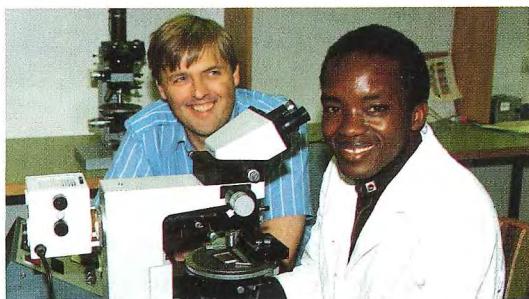


# ORKUSTOFNUN

Ársskýrsla 1990



# Ávarp stjórnarformanns

Starfsemi Orkustofnunar árið 1990 var með svipuðu sniði og árið áður. Ráðstöfunarfé stofnunarinnar bæði fjárveiting og sértekjur var svipað og árið áður og í fyrsta sinn í mörg ár var ekki samdráttur í starfseminni milli ára. Heildarráðstöfunarfé stofnunarinnar á árinu var um 340 Mkr. Í fjárlögum ársins 1991 er gert ráð fyrir mjög svipuðu ráðstöfunarfé og síðustu tvö ár og er því ástæða til að líta svo á að áralöngum samdrætti á sviði orkurannsókna sé lokið. Nú á að vera unnt að skipuleggja orkurannsóknir til lengri tíma út frá þessum fjárhagsramma. Stjórn Orkustofnunar telur að stofnuninni beri að virða þann fjárhagsramma sem Alþingi setur henni. Því er ekki að leyna að nágildandi rammi sníður stofnuninni allþróngan stakk og eins og oft vill verða sitja á hakanum ýmis rannsóknarverkefni sem æskilegt væri að geta sinnt. Til lengri tíma litið leyfir sá rammi sem fjárlög setja stofnuninni nú ekki óbreyttan fjölda starfsmanna. Að því hlýtur að koma að skortur á rekstrarfé hafi óæskileg áhrif á verkefnaval og komi niður á nauðsynlegri endurnýjun rannsóknartækja. Stjórn Orkustofnunar hefur af þessum sökum lagt ríka áherslu á að ráðningar nýrra starfsmanna verði í lágmarki og að í hvert skipti sem starf losnar skuli skoða vandlega hvort unnt er með hagræðingu og skipulagsbreytingum að komast hjá nýráðningu.

Þótt heildarumsvif stofnunarinnar verði óbreytt frá ári til árs er ekki þar með sagt að verkefnin séu ávallt í föstum skorðum. Þvert á móti er áherslan á hina ýmsu verkefnaflokka síbreytileg. Skipulag og starfshættir Orkustofnunar burfa því að vera þannig að stofnunin geti aðlagað sig breyttum áherslum. Forðast ber að binda sig við fortíðina að því er snertir fjöldi starfsmanna á einstökum fagsviðum og verkefnafloknum. Þar verður framtíðin ein að ráða.

Á næstunni mun starfsemi Orkustofnunar mótað að talsverðu leyti af hvað verður úr áformum sem nú eru uppi um orkufrekan iðnað. Verði þau áform að veruleika, verður á næstu árum virkjað á næru öllum virkjunarstöðum sem nú eru fullrannsakaðir. Er því nauðsynlegt að gera sérstakt áatak í vatnsorkurannsóknum til að Orkustofnun fullnægi þeiri skyldu sinni að sjá til þess að ávallt verði um nokkra kosti að velja til virkjunar þannig að unnt sé á hverjum tíma að virkja þar sem hagkvæmast er miðað við markaðsaðstæður. Verði hinsvegar ekkert úr áformum um orkufrekan iðnað eru líkur á að dragi úr vatnsorkurannsóknum á næstu árum.

Eins og undanfarin ár voru rannsóknir á sviði jarðhita á árinu 1990 umfangsmesta rannsóknarsviðið á Orkustofnun. Um 55% af rannsóknarfé stofnunarinnar rann til jarðhitadeilda, ef Jarðhitaskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna er talinn með. Til Jarðhitadeilda að frátoldum skólanum rann um 48% fjárlins. Jarðhitarannsóknir taka nú mið af því að ekki eru uppi nein áform um virkjanir nýrra jarðhitasvæða hvorki lághita- né háhitasvæða. Rannsóknirnar beinast nú í ríkum mæli að því að tryggja rekstraröryggi þeirra orkuþyrtaækja sem nýta jarðhita bæði með því að afla betri almennrar þekkingar á eðli jarðhita og aukínnar þekkingar á einstökum jarðhitasvæðum. Veigamikill þáttur í þessu eru rannsóknir á sviði forðafræði og þróunnar aðferða til að meta viðbrögð jarðhitasvæða við langvarandi vinnslu.

Umhverfisáhrifum jarðhita hefur til þessa verið lítil gaumur gefinn og löngum verið fullyrt að jarðhitanyting hafi ekki mengun í för með sér. Því miður er sú fullyrðing ekki allskostar rétt og jarðhitanyting hefur eins og önnur orkuvinnsla áhrif á umhverfið.

Nú á tímum eru gerðar vaxandi kröfur til umhverfisverndar á öllum sviðum og verður að leggja áherslu á rannsóknir sem gera kleift að meta umhverfisáhrif jarðhitatanýtingar í víðustu merkingu.

Starfsemi Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna er sérstakt verkefni innan Jarðhitadeilda. Starfsemi skólands er að mestu kostuð af fjárframlagi sem Alþingi veitir til Utanríkisráðuneytisins. Starfsemi Jarðhitaskólands er tvímælalaust árangursríkasta framlag íslendinga til þróunarhjálpar. Framlagi þessu koma íslendingar sjálfir milliliðalaust til þeirra sem þess njóta. Unnt er að fylgjast með árangri þróunarhjálparinnar eftir á þar sem í þróunarlöndunum eru starfandi á sínum sérfræði-sviðum flestir þeir nemendur sem hér hafa hlotið þjálfun. Segja má að starfsemi skólands hafi hlotið viðurkenningu við afgreiðslu fjárlaga fyrir árið 1991 þegar Alþingi ákvæð að hækka framlag til Jarðhitaskólands um sem nemur um það bil fjórungi að raungildi frá árinu áður.

Um nokkurt skeið hefur staðið til að efla rannsóknir á sviði orkubúskapar, en minna orðið úr en skyldi. Hér á landi hefur náðst mun minni árangur í orkusparnaði en viðast hvar annars staðar á Vesturlöndum. Sem dæmi má nefna að allur sá sparnaður sem orðið hefur í olíunotkun á síðustu 20 árum vegna nýrra hitaveitna gerir ekki meir en að vega upp aukna olíunotkun fiskiskipaflotans á sama tíma. Rannsóknir á sviði orkubúskapar gegna miklu hlutverki í öllum áætlunum um orkusparnað. Pessum rannsóknum ber Orkustofnun að sinna. Aðgerðir á sviði orkusparnaðar verða hinsvegar fyrst og fremst á hendi orkuframleiðenda og notenda, en Orkustofnun getur einnig þar átt hlut að máli með öflugu ráðgjafarstarfi.



# Yfirlit orkumálastjóra yfir íslensk orkumál 1990

## Orkunotkun og orkuvinnsla

Heildarnotkun orku í þjóðarbúskap Íslendinga á árinu 1990 var 2536 þús. tonn að olíuígildi, þ.e. jafngilti orkunni í svona mörgum olíutonnum, sem er 106,5 petajoule (PJ). Hún skiptist á orkugjafa á þann hátt sem taflan hér að neðan sýnir. Árið 1989 er sýnt til samanburðar. Miðað við íbúafjölda landsins hinn 1. desember 1990 var orkunotkunin á mann 416 gígajoule (GJ) sem er með því mesta sem gerist í heiminum.

Í þessari töflu er meðtalið það eldsneyti sem Íslendingar kaupa erlendis í flugi og siglingum milli landa. Þetta eldsneyti er ekki tilgreint í opinberum innflutningsskýrslum, og þarf því að afla gagna um það sérstaklega. Slík gagnaöflun er hinsvegar of viðamikil til að framkvæma á hverju ári, en það er gert á nokkurra ára fresti, í tengslum við endurskoðun á eldsneytisspá. Árin þar á milli verða birtar tölur úr nýjustu eldsneytisspá. Svo er gert fyrir 1990. Sökum þess hve upplýsingar um ýmiss not jarðvarma hér á landi eru enn ófullkomnar er svipaður háttur hafður á um jarðvarmanotkun.

Hér er orkan reiknuð að hætti Alþjóðlega orkumálaráðsins og fleiri alþjóðastofnana svo sem OECD og IEA. Þessi háttur reiknar vatnsorkuna og jarðhitann sem jafngildi þeirrar olíu sem þarf að brenda til að sjá notandannum fyrir sömu þjónustu og þessir orkugjafar gera.

Í árslok 1990 sá jarðvarmi fyrir 85% af orkuþörfum til húshitunar á Íslandi, og um 82% landsmanna hituðu hús sín með jarðhita.

Árið 1990 voru flutt inn 647 þús. tonn af olíuvörum og 95 þús. tonn af steinkolum.

## Vinnsla og notkun raforku 1990

Vinnsla og notkun raforku hér á landi árið 1990 er sýnd á töflunni hér til hliðar þar sem árið 1989 er sýnt til samanburðar.

Almenn raforkunotkun er ávallt nokkuð háð hitastigi, sem er síbreytilegt frá ári til árs. Ef breyting almennrar notkunar frá 1989 til 1990 er leiðrétt fyrir áhrifum hitans óx notkunin um 3,6% í stað 2,3% eins og sýnt er í töflunni.

## Orkuframkvæmdir og rekstur orkukerfisins

Við Blönduvirkjun hélt **Landsvirkjun** áfram framkvæmdum. Voru þær í hámarki á árinu, og starfsmenn um 500 þegar þeir voru flestir.

Unnið var við flesta aðalverkþætti virkjunarinnar. Blöndustífla var hækkuð í 17 m og vantar aðeins 6 m á fulla hæð hennar vegna fyrri áfanga líosins. Kolkustífla var fullgerð og greftri veituskurða lokið að mestu leyti.

Gilsártífla var hlaðin í 27 m hæð, en á eftir að hækka um 7 m. Unnið var við litla stíflu við Friðmundarvatn, veituleið þaðan að Gilsárvatni, aðrennslisskurði að inntaki, inntaksbyggingu, stíflur í inntaksskurði og lokið var við fyllingu pípuskurðar. Gröftur frárennslisskurðar átti að hefjast á árinu en hófst ekki vegna deilna við landeigendur.

Í stöðvarhúsi var lokið við að steypa umhverfis tvær vélar af þremur og við byggingu stjórnihúss. Starfsmannahús og stöðvarstjórahús voru steypt upp.

### Heildarnotkun orku á Íslandi 1990 og 1989

*Gross Consumption of Energy in Iceland in 1990 and 1989, in ktoe and PJ, from hydro, geothermal, oil products and hard coal respectively.*

	1990		1989		
	Þúsundir tonna að olíuígildi	PJ	Þúsundir tonna að olíuígildi	PJ	%
Vatnsorka	927	38,9	36,6	939	39,4
Jarðhita	793	33,3	31,3	763	32,1
Olía	742	31,2	29,2	717	30,1
Kol	74	3,1	2,9	84	3,5
Samtals	2536	106,5	100,0	2503	105,1
					100,0

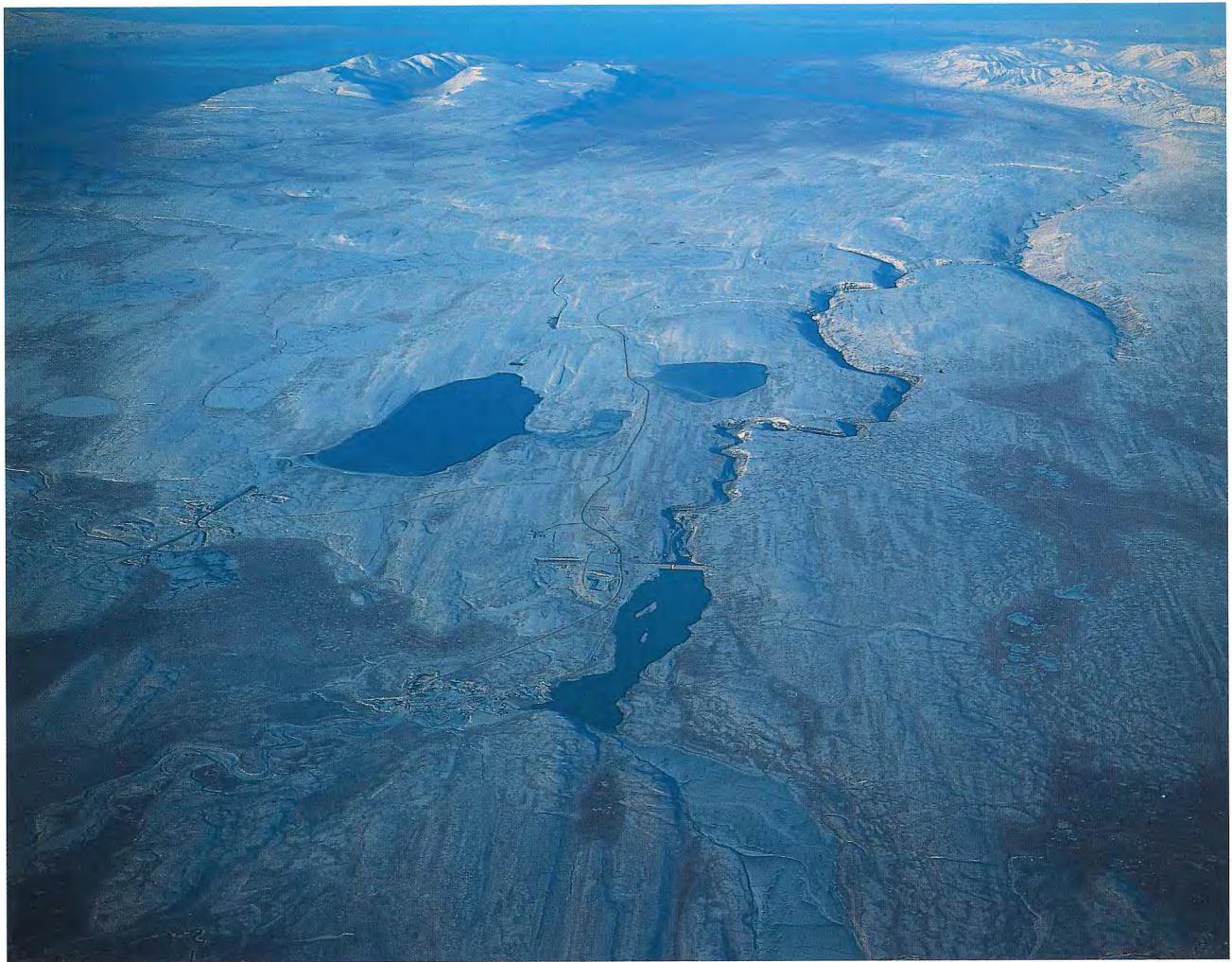
### Raforkuvinnsla og verg raforkunotkun 1990 og 1989

*Generation and Gross Consumption of Electricity 1990 and 1989.*

	1990		1989		Aukn. 1989/90
	GWh	%	GWh	%	%
<b>Uppruni raforku</b>					
Úr vatnsorku	4159	93,5	4213	94,1	-1,3
Úr jarðhita	283	6,4	258	5,8	9,7
Úr eldsneyti	5	0,1	4	0,1	25,0
Samtals	4447	100,0	4475	100,0	-0,6
<b>Tegund raforku</b>					
Fastaorka	3796	85,4	3807	85,1	-0,3
Ótryggð orka <sup>1)</sup>	651	14,6	668	14,9	-2,6
Samtals	4447	100,0	4475	100,0	-0,6
<b>Notkun að töpum meðtöldum</b>					
Stóriðja <sup>2)</sup>	2229	50,1	2307	51,6	-3,4
Almennt notkun	2218	49,9	2168	48,4	2,3
Samtals	4447	100,0	4475	100,0	-0,6

(1) Stóriðja og rafskautskatlar. Flutnings- og dreifitöp meðtalin

(2) Flutningstöp vegna stóriðjurafmagns talin 4,5%, flutnings- og dreifitöp vegna almennrar rafmagnsnotkunar reiknuð 8,5%



Yfirlitsmynd af virkjunarsvæði Blönduvirkjunar. Neðarlega fyrir miðju sést aðalstífla miðlunarlóns. (Ljósm./Photo Oddur Sigurðsson).

Aerial view of the Blanda hydropower project site, North Iceland. The main dam construction can be seen in the foreground.

Niðursetning véla hófst í júní og var gengið frá hverfisniglum allra vélanna á árinu og byrjað að setja niður sáttur 1. vélar. Lyfta milli stöðvarhúss og stjórnáhúss var sett upp en frágangi er ekki lokið. Lokið var uppsetningu stöðvarhússkrana og frágangi þrístívatnspípu og að mestu gengið frá lokum í inntaki og sográsarlokum. Settar voru upp lokur í Gilsárstíflu og Kolkustíflu að hluta, en stjórbúnað þeirra vantar.

Unnið var við Blönduvirkjun á árinu fyrir um 2600 Mkr.

Á 25 ára afmæli Landsvirkjunar hinn 1. júlí 1990 lagði forseti Íslands hornstein að Blönduvirkjun að viðstöddum fjölda boðsgesta.

Á árinu var unnið við hönnun byggingarmannvirkja við Búrfellsvirkjun II og gerð útboðsgagna fyrir þau. Fljótdalsvirkjun var endurhönnuð fyrir jarðgöng sem vatnsvegi í stað skurða; stærð miðlunar og uppsett afl var endurskoðað og unnið að gerð útboðsgagna fyrir Eyjabakkastíflu, jarðgöng, stöðvarhús, vélar og rafþúnað. Átta

rannsóknarholur með kjarnatöku voru boraðar og gerðar ítarlegar bergtæknilegar rannsóknir á kjörnum. Lokið var við að gera jarðfræðikort af virkjunarsvæðinu og berglög kortlögð nákvæmar en áður. Könnuð var þykkt lausra jarðлага við Eyjabakkastíflu og rannsókuð steypuefnir þar og í Fljótdal. Unnið var að vegagerð á Fljótdalsheiði og lokið við að grafa laus jarðlög frá munna aðkomuganga að stöðvarhúsi.

Boruð var ein hola við Kröflu með stækkan virkjunariðnar þar úr 30 í 60 MW í huga.

Unnið var að undirbúningi 220 kV háspennulína frá Fljótdal til Akureyrar, frá Akureyri um Sprengisand að Hrauneyjafossi og frá Búrfelli að Hamranesi.

**Rafmagnsveitur ríkisins** luku á árinu við að byggja nýja aðveitustöð við Rimakot í Landeyjum. Jafnframt var spennan á línum frá Hvolsvelli þang að hækkuð úr 33 í 66 kV. Bygging stöðvarinnar er liður í ráðstöfunum til

að auka flutningsgetu á raforku til Vestmannaeyja. Tengingar inn á 33 kV strengi til Vestmannaeyja voru styrktar og lögð var 10 km löng 33 kV lína frá Rimakoti að Seljalandi. Spennan á línum milli Selfoss og Hvolsvallar var hækkuð úr 33 í 66 kV.

Lagður var tæplega 13 km langur 11 kV strengur frá aðveitustöð að Hólum í Hornafirði að ratsjárstöðinni á Stokksnesi. Einnig voru lagðir 11 og 19 kV strengir frá aðveitustöð við Eyrindará til Egilsstaða; frá aðveitustöð við Skagaströnd til tengingar við innanbæjarkerfi þar og frá Ólafsvík að Rifi.

