

Orkustofnun

Ársskýrsla 1995

STARFSEMI ORKUSTOFNUNAR

Orkustofnun fæst við rannsóknir á orkulindum landsins og orkubúskap þjóðarinnar ásamt ráðgjöf til stjórvalda í orkumálum. Þar að auki annast hún rannsóknir og ráðgjöf fyrir orkuþyrtæki 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 orkuspár 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 ofanjarðar 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 jarðhitavökvars (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 stjórnaformanns	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

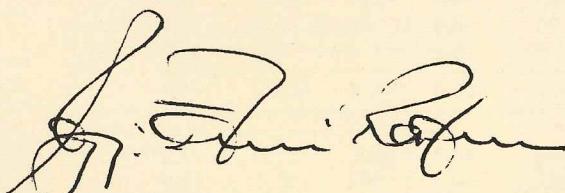
Á miðju ári 1995 var ný stjórn Orkustofnunar skipuð. Formaður stjórnar er sá sem þessar línur ritar, Eyjólfur Árni Rafnsson verkfræðingur, en aðrir í stjórn eru Ófeigur Sigurðsson rafmagnstæknirfræðingur og Hákon Björnsson framkvæmdastjóri.

Útgjöld Orkustofnunar á árinu 1995 voru um 379 Mkr, rúmlega 4% hækkan frá árinu 1994. Sértekjur voru um 153 Mkr, um 2% hækkan frá fyrra ári, og fjárveiting ríkssjóðs var alls um 213 Mkr, um 2,4% hækkan frá fyrra ári, þegar tekið hefur verið tillit til hækkanar 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 áversins í Straumsvík og eru framkvæmdir við byggingu nýs kerskála þegar hafnar. Orkuþörf vegna þessarar stækkunar áversins 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 ákvæðið að halda áfram undirbúningi að stækkun verksmiðju Íslenska járnblendifélagsins á Grundartanga og nýlokið er mati á umhverfisáhrifum allt að 180.000 t ávers 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 grunngildi eru ekki tiltæk nema í undantekningar tilfellum, ef ekki flestum. Þetta er verðugt umhugsunarefní.

Það hefur væntanlega ekki farið fram hjá mörgum að í september síðastliðnum skipaði iðnaðarráðherra nefnd til að endurskoða starfsemi Orkustofnunar og löntæknistofnunar. 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 hagsmunaðila áður en lengra er haldið. Hlutverk nefndarinnar var að gera tillögur um hvernig heppilegt væri að greina ráðgjafar- og stjórnsýslustarfsemi 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 löntæknistofnun 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 löntæknistofnun, að hluta til eða öllu leyti, eða flytja ákvæðna þætti þeirra til annarra ríkisstofnanna. 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 litlög verði tryggt að fjármunir ríkisins sem veitt er til orkurannsókna nýtist á markvissan hátt.



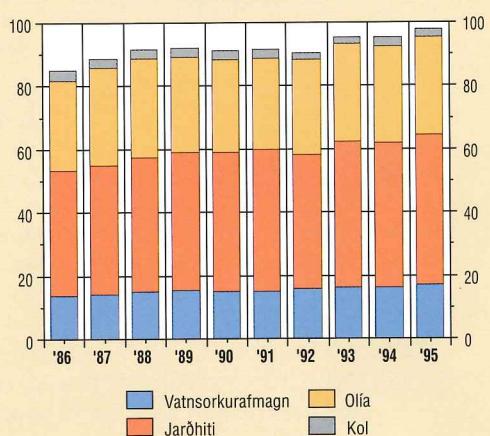
Notkun frumorku á Íslandi 1995 og 1994

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	%
Vatnsorkrafmagn	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
SAMTALS	2338	97,9	100,0	2281	95,5	100,0

NOTKUN FRUMORKU Á ÍSLANDI Í PJ

1986-1995

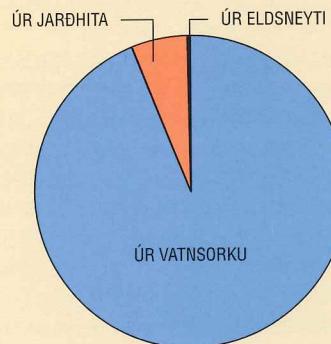


Notkun frumorku á Íslandi 1986 – 1995, PJ

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
Vatnso.rafm.	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
SAMTALS	85,1	88,7	91,6	92,0	91,2	91,8	90,5	95,4	95,5	97,9

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	%	
Uppruni raforku					
Úr vatsorku	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
SAMTALS	4977	100,0	4774	100,0	4,3
Tegund raforku					
Fastaorka ¹	3996	80,3	3905	81,8	2,3
Ótryggð orka ²	981	19,7	869	18,2	12,9
SAMTALS	4977	100,0	4774	100,0	4,3
Notkun, með töpum					
Stóriðja ¹	2491	50,1	2399	50,3	0,8
Almenn notkun ¹	2486	49,9	2375	49,7	1,5
SAMTALS	4977	100,0	4774	100,0	4,3

¹ Flutnings- og dreifitöp meðtalin

² Stóriðja og rafskautskatlar. Flutnings- og dreifitöp 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 eldsneytis-sölu 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 gigajúl (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 umrekningum 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 leiðréttigar hafa verið gerðar á síðarnefndu töflunni frá síðustu árs-skýrslu. 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 olíugögum er hér talið með olíuvörum.

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



Horf til NA af Syðri Hágöngu yfir lónstæði væntanlegrar 200 GI Hágöngumiðlunar. Í forgrunni til vinstrí er Kaldakvísl, sem kemur úr Vonarskarði, og til hægri Sveðja, sem kemur úr jökkullónum undir Hamrinum. Á miðri mynd er dökkt Sveðjuhraunið, og mun væntanlegt lón ná upp á hraunjaðarinna við hæstu mögulegu vatnssstöðu 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. Ljósom. Guðmundur Ómar Friðleifsson.

View to NE over the site of the proposed 200 GI 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 meðtoldum 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 leiðréttu fyrir fráviki árshitans 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 stækken 132 kV tengivirkisins að Hryggstekk í Skriðal um einn reit vegna spennuhækkunar á línu Rafmagnsveitna ríkisins þaðan að Eyvindará við Egilsstaði í 132 kV. Grjótvörn á Þórisósstíflu, og hluti grjótvarnar Koldukvíslarstíflu, voru lagfærðar sem og steyptar undirstöður stálmastra í háspennulínum á nokkrum stöðum. Gert var við undirstöður stálvirkjanna í tengivirkni við Korpu. Í Búrfellsstöð voru gerðar endurbætur í stjórnsal og öðrum vinnustöðum starfsmanna, m.a. til að draga úr hávaða. Steinsteyp hús og stálmastur voru reist á Búrfelli fyrir fjarskiptabúnnað í stað timburskúra og trúmastra sem fyrir voru. Búnaður og öll burðarvirki í aflögðu tengivirkni við Elliðaár voru fjarlægð og lóðinni skilað til Rafmagnsveitu Reykjavíkur. Loks var unnið markvisst að undirbúningi undir endurnýjun Sogsstöðvanna, aflaukningu Búrfellsstöðvar, stækken 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 framhaldið 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, stjórns- og varnarbúnnaður og stjórherbergi 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 línum frá Hryggstekk að Eyvindará við Egilsstaði úr 66 í 132 kV. Endurnýjaður var um 1 km kafli línumnar næst Eyvindará og 700 m kafli næst Hryggstekk. Í að-veitustöð við Eyvindará var byggður reitur í 132 kV tengivirkni, settur þar upp 40 MVA 132/66 kV spennir, svo og nýr stjórns- og liðabúnaður. Landsvirkjun byggði 132 kV reit í tengivirkinu á Hryggstekk.

Byggð var 677 m² birðaskemma á árinu á Akureyri og 73 m² skrifstofuhúsnæði á Selfossi. Boraðar voru 42 hitastigulsholur í grennd við þéttbýli á norðanverðu Snæfellsnesi og fannst álitlegt jarðhitakerfi skammt suðvestan við Stykkishólm þar sem líku 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 rafdreiferfera í strjálbýli.

Í aftakaveðri í október, sem m.a. olli mannskæðu snjóflóði á Flateyri, urðu miklir skaðar á rafkerfi Rafmagnsveitnanna á Norðurlandi, frá Skagaströnd að Þórhöfn. Alls brotnuðu 332 staurar og aðrir 300 lögðust því nær á hliðina; 185 slár brotnuðu og 173 vírslit 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 framkvæmdin á árinu stækken 132 kV SF₆ 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 SF₆-gerð en aðrir hlutar búnaðarins var íslensk hönnun og framleiðsla. Aukið var við rafdreifikerfi 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 stjórnerferi fyrir aðveitu- og dreifikerfi rafmagnsveitunnar var boðið út. Skráningu í landsupplýsingakerfi rafmagnsveitunnar miðaði vel á árinu og er nú allt dreifikerfi 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 háspennulínum, svo sem 66 kV línumnum Mjólká-Breiðidalur, Breiðidalur-Ísafjörður og Táknafjarðarlínu frá Mjólká. Sumt af þessum endurbyggingum var á línum-köflum sem eyðilögðust í snjóflóðum og ísingarveðrum. 33 kV línan frá Mjólká að Hrafneyri og nokkrar minni línlur 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 Hvítarströnd í Önundarfirði og á 7 km vegalengd gegnum jarðgöngin úr Tungudal til Súgandafjarðar. Samtals 9 km af strengjum í dreifikerfum voru plægðir niður í Steingrímsfirði, Dýrafirði og Bolungarvík. Nýr gangráður og segulmognunarþúnaður var tengdur við vél 1 í Mjólkárvirkjun og endurnýjaður hluti þrystivatnspíunnar í Þverárvirkjun í Steingrímsfirði sem skemmti hafði í snjóflóði. Unnið var að upptekt og viðhaldi á 66 kV aflrofum í nokkrum að-veitustöðvum; spennustillir settur upp fyrir Táknafjörð, útstöðvar tengdar á Bíldudal og Patreksfirði. Hús diesellstöðvanna á Þingeyri og Patreksfirði voru lagfærð og elsta dieselvélin á Patreksfirði aflögð. Dreifikerfi var lagt í nýja Súðavík, nýtt kerfi í sumarbústaðaland 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 tölvikort og bílar og tæki endurnýjuð eftir þörfum.

Framkvæmdir við hitaveitur voru þær helstar að endurnýjaður var áfyllingarþúnaður 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 stækken skrifstofubyggingar að Grensásvegi 1 og hafin lögn á B-áfanga Suðuræðar, þ.e. milli Breiðholts og Garðabæjar. Ný stofnæð var lögð í hluta Víkurvegar 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. Ljósm. Benedikt Steingrimsson.

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 m³. Hitaveita Reykjavíkur keypti á árinu jarðhitaréttindi á landsspildu í landi Helgafells.

Á árinu lauk **Hitaveita Suðurnesja** við að tengja holu 14 við gufuveitukerfi virkjunarinnar í Svartsengi. Hafinn var undirbúnингur að því að tengja saman vatnsból Hítaveitunnar og vatnsból Vatnsveitu Suðurnesja í Gjá og að byggingu á kynningar- og mótnuneytishúsi í Svartsengi. Unnið var að endunýjun á öllum stjórnþúnaði í orkuveri, dælustöð, aðveitustöð og vífðar 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 Kálftarnarkirkju 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 Líysi og mjölk hf. og unnið að lagningu 4,2 km 36 kV strengs, auk símastrengja og ljósleiðara, frá aðveitustöð við Aðalgötu til Helguvíkur og 3,2 km 36 kV strengs til að leysa af hólmi 33 kV loftlínú til Garðs, auk lágspennustrengja, símastrengja og ljósleiðara. Lokið var byggingu aðveitustöðvar hjá Líysi og mjölk hf. í Grindavík og undirbúin bygging aðveitustöðvar í Helguvík. Umtalsverðar framkvæmdir voru við dreifkerfi 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 hitaveit. 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 hélst 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. Tilsvarandi 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.

