensku aðildarnefndarinnar að orkuráðinu.

Forstjóri Jarðhitadeildar sótti 5 fundi í undirbúningnefnd alþjóðlegu jarðhitaráðstefnunar í Flórens, í janúar, febrúar, mars og maí, og ráðstefnuna sjálfa í maí, í sömu ferð og nefndarfundinn í sama mánuði, og lokafund nefndarinnar í júlí. Hann sótti enn fremur árlegan fund forstjóra jarðfræðistofnana í Evrópu í Dublin í september.

Forstöðumaður Jarðhitaskólans sótti stjórnarfund í Alþjóða jarðhitasambandsins í janúar og nóvember og stjórnarfund í Evrópu-deild sambandsins í mars. Í tengslum við janúarfundinn sat hann fund í undirbúningsnefnd Alþjóðlegu jarðhitaráðstefnunar í Flórens og að hluta jarðhitaráðstefnu við Stanford-háskóla. Í tengslum við marsfundinn sótti einnig hann fund í undirbúningsnefnd Alþjóðlegu jarðhitaráðstefnunar, og í tengslum við nóvemberfundinn, sem var haldinn á Nýja Sjálandi, flutti hann erindi á vinnufundi þar um jarðhita, heimsótti skrifstofu Alþjóða jarðhitasambandsins í Wairakei og fór í sömu ferð til Hanoi í Vietnam til að velja nemendur í Jarðhitaskólann. Þá sótti hann Alþjóðlegu jarðhitaráðstefnuna í Flórens í maí og fund í undirbúningsnefnd hennar þar rétt á undan henni og lokafund nefndarinnar í júlí. Í september fór hann til Tókíó til að taka á móti Boutros Ghali verðlaunum fyrir framlag við uppbyggingu Jarðhitaskólans og aftur í október til að sitja

fund í aðalstöðvum HSP þar, sitja 16. þing Alþjóðlega orkuráðsins í Makuhari, utan við Tókíó, og heimsækja New Energy and Industrial Development Organisation í Tókíó. Loks fór hann til Aþenu í apríl til að ganga frá samningum um þjálfun grískra sérfræðinga í Jarðhitaskólann.

Aðstoðarmaður forstöðumanns Jarðhitaskólans fór til Úganda í febrúar og Pakistan í nóvember til að velja nemendur í Jarðhitaskólann.

Sjö aðrir sérfræðingar Jarðhitadeildar en þegar eru nefndir sóttu Alþjóðlegu jarðhitaráðstefnuna í Flórens í maí og fluttu þar erindi. Einn sérfræðingur fór til Brussel í mars vegna styrkumsóknar til ESB; annar sótti í júlí úthlutunarfund í Joule-nefnd vegna 4. rammaáætlunar ESB og Thermie-stjórnarfund á vegum ESB í nóvember. Þá sótti einn sérfræðingur ráðstefnu í september í Ridgefield í Connecticut, USA, um þrívíða úrvinnslu viðnámsmælinga; annar ráðstefnu á vegum Sameinuðu þjóðanna í Santiago, Chile, um jarðhita í Suður-Ameríku og fór í sömu ferð til Costa Rica og El Salvador til að velja nemendur í Jarðhitaskólann. Loks sótti einn sérfræðingur Jarðhitadeildar vinnufund í maí í Berkeley, Kaliforníu, um herimeiknforrit sem notuð eru m.a. á Orkustofnun við eftirlitkingar á rekstri jarðhitasvæða; annar ráðstefnu í júlí í Boulder, Colorado, um jarðhitaleit með jarðeðlisfræðilegum aðferðum, þar sem hann flutti erindi, og hinn þriðji ráðstefnu í ágúst í Vladivostok, Rússlandi, þar sem hann flutti tvö erindi.

Einn sérfræðingur Jarðhitadeildar var í fjögurra mánaða endurmenntunarleyfi á árinu í Eugene, Oregon, Bandaríkjunum.

Forstjóri Vatnsorkudeildar sótti tvo fundi forstjóra norrænna vatnafræðistofnana, annan í febrúar í Silkeborg, og sat þá ráðstefnu á sama stað um greiningu ávinnings og kostnaðar af vatnamælingum; hinn í október í Osló, og tók í tengslum við þann fund þátt í hátíð í tilefni af 100 ára afmæli norsku vatnamælinganna. Hann sótti vinnufund í Stokkhólmi í maí um orkuskilvirki á raforkumörkuðum í samkeppnisumhverfi sem haldinn var á vegum norrænu ráðherranefndarinnar og sat ársfund Alþjóðanefndarinnar um stórar stíflur í Osló í júlí.

Forstöðumaður Vatnamælinga sótti í febrúar vinnufund í Silkeborg í norrænni nefnd um vatnamælingakerfi og í tengslum við þann fund ráðstefnu um greiningu ávinnings og kostnaðar af vatnamælingum.

Hann sótti í maí fund í í Helsinki í norrænni samræmingarnefnd um vatnafræði og í sömu ferð vinnufund um lokaskýrslu vinnuhóps um vatnamælingakerfi og stjórnarfund í Norræna vatnafræðifélaginu; í september Fimmtu landsráðstefnu Breska vatnafræðifélagsins um vatnafræði í Edinborg og ráðstefnu IAHR í London um straumfræðirannsóknir á nýrri öld. Loks tók hann þátt í 100 ára afmæli norsku vatnamælinganna í Osló í október sem fulltrúi Norræna vatnafræðifélagsins.

Einn sérfræðingur Vatnamælinga sótti tvo fundi í verkefnisstjórn norrænna samstarfsverkefnisins „Loftslagsbreytingar og orkuvinnsla“; annan í febrúar í Hróarskeldu en hinn í október í Osló. Á síðari fundinum var gengið frá lokaskýrslu verkefnisins. Hann sótti einnig landsráðstefnu Breska vatnafræðifélagsins í Edinborg í september þar sem hann flutti erindi og kynnti niðurstöður þessa norrænna verkefnis. Loks sótti hann fund í norrænni samræmingarnefnd um vatnafræði í Helsinki í maí og í tengslum við þann fund stjórnarfund í Norræna vatnafræðifélaginu.

Annar sérfræðingur Vatnamælinga sótti norræna ráðstefnu um greiningu ávinnings og kostnaðar af vatnamælingum þar sem hann hélt inngangserindi um efnið. Hann sótti einnig að ósk Umhverfisráðuneytisins vinnufund á vegum IPCC í Ashville, Bandaríkjunum, þar sem farið var yfir drög að næstu skýrslu IPCC um loftslagsbreytingar. Efni þeirrar skýrslu tengist samnorrænu verkefni um loftslagsbreytingar og orkuvinnslu sem Orkustofnun hefur m.a. tekið þátt í. Þriðji sérfræðingur frá Vatnamælingum sat í október fund 20 sérfræðinga um jöklabreytingar í Zürich.

Sérfræðingur frá Vatnsorkudeild sótti í maí ráðstefnu í Palm Springs á vegum ESRI, sem m.a. framleiðir Arc/Info landsupplýsingakerfi sem mikið er notað á Orkustofnun, en ráðstefna þessi var sótt af notendum slíkra kerfa víðsvegar um heim. Annar sérfræðingur Vatnsorkudeildar sótti í maí í Kaupmannahöfn fund í Tækninefnd Alþjóða jarðtækniambandsins; fundi í stjórn Evrópska jarðtækni félagsins og Alþjóða jarðtækniambandsins sem voru haldnir á sama stað. Loks dvaldi einn sérfræðingur Vatnsorkudeildar í mánaðartíma við rannsóknir í Uppsölum á gjósku- og geislakolstímatáli í íslenski jarðfræði. Ferðakostnaður og upphald var greidd af ýmsum styrkjum en Orkustofnun greiddi laun sérfræðingsins meðan á henni stóð.

Eitt meginhlutverk Orkustofnunar samkvæmt orkulögum er að framkvæma og samræma rannsóknir á orkulindum landsins, eiginleikum þeirra og nýtingarmöguleikum. Þáttur Orkustofnunar í rannsóknum á vatnsorku og virkjun hennar er þannig fyrst og fremst í því fölginn að gefa vel grundað yfirlit um hvar hagkvæmt er að virkja. Þessar upplýsingar eru síðan grundvöllur stjórnvalda og virkjunaraðila við mat á því hvaða virkjunarkostir henti best til þess að fullnægja ýmiskonar sviðssýnum um mögulegan markað fyrir orkuna. Af því leiðir að Orkustofnun þarf að kanna virkjanir sem geta tekið til starfa eftir 10-20 ár eða í enn fjárlægari framtíð. Í þeim undirbúningsrannsóknum sem eru nauðsynlegur undanfari virkjunar þarf að byggja á nákvæmum landslagskortum, vitneskju um rennsli og rennsliseiginleika vatnsfalla, þekkingu á jarðfræði og umhverfismálum. Af þessum grundvallar upplýsingum hefur rennsli vatnsfalla þá sérstöðu að vera breytilegt milli ára. Sá breytileiki ákvarðar orkuvinnslu virkjana og því er nauðsynlegt að mælingar á rennsli nái yfir sem lengstan tíma.

## Virkjunaráætlanir

Árið 1995 var áfram unnið eftir áætlun um *Átak í vatnsorkurannsóknum*, en það miðast við tímanlegan undirbúning virkjana, sem er forsenda þess að gera vonir um nýja uppbyggingu á raforkusviðinu á næstu tveimur áratugum verði að veruleika. Í henni felst: bygging tveggja til þriggja 200 þús. tonna álvera, hinu fyrsta í notkun um aldamót, og lagningu tveggja sæstrengja á öðrum áratugi næstu aldar. Rannsóknaráætlanir eru byggðar á niðurstöðum mats á því hvernig best er að uppfylla orkuþörf mismunandi sviðssýna fyrir hugsanlegan raforkumarkað. Sú athugun var kynnt á ársfundum 1995. Samtals gerir þessi uppbygging ráð fyrir nýjum virkjunum með um 16.000 GWh ársorkugetu. Um fjórðungur þessarar orku liggur fyrir í virkjunarkostum sem eru á því rannsóknarstigi að lítið þarf til að hægt sé að taka ákvörðun um virkjun. Átakið hefur náð til virkjunarkosta með um 14.000 GWh ársorkugetu.

## Rannsóknir einstakra virkjunarsvæða

### Skaftárveita

Fram var haldið athugunum á því að veita jökulafrennsli Skaftár um Langasjó til Tungnaár og virkja það þar. Sú tilhögun er talin verða mun hagkvæmari en virkjun árinna í eigin farvegi. Með virkjun Skaftár samkvæmt þessum hugmyndum yrði áfok úr aurum Skaftár innan við Sveinstind stöðvað og þar með sú vá er steðjar að gróðri í Eldhrauni og Lakagígum. Unnið var að bergkortlagningu á svæðinu milli Skaftár og Tungnaár, einkum á mögulegum jarðgangasvæðum við Langasjó, en einnig lítillega sunnan Skaftár. Lítillega var einnig unnið að grunnvatnsrannsóknum á svæðinu. Til eru um tveggja áratuga gömul yfirlitsjarðfræðikort af sumum hlutum svæðisins, sem Orkustofnun vann á sínum tíma,

en eru ekki nógu nákvæm né nógu samfelld. Einnig var unnið að samanburðar rennslismælingum og gerð rennslislíkans.

### Hraunavirkjun

Eftir sumarið lágu fyrir mælingar á afrennsli Hraunahálendis til 5 ára, en lengri raðir eru til í 5 ám á láglandi. Niðurstöður benda til að hagkvæmast verði að sameina Fljótaldsvirkjun og Hraunavirkjun í eina virkjun með stöðvarhúsi í Suðurdal.

Haldið var áfram bergkortlagningu á Hraunum, einkum á austurhalla Hrauna og á vatnasviði Geithellnaár. Er með því komin samfelld þekking á stórum hluta Hrauna, frá Fljótaldal til Suðurfjarða. Tölvuunnin voru opnu- og þekjukort af svæðunum sem kortlögð voru á síðustu tveimur árum. Auk þess var unnið að nákvæmniskorti af berglögum í Víðivalla-hálsi í samvinnu við Landsvirkjun. Unnið er að úrvinnslu gagna vegna mats á umhverfisaðstæðum. Gróðurkort sem til eru af virkjunarsvæðinu hafa verið tölvutekin. Forathugun verður að mestu lokið snemma árs 1996. Við rannsóknir vegna Hraunavirkjunar og Skaftárveitu lét Landsvirkjun Orkustofnun í té íveruhús á svæðunum.



