

ORKUSTOFNUN ÁRSSKÝRSLA 1989

Ávarp stjórnarformanns

Árið 1989 hélt starfsemi Orkustofnunar áfram að dragast saman eins og verið hefur nú um alllangt skeið. Rauntekjur stofnunarinnar lækkuðu frá árinu á undan um 5-10% eftir því við hvaða verðlagsforsendur er miðað.

Því verður ekki neitað að slíkur langvarandi samdráttur veldur ýmsum efiðleikum í starfseminni. Reynt hefur verið að mæta þessum samdrætti með sparnaði í rekstrarútgjöldum fremur en launum, þ.e. að velja fremur verkefni sem hafa í för með sér lægri rekstrarútgjöld. Einnig hefur æskilegri endurnýjun tækjabúnaðar verið frestað. Sílt val viðfangsefna er réttlætanlegt í skamman tíma, en getur til lengri tíma haft skaðleg áhrif á þróun orkurannsókna.

Fjárveiting til Orkustofnunar fyrir árið 1990 er svipuð að raungildi og fyrir árið 1989 og því ástæða til að ætla að númer sé lokið margra ára samdráttarskeiði. Tímabært er því að stjórnendur stofnunarinnar geri rannsóknáætlun sem taki mið af þeim ramma sem fjárveiting fyrir árið 1990 setur. Orkurannsóknir eru í eðli sínu langtímarannsóknir og því nauðsynlegt við gerð þeirra að hafa allgóða vitneskju um ráðstöfunarfé á næstu árum.

Áhrif orkufreks iðnaðar á virkjanaröð eru öllum ljós. Orkustofnun ber skylda til að sjá um að á hverjum tíma liggi fyrir nægar rannsóknir á virkjanakostum þannig að stjórnvöld geti ákveðið virkjanaröð sem tekur mið af mismunandi uppbyggingu orkufreks iðnaðar. Í samræmi við þetta sjónarmið var ákveðið að vatnsaflsrannsóknir hefðu ákveðinn forgang á árinu 1989. Umsvíf

Vatnsorkudeildar voru því mjög svipuð og árið áður þrátt fyrir samdrátt á stofnuninni í heild. Miðað við hugmyndir sem nú eru uppi um iðnaðaruppbryggingu er ljóst að starfsemi Vatnsorkudeildar verður að auka á næstu árum fremur en hitt.

Í ljósi þessa bitnaði samdráttur á Orkustofnun á síðasta ári fyrst og fremst á Jarðhitadeild og lækkuðu útgjöld deildarinnar frá árinu áður um nálægt 15% að raungildi. Jarðhitadeild er þó enn stærsta deild stofnunarinnar. Miðað við þau áform sem nú eru uppi um orkunýtingu og þann ramma sem fjárveitingar setja verður ekki komist hjá nokkrum samdrætti á Jarðhitadeild enn um sinn. Ekki er fyrirsjáanleg nein ný nýting á jarðhita sem nokkru nemur. Það þýðir þó engan veginn að leggja megi niður rannsóknir á jarðhita. Þekking á jarðhita er mun minni en á vatnsorku og hennar verður að verulegu leyti að afla með því að fylgjast með nýtingu hans. Landsmenn hafa á undanförnum árum bundið verulegt fé í hitaveitum og öðrum mannvirkjum til að nýta jarðhita og eru efnahagslega mjög háðir nýtingu hans. Mikli hagsmunir eru í húfi að stöðugt sé fylgst með jarðhitasvæðunum, reynt sé að sjá fyrir endingu þeirra og að nýir kostir séu tiltækir, ef og þegar svæði þverra sem nú eru nýtt. Full þörf er því að áframhaldandi öflugum jarðhitarannsóknum.

Um það bil tveir þriðju hlutar af tekjum Orkustofnunar á árinu 1989 voru fjárveiting á fjárlögum til orkurannsókna, en um þriðjungur var vegna söluverkefna og er Háskóli Sameinuðu þjóðana þar með talinn.

Flest söluverkefnin eru unnin fyrir starfandi orkufyrirtæki, þ.e. Landsvirkjun, hitaveitur, RARIK o.fl. Undanfarin ár hefur stofnunin unnið nokkuð að rannsóknum fyrir fiskeldisstöðvar, en gera má ráð fyrir að sú starfsemi verði lítil sem engin á næstunni. Orkustofnun hefur ekki farið varhluta af erfiðleikum fiskeldisfyrirtækja og tapað nokkru fé vegna gjaldþrota.

Starfsemi Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna var með svipuðu sniði á árinu 1989 og verið hefur undanfarin ár. Vonast er til að framlag utanríkisráðuneytisins til skólans muni hækka á næstunni þannig að unnt verði að efla skólann. Ekki er vafí á að hvergi nýtt framlag íslendinga til þróunarhjálpar betur en með starfsemi skólans. Þróunaraðstoðin er þar fólgin í að mennta fólk úr þróunarlöndunum til að það geti nýtt eigin náttúruauðlindir. Þá er tryggt að þessi þróunaraðstoð kemst óskipt til skila enda fer öll fræðslan fram hér á landi.

Velta Orkustofnunar erlendis h/f (Orkint) var tæpar 7 milljónir kr. á árinu 1989. Helsta verkefnið var útfellinga- og tæringarannsóknir í Djibouti, en því verkefni á að ljúka í júní á þessu ári. Öll verkefni Orkint eru nú unnin fyrir fyrirtækið Virki-Orkint, sem annast öll samskipti við erlenda aðila, en Orkint er tengiliður þess og Orkustofnunar. Á árinu var gerður samningur milli Orkustofnunar og Orkint um þjónustu og vinnu starfsmanna Orkustofnunar fyrir Orkint. Þar með var þessum samskiptum komið í fastar skorður, en þau voru áður í nokkuð lausum reipum. Alls er óvist um áframhaldandi verkefni erlendis að verkinu í Djibouti loknu.



Yfirlit orkumálstjóra yfir íslensk orkumál 1989

Orkunotkun og orkuvinnsla

Heildarnotkun orku í þjóðarbúskap Íslendinga á árinu 1989 var 2516 þús. tonn að olíuigildi, þ.e. jafngilti orkunni í svona mikilli olíu. Hún skiptist á orkugjafa á þann hátt sem taflan hér að neðan sýnir. Árið 1988 er þar sýnt til samanburðar. Orkan í svona mörgum tonnum af olíu er 105,7 petajoule (PJ), og miðað við íbúafjölda landsins hinn 1. des. 1989, 253482, var orkunotkun

á mann 417 gígajoule (GJ), sem er meðal þess sem hæst gerist í heiminum um orkunotkun á íbúa.

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 hins vegar of viðamikil til að framkvæma á hverju ári, en stefnt er að því að afla gagna um þetta eldsneyti þríðja hvert ár framvegis,

Heildarnotkun orku á Íslandi 1989 og 1988

Gross energy consumption in ktoe and PJ, hydro power, geothermal energy, oil and coal (respectively).

	1989*		1988*			
	Þúsundir tonna að olíuigildi	PJ	%	Þúsundir tonna að olíuigildi	PJ	%
Vatnsorka	939	39,4	37,3	928	39,0	36,6
Jarðhiti	767	32,2	30,5	743	31,2	29,3
Olía	737	31,0	29,3	792	33,3	31,2
Kol	73	3,1	2,9	72	3,0	2,9
Samtals	2516	105,7	100,0	2535	106,5	100,0

*Tölur um jarðvarma og eldsneyti eru að hluta samkvæmt orkuspá.

Raforkuvinnsla og verg raforkunotkun 1989 og 1988

Generation and gross consumption of electricity

	1989		1988		Aukning 1988/89
	GWh	%	GWh	%	%
Uppruni raforku					
Úr vatnsorku	4213	94,1	4165	94,3	1,2
Úr jarðvarma	258	5,8	245	5,6	5,3
Úr eldsneyti	4	0,1	6	0,1	-33,3
Samtals	4475	100,0	4416	100,0	1,3
Tegund raforku					
Fastaorka	3807	85,1	3789	85,8	0,5
Ótryggð orka ¹⁾	668	14,9	627	14,2	6,5
Samtals	4475	100,0	4416	100,0	1,3
Notkun, að tópum meðtöldum					
Stóriðja ²⁾	2307	51,6	2284	51,7	1,0
Almenn notkun	2168	48,4	2132	48,3	1,7
Samtals	4475	100,0	4416	100,0	1,3

(1) Stóriðja og rafskautskatlar. Flutningstöp meðtalin.

(2) Flutningstöp reiknuð 4,5 % (stóriðja) og 8,5 % (alm.notk.)

jafnhliða endurskoðun á spá um eldsneytisnotkun landsmanna. Árin þar á milli verða birtar tölur úr eldsneytispánni. Svo er gert hér að neðan fyrir 1989. Sökum þess hve upplýsingar um ýmis not jarðvarma hér á landi eru enn ófullkomnar er svipaður háttur hafður á um þau.

Hér er orkan reiknuð að hætti Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar og fleiri alþjóðlegra samtaka, svo sem OECD og IEA. Pessi háttur reiknar vatnsorkuna og jarðhitann sem jafngildi þeirrar olíu sem þarf að brenna til að sjá notandanum fyrir sömu þjónustu og pessir orkugjafar gera.

Í lok árs 1989 sá jarðvarmi fyrir 85 % af orkupörum til húshitunar á Íslandi, og um 82 % landsmanna hituðu hús sín með þeim orkugjafa.

Innflutningur á eldsneyti var með hefðbundnum hætti á árinu. Alls voru flutt inn 658 þús. tonn af olíuvörum á árinu og 99 þús. tonn af kolum.

Vinnsla og notkun raforku 1989 og 1988

Vinnsla og notkun raforku árið 1989 var eins og sýnt er í töflunni hér til hliðar, þar sem vinnsla og notkun árið 1988 er sýnd til samanburðar.

Almenn raforkunotkun er ávallt nokkuð háð útihitastigi, sem er síbreytilegt frá ári til árs. Ef breytingin frá 1988 til 1989 í almennri raforkunotkun er leiðrétt fyrir áhrifum hitans óx notkunin um 1,4 % í stað 1,3 % sem taflan sýnir.

Orkuframkvæmdir og rekstur orkukerfisins

Á árinu hélt **Landsvirkjun** áfram framkvæmdum við Blönduvirkjun. Aðalstíflan yfir Blöndu var byggð í 17 m hæð í farvegi árinnar, sem nú rennur um steypa botnrás undir stíflunni. Steyp var botnrás og lokuvirkni í Kolkustíflu. Botnrás og lokuvirkni voru einnig steyp í Gilsárstíflu; grafið var þar úr stíflustæði og lítillega byrjað á stífluhleðslu. Nokkuð var grafið úr inntaksskurði, inntaksbygging steypt að mestu og skurður fyrir þrýstivatnspípu grafinn, pípa sett niður og fyllt yfir hana að hluta.

Uppsteypu stjórnhusss fyrir Blönduvirkjun lauk á þessu ári.

Undirbúningur hélt áfram undir stækjun Búrfellsvirkjunar.



Á árinu 1989 hafði Landsvirkjun til skoðunar hugmyndir um gjörbreytta hönnun Fljótsdalsvirkjunar, þar sem vatnsvegir yrðu að mestu leyti neðanjarðar, í stað skurða. Var boruð ein rannsóknarholra til nánari könnunar á þeim möguleika.

Settur var rafbúnaður í aðveisitustöð við Hamranes, sunnan við Hafnarfjörð, sem byrjað var á 1988, og stöðin tekin í notkun í september. Stöðin hefur bæði 220 og 132 kV teina og þaðan verður rafmagni veitt í álverið í Straumsvík, í nokkrar aðveisitustöðvar á höfuðborgarsvæðinu og síðar meir til Suðurnesja. Rofabúnaður stöðvarinnar er innanhúss, sem er nýjung hér á landi í aðalaðveisitustöð sem þessari og gerir stöðina að mestu ónæma fyrir veðri og vindum.



Lokið var við stjórnstöð Landsvirkjunar við Bústaðaveg, sem steypt var upp 1988, og hún tekin formlega í notkun í desember. Í henni er búnaður til kerfistjórnar og gagnaöflunar (SCADA) sem gerir það mögulegt að hafa yfirsýn yfir vinnslu raforkunnar og flutning, skrá allar truflanir á kerfinu og prenta á sjálfvirkan hátt út dagbókarfærslur og rekstrarskýrslur. Byggt inn í hugbúnað stjórnerfisins er líkan fyrir álagsspár og álagsgreiningu til skamms tíma og forrit til að stýra sjálfvirkít álaginu á einstaka rafala. Kerfishermir er líka byggður inn í hugbúnaðinn. Hann má nota bæði til athugana á hegðun kerfisins og til að þjálfa mannaflann í rekstri þess og í að bregðast við bilunum.

Hinn nýi stjórnþúnaður leyfir að kerfi Landsvirkjunar sé stýrt hvort heldur frá stjórnstöðinni við Bústaðaveg eða frá stjórnstöð í aðveisitustöðinni á Rangárvöllum, ofan við Akureyri.

Auk búnaðarins í stjórnstöðinni var settur upp í tengslum við hana nýr



Mynd tekin úr lofti yfir þeim stað þar sem væntanleg stækkan Búrfellsþirkjunar verður (Búrfell II). Vatn úr Bjarnalóni hefur verið notað til að grafa út frárennslisskurð virkjunarinnar, og sérst hann neðst á myndinni. (Ljósmt./photo Oddur Sigurðsson).

A view over the project site of the proposed hydro power plant Búrfell II.

Mjólkárvirkjun í Arnarfirði. Á árinu 1989 hefur verið unnið að áætlunum um stækkan virkjunarinnar. (Ljósmt./photo Águst Guðmundsson).

A view over the hydro power plant Mjólkárvirkjun in Arnarfjörður, Vestfirðir peninsula.

Tvær 1,2 MW Ormat-samstæður voru settar upp á árinu 1989 til að virkja affallsgufu úr strömpum Svartsengis og minnka jafnframt loftmengun. (Ljósmt./photo Snorri Páll Snorrason).

Two 1.2 MW binary Ormat-units were installed in Svartsengi to utilize effluent steam and alleviate air pollution.

fjarskiptabúnaður til flutnings á gögnum og stýrboðum.

Rafmagnsveitur ríkisins endurnýjuðu hluta af 66 kV sæstrengnum til Vestmannaeyja, en hann bilaði á árinu. Ákveðið var að breyta landtaki strengsins í Vestmannaeyjum og leggja hann inn í höfnina.

Lögð var ný 66 kV lína frá Stuðlum í Reyðarfirði yfir í Daladal í Fáskrúðsfirði. Línan liggur hæst 840 m yfir sjó.

Unnið var að hækkun spennu á línumni milli Selfoss og Hvolsvallar, sem er 31 km að lengd, úr 33 til 66 kV.

Byggt var og tekið í notkun nýtt 66 kV útivirkri við aðveitustöðina á Raufarhöfn; skipt um 11 kW aflofrofa í aðveitustöðinni á Fáskrúðsfirði, keypt 700 kW dieselrafstöð og sett upp sem varastöð í Ólafsvík. Gefin var út skýrla um frumhönnun 20 MW virkjunar í Fjarðará í Seyðisfirði.

Bæði Rafmagnsveitur ríkisins og Orkuþú Vestfjarða héldu á árinu áfram að styrkja dreifikerfið í strjálbýli landsins. Orkusjóður kostar þær framkvæmdir og varði hann til þeirra 45 Mkr. 1989. Sjóðurinn kostar einnig sveitarfæðingu. Til hennar varði hann 21 Mkr.

Á vegum **Orkubús Vestfjarða** var unnið við styrkingu 66 kV línumnar Mjólká – Breiðadalur við Hofsárdal í Arnarfirði og styrkingu 33 kV línumnar Mjólká – Breiðadalur í Dýrafirði og Öndundarfirði. Skipt var um vir í Tröllatungulínu á kafla á Tröllatunguheiði. Boðinn var út 33 kV rofabúnaður í aðveitustöð á Hrafseyri og lokið við hönnun á nýjum búnaði í aðveitustöðina á Pingeyri. Í báðum stöðvunum verður innibúnaður.

Skipt var um þrýstvatnspípu Pverárvirkjunar við Hólmavík á um 300 m kafla.

Pöntuð var 1250 kW dieselrafstöð sem ætlunin er að setja sem varastöð á Hólmavík og 1050 kW samstæða í varastöðina í Bolungarvík í stað samstæðu sem eyðilagðist þar.

Unnið var að byggingu rafstöðvarhúss á Patreksfirði; lokið var við stækkan orkustöðvarhússins á Ísafirði og unnið að frágangi á eftir hæð kyndistöðvarhúss í Bolungarvík.