Smásoluverð á olívörum hækkaði á árinu 1995 um 0,6% fyrir gasolíu almennit, 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 stjórnvaldsáðgerðir

Ný ríkisstjórn Framsóknarflokks og Sjálfstæðisflokkss tók við völdum eftir Alþingiskosningarnar í apríl 1995. Iðnaðar-, viðskipta- og orkuráðherra í nýju stjórninni er Finnur Ingólfsson, Framsóknarflokki. 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 stækkan 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 stækkuunarinnar. Þetta er fyrsti samningur um aukningu á raforkufrekum iðnaði á Íslandi sem undirritaður hefur verið síðan að samningur um Járnblandverksmiðjuna 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. Ákvörðunar bandaríksa 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 laggirnar nefnd til að endurskoða starfshætti löntæknistofnunar 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.

STJÓRNSÝSLA

Helstu verkefni á svíði stjórnslu eru fjárrreiður, bókhald og starfsmannahald. Einnig ýmis sameiginleg þjónustu svo sem útgáfa, rekstur teiknistofu, bókasafns, húsnæðis, matstofu og tölву.

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 lónaðarráðuneytið miðað við árið á undan. Svipað var unnið fyrir hitaveitir 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 rannsóknum fyrir Hitaveitu Reykjavíkur frá árinu áður, að samvinnuverkefnum meðtoldum.

Heldur minna var unnið en árið áður í sérverkefni á svíði jarðfræðikortlagninga fyrir sveitarfélög á höfuðborgarsvæðinu. Samvinnuverkefni voru verulegur hluti sértekna, þótt fjárveitingavaldið 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 milljónir króna sértekjum alls en voru 35,8 milljónir króna árið á undan eða 24% af 149,9 milljóna króna sértekjum það ár.

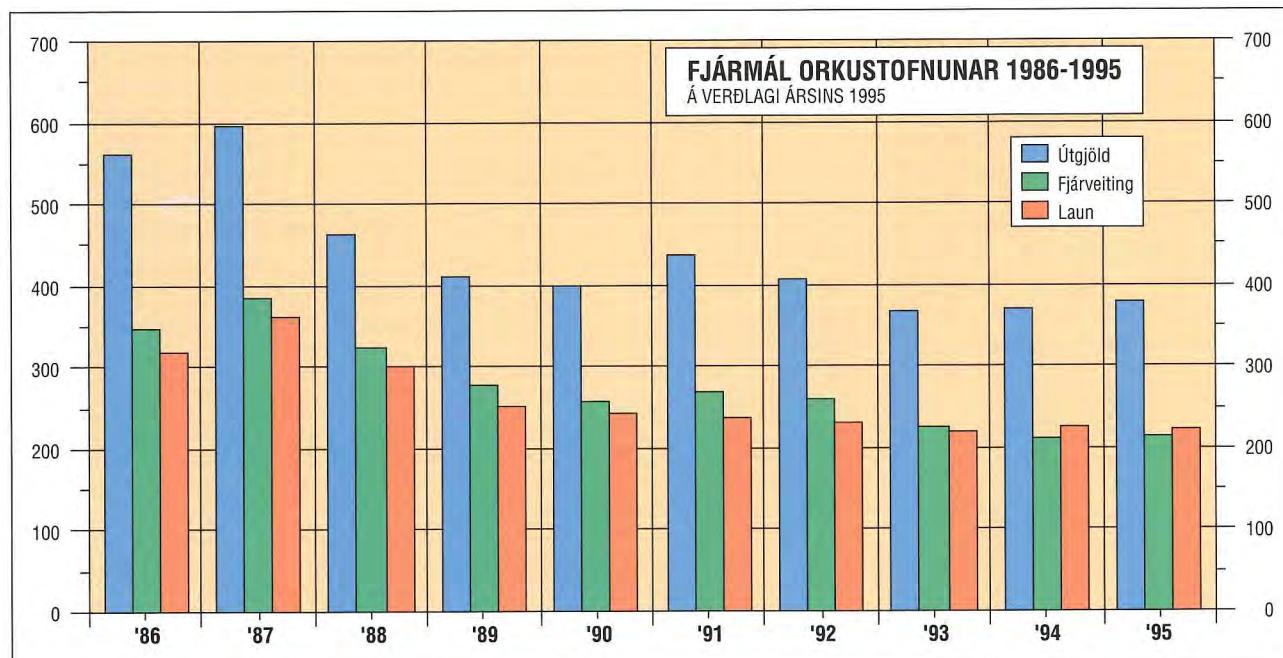
Fjárheimildir á föstu verðlagi stóðu nánast í stað frá árinu á undan (5,3 milljónum hærri á verðlagi hvors árs). Samt hafa þær lækkað um 100 milljónir króna frá árinu 1988 og um 165 milljónir króna frá árinu 1987. Sértekjur

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).

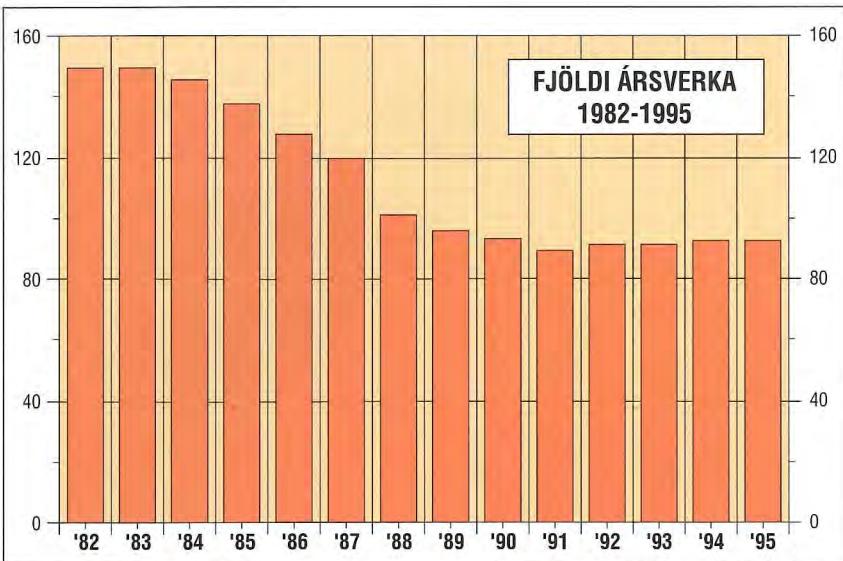
Útgjöld urðu 12,8 milljónum hærri en tekjur. Það var samkvæmt ákvörðun stjórnar stofnunarinnar og orkumálastjóra að ráðstafa fé af höfuðstóli til þess að mæta þessum útgjöldum umfram tekjur. Höfuðstóll í árslok 1995 var samt jákvæður um 5,4% af tekjum ársins. Til samanburðar var hann jákvæður um 9,1% 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 færra 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 mörög 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 sjötugir í september. Þeir hafa verið starfsmenn Orkustofnunar og forvera hennar, Raforkumálaskrifstofunnar, í yfir 30 ár, Jens frá 1963 og Rútur frá 1959. Eru þeim þökkuð vel unnin störf á liðnum árum og óskað allra heilla á komandi árum.

Þjónusta og rekstur

Húsnaðið sem Orkustofnun hefur til umráða að Grensásvegi 9 undir skrifstofur, bókasafn, teiknistofu og fleirra er samtals 3.290 m². Í kjallara hússins leigir stofnunin um 700 m² húsnaðið af Sölunefnd varnariðseigna og nýtir það sem geymslur fyrir bókasafn, bókhaldsgögn, bifreiðar, vélsléða og ýmsan annan búnað. Þá á stofnunin húsnaði 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 tölva, og örfáar eldri (VT220) útstöðvar sem tengdar eru með raðtengjum.

Samanlagt vinnsluminni netþjóna er 504 Megabæti, þar sem mesta minni í eimum netþjóni er 144 Megabæti. Samanlagt diskapláss netþjóna er 17,8 Gígbæti.

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 mikil á árinu, og er nú komið talsvert af korta-upplýsingum 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 jarðvínsinda.

Í málasafni Orkustofnunar, sem er hluti af bókasafni, eru m.a. varðveishtar 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 varðveishtar teikningar í safninu eru orðnar milli þjátíu og fjörtíu 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 ársskýrsla 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 Sameynuðu þjóðanna.

Gagna- og skjalasafn

Rannsóknir kosta mikinn tíma og penninga, og því er mikil 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 stórvöldu-gagnasöfn þarf skipulag þeirra að vera gott. Það sama gildir um skjalasöfn.

Orkustofnun hefur fest kaup á tveimur gagnasafnskerfum, Oracle sem geymir gögn á töfliformi 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 að þeim má hafa.

Ennbá 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 starfsemiinnar.

REIKNINGAR ORKUSTOFNUNAR 1995

Rekstrarreikningur

REKSTRARTEKJUR

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

REKSTRARGJÖLD

Laun og launatengd gjöld	227.207	222.091
Annar rekstrarkostnaður	128.934	122.970
Stofnkostnaður	22.843	18.746

REKSTRARGJÖLD SAMTALS

Gjöld umfram tekjur	12.822 ^{*)}	5.971 ^{*)}
Gjöld umfram tekjur sem % af gjöldum	3,38%	1,64%

^{*)} Ráðstafað af höfuðstól skv. ákvörðun stjórnar Orkustofnunar og orkumálastjóra.

Efnahagsreikningur

EIGNIR

	Þús kr.	Þús. kr.
Bankareikningar	2.742	7.326
Skammtímaskuldir	36.664	37.688
Ríkissjóður		2.246
EIGNIR ALLS	39.406	47.260