Horft til NV yfir Eldhraunið frá 1783 og Skaftá til Fögrufjalla og Sveinstinds sem er t.h. Myndin er tekin austan Skaftár um 3 km norðan Kambavatns. Skaftárhlaup, sem koma nær árlega, eru farin að bera dökkgráan jökulgorm í stórum stíl yfir fagurgrænan mosann sem þekur megnið af Eldhrauninu. Hugmyndir um Skaftárveitu, sem Landgræðslan og heimamenn eru áfram um, ganga út á að veita sem mestu af hlaupvatni og jökulvatni Skaftár um Langasjó til Tungnaár, og minnka þar með sandfok og uppblástur af völdum hlaupframburðarins. Ljós. Birgir Jónsson.

*A view NW over the Eldhraun lava field from 1783 and river Skaftá toward the Fögrufjöll mountains. Glacial bursts occurring almost yearly in Skaftá now cover wide areas of the mossgrown lava with mud and silt. Plans to divert the glacier component and flood water of Skaftá into lake Langisjór are under consideration, thus reducing the silting of the lava.*

### Virkjun Jökulsánni í Skagafirði

Til er forathugun á virkjun Austari-Jökulsár frá Austurbug með veitu að Stafnsvötnum og virkjun niður í Vesturdal (um 800 GWh/ári). Þá tilhögun þarf að endurskoða m.t.t. jarðaganga í stað skurða og hugsanlegrar stækkunar. Ný virkjunarhugmynd í stað þeirrar byggist á göngum frá Austurbug út Nýjabæjarfjall, með veitunntökum úr þverám sem falla til árinna í Austurdal, niður að fyrirhuguðu inntakslóni Villinganesvirkjunar (um 1200 GWh/ári, skv. mjög lauslegri athugun). Það stuðlar mjög að hagkvæmni hennar, að megininnrennsli í þveránnar er ofan u.þ.b. 700 m h.y.s. Gerð rennslisráðar fyrir virkjunina er að mestu lokið, sem og yfirlitsjarðfræðikortlagningu af gangaleiðinni sem er um 40 km. Teikning korta í mælikvarða 1:25.000 er lokið. Haldið var áfram bergkortlagningu, einkum í dölum þveránna af Nýjabæjarfjalli. Einnig voru lauslega könnuð jarðlög yfir í Eyjafjarðardal og bergsýni tekin þar og í Austurdal, sem benda til að um eina og sömu eldstöð sé að kræða í báðum dölunum og því erfitt af krækja fyrir ljósgrýtislög undir Nýjabæjarfjalli. Gert er ráð fyrir að gera lauslega forathugun á Merkigilsvirkjun 1996, en endanlegri forathugun þarf að ljúka 1997. Samkvæmt lauslegum

athugunum virðist hagkvæmast að virkja jökulvatn Vestari-Jökulsár með því að veita því til Blönduvirkjunar. Aðstæður á veitusvæði, bæði varðandi sprungur, berg og grunnvatn, voru skoðaðar á árinu og unnið var að gerð rennslislíkans fyrir ána.

### Austurlandsvirkjun

Áfram var unnið að mati á mögulegum virkjunarleiðum. Landsvirkjun hefur með höndum rannsóknir vegna mannvirkjagerðar og virkjanaáætlanir, en athuganir á umhverfisáhrifum eru unnar í samvinnu Landsvirkjunar og Orkustofnunar. Á vegum Landsvirkjunar voru burðarsvæði hreindýra við Jökulsá á Dal mynduð og dýrin talin. Á vegum Orkustofnunar var fram haldið berggrunnskortlagningu Fjallgarða, einkum sunnan og austan Þríhyrningsdals, vegna mögulegra jarðganga úr Arnardal til Jökulsár á Dal. Aukið var aðeins við setkortlagningu og könnun á vatnajarðfræði. Byrjað var á að tölutaka bergkort af svæðinu frá Krepputungu um Fjallgarða til Brúardala. Á vegum Landsvirkjunar og Iðnaðarráðuneytisins var síðastliðið sumar gerð könnun á hugsanlegum áhrifum virkjana norðan Vatnajökuls á ferðamennsku. Niðurstöður könnunarinnar verða birtar 1996.

### Skjálfandafljót

Hafist var handa við undirbúning að gerð nákvæmra staðfræðikorta af svæðinu við Skjálfandafljót ofan Íshólsvatns.

### Vatnamælingar

#### Sígandi lukka er best

Það liggur í eðli vatnafarsins, að vatnamælingar þarf að stunda með nokkuð jöfnum hætti og til langs tíma. Rennslíð er síbreytilegt og verður að fylgjast stöðugt með því. Af þessu leiðir, að miklar sveiflur í starfsemi vatnamælinga eru óæskilegar. Það breytir því þó ekki, að framþróun í vinnubrögðum og endurskoðun á gögnum jafnt sem aðferðum er nauðsynleg. Þung áhersla er lögð á það hjá Vatnamælingum Orkustofnunar að miða starfsemina við það að þjóna þörfum samfélagsins fyrir vatnafræðilegar upplýsingar, fyrst og fremst vegna nýtingar vatnsorkunnar en einnig að öðru leyti, eftir því sem föngr eru til.

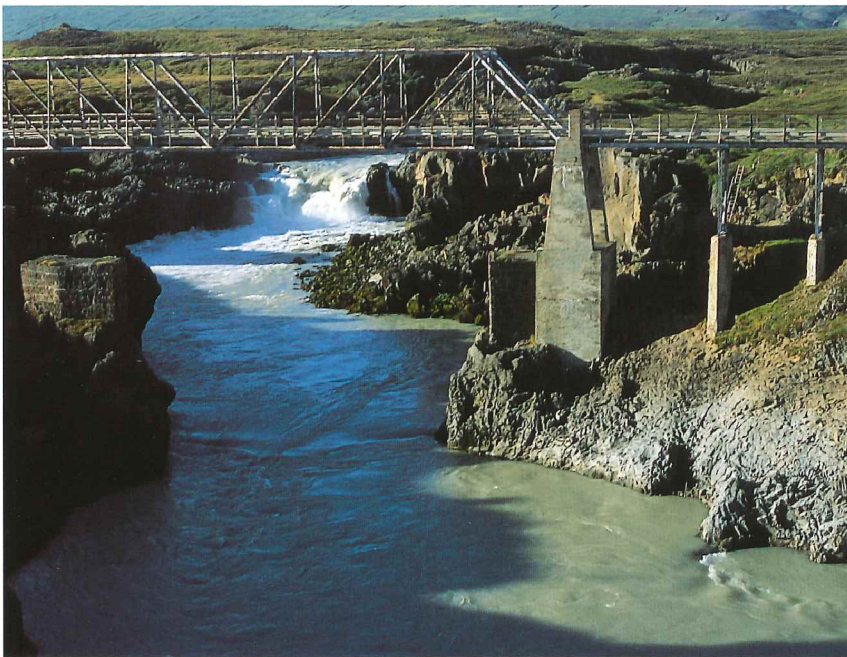
Í upphafi árs 1995 hittust starfsmenn Vatnamælinga á málþingi til að gera úttekt á stöðu mála og leggja línur fyrir framtíðina. Meðal þeirra hugmynda sem þar var velt upp, var að gefa út reglulegt fréttabréf um vatnafarið á landsvísi. Þess má vænta að slíkt fréttabréf sjái dagsins ljós á árinu 1996, bæði í prentuðu formi undir vinnuheitinu Áráttan (sbr. Veðráttan) og á vefsíðu sem Skjáráttan. Á málþinginu voru fleiri mál reifuð er t.d. lúta að aukinni úrvinnslu og birtingu gagna, stöðluðum vinnubrögðum og hagkvæmni í rekstri vatnamælingakerfisins. Vonandi sér þeirra umræðna stað á næstunni, í fleiru en útgáfu fréttabréfsins.

Í gildi eru samstarfssamningar við flesta þá stærri aðila í landinu, sem nota auðlindir fallvatna og grunnvatns eða þarfnast vitneskju um eiginleika þeirra. Þessir samningar eru endurskoðaðir með reglubundnum hætti. Á árinu var gerð sú meiriháttar breyting á samningnum við Landsvirkjun, að virkjunaraðilinn tók að sér að vinna úr og gefa út rennslisgögn frá rafstöðvum sínum. Vatnamælingar Orkustofnunar munu hins vegar endurskoða og vinna þau eldri gögn sem fyrir liggja frá þessum stöðvum, á sama hátt og lokið var að mestu úrvinnslu, endurskoðun og útgáfu eldri gagna frá rafstöðvum Rafmagnsveitna ríkisins á árinu 1995. Jafnframt þessum breytingum tóku Vatnamælingar að sér aukin verkefni á vegum Landsvirkjunar í staðinn, með áherslu á mögulegar virkjanir á Austurlandi.



Myndin tekin á sama stað og myndin til vinstri, en nú er horft til NA inn til Vatnajökuls. Meginhluti myndarinnar sýnir Eldhraunið frá 1783 þakið ósnortnum mosa. Í baksýn t.v. á myndinni eru aurar Skaftár sem hækka með hverju hlaupi og mun hlaupvatnið bráðlega fara að ryðjast yfir Eldhraunið og þekja meginhluta þessa svæðis með sömu dökkgráu leðjuni, sem sést á myndinni til vinstri. Fögrufjöll eru lengst til vinstri. Á miðri mynd er hvass móbergstindur, Stakfell og rétt hægra megin þess sést Tröllhamar og í bakgrunni skín á Skaftárjökul og Síðujökul lengst til hægri. Ljós. Birgir Jónsson.

*A photograph taken in the same spot looking NE toward Vatnajökull. It shows the green moss vegetation covering the lava. Continued flooding will soon cover a major part of the Eldhraun lava with muddy silt.*



Myndirnar eru teknar við vatnshæðarmæli 50, sem er í Skjálfandafljóti, skammt neðan Goðafoss. Á þeim sést hvar fljótið rennur undir gömlu brúna. Efri myndin var tekin 13. júní 1995, en rennsli var þá 850 m<sup>3</sup>/s. Við hámark flóðsins nóttina áður var vatnshæð 70 cm meiri og rennsli í námunda við 1100 m<sup>3</sup>/s. Neðri myndin var tekin 14. september 1995, en rennsli var þá 61 m<sup>3</sup>/s. Meðalrennsli undanfarinna 40 ára er í september 78 m<sup>3</sup>/s. Ljósmynd. Bjarni Kristinsson.

*At a water gauging station just below Goðafoss waterfall in river Skjálfandafljót, North Iceland. The upper photograph is taken at the peak of a record flood but the lower one at rather low flow in September.*

Í lok árs 1995 var gefin út yfirlitsskýrsla um rennslisráðir til rekstrareftirlíkinga. Þegar reiknuð er hagkvæmni nýrra virkjana, er beitt þeirri aðferð að gera fyrst rekstrareftirlíkingu af núverandi raforkukerfi, og síðan af sama kerfi að viðbættri þeirri virkjun sem athuga skal hagkvæmni við. Mismunur eftirlíkinganna gefur til kynna framleiðslugetu hinnar nýju virkjunar, og út frá kostnaði

má síðan meta hagkvæmni hennar. Undirstaða þessara rekstrareftirlíkinga eru rennslisráðir við hvern virkjunarstað, sem standa á grunni vatnamælinga þar eða á nærliggjandi stöðum. Til að gæta vandaðra vinnubragða við gerð og notkun rennslisráða til rekstrareftirlíkinga hafa Landsvirkjun og Orkustofnun með sér samstarf í Rennslisgagnanefnd, sem skipuð er

sérfræðingum þeirra á sviði vatnafræði. Undanfarið hefur verið byggt á rennslisröðum árunna 1950-88 við rekstrareftirlíkingar, en ákveðið var síðla árs 1995 að nú skyldi bætt 5-6 árum við ráðirnar og eldri gögn jafnframt endurskoðuð eftir föngum.

### Vatnshæðarmælur

Settir voru upp tveir vatnshæðarmælur í samvinnu við Landsvirkjun, annar í Reykjará á Brúaröræfum, ofan Jökulsár á Dal, og hinn í Skarðsá við Núpaskot, ofan Jökulsár á Fjöllum. Í samstarfi við Orkubú Vestfjarða var settur upp vatnshæðarmælir í Ísafjarðará innan Torfgils, og kemur hann í stað annars mælis sem rekinn hefur verið í Hófsárveitu til Mjólkárveitunnar. Undanfarinn áratug hefur verið í gangi endurskoðun mælakerfisins. Bæði hafa bæði verið settir upp nýir mælur og aðrir lagðir niður, og þannig reynt að bregðast við breyttum áherslum og hafa jafnframt reynsluna að leiðarljósi. Áætlað er að taka saman skýrslu um mælakerfið og þróun þess á síðustu árum, og hófst undirbúningur á árunum 1994-95 en stefnt er að útgáfu 1996.