Virkjun jarðvarma til fiskeldis hélt áfram á árinu, en í minna mæli en áður. Gætir þar sjálfsagt erfiðleikanna sem greinir hefur búið við að undanförnu. Fáeinir einkahitaveitur tóku til starfa. Leit að jarðvarma til fiskeldis og til minni hitaveitna í strjálbýli hélt áfram. Nokkrar almenningsshítaveitur

leituðu að meira vatni fyrir sig. Orkusjóður lánaði 12,4 Mkr. til jarðhitaleitar 1989.

Helstu hitaveituframkvæmdir voru sem fyrr á vegum **Hitaveitu Reykjavíkur**. Á Nesjavöllum var unnið við kaldavatnsveitu, stofnæð, dælustöð og vatnsgeymi og uppsetningu búnaðar í orkuveiti. Lagningu aðveituaðar lauk á árinu þannig að æðin er nú tilbúin til vatnslutnings.

Lokið var við stækkan Kringluvatnsæðar í Reykjavík og klæðning vatnsgeyma á Öskjuhlíð var langt komin í lok ársins. Bygging útsýnishúss á Öskjuhlíð hélt áfram og var langt komin um áramót, m.a. hafði snúningsgólf þá verið sett niður.

Loks var unnið við dælustöðvar og stækkan dreifikerfisins viðsvegar á höfuðborgarsvæðinu. Um 500 ný hús voru tengd við dreifikerfið.

Á vegum **Hitaveitu Suðurnesja** voru þær framkvæmdir helstar að teknar voru í notkun þjárlag svonefndar ORMAT-samstæður, 1,2 MW að afli hver, sem nýta til raforkuvinnslu lágþrýstigufu sem hingað til hefur farið til spillis út um strompa orkuversins í Svartsengi. Pessi gufa er rúmlega 100 stiga heit. Samstæðurnar nýta hitafall niður í 70 – 80 stig. Þær nota lifraent efnasamband, isopentan, sem vinnumiðil í stað vatnsgufu, en með því móti er unnt að nýta á hagkvæman hátt svona lágt hitastig til raforkuvinnslu. Samstæður af þessu tagi eru nýjung hér á landi og þær eru einnig nýlega til komnar erlendis. Enn er þessi svonefnda „strompgufa“ frá orkuverinu í Svartsengi ekki fullnýtt, og hefur Hitaveita Suðurnesja því sótt um heimild til að setja upp 5 ORMAT-samstæður til viðbótar, samtals 6 MW að afli.

Lokið var á árinu lagningu 132 kV línu frá Svartsengi til væntanlegrar aðveitustöðvar á Fitjum, en línan er um sinn rekin á 33 kV spennu. Frá Fitjum var lagður 33 kV jarðstrengur að aðveitustöð við Aðalgötu í Keflavík, og þaðan annar 33 kV strengur að radarstöð á Miðnesheiði, en við hann tengist strengur til Sandgerðis. Við Aðalgötustöðina tengist einnig 33 kV strengur til Flugstöðvar Leifs Eiríkssonar og 11 kV strengur fyrir eftir byggð í Keflavík. Loks var lagður 33 kV jarðstrengur frá Svartsengi til Grindavíkur.

Skipt var um spenna í nokkrum dreifistöðvum vegna spennubreytingar og aflaukningar og unnið við stækkan dreifikerfisins fyrir heitt vatn og rafmagn vegna nýrra bygginga. Nokkrar lagfæringer fóru einnig fram á dreifikerfi hitaveitunnar.

Valin var og mæld leið fyrir 132 kV línu frá hinni nýju aðveitustöð við Hamranes, sunnan Hafnarfjarðar, að væntanlegri aðveitustöð á Fitjum, og unnið að öðrum undirbúningi undir lagningu þeirrar línu, sem ráðgert er að komi í gagnið 1991.

Verðlag á orku

Heildsöluverð Landsvirkjunar hækkaði um 8,0 % hinn 1. mars og um 10 % hinn 1. okt. Heildsöluverðið var 6,5 % lægra að raunvirði í upphafi árs 1990 en á sama tíma 1989, og 38,2 % lægra en hinn 1. maí 1984. Með raunvirði er hér átt við verðið þegar leiðrétt hefur verið fyrir verðbólgu eins og byggingarvísitalan mælir hana.

Verðlag á áli lækkaði nokkuð á árinu 1989, og þar með einnig verð Landsvirkjunar á raforku til ÍSAL. Það lækkaði úr 18,5 mUSD/kWh á fyrsta ársfjórðungi í 17,0 mUSD/kWh á fjórða ársfjórðungi. Miðað við gengi Bandaríkjadals í árslok 1989 eru tilsvarandi tölur í íslenskum krónum 1,13 kr./kWh á fyrsta ársfjórðungi og 1,04 kr./kWh á hinum fjórða. Rafmagnssamningurinn við ÍSAL er gerður í Bandaríkjadöllum sem kunnugt er.

Verðlag á eldsneyti var á árinu 11-12 % hærra en árið á undan, reiknað í erlendri mynt, en í krónum reiknað var það um 35 % hærra.

Orkustefna og stjórnvalds-aðgerðir

Engin ný lög voru sett á árinu á svíði orkumála eða eldri lögum um þau efni breytt.

Borgaraflokkurinn tók í september 1989 sæti í ríkisstjórn Steingríms Hermannssonar, sem kunnugt er. Engin breyting varð á stefnu ríkisstjórnarinnar í orku- og iðnaðarmálum í kjölfar þessarar breytingar.

Eitt meginatriði íslenskrar orkumálastefnu hefur um margra ára skeið verið viðleitnin til að efla orkufrekan iðnað á Íslandi í því augnamiði að gera atvinnulíff landsins fjölbreyttara.

Hinn svonefndi Atlantal-hópur fjögurra evrópskra álframleiðenda, Alumed Beheer N.V. í Hollandi (síðar Hoogovens Aluminium), Austria Metal AG í Austuríki, Gränges Aluminium AB í Svíþjóð og Alusuisse S.A. í Sviss, skilaði ríkisstjórninni í aprílmánuði niðurstöðum athugana sem hann hafði hafið 1988 á hagkvæmni þess að reisa nýtt álver með 185000 tonna afkastagetu á ári í Straumsvík. Bandaríksa ráðgjafafyrirtækið Bechtel Corporation vann þessa athugun fyrir hópinn.

Þetta nýja álver virtist vera hagkvæmt samkvæmt athuguninni, en fjárfestingar í því sýndust mundu verða nokru hærri en menn höfðu átt von á fyrirfram.

Eftir nokkrar viðræður innbyrðis í hópnum og við fulltrúa íslenskra stjórnvalda ákvað Atlantal-hópurinn að kanna hagkvæmni þess að stækka álverið í Straumsvík um 120000 tonna afköst á ári, úr 88000 tonna afköstum, til samanburðar við að reisa nýtt álver. Var gert ráð fyrir að fyrirtækin í Atlantal-hópnum skyldu eiga stækkunina í sameiningu. Þá athugun vann sánska fyrirtækið SIAB. Niðurstöður hennar lágu fyrir á haustdögum og sýndu vel viðunandi arðsemi af stækuninni og svipaða fjárfestingu á hvert tonn í ársafköstum og í nýju álveri.

Austuríská álfelagið dró sig á árinu 1989 út úr Atlantal-hópnum af ástæðum alls óskyldum þessum viðræðum. Síðar á árinu dró Alusuisse sig einnig út úr hópnum, en lýsti því jafnframt yfir að félagið væri reiðubúið til samvinnu við þá sem eftir voru ef þeir vildu halda málínu áfram.

Sánska og hollenska félagið ákváðu að halda málínu áfram að höfðu samráði við íslensk stjórnvöld og leita að þriðja þáttakanda í hópinn. Er áform-að að kanna nánar þann kost að reisa nýtt álver með 185000 til 200000 tonna afköstum á ári. Þegar þetta er ritað, snemma í febrúar 1990, hefur bandaríská álfyrtækið Alumax ákveðið að gerast þáttakandi í Atlantal-hópnum.

Samtímis þessum athugunum fóru á árinu 1989 fram viðræður milli fulltrúa íslenskra stjórnvalda, Landsvirkjunar og Atlantal-hópsins um lögfræðileg og skattaleg atriði og raforkuverð í tengslum við nýtt álver. Staða málssins þegar þetta er ritað er sú, að vonast er til að unnt verði að leggja drög að samningum um álverið fyrir íslensk stjórnvöld innan tiltölulega skamms tíma.

Enda þótt þessar athuganir og viðræður hafi tekið lengri tíma en búist var við þá eru þeir sem að þeim hafa staðið bjartsýnir að þær muni bera árangur áður en langt um líður. Ílonaðarráðherra, sem hefur látið sig þetta mál miklu skipta, hefur hvað eftir annað látið í ljós bjartsýni um það.

Ílonaðarráðherra reifaði einnig á árinu 1989 hugmyndir um enn frekari uppyggingu áliónaðarins á Íslandi með byggingu annars ávers með svipuðum afköstum, 185000 til 200000 tonn á ári, á Norður- eða Austurlandi síðar á tíunda áratugnum. Hefur hann átt viðræður við heimamenn í báðum landsfjórðungum um þá hugmynd og einnig kynningarviðræður um hana við álfyrtæki utan Atlantal-hópsins.

Pátttaka í alþjóðlegu samstarfi um orkumál

Orkubúskapardeild sendi, eins og áður, skrifstofum OECD og Sameinuðu þjóðanna, svo og NORDEL, upplýsingar um íslensk orkumál. Ennfremur sendi deildin, í samráði við Ílonaðarráðuneytið, slíkar upplýsingar til skrifstofu orkumálasamstarfs á vegum Norrænu ráðherranefndarinnar (Nordisk Ministerråd, N.M), og dreifði upplýsingum þaðan til aðila hér innanlands.

Orkumálastjóri sótti, ásamt forstjóra Orkubúskapardeilda, námsstefnu í Kaupmannahöfn í febrúar á vegum Norrænu ráðherranefndarinnar um skattlagningu á orku, þar sem þeir lögðu fram erindi um orkuskatta á Íslandi. Hann sótti einnig námsstefnu á vegum sömu aðila í Nuuk á Grænlandi í júní um orkulindir á Vestur-Norðurlöndum, þar sem hann flutti erindi um umhverfisáhrif vatnsorku á Íslandi, ársfund NORDEL, samtaka norrænna framámannna í raforkumálum, í Finlandi í ágúst 1989, og námsstefnu á vegum NORDEL um umhverfisáhrif raforkuðnaðarins í Stokkhólmi í nóvember. Þá sótti hann ásamt forstjóra Orkubúskapardeilda og öðrum starfsmanni hennar, sem er ritari Landsnefndar Íslands í Alþjóðlegu orkumála-ráðstefnunni, 14. þing þessara samtaka í Montreal í Kanada í september. Á þinginu var lagt fram erindi sem forstjóri Orkubúskapardeilda hafði samið ásamt fleirum um áhrif breyttra lífsháttá á orkunotkun. Loks sótti orkumálastjóri tvo fundi í Orkurannsóknaneftnd Norrænu ráðherranefndarinnar, annan þeirra í tengslum við námsstefnuna í Stokkhólmi í nóvember.

NORDEL gekkst í maí fyrir námsstefnu um raforkukerfi og samrekstur þeirra yfir landamærin fyrir framámann í raforkumálum sex Mið-Ameríkurikjá, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua og Panama. Hún var kostuð að mestu af norsku og sánsku þróunarsamvinnustofnunum, en skipulögð í heild af skrifstofu NORDEL í Oslo. Námsstefnan höfst á Íslandi og stóðu íslenskir NORDEL-félagar, og stofnanir þær sem þeir veita forstöðu, að henni hér. Lögð var áhersla á að kynna þáttakendum vinnslu raforku úr jarðhita, en í Mið-Ameríku er viða mikil um jarðhita. Ísland er eina landið meðal Norðurlanda þar sem raforka er unnin með þeim hætti.

Forstjóri Jarðhitadeilda sótti árlegan fund forstjóra jarðfræðistofnana í Vest-

ur-Evrópu á Ítalíu í september, og sóttur var fundur hjá Alþjóðlegu jarðhitadeilda (International Geothermal Association, IGA) á Ítalíu í maí. Starfsmenn Jarðhitadeilda fluttu erindi á árinu á fjórum ráðstefnum erlendis um jarðhitamál : Tveimur forðafræðiráðstefnum í Stanford, Bandaríkjunum, í janúar (tvö erindi) og í Berkeley, Bandaríkjunum, í júní (eitt erindi); ráðstefnu um efnaskipti bergs og vatns í Malvern, Englandi, í ágúst (fjögur erindi) og almennri jarðhitaraðstefnu í Washington, Bandaríkjunum, í júlí (eitt erindi). Þá var starfsmaður Jarðhitadeilda meðhöfundur að erindi sem flutt var á ráðstefnu um hitaveitir sem haldin var í Gautaborg í október í tilefni af 40 ára afmæli sánska hitaveitusambandsins. Starfsmaður deildarinnar flutti einnig erindi á stjórnarfundi norræna hitaveitusambandsins í Reykjavík í ágúst. Tveir starfsmenn Jarðhitadeilda fóru til Sovétríkjanna í maí vegna samvinnu Orkustofnunar og Visindaakademíu Sovétríkjanna um rannsóknir á jarðskorpu Íslands sem hafa gildi til skilnings á eðli jarðhitans.

Forstjóri Vatnsorkudeilda sótti samstarfsfund forstöðumanna norrænna vatnafræðistofnana í Kaupmannahöfn og annan sem haldinn var hér á landi. Hann sótti auch þess fund í vinnunefnd á vegum þessa samstarfs norrænu vatnafræðistofnananna í Slagelse í Danmörku. Vatnafræðingur á Vatnsorkudeild sótti tvo norræna samstarfsfundi í vatnafræði sem haldnir voru innan ramma alþjóðlegs samstarfs í vatnafræði á vegum Menningar- og fræðslustofnunar Sameinuðu þjóðanna, UNESCO.

Alþjóðanefndin um stórar stíflur (CIGB/ ICOLD) hélt ársfund og tækniráðstefnu í Kaupmannahöfn í júlí. Stóðu íslensku og dönsku landsnefndirnar í þessum samtökum sameiginlega að þessu fundarhaldi, og komu margir af þáttakendum í skoðunarferð til Íslands að því loknu. Forstjóri Vatnsorkudeilda og einn starfsmaður annar sóttu fundinn og ráðstefnuna í Kaupmannahöfn, og einn starfsmaður sótti sérstakan undirbúningsfund undir hana. Af þessu tilefni gáfu Landsnefnd Íslands í ICOLD, Landsvirkjun og Orkustofnun sameiginlega út rit á ensku um íslenskar orkulindir og stíflur á Íslandi, „Energy Resources and Dams in Iceland“, en allar meiriháttar stíflur á Íslandi tengjast vatnsaflsvirkjum.

Starfsmaður á Vatnsorkudeild sótti norræna ráðstefnu um jarðtækni í Svíþjóð og sameiginlegan stjórnarfund norrænu jarðtækifélaganna sem haldinn var í tengslum við hana.

Starfsemi Orkustofnunar 1989

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 orsakir sínar og áhrifavalda, og (í samvinnu við aðra) við orkuspár og gerð yfirlitsáætlana í orkumálum.

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

Jarðhitadeild, sem annast rannsóknir á eðli jarðhitans og á 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, notendatæki og umhverfið.

Stjórnsýsludeild, sem annast bókhald og fjáreiður, rekstur skrifstofu, teiknistofu, bókasafns og tölvu, svo og starfsmannahald.

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

Orkubúskaparrannsóknir

Helstu verkefni Orkubúskapardeilda 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

Deildin safnar 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 vílast til umfjöllunar í yfirliti orkumálastjóra í því sambandi. Í byrjun árs var gefin út skýrsla um orkuverð hér á landi 1988.

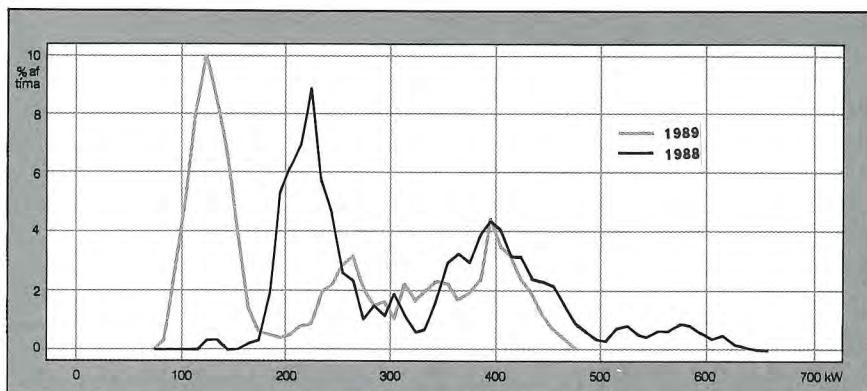
Deildin lagði fram upplýsingar um orkumál á fundum orkuveitusambandanna. Þá voru sendar út fréttatilkynningar meðal annars um orkuverð og orkuvinnslu.