Byrjað var á lagningu nýrrar 66 kV línu frá Hveragerði til Þorlákshafnar sem gert er ráð fyrir að ljúka við 1991.

Stíflumannvirki við Smyrlabjargaá voru styrkt og endurnýjaður var hluti af vatnspípu við Garðsárvirkjun í Ólafsfirði.

Eins og undanfarin ár var unnið að því að styrkja og endurbæta innanbæjarkerfi á þéttbýlisstöðum á orkuveitu-

svæði Rafmagnsveitna ríkisins. Til bessa verkefnis var varið 70 Mkr. á árinu.

Eldri 33 kV sæstregurinn til Vestmannaeyja bilaði í mars þegar fiskiskip sökk og lenti á honum. Gert var við hann í júní.

Bæði Rafmagnsveitur ríkisins og Orkuþú Vestfjarða héldu áfram á árinu að styrkja rafdrififerfið í strjálbýli í því skyni að það ráði við það álag sem nú er komið í sveitunum, þannig að notendur þar geti búið við sambærilega þjónustu í þessum efnum og íbúar í þéttbýli, eftir því sem slíkt er gerlegt. Orkusjóður kostar þessar framkvæmdir. Varði hann til þeirra 30,6 Mkr. 1990; þar af komu 25,4 Mkr. í hlut Rafmagnsveitna ríkisins og 5,2 Mkr. í hlut Orkubús Vestfjarða.

Orkubú Vestfjarða, Orkusjóður og Rafmagnsveitur ríkisins luku á árinu við endurskoðun á eldri áætlunum um lúkningu þess hluta styrkingar dreififerfisins sem enn er eftir. Kom út skýrsla um þessa endurskoðun í nóvember. Samkvæmt henni kostar það 1060 Mkr á verðlagi um mitt ár 1990 að ljúka styrkingunni. Orkuráð hefur sent ráðherra tillögur um að verkefni þessu verði lokið á sjö árum, 1991 til 1997, og varið til þeirra 144 Mkr. árlega þann tíma.

Orkusjóður veitti einnig styrki til nýrra heimtauga í strjálbýli eins og áður, og varði til þess 21 Mkr. 1990. Það fé fór til Orkubús Vestfjarða og Rafmagnsveitna ríkisins. Sjóðurinn setti á árinu endurskoðaðar reglur um slíkar styrkveitingar eftir að hafa fengið staðfestingu ráðherra á þeim. Gengu þær í gildi 1. sept. 1990 og miða að því að hnitið styrkveitinguna betur en áður við þann tilgang sem henni er ætlaður í Orkulögum.

Á vegum **Orkubús Vestfjarða** var á árinu unnið við styrkingu á 66 kV háspennulínunni Mjólká – Breiðadalur, á 19 kV línum milli Breiðadals og Flateyrar og 33 kV línum yfir Tröllatunguhleiði.

Unnið var við endurnýjun á 33 kV rofubúnaði í aðveisstöðinni á Hrafneyri og lokið framkvæmdum við lagfæringu á þrýstvathnspípu við Þverárvirkjun og við frágang dieselrafstöðvar á Hólmatvík. Pantað var efni til lagfæringa í Reiðhjallavirkjun.

Lokið var á árinu við rafstöðvarhús á Patreksfirði og kynsistöð í Bolungarvík. Settur var upp tveggja fasa raflínusími á línum Mjólká – Breiðadalur –



Yfirlitsmynd af Nesjavellavirkjun. Fremst er hluti af vinnslusvæðinu. Fjær eru vinnslutilraunastöðin og orkuverið. (Ljósmynd: Oddur Sigurðsson).

*Aerial view of the Nesjavellir geothermal power project site, SW Iceland.*

Ísafjörður. Unnið var að viðhaldi og endurbótum á eldri kerfum að venju.

Veigamestu hitaveituframkvæmdir voru eins og oft á vegum **Hitaveitu Reykjavíkur**. Á vegum þess fyrirtækis voru helstu framkvæmdir þær að lokið var í höfuðatriðum við fyrsta áfanga Nesjavallavirkjunar (varmavirkjunarnar) sem var formlega gangsett 20. september. Lokið var einnig að mestu við Nesjavallaæð til Reykjavíkur; frágangur geymis á Háhygg og smiði geyma á Reynisvatnsheiði er komin á lokastig. Lokið var við að leggja burðarlag á veg frá Kýrdal að Grafningsvegi og vegamót Grafningsvegar og heimreiðarinnar að Nesjavöllum, sem verið hafa erfið

vegna snjóþyngsla, voru endurbætt í samvinnu við Vegagerð ríkisins.

Framkvæmdir við dreififerfi voru með minna móti; minni en áætlað var. Munar þar mestu um að síðari áfanga stofnæðar í Borgarholt í Reykjavík var frestað og að framkvæmdir í Kópavogi, Garðabæ og Hafnarfirði hafa dregist saman. Um 600 ný hús voru tengd hitaveitunni á árinu; 100 fleiri en árið á undan

Vinna við útsýnishús á Öskjuhlíð gekk samkvæmt áætlun á árinu. Breytingar á innréttингum á 4. og 5. hæð ásamt smiði á geymslum og aðstöðu fyrir starfsfólk leiddu til nokkurrar kostnaðarhækkunar á árinu og munu einnig

gera það á því næsta, en ekki er búist við að þær valdi teljandi seinkun á því að verkinu ljúki.

**Hitaveita Suðurnesja** stóð á árinu fyrir endureinangrun og endurbótum á frágangi á helmingi aðveituæðarinnar til Grindavíkur og á 1 km kafla á aðveituæðinni frá Svartsengi að Fitjum. Lagt var og tengt dreifikerfi fyrir 220 íbúðir á Keflavíkurflugvelli og lokið var við að leggja aðveituað að Flugstöð Leifs Eiríkssonar og hún tengd dælstöð Hitaveitunnar á Fitjum. Auk þess var lokið við ýmsar endurbætur á dreifikerfi og brunnum í því.

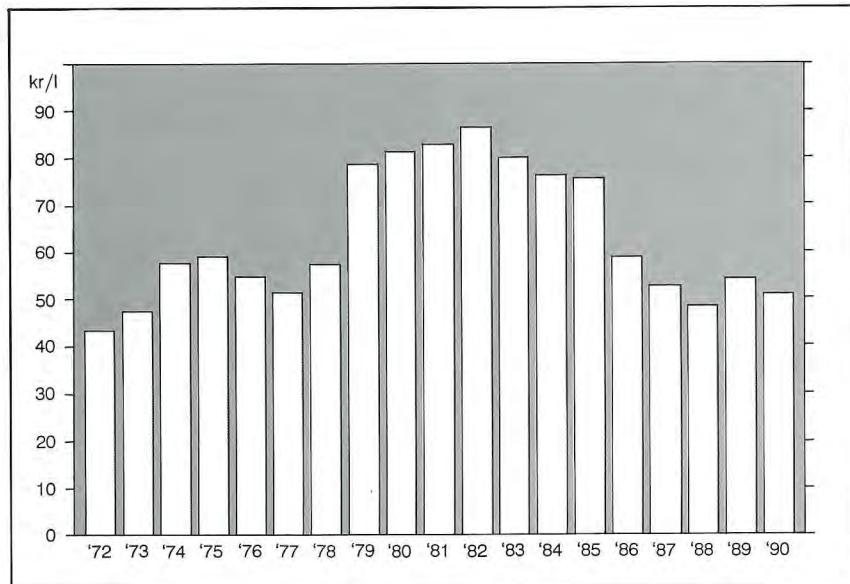
Í Svartsengi var lokið við uppsetningu á þremur ORMAT-vélasamstæðum og við gerð rofastöðvar. Hluti af kalvatnsveitu orkuversins var endurbættur og styrktur og minniháttar breytingar gerðar á gufuveitu þess vegna meiri viinnum úr gufupúðanum og áfórmá um niðurdælingu. Lokið var byggingu hljóðdeyfa á holum og skiljum.

Við Sjóefnavinnsluna á Reykjanesi var gufuveitan tekin upp og endurbætur gerðar bæði á henni og raforkuverinu.

Á rafmagnsviðinu voru þær framkvæmdir helstar að lögð var slóð meðfram væntanlegri 132 kV háspennulínu frá Hamranesi að Fitjum, undirstöður undir mörstur steyptar og þeim komið fyrir. Allt efni til línumunar var pantað. Aðveitustöð á Fitjum, 132/36/12 kV, var hönnuð og allur 132 kV búnaður í hana pantaður. Hönnuð var tenging aðveitustöðvarinnar við riðbreytistöðina á Keflavíkurflugvelli; búnaður til hennar pantaður og byrjað á lögn 36 kV strengs. Aðveitustöð í Sandgerði var endurbyggð; aðveitustöð í Garði endurbætt og aðveitulína sett í jörð að hluta; byrjað var á lagningu 36 kV jarðstrengs, með 25 – 30 MW flutningsgetu, frá aðveitustöðinni á Fitjum til Helguvíkur og gerðar ýmsar viðbætur við og endurbætur á aðveitu- og dreifikerfi á Suðurnesjum.

## Verðlag á orku

Heildsölugjaldskrá Landsvirkjunar hækkaði ekki á árinu sem leiddi til þess að heildsöluverðið lækkaði að raungildi um 5,2%. Heildsöluverðið var í árslok 40,3% lægra að raunvirði en hinn 1. maí 1984. Smásöluverðið hjá helstu dreifiveitunum hækkaði um nál. 5% á árinu (raungildislækkun um 2,3%). Með raunvirði er hér átt við verðið þegar það hefur verið leiðrétt fyrir verðbólgu eins og byggingarvíslatan mælir hana.



Bensinverð (92 oktan) á Íslandi 1972 til 1990. Meðalverðlag hvers árs reiknað til verðlags í desember 1990. (Heimild: Orkubúskapardeild 1991).

Petrol prices in Iceland in the period 1972 to 1990 (adjusted to Dec. 1990 currency value).

Verðlag á áli var nokkuð breyttilegt á árinu og þar með einnig orkuverð Landsvirkjunar til Íslenska Álfelagsins, ISAL. Það var 16,577 mUSD/kWh á fyrsta ársfjórðungi 1990 og 16,275 á hinum fjórða, eða 0,9034 og 0,8870 kr/kWh eftir gengi Bandaríkjadals hinn 31. desember.

Verðlag á olíuvörum breyttist lítið á fyrri hluta ársins, en hækkaði talsvert á síðari helmingnum í kjölfar innrásar Íraka í Kúveit. Verðið á gasolíu hækkaði yfir árið um 26,2%; á diesololíu um 23,1%, en verðið á svartolíu lækkaði hinsvegar um 0,8%. Bensinverðið hækkaði um 15,5%; nokkrum minna en verðið á gas- og diesololíu vegna þess að ríkisstjórnin ákvæð að lækka gjöld af bensini tímabundið til þess að verja hinn góða árangur „þjóðarsáttarinnar“ og draga úr verðbólguáhrifum á Íslandi af verðhækkunum á alþjóðlegum olíumarkaði.

## Orkustefna og stjórnvaldsáðgerðir

Engar breytingar urðu á árinu á stefnu íslenskra stjórnvalda í orkumálum. Lögum nr. 60/1981 um raforkuver var breytt á árinu í tengslum við undirbúnning undir nýtt álver. Sem fyrr er megináherslan í orkustefnunni viðleitnin til að nýta orkulindir landsins í orkufrekum iðnaði í því augnamiði að gera atvinnulíf landsins fjölbreyttara og skjóta fleiri stöðum undir efnahagsbyggingu landsins. Áherslan í því efni hefur nú um skeið verið á eflingu áliðnaðarins í

landinu, og varð engin áherslubreyting á árinu.

Viðræður héldu áfram við Atlantál-hópinn svonefnda um byggingu nýs álvers á Íslandi með nálægt 200.000 tonna afköstum á ári. Í hópnum eru nú þrír álframleiðendur, Alumax í Bandaíkjunum, Gränges í Svíþjóð og Hoogovens í Hollandi. Í september var undirritað minnisblað um viðræðurnar þar sem fram kemur að samningsaðilar hafi náð samkomulagi um meginindrættina í aðalsamningi og orkusölusamningi enda þótt eftir sé að semja um mörg smærri atriði. Látin er í ljós von um að því geti verið lokið um áramót. Sú von brást þó af ýmsum ástæðum og í ársbyrjun 1991 er ljóst að endanlegir samningar munu dragast eitthvað fram á árið. Haustið 1990 hófust sérstakar viðræðar fulltrúa stjórnar Landsvirkjunar og Atlantál-hópsins um raforkuverðið til álversins og fóru þær fram samhliða hinum almennu viðræðum milli fulltúa lónaðarráðuneytisins og hópsins.

Eitt atrið varðandi hið væntanlega álver var þó til lykta leitt 1990, nefnilega staðsetning þess. Það verður reist á Keilisnesi ef það rís á annað borð. Upphaflega voru margir staðir „með í myndinni“ og mörg sveitarfélög sýndu áhuga á að fá það til sín. Fljótegla takmarkaðist þó staðarvalið við þrjú landssvæði, Reykjanesskagann, Eyjafjörð og Reyðarfjörð. Talsverðar rannsóknir fóru fram á væntanlegri loftmengun frá álverinu á þessum svæðum. Umræðan um staðarvalið tengdist einnig byggðamálunum svonefndu og

það varð af þeim sökum pólitískt viðkvæmt.

Samhlíða þessum viðræðum hefur Landsvirkjun á árinu 1990 búið sig undir að ráðast í nýjar virkjanir sem komið gætu í gagnið í framhaldi af Blönduvirkjun sem verður fullgerð seint á árinu 1991. Pessar virkjanir eru Búrfellsvirkjun II, 100 MW, Fljótsdalsvirkjun, 210 MW, hvortveggja vatnaflosvirkjanir, og stækkan jarðgufuvirkjunarinnar við Kröflu úr 30 í 60 MW. Á þennan undirbúnning hefur verið drepið hér að framan. Síðar gæti svo komið 30 MW jarðgufustöð í tengslum við varmaorkuverið á Nesjavöllum sem nú hefur tekið til starfa. Einnig var unnin undirbúningsvinna undir viðbætur við 220 kV flutningskerfið.

## Pátttaka í alþjóðlegu samstarfi í orkumálum

Orkubúskapardeild sendi eins og áður skrifstofum OECD og Sameinuðu þjóðanna, þar á meðal Efnahagsnefnd beirra fyrir Evrópu, ECE, svo og NORDEL, upplýsingar um íslensk orkumál. Ennfremur sendi deildin, í samvinnu við lönaðarráðuneytið, slíkar upplýsingar til skrifstofu orkumálasamstarfs á vegum Norrænu ráðherranefndarinnar (Nordisk Ministerråd, N.M.), og dreifði upplýsingum þaðan til aðila hér innanlands.

Orkumálastjóri sótti fund þar sem rætt var um samstarf stjórnsýsluaðila í orkumálum á Norðurlöndum og fund í framkvæmdaneft Alþjóðlega orkumálaráðsins í Rio de Janeiro. Hann sótti einnig þrjá fundi í Ókurannsóknarnefnd Norrænu ráðherranefndarinnar, í Oslo, Kaupmannahöfn og Helsinki, ráðstefnu sem sú nefnd gekkst fyrir í Oslo til að gera grein fyrir árangri verkefna á hennar vegum árin 1986 – 1990, ráðstefnu í Sandefjord um ný viðhorf í markaðsmálum raforku og ársfund NORDEL sem haldinn var á Akureyri í ágúst.

Forstjóri Jarðhitadeilda sótti í maí fund í Orléans í Frakklandi vegna útkomu bókar á vegum jarðfræðistofnana í Vestur-Evrópu þar sem hann sá um kafla um umhverfisáhrif jarðhita. Hann sótti einnig fund forstjóra þessara stofnana í Austurríki í september og í sömu ferð undirbúningsfund í Ungverjalandi undir stofnun Evrópu-deilda innan Alþjóðlega jarðhitafélagsins, IGA, og alþjóðlega jarðhitaráðstefnu á Hawaii í ágúst og fund þar í Alþjóðlega jarðhitafélagini í tengslum við hana.

Sérfræðingar Jarðhitadeilda fluttu eitt erindi á ráðstefnu um forðafræði jarðhitans í Stanford í Kaliforníu í janúar, þrjú á alþjóðlegri jarðhitaráðstefnu á Hawaii í ágúst, eitt á jarðhitaráðstefnu í Mexico í oktober og eitt á ráðstefnu um efnaskipti milli bergs og vatns í Tsukuba í Japan í nóvember. Að auki sótti sérfræðingur frá Jarðhitadeild ráðstefnu Evrópusambands notenda UNIX-tölvustýringarkerfisins í München í apríl, jarðhitaráðstefnu í El Salvador í október og tveir sérfræðingar fóru til Fraklands í febrúar vegna samstarfsverkefnis Orkustofnunar og BRGM-IMRG í Orléans um rannsókn á útfellingum í jarðhitakerfum.

Einn starfsmaður Jarðhitadeilda sótti námskeið um líkangerð og spátækni í hitaveitum í Lundi í mars, annar námskeið um varmaskiptanet („Pinch Technology“) í Leiden í Hollandi í júní og hinn þriðji námskeið um rekstur og viðhald jarðhitavirkjana á Hawaii í ágúst, í sömu ferð og á alþjóðlega jarðhitaráðstefnu þar.

Til viðtala við væntanlega nemendur Jarðhitaskólans var farið til Kenya og Uganda í janúar, til Nicaragua í febrúar (sameinað ferð á ráðstefnu í Stanford) og aftur í október (sameinað ferð á jarðhitaráðstefnu í El Salvador) og til Kína í nóvember.

Forstjóri Vatnsorkudeilda sat fund samstarfsnefndar norrænna vatnafræðistofnana í Danmörku í apríl og annan í Kalmar í Svíþjóð í júlí og í framhaldi af honum ráðstefnu norrænu vatnafræðifélaganna á sama stað. Hann fluttu erindi í boði norsku vatnafræðinefndarinnar á ráðstefnu sem hún gekkst fyrir á Svalbarða í september í tilefni af 25 ára afmæli sínu.

Þrír sérfræðingar frá Vatnsorkudeild sóttu ráðstefnu norrænu vatnafræðifélaganna í Kalmar í júlí og fluttu þar tvö erindi. Einn sérfræðingur (vatnafræðingur) sótti two norræna samstarfsfundi innan UNESCO-samstarfsins í vatnafræði og annar sérfræðingur ráðstefnu á Norðurlöndum um ísaldarlok. Deildarstjóri Vatnamælinga sótti einn fund í stjórn Norræna vatnafræðifélagsins. Deildarstjóri umhverfisrannsóknar, sem situr í nefnd á vegum NORDEL um umhverfisáhrif raforkuvinnslu, sótti two fundi nefndarinnar, í Kaupmannahöfn og Forsmark í Svíþjóð, og deildarstjóri mannvirkjajarðfræðirannsókna sótti námsstefnu um verkefnistjórnun í Zürich.

## Starfsemi Orkustofnunar 1990

### Inngangur

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

Stofnunin starfar í fjórum deildum:

**Orkubúskapardeild**, sem fæst við söfnun gagna um orkumál, úrvinnslu úr þeim og útgáfu. Hún annast líka rannsóknir varðandi orkubúskap þjóðarinnar, þ.e. orkunotkun og samhengi hennar við þá þætti sem mestu ráða um hana. Jafnframt á deildin samvinnu við aðra um orkuspár og gerð yfirlitsætlana 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 jarðhitavæðum; aðstæðum til að vinna hann og tækninni við það, þar á meðal bortækni; nýtingarmöguleikum jarðhitans og viðbrögðum jarðhitavæða við vinnslu. Ennfremur rannsóknir á áhrifum jarðhitavökvars (vatns og blöndu af vatni og gufu) á vinnslumannvirki, leiðslur, notendataekni og umhverfis.