### Vorflóð 1995 og mesta mælt rennsli

Um miðjan júnímánuð 1995 urðu gífurlegir vatnavextir, einkum norðan- og austanlands. Slíkir atburðir eru ekki algengir, og er reynt að mæla rennsli við sem flesta vatnshæðarmæla í tengslum við þá. Þar kemur til, að gæði vatnamælinga ráðast mjög af nákvæmni rennslislykla, en þeir sýna samband vatnshæðar og rennslis á mælistað. Reynt er að fá góða dreifingu mælinga á lykilmann, bæði við lítið rennsli og mikið, en oft þarf að áætla rennsli við mælda vatnshæð, þegar meira er í ánni en mest hefur mælst áður með straumhraðamæli. Telja má að vel hafi til tekist, því í þessum vorflóðum gerðu vatnamælingamenn 52 rennslismælingar, og þar af var um að ræða mesta mælt rennsli frá upphafi við 17 vatnshæðarmæla. Þess utan gaf Skaftárhlaup 1995 af sér hærri punkta en áður höfðu fengist á rennslislykli við fjóra vatnshæðarmæla, og á fimm öðrum stöðum náðust sömuleiðis um sumarið hliðstæðar mælingar. Þannig urðu umtalsverðar endurbætur á mati hárennslis við 26 vatnshæðarmæla á árinu 1995.

### Gagnabanki

Áfram var haldið forritun nýs **GA**gnavinnslukerfis fyrir vatnamælingar **Landsvirkjunar** og **Orkustofnunar** (**GALVOS**), og var m.a. prófuð til-



raunaútgáfa af þeim hluta kerfisins sem lýtur að vinnslu frumgagna. Hliðlægar upplýsingar svo sem um mælistaði og mælakerfið sjálf eru geymdar í Oracle gagnagrunni, og komust þær á það stig á árinu, að nú má fá fullnægjandi og tæmandi skýrslur um suma þætti þeirra með sjálfvirkum hætti.

### Kortatengd skrá um vatnsföll og stöðuvötn

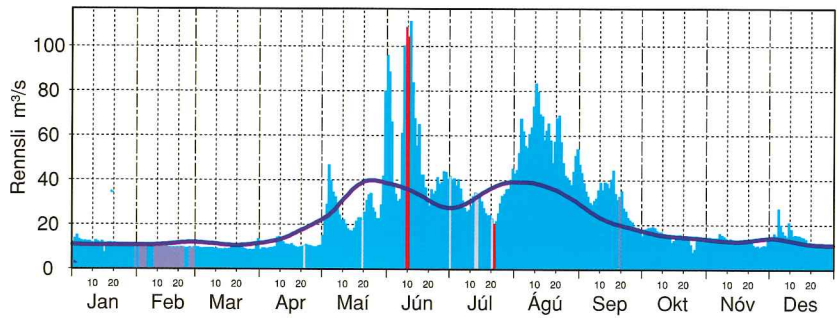
Hleypt var af stökkunum samvinnuverkefni með Landmælingum Íslands á sviði landfræðilegra upplýsingakerfa, þar sem Landmælingar lögðu fram vatnagrunn sinn af kortum í mælikvarða 1:250.000, en Orkustofnun lagði fram skrá sína um vatnsföll og stöðuvötn, ásamt vinnu við að tengja þessar upplýsingar saman. Báðir aðilar, og hugsanlega fleiri, munu njóta góðs af samræmdum vinnubrögðum og samhljóða tilvísunum til þeirra hluta, sem gefið er eitthvert einkenni í upplýsingakerfinu.

### Jöklamælingar

Að árinu 1995 liðnu er kominn grundvöllur til að bera mælingar hvers árs saman við átta ára samfelldar afkomumælingar á Hofsjökli og fimm ára mælingar austanlands. Á þeim mælikvarða sker mælingaárið 1994-95 sig nokkuð úr. Meiri bráðnun en sumarið 1995 hefur ekki mælst á neinum jöklanna, nema 1991 sem var aftaka leysingusumar. Jafnframt snjóaði nú minna á jöklum en dæmi eru um áður. Munaði þar samt ekki miklu á Hofsjökli, en á Práandarjökli var ákoman rúmlega þriðjungur minni en meðaltal fjögurra ára þar á undan, og fimmtungi minni á Eyjabakkajökli. Niðurstaðan er sú, að allir mældir jöklar rýnuðu umtalsvert á árinu 1995, eða um 1/2 til 1 m að jafnaði. Þetta hefur skilað sér sem rennslisaukning í árna. Til dæmis skilar viðbótarframlag jökulsins þetta árið um tuttugasta hluta af heildarrennslis Jökulsár í Fljótssdal við Eyjabakka, tíunda hluta af Þjórsá við Dynk og hátt í fimmtungi af Vestari-Jökulsá í Skagafríði við Skiptabakka.

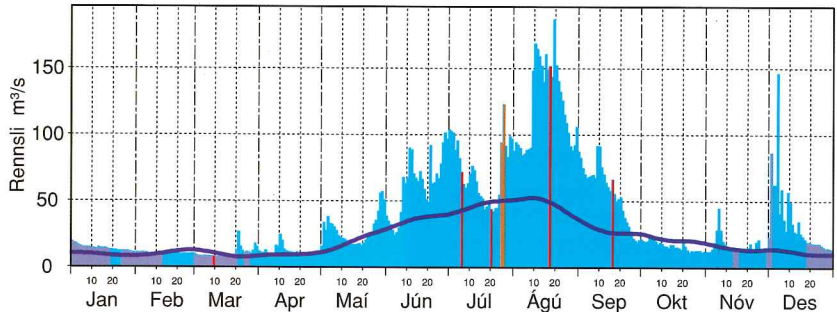
### Skaftárhlaup 1995

Hlaup hófst í Skaftá 24. júlí 1995. Óvenju langt var þá liðið frá síðasta hlaupi úr stærri katlinum NV Grímsvatna, eða 36 mánuðir. Árið 1992 kom lítið hlaup sem reyndist vera úr stóra katlinum, en þá munu hafa runnið út um 100 Gl. Ljóst er að nú hafa runnið fram a.m.k. 384 Gl hlaupvatns. Eftir að hlaupinu 1991 lauk hafa því komið fram meira en 480 Gl frá stærri (eystri)



Mikil vorflóð voru á Norður- og Austurlandi 1995. Hér sést rennslisferill Vestari-Jökulsár í Skagafríði 1995, við brú hjá Goðdölum. Þar voru gerðar rennslismælingar 10. og 11. júní, við mesta rennslis mælst hefur í ánni fram að þessu með straumhraðamæli. Mest mældist rennslid 337 m<sup>3</sup>/s 10. júní, en meðalrennslis dagsins var 109 m<sup>3</sup>/s. Skýringar við myndina eru þær sömu og við mynd frá Djúpa, að því viðbættu, að gráar súlur eiga við daga þar sem rennslis er áætlað af öðrum orsökum en ístruflun.

*The discharge curve of river Vestari-Jökulsá, North Iceland for the year 1995. Major spring floods occurred in northern and eastern Iceland this year and in June a record discharge of 337 m<sup>3</sup>/s was measured.*



Hér sést rennslisferill Djúpa í Fljótshverfi 1995. Í Djúpa kom hlaupskvetta úr Skaftárkötlum dagana 26. og 27. júlí. Í rennslismælingu 18. ágúst var um að ræða mesta rennslis mælst hefur fram að þessu með straumhraðamæli í Djúpa, 159 m<sup>3</sup>/s, en meðalrennslis þess dags var 152 m<sup>3</sup>/s. Skýringar: Blátt er mælt dagsmeðalrennslis án athugasemda, fjólublátt þar sem þurft hefur að leiðrétta vatnshæðina vegna ístruflana, brúnt sýnir daga með hlauprennslis og rautt daga þegar rennslismæling hefur farið fram. Með fylgir dókkblár ferill langtímameðalrennslis 1976-90.

*The discharge curve of river Djúpa in Fljótshverfi area, South Iceland, for 1995. On August 18 a peak flow of 159 m<sup>3</sup>/s was recorded. Headwater spilling over into river Djúpa from the Skaftá glacier burst (jökulhlaup).*

katlinum. Tvö síðustu Skaftárhlaup (1994 og 1995) hafa einnig komið fram í Hverfisfljóti. Vatn þaðan flæddi yfir í Eldvatn við Teigingalæk og Fossála. Hlaupið 1995 kom þar að auki fram í

Djúpa. Skipting vatnsmagnsins var þannig í grófum dráttum: 270 Gl í Skaftá, 107 Gl í Hverfisfljóti og 8 Gl í Djúpa.

### Yfirlit yfir stór hlaup í Skaftá 1970 – 1995

Ár	Tímabil	Rúmmál Gl	Tími frá síðasta stóra hlaupi	Söfnun Gl/mán
1970	25/1 – 1/2	394	(38) mánuðir	(10)
1972	20/7 – 27/7	295	30 mánuðir	9.8
1974	29/12 – 4/1	274	31 mánuður	8.8
1977	6/2 – 13/2	320	25 mánuðir	11.4
1979	17/9 – 23/9	351	31 mánuður	9.6
1982	5/1 – 12/1	384	28 mánuðir	12.1
1984	19/8 – 25/8	358	31 mánuðir	11.5
1986	29/11 – 4/12	238	28 mánuðir	8.5
1989	17/7 – 23/7	268	32 mánuðir	8.4
1991	10/8 – 17/8	223	25 mánuðir	8.9
1992	4/9 – 19/9	99	12 mánuðir	8.2
1995	25/7 – 30/7	384	36 mánuðir	10.6



Rennslismæling í ósi Stóra-Eyjavatns, seint í júní. Vatnið er á hálandinu inn af Arnarfirði, sunnan í Glámuhálandinu, og rennur áin úr því til fossins Dynjanda. Vatnshæðarmælir 135, frá 1966, er í húsinu á myndinni, en það var flutt á staðinn í einingum með þyrilu. Stóra-Eyjavatn er stærst vatna á Glámuhálandinu. Miðlunarmöguleikar úr skál þess eru lykilatriði fyrir allar stærstu virkjunarhugmyndir á Glámusvæðinu. Meðalrennsli er 0,84 m<sup>3</sup>/s, en mjög breytilegt. Ljós. Bjarni Kristinsson.

*Discharge measurement in late June in the outlet of lake Stóra-Eyjavatn on the Vestfirðir highland plateau.*

## Landmælingar

Mælt var í þrjár vikur vegna kortagerðar við Skjálfandafljót milli Íshólsvatns og Vonarskarðs, en ráðgert er að ljúka mælingunum og mynda svæðið úr lofti 1996. Orkustofnun tók þátt í gervi-

tunglamælingum 17.-28. júlí ásamt þýsku landmælingastofnuninni IfAG, Landmælingum Íslands og mörgum fleiri stofnunum og sá um hönnun mælinetsins ásamt Landmælingum Íslands. Mælt var í 127 mælistöðvum auk þekktra punkta í grunnstöðvanetiinu frá 1993. Um þriðjungur stöðvanna



Myndin er tekin efst á hveli Hofsjökuls í um 1800 m hæð yfir sjó. Á vorin er grafið í nýja snjólagið á jöklinum til að mæla rúmpýngd vetrarákomunnar. Snjólagið er yfirleitt 6-8 metra þykkt og því borað eftir kjarna í botni gryfjunnar þar til kemur niður hausthvörfum í snjónum og þar með er unnt að finna meðalrúmpýngd snjólagsins sem segir til um ákomu ársins. Ljós. Knútur Árnason.

*On top of Hofsjökull ice cap at 1800 m elevation a.s.l. Each spring the winter accumulation is measured by drilling through the snow layer, which commonly is 6-8 m thick, from a hand-dug pit.*

voru þríhyrningapunktur í mælinetum Orkustofnunar. Nú er útlit fyrir að virk þátttaka Orkustofnunar í gervitunglamælingum árin 1993-1995 fari loks að bera ávöxt, þar sem grunnstöðvanetið ásamt láfleti (geóíðu) verður líklega tilbúið 1996 og yfir 40 mælistöðvar í netum Orkustofnunar sama ár eða næsta.