Reglulega eru upplýsingar um orkunotkun og orkuvinnslu sendar ýmsum fjölbjóðlegum samtökum svo sem NORDEL, Sameinuðu þjóðunum (UN), Efnahags- og þróunarstofnun Evrópu (OECD) og Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunni (WEC). Í tilefni af 14. þungi WEC-89 var gefið út yfirlit um orkumál á Íslandi 1988 (National Energy Data Profile – Iceland). Á þinginu var einnig lagt fram erindi um áhrif breytrra lífs-háttá á orkunotkun. Ennfremur er sinnt margvislegum óskum, frá þessum aðilum og fleirum, um upplýsingar vegna athugana á einstökum þáttum orkumála. Í því sambandi má nefna skýrslu Norraenu ráðherranefndarinnar um orku og umhverfi. Í tilefni af námsferð og námsstefnu fyrir fulltrúa rafveitna í sex ríkum Mið-Ameríku á vegum NORDEL gáfu Landsvirkjun, Orkustofnun, Rafmagnsveita Reykjavíkur og Rafmagnsveitur ríkisins út yfirlit yfir raforkuvinnslu, raforkudreifingu og raforkusölu hér á landi.

Orkuspár

Meginverkefni deildarinnar á þessu svíði var vinna fyrir Orkuspárfnd. Að nefndinni standa Hagstofa Íslands, Hitaveita Reykjavíkur, Landsvirkjun, Orkustofnun, Rafmagnsveita Reykjavíkur, Rafmagnsveitur ríkisins, Samband íslenskra hitaveitna, Samband íslenskra rafveitna og Þjóðhagsstofnun.

Á vegum orkuspárfndar starfa þrívinnuhópar: raforkuhópur, jarðvarma-hópur og eldsneytishópur. Hóparnir



Myndin sýnir afnotkun frystihúss í einn mánuð 1988 og 1989. Í framhaldi af mælingunum 1988 var ákvæðið að bæta orkunýtingu hússins með breytti stýringu á tækjum og öðrum búnaði. Útgjöld fyrirtækisins til raforkukaupa (kr/kg frysts fisks) lækkuðu um 22,7% milli áranna 1988 og 1989. (Rf, SH, OBD 1990).

The overall load variation in a fish processing plant during one month each year 1988 and 1989.

annast undirbúning orkuspár hver á sínu svíði, en nefndin skilgreinir grunnforsendur sem ganga inn í spárnar, leggur meginlinur varðandi vinnu hópanna og samræmir hana.

Á árinu var hafin vinna við nýja spá um raforkunotkun og einnig nýja spá um orkunotkun til húshitunar, en stefnt er að því að spárnar komi út á árinu 1990.

Jafnframt var raforkuspá nefndarinnar frá 1985 endurreiknuð miðað við rauntölur um mannfjölda, hitað húsrymi og orkunotkun fyrir árin 1985 til 1988 og húshitunarspá frá 1986 miðað við rauntölur fyrir árin 1986 til 1988.

Orkukerfi

Í tengslum við athuganir á hagkvæmni þess að reisa nýtt álver hér á landi fóru fram athuganir á hvaða leiðir væru hagkvæmistar til að mæta aukinni raforkuþörf þjóðarinnar næstu áratugi með og án nýs ávers. Þessar athuganir eru gerðar í samvinnu við Landsvirkjun.

Á árinu 1988 settu Hitaveita Suðurnesja, Landsvirkjun, Orkubú Vestfjarða, Rafmagnsveita Reykjavíkur og Rafmagnsveitur ríkisins á fót starfshópum um rekstrartruflanir í raforkukerfinu. Verkfraðistofan Afl hefur annast ráðgjöf fyrir hópinn. Í lok árs 1988 var Orkustofnun boðin aðild að hópnum með það í huga að stofnunin tæki að sér að safna saman gögnum um truflanir frá öllum raforkufyrirtækjum landsins og að vinna úr þeim yfirlit um truflanir fyrir landið. Á árinu 1989 gaf starfshópurinn út leiðbeiningar um skýrslugerð við rekstrartruflanir og eyðublöð til skráningar á truflunum. Á síðari hluta ársins notuðu fyrirtækin

eyðublöðin til reynslu til að skrá bilanir. Frá og með árinu 1990 er gert ráð fyrir að allar rafveitur skrái truflanir við rekstur raforkukerfisins með sama hætti. Starfshópurinn lét á árinu taka saman skýrslu um kostnað vegna raforkuskorts sem vitað er um með fyrirvara og var skýrslan gefin út sameiginlega af aðstandendum hópsins í október.

Á árinu var Hagfræðistofnun Háskóla Íslands ráðin til að vinna að verkefni: **Samnýting og samhæfing orkjafa til hitunar og raforkuvinnslu.** Markmið verkefnisins er að stuðla að sem hagkvæmustum rekstri og uppyggingu orkukerfisins að teknu tilliti til krafna um öryggi í athendingu orku til neytenda. Gert er ráð fyrir að fyrsta áfanga verkefnisins, sem felur í sér fræðilega greiningu þess og lýsingu á aðferðafræði, ljúki haustið 1990.

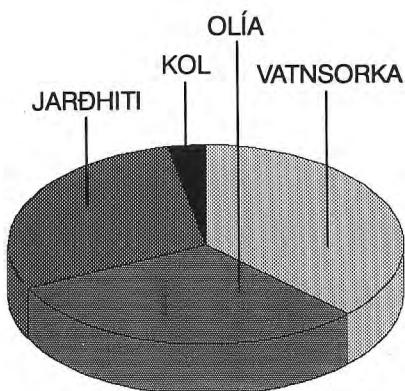
Orkusparnaður

Í árslok 1988 fór fram ítarleg athugun á orkuverði til einstakra fiskvinnsluhúsa vegna niðurgreiðslu á raforku til fiskvinnslufyrirtækja á árinu 1989. Á grundvelli þeirrar athugunar og annarar athugunar sem gerð var á árinu 1988 á leiðum til að draga út orkunotkun og orkukostnaði í frystihúsum fóli Orkustofnun Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og Söldumiðstöð hraðfrystihúsanna að mæla raforkunotkun einstakra tækja og tækjahópa í frystihúsi með fremur laka nýtingu á greiddum aftoppi, og benda á leiðir til að lækka útgjöld til raforkukaupa. Mælingunum lauk á árinu og er úrvinnsla hafin. Í framhaldi af verkefninu er gert ráð fyrir að gefa út bækling um hagkvæma orkunotkun í frystihúsum.

Orkuverð

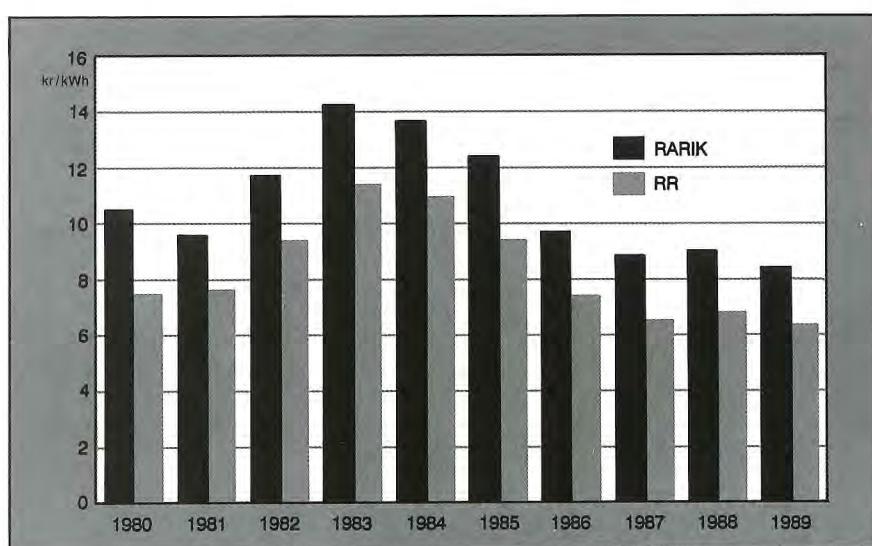
Í upphafi ársins var gefin út skýrsla um athugun á þróun orkuverðs hér á landi á þessum áratug. Skýrslan nefnist: **Orkuverð á Íslandi 1988.** Áfomað er að gefa út skýrslur um orkuverð árlega, og í árslok var hafin endurskoðun á skýrslunni með tilliti til þróunar orkuverðs á árinu 1989.

Í samvinnu við lönaðarráðuneytið, Samband íslenskra hitaveitna og fimmtán hitaveitur í landinu voru hafnar mælingar á orkunýtingu hjá veitunum í þeim tilgangi að kanna raunverulegan kostnað notenda við upphitun íbúðarhúsnæðis. Mælingum lauk að mestu í árslok 1989. Unnið er að úrvinnslu.



Skipting heildarorkunotkunar á Íslandi 1989. (OBD 1990).

The energy consumption in Iceland in 1989 for different energy sources.



Raforkuverð til almennra heimilisnota 1980 til 1989. Verðlag í desember 1989 og leiðrétt miðað við visitólu framfærslukostnaðar (OBD 1990).

Price of electricity for domestic use 1980 to 1989, deflated by the Dec. 1989 consumer price index.

Önnur verkefni

Deildin tók þátt í samstarfi undirnefnda Norraðnu ráðherranefndarinnar (orkuráðherrar). Í tengslum við það starf fékkst styrkur frá nefndinni til að mæla árangur aðgerða til að draga úr orkunotkun og -kostnaði í frystihúsi Haraldar Böðvarssonar á Akranesi. Árið 1988 hafði fengist styrkur til að mæla orkunotkun í húsinu og benda á leiðir til að draga úr raforkukostnaði. Að athuguninni unnu Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og Söldumiðstöð hraðfrystihúsanna, en Orkustofnun annaðist stjórn verkefnisins. Niðurstöður athugunarnar benda til að tekist hafi að lækka útgjöld hússins til kaupa á raforku um 27% svo til eingöngu með bættri stýringu á rekstri. Miðað við gjaldskrá jafngildir sparnaðurinn um 1,7 milljón króna á ári!

Jarðhitarannsóknir

Rannsóknir Orkustofnunar á jarðhita og nýtingu hans halda áfram að breytast hvað áherslur varðar í samræmi við þarfir og kröfur markaðarins. Aukin áhersla hefur verið lögð á þróun nýrra tækja og aðferða, sem gera það kleift að skyggnast frá yfirborði dýpra niður í ïður jarðar hraðar og ódýrar en áður var mögulegt. Stofnunin annaðist sem fyrir ráðgjöf í jarðhitamálum fyrir opinbera aðila og margs konar jarðvarmalyfirlæki. Áfram var og haldið á þeirri braut að hvetja jarðhitafyrirtæki til betri nýtingar á varmanum í heita vatninu, og enn fremur til samstarfs við stofnunina um eftirlit með vatnstökunni úr jarðhitasvæðum landsins.

Vinnslueftirlit

Fræðsluátaskip Orkustofnunar, Háskóla Íslands og Sambands íslenskra hita-

veitna um leiðir til þess að nýta betur jarðhitaforðann og mikilvægi eftirlits með vinnslu hans er þegar farið að skila árangri. Fjöldi hitaveitna, sem átti í erfiðleikum með orkubúskap sinn, hefur þegar bætt stöðu sína verulega með aðgerðum sem beinast að því að haga vatnstöku úr svæðum veitnanna þannig að fyllsta sparnaðar sé gætt og orkuinnihald vökvans fullnýtt.

Undirritaður var á árinu fjöldi samninga milli Jarðhitadeilda og hitaveitna um samvinnu við reglugundið eftirlit með vinnslu jarðhitasvæða og aðstoðaði deildin í sumum tilfellum við val og uppsetningu tölvubúnaðar til þess að auðvelda þessa starfsemi. Einnig var haldið áfram því reglugundna eftirliti, sem áður hefur verið komið á hjá ýmsum hinna smærri hitaveitna, og aðallega felst í efnarfræðiúttekt og afmælingum.

Hefðbundnu vinnslueftirliti með háhitasvæðum Landsvirkjunar í Kröflu og Bjarnarflagi var haldið áfram með óbreyttum hætti á árinu. Samskonar eftirlit með vinnslu úr jarðhitasvæði Hitaveitu Suðurnesja í Svartsengi fór fram eins og síðastliðin ár. Á þessum stöðum byggist eftirlitið sem áður aðallega á efnagreiningum, afkastamælingum, vatnsborðsmælingum og mælingum á hita og þrystingi í borholum.

Rannsóknir á lághitasvæðum

Fyrir Hitaveitu Selfoss var unnið að fyrsta verkþætti í leit að jarðhita utan núverandi vinnslusvæðis til að kanna helstu möguleika til að afla meira af heitu vatni fyrir veituna. Boraðar voru hitastigulsholur innan bæjarmarkanna og á Laugarbökkum. Jarðhitadeild vann við mælingar og könnun afkasta holu PÍ-14, sem boruð var á árinu við Porleifskot.

Allmikið var unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar á árinu. Lokið var við gerð einfaldra hermilíkana fyrir vinnslusvæði hitaveitunnar. Ennfremur lauk úttekt á gögnum, sem fyrir liggja frá vinnslusvæðinu við Botn. Í framhaldi af því voru boraðar þar fjórar grunnar rannsóknaholur. Er það þáttur í leit að meira vatni, sem talið er að þar sé að finna. Þá voru boraðar fjórar grunnar rannsóknarholur við Laugaland á Þelamörk til að leita að helsta uppstreymi vatnskerfisins þar. Jarðhitadeild annaðist gerð útboðsgagna vegna boranna, sá um staðsettningu holanna á grundvelli fyrri rannsókna og hafði eftirlit með borverkinu. Slíkorráðgjöf var veitt allviða þar sem borað var á árinu.

Haldið var áfram hermireikningum fyrir ýmis lághitasvæði landsins með einföldum líkönum með það helst að markmiði að spá fyrir um vinnslugetu svæðanna næstu einn til two áratugi.

Auk þessa var unnið að ýmsum smærri verkefnum viða um land, sérstaklega var leitað jarðhita í Ölfusi (fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar), í Landsveit (fyrir Flagbjarnarholt og nálæga bæi og fiskeldisstöðina Krók), ennfremur í Biskupstungum (fyrir Hitaveitu Reykholtshverfis), í Grímsnesi (vegna fyrirhugaðra orlofshúsa að Kiðabergi) og loks í Sölvholti í Flóa.

Haldið var áfram, fyrir Hitaveitu Siglufjarðar, leit að helsta uppstreymi jarðhita á Skarðsdal skammt frá kaupstaðnum. Gerð var viðnámssniðsmæling og áfram haldið jarðfræðiathugun, til þess að ákveða djúpri rannsókna/vinnsluholu stað með meiri nákvæmni. Slíka holu er áfomað að bora á næsta ári.



Leitað með hitastigulsborunum að uppstreymi jarðhitans við Laugabakka, fyrir Hitaveitu Selfoss. (Ljósmynd: Helgi Torfason).

The upflow of the geothermal water at Laugabakki located by means of thermal gradient drilling for the Selfoss District Heating Company.

Rannsóknir á háhita-svæðum

Háhitarannsóknir á Nesjavöllum í Grafningi drögust mikið saman á árinu, enda flestum undirbúningsrannsóknum þar lokið og uppbygging orkuvers Hitaveitu Reykjavíkur hafin. Helst beindust nýrannsóknir þar að eftirliti með jarðhitakerfinu, og var mældur hiti og prýstingur í borholum til að fylgjast með væntanlegum áhrifum vinnslunnar. Í ljós hefur komið að áhrifin eru óveruleg milli ára, sem er í samræmi við eldri vinnsluspárá. Haldið var áfram samantekt gagna, sem aflað var við boranir á Nesjavöllum og Kolviðarholi. Lokið var uppsetningu mælinets á sprungusvæðinu milli Kýrdals og Dyradals, sem verður notað til að fylgjast með hreyfingum á sprungum og misgengjum þar, en um svæðið liggar aðveituað Nesjavallavirkjunar til Reykjavíkur.

Lokið var að mestu við skýrslu um niðurstöður jarðeðlisfræðimælinga á Hengilssvæðinu og unnið að gerð jarðfræðikorts af svæðinu.