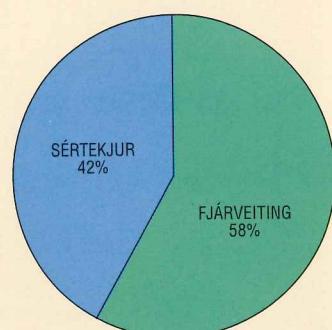
SKULDIR

Skammtímaskuldir	19.641	14.673
SKULDIR ALLS	19.641	14.673

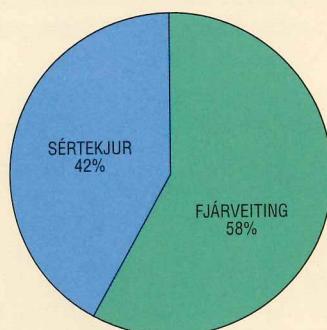
EIGIÐ FÉ

Höfuðstóll	19.765	32.587
SKULDIR OG EIGIÐ FÉ ALLS	39.406	47.260

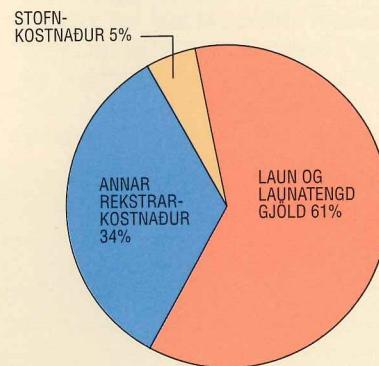
REKSTRARTEKJUR 1994



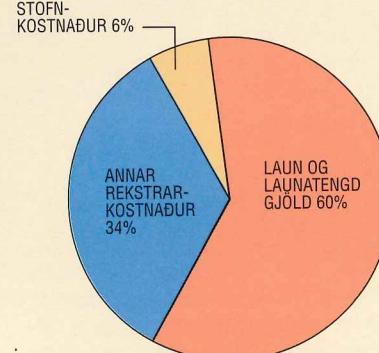
REKSTRARTEKJUR 1995



REKSTRARGJÖLD 1994



REKSTRARGJÖLD 1995



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

	Heildar-kostn.		
1.00 Ríkisverkefni og ríkishlutu samvinnuverkefna			
1.10 Yfirstjórn			
1.11 Yfirstjórn og þjónusta við ráðuneyti og Alþingi	7.552		
Almennt samtals	7.552		
1.20 Vatnsorkuverkefni			
1.21 Hraunavirkjun	22.789		
1.22 Jökulsá á Fjöllum og Brú	16.094		
1.23 Jökulsá í Skagafirði	11.463		
1.24 Skjálfandafljót	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 vatnsorkurannsónum	10.725		
1.30 Upplýsingamiðlun	2.026		
1.31 Innlend og alþjóðleg samtök	2.947		
1.32 Annað	7.933		
Vatnsorkuverkefni samtals	115.996		
1.40 Jarðhitaverkefni			
1.41 Jarðhiti til raforkuvinnslu	15.001		
1.42 Umhverfisáhrif jarðhitavinnslu	6.966		
1.43 Yfirlitsr. jarðhitavinnslu til annars en raforkuvinnslu	6.397		
1.44 Þróunarverkefni í jarðhitaranneksónum	12.902		
1.45 Ný jarðhitatokun	549		
1.46 Upplýsingamiðlun	8.714		
1.47 Innlend og alþjóðleg samtök á svíði jarðhita	16.411		
1.48 Annað	11.683		
Jarðhitaverkefni samtals	78.623		
1.50 Orkubúskaparverkefni			
1.51 Söfnun, úrvinnsla og útgáfa á orkugögnum	7.857		
1.52 Orkuspári	3.982		
1.53 Innlend og alþjóðleg samtök á svíði orkumála	5.542		
Orkubúskaparverkefni samtals	17.381		
1.60 Önnur verkefni			
1.61 Orkulindir á hafssbotni	3.154		
1.62 Gas í Öxarfirði	2.690		
Önnur verkefni samtals	5.844		
1.70 Tækjarekstur			
1.71 Ótalinn annars staðar	8.188		
Tækjarekstur samtals	8.188		
Ríkisverkefni og ríkishlutu samvinnuv. samtals	233.584		
	Heildar-kostn.	Sér-tekjur	Mis-munur
2.00 Söluverk og hluti annarra í samvinnuverkefnum			
2.10 Vatnsorkuverkefni			
2.11 Vatnamælingar fyrir orkufyrirtæki	26.392	28.060	-1.668
2.12 Önnur verk fyrir orkufyrirtæki	6.219	8.109	-1.890
Vatnsorkuverkefni samtals	32.611	36.169	-3.558
2.20 Jarðhitaverkefni			
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
Jarðhitaverkefni samtals	106.502	105.603	899
2.30 Önnur verkefni			
2.31 Söluverk fyrir aðra en orkufyrirtæki	3.617	3.726	-109
2.32 Ýmsar tekjur	2.670	7.493	-4.823
Önnur verkefni samtals	6.287	11.219	-4.932
Söluverk og hluti annarra í samvinnuv. samtals	145.400	152.991	-7.591
Verkefni samtals (ríkis-, samvinnu- og söluverk)	378.984	152.991	225.993
Par af:			
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	
	378.984	152.991	225.993

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 two 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 fyri flokknum eru þau verk sem almennt eru kostuð af fjarveitingu 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.
 - Lækkuun á höfuðstól 12.822 þús. kr.
 - Samtals 233.584 þús. kr.
- 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.
 - Þar af vegna samvinnuverk-efna (hluti annarra) 33.501 þús. kr.
 - Vegna Jarðhitaskólangs 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.

ORKUBÚSKAPARRANNSÓKNIR

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 gjaldskrám 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 fjölbjóðlegum 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.

lenskra hitaveitna, Samband íslenskra rafveitna og Þjóðhagsstofnun.

Á vegum orkuspárnefndar starfa þrí vinnuhópar: raforkuhópur, jarðvarma-hópur og eldsneytishópur. Hóparnir annast undirbúning orkuspáar hver á sínu sviði, en nefndin skilgreinir grunnforsendur sem ganga inn í spárna, leggur meginlínur varðandi vinnu hóp-anna 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 jarðarma-spá á lokastigi.

Orkuspár

Meginverkefnið á þessu sviði var vinna fyrir Orkuspárnefnd. Að nefndinni standa Hagstofa Íslands, Hitaveita Reykjavíkur, Landsvirkjun, Orkustofnun, Rafmagnsveita Reykjavíkur, Rafmagnsveitur ríkisins, Samband íslenskra rafveitna, Samband íslenskra rafveitna og Þjóðhagsstofnun.

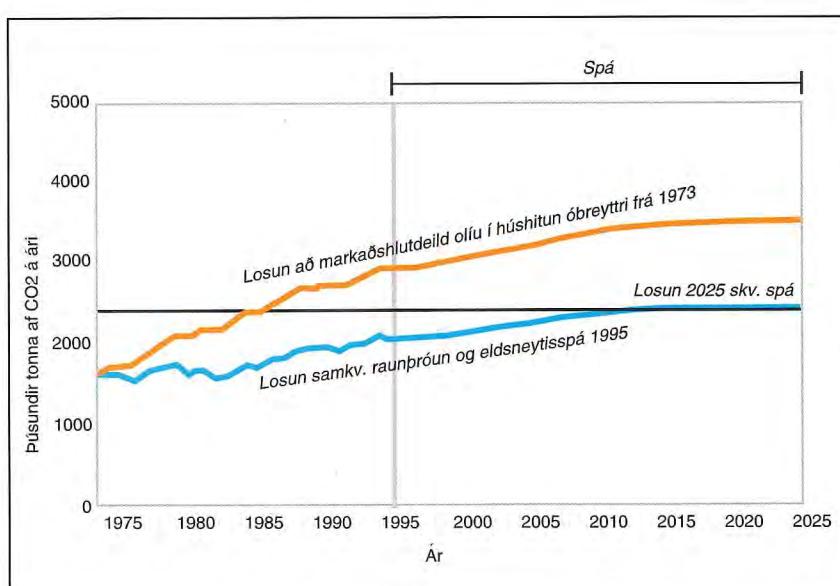
Orkukerfi

Á árinu 1988 settu Hitaveita Suðurnesja, Landsvirkjun, Orkubú Vestfjarða, Rafmagnsveita Reykjavíkur og Rafmagnsveitur ríkisins á fót starfshóp um rekstrartruflanir í raforkukerfinu. Verkfraðistofan 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 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 CO₂ emission from inland consumption relative to actual oil consumption.

JARÐHITARANNSÓKNIR

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 þrystingi í jarðhitakerfum og viða eru gagnasöfnunartæki til þess að safna gögnum um vinnsluna.

Hitaveita Reykjavíkur

- Hengill – Almennt. Á undanförnum 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 Úlfþjótsvatni og Ingólfssjallí 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 jarðhitauummyndunar. 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 alfaríð 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 Hellishéiði. Kom fram marktaek landhækkuun 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 mælingaeftirlit með hita og þrystingi 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^2 , þ.e. það svæði þar sem berghiti er hærir en 90°C á 1000 m dýpi undir sjávarmáli. Rúmmál þessa kerfis má ætla að sé 10 km^3 . 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 . Ljósm. Oddur Sigurðsson.

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

- Kolviðarhóll. Gerðar voru árlegar mælingar til að meta breytingar á hita og þréstingi 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 hrávarmaafli. 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 skýrla 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 auch bess 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 skýrlu hugmyndalíkan að streymi heits og kalds vatns á svæðinu.

- Elliðaárvæðið. Allar tiltækjar hitamælingar úr holum á Elliðaárvæðinu og nágrenni þess voru teknar til athugunar, með það fyrir augum að meta upphaflegan hita í svæðinu og þær hitabreytingar sem vinnsla hefur haft. Meginkölnun 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 undanförnum árum. Rannsóknarholu 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 vinnslueftirliti, með vatnsborðsmælingum og efnagreiningum. Gengið var frá árlegri skýrlu um vinnslueftirlit og orkubúskap hitaveitunnar á árinu 1994 ásamt samanburði á reynslu og fyrilliggjandi vinnsluspám.

Gerðar voru TEM-viðnámsmælingar til jarðhitleitar í fjallhlíðunum milli Glerárdals og Hrafngils. Lokið var við úrvinnslu gagna, sem aflað var við borun og vatnsborðsmælingar við Sigtún í Eyjafjarðarsveit. Þá var gerður tölvutækur kortagrunnur af allstóru landsvæði í nágrenni Akureyrar.

Hitaveita Suðurnesja

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

- Rannsókn var gerð á virkni afloftunarsúlu við orkuverið í Svartsengi og m.a. kannað hvort auka mætti afköstin. Efnæiginleikar vatnsins, hvað varðar tæringu og útfellingu, ráðast af afloftuninni. Rekstri súlrunna 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 magnesíumvinnnsu á Reykjanesi.

Hitaveita Seltjarnarness

Ný vinnsluhola Hitaveitu Seltjarnarness var dæluprófuð 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 forðafræðiúttektar 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 vinnsluvatnsins.

Selfossveitur

Auk venjubundins vinnslueftirlits var jarðhitaleit í nágrenni Selfoss haldið áfram af miklum krafti.

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

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

- Í öðru lagi var haldið áfram rannsóknum á vinnslusvæðinu við Þorleifskot. Lokið var skýrlu 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 djúpar vinnsluholu suðaustan svæðisins. Borun þeirrar holu hófst með jarðbornum Narfa seint á árinu og í lok ársins hafið 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 til verið um virkjúnina, vegna vandræða við uppbyggingu hennar. Nú er ljóst að vegna tilvistar virkjunarinnar er stækkan hennar einn hagkvæmasti virkjunkosturinn í raforku-þónaðinum. Í lok ársins var farið að huga að stöðu Kröfluvirkjunar með stækkan hennar í 60 MW í huga.

Umhverfisáhrif jarðhitanytingar

Átaksverkefni um rannsóknir á umhverfisáhrifum jarðhita hófst á Orku-stofnun á árinu 1991 með úttekt að stöðu rannsókna á umhverfisáhrifum jarðhitavinnslu á Íslandi og mati á rannsóknarþörf vegna umhverfispáttá í samvinnu við stærstu virkjunaraðila jarðhita á háhitasvæðum. Pessir aðilar eru Landsvirkjun vegna Kröfluvirkjunar og jarðhitasvæðisins í Námafjalli, Hitaveita Suðurnesja vegna jarðhitasvæðanna í Svartsengi, Eldvörpum og á Reykjanesi og Hitaveita Reykjavíkur vegna Nesjavallavæðisins. 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 virkjúð, 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 aðalverkþættir, sem unnið var að í samvinnuverkinu, þessir:

- Gerðar voru mælingar á brennisteinsgösum í andrúmslofti á virkjunararsvæðunum 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 Meinz í Þýskalandi, sem miðar að því að fylgjast með þróun kvíkuhólfsins 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 hitamælar í Grjótajá og Stórugjá í samvinnu við Landsvirkjun.
- Haldið var áfram rannsóknum og eftirliti með breytingum á Reykjavíkum, en ekki reyndist unnt að fara í Kverkfjöll né heldur gera neinar 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 verkþættir voru einnig unnið 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. Ljósmynd: 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 samtal 250.794 dýptarmetrar í borholum á Íslandi. Mest var um hita- og þrýstingmælingar, 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 djúp-vatnssýni úr borholum. Endurnýjun á sérbúnnum bíl til mælinga í háhitaholum stendur yfir. Keyptur var bíll í byrjun sumars 1995 sem síðan hefur verið breytt en allur mælibúnaður í bílinn var hannaður af starfsmönnum Jarðhitadeilda og smíðaður hér til lands. Nú er verið að ganga frá mælingaspili og öðrum búnaði í bílum og verður hann tekin í notkun vorið 1996. Hann mun leysa af hólmi mælingabil frá árinu 1977.