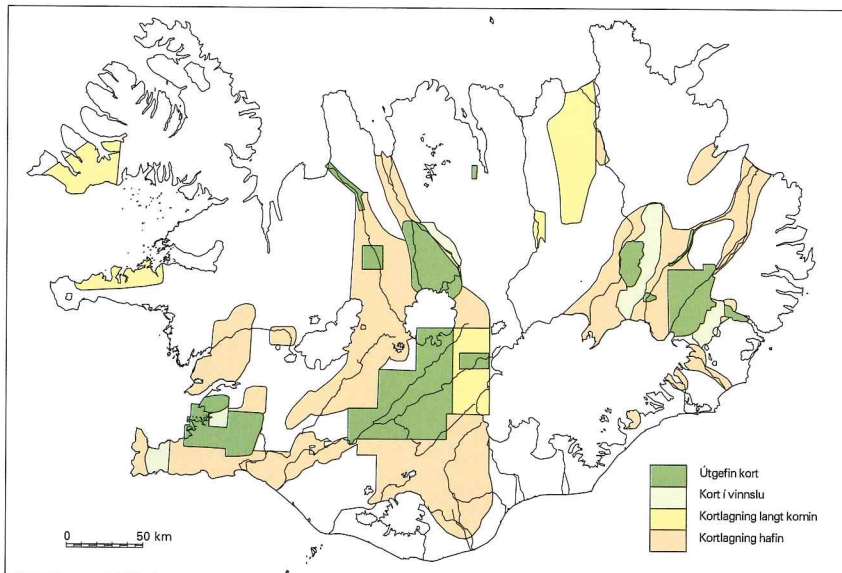
## Jarðfræðikortlagning

Unnið var að jarðfræðikortlagningu á vatnasviðum og virkjunarsvæðum nokkurra meginfallvatna: Jökulsár vestari og Jökulsár austari í Skagafirði, Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal, Hraunavatna og Skaftár. Auk þess var unnið að jarðfræðikortlagningu fyrir aðra aðila: Á Höfuðborgarsvæðinu og á svæði fyrirhugaðrar Há-göngumiðlunar. Unnið var að tölvugerð korta í samvinnu við Jarðhitadeild Orkustofnunar fyrir Hitaveitu Suðurnesja og Hitaveitu Reykjavíkur.

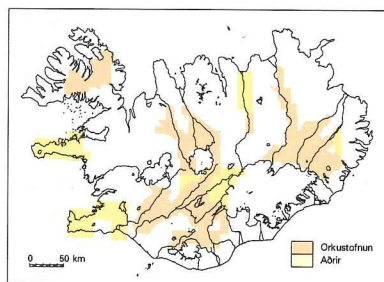
Út var gefið setkort í 1:25.000 af kortblaði 1613 III SV og er það fyrsta samræmda svæðiskortið af jarðfræði hér á landi, sem er að öllu leyti unnið í tölvu. Höfundur þess er Skúli Víkingsson á Orkustofnun. Út kom vatnafarskort í 1:25.000 af kortblaði 1613 III SA. Kort þessi eru unnin fyrir sveitarfélög á Höfuðborgarsvæðinu. Auk þess voru tölvuunnin og gefin út kort, sem kortlögð voru af Jarðhitadeild Orkustofnunar og unnin fyrir Hitaveitu Reykjavíkur, bergkort í 1:50.000 af Hengils-svæðinu (tölvuunnið) og jarðhitakort í 1:25.000 af Hengli – Hveragerði (tölvuunnið). Öll kortin eru gefin út í samvinnu við Landmælingar Íslands.

## Grunnvatnsrannsóknir

Kannað var grunnvatnsfar og vatnajarðfræði og tekin vatnssýni og efnagreind af eftirtöldum vatnasviðum meginfallvatna og virkjunarsvæðum: Jökulsá vestari í Skagafirði og Eyvindarstaðaheiði, Fjallgarðar og víðar um Norðausturland, Skaftárvæði. Beitt var mikið þeirri aðferð að efnagreina aðeins klóríð og súlfat, en með því er hægt með sama kostnaði að greina vatn af miklu fleiri stöðum en væri um heildargreiningar að ræða. Þó að upplýsingar nái til færri þátta á hverjum stað, þá verður kortlagning þessarar þátta miklu nákvæmari yfir svæðið, sem er að ýmsu leyti hentugra, t.a.m. við forkönnun á grunnvatni. Sem þjónustuverk var kannað grunnvatnsfar í hraununum í Meðallandi og Landbroti (Eldhraunsvötn) og á grunnvatns-svæðinu upp af Selvogi og í utanverðu Ölfusi (fyrir Ölfushrepp).



Á Orkustofnun hefur frá upphafi verið unnið að jarðfræðikortlagningu og jarðfræðikortgerð víða um land vegna nýtingar vatnsafls og jarðhita. Vatnsorkudeild beitti sér fyrir því að um og upp úr 1980 var farið að samræma kortastaðla á þessu sviði hér á landi í mælikvörðum 1:100.000, 1:50.000 og 1:25.000. Kortin sem deildin vinnur eru þrenns konar: Berggrunnskort, jarðgrunnskort og vatnafarskort. Árið 1989 urðu Landmælingar Íslands aðilar að útgáfu kortanna. Frá 1992 hefur Arc/Info landupplýsingakerfið verið notað við kortagerðina og voru fyrstu tölvuunnu, íslensku jarðfræðikortin unnin á OS. Þetta gerir fjölbreytta framsetningu kortanna mögulega og til er orðinn umtalsverður gagnagrunnur. Myndin hér að ofan sýnir stöðu jarðfræðikortagáfu og jarðfræðikortlagningar á Orkustofnun, en Jarðhitadeild stundar einnig verulega kortagerð eftir staðlinum, einkum berggrunnskort. Litla kortið sýnir grunnkort af landinu sem til eru með 5 m hæðarlínum.



The upper map shows the status of geological map making at Orkustofnun, published maps, maps in preparation, mapping at an advanced and in an initial stage. The small map shows base maps with 5 m contours.

Á árunum 1994–1995 var haft samstarf við háskólann í Kiel í Þýskalandi um grunnvatnsrannsóknir (lokaprófsverkefni) á vatnasviði Jökulsár á Fjöllum, en niðurstöður úr þeim lágu fyrir á árinu 1995. Öflun upplýsinga með þessum hætti er einkar hagkvæm fyrir báða aðila. Sams konar rannsóknir voru í gangi 1995 á vatnasviði Eldhraunsvatna, en stefnt er að því að ljúka þeim 1996 á sama hátt.

## Þjónusturannsóknir

### Vatnsvernd, vatnsöflun, skipulag

Unnið var á nokkrum stöðum vegna verndar á vatnsbólum, einkum fyrir Vatnsveitu Reykjavíkur, m.a. vegna útflutningsvatns og endurskoðunar á vatnsvernd á höfuðborgarsvæðinu, en einnig lauk meiriháttar úttekt fyrir Þorlákshöfn (Ölfushrepp) á árinu. Eftirlitsrannsóknir voru framkvæmdar fyrir

Hitaveitu og Vatnsveitu Suðurnesja. Yfirlit um vatnafar og vatnsvernd vegna svæðisskipulags voru unnin vegna Borgarfjarðar ofan Skarðsheiðar og Skagafjarðar, auk þess sem tekið var saman yfirlit vegna skipulags á Miðhálandinu. Þjónusta var veitt í grunnvatns- og efnisrannsóknum vegna vals og mats á sorpurðunarsað fyrir Samtök sveitarfélaga á Vesturlandi.

### Eldhraunsvötn

Vegna rannsókna í Eldhrauni fyrir Vegagerð ríkisins, Landgræðslu ríkisins og Skaftárhrepps voru vatnshæðarmælar í Eldvatni í Meðallandi og Grenlæk í Landbroti færðir um set í ljósi reynslunnar, en mælistífla reist í Pykkvabæjarlæk í Landbroti.

Lokið var beinum rannsóknum á lindavötnum undan hraunum í Landbroti og Meðallandi á vegum Vegagerðar ríkis-

ins, Landgræðslu ríkisins og Skaftárhrepps. Rannsóknir þessar voru unnar í samvinnu við heimamenn og fela einkum í sér síritanir á vatnsföllum og rennslismælingar, lindamælingar og efnagreiningar á klóríði og sulfati. Stórt hlaup kom í Skaftá í júlilok og var rannsóknum á áhrifum þess hagað í samræmi við reynslu af hlaupinu í ágúst 1994. Í ljós hefur komið, að uppruni lindavatsins er fjölpættur, en ástand þess er sums staðar háð árstíðasveiflum og veðurfari, en hugsanlega eru varanlegar breytingar að verða á vatnafarinu vegna þéttingar af völdum Skaftárhlaupanna.

### Pingvallavatnssvæðið

Unnið var að forkönnun á grunnvatnsaðstæðum og vatnajarðfræði á vatnasviði Pingvallavatns á vegum Landsvirkjunar. Austurmörk grunnvatnssviðsins eru enn þá óljós en afmörkun þess að norðan, undir Langjökli, verður að bíða íssjarmælinga á jöklinum.

### Hágöngumiðlun

Unnið var að nákvæmri berggrunnskortlagningu og byggingarefnisleit á svæði fyrirhugaðrar Hágöngumiðlunar á vegum Landsvirkjunar. Samhliða var veitt þjónusta við Örafaskóla Landsvirkjunar, í umhverfismálum.

### Jarðfræðikortlagning höfuðborgarsvæðisins

Haldið var áfram jarðfræðikortlagningu Höfuðborgarsvæðisins í mælikvarða 1:25.000 á vegum sveitarfélaga á svæðinu. Auk sérfræðinga frá Orkustofnun vinna að henni sérfræðingar frá Náttúrufræðistofnun Íslands og fleiri. Tvö kort voru gefin út á árinu en fimm eða sex kort eru það langt komin í vinnslu, að þau ættu að geta komið út á árinu 1996. Eru það síðustu kortin í þeim mælikvarða af svæðinu í þessu verki.

### Jarðfræði og mannvirkjagerð

Unnin voru ýmis smá þjónustuverkefni fyrir t.d. Reykjavíkurborg, Rafmagnsveitur ríkisind, Samtök sveitarfélaga o.fl.

Fallmælt var yfir Helligsheiði fyrir Hita-veitu Reykjavíkur og komu þá í ljós ótví-  
ræðar landhæðarbreytingar frá því síð-  
ast var mælt 1992.

## Norrænt samstarf

Haldin var í aprílmánuði á vegum Vatnamælinga Orkustofnunar þriggja

daga norræn námstefna í Reykjavík um veðurfarsbreytingar, vatnafar og orkuframleiðslu á Norðurlöndum. Þar voru kynnt drög að lokaskýrslu fyrir rannsóknaráætlun um efnið, sem í gangi hafði verið frá og með árinu 1991 með þátttöku vatnafræðinga, veðurfræðinga og sérfræðinga á sviði orkumála, og styrkt hefur verið af Norrænu ráðherranefndinni. Þátttakendur voru rúmlega 70 og komu frá sjö löndum. Kynntar voru sérstaklega afleiðingar mögulegra veðurfarsbreytinga af mannavöldum fyrir vatnafar á Íslandi, og kom m.a. fram, að stórfelldust gætu slík áhrif orðið fyrir afkomu jökla og rennsli í jökulám. Miðað við hlýnun um 0,3°C og úrkomuaukningu um 1,5% á áratug, gæti rennsli jökulvatna aukist um 20-75% á næstu 100 árum, meðan rennsli í dragám gæti aukist um 5-10% á sama tíma. Samtímis myndu snjóalög minnka og vetrarflóð aukast, en vorflóð minnka að sama skapi.

Önnur norræn samstarfsverkefni í vatnafræði. Rekið var smíðshöggjö á skýrslu norræns vinnuhóps um vatnamælingakerfi, og hafið var starf undir forystu Vatnamælinga Orkustofnunar í norrænum vinnuhópi um kostnaðar- og ábatagreiningu vatnafræðilegra gagna („Cost/Benefit“). Verkefninu var komið af stað snemma árs 1995 með námstefnu í Danmörku, og síðan var unnið að uppsetningu og reikningi sýnidæma. Fyrstu niðurstöður benda til þess, að góðir rennslislyklar séu jafnvel enn mikilvægari en menn höfðu gert sér grein fyrir til þessa, sem undirstríkar enn árangurinn í mælingu hárennslis 1995. Loks ber að nefna starf með Norræna vatnafræðifélaginu, sem Orkustofnun á aðild að. Félagið heldur ráðstefnu á tveggja ára fresti, og verður hún haldin næst á Íslandi sumarið 1996. Nokkurt undirbúningsstarf var unnið á árinu 1995, enda var starfsmönnum á Vatnamælingum fallið forystuhlutverk í félaginu fram að næstu ráðstefnu.

Þá var nokkuð unnið að undirbúningi 12. Norrænu jarðtækniráðstefnunnar, sem haldin er á fjögurra ára fresti, og nú í fyrsta skipti á Íslandi í júní 1996. Deildarstjóri mannvirkjajarðfræðideildar sótti fund í Kaupmannahöfn til undirbúnings ráðstefnunnar.

Starfsmannafélag Orkustofnunar (SOS) skal, samkvæmt lögum þess, gæta hagsmuna starfsmanna og stuðla að félagslegri starfsemi. Starfsmannafélagið annast kosningu tveggja fulltrúa starfsmanna í Framkvæmdaráð Orkustofnunar. Hlutverk þeirra er að fylgjast með stjórnun stofnunarinnar og koma á framfæri hagsmunamála- um og sjónarmiðum starfsmanna.