Jarðhitadeild vann ýmis verkefni fyrir Landsvirkjun í Kröflu og Bjarnarflagi svipað og undanfarin ár. Hola KJ-13 var hreinsuð, en hún stíflaðist að hluta snemma árs 1984. Jarðhitadeild gerði verklýsingu fyrir verkið og annaðist umsjón með því. Verkið gekk vel og var síðan fylgst með afli holunnar og efnainnihaldi vökvans frá henni fram á haustdaga. Árangur aðgerðarinnar varð sa að holan u.p.b. þefaldaði afl sitt. Hola KJ-9 var einnig hreinsuð, en það er orðinn árviss atburður.

Gert var yfirlit um mögulega nýtingu á eldri holum í Kröflu og mannvirkjum, sem tengjast þeim, og hverra aðgerða væri helst þörf í því skyni. Ennfremur var gerð skýrsla um hvaða holar í Bjarnarflagi væru nýtanlegar, hvaða aðgerða væri þörf og hverjum þeirra mætti loka endanlega.

Haldið var áfram að safna jarðfræðigögnum fyrir jarðfræðikort af Kröflusvæðinu. Miðaði því verki vel, og er aðeins eftir að teikna kortið og undirbúa til útgáfu. Reglubundið eftirlit með umbrotum við Kröflu og áhrifum þeirra á jarðhitakerfið var haldið áfram en þó í minna mæli en áður.

Unnið var að viðamikilli úrvinnslu gagna fyrir Hitaveitu Suðurnesja og endurskoðun á straumfræðilíkönunum, sem gerð hafa verið að jarðhitakerfinu þar og ná yfir utanverðan Reykjanes-skaga. Með samtulkun allra mælinga, sem gerðar hafa verið á svæðinu,

fékkst endurbætt líkan bæði af svæðinu í heild og hegðun hvarrar borholu fyrir sig. Forsendur og grunnstærðir líkansins byggja á niðurstöðum árlangra rannsókna Orkustofnunar, en verkfræðistofan Vatnaskil hf. vann alla forritun og tölvuvinnslu. Líkanið var síðan notað til að spá fyrir um hver áhrif niðurdælingar á affallsvatni gætu orðið á þrýstilækkun í svæðinu, og jafn framt hve miklu og hvar væri hagkvæmast að dæla. Niðurstöður gáfu til kynna að ákjósanlegust áhrif til bóta fengjust með því að dæla niður um það bil helmingi vinnslunnar í til þess gerðar borholur, sem staðsettar yrðu milli Svartsengis og Eldvarpa.

Í Hveragerði var boruð 250 m djúp hola á vegum hitaveitunnar. Árangur varð góður og fæst úr holunni 180 °C heitt vatn. Jarðhitadeild annaðist ráðgjöf um bortækni og sá um allar mælingar í og eftir borun. Ennfremur var gerður samningur milli Orkustofnunar og Veitustofnunar Hveragerðis um hagkvæmniathugun á framleiðslu eigin raforku með jarðhita og er skýrslugerð vel á veg komin.

Þróun tækja, úrvinnsluaðferða og hugbúnaðar

Rafleiðni jarðlagra er einkum háð vatnsinnihaldi þeirra, lekt og hitastigi. Hafa rafleiðnimælingar (viðnámsmælingar) því reynst einkar vel við leit að jarðhita og kortlagningu jarðhitavæða. Unnt er að mæla viðnám í jarðögum með margs konar ólíkum aðferðum. Megingalli þeirra aðferða, sem beitt hefur verið, er hversu grunnt þær ná. Hefðbundnar viðnámsmælingar gefa aðeins upplýsingar um efsta kilómetra jarðskorpunnar, en iðulega er borað tvöfalt dýpra eftir heitu vatni.

Á árinu keypti Orkustofnun með tilstyrk Visindasjóðs tæki til að mæla eðlisviðnám jarðar með svonefndri TEM-aðferð. Með tækjunum er unnt að mæla eðlisviðnám jarðar í efsta kilómetram um á hraðvirkari hátt en ádur og við aðstæður þar sem eldri mæliaðferðir reyndust ekki vel. Tækin komu síðsumars og voru notuð fram í október við mælingar viða um Suðvesturland. Hugbúnaður til úrvinnslu þessara mælinga var allur saminn á Jarðhitadeild.

Til þess að mæla rafleiðni niður á auk-ið dýpi í jarðskorpunni var unnið að þróun tveggja nýrra aðferða, svonefndra jarðstraumsaðferða, en með þeim er fundið eðlisviðnám jarðar. Ónnur gefur upplýsingar um dýpri hluta jarðskorpunnar, 5 til 50 km dýpi, og er kölluð MT-aðferð. Hin kannar



MT-mælingar á Dynjandisheiði voru gerðar til að rannsaka djúpviðnám jarðskorpunnar frá 5 km niður á 50 km dýpi. (Ljósmynd/photó Hjálmar Eysteinsson).

MT-survey being carried out to investigate the electrical resistivity of the earth's crust down to 50 km depth.

jarðög á 1-3 km dýpi og er nefnd AMT-aðferð.

Á árinu var annars vegar unnið við þróun AMT-mælinga og lokið við smiði á tækjum til þeirra. Nokkur vinna er þó eftir við lagfæringer og prófanir á tækjum, en flest tæknileg vandamál virðast vera leyst. Hins vegar var unnið við útvíkkun á TEM-mælitækinni þannig að hún skynji dýpra. Við það eru notuð tæki, sem til eru í eigu deildarinnar en þarfnað nokkurra breytinga. Þessi vinna er enn skammt á veg komin.

Þá var hafist handa við að þróa forrit til sjálfvirkar úrvinnslu viðnámsnisiðsmælinga en þær mælingar hafa gagnast vel við jarðhitaleit á lághitasvæðum. Með því að gera úrvinnsluna að nokkru leyti sjálfvirka, minnkar verulega vinna við túlkun mælinganna og hún ætti jafnframt að verða fljótvirksi og ódýrari.

Á sviði hafsbotsrannsókna var haldið áfram við gerð og frágang forritabún-aðar sem notaður er til úrvinnslu endurkastsmælinga á sjó. Ræður Orkustofnun nú yfir öflugum og mjög fram-bærilegum hugbúnaði og þekkingu til úrvinnslu sílksra mælinga. Þess er að vænta að hugbúnaðurinn nýtist einnig við endurkastsmælingar og bylgjubrottsmælingar til undirbúnings mannvirkjagerðar.

Smiðaður var rafeindahitamælir til notkunar í borholum við hærri hita en núverandi mælar af þessari gerð þola (150°C). Mælirinn hefur verið þrofaður í borholum í Krisuvík í allt að 195°C hita og reynst vel, en takmarkið er að geta mælt allt að 250°C. Það sem fyrst og fremst ávinnst með nýja mælinum er að geta mælt samfelldan hitaferil fyrir

borholur við hærri hita en hingað til og eins að auka mælinákvæmnina.

Lokið var hönnun og smiði nýrra hitamælistafa til mælinga á hita í jarðvegi og hitamælirúlla til að mæla hita í borholum. Lokið var í meginþráttum hönnun hugbúnaðar fyrir skráningu á borholumælingum á mælistað, en unnið hefur verið að þessu verkefni á undanförnum árum.

TOUGH forritið, sem fengið var frá Lawrence Berkley Laboratories (LBL) á fyrra ári, var sett upp á HP-tölvu Orkustofnunar, og er það nú hæft til keyrslu. Forritið mun verða notað á yfirstandandi ári til hermireikninga fyrir vinnslusvæði Hitaveitu Akureyrar og Kröfluvirkjunar. Einnig fékkst frá LBL forrit fyrir einkatölvur (PC) til úrvinnslu vinnslugagna. Forritið er einkum hentugt við prófanir á borholum, en nýtist sérstaklega vel sem kennslutæki við jarðhitaskólan. Hæfir það flestum nemendum skólans vel, þegar heim er komið að námi loknu.

Samræmt kerfi fyrir gagnavörslu

Eitt stærsta verkefni Jarðhitadeilda tengdist gerð fullkomins samræmds gagnavörlukerfis fyrir Orkustofnun. Til verksins var keypt öflugt forrit, gagnagrunnurinn ORACLE. Hingað til hafa hin viðamiklu gögn og upplýsingar, sem Orkustofnun býr yfir, verið geymd á við og dreif um stofnunina. Verkið hófst með gerð geymsluskipulags fyrir stofnunina í heild en síðan voru skilgreindar þarfir og kröfur hverrar fagdeilda fyrir sig. Næst hófst vinna við forritun, skipulagningu og yfirfærslu hinna ýmsu gagna yfir í ORACLE-kerfið. Samtímis var hafin vinna við að semja ný úrvinnsluforrit eða aðlagu þau, sem fyrir hendi eru, hinu nýja umhverfi.

Unnið er t.d. að yfirfærslu skrár um allar borholur á Íslandi og borholumælingar. Hvort tveggja er vel á veg komin. 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 svíðum jarðfræði, vinnslutækni og jarðeðlisfræði er vinnan nokkuð skemmra á veg komin en miðar vel.

Ýmis jarðhitaverkefni

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

varð nokkur samdráttur í greiningu sýna á efnafræðistofu.

Umfangsmiklum viðnámsmælingum með MT-aðferð var haldið áfram á Suðurlandi og miðhálendinu til rannsókna á hitaástandi jarðskorunnar. Mælingarnar voru gerðar í samvinnu við erlenda aðila og er úrvinnslu þeirra ekki lokið. Landið allt hefur nú í grófum dráttum verið kortlagt með þessari aðferð. Frumniðurstöður sýna að jarðskorpan undir Íslandi er 10 til 30 km þykk og á mótum hennar og móttuls jarðar er hlutbráðið lag, sem veitir varma upp til yfirborðsins. Grynnt er á hlutbráðona lagið undir gosbeltum og háhitasvæðum landsins.

Á efnafræðistofu var m.a. unnið að þróun aðferða til greininga á þungmálmum og hafin var prófun á mismunandi aðferðum við sýnatöku til greininga á gasi og gufu. Verður þeim haldið áfram á næsta ári. Einnig var unnið áfram við greiningar á kvikasilfri í jarðgufu og aðferðir prófaðar er tengjast slíkum greiningum.

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.

Á árinu var unnið að könnun á orkunýtingu hjá fimmtán hitaveitum, þar á meðal öllum stærstu veitum landsins. Könnunin er unnin í samvinnu lönaðaráðuneytis, Sambands íslenskra hitaveitna og Orkustofnunar. Tilgangur hennar er fyrst og fremst að skapa betri grundvöll fyrir útreikningi og samanburði á orkuverði til upphitunar. Starfsmenn hitaveitnanna hafa sjálfir séð um að gera mælingar á hitastigi vatns í ákveðnu úrtaki húsnæðis, alls fimm sinnum á u.p.b. einu ári. Skráning og úrvinnsla gagna hefur farið fram á Orkustofnun. Áætlað er að niðurstöður liggi fyrir á miðju næsta ári.



Nemendur Jarðhitaskólaus 1989. (Ljósmynd: Ingvar Birgir Friðleifsson).

The trainees attending the UNU Geothermal Training Programme 1989.

Jarðhitaskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna

Jarðhitaskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna hefur verið rekinn af Orkustofnun síðan hann var stofnaður í mars 1979. Samkvæmt samningi kemur árlega nokkur hópur styrkpega frá þróunarlöndum til starfsþjálfunar á ymsum sérhæfðum svíðum jarðhitarrannsókna og jarðhitanytingar. Í ár voru átta nemendur við sex mánaða nám í skólanum á kostnað íslenska ríkisins (80%) og Háskóla Sameinuðu þjóðanna (20%). Nemendurnir komu frá eftirtoldum löndum: Alsír (2), Costa Rica (1), Djibouti (1), Indónesíu (1), Júgoslávíu (1), Kína (1) og Mexikó (1). Kennrarar og námsstjórar skólans eru flestir starfsmenn Orkustofnunar, en sérfræðingar frá Háskóla Íslands og nokkrum fyrirtækjum, sem virk eru í rannsóknum eða nýtingu jarðhita, halda fyrirlestra um einstaka þætti, eftir því sem við á.

Könnun orkulinda á hafsbötni

Jarðhitadeild hefur um árabil stundað ymsar rannsóknir á auðlindum sjávarbotnsins á vegum lönaðarráðuneytis og rádgjafarnefndar sem fyrir það starfar. Eins hefur hún annast rannsóknir fyrir íslensk og dönsk stjórnvöld sameiginlega.

Unnið var áfram að rannsókn Jan Mayen hryggjar, en hún hefur staðið yfir allt síðan árið 1981, þegar gerður var samningur milli Íslendinga og Norðmanna um Jan Mayen hryggjinn og nýtingu hans. Jan Mayen hryggur liggr neðansjávar suður frá Jan Mayen, og er norðaustur af Íslandi. Í árslok kom úr skýrsla um rannsóknir á Jan Mayen hrygg, sem beinast að því að meta líkur á olíu á svæðinu. Skýrslan er gefin út sameiginlega af Orkustofnun og Oliustofnuninni norsku (Olefdiréktoratet), en þessar stofnanir hafa unnið saman að rannsóknunum. Skýrslan byggir einkum á túlkun endurkastsmælinga, sem gerðar voru árið 1985. Á árinu hafði Orkustofnun einnig með höndum tölvuvinnslu á nýjum endurkastsmælingum sem gerðar voru á hryggnum árið 1988. Jarðfræðileg túlkun mælinganna verður gerð í samvinnu landanna tveggja árið 1990.

Síðan 1987 hefur stofnunin unnið í samvinnu við Dani og Færeyinga að rannsókn á Hatton-Rockall grunninu að frumkvæði Utanríkisráðuneytisins. Á því svæði var einnig beitt endurkastsmælingum og voru þær gerðar

árið 1987. Stofnunin tók síðan að sér tölvuvinnslu endurkastsmælinganna, og lauk henni nú í ár. Út kom skýrsla sem gerð var í samvinnu Jarðfræðistofnunar Danmerkur (DGU) og Orku-stofnunar. Hún inniheldur lýsingu á mælingunum og jarðfræðilega túlkun þeirra.

Að lokum má nefna að á árinu var hafin tilraun til að beita endurkastsmælingum við könnun landgrunns Suð-Austurlands. Þessi tilraun var gerð með styrk úr Vísindasjóði, en tilgangur hennar flokkast ekki beinlínis undir könnun auðlinda, heldur jarðlagakönnun sem gefur undirstöðuþekkingu á svæðinu.

Erlend jarðhitaverkefni

Á árinu var undirritaður samningur um jarðhitaverkefni í Djibouti milli Virkis-Orkint hf. og Electricité de Djibouti. Verkefnið felst í rannsókn á skeljunar- og tæringarhættu samfara nýtingu á jarðhita, sem finnst á Assal-svæðinu í Djibouti í Austur-Afriku, til framleiðslu á raforku. Í landinu er nú öll raforka framleidd með dieselfrafstöðvum og þungur baggi á efnahag þess. Orku-stofnun annast alla sérfræðipjónustu við verkið samkvæmt samningi við Orkustofnun erlendis hf, sem er undir-verktaki Virkis-Orkint hf. Tveir starfsmenn Jarðhitadeildar voru sendir þangað í byrjun nóvember 1989 og dvöldu ytra í nokkrar vikur við rannsóknir. Áætlað er að verkinu ljúki í byrjun maí á næsta ári, og er það fjármagnað að hluta til af Alþjöðabankanum.

Mílos verkefninu í Grikklandi var haldið áfram á árinu, en það er unnið sam-eiginlega af Virki-Orkint hf. og Orku-stofnun. Farnar voru tvær ferðir til Ápenu á árinu, en starfsemin fólst að-allega í ráðgjöf varðandi rekstur raforkuversins og vandamál er tengjast niðurdælingu affallsvatnsins.

Unnið er á vegum Virkis-Orkint hf. og ungversks fyrirtækis að nafni Geo-Thermal Co. að forhönnun umbóta á hitaveitu í borginni Hódmezövásárhely í suðurhluta Ungverjalands. Verkinu lauk í maí 1989 með skýrslu, sem síðan var kynnt yfirvöldum. Áframhald verður á slíkum verkum í Ungverjalandi, en þar eru sjö verkefni í gangi sem tengjast nýtingu jarðhita til upphitunar og eitt er varðar byggingu heilsuhótel. Ferð var farin síðari hluta ársins til Úkraínu og Slóvakíu til að reyna að afla verkefna og reyndist áhugi þar mjög mikill. Samningaumleitanir eru ennþá á frumstigi.