Efnarannsóknastofan var rekin með svipuðu sniði árið 1995 og verið hefur undanfarin ár. Á árinu voru skráð 700 sýni til greininga á heitu og köldu vatni, en auk þess voru gerðar efnagreiningar í tengslum við þróunavinnu 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 loftraestikerfi á rannsóknarstofunni, sem bætti mjög vinnuaðstöðu starfsmanna og gerði starfsumhverfi mun heilsusamlegra.

Á undanförnum árum hefur verið unnið að upsetningu og aðlögun gagnasöfnunarstöðva fyrir vatnsvinnslugögn frá hitaveitum. Unnið var að endurbóttum 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 Rangæringa, Þorlákshafnar, Seltjarnarness, Blönduóss, Skeiða, Húsavíkur og Suðuresja. Á næstunni verða settar upp stöðvar hjá tveimur veitum og hjá allmögum veitum er málið í athugun.

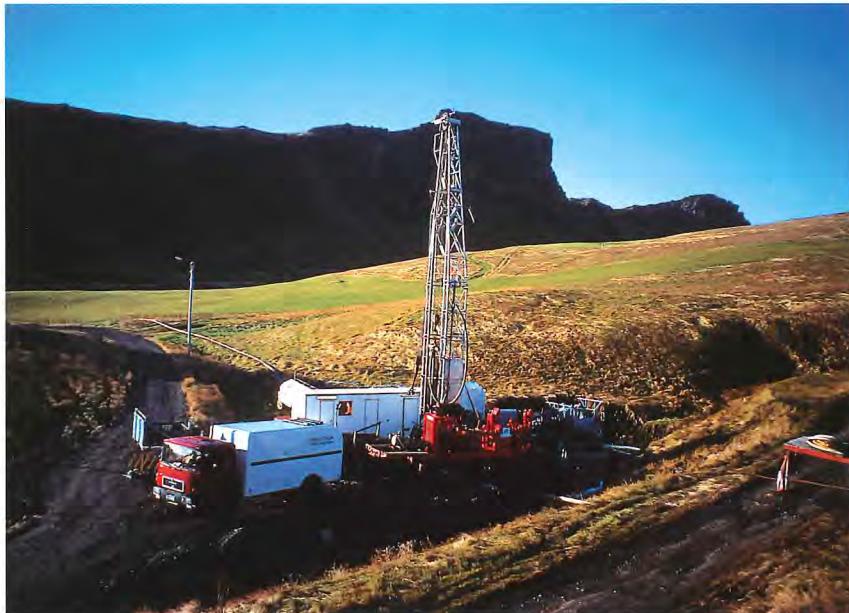
Unnin var verklýsing og hönnun á 1200 m vinnsluholu á Selfossi fyrir Selfossveitum bs og á 20 hitastigulsholum á norðanverðu Snæfellsnesi fyrir Rafmangsveitum ríkisins. Athugun var gerð á númerandi borholum Garðyrkjaskóla ríkisins að Reykjavík og þörf fyrir nýboranir. Sviðuð könnun var gerð fyrir Ölfusbúðir ASÍ. Skýrsla var samin um ástand gamalla borholna í eigu ríkisins í Krýsuvík og áætlun gerð um viðhald þeirra. Ráðgjöf var einnig veitt við varðvörsu borholna á Reykjanesi í Djúpi.

Á vegum Orkuspánefndar var unnið að söfnun og úrvinnslu upplýsinga um jarðvarmanotkun til undirbúnings nýrrar jarðvarmaspá. 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 mismunadi nota. Niðurstöður voru m.a. birtar í Hitaveituhandbók Sambands íslenskra hitaveitna (nú Samorka).

Rannsóknir á orkulindum, sem ekki eru í nýtingu

Rannsókn jarðrita til raforkuvinnslu
Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Hitaveita Suðurnesja og Landsvirkjun hafa gert með sér rammaðum um betta samvinnuverkefni. Hitaveita Reykjavíkur tók virkan þátt í þessu verki á árinu 1995, en önnur orkufyrirræki ekki. Verkið er langtíma verkefni og skiptist í margu verkþætti. 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 km², sem er svipað og flatarmál jarðhitasvæðisins við Námafjall. Má því ætla að orkugeta svæðisins sé nægileg til að standa undir 100 MW raforkuvinnslu. Útvinnu vegna frumrannsókna svæðis-



Komið hefur í ljós að víða er heits vatns von á hinum svonefndu „köldu“ svæðum hérlandis. Í Vík í Mýrdal var borað í þétt köld jarðög og gefur holan tæpa 2 l/s af rúmlega 40°C heitu vatni, sem nægir til hitunar á lítill sundlaug. Myndin sýnir jarðborinn Narfa og mælingabil Orkustofnar við holuna. Ljósm. 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 lok-ið og eru rannsóknarboranir næsta skref í rannsókn svæðisins.

- Yfirborðsrannsóknir á háhitasvæðinu 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 gagna frá grunnkortum í skala 1:20.000 af öllu svæðinu. Eins og sakir standa vantar tilfinnanlega tvö kortablöð. Jarðfræði-athuganir hafa sýnt að á svæðinu er mun eldra yfirborðsberg en áður var haldið. Einnig hefur fundist meiri jarðhitavirkni í suðaustur hluta svæðisins en vitað var um áður. Alls hafa nú verið mældar 85 TEM-mælingar á Torfajökulsþæði á síðastliðnum þrem árum. Úrvinnsla mælinga er skammt á veg komin og því ekki hægt að segja mikil um viðnámsdreifingu innan svæðisins. Einn sýnatökuleiðan-gur 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 verkpáttum 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 liggar 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 lítt í íslensku bergi. Móberg og súrt berg hefur að meðaltali hærra grop en basalthraun og basaltinnskot. Hins vegar er bergeðlismassi basalts hærri en móbergs og súrs bergs. Ummundun 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 hærri en annarra bergtegunda. Móberg er þannig sú bergerð sem hefur bæði hæst grop og hæsta lekt. Af þessu má ætla að móberg sé mjög heppilegt geymsluberg fyrir jarðhitakerfi. Hafnar eru viðræður við Tæknihá-skólan í Gautaborg og Jarðfræðastofnun Danmerkur um samvinnu-verk 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 háhitasvæðinu við Ölkelduháls. Hitaveita Reykjavíkur kostaði sjálfa kjarnatökuna, en Orkustofnun sér um mælingar á kjarnanum, úrvinnslu gagna og samanburð við aðrar mæliaðferðir. Komið hefur í ljós allgott samband milli mælinga á kjarna og borholumælinga í holunni sjálft. Reynt var að draga út völvu úr kjarnanum til þess að fá fram efnasamsetningu vökvans í berginu. Mjög lítið magn af vökvá náðist úr kjarnanum, þannig að efnagreining vökvans er ófullkominn. Gerð var ein mæling á stærðardreifingu grops, og kom þar í ljós að meðalstærð holrýmis í bergi var mjög lítil ($0,01\text{--}0,1 \mu\text{m}$), 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 hvernig 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 vinnslutilhgögn á háhitasvæðum. Í þessum verkþætti eru áhrif niðurdælingar athuguð á fræðilegan hátt. Sett er upp einfalt reiknlíkan fyrir háhitasvæði og viðbrögð jarðhitakerfisins reiknuð fyrir mismunandi gerð jarðhitakerfa og mismunandi tilhögnum 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 þréstingi í kerfinu. Í þannig vinnslu fæst betri nýting með því að dæla niður í jaðra kerfisins eða með tvíþolivinnslu frek- ar en að vera með jafna dreifingu á niðurdælingaholum og vinnsluhol- um. 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 háhitasvæða þarf



Viðnámsmælingar í Brennisteinsfjöllum gefa til kynna að flatarmál háhitasvæðisins á 500 m dýpi sé 15-20 km². Ætla má að orkugeta svæðisins sé nægjanleg til að standa undir 100 MW raforkuvinnslu. Ljósm. Oddur Sigurðsson.

The high temperature geothermal area in Brennisteinsfjöll just south of the city of Reykjavík is estimated 15-20 km² 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 jarðhitasvæðini 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 Skógun og á Ásólsfsskála. Í öllum tilvikum tókst að ná nokkrum sekúndulítrum af 40–60°C heitu vatni. Munu holurnar því standa undir þeiri vinnslu sem til var ætlast í upphafi borana auk þess sem orkan úr þeim verður verulega ódýrari en nú býost 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 liggar 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 viðnámssniðsmælingum til jarðhitaleitar við Reykjarnarhlíð í Austur-Fljótum og við Lísuholi á Snæfellsnesi til að leita að uppstreymi heits vatns á svæðunum. Á grundvelli þeirra var bent á hugsanleg borsvæði.

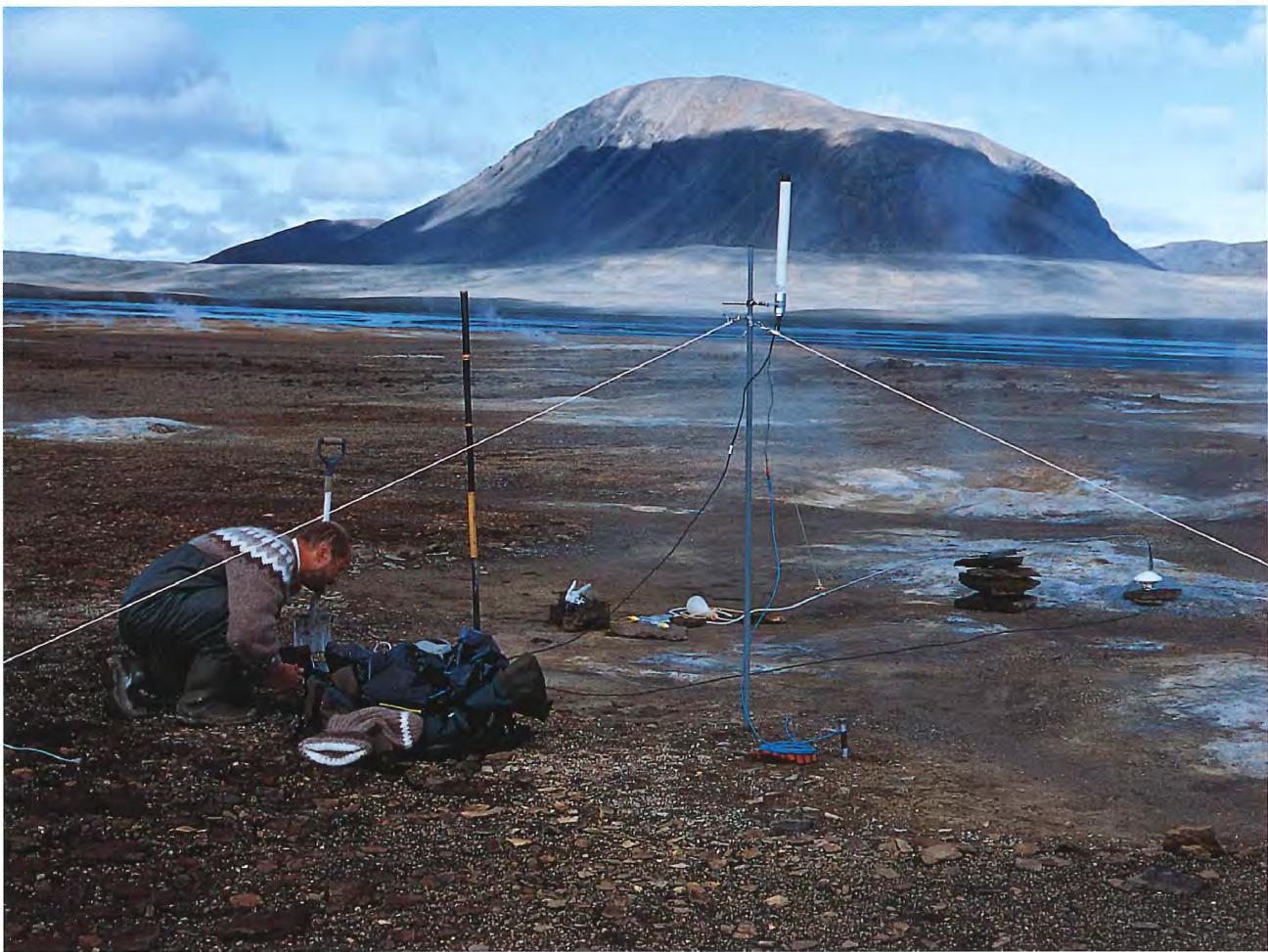
Leitað var að heitum vatnskerfum með TEM-viðnámsmælingum í Grafningi.