Starfsemi félagsins var blómleg á árinu. Aðalfundur var haldinn í janúar og hangikjet (porrablót) að kvöldi sama dags. Farin var 2ja daga árs hátíðar- og útiveruferð í Hótel Nesbúð að Nesjavöllum í mars. Fjölmenn (80 manna) ferð á Njáluslóðir var farin í maí undir leiðsögn Jóns Böðvarssonar. Sumarferð félagsins var að þessu sinni farin í Mýrdal og nágrenni og tókst hún vel. Jólabbal fyrir yngstu börnin var haldið samkvæmt venju.

Rekstur Ossabæjar, sumarhúss félagsins í Biskupstungum, gekk vel á árinu. Auk vikudvalar yfir sumarmánuðina var húsið mikið nýtt til helgarferða bæði vor og haust allt til áramóta. SOS skipti við Starfsmannafélag Orkubús Vestfjarða á orlofshúsum í tvær vikur sumarið 1995. Orlofshúss

SOV er við rafstöðina í Engidal innan við Ísafjarðarflugvöll. Þar er mjög góð aðstaða og mun stjórn SOS reyna að halda þessum samskiptum við Vestfirðinga áfram. Fyrir velvilja Orkustofnunar fékk starfsmannafélagið aðgang að vinnubúðum fyrir rannsóknarfólk í Mývatnssveit á þeim tíma sem stofnunin þurfti ekki á þeim að halda. Gat SOS nýtt 5 vikur til orlofsdvalar fyrir starfsmenn. Vonandi verður unnt að halda þessari starfsemi áfram.

Yfir vetrarmánuðina kom innahússblaðið OSSÍ út vikulega að venju og haldnir voru miðvikudagsfundir þar sem starfsmenn kynntu rannsóknarverkefni stofnunarinnar. Þar var einnig skýrt í máli og myndum frá ýmsum vinnu- og skoðunarferðum sem starfsmenn tóku sér fyrir hendur bæði héraendis og erlendis.

Snemma hausts 1995 tók til starfa á vegum lónaðar- og viðskiptaráðuneytisins, nefnd til að fjalla um starfsemi Orkustofnunar og löntæknistofnunar. Var þetta í 7 skipti á síðustu 14 árum sem slík skoðun fer fram á Orkustofnun með tilheyrandi röskun á daglegri starfsemi.



Frá sumarferð starfsmannafélagsins. Hraustir menn syngja „Hraustir menn“ við Skóga-skóla. Ljós. Friður Eggertsdóttir.

From the staff association's summer outing.

## SUMMARY OF ACTIVITIES

The National Energy Authority (NEA) is an independent government organization under the Ministry of Industry.

The NEA advises the Icelandic government on energy policy by performing research and planning with the aim of satisfying the nation's energy needs whilst ensuring the most economical utilization of available energy resources.

The National Energy Authority works closely with the energy utilities developing the geothermal and hydropower potential of Iceland. The NEA also markets various services in energy research and exploration of geothermal areas and potential hydropower sites.

The NEA is organized into four main divisions; Administrative Division, Geothermal Division, Hydro Power Division and Energy Analysis Division. The NEA has been active in the fields of exploration, development and utilization of energy for over 40 years.

The total number of staff at the NEA in 1995 was 90, of which about 65 were specialists in the relevant fields of energy.

A Geothermal Training Programme, jointly sponsored by the Government of Iceland (81%), the United Nations University (14%) and EFTA/EEA funds because of Greece (5%), is run by the Geothermal Division. The Programme is aimed at providing postgraduate geothermal training for specialists from developing countries.

ORKINT (Orkustofnun International Ltd.), which is an independent international service corporation, currently has consulting and service contracts with Croatia, Slovakia, P.R. of China, France, Greece and the Azores in cooperation with the Icelandic company, Virkir-Orkint Consulting Group Ltd.

### The Administrative Division

The Administrative Division includes finance, personnel management, accounting and such ancillary services as library, computer, technical drawing office as well as editing of reports.

A total of 12,500 books are registered at the library and over 200 periodicals, both Icelandic and foreign are available there. This year 63 research reports were published by the authority.

Computer processing at the NEA is mainly conducted on a series of Hewlett Packard 9000/720 and 900/735 workstations running on X Window System as well as PC-computers as user terminals. The total ROM-memory of the computers is 504 Mbyte and the total internal memory almost 17.8 Gbyte.

The use of the Arc/Info geographical information system installed in 1993 gradually increases, particularly in geological map making and hydrological data processing. The system, which has proved very successful, will facilitate the acquisition and presentation of various kinds of information.

### Energy Analysis Division

The Energy Analysis Division is involved in energy forecasting, energy planning, energy system analysis and

the compilation of data on energy use and production.

The division prepares energy forecasts for the Energy Forecast Committee and publishes forecasts for each individual energy sector.

Long-term power system planning is performed in the division. Research in the field of long and short-term planning and system operation is, however, carried out by the division in cooperation with the power utilities. A report on energy prices in Iceland during the previous year is published each year.

Information on national energy production and consumption is supplied regularly to various multi-national organisations such as the UN, the OECD and WEC.

A study on the effect of operating disturbances in the electricity distribution system was continued. Reporting and documenting of failures has been revised.

### The Geothermal Division

The principal role of the Geothermal Division is to explore and assist in the development of the geothermal resources of Iceland. For this the division employs about 35 specialists.

The Geothermal Division covers all aspects of geothermal investigations



Sýnataka úr heitri laug í Nauthaga við Hofsjökul. Ljós. Birgir Jónsson.  
Sampling of water from a hot spring in Nauthagi at the edge of the Hofsjökull ice cap.



Boutros Ghali verðlaunin eru árlega veitt fimm vísindamönnum sem með starfi sínu hafa haft forystu alþjóðlega um stuðning við hin ýmsu markmið Sameinuðu þjóðanna um frið og þróunaraðstoð. Á myndinni eru verðlaunahafarnir árið 1995 (frá vinstri): Dr. Ingvar Birgir Friðleifsson, forstoðumaður Jarðhitaskóla HSp, Dr. Jose Galizia Tundisi, forseti Vísinda- og tækniráðs Brasilíu, Dr. Jyoti K. Parikh, prófessor við Indiru Gandhi Þróunarmálastofnunina í Bombay, Indlandi, Dr. Maurice Tchunte, aðstoðarrector Háskólans í Yaounde, Kamerún, og Dr. Shigeru Suganami, forseti Læknasamtaka Asíu í Okayama, Japan.

*Five scientists are awarded the Boutros Ghali reward each year. The director of the UNU Geothermal Training Programme, Ingvar Birgir Friðleifsson, was among those granted the reward in 1995.*

and operates the following laboratories, viz. a) a geophysical and electronic laboratory for the development and maintenance of geophysical instruments; b) a geochemistry laboratory for rock, water and gas analysis; c) a geophysical logging laboratory for the development, maintenance and calibration of logging instruments and the operation of three logging trucks; d) a petrological laboratory for mineral analysis where thin sections, mineral separation, X-ray diffraction and porosity determinations are made.

About 48% of the gross total energy used annually in Iceland, which currently comprises about 2.5 Megatons oil equivalent, is derived from geothermal resources.

The division has played a major role in the exploration and development of geothermal energy in the country. There are now about 30 geothermal direct heating utilities in Iceland, which currently account for about 85% of the total space heating in the country. This is an increase of approximately 70% over the last decade and a half. The Geothermal Division has been directly involved in the development, and in recent years in field monitoring and consulting work on setting up field management systems for many of the geothermal district heating services.

Of growing importance have been reservoir engineering studies and computer modelling of high-enthalpy as well as low-enthalpy geothermal reservoirs to predict their reaction of reservoirs to exploitation. Other aspects are also studied such as possible geothermal reservoir pollution, assessment of the effects of reinjection on reservoir operational characteristics and probability and magnitude of groundwater pollution arising from the disposal of geothermal effluent on the surface.

The Geothermal Division also carries out studies on water quality control, corrosion, scaling and scaling inhibition in geothermal installations.

In the field of geophysical surveying for geothermal prospecting a new geophysical surface exploration technique has been developed, the time domain electromagnetic (TEM) sounding method, as well as interpretation software. The AMT-technique has also been developed in an attempt to extend the depth sensing range of resistivity surveying methods from the current maximum of 1 km down to between 2 and 3 km.

A new map of geothermal resources in Iceland in the scale 1:500,000 is being prepared for publication. It is the first

map of this kind in such a large scale and a thorough revision of former maps.

The exploration of high-temperature geothermal areas with a view to electricity generation by geothermal energy, initiated in 1991, was continued in 1995 in cooperation with the largest district heating services and electric utilities. This exploration project is based on the principle of conducting investigations simultaneously in more than one geothermal area and harnessing the areas in relatively small steps, thereby reducing considerably the investment risk factor. As a part of this project surface explorations were carried out in various geothermal fields. Additional TEM resistivity survey was also conducted of the Brennisteinsfjöll high-temperature field on Reykjanes, which shows that the geothermal area extends over 15–20 km<sup>2</sup>, i. e. is much larger than previously thought. Another objective of this research project is to establish a comprehensive data bank of geothermal reservoir coefficients for Icelandic rock types. Still another aim of the project is to study the effects of the location of boreholes for reinjection on the operation of geothermal power plants.

The National Energy Authority, the National Power Company, the Reykjavík Heating Service and the Sudurnes Regional Heating have started a co-operative project on the environmental impact of geothermal utilization. The production companies have undertaken to study surface disturbances and thermal effects with the aid of outside consultants. The National Energy Authority has, on the other hand, agreed to study mass changes, gas emissions to the atmosphere and chemicals in discharge fluids in co-operation with the production companies. A survey of foreign environmental statutes addressing the effects of geothermal utilization will be undertaken in co-operation with the Ministry of the Environment.

In recent years Orkustofnun and the Reykjavík Heating Service have conducted geological mapping in the Hengill area. The results are published as two types of maps, bedrock map and geothermal map, in cooperation with the Iceland Geodetic Survey. The maps show all hot springs and geothermal surface manifestations in the area. These maps which are in scale 1:25,000 and entirely computer based were published this year. A data and model study of the Reykir geothermal

area in Mosfellsbær was conducted this year. A wide-range exploration study of the low-temperature geothermal areas and systems in the Reykjavík conurbation area, both the exploited ones and those still unexploited, was continued.

For Selfossvetur district heating an extensive research drilling program was continued with the aim of securing additional supply of hot water, and the drilling of a new well started.

In the Svartsengi geothermal area a special reinjection project is being carried out for the Sudurnes Regional Heating. A comprehensive investigation on the behaviour of silica in effluent water with special reference to deposition was also undertaken.

Various borehole/well tests were carried out to acquire basic information on geothermal systems. Altogether 250.794 borehole meters were measured this year, mainly for temperature and pressure. Older wells were also tested to find out the potential changes in utilized fields. Orkustofnun has in recent years installed and operated a data acquisition and monitoring system for a number of district heating service companies.

The NEA has been active in geothermal projects abroad for about thirty years. This activity has been performed either through direct lending of individual specialists to specific UN projects or participation in international project tenders, normally as a subcontractor to another company.

## The Hydro Power Division

The Hydro Power Division assesses the hydro-energy potential of the country, its magnitude, distribution and economic value. The Division's main research duties are general research, technical investigations, and engineering planning. For this it employs about 25 specialists.

The Hydro Power Division operates the following two small laboratories: a) a sedimentology laboratory that specializes in the sediment load of rivers; b) a small biology laboratory for limnological research.

The division's activities mainly comprise land surveying, hydrometry, hydrology, surveying of glaciers, geology, engineering geology, geotechnics and environmental studies.



Starfsmaður Orkustofnunar að lesa á úrkomusafnmæli á hálandinu. Ljós. Birgir Jónsson.  
*Reading a precipitation accumulation meter in the highlands of the interior.*

Electricity currently constitutes just over 16% of the gross total energy used annually in Iceland, and 94.5% of the electrical energy is generated by hydropower.

Hydropower investigations are primarily aimed at ensuring that there are sufficient power alternatives for the authorities to choose from, consistent with the prevailing marketing conditions and official energy policy, at all times.

The larger part of the exploration and research work of the Hydro Power Division is financed via the national budget. This work mainly involves development of hydropower projects from the first ideas to the preliminary lay-out of the project. Data on river discharge and accurate topographical maps are essential in the initial stages, but geological and environmental factors are important in the final location and lay-out of the projects.

The Hydro Power Division also serves various companies and municipalities in the fields of hydrology and geology.

In accordance with its objectives the NEA studies the power potential on the basis of long-time planning with a 10-20 year perspective. In recent years the main emphasis has been on

ensuring continuous hydrological data for vital catchment areas.