Vatnsorkurannsóknir

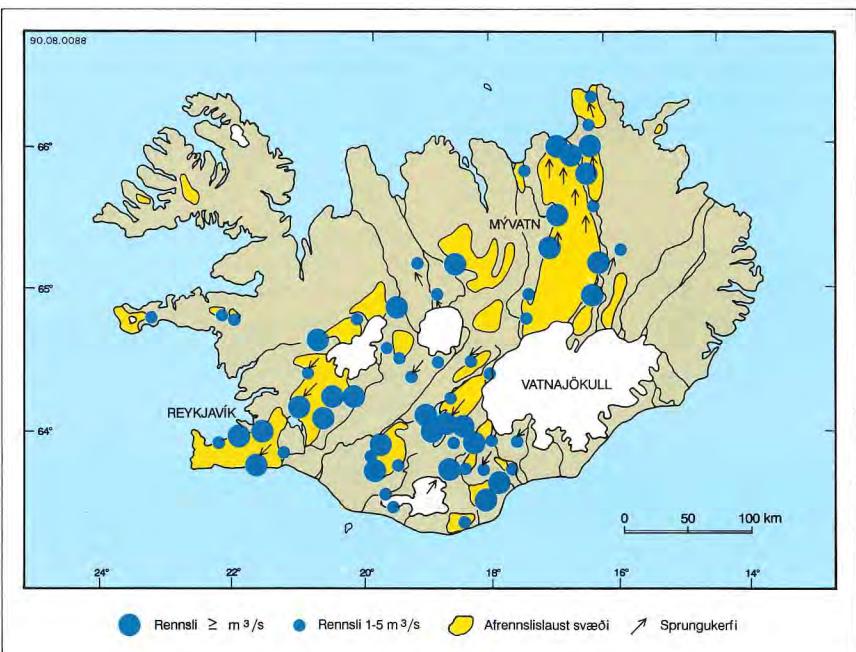
Við undirbúningsrannsóknir vatnsafls-virkjana þarf að sinna margvislegum verkbáttum og beita fjölbreyttum rannsóknaraðferðum. Orkustofnun sér um grunnrannsóknir sem eru nauðsynlegar undanfari hönnunar virkjana. Grundvöllur þeirra er nákvæm landslagskort í stórum mælikvarða af heilum vatnsviðum. Þegar að hönnun virkjunar kemur þarf síðan enn nákvæmari kort af stöðum bar sem mannvirkir 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 vatnsrennslí 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, 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 til þess kemur á næstunni að samið verði um orkusölu til nýrrar stóriðju, þarf að hefja virkjunarrannsóknir af

fullum krafti. Orkustofnun og Lands-virkjun vinna nú að áætlun um það hvernig standa skuli að nýju átaki í undirbúningsrannsóknum og hönnun nýrra virkjana. Vonast er til að með nýrri tækni og reynslu af byggingu virkjana megi stytta þann tíma sem þarf til undirbúnings og draga verulega úr kostnaði við hönnunarrannsóknir. Allt byggið það að mestu leyti á vönduðum grunnrannsóknum. Ef hvergi er slakað á í vatnamælingum, minnka líkurnar á því að skortur á rennslisgögn um tefji undirbúning, því rennslisáætlanir og þar með vitneskja um orkugetu verða betri með tímanum. Góð staðfræðikort í stórum mælikvarða og traust landmælinganet ásamt itarlegri þekkingu á jarðfræði virkjunar svæða stytta þann tíma sem þarf til að undirbúa hönnun og síðar byggingu virkjunar.

Unnið er að endurskoðun á verðlags-forsendum virkjanálikans Orkustofnunar, einkum að því er varðar kostnað við jarðgangagerð, með hliðsjón af raunkostnaði við göng Blönduvirkjunar og tilboðsverð í Múlagöng. Hugmyndir um breytta tilhögum Fljótsdalsvirkjunar, með jarðgöngum í stað skurða, koma einnig til álíta í þessu sambandi. Hönnun á tölvutækum gagnabanka um virkjanir er á lokastigi, og byrjað er að undirbúa flutning og innslátt gagna.



Vatnsmiklar lindir koma fram á jöðrum síðkvartera svæða, einkum í tengslum við sprunguskara eða hraunbreiður. Svæðin til landsins liggja á vatnsviðum sem eru hentug til virkjunar, og leggja þeim til verulegan hluta af lágvinnslu á veturna. (Freysteinn Sigurðsson 1988).

Permeable rocks and swarms of open fissures create strong groundwater currents in the Late Quaternary Zone, and thus contribute to the value of adjacent rivers for hydro power.



Skaftá í hlaupi við Skaftárdal 19. júní 1989. Myndin er tekin rétt eftir að hlaupið náði hámarki, en rennsli við Sveinstind var þá 1300 m³ á sekúndu. (Ljósmynd/photo Árni Snorrason).

Jökulhlaup in the river, Skaftá, on June 19th 1989. The photo was taken shortly after the flooding reached its maximum, 1300 m³/s.

Tilkoma gagnabanka mun auðvelda mjög að átta sig á stöðu rannsókna og úrvali virkjunarkosta á hverjum tíma.

Forathugun á smávirkjunum fyrir Orkuþú Vestfjarða benti til, að stækkan Mjólkárvirkjunar með veitum af nálægum vatnsviðum gæti gefið orku á verði, sem væri samkeppnisfært við kaup fyrirtækisins á forgangsorku frá Landsvirkjun. Svipuð niðurstaða fékkst úr forathugun á virkjun Fjarðarár í Seyðisfirði fyrir Rafmagnsveitur ríkisins, en Orkustofnun lagði þar til landmælingar, endurbættar rennslisraðir og jarðfræðirannsóknir.

Lauslegar athuganir voru gerðar á breyttum tilhögnum Vatnfellsþirkjunar og Fljótsdalsþirkjunar, en heilborun jarðganga og breyttar verðlagsforsendur, sem af þeiri tækni leiða, opna á ný fyrir tilhögnum, sem áður hafa verið dæmdar úr leik. Þetta eru ný dæmi, sem undirstrika nauðsyn þess að endurskoða eldri virkjunarhug-myndir reglulega.

Á vegum samstarfsnefndar lönaðarráðuneytis og Náttúruverndaráðs um orkumál (SÍNO) var farið í gegnum eldri áætlanir um virkjanir í Jökulsá á Dal og Jökulsá á Fjöllum, til að undirbúa mat á umhverfisáhrifum mismunandi virkjunarleiða. Aldrei hefur verið gerð mynsturáætlun um svæðið í heild, en m.a. á grundvelli viðbótarat-hugana varðandi orkugetu var talið nauðsynlegt að gera viðtæka samanburðaráætlun. Hún tæki annars vegar til virkjana í hvorri á fyrir sig en hins

vegar til veitu úr Jökulsá á Fjöllum til Jökulsár á Dal. Að þessu var unnið sameiginlega af starfsmönnum Orku-stofnunar, Landsvirkjunar og Náttúruverndaráðs.

Rannsóknir einstakra virkjunarstaða

Rannsóknir einstakra virkjunarstaða hafa yfirleitt verið í biðstöðu, vegna óvissu um markaðshorfur fyrir raforku til stóriðju. Reynt var þó að þoka verkþáttum áfram eftir föngum. Unnið var að því að ganga frá jarðfræðikortum af virkjunarsvæði Jökulsár á Dal fyrir bráðabirgðaútgáfu.

Fyrir Landsvirkjun voru rannsókuð berglög á jarðgangaleið frá Eyjabökum að fyrirhuguðu stöðvarhússtæði Fljótsdalsþirkjunar, og rannsakaður bergkjarni úr 200 m djúpri holu á gangaleiðinni. Þá voru vinnslueigin-leikar efnis á stíflustæði við Eyjabakka kannaðir og mögulegar efnisnámur í nánd við hana færðar inn á kort.

Vatnamælingar

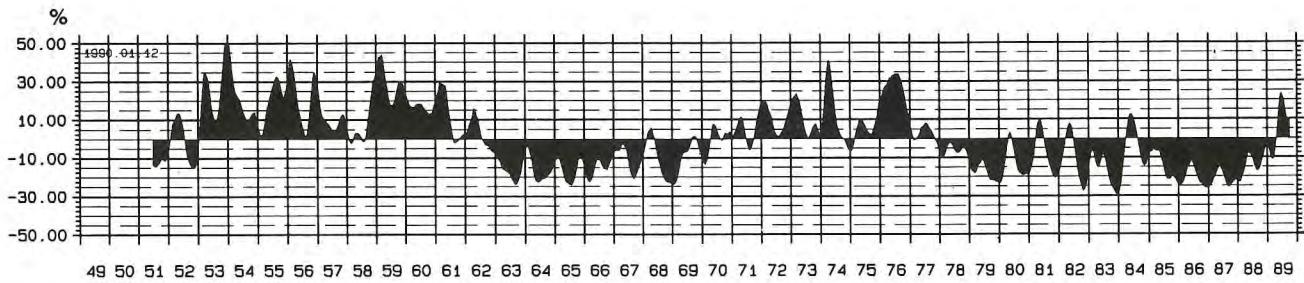
Vatnshæðarmælar eru flokkaðir eftir markmiðum með rekstri þeirra og taká ymsir aðilar þátt í honum eftir eðli máls. Gengið hefur verið frá sam-komulagi við flest orkuþirtækum um rekstur og endurbætur á mælum vegna virkjana. Verið er að kanna þátt-töku yámissa annara aðila í rekstri ein-

stakra mælistöðva, t.d. Vegagerðar ríkisins og sveitarfélaga.

Nýr mælir var settur í Mývatn við Grímsstaði og mælir í Bessastaða í Fljótsdal lagfærður fyrir Landsvirkjun. Nýr mælir leysti af hólmi gamlan mæli í Brúará, og nýr var settur í Höfsárveit fyrir Orkubú Vestfjarða. Þá voru reistar strengjabrautir til rennslismælinga í Djúpá og Hverfisfljóti, auk endurbóta á allmögum mælum og mælistöðvum. Rennslismælingar voru með meira móti. Á árinu voru óvenjumikil vorflóð, og náðust víða góðar mælingar fyrir rennslislykla, svo sem í Laxá í S-Þing., Skjálfandafljóti og Svartá og Blöndu. Ennfremur við nýja mælinn við Dynk í Þjórsá sem rekin er í samvinnu við Landsvirkjun. Góðar mælingar náðust á Skaftárhlaupi, sem varð á árinu. Í sumum ám er erfitt að koma við hefð-bundnum rennslismælingum. Unnið hefur verið að því að þróa iblöndunar-aðferð til mælinga í slíkum ám. Aðferðin byggir á að skammta tiltekið magn af litarefni í ána og mæla þynningu þess. Henni var beitt í Fjarðará í Seyðisfirði og Kelduá og Fellsá í Fljótsdal með viðunandi árangri. Tekin voru 160 aurburðarsýni.

Jöklamælingar

Allar helstu stórar landsins eru jöklar. Afkoma jöklar hefur veruleg áhrif á rennsli þeirra frá ári til árs. Getur þar munað tugum hundraðshluta af árs-rennslí. Allt vatnafar stóránnna er því



Við Kljáfoss í Hvítá í Borgarfjörði, sem er að stofni til lindá, hafa verið gerðar samfelldar mælingar frá 1951. Vatnsvið árinnað bar er talið vera um 1685 km², bar af um 360 km² jökull. Á myndinni er teiknuð tímaröð af fráviki rennslis Hvítár frá langtíma meðaltali í prósentum af því. Frávikið er jafnað með vegnu hlaupandi meðaltali 181 dags. (Árni Snorsson 1990).

The discharge of the springfed river, Hvítá, has been measured since 1951. The percent deviation from the longterm annual mean follows simultaneous weather fluctuations.

mjög háð árverði á jöklum. Jöklar eru mikilvægt forðabúr fyrir vatnsorkukerfið þar sem þeir liggja hátt yfir sjó og þar er úrkoma að jafnaði miklu meiri en annars staðar á landinu.

Haldið var áfram afkomumælingum á Hofsjökkli. Á vatnsárinu 1988-89 (1. sept. '88 – 31. ág. '89) óx norðanverður Hofsjökull (Sátujökull) álíka og hann minnkaði árið aður. Á því tímabili sem afkomumælingar hafa staðið (frá 1987) hefur munað um 200 GI milli ára á bráðnum jöklusins á vatnsviði Vestari Jökulsár í Skagafjörði. Einnig er fylgst með breytingum á jökulsporðum í samvinnu við Jöklarannsóknafélag Íslands. Niðurstöður birtast árlega í World Glacial Monitoring Service.

Veðurfar og vatnsrennsli

Veðurfarsbreytingar og áhrif þeirra á vatnafar eru mjög þýðingarmiklar fyrir alla nýtingu vatnsauðlindarinnar. Sérstaklega á þetta við um svæði eins og Ísland, þar sem jöklar og snjór eru mikilvægir þættir vatnsbúskaparins. Umræða um þessi mál hefur aukist mjög undanfarið, aðallega vegna þess að miklar líkur eru taldar á því að maðurinn muni breyta loftslagi jarðarinnar með mengun sinni á andrúmsloftinu. Í ljósi þessa er einkar athyglisvert að líta á langtímaðir af rennsli og er dæmi tekið af rennsli Hvítár í Borgarfjörði við Kljáfoss. Hún er að stofni til lindaá og er okkur tamt að telja lindaár jafnar í rennsli. Því kemur á óvart hversu miklar langtíma rennslissveiflur koma fram í þeim. Þessar sveiflur dyljast okkur þó oftast, því breytingarnar eru fyrst og fremst á milli ára og áratuga, og því erfitt að greina þær nema fyrir liggi nákvæmar samfelldar mælingar sem nái yfir langan tíma.

Rennslisbreytingar fylgja vel breytingum í veðurfari. Þegar mælingar hófust 1951 voru miklir þurrkar á Suður- og Vesturlandi, en árin 1952-60 voru frekar hlý og úrkomusöm. Á hafísárunum var lágrennslistímabil, en árin 1970-76 voru hlýri og úrkomumeiri. Frá 1977 og til haustsins 1988 var frekar kalt og

aðgerðalítið veður ef undanskilið er árið 1984. Undanfarið ár var hins vegar úrkomusamt í meira lagi og bregður þá strax til betri vatnsbúskapar.

Jarðfræðikortlagning á Þjórsár/Tungnaárvæði

Orkustofnun og Landsvirkjun hafa með sér samvinnu um að gera jarðfræðikort í mælikvarða 1:50.000 á virkjunarvæði Landsvirkjunar ofan Búrfells. Gengið var frá samningi um að ljúka þeim á árinu 1991. Þá var einnig gerður samningur við Landmælingar Íslands um útgáfu, dreifingu og sölu kortanna til almennings. Af hverju kortsvæði, sem þekur um 650 km² lands, eru gerð prennskonar kort; berggrunns-, jarðgrunns- og vatnafarskort.

Á árinu var unnið að skýringarriti með kortaþrennunni Sigalda-Veiðivötn. Kortaþrennan Þórisvatn-Pveralda er að mestu tilbúin til prentunar, og útvinnu lokið við kortin Gljúfurleit og Jökulheimar. Kortlagningin gengur samkvæmt áætlun.

Grunnvatnsrannsóknir

Grunnvatnsrannsóknir beindust að þeim svæðum, þar sem kannaðar voru aðstæður til fiskeldis, og bættist enn við þekkingu á megingrunnvatnskerfum landsins, bæði hvað varðar efnainnihald og rennsli stórra lindasvæða, t.d. í Borgarfjörði og Hnappadal. Jafnframt hefur verið haldið áfram yfirlitsrannsóknum á grunnvatni á vatnsviðum væntanlegra virkjana, einkum vatnajárfærði og einkennandi efnainnihaldi grunnvatnsstrauma, t.d. á vatnsviði Þjórsár.

Landmælingar

Eins og undanfarin ár tók Orkustofnun þátt í tilraunum með að nota gervitunglamælingar til að fylgjast með jarðskorpurbreytingum. Hæðarmælt var

einu sinni til að fylgjast með hæðarbreytingum í Króflu. Mælt var vegna kortagerðar á Fjarðarheiði fyrir Rafmagnsveitur ríkisins, og fyrir Landsvirkjun var þríhyrninganet á Fljótdalsheiði styrkt vegna staðsetningar mannvirkja í fyrirhugaðri Fljótdalsvirkjun. Unnið var að lokaskýrslu um þyngdarmælingar og gerð þyngdar-korts af Íslandi.