**Stjórnsýsludeild**, sem annast bókhald og fjárræiður, rekstur skrifstofu, teiknistofu, bókasafns og tölu, svo og starfsmannahald.

Hér fer á eftir lýsing á starfseminni á hverri þessara deilda um sig.

# 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 svipuðum hætti og undanfarin ár og vísast til umfjöllunar í yfirliti Orkumálastjóra í því sambandi. Í byrjun árs var gefin út skýrsla um orkuverð hér á landi 1989. Lagðar voru fram upplýsingar um orkumál á fundum orkuveitusambandanna.

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

## Orkuspár

Meginverkefnið á þessu sviði var vinna fyrir Orkuspárfnd. Að nefndinni standa Hagstofa Íslands, Hitaveita Reykjavíkur, Landsvirkjun, Orkustofnun, Rafmagnsveita Reykjavíkur, Rafmagnsveitur ríkisins, Samband íslenskra hitaveitna, Samband íslenskra rafteitna og Pjóðhagsstofnun.

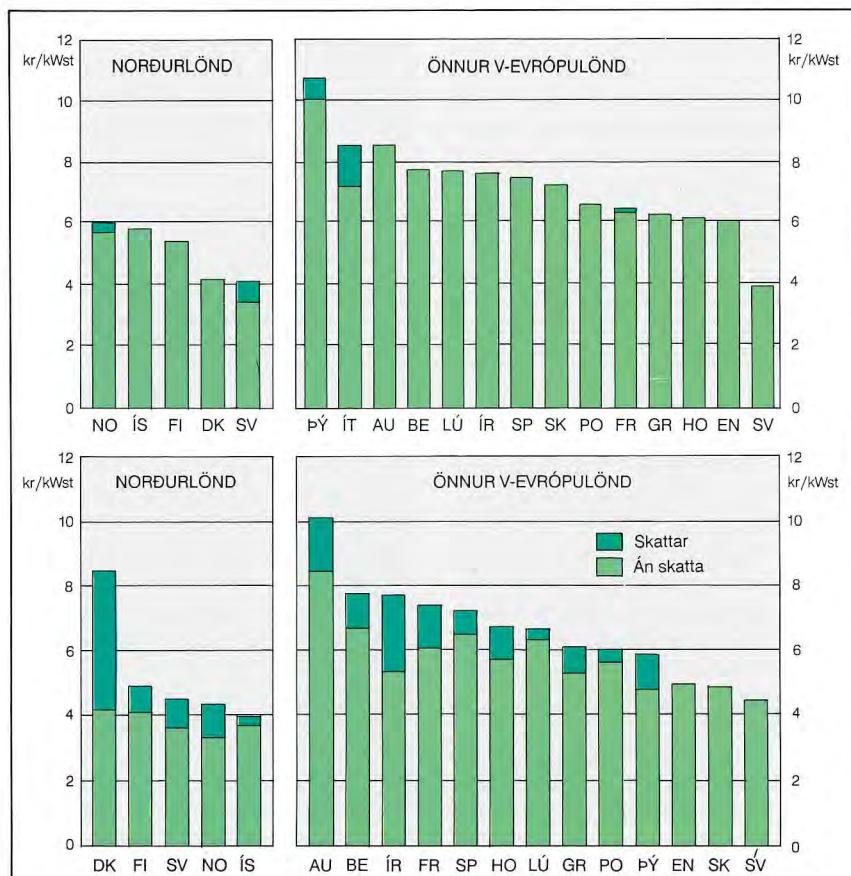
Á vegum orkuspárfndar starfa þrír vinnuhópar: raforkuhópur, jarðvarma-hópur og eldsneytishópur. Hóparnar annast undirbúning orkuspár hver á sínu sviði, en nefndin skilgreinir grunnforsendur sem ganga inn í spárna, leggur meginlínur varðandi vinnu hóp-anna og samræmir hana.

Á árinu var einkum unnið við undirbúnning að nýrri spá um raforkunotkun og nýrri spá um orkunotkun til húshitunar, stefnt er að því að spárna komi út á fyrri hluta ársins 1991. Meðal annars hafa áhrif veðurfars á raforkunotkun verið endurmetin, sérstök athugun gerð á afþörf og dreifingu raforkunotkunar og unnið úr mælingum á orkunotkun til húshitunar. Hóparnar hafa fengið fjölmarga aðila til að koma á fundi sína og veita upplýsingar um ýmsa þætti er tengjast gerð spána.

Á árinu var raforkuspá nefndarinnar frá 1985 endurreiknuð miðað við rauntölur um mannfjölda, hitað húsrími og orkunotkun fyrir árin 1985 til 1989 og húshitunarspá frá 1986 miðað við rauntölur fyrir árin 1986 til 1989.

## Orkukerfi

Í tengslum við athuganir á hagkvæmni bess að reisa nýtt álver við Straumsvík, hefur áfram verið unnið að athugunum á hvaða leiðir séu hagkvæmistar til að mæta aukinni raforkupörf þjóðarinnar næstu áratugi með og án nýjs álvers. Þessar athuganir eru gerðar í samvinnu við Landsvirkjun.



Samanburður á raforkuverði í höfuðborgum V-Evrópu miðað við gjaldskrá og gengi 1. janúar 1990. Efri myndin: Lítill iðnfyrirtæki; aftloppur 100 kW, nýtingartími 1600 klst/ári. Neðri myndin: Heimili með rafhitum, ársnotkun 20.000 kWst. (Heimild/Reference UNIPEDE).

Comparison of electricity prices for small industries (above) and domestic uses (below) in the West European capitals.

Á árinu 1988 settu Hitaveita Suðurnesja, Landsvirkjun, Orkubú Vestfjarða, Rafmagnsveita Reykjavíkur og Rafmagnsveitir ríkisins á fót starfshóp um rekstrartruflanir í raforkukerfinu. Verkfræðistofan Afl hefur annast ráðgjöf fyrir hópinn. Í lok árs 1988 var Orkustofnun boðin aðild að hópnum með það í huga að stofnunin tæki að sér að safna saman gögnum um truflanir frá öllum raforkufyrirtækjum landsins og að vinna úr gögnunum yfirlit um truflanir fyrir landið. Orkustofnun tók verkefnid formlega að sér á árinu 1990. Á árinu 1990 endurskoðaði starfshópurinn leiðbeiningar um skýrslugerð við rekstrartruflanir og eyðublöð til skráningar á truflunum í ljósi reynslu fyrirtækjanna af skráningunni síðustu misserin. Jafnframt var hannaður hugbúnaður fyrir bilana-skráninguna og úrvinnslu gagna og er verið að setja hann upp hjá rafveitum og Orkustofnun.

Á árinu vann Hagfræðistofnun Háskóla Íslands að verkefninu: Samnýting og samhæfing orkugjafa til hitunar og raforkuvinnslu. Markmið verkefnisins er að stuðla að sem hagkvæmustum rekstri og uppbryggingu orkukerfisins að teknu tilliti til krafna um öryggi í afhendingu orku til neytenda. Gert er ráð fyrir að fyrsta áfanga verkefnisins, sem felur í sér fræðilega greiningu þess og lýsingu á aðferðafræði, ljúki snemma á árinu 1991.

## Orkuverð

Í upphafi ársins var gefin út skýrsla um athugun á þróun orkuverðs hér á landi á þessum áratug, og nefnist hún: **Orkuverð á Íslandi 1989**. Áformáð er að gefa út skýrslur um orkuverð árlega og í árslok var hafin endurskoðun á skýrslunni með tilliti til þróunar orkuverðs á árinu 1990.

Í samvinnu við lönaðarráðuneytið, Samband íslenskra hitaveitna og fimmtán hitaveitur í landinu var orkunýting mæld hjá veitunum í þeim tilgangi að kanna rauverulegan kostnað notenda við upphitun íbúðarhús-næðis. Mælingum lauk snemma á árinu 1990. Unnið er að úrvinnslu og stefnt að því að gefa út skýrslu snemma á árinu 1991.

Haustið 1990 skipaði iðnaðarráðherra, samkvæmt tilnefningu þingflokk, nefnd til að gera tillögur um jöfnun orkuverðs. Fulltrúar Orkustofnunar, Landsvirkjunar, Rafmagnsveitna ríkisins og hitaveitna starfa fyrir nefndina.

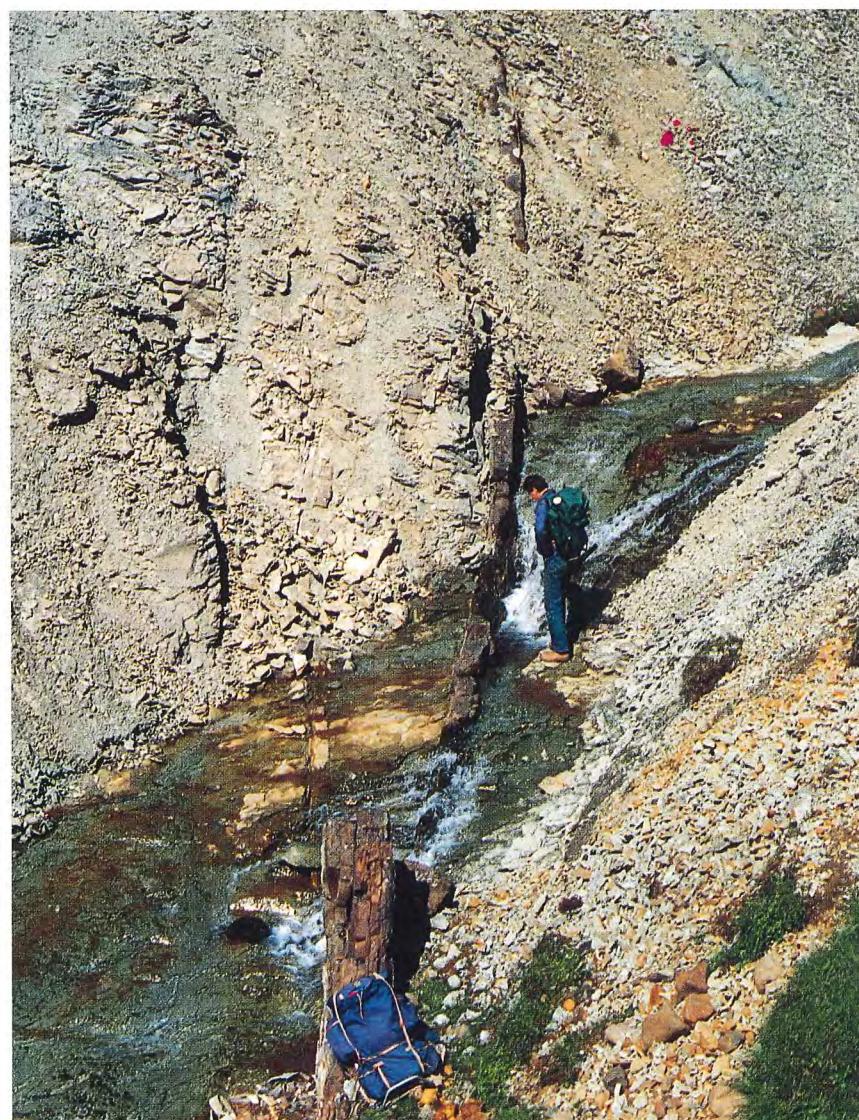
# Jarðhitarannsóknir

Áherslurnar í rannsóknum Orkustofnunar á jarðhita og nýtingu hans halda áfram að breytast og þróast í samræmi við nútíma þarfir og kröfur. Forðafræði jarðvarmans og áhrif af nýtingu hans á umhverfið skipa þar verðugan sess. Áfram hefur verið haldið á þeirri braut, sem mörkuð var á síðasta ári í þróun nýrra tækja og aðferða, er gera það kleift að skyggast frá yfirborði dýpra niður í iður jarðar. Orkustofnun Annaðist sem fyrr ráðgjöf í jarðhitamálum fyrir opinbera aðila, einstaklinga og ýmis fyrirtæki. Fyrirtæki í jarðhitavinnslu voru hvött til aukinnar orkunýtni, og boðið til aukins samstarfs við stofnunina um eftirlit með vinnslunni úr jarðhitasvæðum landsins.

## Vinnslueftirlit

Sífellt fleiri hitaveitur hafa í samvinnu við Orkustofnun leitast við að haga vatnsthöku úr vinnslusvæðum veitnanna þannig að saman fari hvatning til sparnaðar, fyllsta nýting varmans og reglubundið eftirlit með viðbrögðum svæðanna. Meginhlutverk Orkustofnunar í þeirri samvinnu er aðstoð við reglubundið eftirlit með efnajafnvægi heita vatnsins, mælingar á afköstum-borhola, val og uppsetning tölvubún-aðar til að auðvelda þessa starfsemi.

Hefðbundið eftirlit með vinnslu úr há-hitasvæðum Hitaveitu Suðurnesja í



Norðan við Hveragerði er megineldstöð. Á rofsvæði hennar er mikil ummyndun og jarðhiti. Myndin er úr Sauðdal og sýnir berggang í grænsoðnu móbergi. (Ljósmynd/Photo Guðmundur Ó. Friðleifsson).  
North of Hveragerði, South Iceland, is a central volcano exposing a regional hydrothermal alteration aureole.



Sýni tekið af heitu vatni úr Selfosslaug í Ölfusá, Ingólfssfjall í baksýn. (Ljósmaður Helgi Torfason).

*Geochemical sampling from a hot spring at Selfoss, South Iceland.*

Svartsengi, Eldvörpum og á Reykjanesi fór fram á árinu. Sama máli gegndi um háhitasvæði Landsvirkjunar í Kröflu og Bjarnarflagi. Eftirlitið byggist sem ádur aðallega á efnagreiningum, afkastamælingum, vatnsborðsmælingum og mælingum á hita og þrýstingi í borholum.

## Rannsóknir á háhita-svæðum

Enn drögust háhitarannsóknir á Nesjavöllum saman á árinu, enda uppbyggning orkuvers Hitaveitu Reykjavíkur í fullum gangi. Helst beindust rannsóknirnar að eftirliti með hita og þrýstingi í jarðhitakerfinu, en einungis voru framkvæmdar hæðar- og þyngdarmælingar á Hengilssvæðinu til að fylgjast með landsigi vegna vinnslu á Nesjavöllum. Lokið var að mestu samantekt gagna, sem aflað var við boranir á Nesjavöllum og Kolvíðarholi.

Lokið var útgáfu yfirlitsrits um niðurstöður rannsókna á eldstöðvum og jarðhita á Hengilssvæðinu með jarðeðlisfræðilegum aðferðum.

Í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur var áfram unnið að gerð jarðfræðikorts af suður- og vesturhluta Hengilssvæðisins. Með þeiri vinnu var að mestu lokið kortlagningu á jarðlagagerð, brotlínum og jarðhita svæðis, sem markast af Þingvallavatni, Þrengslavegi og láglendi Ölfuss.

Orkustofnun tók þátt í ýmsum verkefnum fyrir Landsvirkjun í Kröflu og Bjarnarflagi svipað og undanfarin ár. Hola KG-25 var boruð skammt norðan holu KJ-4 til þess að fá úr því skorið hvort

áhrifa kvíkugasa, sem voru samfara eldgosahrinunni 1975-1984, gætti enn á Vítismóssvæðinu. Jarðhitadeild hannaði og staðsetti holuna, gerði verklýsingu, annaðist rannsóknir og mælingar samfara borun og hafði með höndum umsjón með verkinu. Borunin gekk vel og var síðan fylgst með aftferli holunnar og efnainnihaldi vökvans frá henni fram yfir áramótin. Hola KJ-9 var einnig hreinsuð, en það er orðin árviss aðgerð.

Unnið var að gerð þrívíðs hermilíkans fyrir jarðhitasvæðið við Hvíthóla í Kröflu og notað til þess forritið TOUGH frá Lawrence Berkeley Laboratories í Kaliforníu. Þetta er í fyrsta sinn á Orkustofnun að reynt er að herma tveggja fasa háhitakerfi í þrívíðu reikniliðkani. Lokið var ýtarlegri ritgerð um jarðfræði og eldstöðvakerfi Kröflusvæðisins ásamt jarðfræðikortum. Verkið er í prentun.

Fyrir Hitaveitu Suðurnesja var áfram unnið að gerð jarðfræði- og jarðhitalíkans af jarðhitakerfinu í Svartsengi. Við gerð þess var notast við margvísleg mæligögn eins og til dæmis jarðlagasnið í borholum, gögn um ummyndun og jarðfræði á yfirborði. Með samtúlkun allra mælinga, sem gerðar hafa verið á svæðinu, fékkst endurbætt líkan, bæði af svæðinu í heild og hegðun hvarrar borholu fyrir sig. Ennfremur var unnið úr eldri gögnum þyngdar- og landmælinga til eftirlits með landsigi á vinnslusvæði hitaveitunnar og tillögur lagðar fram um áframhald eftirlits með jarðhitasvæðunum á utanverðum Reykjanesskaga.

Á vegum Veitustofnunar Hveragerðis var áfram haldið hagkvæmniathugun á framleiðslu eigin raforku með jarðhita og er því verki að ljúka.

## Rannsóknir á lághitasvæðum

Mikið var unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar á árinu. Ennfremur var boruð á Þelamörk ein 400 m djúp rannsóknarholu til viðbótar við þær fjórar, sem boraðar voru í lok árs 1989. Umfangsmiklar prófanir og vatnsborðsmælingar voru gerðar á þessum og nærliggjandi holum til að afla upplýsinga fyrir hermilíkan af svæðinu. Undirbúnungur var hafinn að tilraunum til niðurdælingar á affallsvatni á vinnslusvæði hitaveitunnar, sem áfórmæð er að hefja á næsta ári í samvinnu Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar.

Reglubundið eftirlit með vinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar leiddi í ljós innstreymi af köldu vatni inn í jarðhitakerfið. Að undangengnum frekari mælingum og rannsóknum var ákveðið að steypa í botn annarar vinnsluholu veitunnar og tókst sú aðgerð mjög vel.

Haldíð var áfram hermireikningum fyrir ýmis lághitasvæði, svo sem vinnslusvæði hitaveitnanna á Akureyri, Ólafsfirði og Blönduósi. Með einföldum líkönnum er reynt að spá fyrir um vinnslugetu svæðanna næstu einn til two áratugi.

Unnið var að ýmsum rannsóknum til undirbúnings á borunum og í tengslum við boranir viða um land. Verkefnin tengdust nýtingu jarðhita ýmist til upphitunar eða fiskeldis. Sem dæmi um fyrnefnda nýtingu má nefna verkefni fyrir hitaveitur Selfoss og Siglufjarðar og smærri veitur svo sem að Hlemmiskeiði á Skeiðum, Sölvholti í Flóa, Leirárgördum í Leirársveit, Vindheimum í Skagafirði, og margar fleiri. Í tengslum við fyrirhugað fiskeldi var til dæmis leitt að jarðhita í Austur-Húnnavatnssýslu, í ofanverðum Jökuldal, við Lækjarbotna í Landsveit og viða um land. Einnig var á árinu steypt í gamlar holur fyrir Hitaveitu Dalvíkur til þess að bæta eiginleika jarðhitakerfisins til vinnslu.

Fyrir Hitaveitu Reykjavíkur var unnið að ýmsum rannsóknum á lághitasvæðum á höfuðborgarsvæðinu. Lokið var samantekt um þrýstiprofanir í holum á Reykjum og í Reykjahlíð. Einnig voru gefin út hitakort af þessum svæðum. Kortin voru unnin á tímabilinu 1960-70 og gefa upplýsingar um hitadreifingu í svæðunum ádur en djúpdæling hófst. Jarðfræði Laugarnessvæðisins hefur verið í endurskoðun undanfarin ár, og sér nú fyrir endann á þeiri vinnu. Ráðist var í endurfóðrun borhola á Elliðaárvæðinu, til að draga úr innstreymi súrefnisríks vatns inn í

jarðhitakerfið og vinnsluholur. Fóðringardýpi var ákvarðað m.a. á grundvelli hita- og rennslismælinga í holunum, en einnig voru gerðar tilraunir með djúpsýnatöku til mælinga á súrefnisinnihaldi vatnsins.