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

Könnun orkulinda á hafsbotni

Á svíði gagnavinnslu landgrunnsrannsókna 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 samrændu gagnasafni sem bekur svæðið allt að 500 km út frá landinu, og einnig sjálfst landið. Þyngdar-, dýptar- og segulkort af þessu svæði hafa verið teiknuð í lit til birtingar. Einig var hugað sérstaklega að vinnslu þessara gagna, ásamt vinnslu setlagamælinga, á og undan strönd Norðurlands.

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



Umfangsmikil sýnatökuferð var farin til að safna gasi og gufu á jarðhitasvæðinu í Koldukvíslarbotnum vegna áformra Landsvirkjunar um lónstæði þar, Hágöngumiðlun. Ljósm. Guðmundur Ómar Friðleifsson.

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

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

Könnun Jan Mayen-svæðisins hefur verið á dagskrá Orkustofnunar um árabil 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. Pessi rannsókn var unnin í samvinnu við Jarðskjálftastofnun við Hokkaido-háskóla í Japan, og Bergen Háskóla. Gerðar voru jarðsveiflumælingar með hljóðgjafa á skipi (loftbyssum) og hlustunarstöðvum á hafsbottini, en Japanarnir sérhæfa sig í þeim búnaði. Hér er um að ræða að ferð sem hentar vel á svæðum þar sem basalthraun og innskot 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 hafsbottinum 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.p. 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 hafsbottni víðfeðmt og flókið.

Nýjungar í orkurannsóknum

Próun jarðeðlisfræðilegra mælinga

- Haldið var áfram þróun og frágangi forrits til þrívíðra líkanreikninga fyrir TEM-viðnámsmælingar. Skriftuð 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 sjávarfallaleiðréttинга 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 aferða m.a. á greiningu á þungmálum og gasi og að því að setja upp greiningu á helstu málum í heitu og köldu vatni á ICP tæki í

sameign Orkustofnunar, löntæknistofnunar og Rannsóknastofnunar landbún-aðarins. 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 hlíðsjónum má túlka fyrir rannsóknir mælingar í nýju ljósi.

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

Fyrir Ísaga hf. var unnið að nýju fyrirkomulagi kolsýruvinnslu (fljótandi CO₂ sem unnið er úr hveraloftinu) að Hæðarendu 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 brýstings sem afmarkar útfelliingahættuna. Með þessum aðfeðum tókst að auka afköst verksmiðjunnar verulaga og er holan nú ekki fullnýtt. Gagnsófnanbúnaður 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 raflysingu í gróðurhúsum.

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

Fyrir Vegagerð ríkisins var unnið að jarðfræðirannsónum 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 þróðar á Orkustofnun fyrir íslenskar aðstæður og eru í notkun viða 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 áförmáð er að virkja til raforkuframleiðslu á næstu árum.

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

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

Gagnavarsla

Á undanförnum árum hefur verið gert stórtak 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 á móta vegalengd og loftlinan fram og til baka milli Reykjavíkur og Neskaupstaðar. Fjöldi skráðra borholumælinga (hver mæliferð í holu) í gagnagrunnunum er yfir 14.000 en heldarlengd þeirra er næstir 9.000 km. Þetta sem samsvarar fjarlægðinni frá Reykjavík til Rio de Janeiro. Tölugildi borholumælinganna eru geymd á hörðum diskum. Þó eru allar hitamælingar grisjaðar og geymdar beint í gagnagrunnunum. 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 halddi áfram að þróa gagnagrunnkerfið. 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 sautjánda sinn 5. maí 1996. Þetta árið voru nemendur fleiri en nokkuð sinni fyrr eða sex-tán frá tíu löndum og komu frá Egyptalandi (1), El Salvador (2), Filipseyjum (3), Indónesíu (2), Jórdaníu (1), Kenya (1), Kína (2), Nepal (1), Rúmeníu (2), og Uganda (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 þjálfa fjóra nemendur frá Grikklandi á kostnað sjóðsins árin 1995-1996.

Skólastarfsemin var mjög blómleg á árinu. Kennslan var einkum í höndum sérfræðinga Jarðhitadeilda Orkustofnunar, en einnig sérfræðinga frá Háskóla Íslands og verkfræðistofnum Rafhönnun hf, Vatnaskil hf, og Verkfræðistofu Árna Gunnarssonar í Reykjavík. Árlegur gestafyrirlesari Jarðhitaskóla 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 skólan. Þeir hafa skipst á heimsálfur sem hér segir: Asía 45%, Afríka 26%, Latneska Ameríka 15% og Austur-Evrópa 14%. Auk þess hafa yfir fimmtíu manns komið í stytri 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 Jarðhitaskóla (af 147 sem þá höfðu útskrifast) frá 17 löndum meðal þátttakenda.

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

ar starfsemi Sameinuðu þjóðanna. Verðlaunin eru veitt árlega fimm einstaklingum, einum úr hverjum heims hluta: Afríku, Asíu, Rómönsku-Ameríku, Arabalöndunum-Indlandi, og N-Ameríku-Evrópu. Tilnefningar um verðlaunabega koma frá sérstofnunum Sameinuðu þjóðanna. Alþjóðleg dómnefnd velur verðlaunaþegana. Verðlaunin eru veitt vísindamönnum sem með starfi sínu hafa haft alþjóðlega forystu um stuðning við hin yámsu markmið Sameinuðu þjóðanna varðandi frið og þróunaraðstoð. Auk Ingvarss Birgis hlutu verðlaunin á þessu ári: Dr. Jyoti K. Parikh, prófessor við Indiru Gandhi Prónarmálastofnunina í Bombay (Indlandi), Dr. Shigeru Suganami, forseti Læknasamtaka Asíu í Okayama (Japan), Dr. Maurice Tchuente, aðstoðarrektor 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, Filipseyja, 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. Fjárramlög 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 málins. 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 nokku sinni áður, frá 11 löndum: El Salvador, Kína, Filipseyjum, 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, Romania, 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 vinstrí) 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 Orku-rannsóknaneftnd á vegum Norrænu ráð-herranefndarinnar; annan í Stokkhólmi í maí en hinn í Reykjavík í september. Hann sótti alþjóðlega jarðhitaráðstefnu í Flórens í maí; einn fund í Framkvæmdaráði NOR-DEL í Gautaborg í ágúst og ársfund sam-takanna í Reykjavík, einnig í ágúst. Loks sótti orkumálastjóri 16. þing Alþjóðlega orkuráðsins (WEC) í Tókió í október og í tengslum við þingið fund í Framkvæmda-samkundi orkuráðsins. Í sömu ferð heim-sótti hann aðalstöðvar Háskóla Sameinuðu þjóðanna í Tókió og undirritaði þar nýjan samning um samstarf HSP og Orkustof-nunar, 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; end-urskoðun ESB á þeim á rannsóknártímanum og kostnaðaruppgjör slíksra verkefna.

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

Forstjóri Jarðhitadeilda sótti 5 fundi í undir-búningsneftnd alþjóðlegu jarðhitaráðstefnunnar 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 jarðfræði-stofnana í Evrópu í Dublin í september.

Forstöðumaður Jarðhitaskólans sótti stjórnarfundi Alþjóða jarðhitasambandsins í janúar og nóvember og stjórnarfund í Evrópu-deild sambandsins í mars. Í tengslum við janúarfundinn sat hann fund í undirbúnings-neftnd Alþjóðlegu jarðhitaráðstefnunnar í Flórens og að hluta jarðhitaráðstefnu við Stanford-háskóla. Í tengslum við marsfun-dinn sótti einnig hann fund í undirbúnings-neftnd Alþjóðlegu jarðhitaráðstefnunnar, og í tengslum við nóvemberfundinn, sem var haldinn á Nýja Sjálandi, flutti hann erindi á vinnufund þar um jarðhita, heimsótti skrif-stofu Alþjóða jarðhitasambandsins í Wair-akei 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 undirbúningsneftnd hennar þar rétt á undan henni og lokafund nefndarinnar í júlí. Í september fór hann til Tókió til að taka á móti Boutros Ghali verð-launum 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 Tókió, og heimsækja New Energy and Industrial Development Organisation í Tókió. Loks fór hann til Ápenu í apríl til að ganga frá samningum um þjálfun grískra sérfræðinga í Jarðhitaskólunum.

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

Sjö aðrir sérfræðingar Jarðhitadeilda en þegar eru nefndir sótti Alþjóðlegu jarðhitaráðstefnuna í Flórens í maí og fluttu þar er-indi. Einn sérfræðingur fór til Brussel í mars vegna styrkumsóknar til ESB; annar sótti í júlí útlutunarfund 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 Jarðhitadeilda vinnufund í maí í Berkeley, Kaliforníu, um herimreiknforrit sem notuð eru m.a. á Orkustofnun við eftirlíkingar á rekstri jarðhitasvæða; annar ráðstefnu í júlí í Boulder, Colorado, um jarðhitaleit með jarð-eðlisfræðilegum aðferðum, þar sem hann flutti erindi, og hinn þriðji ráðstefnu í ágúst í Vladivostok, Rússlandi, þar sem hann flutti tvö erindi.

Einn sérfræðingur Jarðhitadeilda var í fjög-urra mánaða endurmenntunarleyfi á árinu í Eugene, Oregon, Bandaríkjunum.

Forstjóri Vatnsorkudeilda sótti tvo fundi forstjóra norrænna vatnafræðistofnana, annan í febrúarí Silkeborg, og sat þá ráðstefnu á sama stað um greiningu ávinnings og kostnaðar af vatnamælingum; hinn í október í Oslo, og tók í tengslum við þann fund þátt í hátið í tilefni af 100 ára afmæli norsku vatnamælinganna. Hann sótti vinnufund í Stokkhólmi í maí um orkusílvikrni á raforkumörkuðum í samkeppnismunhverfi sem haldinn var á vegum norrænu ráðherranefndarinnar og sat ársfund Alþjóðanefndarinnar um stórar stíflur í Oslo 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 Helsinki í norrænni samræmingarneftnd 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 nýrra öld. Loks tók hann þátt í 100 ára afmæli norsku vatnamælinganna í Oslo í október sem fulltrúi Norræna vatnafræðifélagsins.