Þjónustuverkefni

Vatnsöflun og vatnsvernd

Sérfræðingur frá Orkustofnun starfaði í undirbúningsnefnd Vatnsveitu Suðurnesja vegna nýrrar vatnsveitu fyrir sveitarfélög á Suðurnesjum, og veitti ráðgjöf um vatnsöflun og rannsóknir vegna hennar. Ýmsum vatnsveitum sveitarfélaga var veitt ráðgjöf og rannsóknarþjónusta vegna vatnsöflunar og hugsanlegrar mengunar vatnsbóla. Má þar nefna Kópavog, Garðabæ, Selfoss, Grundarfjörð og Flatey á Breiðafjörði. Þá má nefna ráðgjöf tengda flutningi vatnsbóla vegna nýs flugvallar á Egilsstöðum. Fyrir þrjú sveitarfélög í Austur-Húnavatnssýslu var gerð yfirlitskönnun á jarðhita og ferskvatni

Jarðfræði og mannvirkjagerð

Fyrir Vegagerðina voru unnin nokkur verkefni. Á Austurlandi var unnið að forathugun á berggrunni á nokkrum stöðum þar sem komið hefur til tals að gera jarðgöng. Á Vestfjörðum var haldið áfram berggrunnsrannsóknum vegna jarðgangar undir Breiðadals- og Botnshleiðar. Rannsóknir þessar fólust að miklu leyti í jarðfræðikortlagningu. Boraðar voru 4 kjarnaholur, berg greint og bergtæknilegir eiginleikar þess metnir. Rannsóknum miðar samkvæmt áætlun. Í Hvalfjörði var dýpi á fast berg kannað með svonefndum bylgjubrotsmælingum, en með þeim má einnig afla upplýsinga um gerð setlaganna á botni fjarðarins. Sem fyrr var talsvert um þjónustu við sveitarfélög, fyrirtæki og einstaklinga vegna grundunar mannvirkja.

Rannsóknir á náttúrulegum skilyrðum til fiskeldis

Á árinu 1988 fékk Orkustofnun sérfjárveitingu (11,78 Mkr.) til könnunar á náttúruskilyrðum til fiskeldis, og með þátttöku heimamanna og/eða áhuga-aðila (20%) í viðkomandi héraði urðu 14,8 Mkr. til ráðstöfunar. Pessum verkefnum lauk að mestu á því ári. Árið 1989 var auk verkefna, sem getið er að neðan, lokið frágangi og skýrslugerð við flest verkefnanna frá 1988. Þenn á þó eftir að reka endahnúttin á nokkur beirra og í nokkrum tilfellum var þeim haldið áfram á árinu.

Verkefni frá 1988

Lokið var öllum þáttum Öxarfjarðarverkefnisins, sem var langstærsta fiskeldisverkefnið. Verkefni Orkustofnunar skoruðust við vinnslurannsóknir heimamanna, og á það mestan þátt í því hve niðurstöður eru góðar. Feikna mikil grunnvatn kemur fram í Öxarfirði, 10 m³ á sekúndu í Litluá, og austar eru mörg lindasvæði sem gefa 0,5 til 3 m³ á sekúndu hvert. Boranir eftir jarðsjó í nánd við jarðhitasvæðin gáfu ekki góða raun, en tilraunir heimamanna til að vinna jarðsjó úr drenlögnum við ströndina hafa gengið vel. Leit að heitu vatni skilaði góðum árangri. Þarna eru bæði lág- og háhitasvæði, og háhitasvæðið er að því leyti sérstætt að jarðhitinn kemur upp í setlagastafla, sem er um 1 km þykkur.

Verkefni 1989

Það sem einkennir verkefni þessa árs er að þau eru fleiri en jafnframt umfangsminnni en áður, enda er farið að síga á seinni hlutann í þessum rannsóknum Orkustofnunar.

Hvalfjörður

Lágvíðnámsbelti sem bindir til jarðhita liggar þvert um innanverðan fjörðinn, um Hvalfjarðarbotn og Brynjudal. Ummerki um jarðhita á yfirborði tengjast brotflötum með NA-SV og NV-SA stefnu. Kalt ferskvatn yrði hægt að vinna úr áreyrum, en vinnsla jarðsjávar líklega örðug.

Borgarfjörður

Sprungukortlagning og viðnámsmælingar benda til að jarðhitauppkomur í Lundarreykjadal tengist sömu brotastefnum og í Hvalfirði, en í Skorradal fíkkst ekki úr því skorið vegna truflunar frá söltum setlögum á jarðvíðnámsmælingar. Í sunnanverðum Borgarfirði voru boraðar rannsóknarholur við nokkra jarðhitastaði, en niðurstöður liggja ekki fyrir. Ferskvatn yrði að mestu að vinna úr malareyrum við Andakilsá og Tunguá.

Jarðhiti er á nokkrum stöðum í Þverárhlið og Stafholstungum, og virðist

hann tengjast NV-SA og A-V brotastefnum. Viðnámsmælingum var beitt til að staðsetja vatnsleiðandi sprungur, en túlkun er ekki lokið. Fyrirsjánlega verður erfitt að afla ferskvatns. Áformáð er að halda verkefninu áfram 1990 með rannsóknarborunum.

Hnappadalur

Talsvert er um jarðhita hér og þar í Kolbeinsstaða- og Eyjahreppi, og nokkur lindasvæði. Líkt og í norðanverðum Borgarfirði virðist jarðhitinn tengjast NV-SA og A-V brotastefnum, enda líklegt að jarðhiti beggja sé i tengslum við eldvirkni á Snæfellsnesi. Viðnámsmælingar sýna viðáttumikil lágvíðnámsbelti í vestanverðum Kolbeinsstaðahreppi og Eyjahreppi. Frekari mælingar þarf til að tengja jarðhitasvæðin og ákvarða uppstreymisrásir. Eftir er að skera úr um mögulega jarðsjávarvinnslu úr Eldborgarhrauni.

Sælingsdalur

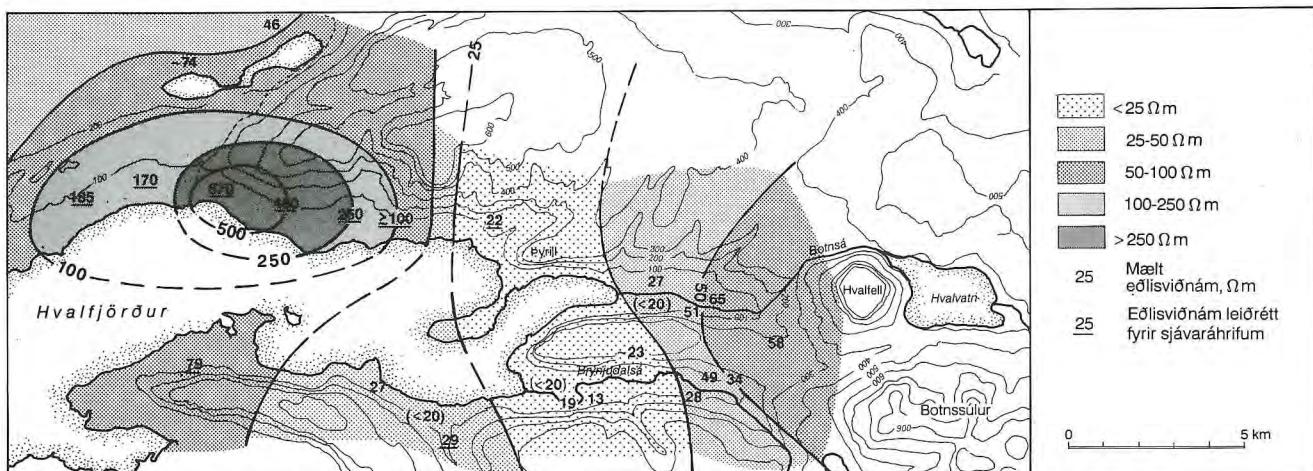
Í Dalasýslu er viða jarðhiti, en oft hefur reynst erfitt að ná í ferskvatn. Að Laugum í Sælingsdal er ónýttur jarðhiti. Athuganir benda til að auðvelt sé að vinna ferskvatn úr áreyrum Sælingsdalsá, og þar muni lágrennsli að vetri fremur setja vinnslunni skorður, en vinnslueiginleikar ármalarinnar.

Hrísey

Hitaveita Hríseyjar er aflögufær um nokkuð af 80-90 °C heitu vatni, sem nýta mætti til fiskeldis ásamt ferskvatni eða sjó. Athuganir voru gerðar á jarðfræði eyjarinnar til að leggja mætti frekara mat á þá möguleika.

Aðaldalur

Í inndöllum Skjálfsanda er viða að fá mikinn jarðhita. Verndun Laxár setur



Eðlisviðnám bergs við Hvalfjörð á 500 m dýpi undir sjávarmáli. Lágt viðnám fylgir jarðhita, og er það lægst innst í Hvalfirði. (Lúðvík S. Georgsson 1989).

Electrical resistivity at 500 m depth below sea level in the Hvalfjörður region.

Stjórnsýsla



Í Góðagili í Skógarhálsi á Jökuldal koma u.p.b. 11,5°C heitar volgrur upp um sprungu, samtals nærri 30 l/s. Neðst í giliu myndar vatnið foss á jökulruðningsbrún. Aðalsteinn Aðalsteinsson á Vaðbrekku stendur hjá. (Ljósmynd: Helgi Þorðason).

A voluminous 11.5°C hot spring forming a waterfall in Jökuldalur, East Iceland. A potential source of water for fish farming.

hins vegar nýtingu hans til fiskeldis skorður, þar sem affall frá sílkri starfsemi er illa séð nærri Laxá. Við Hafnlaek er hins vegar talið að grunnvatnsstraumar séu til Skjálfandafljóts. Grunnvatnsborð var mælt inn til að fá úr því skorið, og jafnframt mat á vinnslumöguleikum. Niðurstöður voru jákvæðar og áfórmáð að bæta við nokkrum mælingum og athuga grunnvatnssveiflu og lindir.

Jökuldalur

Í Hrafnkelsdal, innanverðum Jökuldal og viðar í Brúardöllum eru volgar uppkomur. Þær voru kortlagðar og færðar inn á jarðhitakort og jarðhitaskrá. Athuganir benda til að ná mætti 40-50 °C heitu vatni með borunum. Frekari rannsóknir munu beinast að því að finna hvar vænlegast sé að leita uppkomurása í jörðu til undirbúnings vinnslaborana.

Jarðsjór á Suðurströnd

Borað hefur verið í leit að jarðsjó á Meðallandssandi og Stúfhömrum í Vestur-Skaftafellssýslu og við Stokksseyri og Eyrarbakka. Boranir eru dýr aðferð við leit, þar sem fátt er til leiðbeiningar um líklega vinnslustaði. Á árinu eignaðist Orkustofnun hentug viðnámsmælitæki til að leita jarðsjávar fyrir brot af kostnaði við boranir. Með þeim var leitað jarðsjávar frá Meðallandssandi að Markarfljóti og í Flóa. Grynnst er á jarðsjó austast á Meðallandssandi, á um 40 m dýpi, en á hann dýpkar eftir því sem vestar dregur, og

er hann þar viðast hvar á um 100 m dýpi eða meira. Grunnt var á jarðsjó á Alviðruhömrum, minna en 50 m. Þar sem jarðsjávar varð vart undan Vík og á Skógarsandi voru 200-300 m niður á hann, nema við Dyrhólaós og Holtsós, þar sem dýpið var nokkrir tugir metra. Í Flóa er ekki fullreynt.

Suðurströnd Reykjaneskaga

Tveir affallsstraumar frá háhitasvæðum voru afmarkaðir 1988 og með borunum kom í ljós að í Selatangastraumnum er hiti a.m.k. 15-18 °C á 15-35 m dýpi, en dýpra er niður á velgju í Herdísarvíkurstraumnum. Með viðnámsmælingum voru straumarnir afmarkaðir nánar, einkum eins nærri strönd og hægt var. Ekki tókst að ljúka viðbótar rannsóknarborunum í affallsstraumana við Ísólfsskála og vestan Herdísarvíkur.

Þjónusta við fiskeldisfyrirtæki

Orkustofnun veitti fiskeldisfyrirtækjum viðs vegar á landinu margskonar þjónustu. Hún fólst aðallega í gerð verklýsinga og staðsetningu borhola, bæði til sjávartöku og fyrir heitt eða volgt vatn, ásamt eftirliti með borun. Helstu verkefni af þessu tagi voru unnin fyrir Fornóss hf., Silfurstjörnuna hf. og Silfurgen hf.

Ennfremur má nefna þjónustu við dæluprófun á afköstum borhola og við val á dælum fyrir þær. Þá var nokkuð um sýnatöku og efnagreiningar á vatni.

Helstu verkefni á svíði stjórnsýslu eru fjárréður, bókhald og starfsmannahald. Einnig ýmis sameiginleg þjónustu svo sem útgáfa, rekstur teiknistofu, bókasafns, húsnæðis, matstofu og tölvu. Jafnframt annast Orkustofnun bókhald og fjárvörslu fyrir Rafmagnseftirlit ríkisins, samkvæmt beiðni þess.

Fjármál

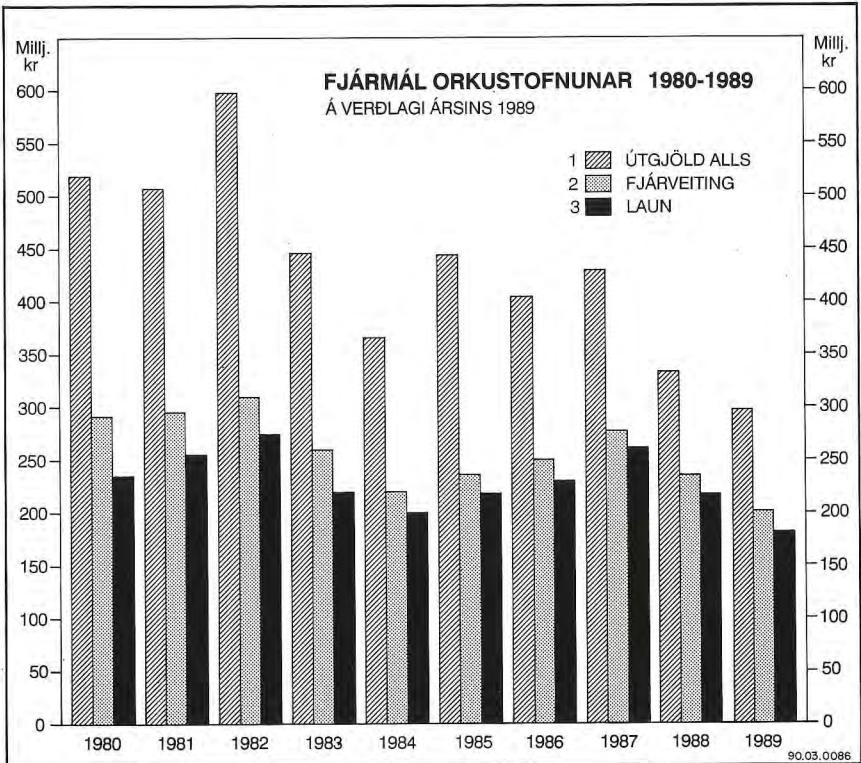
Samkvæmt meðfylgjandi rekstrarreikningi námu bókfærð útgjöld á árinu 1989 alls tæpum 297 milljónum króna en tæpum 273 milljónum árið áður. Raunvirði útgjalda Orkustofnunar lækkuði um 13% milli ára. Fjárveitingar námu 200,9 milljónum króna en rúmri 191 milljón króna árið áður. Þær lækkuðu því að raunvirði um 14,2% frá fyrra ári. Sértekjur fyrir selda þjónustu einkum til hitaveitna og raforkuframleiðenda (Landsvirkjun, RARIK) námu um 101,8 milljónum króna samanborið við 92,5 milljónir króna árið áður. Þær lækkuðu að raunvirði um 10,4% milli ára.

Petta gerði það nauðsynlegt að beita mjög strangri aðgát á útjöldum ársins 1989, og var það gert. Með því móti tókst að halda höfuðstól stofnunarinnar jákvæðum þannig að hann var í árslok jákvæður um 4,6% af tekjum ársins borið saman við að vera jákvæður um 2,4% í árslok 1988 og neikvæður um 1,6% í lok 1987. Að hluta staðar hinn jákvæði höfuðstóll 1989 af því að vegna útgjaldagátarinnar voru ýmis tæki pöntuð svo seint á árinu að þau höfðu ekki verið greidd þegar bóaldi ársins var lokað, og er sá hluti hans því fé sem þegar hefur verið ráðstafað.

Starfsmannahald

Í lok ársins 1989 voru starfsmenn stofnunarinnar samtals 97 þar af fastráðir 85, en 10 verkefnaráðir til lengri tíma en eins árs. Ráðnir til skemmdir tíma en eins árs voru þá 2 starfsmenn. Í framangreindum tölum eru ekki taldir 4 fastráðir starfsmenn, sem eru í leyfi frá störfum.