During the initial investigation stages, field exploration and data collection is carried out over a large area. Geological and hydrological maps of selected areas of the Icelandic highlands are being prepared and published in the scale 1:50.000. Hydrological regimes of the whole country are established, based on data from well over 100 gauging stations. Later in the investigation process, field work is directed towards specific projects, for which more accurate runoff analysis, soil and bedrock data, etc. are needed. The division also carries out some of the geotechnical and hydrological investigations during the design and contract stages, after a project has been handed over to the future owner.

In 1995 hydropower research studies were carried out according to a plan jointly prepared in 1991 by the National Energy Authority and the National Power Company. This plan is based on a certain future demand scenario, viz. two or three 200,000 t aluminium smelters, the first to be operated at the turn of the century, and the export of energy to Europe via two submarine cables coming into operation in the second decade of the twentieth century.

ry. This scenario envisages the construction of new hydropower plants with a total yearly production capacity of 16,000 GWh. The main power alternatives under consideration in this respect are: Fljótsdalsvirkjun, Efríþjórsá, Hraunavirkjun, three alternative schemes in Jökulsár í Skagafirði and Austurlandsvirkjun.

The main aim of hydrological surveying is to serve future power projects and make it possible to appraise the feasibility of the various hydropower alternatives, in addition to giving a general overview of the water as a resource. During the last decade the gauging system has been under revision but at the present 169 water gauging stations are being operated in the whole country. The water gauging stations are classified according to their use and purpose of operation.

In June this year major spring-thaw floods occurred in the northern and eastern parts of the country and at seventeen gauging stations peak flows were recorded.

A new standardized data storing, processing and presentation system is being prepared in cooperation with the National Power Company. It is expected to include all recorded hydrological data from the start of surveying in Iceland.

Measurements of the mass balance of Hofsjökull ice cap have now been conducted for eight consecutive years. The primary purpose of these studies is to assess the glacier's contribution to the discharge of the main rivers draining from the glacier. Annual variations in glacier runoff are very important for the feasibility and water budget of hydropower projects. This year a very high ablation was recorded.

In Iceland glacier surges are rather common. When the balance between accumulation and ablation is offset it may lead to surges or sudden advances of the glacier, which are major natural occurrences. This year glacier surging continued in Tungnaárjökull and Þjórsárjökull and Sylgjúkjökull in Vatnajökull ice cap started surging.

In July 1995 a glacial burst (jökulhlaup) occurred in the river Skaftá peaking at a record flow rate.

## SKÝRSLUR OG GREINAR 1995

### Almennt

Orkustofnun, 1995. Ársfundur Orkustofnunar 1995. Dag-skrá og erindi. OS-95010. Mars.

### Orkubúskapur

Orkuspárnefnd, 1995. Leiðbeiningar um flokkun á sölu eldsneytis. Útgáfa 1.0. OS-95008/OBD-01 B. Mars.

Orkuspárnefnd, 1995. Eldsneytisspá 1995-2025. Orkustofnun, OS-95036/OBD-01. Júlí.

Orkuspárnefnd, 1995. Raforkuspá 1995-2020. Endurreikningur á spá frá 1992 út frá nýjum gögnum og breyttum forsendum. OS-95050/OBD-02 B. Október.

### Jarðhiti

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Grímur Björnsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Jósef Hólmjárn, Ómar Sigurðsson, Sigurður Benediktsson og Sverrir Þórhallsson, 1994. Ölkelduháls-svæði. Hlaða ÖJ-1, 2. áfangi: Borun vinnslu-hluta frá 781 m í 1035 m. OS-95007/JHD-05 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Febrúar.

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Guðlaugur Hermannsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Jósef Hólmjárn, Ómar Sigurðsson og Sigurður Benediktsson, 1994. Ölkelduháls-svæði. Hlaða ÖJ-1, 2. áfangi: Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu frá 309 m í 781 m dýpi. OS-95001/JHD-01 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Janúar.

Ásgrímur Guðmundsson, Hjalti Franzson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1995. Forðafræðistuðlar. Söfnun sýna. Áfangaskýrsla um samvinnuverk Hitaveitu Reykjavíkur, Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar. OS-95017/JHD-11 B. Apríl.

Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1995. Borholumælingar í Kröflu og Bjarnarflagi árið 1994. OS-95024/JHD-17 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. Maí.

Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1995. Hitalíkan af Reykjiasvæðunum í Mosfellsbæ. OS-95016/JHD-02. Samvinnuverkefni Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar. Mars.

Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1995. Borholumælingar í Kröflu og Bjarnarflagi voríð 1995. OS-95039/JHD-24 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. Júlí.

Grímur Björnsson, Benedikt Steingrímsson og Guðlaugur Hermannsson, 1995. Borholumælingar í Svartsengi og á Reykjanesi árin 1993 og 1994. OS-95006/JHD-04 B. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Febrúar.

Guðni Axelsson, 1995. Jarðhitakerfið við Hamar í Svarfaðardal. Endurskoðaðar vatnsborðsspár. OS-95037/JHD-23 B. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur. Júní.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1995. Hitaveita Sauðárkróks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1994. OS-95022/JHD-15 B. Unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks. Maí.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1995. Hitaveita Egilsstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Urrðavatn árið 1994. OS-95043/JHD-28 B. Unnið fyrir Hitaveitu Egilsstaða og Fella. Ágúst.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1995. Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1994. OS-95020/JHD-13 B. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur. Apríl.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1995. Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1994. OS-95021/JHD-14 B. Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar. Maí.

Guðrún Sverrisdóttir, 1995. Neskaupstaður. Efnasamset-

ing neysluvatns. OS-95005/JHD-03 B. Unnið fyrir Neskaupstaðarbæ. Febrúar.

Guðrún Sverrisdóttir, 1995. Hitaveita Suðurnesja. Brennisteinsvetni í hitaveituvatni í Keflavík. OS-95047/JHD-31 B. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Október.

Halldór Ármannsson, 1995. Heimsóknir á rannsóknarstofur United States Geological Survey, Menlo Park, Kaliforníu og Vancouver, Washington. OS-95045/JHD-29 B. September.

Halldór Ármannsson, 1995. Um affallsvatn frá Kröfluvirkjun. Niðurstöður athugana á holu AB-02, Búrfells-hrauni. Samvinnuverk Orkustofnunar og Landsvirkjunar. OS-95046/JHD-30 B. September.

Helgi Torfason, Guðni Axelsson og Jens Tómasson, 1995. Rannsóknarboranir á Laugarbökkum veturinn 1994-1995. OS-95019/JHD-03. Unnið fyrir Selfossveitur. Apríl.

Helgi Torfason (Orkustofnun) og Halldór Torfason (Borgarverkræðingi), 1995. Borgarskipulag Reykjavíkur. Athuganir á brotalínun milli Rauðavats og Elliðavats. OS-95032/JHD-21 B. Júní.

Hjálmar Eysteinnsson og Karl Gunnarsson, 1995. A Synthesis of Gravity, Bathymetry and Magnetism around Iceland. OS-95055/JHD-07. November.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1995. Hitaveita Hríseyjar. Efnæftirlit með jarðhitavatni 1994 og efnagreining ferskvatns. OS-95029/JHD-20 B. Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar. Júní.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1995. Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. OS-95063/JHD-42 B. Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga. Desember.

Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór Ármannsson, Sverrir Þórhallsson, Helgi Torfason, Magnús Ólafsson, Hjálmar Eysteinnsson, Knútur Árnason, Benedikt Steingrímsson og Ásgrímur Guðmundsson, 1995. Umhverfisrannsóknir á þeim háhitasvæðum sem næst standa virkjun vegna stór-íðjuáforma. OS-95058/JHD-38 B. Desember.

Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius, Guðrún Sverrisdóttir og Sverrir Hákonarson, 1995. Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1994-1995. OS-95061/JHD-40 B. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Desember.

Hrefna Kristmannsdóttir, Hilmar Sigvaldason og Sverrir Þórhallsson, 1995. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. OS-95035/JHD-22 B. Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar. Júní.

Jens Tómasson, 1995. Ummyndun á Norður-Reykjum og í Helgadal, Mosfellsbæ. OS-95053/JHD-34 B. Samvinnuverk Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar. Nóvember.

Jón Örn Bjarnason og Guðrún Sverrisdóttir, 1995. Um súlfít og súlfíð í hitaveituvatni. OS-95004/JHD-02 B. Janúar.

Knútur Árnason, 1995. Áhrif lagskiptingar á niðurstöður viðnámsmælinga. OS-95013/JHD-08 B. Mars.

Knútur Árnason, 1995. TEM-viðnámsmælingar á Hofsjökli. OS-95014/JHD-09 B. Mars.

Knútur Árnason, 1995. TEMDDD: Forrit til þrívíðra líkanreikninga fyrir TEM-viðnámsmælingar. OS-95015/JHD-10 B. Mars.

Knútur Árnason, 1995. Viðnámsmælingar í austanverðum Grafningi. OS-95054/JHD-35 B. Unnið fyrir Grafningshrepp. Nóvember.

Magnús Ólafsson, 1995. Hitaveita Óxarfjarðarhéaðs. Heitt vatn úr holu 3 við Skógalón og nýting þess. OS-95012/JHD-07 B. Unnið fyrir Hitaveitu Óxarfjarðarhéaðs. Mars.

Magnús Ólafsson, 1995. Reykhólar á Barðaströnd. Yfirlit um efnasamsetningu jarðhitavats. OS-95023/JHD-16 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykhóla og Þörungaverksmiðjuna hf. Maí.

Magnús Ólafsson, 1995. Hitaveita Húsavíkur. Eftirlit með jarðhitavatni 1994. OS-95031/JHD-19 B. Unnið fyrir Hitaveitu Húsavíkur. Júní.



Magnús Á. Sigurgeirsson, Kristján H. Sigurðsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1995. Mælingar á brennisteinsgösum í andrúmslofti. Styrkur brennisteinsvetnis og brennisteinsdíoxíðs við Svartsengi og Kröflu. Samvinnuverk Orkustofnunar, Hitaveitu Suðurnesja og Landsvirkjunar. OS-95025/JHD-18 B. Maí.

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sværrisdóttir, 1995. Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1994. OS-95030/JHD-04. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar. Júní.

Ómar Sigurðsson, 1995. Hitaveita Selfoss. Hitadreifing í jarðhitakerfinu við Laugardælur og Þorleifskot. OS-95009/JHD-06 B. Unnað fyrir Hitaveitu Selfoss. Mars.

Ómar Sigurðsson, 1995. Hitaveita Reykjavíkur. Berghiti og hitabreytingar í Elliðaársvæðinu. OS-95057/JHD-37 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Desember.

Ómar Sigurðsson og Benedikt Steingrímsson, 1995. Hitaveita Reykjavíkur. Mælingaeftirlit 1995 á Nesjavöllum og Kólviðarhóli. OS-95048/JHD-32 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. September.

Ómar Sigurðsson og Guðrún Sværrisdóttir, 1995. Hitaveita Siglufjarðar. Vinnslueftirlit 1994-1995. OS-95042/JHD-27 B. Unnið fyrir Hitaveita Siglufjarðar. Ágúst.

Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1995. Selfossveitur. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. OS-95060/JHD-39 B. Unnið fyrir Selfossveitur. Desember.

Ragna Karlsdóttir, 1995. Brennisteinsfjöll. TEM-Viðnámsmælingar. OS-95044/JHD-06. September.

Ragna Karlsdóttir, 1995. Viðnámsniðsmælingar að Reykjarhóli í Austur-Fljótum. OS-95052/JHD-33 B. Unnið fyrir Holtshrepp og Rafmagnsveitur ríkisins. Nóvember.

Ragna Karlsdóttir, 1995. Viðnámsniðsmælingar Lýshóli 1995. OS-95062/JHD-41 B. Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins og Snæfellsbæ. Desember.

Sigurður Benediktsson BENE hf, 1995. Borholur á Krýsvíkursvæði í eigu ríkisins. Athugun á ástandi holna 1995 og tillögur um úrbætur. OS-95056/JHD-36 B. Desember.

Sigurður Th. Rögnvaldsson og Grímur Björnsson, 1995. Uptakagreining smáskjálfta á Nesjavöllum í ársbyrjun 1995. OS-95034/JHD-05. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Júní.

Trausti Hauksson (Kemía sf) og Sverrir Þórhallsson (OS), 1995. Kísilútfellingar úr jarðsö. Áhrif þéttvatnsblöndunar á magn og hraða kísilútfellinga í iðustreymi. Skýrsla um niðurstöður tilrauna í Svartsengi 1994. OS-95011/JHD-01. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Febrúar.

Verkfræðistofan Vatnaskil hf, 1995. Vatnsveita Suðurnesja. Vinnslueftirlit með vatnstöku á Lágasvæði árið 1994. OS-95018/JHD-12 B. Unnið fyrir Vatnsveitu Suðurnesja. Mars.

Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1995. Svartsengi. Vinnslueftirlit júlí 1994 – júlí 1995. OS-95040/JHD-25 B. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Júlí.

Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1995. Reykjanes. Vinnslueftirlit júlí 1994 – júlí 1995. OS-95041/JHD-26 B. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Júlí.

## Vatnsorka

Árni Hjartarson, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Þórólfur H. Hafstað, 1995. Nýjabæjarfjall. Drög að jarðfræðikorti. OS-95033/VOD-06 B. Júní.

Árni Hjartarson og Þórólfur H. Hafstað, 1995. Sviðin horna-hraun. Berggrunnskort vegna Hraunavirkjunar. OS-95003/VOD-02 B. Mars.

Bjarni Kristinnsson, 1995. Orkubú Vestfjarða. Yfirlit yfir starfsemi Vatnamælinga á Vestfjörðum árin 1985 til 1994. OS-95002/VOD-01 B. Janúar.

Elsa G. Vilmundardóttir og Ingibjörg Kaldal, 1995. Há-göngumiðlun. Jarðfræðiathuganir sumarið 1995. OS-95059/VOD-09 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. Desember.

Freysteinn Sigurðsson og Þórólfur H. Hafstað, 1995. Þorlákshöfn. Grunnvatn og vatnsvernd. OS-95027/VOD-04 B. Unnið fyrir Ölfusshrepp. Júní.

Gunnar Þorbergsson og Guðmundur H. Vigfússon, 1995. Nesjavallaveita. Fallmælingar á Hellisheiði og í Kömbum 1995. OS-95049/VOD-07 B. Samvinnuverk Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar. Október.

Hákon Aðalsteinsson, 1995. Hraunavirkjun. Rannsóknir á lífríki vatna. OS-95026/VOD-03 B. Maí.

Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinnsson, 1995. Gróðurfar við Fölavatn austan Eyjabakka. Skýrsla unnin fyrir Orkustofnun af Náttúrufræðistofnun Íslands. OS-95038/VOD-01. Júní.

Kristinn Einarsson, 1995. Rennslisraðir til rekstrareftirlit-inga samþykktar af Rennslisgagnanefnd 1984-94. OS-95051/VOD-08 B. Nóvember.

Sigfinnur Snorrason og Páll Jónsson, 1995. Rennslismælingar með litarefinu rhodamin WT hérlendis. OS-95028/VOD-05 B. Júní.

## Jarðfræðikort

Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson 1995: Vatnarskort, Vífilisfell 1613 III-SA-V, 1:25.000, Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Seltjarnarnes og Reykjavíkurborg.

Skúli Víkingsson, Jón Eiríksson, Árni Hjartarson, Hreggviður Norðdahl, Haukur Jóhannesson, Kristján Sæmundsson og Helgi Torfason 1995: Jarðgrunnskort, Elliðavatn 1613/III SV-J, 1:25.000, Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Seltjarnarnes og Reykjavíkurborg.

Kristján Sæmundsson 1995: Hengill, jarðfræðikort (berggrunnur), 1:50.000, Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur og Landmælingar Íslands.

Kristján Sæmundsson 1995: Hengill, jarðhiti, ummyndun og grunnvatn, 1:25.000, Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur og Landmælingar Íslands.

## Skýrslur Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna 1995

Antal, Cornel. Optimal utilization of geothermal energy at the University of Oradea, Romania. Report 1, 1-30

Azimudin, Tafif. The Ölkelduháls geothermal field, a combined analysis of resistivity TEM soundings and down-hole data. Report 2, 31-60.

Chen Zongyu. Modelling geochemical effects of geothermal reinjection in the Tangu low-temperature field, China. Report 3, 61-88.

Elsharkawy, Sadek. Analysis of temperature measurements, well test data and production history of the Botn low-temperature geothermal field, N-Iceland. Report 4, 89-112.

Haddadin, George. Borehole geophysics and geology of the Urridavatn geothermal area, E-Iceland. Report 5, 113-134.

Lagat, John K. Borehole geology and hydrothermal alteration of well OW-30, Olkaria geothermal field, Kenya. Report 6, 135-154.

Maharjan, Rameswor. Design of a dryer and a swimming pool using geothermal water. Report 7, 155-184.

Malapitan, Ruel T. Borehole geology and hydrothermal alteration of well KR-9, Krýsvík, SW-Iceland. Report 8, 185-206.

Molina A., Guido G. Rehabilitation of geothermal wells with scaling problems. Report 9, 207-240.

Salvania, Narciso V. Development of a geothermal database and resource assessment of Mt. Natib geothermal prospect, Philippines. Report 10, 241-268.

Santos L., Pedro A. One- and two-dimensional interpretation of DC-resistivity data from the Berlín geothermal field, El Salvador. Report 11, 269-302.

Sasradipoera, Doddy S. Reservoir assessment of the southeast sector of the Kamojang geothermal field, Indonesia. Report 12, 303-320.

See, Fidel S. Anhydrite deposition in Cawayan wells, Bacman geothermal field Philippines: Prediction and possible remedies. Report 13, 321-348.

Tugume, Fred M. One-dimensional interpretation of Schlumberger and TEM resistivity data with examples from Torfajökull, S-Iceland. Report 14, 349-382.

Xu Shiguang. Reservoir assessment of the Sudurhlidar geothermal field in Krafla, NE-Iceland. Report 15, 383-408.

Zmaranda, Doina. Automatic control and monitoring system for the district heating system at the University of Oradea, Romania. Report 16, 409-432.

## Greinar

Ágúst Valfells, Jóhann Már Mariússon, Jóhannes Nordal, Halldór Jónatansson, Kristján Jónsson og Jakob Björnsson, 1995. Certain aspects of utilizing some of the world's energy resources for sustainable development. World Energy Council 16th Congress: 209-228

Árni Hjartarson, 1995. Jarðrask í Nesfjalli við Norðfjörð. Eyjar í eldhafi. Afmælisrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi 85 ára 3 okt., 1995: 49-52

Árni Hjartarson, 1995. Á Hekluöldum. Ferðafélag Íslands, Árbók: 1-236.

Árni Hjartarson, 1995. The Hekla Area. On the Volcano Hekla and its Surroundings. Iceland Tourist Association Year Book: 1-8.

Árni Ragnarsson, 1995. Iceland Country Update. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy, 1995: 145-161.

Darling, W.G., Grieshaber, E., Andrews, J.N., Halldór Ármannsson og O'Nions, R.K., 1995. The origin of hydrothermal and other gases in the Kenya Rift Valley. Geochimica et Cosmochimica Acta, 59 (12): 2501-2512.

Einar Tjörvi Eliasson, Halldór Pétursson, Hákon Aðalsteinsson og Valgarður Stefánsson, 1995. Þróun raforku-markaðar og nauðsynlegar orkurannsóknir. Erindi flutt á ársfundum Orkustofnunar: 39 s.

Freysteinn Sigurðsson, 1995. Vatnið í lindunum. Eyjar í eldhafi. Afmælisrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi, 85 ára 3. okt. 1995: 53-66

Geptner, A.R., Petrova, V.V. og Hrefna Kristmannsdóttir, 1995. On biochemical genesis of clay minerals in basalts, Iceland. Proceedings of the 8th International Symposium on Water-Rock Interaction, Vladivostok, Russia, 15-19 August 1995: 245-247.

Geptner, A.R., Petrova, V.V. og Hrefna Kristmannsdóttir, 1995. Alteration of a basalt sequence, Eyjafjörður, North Iceland. Proc. of the 8th International Symposium on Water-Rock Interaction, Vladivostok, Russia, 15-19 August 1995: 501-504.

Godfrey, Bahati og Halldór Ármannsson, 1995. The chemistry of waters in the Buranga and Kibiro geothermal fields, West Uganda. Proceedings of the 8th International Symposium on Water-Rock Interaction, Vladivostok, Russia, 15-19 August 1995: 505-509.

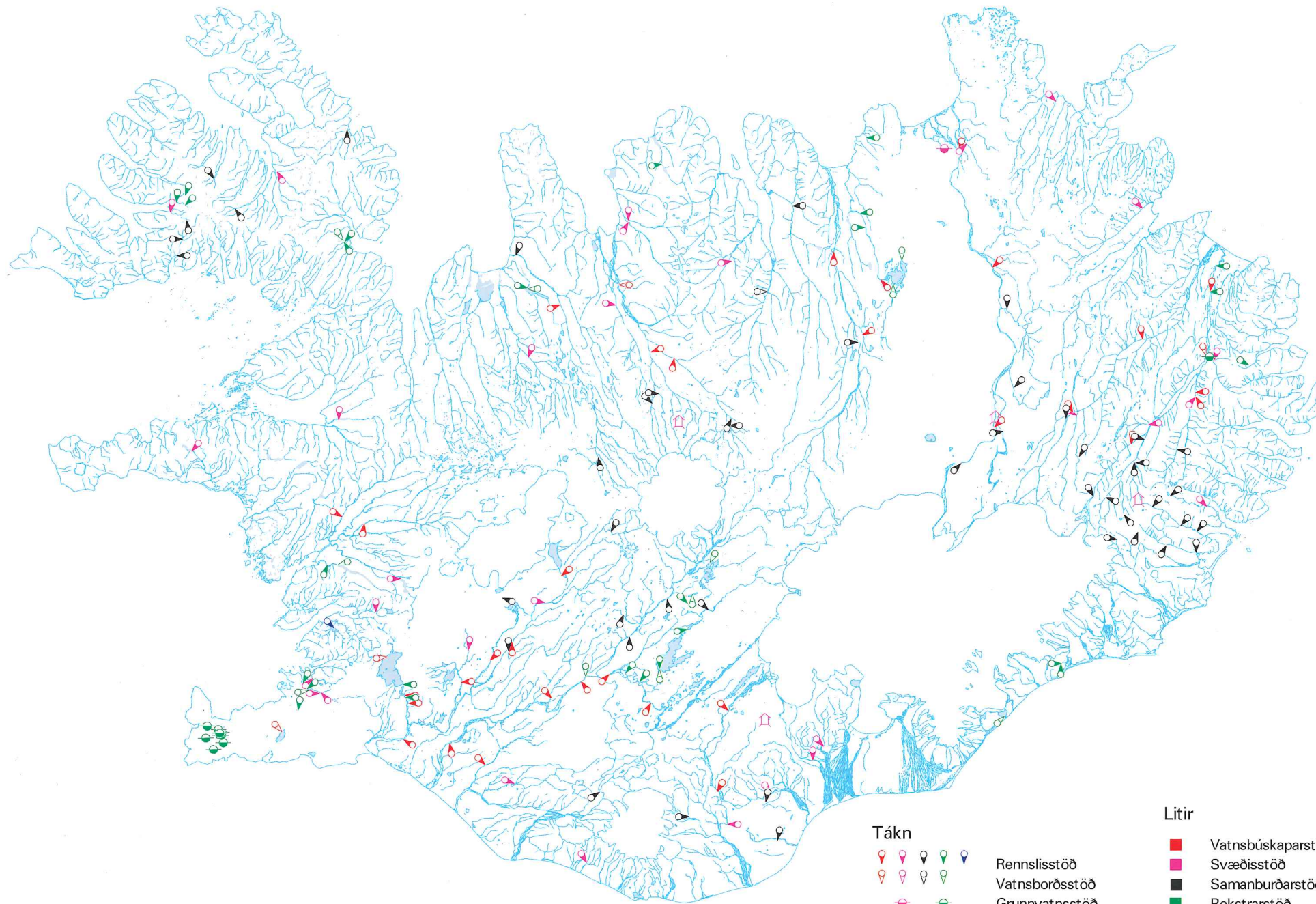
Grímur Björnsson, Kristján Sæmundsson og Þórólfur H. Hafstað, 1995. Vinnsla á köldu vatni úr gömlu bergi. Erindi flutt á 15. aðalfundi SIH, Hveragerði, 24. og 25. apríl 1995, 14 s.

Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1995. Miósen jökull á suðausturlandi. Eyjar í eldhafi. Afmælisrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræði, 85 ára 3. okt. 1995: 77-86

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Jón Eiríksson, Hafliði Hafliðason, Karl Gunnarsson, Gunnar Ólafsson, Kjartan Thors, Birger Larsen, Sverrir Þórhallsson og Arný Erla Sveinbjörnsdóttir, 1995. ODP-umsókn 456 – sú fyrsta frá Íslandi. Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 18-20.