Einn sérfræðingur Vatnamælinga sótti tvo fundi í verkefnisstjórn norræna samstarf-sverkefnisins „Loftslagsbreytingar og orku-vinnsla“; annan í febrúar í Hróarskeldu en hinn í október í Oslo. 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 niðurtsöður þessa norræna verkefnisins. Loks sótti hann fund í norrænni samræmingarneftnd 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 efnid. 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 samnorraðu verkefni um loftslagsbreytingar og orku-vinnslu 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 slíksra kerfa víðsvegar um heim. Annar sérfræðingur Vatnsorkudeilda sótti í maí í Kaupmannahöfn fund í Tæknineftnd Alþjóða jarðtæknisambandsins; fundi í stjórn Evrópska jarðtæknifélagsins og Alþjóða jarðtæknisambandsins sem voru haldnir á sama stað. Loks dvaldi einn sérfræðingur Vatnsorkudeildar í mánaðartíma við rannsóknir í Uppsöldum á gjósku- og geislakolstímatali í íslenskri jarðfræði. Ferðakostnaður og upphald var greitt af ýmsum styrkjum en Orkustofnun greiddi laun sérfræðingsins meðan á henni stóð.

VATNSORKURANNSÓKNIR

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 fólginn 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 svíðssýnum 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 fjarlægari framtíð. Í þeim undirbúningsrannsóknum sem eru nauðsynlegur undanfari virkjunar þarf að byggja á nákvæmum landslagskortum, vitneskjum um rennsli og rennsliseigineleika vatnafalla, þekkingu á jarðfræði og umhverfismálum. Af þessum grundvallar upplýsingum hefur rennsli vatnafalla þá sérstöðu að vera breytilegt milli ára. Sá breytileiki ákvarðar orkuvinnslu virkjana og því er nauðsynlegt að mælingar á rennsli nái yfir sem lengst-an 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 svíðssýna fyrir hugsanlegan raforkumarkað. Sú athugun var kynnt á ársfundi 1995. Samtals gerir þessi uppbygging ráð fyrir nýjum virkjunum með um 16.000 GWh ársorkugu. 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 ársorkugu.

Rannsóknir einstakra virkjunarsvæða

Skaftárveita

Fram var haldið athugunum á því að veita jöklafrennsli Skaftár um Langasjó til Tungnaár og virkja það þar. Sú tilhögun er talin verða mun hagkvæmari en virkjun árinnar 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 nákvæm né nógum samfelld. Einnig var unnið að samanburðar rennslismælingum og gerð rennslislíkans.

Hraunavirkjun

Eftir sumarið lágu fyrir mælingar á afrennslí Hraunahálendis til 5 ára, en lengri raðir eru til í 5 ám á láglendi. Niðurstöður benda til að hagkvæmast verði að sameina Fljótsdalsvirkjun 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 þekja bergkorta af stórum hluta Hrauna, frá Fljótsdal til Suðurfjarða. Tölvuunnin voru opnu- og þekjkort af svæðunum sem kortlögð voru á síðustu tveimur árum. Auk þess var unnið að nákvæminiskorti af berglögum í Víðivallahálsi 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 létt 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 dökkráan 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 gögnum frá Austurbug út Nýjabæjarfjall, með veituinntökum úr þverám sem falla til árinna í Austurdal, niður að fyrirhuguðu inntakslóni Villinganessvirkjunar (um 1200 GWh/ári, skv. mjög lauslegri athugun). Það stuðlar mjög að hagkvæmni hennar, að megininnrennsli í þverárnar er ofan u.p.b. 700 m h.y.s. Gerð rennslisraðar fyrir virkjunina er að mestu lokið, sem og yfirlitsjárfraðíkortalgningu af gangaleiðinni sem er um 40 km. Teiknum korta í mælikvarða 1:25.000 er lokið. Haldið var áfram bergkortlagningu, einkum í dólum 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 ræða 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 jökluvatn 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 virkjanaáætlunar, 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 Príhyrningsdals, vegna mögulegra jarðganga úr Arnardal til Jökulsá á Dal. Aukið var aðeins við setkortlagningu og könnun á vatnajarðfræði. Byrjað var á að tölvutaka bergkort af svæðinu frá Krepputungu um Fjallgarða til Brúardala. Á vegum Landsvirkjunar og lónaðarráðuneytisins 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 Ísahólsvatns.

Vatnamælingar

Sígandi lukka er best

Það liggur í eðli vatnafarsins, að vatnamælingar þarf að stunda með nokkuð jöfnum hætti og til langa tíma. Rennslið 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 föng eru til.

Í upphafi árs 1995 hittust starfsmenn Vatnamælinga á málþingi til að gera úttekt á stöðu mála og leggja línlundir fyrir framtíðina. Meðal þeirra hugmynda sem þar var velt upp, var að gefa út reglulegt fréttabréf um vatnafarið á landsvísu. Þess má vænta að slíkt fréttabréf sjá dagsins ljós á árinu 1996, bæði í prentuðu formi undir vinnuheitinu Áráttan (sbr. Veðrátta) 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 þarfnað 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 vinstrí, en nú er horft til NA inn til Vatnajökuls. Meginhluti myndarinnar sýnir Eldhraunið frá 1783 þakið ósnorthnum 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 leðjunni, sem sést á myndinni til vinstrí. Fögrufjöll eru lengst til vinstrí. 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 m³/s. Við hámark flóðsins nöttina áður var vatnshæð 70 cm meiri og rennsli í námunda við 1100 m³/s. Neðri myndin var tekin 14. september 1995, en rennsli var þá 61 m³/s. Meðalrennsli undanfarinna 40 ára er í september 78 m³/s. Ljósm. 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 rennslisraðir til rekstrareftirlíkinga. Þegar reiknuð er hagkvæmni nýrra virkjana, er beitt þeiri aðferð að gera fyrst rekstrareftirlíkingu af núverandi raforkukerfi, og síðan af sama kerfi að viðbættri þeiri 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 rennslisraðir við hvern virkjunarstað, sem standa á grunni vatnamælinga þar eða á nærliggjandi stöðum. Til að gæta vandaðra vinnubragða við gerð og notkun rennslisraða til rekstrareftirlíkinga hafa Landsvirkjun og Orkustofnun með sér samstarf í Rennslisgagnanefnd, sem skipuð er

sérfræðingum þeirra á svíði vatnfræði. Undanfarið hefur verið byggt á rennslisröðum áranna 1950-88 við rekstrareftirlíkingar, en ákveðið var síðla árs 1995 að nú skyldi bætt 5-6 árum við raðirnar og eldri gögn jafnframt endurskoðuð eftir fönnum.

Vatnshæðarmælar

Settir voru upp tveir vatnshæðarmælar í samvinnu við Landsvirkjun, annar í Reykjará á Brúaröræfum, ofan Jökulsár á Dal, og hinn í Skarðsá við Núpaskot, ofan Jökulsá 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 Mjólkárvirkjunar. Undanfarinn áratug hefur verið í gangi endurskoðun mælakerfisins. Bæði hafa bæði verið settir upp nýir mælar og aðrir lagðir niður, og þannig reynt að bregðast við breyttum áherslum og hafa jafnframtíð reynsluna að leiðarljósi. Áætlæð 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 gifurlegir 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 mælistastað. Reynt er að fá góða dreifingu mælinga á lykilinn, 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 hlíðstæðar mælingar. Þannig urðu umtalsverðar endurbætur á mati hárennslis við 26 vatnshæðarmæla á árinu 1995.

Gagnabanki

Áfram var haldið forritun nýs **GAGNAVINNSSLUKERFIS** fyrir vatnamælingar LandsVirkjunar og **ORKUSTOFNUNAR** (GALVOS), og var m.a. prófuð til-

raunaútgáfa af þeim hluta kerfisins sem lýtur að vinsslu frumgagna. Hliðlægar upplýsingar svo sem um mælistærri og mælakerfið sjálft 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

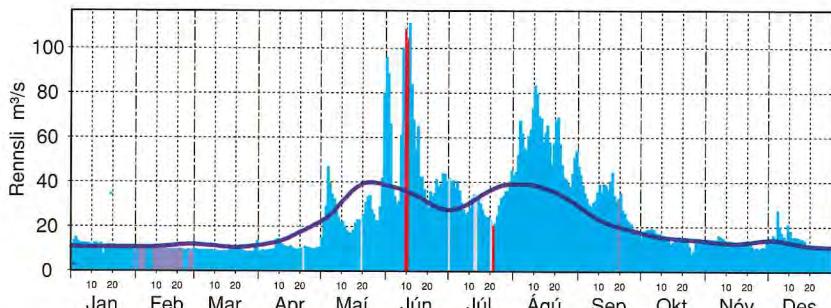
Hleypt var af stokkunum samvinnuvekfini með Landmælingum Íslands á sviði landfræðilegra upplýsingakerfa, þar sem Landmælingar lögðu fram vatnagrunn sinn af kortum í mælikvarða 1:250.000, en Orkustofnun lagði fram skrá sína um vatnsföll og stöðuvötn, ásamt vinnu við að tengja þessar upplýsingar saman. Báðir aðillar, 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 leysingasumar. Jafnframt snjóaði nú minna á jöklum en dæmi eru um áður. Munaði þar samt ekki miklu á Hofsjökli, en á Prándarjökli var ákoman rúmlega briðjungi minni en meðaltal fjögurra ára þar á undan, og fimmungi minni á Eyjabakkajökli. Niðurstaðan er sú, að allir mældir jöklar rýrnuðu umtalsvert á árinu 1995, eða um 1/2 til 1 m að jafnaði. Þetta hefur skilað sér sem rennslisaukning í árnar. Til dæmis skilar viðbótarframlag jöklusins þetta árið um tuttugasta hluta af heildarrennslí Jökulsár í Fljótsdal við Eyjabakka, tíunda hluta af Þjórsá við Dyrhólaey og hátt í fimmungi af Vestari-Jökulsá í Skagafirði við Skiptabakka.

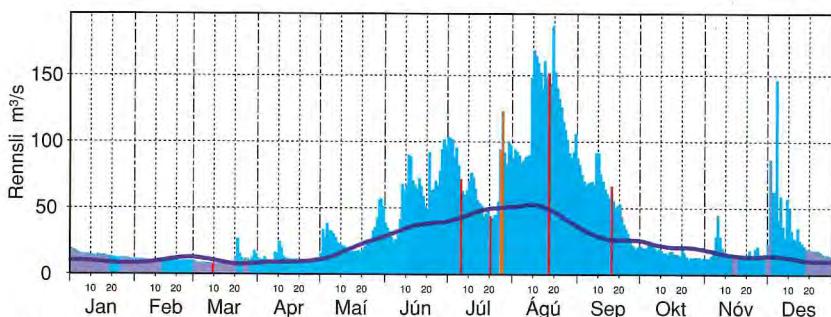
Skaftárhlaup 1995

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 GI. Ljóst er að nú hafa runnið fram a.m.k. 384 GI hlaupvatns. Eftir að hlaupinu 1991 lauk hafa því komið fram meira en 480 GI frá stærri (eystri)



Mikil vorflóð voru á Norður- og Austurlandi 1995. Hér sést rennslisferill Vestari-Jökulsá í Skagafirði 1995, við brú hjá Goðdolum. Þar voru gerðar rennslismælingar 10. og 11. júní, við mestu rennslí sem mælst hefur í ánni fram að þessu með straumhraðamæli. Mest mældist rennslíð 337 m³/s 10. júní, en meðalrennslí dagsins var 109 m³/s. Skýringar við myndina eru þær sömu og við mynd frá Djúpá, að því viðbættu, að gráar súlur eiga við daga þar sem rennslí 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 m³/s was measured.