Nýtt stöðugildi við stofnunina í árslok samkvæmt ótímabundnum ráðningarsamningum og tímabundnum ráðningarsamningum til lengri tíma en eins árs voru samtals 90,85. Heildarfjöldi ársverka var 96, en þar af vann sumarfolk



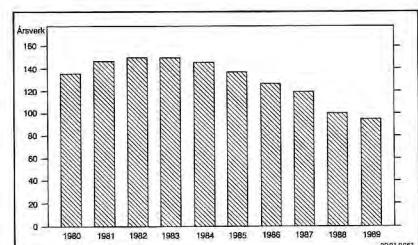
Þróun heildarútgjaldla, fjárveitinga og launa árin 1980-1989. Eigin tekjur Orkustofnunar brúa bilið milli útgjaldla og fjárveitinga.

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

um 2 ársverk. Fækkun frá fyrra ári er 5 ársverk eða 4,95%.

Stjórn Orkustofnunar og orkumálastjóri ákváðu á árinu að ráða Jón Hauk Guðlaugsson í stöðu forstöðumanns Stjórnsýsludeildar frá og með 1. september 1989. Ráðningin var liður í endurskipulagninu deildarinnar en jafnframt var störfum skipt að nýju milli starfsmanna. Jón Haukur hefur starfað við stofnunina samfellt frá árinu 1975 og nú síðast sem skrifstofustjóri.

Tveir af ágætustu starfsmönnum stofnunarinnar léttust á árinu, þeir Stefán G. Sigurmundsson, rekstrarstjóri og Eberg Elefsen, vatnamælingamaður. Bähr höfðu skilað stofnuninni miklu og ómetanlegu starfi þrátt fyrir að þeir féluru frá svo langt um aldur fram. Stofnunin hefur mikils misst og í röðum starfsmanna verður skarð slikra manna seint fyllt.



Ársverkum hefur farið fækkt undanfarin ár og fækkaði um 4,95% frá 1988.

The trend in the full-time staff numbers at Orkustofnun.

arstofnun landbúnaðarins undir tilraunir tengdar fiskeldi.

Á árinu var sett upp ný útgáfa af gagnasafnskerfinu Oracle á HP-tölvum stofnunarinnar. Nýja kerfinu fylgir tengibúnaður (SQL*Net) sem notaður er til þess að tengja saman gagnavinnslu á mörgum nettengdum tölvum. Kerfið geymir öll gögn á annarri HP-tölvu Orkustofnunar, en tengibúnaðurinn gerir kleift að nota það frá báðum tölvunum. Í framtíðinni munu sjálfstæðar vinnustöðvar á Orkustofnun svo og tölvur annarra stofnana og fyrirtækja geta tengst gagnasafni Orkustofnunar með þessum tengibúnaði. Auk tengibúnaðarins fylgir nýja gagnasafnskerfinu hugbúnaður til þess að búa til skjámyndir (SQL*Forms), hugbúnaður til þess að tengast gagnasafninu úr hefðbundnum forritunarmálum (Pro*C) og hugbúnaður til þess að skrifa upplýsingar á skjá og prentara (SQL*Plus). Á árinu var unnið að skipulagningu gagnasafns Jarðhitadeilda í Oracle og var hluti þess kerfis tekinn í notkun í ársþorðun 1990. Jafnframt var á árinu unnið að endurskoðun á bókhaldskefni Orkustofnunar og verður bókhaldið flutt yfir í Oracle á fyrrri hluta árs 1990.

Á árinu 1989 bárust bókasafni Orkustofnunar um 500 rit, svo bókakostur safnsins nálgast nú 12 þús. Auk þess berst safninu á 3ja hundrað tímarita erlendra og innlendra.

Á árinu voru afgreidd um 11 hundruð ljósrit til safnnotenda bæði innan stofnunar og utan og til annarra safna. Um 150 ljósrit voru útveguð frá öðrum stofnunum innan lands og utan. Safnið annast varðveislu og dreifingu á skýrslum Orkustofnunar og er hægt að fá þær keyptar bar á meðan upplag endist. Valdar skýrslur eru skráðar í tölvubankann Nordic Energy Index (NEI). Skjala- og málasafn Orkustofnunar heyrir einnig undir bókaverði.

Á árinu bættust 885 teikningar í teikningasafni stofnunarinnar. Á teiknistofu eru geymdar um 40 þúsund teikningar allt frá árinu 1935, þær hafa nú allar verið tölvuskráðar.

Árið 1989 voru gefnar út alls 66 skýrslur, sem skiptast í 15 rannsóknarskýrslur (A-skýrslur) og 51 B-skýrslur. Auk þess var gefin út ársskýrsla Orkustofnunar fyrir árið 1988. Aftast í skýrslu ársins 1989 er að finna skrá yfir útgefnar skýrslur og er þeim raðað eftir viðfangsefnum. Einnig er þær skrá yfir helstu greinar, sem starfsmenn hafa skrifnað, og birst hafa á öðrum vettvangi, svo og skýrslur Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna.

Skýrslur og greinar útgefnar 1989

Reikningar Orkustofnunar 1989

Rekstrarreikningur

REKSTRARTEKJUR

	1989 þús. kr	1988 þús. kr
Fjárveiting til Orkustofnunar	200.870	191.442
Sértekjur:		
Framlög til Háskóla S.P.	16.169	12.924
Sérverkefni fyrir lönaðarráðuneyti	5.500	-
Seld þjónusta önnur	67.259	71.516
Ýmsar tekjur	12.837	8.075
REKSTRARTEKJUR ALLS	<u>302.635</u>	<u>283.957</u>

REKSTRARGJÖLD

	1989 þús. kr	1988 þús. kr
Rekstur Stjórnsýsludeildar	62.739	50.485
Rekstur Vatnsorkudeildar	92.257	85.316
Rekstur Jarðhitadeildar	128.180	131.919
Gjaldfærður stofnkostnaður	13.393	5.197
REKSTRARGJÖLD ALLS	<u>296.569</u>	<u>272.917</u>
Launakostnaður í rekstri	181.413	176.988
TEKJUR UMFRAM GJÖLD	<u>6.066</u>	<u>11.040</u>

TEKJUR UMFRAM GJÖLD SEM % AF TEKJUM

2,0% 3,89%

Efnahagsreikningur

EIGNIR

	1989 þús. kr	1988 þús. kr
Bankareikningar	28.013	11.797
Skammtímaskröfur	39.294	29.514
EIGNIR ALLS	<u>67.307</u>	<u>41.311</u>

SKULDIR

Ríkissjóður	37.491	27.592
Skammtímaskuldir	15.835	6.898
SKULDIR ALLS	<u>53.326</u>	<u>34.490</u>

EIGID FÉ

Höfuðstóll	13.981	6.821
SKULDIR OG EIGID FÉ ALLS	<u>67.307</u>	<u>41.311</u>

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 ákveðið verk og er þess þá einnig getið í lok heimildar. Skýrslum Orkustofnunar er skipt í tvo meginflokkum. Annars vegar eiginlegar rannsóknarskýrslur, sem eru gefnar út í tiltölulega stóru upplagi og ætlaðar til dreifingar út á við, og hins vegar bráðabirgðaskýrslur eða verkáfangagögn, svokallaðar B-skýrslur, sem að jafnaði eru fjölfaldaðar í litlu upplagi og aðeins ætlaðar til takmarkaðrar dreifingar. Eigin skýrslur Orkustofnunar er hægt að fá keyptar gegn vægu gjaldi á bókasafni stofnunarinnar, en skýrslur sem samdar eru fyrir verkkaupa eru ekki til almennrar notkunar nema með sérstöku leyfi verkkaupa. Auk þess er saminn fjöldi greinargerða sem varða rannsóknarstarfsemi stofnunarinnar og eru eintök af þeim varðveisst á bókasafni.

Stjórnsýsla

Jakob Björnsson og Jónas Elíasson, 1989: **ÁÆTLUN UM STARFSEMI ORKUSTOFNUNAR 1988–1992.** OS-89015/SSD-01. 90 s.

Orkubúskapur

Jón Ingimarsson, Ólafur Pálsson og Rútur Halldórsson, 1989: **ORKUVERÐ Á ÍSLANDI 1988.** OS-89002/OBD-01 B. Janúar. 29 s.

Hollustuvernd ríkisins, Náttúruverndarráð og Orkustofnun, 1989: **ORKA Í SORPI.** OS-89003/OBD-02 B. Útgefíð á vegum Hollustuverndar ríkisins. 33 s.

Orkustofnun, Energy Analysis Division, 1989: **THE ICELANDIC ELECTRIC POWER SECTOR. An Overview.** OS-89016/OBD-01. Prepared by the Icelandic members of NORDEL and their organizations in May 1989. (40) s.

Orkuspánefnd, 1989: **Leiðbeiningar um FLOKKUN RAFORKUNOTKUNAR.** Útgáfa 1.0. OS-89033/OBD-02. 35 s.

Vatnsorkurannsóknir

Almennt

Orkustofnun, Vatnsorkudeild, 1989: VERKEFNA- OG FJARHAGSUPPGJÖR VATNSORKUDEILDAR FYRIR ÁRID 1988. OS-89022/VOD-04 B.

Mannvirkjajarðræði

Ágúst Guðmundsson, 1989: BREIÐADALS- OG BOTNS-HEIDI. Jarðræði við áfomaðar jarðgangaleiðir á norðanverðum Vestfjörðum. OS-89014/VOD-02 B. Unnið fyrir Vegagerð ríkisins. (38) s.

Björn A. Harðarson, 1989: BLÖNDUVIRKJUN. Jarðgöng. Reynsla af berggæðamati. OS-89021/VOD-03 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. 16 s.

Magnús T. Guðmundsson, 1989: HVALFJARDARGÖNG. Bylgjubrotsmælingar. Unnið fyrir Vegagerð ríkisins. OS-89047/VOD-09 B. 24 s.

Jarðfræðikortlagning

Skúli Vikingsson, 1989: FLJÓTSDALSVIRKJUN. Kónnun lausra jarðlaga, yfirlitskort. OS-89026/VOD-05 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. 5 s.

Skúli Vikingsson, 1989: MJÓLKÁ III. Efnisleit. OS-89037/VOD-07 B. Unnið fyrir Orkubú Vestfjarða. 7 s.

Umhverfisrannsóknir

Hákon Áðalsteinsson, 1989: KVÍSLAVATN. Landnám svifs í nýju vatni. OS-89001/VOD-01. 21 s.

Hákon Áðalsteinsson, Sigurjón Rist, Stefán Hermannsson og Svanur Pálsson, 1989: STÖÐUVÖTN Á ÍSLANDI. Skrá um vötn sterri en 0,1 km². OS-89004/VOD-02. 49 s.

Vatnamælingar

Oddur Sigurðsson, 1989: AFKOMA HOFSJÖKULS 1987 – 1988. OS-89005/VOD-01 B. 10 s.

Árni Snorrason og Hörður Svaravsson, 1989: MJÓLKÁ III. Vatnamælingar. OS-89059/VOD-12 B. Unnið fyrir Orkubú Vestfjarða. 7 s.

Kaldavatnsöflun

Pórólfur H. Hafstað og Freysteinn Sigurðsson, 1989: VATNSVEITA SUÐURNESJA. Rannsóknarholur við Rauðamel. OS-89034/VOD-06 B. Unnið fyrir Vatnsveita Suðurnesja. 11 s.

Jarðhitarannsóknir

Almennt

Orkustofnun, Jarðhitadeild, 1989: JARDHITARANN-SÓKNIR FYRIR HITAVEITUR. Yfirlit um eðli jarðhitasvæða, jarðhitaleit og vinnslu jarðvarma. Tekið saman á OS-JHD fyrir Samband íslenskra hitaveitna. Útgáfa í undirbuningi.

Rannsókn háhitasvæða

Einar Hrafnkell Haraldsson og Sverrir Hákonarson, 1989: SPRUNGUMÆLIR VIÐ LEIRHNJÚK. Hefti I og II. OS-89012/JHD-06 B. 78 + 133 s.

Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Hilmar Sigvaldason, Jósef Hölmjárn og Ómar Sigurðsson, 1989: KRAFLA. Hreinsun holu KJ-13 í júní 1989. OS-89023/JHD-08 B. 17 s.

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Sæbör L. Jónsson og Sverrir Þórhallsson, 1989: BORHOLUR Í BJARNARFLAGI. Unnið fyrir Landsvirkjun. OS-89046/JHD-21 B. 87 s.

Ásgrímur Guðmundsson og Benedikt Steingrímsson, 1989: KRAFLA. Um endurvinnslu borhola. OS-89050/JHD-23 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. 25 s.

Rannsókn lághitasvæða

Ragna Karlssdóttir, Ólafur G. Flóvenz og Magnús Ólafsson, 1989: JARDHITARANN-SÓKNIR Á ÁRSKÓGS-STRÖND 1988. OS-89017/JHD-02. Unnið fyrir Árskógsstrandarhrepp. (24) s.

Ólafur G. Flóvenz, Ásgrímur Guðmundsson, Þorsteinn Thorsteinsson og Gylfi Páll Hersir, 1989: BOTN Í HRAFNAGILSHREPP. Niðurstöður jarðhitarannsóknar 1981-1989. OS-89018/JHD-03. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar. 92 s.

Helgi Þorðason, 1989: HITAVEITA SIGLUFJARDAR. Borun hitastigulshola í október 1988. OS-89019/JHD-07 B. 38 s.

Lúðvík S. Georgsson, 1989: KIÐJABERG Í GRÍMSNESI. TEM-mælingar sumarið 1989. OS-89042/JHD-17 B. 8 s.

Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason, 1989: REYKHÓLAR Á BARDASTRÖND. Borholumælingar í október 1989. OS-89043/JHD-18 B. 20 s.

Ragna Karlssdóttir, Hjálmar Eysteinsson, Ómar Bjarki Smárason, Guðni Axelsson og Ómar Sigurðsson, 1989: BORUN HOLU 11 VIÐ HAMAR Í SVARFADARDAL. OS-89049/JHD-22 B. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur. 44 s.

Lúðvík S. Georgsson, 1989: BAKKI OG LITLALAND Í ÖLFUSI. TEM-mælingar sumarið 1989. OS-89054/JHD-26 B. Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar. 10 s.

Magnús Ólafsson, Ólafur G. Flóvenz og Guðrún Sverrisdóttir, 1989: JARDHITI Í BÁRDARDAL. Efnasamsetning, hiti og rennsli. OS-89056/JHD-28 B. 6 s.

Verkfraðiáætlanir/ Nýting jarðhita

Orkustofnun JHD, 1989: BORUN RANNSÓKNARHOLA FYRIR VATNSVEITU SUÐURNESJA. Útboðslýsing – Tilboðsform. OS-89009/JHD-03 B. 17 s.

Árni Ragnarsson, 1989: ORKUNOTKUN VIÐ HITUN HÚSNÆDIS, NR.3. Höfn í Hornafirði. OS-89028/JHD-12 B. 15 s.

Orkustofnun, 1989: BORUN RANNSÓKNARHOLA FYRIR ORKUSTOFNUN. Verklýsing – Útboðslýsing – Tilboðsform. OS-89040/JHD-16 B. 19 s.

Orkustofnun JHD, 1989: BORUN RANNSÓKNARHOLA VIÐ BOTN Í HRAFNAGILSHREPP. Verklýsing – Útboðslýsing – Tilboðsform. OS-89063/JHD-32 B. 17 s.

Orkustofnun JHD, 1989: BORUN RANNSÓKNARHOLA VIÐ LAUGALAND Á PELAMÓRK. Verklýsing – Útboðslýsing – Tilboðsform. OS-89064/JHD-33 B. 17 s.

Orkustofnun, JHD, 1989: BORUN RANNSÓKNARHOLA FYRIR AUSTUR-EYJAFJALLAHREPP. Verklýsing – Útboðslýsing – Tilboðsform. OS-89065/JHD-34 B. 15 s.

Forðafræði

Benedikt Steingrímsson og Halldór Ármannsson, 1989: KRAFLA HOLA KG-24. 4. Áfangi: Upphitun, upphleyping og blástur. OS-89007/JHD-01 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. 16 s.

Vinnuhópur JHD, JB og HR, 1989: NESJAVELLIR HOLA NJ-17. 4. Áfangi: Upphitun, upphleyping og blástur. OS-89010/JHD-04 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. 28 s.

Ómar Sigurðsson (OS)og Einar Gunnlaugsson (HR), 1989: NESJAVELLIR HOLA NJ-18. 4. Áfangi: Upphitun, upphleyping blástur og jöfnun þréstings eftir blástur. OS-89011/JHD-05 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. 47 s.