- Guðmundur Ómar Friðleifsson, Björn Benediktsson, Lúðvík S. Georgsson, Magnús Ólafsson, Jónas Matthíasson og Ingimar Jóhannsson, 1995. Very low-temperature geothermal utilization in fish farming in Iceland – A case history from the Silfurstjarnan Ltd, Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 2299-2304
- Guðmundur Pálmason, 1995. Jarðfræðistofnanir í nágrannalöndunum. Eyjar í eldhafi. Afmælissrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi 85 ára 3. okt. 1995: 87-92.
- Guðni Axelsson, Grímur Björnsson, Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir og Guðrún Sverrisdóttir, 1995. Injection Experiments in Low-Temperature Geothermal Areas in Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 1991-1996.
- Gunnar Ólafsson og Guðmundur Ó. Friðleifsson, 1995. ODP hafsbotsboranir – hverju skilar þátttaka? Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 24-25.
- Hákon Aðalsteinsson, 1995. Helstu umverfisáhrif af virkjun Jökulsánnna norðan Vatnajökuls. Erindi flutt á ráðstefnu Verkfræðingafélags Íslands 3. mars 1995: 5 s.
- Hall, Dorothy K., Richard S. Williams, Jr. og Oddur Sigurðsson, 1995. Glaciological observations of Brúarjökull, Iceland, using synthetic aperture radar and thematic mapper satellite data. Annals of Glaciology. Vol. 21: 271-276.
- Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason, 1995. The chemistry of thermal springs in the Katwe-Kikorongo area, Uganda. Proc. of the 8th International Symposium on Water-Rock Interaction, Vladivostok, Russia, 15-19 August 1995: 371-374.
- Halldór Ármannsson og Sigmundur Einarsson, 1995. Gasið í Lagarfjótí. Náttúrufræðingurinn, 64 (4): 265-280.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1995. Aldursgreining á skeljum í Njarðvíkurheiði. Náttúrufræðingurinn, 65 (1-2): 107-111.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson, 1995. Nútímahraun milli Reykjavíkur og Öfuss. Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 27-28.
- Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Haukur Jóhannesson, Árni Hjartarson, Ingvar Birgir Friðleifsson og Jón Jónsson, 1995. Berggrunnskort af höfuðborgarsvæði. Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 12. apríl 1995: 33-34.
- Helgi Torfason, 1995. Strokur. Eyjar í eldhafi. Afmælissrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi 85 ára 3. okt. 1995: 109-116.
- Hjalti Franzson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Bjarni Bjarnason og Hallgrímur Jónasson, 1995. Epithermal gold exploration in Iceland. Proc. of the 8th International Symposium on Water-Rock Interaction, Vladivostok, Russia, 15-19 August 1995: 671-674.
- Hjalti Franzson, 1995. Geological aspects of the Svartsengi high-T field Reykjanes peninsula, Iceland. Proc. of the 8th International Symposium on Water-Rock Interaction, Vladivostok, Russia, 15-19 August 1995: 497-500.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Halldór Ármannsson, 1995. Environmental Impact of Geothermal Utilization in Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress, 1995, Florence, Italy: 2731-2734.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór Ármannsson, Guðni Axelsson, Magnús Ólafsson, Sverrir Hákonarson og Sverrir Þórhallsson, 1995. Monitoring of Icelandic Geothermal Fields During Production. Proceedings of the Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 1813-1817.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Osamu Matsubaya, 1995. Stable isotope interaction in geothermal systems on the Reykjanes peninsula SW Iceland. Proc. of the 8th International Symposium on Water-Rock Interaction, Vladivostok, Russia, 15-19 August 1995: 199-202.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Osamu Matsubaya, 1995. Vetrnis- og súrefnissamsættuhlutföll í jarðhitakerfum á Reykjanesskaga – áhrif hvortúnar vatns og lagslíkatta. Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 36-37.
- Ingibjörg Kaldal, Elsa G. Vilmondardóttir og Guðrún Larsen, 1995. Súr gjóska í vatnaseti að fjallabaki. Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 39-41.
- Ingvar Birgir Friðleifsson, 1995. Að læra og kenna nýtingu orkulinda. Eyjar í eldhafi. Afmælissrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi 85 ára 3. okt. 1995: 143-150.
- Ingvar Birgir Friðleifsson, 1995. Geothermal Training in Iceland 1979-1995. Proc. of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 2929-2934.
- Ingvar Birgir Friðleifsson, 1995. Historical Aspects of Geothermal Utilization in Iceland. Proc. of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 427-432.
- Ingvar Birgir Friðleifsson, 1995. Human Resources in Geothermal Development. Proceedings 17th New Zealand Geothermal Workshop 1995. 7-12.
- Ingvar Birgir Friðleifsson, 1995. Hvað sækja þau til Íslands? UNIFEM, fréttabréf UNIFEM á Íslandi. 5 (4): 15-16.
- Ingvar Birgir Friðleifsson, 1995. Icelandic Support to the Energy Sector in Lithuania and Poland. Erindi á ráðstefnu Norrænu ráðherranefndarinnar „Norden och aktuella energifrågor i Nordens närområden“, Reykjavík, 24-26. feb. 1995: 2 s.
- Jakob Björnsson, 1995. Efnahagslegt verðmæti orkulindanna á Íslandi. Erindi flutt á ráðstefnu Verkfræðingafélags Íslands, 3. mars 1995. 6 s.
- Jakob Björnsson, 1995. The Energy Situation in Iceland. A Paper presented at a Nordic Operations Research Conference, Reykjavík, Iceland, August 18 1995: 1995 6 s.
- Jakob Björnsson, 1995. Legal, Regulatory and Energy Policy Aspects of Geothermal Energy in Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 519-523.
- Jakob Björnsson, 1995. Raforkunotkun á Íslandi fram til 2015 – Hvernig er hagkvæmast að mæta henni? – Hvaða undirbúningsrannsóknir þarf til? Erindi flutt á ársfundi Orkustofnunar 22. mars 1995. 7 s.
- Jakob Björnsson, 1995. Unaðsstandir og kílóvattstundir. Morgunblaðið, 21. mars 1995.
- Jakob Björnsson, 1995. Virkjun hálendisvatna. Morgunblaðið, 11. mars 1995.
- Jens Tómasson, Helga Tulinius, Sverrir Þórhallsson og Guðni Axelsson, 1995. Örfun á borholum. Þrýstiprófanir og notkun pakkara. Erindi flutt á 15. aðalfundi SÍH, Hveragerði, 24. og 25. apríl 1995. 18 s. (+ viðauki).
- Jón Eiríksson, Guðmundur Ómar Friðriksson og Hafliði Hafliðason, 1995. ODP boranir í Tjörnestrogið? – Stuðningsrannsóknir. Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 43-44.
- Knútur Árnason, 1995. A consistent discretization of the electromagnetic field in conducting media and application to the TEM Problem. Proceedings of the International Symposium on Three-Dimensional Electromagnetics Schlumberger-Doll Research, October 4-6 1995: 167-179.
- Knútur Árnason og Ólafur G. Flóvenz, 1995. Geothermal Exploration by Tem-Soundings in the Central Asal Rift in Djibouti, East Africa. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 933-938.
- Kristinn Einarsson, 1995. Impact of Climate Change on Runoff and Floods in Iceland – Some Preliminary Conclusions. Symposium on Climate Change, Water Resources and Energy Production in the Nordic Countries, Reykjavík, Iceland, April 26-28 1995: 17 s.
- Kristinn Einarsson, 1995. Internet (Grein þessi er byggð á erindi sem flutt var á ET-degi Sí í desember 1994). Tölvumál. 20 (1): 10-16.
- Kristján Sæmundsson, 1995. Mislægi í Fnjóskadal og Jökuldal. Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 48-50.
- Kristján Sæmundsson, 1995. Um aldur stóru dyngjanna á utanverðum Reykjanesskaga. Eyjar í eldhafi. Afmælissrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi 85 ára 3. okt. 1995: 165-172.
- Magnús Á. Sigurgeirsson 1995. Miðaldalagið. Eyjar í eldhafi. Afmælissrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi 85 ára 3. okt. 1995: 189-198.
- Magnús Á. Sigurgeirsson, 1995. Yngra stampagosið á Reykjanesi. Náttúrufræðingurinn. 64 (3): 211-230.
- María Jóna Gunnarsdóttir, Helga Tulinius og Ragna Karlsdóttir, 1995. Jarðhitanyting til smáíðnaðar í dreifbýli. Styrkt af Smáverkefnasjóði landbúnaðarins 1995: 46 s.
- Oddur Sigurðsson, 1993. Jöklabreytingar 1930-1960, 1960-1990 og 1991-1992. Jökull, 43: 73-76.
- Oddur Sigurðsson, 1993. Síðujökull á flugferð. Jökull, 43: 72.
- Oddur Sigurðsson og Trausti Jónsson, 1995. Relation of glacier variations to climate changes in Iceland. Annals of Glaciology, Vol. 21: 263-270.
- Ólafur G. Flóvenz, 1995. Jarðhitaleit á köldum svæðum. Fréttabréf Jarðborana h.f., 3: 4.
- Ólafur G. Flóvenz, 1995. Lækka má raforkuverð Reykivíkinga með virkjun á Nesjavöllum. Morgunblaðið, 1. desember 1995.
- Ólafur G. Flóvenz, 1995. Samnýting raforku og jarðvarma hjá hitaveitum. 3. hluti: Að nota jarðhita á rafhitunarsvæðum. Fréttabréf SÍH. 2 (101): 2-4.
- Ólafur G. Flóvenz, 1995. Styrkir Evrópusambandsins til orkurannsóknna. Möguleikar íslenskra orkuvyrirtækja. 15. aðalfundur SÍH, Hveragerði, 24. og 25. apríl 1995: 10 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Franz Árnason, Magnús Finnsson og Guðni Axelsson, 1995. Direct Utilization of Geothermal Water for Space Heating in Akureyri, N-Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 2233-2238.
- Ólafur G. Flóvenz, Grímur Björnsson, Guðni Axelsson, Jens Tómasson, Guðrún Sverrisdóttir, Hilmar Sigvaldason og Biljana Milicevic, 1995. Successful Exploration of a Fracture Dominated Geothermal System at Thelamörk, North-Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 1245-1250.
- Ólafur G. Flóvenz og Jón Ingimarsson, 1995. Energy research, energy policy and renewable energy in Iceland in European perspective. Joint Nordic and Austrian co-operation meeting on Joule/Thermie projects in Vienna, Dec. 18 1995: 7 s.
- Ómar Sigurðsson, Þórður Arason og Valgarður Stefánsson, 1995. Reinjection Strategy for Geothermal Systems. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 1967-1971.
- Snorri P. Snorrason og Elsa G. Vilmondardóttir, 1995. Gos undir jökli, útbreiðsla bólstrabergs og aðrar furður. Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 66-67.
- Sverrir Þórhallsson, 1995. ODP-bortækni – Framfarir í kjarnatöku. Ágrip. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 68-69.
- Tiab, Djebbar og Ómar Sigurðsson, 1994. Analysis of Pressure Pulses Resulting from Magmatic Activity in the Vicinity of the Krafla Geothermal Field in Iceland. Geotherm. Sci. and Tech., 4 (1): 1-18.
- Tómas Jóhannesson, Oddur Sigurðsson, Tron Laumann og Michael Kennett, 1995. Degree-day glacier mass-balance modelling with applications to glaciers in Iceland, Norway and Greenland. Journal of Glaciology, 4 (138): 345-358.
- Trausti Hauksson, Sverrir Þórhallsson, Einar Gunnlaugsson og Albert Albertsson, 1995. Control of Magnesium Silicate Scaling in District Heating Systems. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 2487-2490.
- Valgarður Stefánsson, 1995. Íslenzk jarðhitapekking. Arkitektúr verkætækni skipulag. 16 (3): 22-24.
- Valgarður Stefánsson, 1995. Jarðhiti til raforkuvinnslu. Árbók VFI: 233-251.
- Valgarður Stefánsson, Guðni Axelsson, Ómar Sigurðsson og Snorri P. Kjaran, 1995. Geothermal Reservoir Management in Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 1763-1768.
- Þorbjörn Karlsson og Ární Ragnarsson, 1995. Use of Very Low Temperature Geothermal Water in Radiator Heating Systems. Proceedings of the World Geothermal Congress, 1995 Florence, Italy: 2193-2198.
- Þórður Arason og S. Levi, 1995. Comparison of Statistical Methods in the Analysis of Inclinations-Only Paleomagnetic Data. International Union of Geodesy and Geophysics, XXI General Assembly, Boulder, Colorado, July 2-14 1995, Abstracts Week A: A182-A183.

# Yfirlitsmynd af vatnshæðarmælakerfinu 1995/1996



0 50 km

Vatnsgrunnur birtur með leyfi Landmælinga Íslands

### Tákn

- 
- 
- 
- 

- Rennslisstöð
- Vatnsborðsstöð
- Grunnvatnsstöð
- Sjálfvirk veðurstöð

### Litir

- Vatnshæðarmælun
- Svæðisstöð
- Samanburðarstöð
- Rekstrarstöð
- Rannsóknarstöð