## Próun tækja, úrvinnsluaðferða og hugbúnaðar

Nú er skrásetning mælinga í borholum í stærsta mælingabíl stofnunarinnar orðin algjörlega tölvuvædd, sem gerir alla úrvinnslu mæligagna fljótþirkari en áður. Þetta eykur jafnframt gæði úrvinnslunnar og möguleika á að taka í notkun nýjar aðferðir við hana. Í þróun er ennþá tölvuvæðing á samskiptum móðurtölu Orkustofnunar og tölvu mælingabílsins, en það verður næsta þróunarverkefni á þessu sviði.

Mælingar á millirennslu milli innstreymsírása í sömu borholunni hafa oft verið vandkvæðum bundnar, sérstaklega þegar rennslið er lítið. Til að ráða bót á þessu var rennslismælir endurbættur og aðferðir við framkvæmd mælinganna endurskoðaðar. Þetta hefur þegar skilað stórum betri niðurstöðum en áður var hægt að vænta. Ennþá er þó þörf frekari aðgerða í þessum efnunum.

Hitaveitur verða stundum fyrir erfiðleikum í rekstri vegna innstreymis á súrefnísíku vatni niður í jarðhitakerfin. Til að loka fyrir slíkt innrennslu á markvissan og hagkvæman máta, er þörf á að kortleggja þær aðrar, sem bera með sér súrefni. Þróuð hefur verið aðferð við töku djúpsýna er gerir mögulegt að ákvarða styrk súrefnis í sýnum, sem tekin eru af mismunandi dýpi í borholu.

Mæling á rafleiðni jarðlaga hefur reynst mikilvæg aðferð til að kortleggja jarðhitasvæði og við fyrsta mat á mögulegum eiginleikum þess. Þetta byggir á því að rafleiðni í jörðu er mjög háð hve miðið vatn jarðlög innihalda, lekt þeirra og hitastigi. Til mælinga á rafleiðni í jörðu er farið að nota svonefndar MT, AMT og TEM-aðferðir, sem allar byggja á því að spana tíma-háðan rafstraum í jörðu og mæla á yfirborði dreifingu spennunnar er þannig myndast. Tvær fyrstnefndu aðferðirnar hafa mismunandi tiðnisvið og þar af leiðandi dýptarskyn. TEM-aðferðin spanar aftur á móti rafstraum í jörðinni með vírspólu, sem á hana er lögð, og nemur hjóðunum á seguláhrifum hans yfir gefið tímabil.

Á árinu var haldið áfram smíði tækja til

að mæla eðlisviðnám jarðar með TEM-aðferð og þróun á hugbúnaði til vinnslu mæligagna. Tækin skynja eðlisviðnám á eins til fjögurra kílometra dýpi. Verkið er á lokastigi og munu tilraunamælingar hefjast árið 1991. Ennfremur voru gerðar mælingar á jarðstraumum í tilraunaskyni með nýjum AMT-tækjum Orkustofnunar. Niðurstöður mælinganna lofa góðu, einkum þar sem TEM-mælingum er beitt samhlíða þeim á efstu 400 – 500 metra jarðskorpunnar.

## Samræmt kerfi fyrir gagnavörslu

Haldið var áfram að vinna að fullkomnu, samræmdu gagnavörslukerfi fyrir Orkustofnun, sem byggt er á hinum öfluga gagnagrunni, ORACLE. Verkið gekk sem næst eftir áætlun. Það hófst á árinu 1989 með því að móta geymsluskipulag fyrir stofnunina í heild og skilgreiningu á þörfum og kröfum hvers fagsviðs fyrir sig. Næsta þepið, sem felst í forritun, skipulagningu og færslu hinna ýmsu gagna yfir í Oracle-kerfi, er mislangt á veg komið hjá hinum ýmsu fagsviðum. Sérþarfir þeirra eru í þessu efní mjög mismunandi og gögnum sem geyma á misjafnlega hentug til vörslu í tölvu.

Á þessu sviði var m. a. unnið að því að færa yfir skrár um allar borholur á Íslandi svo og borholumælingar. Hvortveggja er vel á veg komið. Eins hefur hið mikla gagnasafn í jarðefnafræði verið flutt yfir í Oracle-kerfið og vinnan við að endurskoða og semja úrvinnsluforrit í jarðefnafræði er vel á veg komin. Á fagsviðum jarðfræði, vinnslutækni og jarðeðlisfræði er vinnan nokkru skemmra á veg komin, en miðar vel.

## Ýmis jarðhitaverkefni

Rekstur rafeindastofu og rannsóknarstofa í efnafræði og bergfræði, sér-búinna bíla til borholumælinga og sýnatöku í borholum var með svipuðu sniði og verið hefur undanfarin ár.

Orkustofnun lagði til sérfræðing í vinnuhóp á vegum Hitaveitu Reykjavíkur til að gera úttekt á magnesíum-silíkat útfellingum er vart varð, þegar fyrsti áfangi Nesjavallavirkjunar var tengdur dreifikerfi hitaveitunnar í október 1990.

Sumarið 1990 voru framkvæmdar

bylgjubrotsmælingar á Suður- og Vesturlandi í samvinnu við Lamont-Doherty jarðfræðistofnunina í Bandaríkjunum. Verkið var styrkt fíjhagslega af Vísindaráði og Vísindasjóði Bandaríkjanna. Unnið verður úr mælingum þessum í Bandaríkjunum og munu niðurstöðurnar gefa mikilvægar upplýsingar um jarðskorpuna undir Íslandi.

Einn liður í almennum rannsóknum á jarðhita landsins er að kortleggja eðlisviðnámið í eftir hluta jarðskorpunnar. Í þeim tilgangi voru hafnar í summar viðnámsmælingar á suðvesturhorni landsins, til þess að fylla upp í eyður í fyrilliggjandi gögnum.

Á efnafræðistofu var m.a. unnið að þróun aðferða til greininga á þungmálum og útfellingum. Verður þeim haldið áfram á næsta ári. Gerðar voru alls um 3.600 efnagreiningar á árinu. Langflestir þeirra voru í tengslum við eftirlit með vinnslu hitaveitna og um 21% tengdust þjónustu við vatnsveitir og fyrirtæki, sem hyggjast flytja út neysluvatn. Aukningin, sem orðið hefur á þjónustu við vatnsveitir landsins, er mjög athyglisverð. Skrifuð var skýrsla um efnasamsetningu hitaveituvatns á Íslandi og flokkun þess eftir neyslu- og vinnsluhæfni.

Fyrir Hitaveitu Suðurnesja var gerð ferlunarprófun, sem er mikilvægur liður varðandi tilhögum niðurdælingar á afallsvatni. Prófunin var í því fólgin að dæla ferlunarefninu kalium-joðiði niður í eina vinnsluholu og greina síðan magn efnisins í vatninu úr öðrum vinnsluholum til að meta tengsl milli þeirra. Prófunin tókst vel og gaf ýmsar mikilvægar upplýsingar. Hitaveitan er með áform uppi um að hefja niðurdælingu affallsvatns innan fárra ára.

Samið var við jarðfræðistofnun Frakklands (BRGM) um samstarf á sviði jarðhita, eiknum að því er tekur til vandamála vegna tæringar og útfellinga. Tveir starfsmenn jarðhitadeildar fóru í kynnisferð til Frakklands í tilefni þessa og franskur jarðfræðingur hefur dvalist hér á landi með aðstöðu á Orkustofnun í u.p.b. sjö mánuði.

Haldið var áfram gerð jarðhitakorts af Íslandi. Miðaði verkinu vel og er búist við að lokið verði við slíkt kort af landinu á næsta ári. Gerð var forkönnun á magni eðalmálma í ummynduðu bergi í nokkrum rofnum megineldstöðvum. Verkið var unnið í samvinnu við Kísiljöðuna hf. og löntæknistofnun, að hluta til fyrir styrk frá Rannsóknasjóði.

Á árinu var haldið áfram könnun á orkunýtingu hitaveitna, í samvinnu lönn-

aðarráðuneytis, Sambands íslenskra hitaveita og Orkustofnunar. Tilgangur könnunarinnar er fyrst og fremst að skapa betri grundvöll fyrir samanburð á orkuverði til upphitunar. Söfnun gagna lauk fyrri hluta ársins og vinnsla þeirra er langt komin. Gert er ráð fyrir að niðurstöður könnunarinnar verði birtar snemma árs 1991. Samfara þessu var einnig unnið að endurskoðun jarðvarma- og húshitunarspár fyrir landið, en áfórmáð er að þær verði framvegis gefnar út á þriggja ára fresti.

Gefið var út þyngdarkort af Íslandi og landgrunni þess í mælikvarða 1:1.000.000. Mælingarnar sem kortið byggir á voru unnar af Orkustofnun í samvinnu við Kortadeild bandaríksa hersins, og stóðu yfir tímabilið 1968-1973 og sumarið 1985.

## Jarðhitaskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna

Tólfra starfsári Jarðhitaskólans lauk með skólauppsögn þann 29. október 1990. Ellefur styrkþegar útskrifuðust eftir sex mánaða sérhæft nám í forðafræði (5), jarðeðlisfræði (3), borholumælingum (2), og jarðfræði (1). Styrkþegarnir komu frá Búlgaríu (2), Costa Rica (1), Egyptalandi (1), Júgóslavíu (2), Kenya (2), Nicaragua (2) og Uganda (1). Einnig komu fjórir sérfræðingar frá Jarðfræðiráðuneyti Kína og jarðfræðingur frá Tékkoslóvakíu í tveggja vikna kynnisferðir til Íslands á vegum skólans. Farið var á vegum skólans til Costa Rica, El Salvador, Kenya, Kína, Nicaragua, Thailands og Uganda að velja nemendur og heimsækja jarðhitastofnanir, og auk þess voru fluttir fyrillestrar á alþjóðlegum jarðhitaráðstefnum í El Salvador og á Hawaii.

Frá því Jarðhitaskólinn tók til starfa árið 1979 hafa alls 93 styrkþegar frá 20 þróunarlöndum útskrifast eftir sex mánaða nám, en að auki hafa um 30 dvalið hér við nám í skemmti tíma (2 vikur til 3 mánuði).

Jarðhitaskólinn er rekinn samkvæmt samningi milli Háskóla Sameinuðu þjóðanna í Tókýó og Orkustofnunar f.h. íslenska ríkisins. Fjárfamlög til Jarðhitaskólans koma frá Háskóla Sameinuðu þjóðanna og íslenska ríkinu. Litið er á framlag Íslands sem hluta af þróunaraðstoð Íslendinga. Kennarar við Jarðhitaskólann eru sérfræðingar hjá Orkustofnun, Háskóla Íslands, og verkfræðistofum í Reykjavík.

## Könnun orkulinda á hafsbotni

Á árinu voru engir leiðangrar farnir til mælinga, en áhersla lögð á úrvinnslu mæligagna frá fyrri leiðöngrum. Gagnasafnið jókst bó að mun, því að á árinu voru fengin ýmis frumgögn frá útlöndum, sem aflað hafði verið í leiðöngrum við landið. Hér er um að ræða margrásu endurkastsmælingar á tölrænu formi, sem góður fengur er að, og mikil verk bíður við vinnslu þeirra.

Tölvuvinnsla á endurkastsmælingum frá íslensk-norskum leiðangri á Jan Mayen hrygg árið 1988 var aðalverkefni ársins. Áfanga þessum lauk með afhendingu niðurstaðna til samstarfsmanna stofnunarinnar í Noregi. Næsta skrefið er að túlka gögnin í sameiningu og í samræmi við kannanir hópsins á hryggnum. Annað verkefni á þessu svíði var tölvuvinnsla gagna úr endurkastmælingum undan Suð-Austurlandi árið 1989. Verkefnið hlaut fjárhagslegan styrk úr Vísindasjóði. Lokið var túlkun gagna frá Hatton-Rockall grunninum og hluti niðurstaðnanna

kynntur á alþjóðlegri ráðstefnu síðasti liðið vor. Verkefnið er framhald dansk-íslenskra rannsóknna á svæðinu. Unnið var ráðgjafastarf fyrir Utanríkisráðuneytið og hafsbotsnefnd lönaðar-ráðuneytisins.

## Erlend jarðhitaverkefni

Lokið var jarðhitaverkefni í Djibouti, sem Virkir-Orkint hf. tók að sér fyrir Electricité de Djibouti. Verkið fólst í rannsókn á skeljun og tæringu, úttekt á aflgetu Assal-svæðisins, og tilraunum með íblöndun sérstakra tafaefna til varnar skeljun. Áfórmáð er að nýta Assal-svæðið til framleiðslu á raforku. Orkustofnun vann alla sérfræðivinnu við verkið samkvæmt samningi við Orkustofnun erlendis hf, sem var undirverktaki Virkis-Orkint hf.

Mílos verkefni í Grikklandi var haldið áfram á árinu, en það fólst að þessu sinni aðallega í ráðgjöf varðandi möguleika á rekstri raforkuversins í Mílos á 25% afli. Íbúar þar eru mjög áhyggjufullir vegna brennisteinsvætnis í útbæstri frá stöðinni, og er rekstri þess



Árið 1988 fannst, í fyrsta sinn á Íslandi, vottur jarðgass í tveim borholum við Skógalón í Öxarfirði. Sýntaka af 200 m dýpi. (Ljósmynd/Photo Magnús Ólafsson).

In 1988 some natural gas was found for the first time in two boreholes in Öxarfjörður, North Iceland. Gas sampling from 200 m depth in a borehole.

á svo litlu afli ætlað að koma til móts við óskir íbúa eyjarinnar.

Á vegum Virkis-Orkint hf. og íslensk-ungverska fyrirtækisins GeoTherm Ltd, voru gerðar athuganir á hagkvæmni þess að nota jarðhita í fjarvarmaveitir í sjó borgum vítt og breitt um Ungverjaland. Verkinu lauk í febrúar 1990 og voru niðurstöðurnar sendar Norræna Fjárfestingabankanum í Helsinki. Sex af verkefnunum reyndust fjárhagslega hagkvæm og veitti bankinn Ungverjum vilyrði fyrir 7 milljón bandaríkjadalra láni til verkefnanna. Undirbúningur er hafinn að framkvæmdum.

Í undirbúningi er að gera svipaðar hagkvæmniathuganir á tveim stöðum í Póllandí og í Tékkó-Slóvakíu. Farin var ferð til Kamsjatka og fleiri staða í Rádstjórnarríkjum, en þar er mikill áhugi á samvinnu við Íslendinga í sambandi við jarðhita og fleira.

## Rannsóknir á náttúrulegum skilyrðum til fiskeldis

Lokið var skýrslu um rannsóknir á Rosmhvalanesi og sunnanverðum Vestfjörðum.

Haldið var áfram rannsóknum í Aðaldal, í Hnappadal og Borgarfirði, í Meðallandi/Landbroti, á ofanverðum Jökuldal og á suðurströnd Reykjanesskagans.

Í Aðaldal var bætt við nokkrum mælingum á grunnvatnsborði og mælt í lindum í hraununum. Gagnasöfnun og úrvinnslu er að mestu lokið. Í Meðallandi/Landbroti var lokið s.l. vetur mælingum á rennsli í helstu lindasvæðum, sem var frestað 1989, og þá einnig tekin sýni til efnagreininga. Samantekt skýrslu er ólokið.

Á suðurströnd Reykjanesskaga var lokið gagnaöflun að öðru leyti en því að mæla þarf aftur í öllum borholum. Úrvinnsla er aftur á móti mislangt komin, styst á sviði jarðfræði.

Rannsóknir þessar, sem verða lokapáttur þessa samstarfsverkefnis Orkustofnunar og heimamanna á hverjum stað, beindust bæði að leit að jarðhita og ferskvatni. Þær eru langt komnar og þeim mun ljúka á næsta ári. Áformáð er að ljúka verkefninu á næsta ári með ráðstefnu þar sem fram verður lögð samantekt um niðurstöður rannsóknanna,

## Vatnsorkurannsóknir

Orkustofnun sér um grunnrannsóknir, sem eru nauðsynlegur undanfari hönnunar virkjana. Grundvöllur þeirra er nákvæm landslagskort í stórum mælikvarða af heilum vatnasviðum. Þegar að hönnun virkjunar kemur þarf síðan enn nákvæmari kort af stöðum þar sem mannvirkja eru fyrirhuguð. Landmælinganet sem mæld eru vegna kortanna, miðast við að hægt verði að ákveða legu og hæð mannvirkja með nægilegri nákvæmni, ef til virkjunar kemur. Vita þarf um vatnsrennsli og dreifingu þess innan ársins og milli ára. Þá þarf að vera búið að ganga úr skugga um að engir alvarlegir meinbugir séu á virkjun af umhverfisástæðum. Vegna hönnunar þarf einnig að kunna glögg skil á gerð og þykkt lausra jarðлага, berggerð, sprungum og sprunguvirkni, jarðlagaskipan, grunnvatni og lekt jarðлага og á magni og gæðum byggingarefna. Grundvöllur þessara upplýsinga eru jarðfræðikort sem sýna gerð og útbreiðslu jarðлага.

### Virkjunaráætlanir

Ef samið verður um orkusölu til nýrrar stóriðju snemma árs 1991 þarf að hefja virkjunarrannsóknir af fullum krafti.

Orkustofnun og Landsvirkjun hafa samið drög að áætlun um það hvernig standa skuli að nýju átaki í undirbúningsrannsóknum og hönnun nýrra virkjana. Áætluninni er hægt að hrinda í framkvæmd án tafar ef ákvörðun verður tekin um nýtt stórt álver. Helstu markmið átaksins eru að undirbúa á næstu árum hönnun nýrra virkjana, sem skilað geti 3500 til 4000 GWh ársorku um eða upp úr aldamótum. Forsendur þess að það takist eru, að með nýrri tækni og reynslu af byggingu virkjana megi stytta þann tíma sem þarf til undirbúnings, og jafnframt er vonast til að hægt verði að draga verulega úr kostnaði við hönnunarrannsóknir. Að hluta byggist það á vönduðum grunnrannsóknum. Ef hvergi er slakað á í vatnamælingum, minnka með tímanum líkurnar á því að skortur á rennslisgögnum tefji undirbúning, því rennslisáætlanir og þar með vitneskja um orkugetu verða betri eftir því sem lengur hefur verið mælt. Góð staðfræðikort í stórum mælikvarða og traust landmælinganet ásamt ítarlegri þekkingu á jarðfræði virkjunarsvæða stytta þann tíma sem þarf til að undirbúa hönnun og síðar byggingu virkjunar.

Ennfremur þarf að undirbúa það að framhald geti orðið á nýtingu vatns-



Hálendið suðaustan Fjótdals (Hraun) er mikil úrkomusvæði. Í bakgrunni er Prándarjökull, en fremst sér í Ytri-Sauðá. Í athugun er hvort hagkvæmt sé að safna vatni af þessu svæði til virkjunar í Suðurdal í Fjótdal. (Ljósmynd: Oddur Sigurðsson).