Hér sést rennslisferill Djúpár í Fljótshverfi 1995. Í Djúpá kom hlaupskvætta úr Skaftárkötum dagana 26. og 27. júlí. Í rennslismælingu 18. ágúst var um að ræða mestu rennslí sem mælst hefur fram að þessu með straumhraðamæli í Djúpá, 159 m³/s, en meðalrennslí þess dags var 152 m³/s. Skýringar: Blátt er mælt dagsmeðalrennslí án athugasemda, fjólublátt þar sem þurft hefur að leiðréttu vatnshæðina vegna ístruflana, brúnt sýnir daga með hlauprennslí og rautt daga þegar rennslismæling hefur farið fram. Með fylgir dökkblálar ferill langtímaðalrennslis 1976-90.

The discharge curve of river Djúpá in Fljótshverfi area, South Iceland, for 1995. On August 18 a peak flow of 159 m³/s was recorded. Headwater spilling over into river Djúpá 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

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

Yfirlit yfir stór hlaup í Skaftá 1970 – 1995

Ár	Tímabil	Rúmmál GI	Tími frá síðasta stóra hlaupi	Söfnun GI/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 þyrlu. Stóra-Eyjavatn er stærst vatna á Glámuhálandinu. Miðlunarmöguleikar úr skál þess eru lykilatriði fyrir allar stærstu virkjunarhugmyndir á Glámusvæðinu. Meðalrennsli er $0,84 \text{ m}^3/\text{s}$, 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 grunnstöðvanetinu frá 1993. Um þriðjungur stöðvanna



Myndin er tekin eftst á hveli Hofsjökuls í um 1800 m hæð yfir sjó. Á vorin er grafið í nýja snjólagið á jöklinum til að mæla rúmpyngd 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 meðalrúmpyngd 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 þríhyrningapunktar í mælinetum Orkustofnunar. Nú er útlit fyrir að virk þátttaka Orkustofnunar í gervitungamælingum 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.

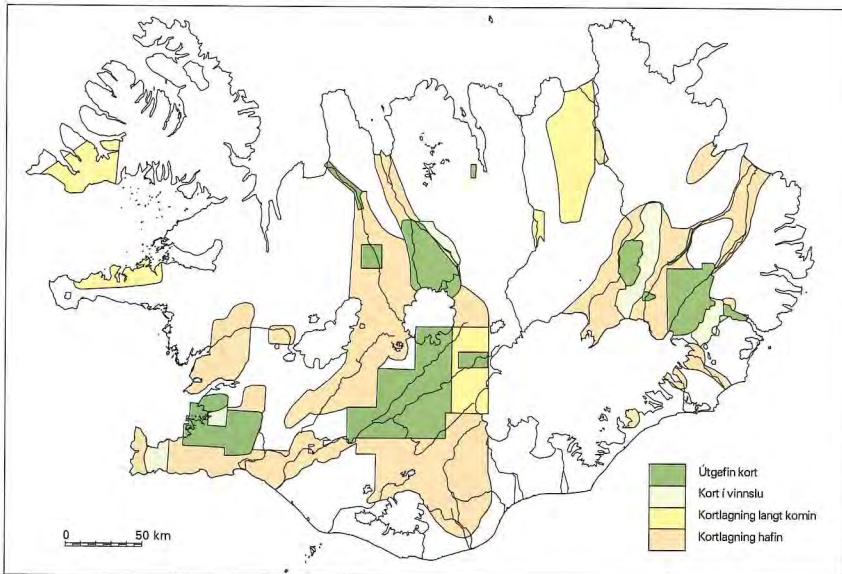
Jarðfræðikortlagning

Unnið var að jarðfræðikortlagningu á vatnsviðum og virkjunarsvæðum nokkurra meginfallvatna: Jökulsár vestari og Jökulsár austari í Skagafirði, Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal, Hraunavatna og Skáftár. Auk þess var unnið að jarðfræðikortlagningu fyrir aðra aðila: Á Höfuðborgarsvæðinu og á svæði fyrirhugaðrar Há-göngumiðlunar. Unnið var að tölverð 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 tölву. 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 tölvuunni og gefin út kort, sem kortlögð voru af Jarðhitadeild Orkustofnunar og unnin fyrir Hitaveitu Reykjavíkur, bergkort í 1:50.000 af Hengilssvæðinu (töluvunnið) og jarðhitakort í 1:25.000 af Hengli – Hveragerði (tölувunnið). Öll kortin eru gefin út í samvinnu við Landmælingar Íslands.

Grunnvatnsrannsóknir

Kannað var grunnvatnsfar og vatnjarðfræði og tekin vatnssýni og efna-greind af eftirtoldun vatnsviðum meginfallvatna og virkjunarsvæðum: Jökulsá vestari í Skagafirði og Eyrindarstaðaheiði, Fjallgarðar og víðar um Norðausturland, Skaftárvæði. Beitt var mikil 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 þessarra 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 grunnvatnsvæðinu upp af Selvogi og í utanverðu Ölfusi (fyrir Ölfushrepp).



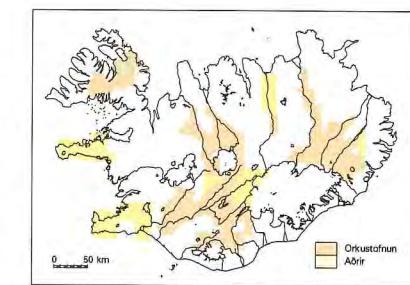
Á Orkustofnun hefur frá upphafi verið unnið að jarðfræðikortlagningu og jarðfræðikortagerð viða um land vegna nýtingar vatnsafls og jarðhita. Vatnsorkudeild beitti sér fyrir því að um og upp úr 1980 var farið að samræma kortastaðla á bessu svíði hér á landi í mælikvörum 1:100.000, 1:50.000 og 1:25.000. Kortin sem deildin vinnur eru brennis konar: Berggrunnsskort, jarðgrunnsskort 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 fjölbreyttu framsettingu kortanna mögulega og til er orðinn umtalsverður gagnagrunnur. Myndin hér að ofan sýnir stöðu jarðfræðikorttaútgáfu og jarðfræðikortlagningar á Orkustofnun, en Jarðhitadeild standar einnig verulega kortagerð eftir staðlinum, einkum berggrunnsskort. Litla kortið sýnir grunnkort af landinu sem til eru með 5 m hæðarlínum.

Á árunum 1994–1995 var haft samstarf við háskólann í Kiel í Þýskalandi um grunnvatnsrannsóknir (lokaprósverkefni) 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.

Pjónusturannsóknir

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



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.

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

Eldhraunsvötn

Vegna rannsókna í Eldhrauni fyrir Vegagerð ríkisins, Landgræðslu ríkisins og Skaftárrepp 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 Skaftárrepps. Rannsóknir þessar voru unnar í samvinnu við heimamenn og fela einkum í sér síritanir á vatnsföllum og rennslismælingar, lindamælingar og efnagreiningar á klóríði og súlfati. Stórt hlaup kom í Skaftá í júlílok og var rannsóknum á áhrifum þess hagað í samræmi við reynslu af hlaupinu í ágúst 1994. Í ljós hefur komið, að uppruni lindavatnsins er fjölbættur, en ástand þess er sums staðar háð árstíðasveiflum og veðurfari, en hugsanlega eru varanlegar breytingar að verða á vatnafarini vegna þéttigar af völdum Skaftárhlaupanna.

Pingvallavatnssvæðið

Unnið var að forkönnun á grunnvatnssæstæðum og vatnajarðfræði á vatnsviði Þingvallavatns á vegum Landsvirkjunar. Austurmörk grunnvatnssvöönsins eru enn þá óljós en afmörkun þess að norðan, undir Langjökli, verður að býda íssjármælinga á jöklinum.

Hágöngumiðlun

Unnið var að nákvæmri berggrunnskortlagningu og byggingarefnisleit á svæði fyrirhugaðrar Hágöngumiðlunar á vegum Landsvirkjunar. Samhliða var veitt þjónusta við Öræfaskóla 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, Rafmagnsveitir ríkisins, Samtök sveitarfélaga o.fl.

Fallmælt var yfir Hellishleiði fyrir Hitaveitu Reykjavíkur og komu þá í ljós ótvíræðar landhæðarbreytingar frá því síðast 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. Þáttakendur voru rúmlega 70 og komu frá sjö löndum. Kynntar voru sérstaklega afleidningar mögulegra veðurfarsbreytinga af mannavöldum fyrir vatnafar Á Íslandi, og kom m.a. fram, að stórfelldust gætu slík áhrif orðið fyrir afkomu jöklar og rennsli í jökulám. Miðað við hlýnum 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 smiðshöggjöld á skýrslu norræns vinnuhóps um vatnамælingakerfi, og hafið var starf undir forstu 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 mikilvægarí en menn höfðu gert sér grein fyrir til þessa, sem undirstrikkar enn árangurinn í mælingu hárennslis 1995. Loks ber að nefna starf með Norræna vatnafræðifélagnu, 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 falið forystuhlutverk í félagnu 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.

STARFSMANNAFELAG ORKUSTOFNUNAR

Starfsmannafélag Orkustofnunar (SOS) skal, samkvæmt lögum þess, gæta hagsmunu 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 hagsmunamálum og sjónarmiðum starfsmanna.

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

Rekstur Ossabæjar, sumarhúss félagsins í Biskupstungum, gekk vel á árinu. Auk vikuvalrar 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 sér fyrir hendur bæði hér-lendis og erlendis.

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 burfti ekki á þeim að halda. Gat SOS nýtt 5 vikur til orlofsvalar fyrir starfsmenn. Vonandi verður unnt að halda þessari starfsemi áfram.

Yfir vetrarmánuðina kom innanhússblaðið 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 hér-lendis og erlendis.

Snemma hausta 1995 tók til starfa á vegum lõnaðar- og viðskiptaráðuneytisins, nefnd til að fjalla um starfsemi Orkustofnunar og lõntæknistofnunar. 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. Ljósm. Fríður 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.

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



Sýntaka úr heitri laug í Nauthaga við Hofsjökul. Ljósm. 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 vísingamönnum sem með starfi sínu hafa haft forystu alþjóðlega um stuðning við hin yámsu markmið Sameinuðu þjóðanna um frið og þróunaraðstoð. Á myndinni eru verðlaunahafarnir árið 1995 (frá vinstrí): Dr. Ingvar Birgir Friðleifsson, forstoðumaður Jarðhitaskóla HSþ, Dr. Jose Galizia Tundisi, forseti Vísinda- og tækniráðs Brasilíu, Dr. Jyoti K. Parikh, prófessor við Indiru Gandhi Próunarmálastofnunina í Bombay, Indlandi, Dr. Maurice Tchuente, aðstoðarrektor Háskólangs í Yaounde, Kamerún, og Dr. Shigeru Saganami, 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 km², 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 Selfossveitur 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 aquisition 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. Ljósm. 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 layout 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, Efri-Þjórsá, 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 Tungnaárfjöll and Þjórsárfjöll and Sylgjúfjöll 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. Dagskrá og erindi. OS-95010. Mars.

Orkubúskapur

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

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

Orkuspánefnd, 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 Steinþrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Grímur Björnsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Jósef Hölmjárn, Ómar Sigurðsson, Sigurður Benediktsson og Sverrir Pórhallsson, 1994. Ölkelduhállsvæði. Hola ÖJ-1, 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 781 m í 1035 m. OS-95007/JHD-05 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Febrúar.

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steinþrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Guðlaugur Hermannsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Jósef Hölmjárn, Ómar Sigurðsson og Sigurður Benediktsson, 1994. Ölkelduhállsvæði. Hola ÖJ-1, 2. áfangi: Borun fyrir 9 5/8" vinnsluföldingu 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. Forðafræðistúlar. Söfnun sýna. Áfangaskýrsla um samvinnuver Hitaveitu Reykjavíkur, Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar. OS-95017/JHD-11 B. Apríl.