Feasibility studies are now conducted on the hydro power potential of the area to the east of the planned Fjótdalsvirkjun hydro power project, East Iceland.

orku, en hagkvæmir virkjunarkostir hérlandis eru fyllilega samkeppnisfærir við ódýrustu orkuvinnslumöguleika víðast hvar í heiminum, og allar líkur á að nauðsynlegar aðgerðir til að draga úr mengun við orkuframleiðslu úr kolum, olíu og kjarnorku muni styrkja samkeppnishæfni vatnsorku. Það er því talið nauðsynlegt að hefja endurskoðun eldri virkjunaráætlana og undirbúa forathugun á svæðum, sem sannanlega búa yfir mikilli vatnsorku. Viða vantar enn ýmis grunngögn til að meta hana, svo sem nákvæm staðfræðikort í stórum mælikvarða og nákvæmari rennslisgögn.

Hugmyndir um verkskil milli Orkustofnunar og Landsvirkjunar hafa byggst nokkuð á hefðum sem sköpuðust á þeim árum sem athafnasvið Landsvirkjunar var þrengra en það var skilgreint í lögum nr. 42 frá 1983. Áður hafði Orkustofnun verið falin umsjón með rannsóknarstigum, sem nú eru ótvírætt á ábyrgð Landsvirkjunar, sem „ákveður að fengnum nauðsynlegum heimildum hvar virkjað skuli og hvenær“ en „Orkustofnun annist grundvallar- og almennar rannsóknir til undirbúnings ákvarðana um virkjunarstaði“ (úr reglugerð um Landsvirkjun nr. 760/1983). Markmið grunnrannsókna Orkustofnunar gæti skv. þessu verið að sýna fram á að einn virkjunarstaður sé betri en annar með hæfilegu öryggi. Það er talið mögulegt án þess að hanna þurfi mannvirki eða gera ítarlegar jarðfræðikortlagningu sé lokð eða langt komið þegar að hönnun kemur. Þetta ásamt fleiri þáttum sem minnst er á íngangi kaflans er grundvöllur að nánari samvinnu milli Orkustofnunar og Landsvirkjunar. Henni þarf að finna eðlilegan farveg líkt og samvinnu þessara aðila um vatnamælingar.

Stöðugt er unnið að endurskoðun og þróun virkjanálíkans Orkustofnunar. Verðlagsforsendur voru endurskoðaðar á árinu. Sérstök áhersla var lögð á að endurskoða kostnað við jarðgangagerð, með hliðsjón af raunkostnaði við göng Blönduvirkjunar og Múlagöng. Væntanleg jarðgöng Fljótsdalsvirkjunar munu síðar meir styrkja mjög allar forsendur fyrir kostnaðarmati jarðganga hér á landi.

Hönnun á tölvutækum gagnabanka um virkjanir er langt komin, og byrjað

er að undirbúa flutning og innslátt gagna. Tilkoma gagnabankans mun auðvelda mjög að átta sig á stöðu rannsókna og úrvali virkjunarkosta á hverjum tíma.

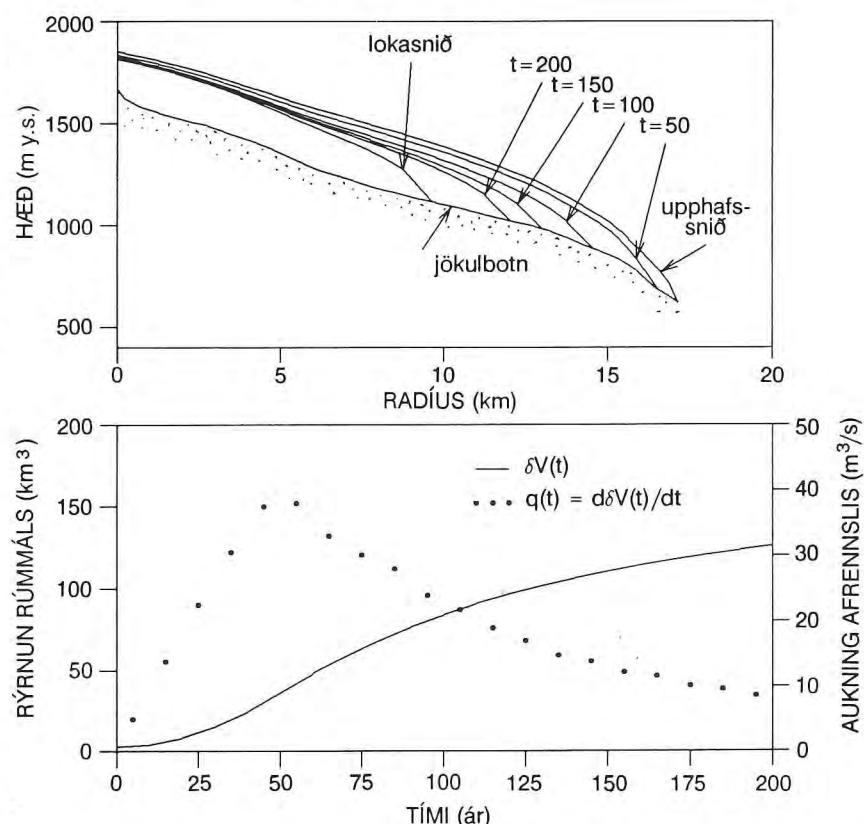
Á vegum samstarfsnefndar löndaráðuneytis og Náttúruverndarráðs um orkumál (SINO) var byrjað á yfirliti um líkleg virkjunarsvæði og fyrirsjánlega árekstra milli mögulegra virkjunarleiða við aðra nýtingarhagsmuni, svo sem náttúruvernd, útvist og hlunnindi. Þessi vinna tengist þingsályktunartilföldu, sem samþykkt var á 111. löggjafarþingi um verndun vatnsfalla og jarðitasvæða. Að þessu er unnið sameiginlega af starfsmönnum Orkustofnunar, Landsvirkjunar og Náttúruverndarráðs.

## Rannsóknir einstakra virkjunarstaða

Forathuganir á einstökum virkjunarstöðum hafa að mestu legið niðri vegna óvissu um markaðshurfur fyrir raforku til stóriðju. Aðallega hefur verið

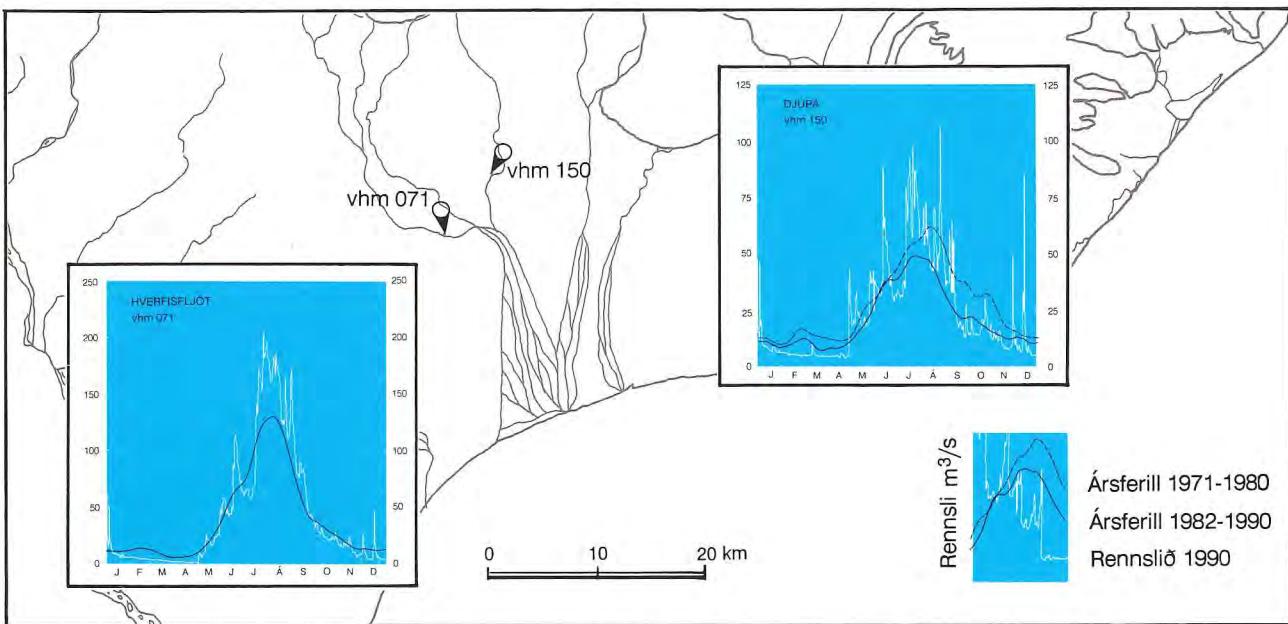
unnið að forathugun á Austurlandi. Þar er verið að kanna möguleika á nýtingu vatns af Hraunum (Hraunavirkjun/Fljótsdalsvirkjun 2), sem er landsvæði austan við virkjunarsvæði væntanlegrar Fljótsdalsvirkjunar. Lokð var bráðabirgðaútgáfu jarðfræðikorta af virkjunarsvæði Jökulsá á Dal. Grunnvatn á Nýjabæjaráfrétt í Skagafirði var kannað í tengslum við hugmyndir um að veita því til virkjunar af Hofsafrétt niður í Vesturdal. Mælt var vegna korta með 5 m hæðarlínúm austan Möördals á virkjunarsvæði Austurlandsvirkjunar (Jökulsá á Fjöllum – Jökulsá á Dal).

Mælt var hæðar- og þríhyrninganet fyrir Landsvirkjun vegna kortagerðar við Grjótá á Fljótsdalsheiði. Á vegum Landsvirkjunar voru boraðar 8 nýjar kjarnaholur, samtals 1500 m, á leið væntanlegra aðrennslisganga Fljótsdalsvirkjunar frá Eyjabökum að Teigsbjargi. Orkustofnun sá um eftirlit með borun og úrvinnslu, ásamt ýmsum prófunum á borkjarnanum og í holunum. Auk þess var kjarni úr 6 eldri holum á stöðvarhússtæði, u.p.b. 900 m, endurmetin til samræmis við nýjar kröfur.



Myndin sýnir áætluð viðbrögð Hofsjökuls við hugsanlegum hlýindum af völdum vaxandi gróðurhúsaáhrifa. Miðað er við að hiti vaxi um 1-1,5 °C á næstu 50 árum og breytist ekki eftir það. Efri myndin sýnir reiknuð meðalþversnið jökulsins með 50 ára millibili næstu 200 árin og áætlaða jafnvægisstöðu. Neðri myndin sýnir reiknaða breytingu á rúmmáli og afrennslisaukningu frá jöklinum næstu 200 árin. (Heimild: Tómas Jóhannesson 1991).

Above: Profiles of Hofsjökull ice cap as a function of time calculated on the assumption that the temperature increases by 1-1.5 °C during the next 50 years as a result of greenhouse warming. Below: Calculated volume reduction as a function of time (solid curve) and corresponding increase in runoff from the ice cap (dotted curve) based on the same warming as above.



Rennsli á tveim mælistöðum í jökulám á Siðu. Sýndar eru árstíðabundnar breytingar meðalrennslis (ársferill) síðastiliðinn áratug og til samanburðar rennsli ársins 1990. Fyrir Djúpá er einnig sýndur ársferill timabilsins 1971-1980. Samanburður tímabilanna gefur til kynna langtímaþreytingar á rennsli.

	Einkenni	Vhm, nr.	Vatnasvið	Meðalrennsli	Afrennsli	Tímabil
Hverfisfljót við brú	J	71	345 km <sup>2</sup>	38,0 m <sup>3</sup> /s	110 l/s/km <sup>2</sup>	'82-'90
Djúpá í Fljótsdal v. brú	J+L	150	260 km <sup>2</sup>	21,1 m <sup>3</sup> /s	81 l/s/km <sup>2</sup>	'82-'90
" "	"	"	"	"	27,7 m <sup>3</sup> /s	'71-'80

Meðalrennsli beggja árna 1990 var um 10% yfir meðaltali síðasta áratugs, en Djúpá var 15% undir meðaltali áranna 1971-80.

*Hydrographs showing the mean yearly variation of discharge for the periods 1971-'80 and 1982-'90 as well as the daily flows for the year 1990 for two rivers in SA Iceland.*

## Vatnamælingar

### Rekstur vatnshæðarmæla

Vatnshæðarmælar eru flokkaðir eftir markmiðum með rekstri þeirra og taka ýmsir aðilar þátt í honum eftir eðli máls. Áformað er að fá fleiri aðila en orkuþyrtækin til þátttökum í rekstri einstakra mælistöðva, t.d. Vegagerð ríkisins og sveitarfélög.

Í tengslum við fyrirhugaða virkjun Jöklulsárlendi í Fljótsdal voru settir upp mælar í ám sem verður veitt inn á aðalvatnsviði: Grjótá á Vesturöræfum, Kelduá ofan Grjótár á Hraunum og Sauðárvatnsós. Á Hraunum suður og austur af Fljótsdalsvirkjunarvæðinu er eitt mesta úrkomusvæði landsins og býður það upp á ýmsa virkjunarkosti, jafnvel tengda Fljótsdalsvirkjun. Því var lögð aukin áhersla á þetta svæði, m.a. settir upp mælar í Hamarsá í byggð og í Geithellnaá á hálandisbrún. Viðtækur rennslismælingar fóru fram á báðum þessum svæðum s.l. vor. Í Köldukvísl við Þveröldu var sett mælistöð og kláfur og mælistöð í Seyðisá á Kili. Með þeim er ætlað að fylgjast með náttúrulegu rennsli á viðkomandi virkjunarsvæði. Bætt var við mæli í Kreppu (við Þorlákslindir), en tilgangur með honum

er að fylgjast með grunnrennsli Kreppu sem rennur þar auð allan vetrurinn. Á s.l. vetri voru farnar ferðir í samvinnu við Landsvirkjun um vatnsvið Jökulsár á Fjöllum frá Grímsstöðum að Vaðöldu til samanburðarmælinga og lykilmælinga við vatnshæðarmæla árinna. Mælir við Langavatn á Glámu var tekinn í rekstur á ný, og eru nú þrír hálandismælar í gangi vegna athugunar á stækkun Mjólkárvirkjunar. Tekin voru 165 aurburðarsýni.

Á árinu tók Orkustofnun þátt í stofnun norræns vinnuhóps til að fjalla um vatnamælingakerfi. Markmiðið er að þróa tölfraðilegar aðferðir við hönnun, uppbyggingu, umfang og rekstur vatnamælingakerfa, til að nýta sem best fé sem til slíkrar starfsemi rennur.

### Jöklamælingar

Allt vatnafar stóránnna er mjög háð árferði á jöcli, og getur munao tugum hundraðsluta af ársrennsli til og frá eftir afkomu þeirra. Jöklar eru mikilvægt forðabúr fyrir vatnsorkukerfið þar sem þeir liggja hátt yfir sjó en þar er úrkoma að jafnaði miklu meiri en annars staðar á landinu.

Á vatnsárinu 1989-90 var haldið áfram nákvæmum mælingum á afkomu norðanverðs Hofsjökuls (Sátujökuls)

og til samanburðar voru mæld snið á Þjórsárjöklum og Blágnipujökli á austan- og sunnanverðum jöklum. Sátujökull minnkaði frá fyrra tímabili, eins og allur Hofsjökull.

Á þessu ári hefur verið fylgst með breytingum á jöklusporðum í 60 ár, en Jón Eyþórsson hóf þessar mælingar 1930. Frá árinu 1988 hefur Orkustofnun haft umsjón með mælingunum í samvinnu við Jöklarannsóknafélag Íslands, sem fram að því sá um þær. Á tímabilinu 1930 til 1960 hopuðu allir jöklar, en á síðara 30 ára tímabilinu gekk um fjórðungur mældra jöklusporða fram. Niðurstöður birtast árlega í tímartínu Jöklum og eru sendar World Glacier Monitoring Service til birtingar í Alheimssjöklatali.

Mögulegar breytingar veðurfars af völdum gróðurhúsaáhrifa geta verið afgerandi fyrir afkomu jöklar. Viðbrögð Hofsjökuls við jafnhækkandi hita næstu 50 árin voru prófuð í reiknilíkani. Meðfylgjandi myndir sýna helstu niðurstöður miðað við að hiti að 50 árum liðnum verði um 1-1,5 °C hærrri en nú og hækki ekki meira eftir það. Sú hækkan hita samsvarar um 200 m hækkan hjarnmarka og eykur afrennsli frá jöcli um 40 m<sup>3</sup>/s eftir 50 ár (heildarjöklafrennsli frá Hofsjökli er um 150 m<sup>3</sup>/s). Síðan dregur úr rennslisauknun

ingunni, en hún verður þó enn um 10 m<sup>3</sup>/s að 200 árum liðnum.

## Landmælingar

Eins og undanfarin ár tók Orkustofnun þátt í tilraunum með að nota gervitunglamælingar til að fylgjast með jarðskorpubreytingum. Mælt var vegna kortagerðar á virkjunarsvæðum Austanlands. Mælt var á Nesjavöllum og Hengilssvæði til að fylgjast með hæðarbreytingum lands fyrir Hitaveitum Reykjavíkur.

## Jarðfræðikortlagning á Þjórsár/Tungnaárvæði

Í samvinnu við Landsvirkjun var unnið að kortlagningu á kortblöðunum Nyrðri-Hágöngur og Þjórsáver. Miklar haustrigningar komu í veg fyrir að því yrði lokið eins og til stóð. Gengið var frá kortblöðunum Botnafjöll (Þórisós – Þveralda) til prentunar. Lokið er handritum af kortum af kortblaði Kóngsós (Gljúfurleit). Handritum af kortblaði Tungnárjökull (Jökulheimar) er að mestu lokið. Samkvæmt áætlun skal útvinnu við þetta verk vera lokið 1991.

## Önnur jarðfræðikortlagning

Á árinu var unnið að endurskoðun á samstarfssamningi Orkustofnunar og Landsvirkjunar um framhald kortlagningar á öðrum virkjunarsvæðum, þar sem líkur eru á að næstu virkjanir muni risa.

Gefin voru út tvö kort af Fljótsdalsheiði – Hraunum í mælikvarða 1:50.000 í samvinnu við Landsvirkjun. Útgáfan er til bráðabirgða í þeim skilningi að þau eru ekki í kortblaðastaðli og upplýsingar ekki eftir ítrasta staðli.

Á árinu var gengið frá samningum milli bæjarfélaga á höfuðborgarsvæðinu og Orkustofnunar um jarðfræðikortlagningu svæðisins (kortblað 1613 III) á 4 kortblöðum í mælikvarða 1:25.000. Þetta verða fyrstu kort sinnar tegundar af þéttbýlissvæðum á landinu. Auk jarðfræðinga Orkustofnunar munu jarðfræðingar Náttúrufræðistofnunar, Háskóla Íslands, Reykjavíkurborgar, Hitaveitu Reykjavíkur og Jón Jónsson, jarðfræðingur, vinna að verkinu í umsjá Orkustofnunar. Ráðgert er að þessu verki ljúki 1994.

## Grunnvatnsrannsóknir

Lokið var við rannsóknir vegna fiskeldisverkefna í Landbroti – Meðallandi og Aðaldal og á sunnanverðum Vestfjörðum. Haldið var áfram athugunum sem tengjast vatnafarskortlagningu á ýmsum virkjunarsvæðum. Unnið var úr gögnum um efnainnihald grunnvatns á landinu, einkum á hálandinu. Munu fyrstu niðurstöður birtast 1991.

## Þjónustuverkefni

### Vatnsöflun og vatnsvernd

Ýmsum sveitarfélögum var veitt ráðgjöf og rannsóknarþjónusta vegna vatnsöflunar og vatnsverndar. Má þar nefna Kópavog, Sandgerði, Voga á Vatnsleysuströnd, Borgarnes, Reykhóla, Hveragerði o.fl. Mjög gott samstarf hefur tekist við Skipulag ríkisins um mat á vatnsvernd og vatnsöflun vegna svæðisskipulags, t.d. í Ölfusi. Er þar m.a. byggt á reynslu af svæðisskipulagi Suðurnesja, en vatnsverndarskipulag þar á ekki síst rót sína að rekja til rannsókna og tillagna sérfræðinga Vatnsorkudeildar, allt frá 1975.

### Jarðfræði og mannvirkjagerð

Orkustofnun tók drjúgan þátt í rannsóknum í Hornafirði á vegum Hafnarmálastofnunar og Hafnarhrepps. Rennsli var mælt á um klst. fresti yfir inn- og útfall við stórstraum á þremur sniðum. Hámarksrennsli var rúmlega 4000 m<sup>3</sup>/s í Hornafjarðarósi, og samtals runnu um 60 GI á einu falli út um ósinn. Rennsli fljótanna er hverfandi í þessum samanburði.

Á vegum Orkustofnunar voru unnin nokkur verk fyrir Vegagerð ríkisins. Á Austurlandi var haldið áfram athugun á berggrunni á nokkrum stöðum þar sem komið hefur til tals að gera jarðgöng. Á Vestfjörðum var lokið berggrunnsrannsóknum vegna jarðganga undir Breiðadals- og Botnsheiðar. Rannsóknir þessar fólust að miklu leyti í jarðfræðikortlagningu, en einnig fór fram kjarnaborun og var unnið úr kjarnanum; berg greint og bergtækniligrir eiginleikar þess metnir. Voru þetta síðustu rannsóknir fyrir útboð, sem er ráðgert 1991.

Sem fyrr var talsvert um þjónustu við sveitarfélög, fyrtæki og einstaklinga vegna grundunar mannvirkja.

## Stjórnsýsla

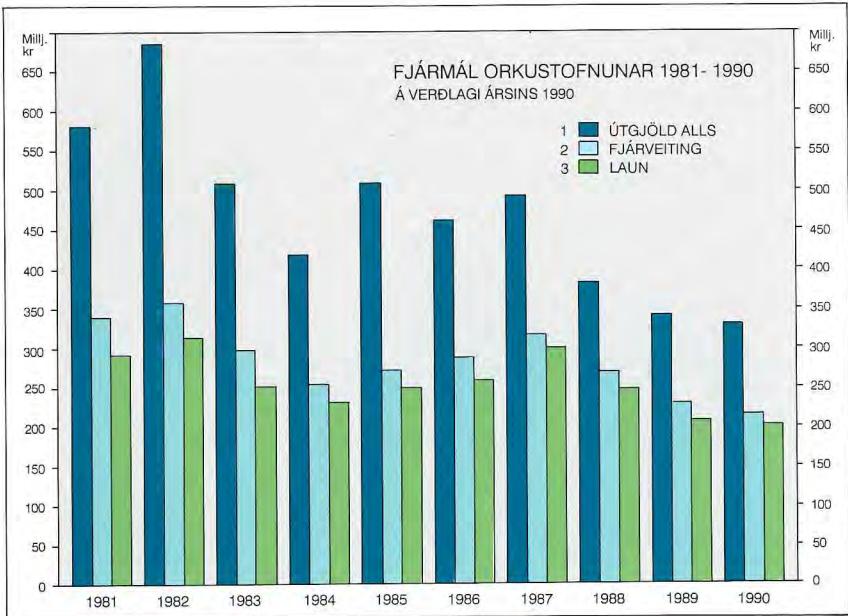
## Stjórnsýsla

Helstu verkefni á sviði stjórnsýslu eru fjárréiður, bókhald og starfsmannahald. Einnig ýmis sameiginleg þjónusta svo sem útgáfa, rekstur teiknistofu, bókasafns, húsnæði, matstofu og tölvu. Jafnframt annaðist Orkustofnun bókhald og fjárvörslu fyrir Raftagnseftirlit ríkisins, samkvæmt beiðni þess, til 1. maí 1990, en þá tók eftirlitið við fjármálum og bókhaldi sínu, en nokkuð áður hafði það tekið við launa-bókhaldinu.

## Fjármál

Samkvæmt meðfylgjandi rekstrarreikningi námu bókfærð útgjöld á árinu 1990 alls tæpum 330 milljónum króna en tæpum 297 milljónum árið áður. Raunvirði útgjalda Orkustofnunar lækkaði um 3% milli ára. Fjárvéitingar námu 212,5 milljónum króna. Auk þess fékk stofnunin 1,5 Mkr. fjárvéitingu á fjáraukalögum ársins til óvæntrar greiðslu á biðlaunum til starfsmanns sem áður vann hjá stofnuninni og ráðuneytið ákvæði að hún skyldi greiða. Fjárvéitingar 1989 námu tæpri 201 milljón króna og lækkuðu fjárvéitingar 1990 að raunvirði um 7,8% frá fyrra ári. Sértekjur fyrir selda þjónustu einkum til hitaveitna og raforkuframleiðenda (Landsvirkjunar, RARIK) námu um 112,5 milljónum króna samanborið við 101,8 milljónir króna árið áður. Þær lækkuðu því að raunvirði um 3,7% milli ára.

Þetta gerði það nauðsynlegt að beita strangri aðgát á útgjöldum ársins 1990 og var það gert. Einnig hafði þurft að beita mjög strangri útgjaldagát á árinu 1989. Með því móti tókst að halda höfuðstól stofnunarinnar jákvæðum þannig að hann var í árslok 1990 jákvæður um 3,2% af tekjum ársins. Til samanburðar var hann jákvæður um 4,6% í árslok 1989 og 2,4% í árslok 1988, en hann hafði verið neikvæður um 1,6% í lok 1987. Að hluta stafar hinn jákvæði höfuðstóll 1990 af því að vegna útgjaldagátarinnar voru ýmis tæki þöntuð svo seint á árinu að þau höfðu ekki komið til útgjalda þegar bókhaldi ársins var lokað og er sá hluti hans því fé sem þegar hefur verið ráðstafað. Sömu ráðstafana hafði orðið að grípa til á árinu 1989.



Þróun heidarútgjaldla, fjáreitinga og launa árin 1981-1990. Eigin tekjur Orkustofnunar brúa bilið milli útgjaldla og fjáreitinga.

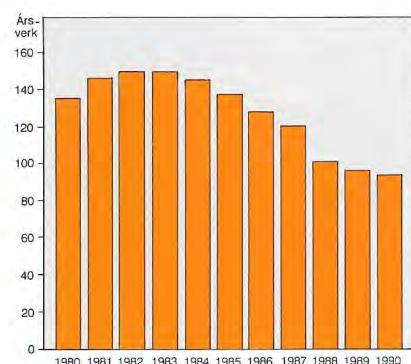
A diagram showing the trend of total expenses (1), direct Government funding (2) and salaries and wages (3) respectively.

## Starfsmannahald

Undir lok ársins 1990 voru starfsmenn stofnunarinnar samtals 90 en voru 97 á sama tíma árið 1989. Af þessum 90 voru 82 ráðnir ótímbundinni ráðningu, en 8 voru enn verkefnaráðnir. Í þessum tölum er átt við starfsmenn í heimiluðum stöðum þ.e. ótímbundnum eða verkefnabundnum. Ekki eru taldir með 5 starfsmenn í leyfum frá föstum störfum.

Nýtt stöðugildi við stofnunina í árslok voru samtals 87,35. Sem fyrr eru ekki taldir með þeim sem eru í leyfum.

Heildarfjöldi ársverka var um 93,5 og þar af vann sumarfolk rösklega 3 ársverk. Fækkun frá fyrra ári nemur 2,5 ársverkum eða 2,6%.



Ársverkum fækkaði um 2,6% frá 1989 til 1990.  
The trend in the full-time staff numbers at Orkustofnun.

s.l. tvö ár, hefur stofnunin gjörbreyst innandyra, og til að gera ganga hlýlegri var gerður leigusamningur við ASÍ um svonefndu vinnustaðasýningu, en hún felur í sér leigu á 31 listaverki og prýda þau nú ganga Orkustofnunar.

Húsnaðið sem Orkustofnun hefur til umráða að Grensásvegi 9 undir skrifstofur, bókasafan, teiknistofu og fleirra er samtals 3.290 m<sup>2</sup>. Í kjallara hússins leigir stofnunum um 700 m<sup>2</sup> húsnaði af Sólunefnd varnarliðseigna og nýrir það sem geymslur fyrir bókasafn, bókhaldsgög, bifreiðar, vélsléða og ýmsan annan búnað. Þá á stofnunin húsnaði að Keldnaholti, sem aðallega er nýtt sem geymslur fyrir borkjarna og svarf.

Orkustofnun rak á árinu tvær fjölnendumdatölvur af gerðinni Hewlett Packard 9000. Tölvurnar eru tengdar með staðarneti (TCP/IP). Á árinu voru á annan tug einmenningstölvu tengdar staðarnetinu með hugbúnaðinum PC/NFS. Þessi tenging gerir mögulega samnýtingu diskja og prentara frá öllum tölvum á netinu. Teknir voru í notkun tveir geislaprentrarar sem vinna samkvæmt Postscript staðlinum.

Á árinu voru teknar í notkun 5 útstöðvar sem vinna samkvæmt X Window System staðlinum. Þessir skjáir eru stærri og með mun betri upplausn en þeir skjáir sem almennt eru notaðir á einmenningstölvum. Stefnt er að því að útstöðvarnar sem notaðar eru til að tengast fjölnendumdatölvunum verði endurnýjaðar með X stöðvum.

Hafist var handa við að endurskrifa bókhaldsforrit Orkustofnunar. Nýjum forritin eru skrifuð í forritunarmálínu ANSI-C á þann hátt að þau geta gengið á tölvum frá fjölmögum framleiðendum. Skráauppbyggingu bókhaldskerfisins var breytt til að koma í veg fyrir margskráningu upplýsinga og áreiðanleiki kerfisins þar með aukinn. Nýja kerfið verður tekið í notkun í ársþyrjun 1991.

Á bókasafni stofnunarinnar voru í árslok 1990 skráðar tæplega 1200 bækur og á 3ja hundrað tímarit, erlend og innlend. Bóka- og tímaritakostur safnsins er að sjálfssögðu einkum miðaður við þarfir notenda þess þ.e. starfsmanna Orkustofnunar. Bækur og fagtímarit eru gjarnan keypt í samráði við og eftir óskum séfræðinga stofnunarinnar og þá oftast frá erlendum útgáfu- og dreifingaraðilum. Aðalefni safnsins eru því bækur, tímarit og skýrslur á svíði orku-mála og jarðvísinda.

Safnið veitir starfsmönnum ýmiskonar

þjónustu svo sem að ljósrita efnisyfirlit tímarita jafnóðum og þau berast og dreifa þeim síðan til viðkomandi sérfræðinga. Þá sjá starfsmenn bókasafnsins um dreifingu á skýrslum Orkustofnunar en þær eru til sölu svo lengi sem upplag endist.

Í samráði við Risö Bibliotek í Danmörku eru valdar skýrslur Orkustofnunar skráðar í tölvubankann Nordic Energy Index (NEI).

Þá útvegar safnið ljósrit af greinum og rit að láni úr öðrum söfnum fyrir starfsmenn. Samsvarandi þjónusta er og veitt öðrum söfnum. Slík þjónusta, svenefnd millisafnalán, er mikilvægur þáttur í starfsemi safnsins sem og annarra sérfræðisafna, sem ekki geta keypt öll þau rit sem þörf er á.

Í málasafni Orkustofnunar eru m.a. varðveisittar rannsóknarskýrslur stofnunarinnar ásamt skýrslum og skjölum varðandi mál, sem stofnunin fæst við.

Á byrjun ársins var skipulagi rekstrarstjórnar stofnunarinnar breytt verulega. Rekstrarstjórn vatnsorku- og jarðhitadeildar, sem verið hafði aðskilin, var sameinuð og flutt yfir á stjórnsýsludeild. Þannig er nú sameiginleg rekstrarstjórn fyrir alla stofnunina. Markmiðið með þessum breytingum var að samræma og hagræða í rekstri stofnunarinnar og má fullyrða að breytingarnar hafi þegar skilað verulegum árangri.

Af þessum skipulagsbreytingum leiddi nokkur tilflutningur starfsmanna þannig að Helgi Gunnarsson, sem þar með varð rekstrarstjóri Orkustofnunar og fulltrúar hans, bær Eva Kaaber og Guðrún Bjarnadóttir, fluttust öll yfir á stjórnsýsludeild. Eva og Guðrún hafa þó áfram aðsetur hvor á sinni deild.

Á teiknistofu bættust um 800 teikningar í teikningasafnið. Skráðar og varðveisittar teikningar í safninu eru orðnar milli þrjátíu og fjörutíu þúsund, sú elsta frá 18. apríl 1935.

Árið 1990 voru gefnar út alls 53 skýrslur, sem skiptast í 12 A-skýrslur og 41 B-skýrslu. Að venju var gefin út árs-skýrsla Orkustofnunar fyrir undan gengið ár. Auk þess var Orkustofnun aðili að útgáfu nokkurra annarra rita á sviði vatnsorku. Aftast í skýrslu ársins 1990 er að finna skrá yfir útgefnar skýrslur og rit, og er þeim raðað eftir deildum og viðfangsefnum. Einnig er þar skrá yfir helstu greinar, sem starfsmenn hafa skrifnað, og birst hafa á öðrum vettvangi, svo og skýrslur Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna.

## Reikningar Orkustofnunar 1990

### Rekstrarreikningur

REKSTRARTEKJUR	1990 þús. kr	1989 þús. kr
Fjárveiting til Orkustofnunar .....	213.986	200.870
Sértekjur:		
Framlög til Háskóla S.P. ....	20.050	16.169
Sérverkefni fyrir lönaðarráðuneyti .....	2.335	5.500
Seld þjónusta önnur .....	81.529	67.259
Ýmsar tekjur .....	8.609	12.837
REKSTRARTEKJUR ALLS .....	326.509	302.635

### REKSTRARGJÖLD

Rekstur Stjórnsýsludeildar .....	74.455	62.739
Rekstur Vatnsorkudeildar .....	102.031	92.257
Rekstur Jarðhitadeildar .....	132.598	128.180
Gjalfærður stofnkostnaður .....	20.850	13.393
REKSTRARGJÖLD ALLS .....	329.934	296.569

Launakostnaður í rekstri .....	201.090	181.413
GJÖLD UMFRAM TEKJUR .....	(3.425)	
TEKJUR UMFRAM GJÖLD .....		6.066

### Efnahagsreikningur

EIGNIR	1990 þús. kr	1989 þús. kr
Bankareikningar .....	4.875	28.013
Skammtímaskrófur .....	43.033	39.294
EIGNIR ALLS .....	47.908	67.307

### SKULDIR

Ríkissjóður .....	18.950	37.491
Skammtímaskuldir .....	18.402	15.835
SKULDIR ALLS .....	37.352	53.326

### EIGIÐ FÉ

Höfuðstóll .....	10.556	13.981
SKULDIR OG EIGIÐ FÉ ALLS .....	47.908	67.307

# Skýrslur, rit og greinar 1990

Skýrslur Orkustofnunar fjalla um þau rannsóknarverkefni sem Orkustofnun annast. Þar er fyrst og fremst um að ræða eigin skýrslur stofnunarinnar, en jafnframt niðurstöður verkefna sem Orkustofnun tekur að sér fyrir verkkaupa, og er nafns viðkomandi þá getið í lok heimildar um það rit. Í nokkrum tilfellum hefur stofnunin fengið aðra aðila til að vinna fyrir sig ákvæðið verk og er þess þá einnig getið í lok heimildar. Skýrslur Orkustofnunar skiptast í two meginflokk, annars vegar eiginlegar rannsóknarskýrslur (A-skýrslur), sem að jarfnaði eru gefnar út í 75-150 eintaka upplagi og ætlaðar til dreifingar út á við, og hins vegar bráðabirgðaskýrslur eða verkfangagögnum, eikenndar sem B-skýrslur, sem að öllu jöfnu eru fjölfaldaðar í litlu upplagi og aðeins ætlaðar til takmarkaðrar dreifingar. Auk þess er saminn fjöldi greinargerða sem varða rannsóknarstarfsemi stofnunarinnar og eru þær skrásettar sérstaklega og eintök af þeim varðveitt á bókasafni.

## Orkubúskapur

Energistyrelsen, Fiskeriindustriens forskningsinstitut og Icelandic Freezing Plants Corp., 1990: **ISLANDSK DELRAPPORT 2. ELFORBRUG I EN FILLETERINGSFAÐRIK**. Samarbeidsprojekt om energiøkonimering i industrien. OS-90006/OBD-01-B. 13 s.

Ólafur Pálsson, Jón Ingimarsson og Rútur Halldórsson, 1990: **ORKUVERÐ Á ÍSLANDI 1989**. OS-90004/OBD-01. 32 s.

Verkfræðistofan AFL, 1990: **RAFORKUNOTKUN GREIND NIÐUR Á NOTKUNARFLOKKA 1983 – 1989**. OS-90033/OBD-02. Unnið fyrir Orkuspárfnd. 94 s.

## Vatnsorkurannsóknir

### Almennt

Ari Trausti Guðmundsson (Editor), 1989: **ENERGY RESOURCES AND DAMS IN ICELAND**. The Icelandic National Committee on Large Dams, National Energy Authority and The National Power Company. 104 pp.

Guttmur Sigbjarnarson (ritstjóri), 1990: **VATNID OG LANDID**. (Safn erinda) Vatnafræðiráðstefna, október 1987. Orkustofnun, Reykjavík. 307 s.

Orkustofnun, VOD, 1990: **VERKEFNA- OG FJÁRHAGS-UPPGJÖR VATNSORKUDEILDAR OG ORKUBÚSKAP-ARDEILDAR FYRIR ÁRID 1989**. OS-90009/VOD-04-B.

Sigurjón Rist, 1990: **VATNS ER PÖRF**. Menningarsjóður. Rit byggt á vatnamælingagögnum Orkustofnunar. Starfsmenn Orkustofnunar höfundar nokkurra sérkafa.

### Jarðfræðikortlagning

Ingibjörg Kaldal, Skúli Þorláksson og Freysteinn Sigurðsson, 1990: **TILLÖGUR UM STADAL FYRIR JARDGRUNNSKORT OS-VOD I MÆLIKVARÐA 1:50.000**. OS-90012/VOD-01-B.

Águst Guðmundsson, 1990: **Berggrunnskort Múli-Hraun**, kort nr. 2247 B. Útgef.: Orkustofnun, Vatnsorkudeild-Landsvirkjun. Kortið er unnið á Orkustofnun.

Águst Guðmundsson, 1990: **Berggrunnskort Fljótsdalur-Fljótsdalsheiði, kort nr. 2249 B**. Útgef.: Orkustofnun, Vatnsorkudeild-Landsvirkjun. Kortið er unnið á Orkustofnun.

Elsa G. Vilmundardóttir, Freysteinn Sigurðsson, Guðrún Larsen og Ingibjörg Kaldal, 1990: **SIGALDA-VEIÐIVÖTN, JARDFRÆÐIKORT** Útgef.: Orkustofnun, Vatnsorkudeild og Landsvirkjun. Fylgir bergrunns-, jarðrunns-, og vatnaforskartanna, Sigalda-Veitivötn nr. 3340. Gefið út bæði á íslensku og ensku, litprentað, 16 s. Umsjón með útgáfu og útlitshönnu Ingibjörg Kaldal.

Elsa G. Vilmundardóttir, Águst Guðmundsson, Snorri Pál Snorrason og Guðrún Larsen, 1990: **Berggrunnskort Botnafjöll 1913 IV B**. Útgef.: Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Vatnsorkudeild og Landsvirkjun. Kortið er unnið á Orkustofnun.

Helgi Torfason og Bessi Aðalsteinsson, 1990: Handrit af tveim Berggrunnskortum í mælikvarða 1: 50.000: **Þríhyringur 2215 III og Vesturöræfi 2214 IV**.