Benedikt Steinþrímsson og Grímur Björnsson, 1995. Boruholumælingar í Kröflu og Bjarnarflagi árið 1994. OS-95024/JHD-17 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. Mai.

Grímur Björnsson og Benedikt Steinþrímsson, 1995. Hitálíkan af Reykjavarðunum í Mosfellsbæ. OS-95016/JHD-02. Samvinnuverkefni Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar. Mars.

Grímur Björnsson og Benedikt Steinþrímsson, 1995. Boruholumælingar í Kröflu og Bjarnarflagi vorið 1995. OS-95039/JHD-24 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. Júlí.

Grímur Björnsson, Benedikt Steinþrímsson og Guðlaugur Hermannsson, 1995. Boruholumælingar 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 Sauðárkrúks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1994. OS-95022/JHD-15 B. Unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkrúks. Mai.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1995. Hitaveita Egilsstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Urríðavatn 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 Ólafsfirðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1994. OS-95021/JHD-14 B. Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfirðar. Maí.

Guðrún Sverrisdóttir, 1995. Neskaupstaður. Efnasamsetn-

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, Kaliforniú og Vancouver, Washington. OS-95045/JHD-29 B. September.

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

Helgi Torfason, Guðni Axelsson og Jens Tómasson, 1995. Rannsóknarboranir á Laugarbökum veturnn 1994-1995. OS-95019/JHD-03. Unnið fyrir Selfossveitur. April.

Helgi Torfason (Orkustofnun) og Halldór Torfason (Borgarverkfræðingi), 1995. Borgarskipulag Reykjavíkur. Athuganir á brotalinum milli Rauðavatns og Elliðavatns. OS-95032/JHD-21 B. Júní.

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

Hrefna Kristmannsdóttir, 1995. Hitaveita Hríseyjar. Efna-eftirlit 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 Rangæringa. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. OS-95063/JHD-42 B. Unnið fyrir Hitaveitu Rangæringa. Desember.

Hrefna Kristmannsdóttir, Helgi Torfason, Magnús Ólafsson, Hjálmar Eysteinsson, Knútur Árnason, Benedikt Steinþrímsson og Ásgrímur Guðmundsson, 1995. Umhverfisrannsóknir á þeim háhitasvæðum sem næst standa virkjun vegna stóriðjuáforma. OS-95058/JHD-38 B. Desember.

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

Hrefna Kristmannsdóttir, Hilmar Sigvaldason og Sverrir Pórhallsson, 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 súlfit og sulfíði 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. TEM-viðnámsmælingar í austanverðum Grafningi. OS-95054/JHD-35 B. Unnið fyrir Grafningshepp. Nóvember.

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

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

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

Magnús Á. Sígeirsson, Kristján H. Sigurðsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1995. Mælingar á brennisteinsgösum í andrúmslofti. Styrkur brennisteinsvetsnir og brennisteinsdixið við Svartsengi og Kröflu. Samvinnuvek Orkustofnar, Hitaveitu Suðurnesja og Landsvirkjunar. OS-95025/JHD-18 B. Mai.

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

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

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

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

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

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

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

Ragna Karlssdóttir, 1995. Viðnámssniðsmælingar að Reykjrahóli í Austur-Fjótum. OS-95052/JHD-33 B. Unnið fyrir Holtshrepp og Rafmagnsveitir ríkisins. Nóvember.

Ragna Karlssdóttir, 1995. Viðnámssniðsmælingar Lýsuholí 1995. OS-95062/JHD-41 B. Unnið fyrir Rafmagnsveitir ríkisins og Snæfellsbæ. Desember.

Sigurður Benediktsson BENE hf, 1995. Borholur á Krýsuvíkursvæði 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. Upp takagreining smásíkjálta á Nesjavöllum í ársþryjun 1995. OS-95034/JHD-05. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Júní.

Trausti Hauksson (Kemia sf) og Sverrir Þórhallsson (OS), 1995. Kísilutfellingar úr jarðsóji. Áhrif þéttivatnsíblöndunar á magn og hráða kísilutfellinga í Íðurstreyri. Skýrsla um ñiðurstöður tilrauna í Svartsengi 1994. OS-95011/JHD-01. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Febrúar.

Verkfræðistofan Vatnaskil hf, 1995. Vatnsveita Suðurnesja. Vinnslueftirlit með vatnstökum á Lágavsvæði árið 1994. OS-95018/JHD-12 B. Unnið fyrir Vatnsveita 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 Þórólfr H. Hafstað, 1995. Nýjabærjarfell. Drög að jarðfræðikorti. OS-95033/VOD-06 B. Júní.

Árni Hjartarson og Þórólfr H. Hafstað, 1995. Sviðinhornahraun. Berggrunnskort vegna Hraunavirkjunar. OS-95003/VOD-02 B. Mars.

Bjarni Kristinsson, 1995. Orkubú Vestjárða. Yfirlit fyrir starfsemi Vatnhamælinga á Vestfjörðum árin 1985 til 1994. OS-95002/VOD-01 B. Janúar.

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

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

Gunnar Þorbergsson og Guðmundur H. Vigfússon, 1995. Nesjavallaveita. Fallmælingar á Helliseiði og í Kómbum 1995. OS-95049/VOD-07 B. Samvinnuvek Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnar. Október.

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

Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinsson, 1995. Grðúrfar við Folavatn austan Eyjabakka. Skýrsla unnið fyrir Orkustofnun af Náttúrufræðistofnun Íslands. OS-95038/VOD-01. Júní.

Kristinn Einarsson, 1995. Rennslislaðir til rekstrareftirlíkinga samþykkta af Rennslisgagnanefnd 1984-94. OS-95051/VOD-08 B. Nóvember.

Sigfinnur Snorrason og Páll Jónsson, 1995. Rennslismælingar með litarefninu rhodamin WT hérlandis. OS-95028/VOD-05 B. Juní.

Jarðfræðikort

Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson 1995: Vatnafarskort, Vífilsfell 1613 III-SA-V, 1:25.000, Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjörðarbar, Garðabær, Kópavogsbaer, Seltjarnarnes og Reykjavíkurborg.

Skúli Vikingsson, Jón Eiríksson, Árni Hjartarson, Hreggvíður Norðdahl, Haukur Jóhannesson, Kristján Sæmundsson og Helgi Þorfason 1995: Jarðgrunnskort, Elliðavatn 1613/III SV-J, 1:25.000, Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjörðarbar, Garðabær, Kópavogsbaer, 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 Tanggu 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, Krisuvík, 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 Berlin 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 Sudurhlíðar 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 Maríusson, 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 i Nesfjalli við Norðfjörð. Eyjar í eldhafi. Afmælisrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi 85 ára 3 okt., 1995: 49-52

Árni Hjartarson, 1995. Á Hekluslöðum. 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., Griesshaber, 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. Próun raforku- markarðar og nauðsynlegar orkuurannsóknir. Erindi flutt á ársfundi Orkustofnar: 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, Eyjafjordur, 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 Þórólfr H. Hafstað, 1995. Vinnsla á köldu vatni úr gömlu bergi. Erindi flutt á 15. aðalfundi SÍH, Hveragerði, 24. og 25. apríl 1995, 14 s.

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

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Jón Eiríksson, Haflidi 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 Jóhannesson, 1995. Very low-temperature geothermal utilization in fish farming in Iceland – A case history from the Sifurstjarnar Ltd, Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 2299-2304.
- Guðmundur Pálason, 1995. Jarðfræðistofnanir í nágrannalöndunum. Eyjar í eldhafi. Afmælisrit 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 hafssboðsboranir – hvorju skilar þáttaka? Ágrip. Vorrásteina Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 24-25.
- Hákon Ádalsteinsson, 1995. Helstu umverfisáhraf af virkjum Jökulsánnar 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 Lagarfljóti. 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 Ölfuss. Ágrip. Vorrásteina 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. Vorrásteina Jarðfræðafélags Íslands, 12. apríl 1995: 33-34.
- Helgi Torfason, 1995. Strokkur. Eyjar í eldhafi. Afmælisrit 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 súrefnissamsætuhlutföll í jarðhitakerfum á Reykjaneskaga – áhrif hvörfunar vatns og lagsilikata. Ágrip. Vorrásteina Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 36-37.
- Ingibjörg Kaldal, Elsa G. Vilmandardóttir og Guðrún Larsen, 1995. Súr gjóska í vatnaseti að fjallabaki. Ágrip. Vorrásteina Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 39-41.
- Ingvar Birgir Friðleifsson, 1995. Að læra og kenna nýtingu orkulinda. Eyjar í eldhafi. Afmælisrit 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 at mæta henni? – Hvaða undirbúningsrannsóknir þarf til? Erindi flutt á ársfundni Orkustofnunar 22. mars 1995. 7 s.
- Jakob Björnsson, 1995. Unaðsstundir og kilówattstundir. Morgunblaðið, 21. mars 1995.
- Jakob Björnsson, 1995. Virkjun hálandisvatna. Morgunblaðið, 11. mars 1995.
- Jens Tómasson, Helga Tulinius, Sverrir Þórhallsson og Guðni Axelsson, 1995. Örfun á borholum. Prýstíðarfanir og notkun pakkara. Erindi flutt á 15. aðalfundi SÍH, Hveragerði, 24. og 25. apríl 1995. 18 s. (+ viðauki).
- Jón Eirksson, Guðmundur Ómar Friðriksson og Haflidason, 1995. ODP boranir í Tjörnestrogi? – Stuðningsrannsóknir. Ágrip. Vorrásteina 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 Frijóskadal og Jökuldal. Ágrip. Vorrásteina Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 48-50.
- Kristján Sæmundsson, 1995. Um aldur stóru dyngjanna á utanverðum Reykjaneskaga. Eyjar í eldhafi. Afmælisrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi 85 ára 3. okt. 1995: 165-172.
- Magnús Á. Sigurgeirsson 1995. Miðaldalagið. Eyjar í eldhafi. Afmælisrit til heiðurs Jóni Jónssyni, jarðfræðingi 85 ára 3. okt. 1995: 189-198.
- Magnús Á. Sigurgeirsson, 1995. Yngra stampagosí á Reykjanesi. Náttúrufræðingurinn. 64 (3): 211-230.
- Maria Jóna Gunnarsdóttir, Helga Tulinius og Ragna Karlsson, 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. Siðujökull 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 Reykjavíkinga 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 orkukaransókna. Möguleikar íslenskra orkuþrifirækja. 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, Þórar Arason og Valgarður Stefánsson, 1995. Re-injection Strategy for Geothermal Systems. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 1967-1971.
- Snorri P. Snorrason og Elsa G. Vilmandardóttir, 1995. Gos undir jöklum, útbreiðsla bólstrabergs og aðrar furður. Ágrip. Vorrásteina Jarðfræðafélags Íslands, Reykjavík, 12. apríl 1995: 66-67.
- Sverrir Þórhallsson, 1995. ODP-bortækni – Framfarir í kjarnatökum. Ágrip. Vorrásteina 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 verktækni skipulag. 16 (3): 22-24.
- Valgarður Stefánsson, 1995. Jarðhiti til raforkuvinnslu. Árbók VFÍ: 233-251.
- Valgarður Stefánsson, Guðni Axelsson, Ómar Sigurðsson og Snorri P. Kjær, 1995. Geothermal Reservoir Management in Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy: 1763-1768.
- Porbjörn Karlsson og Árni Ragnarsson, 1995. Use of Very Low Temperature Geothermal Water in Radiator Heating Systems. Proceedings of the World Geothermal Congress, 1995 Florence, Italy: 2193-2198.
- Þóður 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