Ingibjörg Kaldal, Elsa G. Vilmundardóttir og Guðrún Larsen, 1990: **Jardgrunnskort Botnafjöll 1913 IV J**. Útgef.: Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Vatnsorkudeild og Landsvirkjun. Kortið er unnið á Orkustofnun.

Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson, 1990: **Vatnaforskart Botnafjöll 1913 IV V**. Útgef.: Landmælingar Íslands, Orkustofnun og Landsvirkjun. Kortið er unnið á Orkustofnun.

### Kaldavatnsöflun

Árni Hjartarson, 1990: **KALDAR LINDIR Í HNAPPADAL**. OS-90016/VOD-05-B. 15 s.

Pórólfr H. Hafstað og Freysteinn Sigurðsson, 1990: **KÓPAVOGSKAUPSTADUR. Grunnvatnsmælingar í Leirdal**. OS-90007/VOD-03-B. Unnið fyrir Kópavogskaupstaða.

### Landmælingar

Gunnar Þorbergsson, 1990: **HÆDARNET OG PRÍHYRNINGANET Á FLJÓTSDALSHÉIDI**. OS-90025/VOD-06-B. Unnið fyrir Landsvirkjun. 68 s.

Gunnar Þorbergsson, 1990: **NESJAVALLAVEITA**. Landmælingar á Nesjavöllum og Hengilssvæði 1982 – 1990. OS-90046/VOD-07-B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. 70 s.

### Mannvirkjajarðfræði

Jens Tómasson, Svanur Pálsson og Ómar Bjarki Smárason (Stapi Geological Services), 1990: Description of Thin Sections. IN: **Fljótsdalur Engineering Joint Venture. Geological Report – Fljótsdalur**. Part D.2 – Appendix. Prepared for Landsvirkjun. (12 pp).

Magnús Ólafsson, 1990: Groundwater in Fljótsdalsheiði. Chemical Composition. IN: **Fljótsdalur Engineering Joint Venture. Geological Report – Fljótsdalur**. Part D.2 – Appendix. Prepared for Landsvirkjun. (6 pp).

Ómar Sigurðsson, 1990: Fljótsdalur Hydro Project. Recovery in core holes after air lift testing. IN: **Fljótsdalur Engineering Joint Venture. Geological Report – Fljótsdalur**. Part D.2 – Appendix. Prepared for Landsvirkjun. (16 pp).

Snorri Zóphóniasson / Þjóði Bjarnason (Iceland Drilling Company Ltd), 1990: Fljótsdalur Hydroelectric Project. Hydraulic jacking and natural fractures on headrace tunnel route. IN: **Fljótsdalur Engineering Joint Venture. Geological Report – Fljótsdalur**. Part D.2 – Appendix. Prepared for Landsvirkjun. (30 pp).

Pórólfr H. Hafstað, Birgir Jónsson, Árni Hjartarson og Ómar Bjarki Smárason, 1990: BOREHOLE LOGGING, WATER PRESSURE TESTS, FIELD TESTS ON CORES, TEMPERATURE PROFILES. IN: **Fljótsdalur Engineering Joint Venture. Geological Report – Fljótsdalur**. Part D.1 – Appendix. Prepared for Landsvirkjun. (200 pp).

### Umhverfisrannsóknir

Jóhann Pálsson, Þórir Haraldsson, Bergþór Jóhannesson og Höður Kristinsson, 1990: **JÖKULSÁR Í SKAGAFIRDI – HOFSAFÉTTUR**. Gróðurfar á áætluðum virkjunarvæðum. Könnunin var gerð af Náttúrufræðistofnun Norður-landa fyrir Orkustofnun. OS-90051/VOD-04.

### Vatnamælingar

Árni Snorrason, 1990: **HYDROLOGICAL VARIABILITY AND GENERAL CIRCULATION OF THE ATMOSPHERE**. XVI Nordisk Hydrologisk Conferens, NHK-90.

Kalmar, Sverige, 29. juli – 1. augusti 1990. OS-90027/VOD-02.

Þráinn Vigfússon, 1990: **SÖFNUNARKERFI YFIR RENNSLI, VATNSHÆÐ OG HITASTIG Í ELLIÐÁNUM**. OS-90037/VOD-03. 66 s.

## Jarðhitarannsóknir

### Almennt

Axel Björnsson, 1990: **JARDHITARANNSÓKNIR**. Yfirlit um eðli jarðhitasvæða, jarðhitaleit og vinnslu jarðvarma. Tekið saman á Jarðhitadeild Orkustofnunar fyrir Samband Íslenskra hitaveitna. OS-90020/JHD-04. Útgefíð sameiginlega af OS og SIH. 50 s.

Guðmundur Pálmason, 1990: **LISTI YFIR GREINAR Í GREINASAFNI GUÐMUNDAR PÁLMASSONAR**. OS-90029/JHD-14-B. 118 s.

Gunnar Þorbergsson, Ingvar Þór Magnússon og Guðmundur Pálmason, 1990: **ÞYNGDARMÆLIGÖGN OG ÞYNGDARKORT AF ÍSLANDI**. OS-90001/JHD-01. 50 s. (Kort fylgir).

Hrefna Kristmannsdóttir, 1990: **HITAVEITUVATN Á ÍSLANDI**. Efnaansetning og flokkun. OS-90042/JHD-23-B. 16 s.

### Forðafræði

Guðni Axelsson, 1990: **LAUGALAND Í HOLTUM**. Hermreiðingar og vatnsborðsspár. OS-90043/JHD-24-B. Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga. 9 s.

Helga Tulinius og Magnús Ólafsson, 1990: **HITAVEITA BLÖNDUÓSS. Samantekt á gögnum um vatnsvinnslu frá til 1990**. OS-90053/JHD-31-B. Unnið fyrir Hitaveitu Blönduós. 17 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Ólafsson, Hilmar Sigvaldason, Helga Tulinius, Sverrir Þórhallsson og Kristján Sæmundsson, 1990: **HITAVEITA PORLÁKSHAFNAR**. Áhrif vinnslu á jarðhitasvæðið og tillögur til úrbóta. OS-90021/JHD-09 B. Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar. 40 s.

Verkfæðistofan Vatnaskil hf, 1990: **SVARTSENGI**. Lík-anreikningar á áhrifum kælivatnsvinnslu. OS-90024/JHD-12-B. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. 7 s.

Þorsteinn Thorsteinsson og Kristinn Einarsson, 1990: **ÁHRIF PRÝSTÍPROFANA 1972-1977 Á VATNSBORD Í BORHOLUM Í MOSFELLSVEIT**. OS-90023/JHD-11-B. Unnið sem samvinnuverkefni Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar. 62 s.

### Rannsókn háhitasvæða

Grímur Björnsson, Benedikt Steingrímsson og Ásgrímur Guðmundsson, 1990: **KRAFLA – HOLA KG-25. Upphittun og upphafssástand**. OS-90052/JHD-30-B. Unnið fyrir Landsvirkjun.

Gylfi Pál Hersir, Grímur Björnsson og Axel Björnsson, 1990: **ELDSTÖÐVAR OG JARDHITI Á HENGILSSVÆÐI**. Jarðeðlisfræðileg könnun. OS-90031/JHD-06. 94 s.

Gylfi Pál Hersir, Grímur Björnsson, Axel Björnsson og Hálmár Eysteinsson, 1990: **ELDSTÖÐVAR OG JARDHITI Á HENGILSSVÆÐI**. Jarðeðlisfræðileg könnun. Viðnámsmæligogn. OS-90032/JHD-16-B. 90 s.

Hjalti Franzson, 1990: **SVARTSENGI**. Jarðfræðilikan af háhitakerfi og umhverfi þess. OS-90050/JHD-08. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. 36 s.

Kristján Sæmundsson, Snorri Pál Snorrason og Guðmundur Ó. Friðleifsson, 1990: **JARDHITAKORT AF SUÐURHLUTA HENGILSSVÆÐIS MILLI HENGLADALA OG KROSSFJALLA**. OS-90008/JHD-02-B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. (Kort í handriti).

### Rannsókn lághitasvæða

Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1990: **JARDFRÆÐI LAUGARNESSVÆÐISINS Í REYKJAVÍK**. OS-90035/JHD-07. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Helgi Torfason, 1990: **HITAVEITA SELFOSS**. Jarðhitarannsóknir við Selfoss fyrri hluta árs 1990. OS-90045/JHD-26-B. Unnið fyrir Hitaveitu Selfoss. 19 s.

Helgi Torfason og Magnús Ólafsson, 1990: **Rannsókn á**

jarðhita í Torfalækjar-, Svínvatns- og Engihlíðarhreppum, Austur-Húnnavatnssýslu. OS-90041/JHD-22-B. 13 s.

Hjálmar Eysteinsson og Helgi Torfason, 1990: **Jarðhitarrannsóknir í Skarðdal 1989**. OS-90015/JHD-03. Unnið fyrir Hitaveitum Siglufjarðar. 32 s.

Jens Tómasson, 1990: **JARDHITASVÆÐID Í MOSFELLSVEIT**. Hitadréifing, vatnstráumar og kæling. OS-90030/JHD-15-B. Unnið fyrir Hitaveitum Reykjavíkur. 46 s.

Magnús Ólafsson, 1990: **JARDHITINN Í MÓGILI, Koldkinn, S-Pingeyjarsýslu**. OS-90034/JHD-17-B. 8 s.

Ólafur G. Flóvenz, Jens Tómasson og Grímur Björnsson, 1990: **RANNSKÖNARBORANIR VID LAUGALAND Á PELAMÖRK 1989**. Borun, mælingar og úrvinnslagagna. OS-90014/JHD-02. Unnið fyrir Hitaveitum Akureyrar. 38 s.

Ólafur G. Flóvenz, Jens Tómasson og Grímur Björnsson, 1990: **LAUGALAND Á PELAMÖRK. Hola LPÝ-9**. OS-90040/JHD-21-B. Unnið fyrir Hitaveitum Akureyrar. 12 s.

## Vinnslueftirlit

Audur Ingimarsdóttir, Helga Tulinius, Hrefna Kristmannsdóttir og Þorsteinsson, 1990: **HITAVEITA SEL-TJARNARNESS. Vinnslueftirlit 1989-1990**. OS-90049/JHD-29-B. Unnið fyrir Hitaveitum Seltjarnarness. 10 s.

Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1990: **KRAFLA – VINNSLUEFTIRLIT**. Borholumælingar 1990. OS-90048/JHD-28-B. Unnið fyrir Landsvirkjun. 48 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1990: **HITAVEITA DALVÍKUR. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Hamri 1989**. OS-90011/JHD-04 B. Unnið fyrir Hitaveitum Dalvík. 7 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1990: **HITAVEITA EGILSSTÁDA OG FELLA. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Urriðavatni 1989**. OS-90017/JHD-06-B. Unnið fyrir Hitaveitum Egilsstaða og Fella. 13 s.

Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990: **HITAVEITA SAÐDÁRKROKS. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn 1989**. OS-90022/JHD-10-B. Unnið fyrir Hitaveitum Sauðárkrúks. 11 s.

Magnús Ólafsson, 1990: **HITAVEITA HÚSAVÍKUR. Efnaeftirlit með jarðhitavatni 1989**. OS-90026/JHD-13-B. Unnið fyrir Hitaveitum Húsvíkur. 7 s.

Magnús Ólafsson, 1990: **STÓRUTJARNIR Í LJÓSA-VATNSHREPPI. Eftirlit með jarðhitavatni 1989**. OS-90038/JHD-19-B. 5 s.

Magnús Ólafsson og Audur Ingimarsdóttir, 1990: **HITAVEITA VARMAHLÍÐAR. Sýnata, mælingar og tæringerprófun 1989**. OS-90010/JHD-03-B. Unnið fyrir Hitaveitum Varmahlíðar. 7 s.

Magnús Ólafsson, Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990: **HITAVEITA RANGÆINGA. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1989-1990**. OS-90047/JHD-27-B. Unnið fyrir Hitaveitum Rangæinga. 17 s.

Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson, Hilmar Sigvaldason og Audur Ingimarsdóttir, 1990: **HITAVEITA AKUREYRAR. Vinnslueftirlit 1989**. OS-90019/JHD-08-B. Unnið fyrir Hitaveitum Akureyrar. 60 s.

Ómar Sigurðsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1990: **HITAVEITA SELFOSS. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1989-1990**. OS-90036/JHD-18-B. Unnið fyrir Hitaveitum Selfoss. 23 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1990: **SVARTSENGI. Vinnslueftirlit júlí 1889 – júlí 1990**. OS-90028/JHD-05. Unnið fyrir Hitaveitum Suðurnesja. 48 s.

## Verkfræðiáætlanir

Orkustofnun, JHD, 1990: **BORUN FERSKVATNSHOLU Í SANDGERÐI FYRIR MIDNESHREPP. Útboðslýsing – Tilboðsform**. OS-90013/JHD-05-B. 15 s.

Orkustofnun, JHD, 1990: **BORUN HOLU KG-25 Í KRÓFLU FYRIR LANDSVIRKJUN. Verklýsing**. OS-90018/JHD-07-B. (30 s.)

Orkustofnun, JHD, 1990: **BORUN FERSKVATNSHOLU Í VOGUM FYRIR VATNSLEYSISTRANDARHREPP. Útboðslýsing – Tilboðsform**. OS-90044/JHD-25-B. 14 s.

## Aðferðafræði/ Kennsluefni

Ólafur G. Flóvenz, 1990: **BYLGJUBROSMÆLINGAR Í**

**ÓLAFSFJARDARMÚLA**. OS-90039/JHD-20-B. Unnið fyrir Vegagerð ríkisins. 14 s.

Sverrir Hákonarson, 1990: **TENGIBÚNAÐUR FYRIR VERSATEK TEIKNARA**. OS-90005/JHD-01-B. 19 s.

## Fiskeldisverkefni

Árni Hjartarson, Guðrún Sverrisdóttir, Gylfi Páll Hersir og Kristján Sæmundsson, 1990: **SUDURFIRDİR. Náttúrulegar aðstæður til fiskeldis**. Sérverkefni í fiskeldi. OS-90002/VOD-01.

Pórólfur H. Hafstað og Lúðvík S. Georgsson, 1990: **ROSMHVLANES. Jarðsþjóri, jarðvatn, jarðhiti**. Sérverkefni í fiskeldi 1988. OS-90003/VOD-02-B. 14 s.

## Skýrslur Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna

Fridleifsson, Ingvar Birgir og Björnsson, Jakob, 1990: **Eleventh annual report of the Geothermal Training Programme in March 1989 – February 1990**. Report 1.

Menjoz, André, 1990: **Lectures on the characterization and the exploitation of geothermal reservoirs in France**. Report 2, 89 pp.

Bazaale-Dolo, Amos Shedrak, 1990: **Geothermal mapping at Reykjakot in Ölfus SW-Iceland**. Report 3, 24 pp.

Bojadzieva, Klara, 1990: **Interpretation of the temperature data of the Ellidaár geothermal field, SW-Iceland**. Report 4, 36 pp.

Barbosa, Gonzalez Mario, 1990: **Analysis of wellbore temperatures and pressures in the Momotombo geothermal field, Nicaragua**. Report 5, 29 pp.

Gonzalez, Solorzano Manuel, 1990: **Initial temperature distribution in the Momotombo geothermal field, Nicaragua**. Report 6, 43 pp.

Herrera, Cabezas Dagoberto, 1990: **Gravity and magnetic assessment of the Tenorio area, Costa Rica**. Report 7, 35 pp.

Mahgoub, Mohamed Magdy, 1990: **Database for wells and utilization of low temperature geothermal sources**. Report 8, 30 pp.

Martinovic, Mica, 1990: **Lumped and distributed parameter models of the Mosfellsveit geothermal field, SW-Iceland**. Report 9, 47 pp.

Milicevic, Biljana, 1990: **Interpretation and modelling of the temperature distribution at Laugaland in Thelamörk, N-Iceland**. Report 10, 36 pp.

Onacha, Stephen Alumasa, 1990: **Application of Schlumberger sounding at Eburru, Kenya and TEM and MT methods at Bakki, S-Iceland**. Report 11, 52 pp.

Penev, Ivan, 1990: **Lumped and distributed models of the Ellidaár geothermal field, SW-Iceland**. Report 12, 38 pp.

Simiyu, Silas Masinde, 1990: **The gravity structure of Eburru, Kenya**. Report 13, 39 pp.

## Greinar

Árni Gunnarsson, Einar Gunnlaugsson, Benedikt Steingrímsson, Jóhann Magnússon og Runólfur Maack, 1990: **Kraftvärmeverket Nesjavellir**. Nordvärme, 3:e Nordiska Fjärrvärmesymposiet, Reykjavík, 5.-8. júní 1990: 1-16.

Árni Hjartarson, 1990: **Nýtt kort af Svarfaðardal**. Norðurslóð, Svarfdælsk byggð og bær, 14. árg., 8.tbl. 1990: 3.

Árni Hjartarson, 1990: **Þá hljóp ofan fjallit allt**. Framhlauð í Skriðdal á landnámsöld. Náttúrufræðingurinn, 60 (2) 1990: 81-91.

Árni Hjartarson og Snorri P. Snorrason, 1990: **Þórisvatnspánkar**. Vatnið og landið. Orkustofnun: 73-80.

Árni Snorrason, 1990: „**Markmið og skipulag vatnamælinga á Íslandi**“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 89-93.

Árni Snorrason, 1990: „**Tími og breytileiki í vatnafræði**“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 81-88.

Axel Björnsson, Guðni Axelsson og Ólafur Flóvenz, 1990: „**Uppruni hvera og lauga á Íslandi**“. Náttúrufræðingurinn, 60 (1) 1990: 15-38.

B. Steingrimsson, A. Gudmundsson, H. Franzson and E. Gunnlaugsson, 1990: „**Evidence of a Supercritical Fluid at Depth in the Nesjavellir Field**“. Proc. 15th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, Jan. 1990: 8 s.

Freysteinn Sigurðsson and Guttormur Sigbjarnarson, 1990: „**Ground water in Eastern and Northern Europe**“. Iceland. Department of Technical Co-operation for Development. Natural Resources/Water Series No. 24: 123-137.

Freysteinn Sigurðsson og Jón Ingimarsson, 1990: „**Lekt íslenzkra jarðefna**“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 121-128.

Freysteinn Sigurðsson og Pórólfur Hafstað, 1990: „**Öflun nyttjavatns á Íslandi**“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 111-120.

G.B. Bodvarsson, S. Björnsson, A. Gunnarsson, E. Gunnlaugsson, O. Sigurdsson, V. Stefansson and B. Steingrimsson, 1990: „**The Nesjavellir Geothermal Field, Iceland. Part 1. Field Characteristics and Development of a Three-dimensional Numerical Model**“. Geotherm. Sci. & Tech., 1990, Vol. 2(3): 189-228.

Grímur Björnsson og Gudmundur Bodvarsson, 1990: „**A Survey of Geothermal Reservoir Properties**“. Geothermics, Vol. 19, No. 1: 17-27, 1990.

Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1990: „**Hádegissker á Hoffellssandi**“. Græðum landið. Landgræðslan 1989-1990, Árbók III. Rv., Landgræðsla ríkisins 1990: 99-106.

Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1990: „**Hydrothermal System and Associated Alteration in Iceland**“. Third Symposium on Deep-Crust Fluids High-Temperature Acid Fluids and Associated Alteration and Mineralization. Extended Abstract: 7 s.

Guðmundur Pálason and Ásgrímur Gudmundsson, 1990: „**Iceland Country Update**“. Geothermal Reservoir Council. 1990 International Symposium on Geothermal Energy, Transactions, Vol. 14, Part I: 111-126.

Guðmundur Pálason, 1990: „**Jordvärme – var finns den? En blick mot Östereropa**“. Nordvärme. 3:e Nordiska Fjärrvärmesymposiet, Reykjavík, 5.-8. júní 1990: 11 s.

Guðni Axelsson, 1990: „**Er jarðhitaorkan óþrójtandi?**“. Rannsóknir á Íslandi. Lesbók Morgunblaðsins, 21. apríl 1990: 12.

Guttormur Sigbjarnarson, 1990: „**Hlaup og hlaupfarvegir**“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 129-143.

H. Ruth Jackson and Karl Gunnarsson, 1990: „**Reconstructions of the Arctic: Mesozoic to Present**“. Tectonophysics, 172 (1990): 303-322.

Haukur Tómasson, 1990: „**Aurburður í íslenskum ám**“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 169-174.

Haukur Tómasson, 1990: „**Vatnsafl Íslands**“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 161-167.

Hákon Áðalsteinnsson, 1990: „**Flokun stöðuvatna á Íslandi**“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 145-160.

Hákon Áðalsteinnsson, 1990: „**Vatnálfirðar Íslands**“. Brunnur lifandi vatns. Áfmaelisrit til heiðurs Pétri M. Jónassyni sjötugum. Rv., Háskóli Íslands: 58-64.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1990: „**Útfelling í hitaveitum**“. Sveitarstjórnarmál, 5. tbl. 1990, 50. árg.: 280-287.

Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Ólafsson, Hilmar Sigvaldason og Helga Tulinius, 1990: „**Exploitation Induced Influx of Cold Local Groundwater into the Geothermal System at Bakki, Ölfus SW Iceland**“. Geothermal Resources Council, Transactions, Vol. 14, Part 1, August 1990: 715-719.

Ingvar Birgir Fridleifsson and Sverrir Thorhallsson, 1990: „**Geothermal Energy in Iceland and the United Nations University Geothermal Training Programme**“. Presented at the International Symposium on Geothermal

Prospects in Latin American and Caribbean countries, El Salvador, Oct. 1990: 9 s.

Ingvar Birgir Friðleifsson, 1990: „*Mikil aukning í jarðhitanotkun í Kína*“. Fréttabréf Sambands íslenskra hitaveitna. 7. tbl. nr. 68: 7.

Ingvar Birgir Friðleifsson, 1990: „*The UNU Geothermal Training Programme in Iceland 1979-1990*“. Geothermal Resources Council Transactions, Vol. 14, Part II, August 1990: 889-896.

Jón Eiríksson, Andrés I. Guðmundsson, Leó Kristjánsson and Karl Gunnarsson, 1990: „*Palaeomagnetism of Pliocene-Pleistocene sediments and lava flows on Tjörnes and Flatey, North Iceland*“. *Boreas*, Vol. 19: 39-55.

Jón Ingimarsson, 1990: „*Energilovgivning og Organisering af Energisektoren i Island*“. Nordisk seminar om effektivisering af kraftmarkedet. Sandefjord 27.-28.8 1990: 10 s.

Karl Gunnarsson, 1990: „*Crustal Structure and Tectonics of the Tjörnes Fracture Zone, off N-Iceland*“. Annals Geophysicae. 1990 – Special issue: 63-63.

Knútur Árnason, 1990: „*Central-Loop Transient Electromagnetic Soundings in Geothermal and Ground Water Exploration, a Step Forward*“. Geothermal Resources Council Transactions, Vol. 14, Part II, August 1990: 845-850.

Kristinn Einarsson, 1990: „*Frá mælingum til líkans*“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 175-183.

Kristján Sæmundsson, 1990: „*Landsígið við norðanvert Þingvallavatn 1789*“. Brunnur lífandi vatns. Afmælisrit til heiðurs Pétri M. Jónassyni sjötugum. Rv., Háskóli Íslands: 91-96.

M.S. Andersen, K. Gunnarsson, E. Kjartansson, J. Ewing, M. Talwani, D. Sawyer, 1990: „*A Seismic Investigation of the Rockall Plateau*“. Annals Geophysicae. 1990 – Special issue: 63.

Oddur Sigurðsson, 1990: „*Áætlun um mælingar á komu íslenskra jöklar*“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 197-200.

Oddur Sigurðsson, 1990: „*Möðrufellshraun, berghlaup eða jökulruðningur?*“. Náttúrfræðingurinn 60(2), 1990: 107-112.

Pétur M. Jónasson, Claus Lindegaard, Peter C. Dall, Kirsten Hamburger and Hákon Áðalsteinsson, 1990: „*Ecosystem Studies on Temperate Lake Esrom and the Subarctic Lakes Mývatn and Thingvallavatn*“. Limnologica (Berlin) 20(2), Juni 1990: 259-266.

Rúrtur Halldórsson, 1990: „*Upplýsingar frá Orkustofnum*“. Vetrarfundur SÍR og SIH, 24. okt. 1990: 8 s.

S. R. Gíslason, S. Arnórsson and H. Armannsson, 1990: „*Chemical Denudation Rates in SW-Iceland*“. Chemical Geology, Vol 84 (1990): 64-67.

Skúli Þvíkingsson, 1990: „*Breytingar farvegar Blöndu í Langadal*“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 235-246.

Svanur Pásson, 1990: „*Svifaur í Skeiðarárhlæupum*“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 247-256.

T. J. Hammons, G. Palmason and S. Thorhallsson, 1990: „*Geothermal Electric Power Generation in Iceland for the Proposed Iceland/United Kingdom HVDC Power Link*“. Erindi flutt á: 1990 IEEE/PES International Joint Power Generation Conference and Exposition, Boston, Massachusetts, Oct. 21-25: 8 s.

Tómas Jóhannesson, 1990: „*Modelling the Effect of CO<sub>2</sub> Induced Warming on the Hofsjökull Ice Cap, Central Iceland*“. Nordisk Hydrologisk Konferens 1990, Kalmar, Sverige, 29 juli – 1 augusti 1990 (Nofisk NHP-rapport nr. 26): 359-370.

Tómas Jóhannesson, 1990: „*Viðbragðstími jöklar*“. Vatnið og landið. Orkustofnun: 257-267.

W.G. Darling, D.J. Allen and H. Armannsson, 1990: „*Indirect Detection of Subsurface Outflow from a Rift Valley Lake*“. Journal of Hydrology, 113: 297-306.

## Starfsmannafélag Orkustofnunar

Markmið Starfsmannafélags Orkustofnunar (SOS) er samkvæmt lögum þess að gæta hagsmuna starfsmanna, stuðla að félagslegri starfsemi og beita sér fyrir símenntun félagsmanna. Öryggisnefnd er starfandi samkvæmt landslögum.

Starfsemi félagsins var með hefð-bundnum hætti á árinu. Porrablót var haldið snemma í janúar, aðalfundur í mars og árshátið skömmu síðar. Sumarferð félagsins var farin í Pórsmörk og í tengslum við hana tóku nokkrir félagar sig til og gengu yfir Fimmvörðuháls. Jólaball var haldið að venju og vakti Hurðaskellir mikla kátínu hjá yngstu kynslóðinni.

Gönguklúbburinn Hrossi fór í þrjár gönguferðir í nágrenni Reykjavíkur og

var mestu afrekið ganga á Skarðs-heiði.

Unnið var við smíði sumarhúss starfsmanna austur í Biskupstungum í allan veturn og miðar því verki vel áfram. Geta félagsmenn farið að hlakka til dvalar í húsinu í sumar, fjarri glym borgarinnar.

Starfsmenn eiga two fulltrúa í framkvæmdaráði Orkustofnunar sem koma þar á framfærni við stjórnendur OS ýmsum hagsmunamálum starfsmanna og skoðunum þeirra á málefnum stofnarinnar.

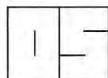
Innanhússfréttablaðið OSSI kom sem fyrr út víkulega yfir vetrarmánuðina og allmög fræðsluerindi voru flutt um hin ýmsu efni sem tengast starfsemi OS.



Frá sumarferð starfsmanna í Pórsmörk. (Ljós./Photo Magnús Ólafsson).  
From the staff association's summer outing, South Iceland.



Unnið að frágangi á sumarhúsi starfsmannafélagsins í Biskupstungum. (Ljós./Photo Freyja Oddsdóttir).  
From the staff association's summer house.



# 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 commensurate with 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 Authority 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 Authority has been active in the fields of exploration, development and utilization of energy for over forty (40) years.

A Geothermal Training Programme, jointly sponsored by the Government of Iceland (80%) and the United Nations University (20%), is operated within the Geothermal Division. The Programme is aimed at providing post-graduate geothermal training for specialists from developing countries. Ninety three participants from twenty countries have received 6 months training since the Programme started in 1979.

ORKINT (Orkustofnun International Ltd.), which is an international consulting service operated in close cooperation with the NEA, has currently consulting and service contracts with Djibouti, Hungary, Czechoslovakia and Greece.

## 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.

## Energy Analysis Division

The Energy Analysis Division is involved in energy forecasting, energy planning, energy system analysis and the compilation of data on energy use and production.

The division prepares energy forecasts for the Energy Forecast Committee and publishes forecasts for each individual energy sector. Long-term power system planning is performed in the division whilst research in the field of long and short-term planning and system operation is carried out by the division in cooperation with the power utilities. The periodical „Orkumál“ giving data on national energy use and production is published annually.

## The Hydro Power Division

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

The Hydro Power Division operates the following laboratories:

- a) A sedimentology laboratory that specializes in sediment load of rivers.
- b) A small rock mechanics laboratory, mostly for research of drill cores.
- c) A small biology laboratory for limnological research.

The NEA has been active in the development of hydro power in Iceland and taken part in most of the largest hydroelectric projects in the country. The hy-

dro power division covers most aspects of hydro power development, i.e. the complete spectrum of investigations, conceptual design and feasibility studies. The division's activities are principally in land surveying, hydrometry, hydrology, surveying of glaciers, geology, engineering geology, geotechnics and environmental studies.

Electricity constitutes over 37% of the gross total annual energy used in Iceland, and over 94% of the electrical energy is produced by hydro power.

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

The NEA has acquired much field experience of investigation techniques in volcanic rock. These include geological mapping of superficial deposits, bedrock and ground water, geotechnical investigation such as various drilling techniques, core logging, rock quality rating and geophysical methods, permeability tests in extra permeable postglacial lavas etc.

The Hydro Power Division has made topographic maps in scale 1:20.000 to 1:25.000 of most of the highlands of Iceland. The Division also has considerable experience in hydrological network design and operation as well as hydrological modelling and analysis.

During the initial investigation stages, the field exploration and data collection is carried out over a large area. Geological and hydrological maps in scale 1:50.000 of selected areas of the Icelandic highlands are being prepared and published. Hydrological regimes of the whole country are established, based on data from well over 100 gauging stations. Later in the investigation process the field work is

concentrated towards specific projects, for which more accurate run-off analysis, soil and bedrock data etc. are needed.

Before the final layout of a hydro power project is approved, the responsibility for the project, further design and preparation of contract documents is handed over to the future owners. The Hydro Power Division, however, carries out much of the geotechnical and hydrological investigation during these further design stages under contract.

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

## The Geothermal Division

The principal activity of the Geothermal Division of the National Energy Authority is to explore and assist in the development of the geothermal resources of Iceland. For this the Division employs about 45 specialists.

The Geothermal Division covers all aspects of geothermal investigations and is furthermore one of the largest organizations in the world covering such a wide spectrum of geothermal activities.

The Geothermal Division operates the following laboratories:

- 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.

The highlights of geothermal energy exploration and development where the Division has played a major role include:

- Geothermal District Heating. There are now about 30 geothermal direct heat utilities in Iceland, which currently account for about 85% of the

total use of space heating in Iceland, having increased from approximately 50% to 85% 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 relative to setting up field management systems for many of them.

- The Geothermal Division initiated and was directly involved in the successful development drilling and utilization of high temperature geothermal brine from the Svartsengi liquid dominated reservoir and the Nesjavellir two-phase reservoir for the purpose of direct heat utilization combined with the generation of electricity.
  - Development of a new geophysical surface exploration technique, the time-domain electromagnetic (TEM) sounding technique, and interpretation software.
  - Development of Magneto-telluric (MT) geophysical surveying techniques and suitable computer interpretation software for deep surveying to depths ranging between 5 km and 40 km.
  - Development of the AMT-technique 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.
  - Development of modular software for processing seismic reflection data, including elaborate tools for data display and pre-stack migration.
- The Geothermal Division has in recent years been heavily involved in the development of very low temperature geothermal fields (temp. below 40°C) for aquaculture and soil heating.
- Iceland has been among the leading countries in the exploration, development and use of geothermal resources during the last decades (about 1/3 of the gross total annual energy used in Iceland is derived from geothermal resources). As the Geothermal Division has played a pioneering role in this work, it follows that a unique accumulation of geothermal expertise and experience has taken place within this organization. Furthermore, members of the Geothermal Division's staff have frequently served as consultants in geothermal projects outside of Iceland.



**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

# Ársskýrsla 1990

## Efnisyfirlit

Ávarp stjórnarformanns .....	2
Yfirlit orkumálastjóra yfir íslensk orkumál 1990 .....	3
Pátttaka í alþjóðlegu samstarfi um orkumál .....	7
Starfsemi Orkustofnar 1990 .....	7
Orkubúskaparrannsóknir .....	8
Jarðhitarannsóknir .....	9
Vatnsorkurannsóknir .....	13
Stjórnsýsla .....	16
Reikningar Orkustofnar 1990 ...	18
Skyrslur, rit og greinar 1990 .....	19
Starfsmannafélag Orkustofnar ..	21
Summary of Activities .....	22

### Myndir á forsíðu/Front cover:

Nemendur Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu Þjóðanna árið 1990 ásamt leiðbeinendum. (Ljósm./Photo Lúðvík S. Georgsson).

*The UNU Fellows attending the United Nations University Geothermal Training Programme at Orkustofnun in 1990 with their supervisors.*

### Mynd á bakkápu/Back cover:

Smækkað þyngdarkort af Íslandi og landgunni þess. (Orkustofnun 1990).

*Reduction of a gravity map of Iceland and its continental shelf.*

### Ritnefnd:

Viðar Á. Olsen  
Einar T. Elíasson  
Hákon Aðalsteinsson

### Útgáfustjóri:

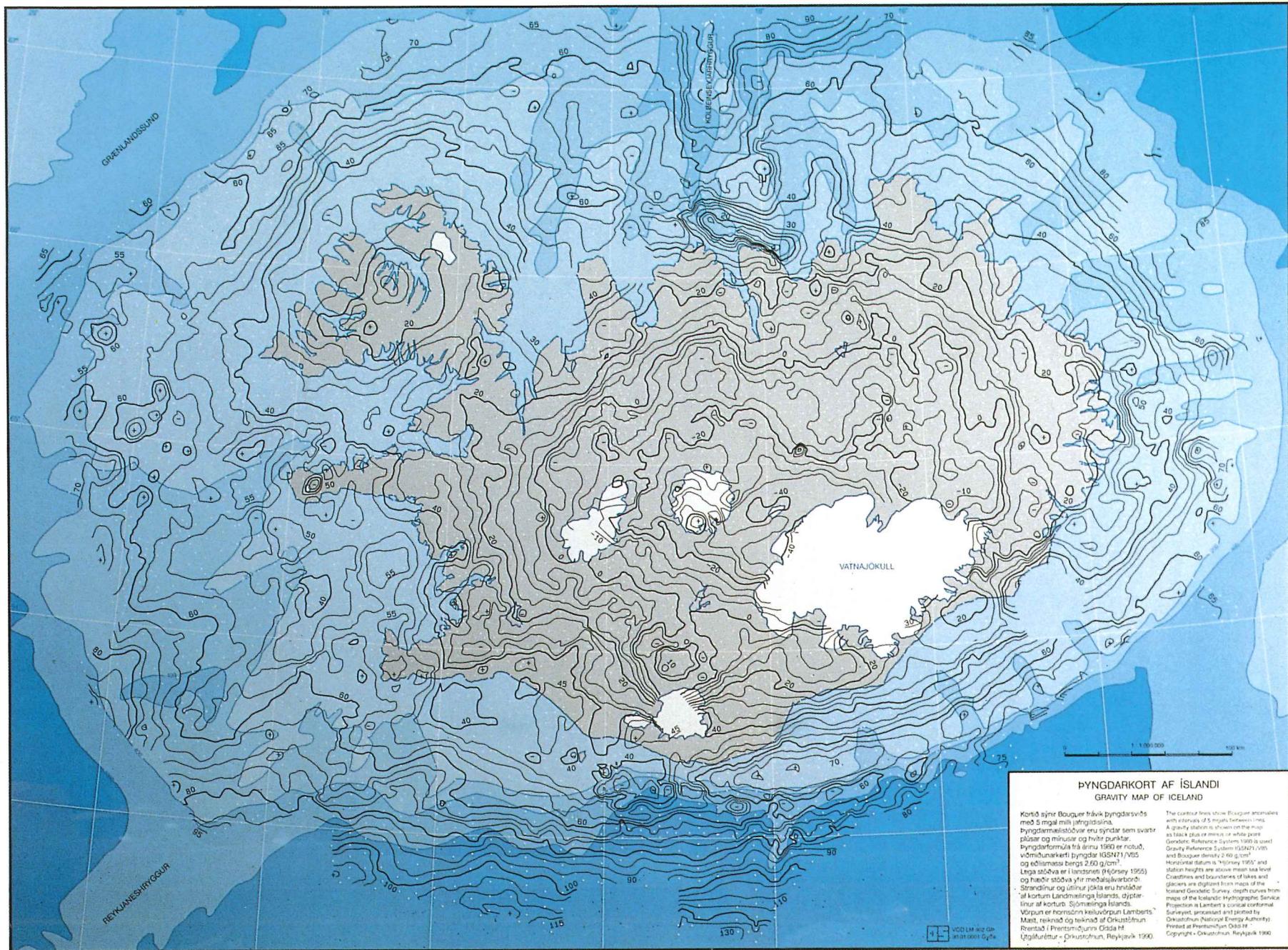
Páll Ingólfsson

### Hönnun:

Helga B. Sveinbjörnsdóttir

### Prentvinnsla:

Prentsmiðjan Oddi hf.



PYNGDARKORT AF ÍSLANDI  
GRAVITY MAP OF ICELAND

Kortð sýnir Bouguer frávik byngdarsvöts með 5 mgal milli þrungtalsins.

Byngdarmelstóðvar eru sýndar sem svartar plústar og minúsar og hvílt punktar.

Byngdarformúla frá árinum 1980 er notuð,

vefurinn er 1000 m, byngd 1/VB5

og ekhálfstærri berinn 2.63 g/cm<sup>3</sup>.

Lægja stóðvar er í landnefni (Högnsey 1955)

og hefur stóðva yfir meðaltísluvorði.

Strandlinur og útlíðar jöklta eru hnáðar

af kornum með meðaltíslu, dýptar

linur af horfum. Sjónmyndin er líffagr.

Vörpun er hornssinn keilusvörpun Lamberts-

Mærl, reiknað og teknan af Orkuistitnum.

Reinstdó i Prentissjúðunum Olda H.

Ljósmyndetur = Orkuistofnun, Reykjavík 1990

with interval 2.5 mgal between lines.

A gravity station is shown on the map

as black dots and minus signs.

Gravity Reference System 1980 is used

Gravity Reference System (GRS80) /VB5

and Bouguer density 2.63 g/cm<sup>3</sup>.

Height differences are in 1955

Creastines and boundaries of land and

water areas are shown as outlines of the

Icelandic Geodetic Survey depth curves from

maps of the Icelandic Hydrographic Service

Projection in Lambert's conical conformal

projection.

Orkuistofnun National Energy Authority

Printed at Prentissjúðun Olda H.

Copyright - Orkuistofnun, Reykjavík