Verkfraðistofan Vatnaskil hf., 1989: SVARTSENGI. Reiknilíkan af jarðhitakerfi. OS-89031/JHD-05. Unnið fyrir Orkustofnun vegna Hitaveitu Suðurnesja. 111 s.

Ásgrímur Guðmundsson, Grímur Björnsson, Guðrún Sverrisdóttir og Halldór Ármannsson, 1989: KRAFLA, HOLA KJ-13. Upphitun, upphleyping og blástur eftir hreinsun 1989. OS-89051/JHD-24 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. 14 s.

Vinnslueftirlitir

Guðni Axelsson, Halldór Ármannsson, Guðrún Sverrisdóttir og Magnús Ólafsson, 1989: HITAVEITA EGILS-

STADA OG FELLA. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Urriðavatni 1988. OS-89024/JHD-09 B. Unnið fyrir Hitaveitu Egilsstaða og Fella. 33 s.

Guðrún Sverrisdóttir og Guðni Axelsson, 1989: HITAVEITA DALVÍKUR. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Hamri, ágúst 1988 – maí 1989. OS-89025/JHD-10 B. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur. 8 s.

Grímur Björnsson, 1989: Borholumælingar í Svartsengi og Eldvörpum í febrúar – júlí 1989. OS-89027/JHD-11 B. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. 8 s.

Auður Ingimarsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir, Helga Tulinius, Hrefna Kristmannsdóttir og Sæbör L. Jónsson, 1989: HITAVEITA PORLÁKSHAFNAR. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1988-1989. OS-89029/JHD-13 B. Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar. 12 s.

Ómar Sigurðsson og Auður Ingimarsdóttir, 1989: HITAVEITA SIGLUFJARDAR. Eftirlit með jarðhitavinnslu í Skútal. OS-89035/JHD-14 B. Unnið fyrir Hitaveitu Siglufjardar. 14 s.

Þorsteinn Thorsteinsson og Magnús Ólafsson, 1989: HITAVEITA SELTJARNARNESS. Vinnslueftirlit 1989. OS-89044/JHD-19 B. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. 10 s.

Grímur Björnsson, Guðlaugur Hermannsson og Benedikt Steingrímsson, 1989: KRAFLA – EFTIRLIT. Borholumælingar í júlí 1989. OS-89061/JHD-31 B. Unnið fyrir Landsvirkjun. 51 s.

Verkfraðistofan Vatnaskil hf., 1989: SVARTSENGI. Vinnslueftirlit júlí 1988 – júlí 1989. OS-89062/JHD-09. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. 34 s.

Orkulindir á landgrunni

DGU, Orkustofnun, University of Texas and Houston area research center, 1989: HATTON ROCKALL SEISMIC EXPERIMENT. Report from the Steering committee of the joint Danish-Icelandic deep seismic experiment. OS-89020/JHD-12. May.

Ingí Ólafsson and Karl Gunnarsson. 1989: THE JAN MAYEN RIDGE. Velocity Structure from Analysis of Sonobuoy Data. OS-89030/JHD-04. August. 62 s.

Orkustofnun (National Energy Authority, Iceland) and Oljedirektoratet (Norwegian Petroleum Directorate), 1989: GEOLOGY AND HYDROCARBON POTENTIAL OF THE JAN MAYEN RIDGE. OS-89036/JHD-07. October.

Verkefni erlendis

Sverrir Thorhallsson and Einar T. Eliasson, 1989: MILOS GEOTHERMAL DEVELOPMENT. Consultant's Field Report – December 1988. OS-89008/JHD-02 B. Prepared for Public Power Corporation, Athens, Greece. 22 s.

Aðferðafræði/Kennsluefni

Knutur Árnason, 1989: CENTRAL LOOP TRANSIENT ELECTO-MAGNETIC SOUNDINGS OVER A HORIZONTALLY LAYERED EARTH. OS-89032/JHD-06. 128 s.

Einar Hrafnkell Haraldsson, 1989: LEIÐBEININGAR UM NOTKUN HITASÍRITA. OS-89038/JHD-15 B. (5) s.

Sverrir Hákonarson, 1989: HITAMÆLAR. Lýsing á nýjum hitamaðum fyrir hitastafi og rúllur. OS-89055/JHD-27 B. 48 s.

Fiskeldisverkefni

Helga Tulinius, Árni Hjartarson og Guðrún Sverrisdóttir, 1989: JARDJSJÓR UNDIR JÖKLI. Sérverkefni í fiskeldi 1988. OS-88006/JHD-01. 30 s.

Sæbör L. Jónsson, Guðni Axelsson, Auður Ingimarsdóttir og Hjalti Franzson, 1989: KALMANSTJÖRN. Daluprófun KAL-10 og skipan jarðlagra. OS-89013/JHD-07 B. Unnið fyrir Silfugren hf. 15 s.

Pórólfur H. Hafstað, 1989: ÖXARFJÖRDUR. Grunnvatnsathuganir 1987-1988. Framlag til sérverkefnis í fiskeldi. OS-89039/VOD-08 B. 25 s.

Lúðvík S. Georgsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Magnús Ólafsson, Ómar Sigurðsson og Pórólfur H. Hafstað, 1989: SKILYRDI TIL FISKELDIS Í ÖXARFIRÐI.

Ferskvatn, jarðsýr, jarðhiti og rannsóknarboranir. Sérverkefni í fiskeldi 1987 og 1988. OS-89041/JHD-08. 61 s.

Hjálmar Eysteinsson, 1989: LEIT AD JARDJSJÓ Á STRÖND SUÐURLANDS MED VIÐNÁMSMÆLINGUM. Sérverkefni í fiskeldi 1989. OS-89045/JHD-20 B. 26 s.

Árni Hjartarson, 1989: VÍK Í MÝRDAL. Borun við strönd. Sérverkefni í fiskeldi 1989. OS-89048/VOD-10 B. 11 s.

Björður H. Hafstað, 1989: SÆLINGSDALUR. Ferskvatsathugun. Sérverkefni í fiskeldi 1989. OS-89052/VOD-11 B. 7 s.

Lúðvík S. Georgsson, 1989: VIÐNÁMSMÆLINGAR Á SUBURSTRÖND REYKJANESSKAGA. Sérverkefni í fiskeldi 1988 og 1989. OS-89053/JHD-25 B. 18 s.

Helgi Torfason, 1989: JARDHITARANNSÓKNIR Í HRAFNKELDSDAL OG INNANVERÐUM JÖKULDAL. Sérverkefni í fiskeldi 1989. OS-89057/JHD-29 B. 37 s.

Guðmundur Ómar Fridleifsson, 1989: VATNSKERFI Í NÚPSMÝRI. OS-89058/JHD-30 B. Unnið fyrir Sílfurstjórnuna hf. 21 s.

Orkustofnun VOD/JHD, 1989: FISKELDISVERKEFNI ORKUSTOFNUNAR 1989. Bráðabirgðaþáskýrsla um stöðu og helstu niðurstöður í des. 1989. OS-89060. 10 s.

Skýrslur Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna

Ingvar Birgir Fridleifsson and Jakob Björnsson. Report on the tenth year of the UNU Geothermal Training Programme in Iceland (March 1988–February 1989). Report 1.

Wang Li. Study of a district heating system in Akureyri, Iceland. Report 2, 55 pp.

Rachedi, Malika. Design of a district heating system for the Hammam Righa spa, Algeria. Report 3, 56 pp.

Tampubolon, Tanda. Analysis of well test data from Indonesia and Iceland. Report 4, 43 pp.

Mora, Protti Oscar. Borehole geology and alteration mineralogy of well PGM-5 Miravalles, Guanacaste, Costa Rica. Report 5, 49 pp.

Khaireh, Ali Elmi. Borehole geology of well ASAL-5, Asal geothermal field, Djibouti. Report 6, 31 pp.

Gorgjeva, Mirjana. Chemical geothermometers and mineral equilibria of some hot waters in Yugoslavia. Report 7, 61 pp.

Abouriche, Mohamed. Temperature measurements at the surface and in shallow boreholes. Report 8, 46 pp.

Reyes, Vermet Pablo. Resistivity methods with application to Planillas geothermal field, Mexico. Report 9, 56 pp.

Fournier, Robert O. Lectures on geochemical interpretation of hydrothermal waters. Report 10, 73 pp.

Ottlik, Peter. Lectures on geothermics in Hungary. Report 11, 45 pp.

Greinar, erindi o.fl.

A. Gunnarsson and B. Steingrimsson, 1989. „Geothermal Generation of Heat and Power“. Proceedings of the International Conference on District Heating, Gothenburg, Sweden, Oct.-Nov. 1989.

A.H. Truesdell, J.R. Haizlip, H. Armannsson and F. D'Amore, 1989: „Origin and Transport of Chloride in Superheated Geothermal Steam“. Geothermics, Vol. 18, No. 1/2, 1989: 295-304.

Axel Björnsson, 1989: „Crustal Rifting in NE Iceland“. Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 1, 114. Jahrgang, 1989: 2-9.

Axel Björnsson, 1989: „Regional Partially Molten Basalt Layer Below Iceland“. 28th International Geological Congress, Washington, D.C., July 9-19, 1989. Abstracts, Vol. 1: 158.

Árni Hjartarson, 1989: „The Ages of the Fossvogur Layers and the Álfatnes End-Moraine, SW-Iceland“. Jökull, 39. árg. 1989: 21-31.

Árni Hjartarson, 1989: „New Aspects in Icelandic Quaternary Geology“. Nordic Symposium, Skálholt, Iceland, 24/6-17 1989. Abstracts and programme: 75-76.

Árni Hjartarson, 1989: „Úr úrkumumælinum“. Norðurslóð, janúar 1989: 1 s.

Árni Hjartarson, 1989: „Hækkti sjávarmál. Vaxandi hætta á sjávarfjöldum viða með ströndum Íslands“. Þjóðlif, 3. töl, 5. árg., mars 1989: 53-56.

Árni Hjartarson, 1989: „Halastjörnur, sólmýrkvar, eldgos og áreiðanleiki annála“. Árbók Hins íslenska fornleifafélags 1989.

Ásgrímur Guðmundsson og Hjalti Franzson, 1989: „Berggrunnur í gosbeltinu“. Jarðskorpa Islands. Ráðstefna á Hótel Loftleidum 4. apríl 1989. Dagskrá og ágrip erinda. Jarðfræðafélag Íslands: 12.

B. Steingrimsson, 1989: „Geothermal Exploitation Experience, Case Histories for Three Geothermal Fields in Iceland“. Geothermal Resources Council Workshop on: Responses of a Geothermal Field During Exploitation. Berkeley California, June 1989.

B. Steingrimsson, G.S. Bodvarsson, G. Cuellar and C. Escober, 1989: „Changes in Thermodynamic Conditions of the Ahuachapan Reservoir due to Production and Injection“. Preprints. Fourteenth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, January 24-26, 1989. Stanford Univ., Stanford, California: 14 s.

Baldur Líndal and Hrefna Kristmannsdóttir, 1989: „The Scaling Properties of the Effluent Water from Kizildere Power Station, Turkey, and Recommendation for a Pilot Plant in View of District Heating Applications“. Geothermics, Vol. 18, No. 1/2, 1989: 217-223.

Birgir Jónsson, 1989: „Sorpeyðing á höfuðborgarsvæðinu“. DV, 24. maí 1989: s. 14.

Cord-Hinrich Jahn, Günter Seeber, Gillian Foulger and Axel Björnsson, 1989: „A GPS Survey in the Nort-East Volcanic Zone of Iceland 1987. First Results“. Proceedings of the General Meeting of IAG, Edinburgh, August 2-13, 1989: 1-9.

D.C. Brock and J.S. Gudmundsson, 1989: „Reservoir Compressibility from Water-Influx Modeling of Liquid-Dominated Systems“. Preprints. Fourteenth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, January 24-26, 1989. Stanford Univ., Stanford, California: 6 s.

D.M. Thomas and J.S. Gudmundsson, „Advances in the Study of Solids Deposition in Geothermal Systems“. Geothermics, Vol. 18, No. 1/2, 1989: 5-15.

D.M. Thomas and J.S. Gudmundsson, 1989: „Research Directions in Solids Deposition in Geothermal Systems“. Geothermics, Vol. 18, No. 1/2, 1989: 337-341.

Davíð Egilsson, Björn A. Harðarson and Birgir Jónsson, 1989: „Dynamískir eiginleikar bergs“. Árbók VFÍ 1988. Verkfæðingafélag Íslands: 226-233.

Einar T. Eliasson, 1989: „Accelerated Development and Rational Utilization of Geothermal – Some Parameters and Incentives“. Erindi flutt á ráðstefnu, sem haldin var á vegum Grískra náttúrufraeðingafélagsins, Abenu, 10-11. apríl 1989, um jarðhitaraforkuverið í Milos: 28 s.

Freysteinn Sigurðsson, 1989: „Cartographie Géologique dans les Pays de l'Europe de l'Ouest. 13. Islande“. Geochronique, No. 32. 1989: 22.

Freysteinn Sigurðsson and Helgi Torfason, 1989: „Iceland“. Extract from: Mineral Deposits of Europe. Vol. 4/5 Southwest and Eastern Europe, with Iceland, 1989. The Institution of Mining and Metallurgy. The Mineralogical Society: 421-431.

Freyr Thorarinsson, Stefan G. Magnusson and Axel Björnsson, 1988: „Directional Spectral Analysis and Filtering of Geophysical Maps“. Geophysics. Vol. 53, No. 12: 1587-1591.

Freyr Þórarinsson, Stefan G. Magnusson, Páll Einarrson, Leó Kristjánsson, Guðmundur Pálsson and Axel Björnsson, 1989: „Gravity, Aero-Magnetism and Earthquakes in SW-Iceland“. Jökull, 39. árg. 1989: 41-56.

G.R. Foulger, R.E. Long, P. Einarsson and A. Björnsson, 1989: „Implosive Earthquakes at the Active Accretion-

ary Plate Boundary in Northern Iceland“. Nature, Vol. 337, No. 6208, 1989: 640-642.

Guðmundur Pálsson, 1989: „Framlag líkanreikninga til skilnings á gerð og byggingu jarðskorpunnar undir Íslandi“. Jarðskorpa Islands. Ráðstefna á Hótel Loftleidum 4. apríl 1989. Dagskrá og ágrip erinda. Jarðfræðafélag Íslands: 13.

Guðmundur Pálsson og Ingi Ólafsson, 1989: „Þyngdaræðingar á Íslandi“. Jarðskorpa Islands. Ráðstefna á Hótel Loftleidum 4. apríl 1989. Dagskrá og ágrip erinda. Jarðfræðafélag Íslands: 7.

Gudni Axelsson, 1989: „Simulation of Pressure Response Data from Geothermal Reservoirs by Lumped Parameter Models“. Preprints. Fourteenth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, January 24-26, 1989. Stanford Univ., Stanford, California: 7 s.

Gudni Axelsson, 1989: „Forðafræði jarðhitans. Vinnslu-efit, hermireikningar og vinnslugeta“. Erindi flutt á 9. aðalfundi Sambands ísl. hitaveitna, 8. júní 1989: 9 s.

Gutormur Sigbjarnarson, 1989: „On the Pleistocene Development of the Coastal Geomorphology in Iceland“. Acta Albertina Ratisbonensis, Bd. 46, 1989: 69-91.

Halldór Ármannsson, 1989: „Predicting Calcite Deposition in Krafla Boreholes“. Geothermics. Vol. 18, No. 1/2, 1989: 25-32.

Halldór Ármannsson, 1989: „Surface Geochemical Studies of Geothermal Areas without Springs“. Water-Rock Interaction WRI-6. Douglas L. Miles (ed.). Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction. Malvern, 3-8 August 1989: 33-36.

Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson, 1989: „Jarðfræðikort af Íslandi 1:500.000. Berggrunnskort“. Náttúrufraeðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands, Rv. (1. útg.).

Helga Tulinius and Ómar Sigurðsson, 1989: „Two-dimensional Simulation of the Krafla-Hvítálaug Geothermal Field, Iceland“. Preprints. Fourteenth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, January 24-26, 1989. Stanford Univ., Stanford, California: 7 s.

Hjálmar Eysteinsson, 1989: „Jarðstraumamælingar og viðnámsdreifing jarðskorpunnar“. Jarðskorpa Islands. Ráðstefna á Hótel Loftleidum 4. apríl 1989. Dagskrá og ágrip erinda. Jarðfræðafélag Íslands: 4.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1989: „Types of Scaling Occurring by Geothermal Utilization in Iceland“. Geothermics. Vol. 18, No. 1/2, 1989: 183-190.

Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Ólafsson and Sverrir Thorhallsson, 1989: „Magnesium Silicate Scaling in District Heating Systems in Iceland“. Geothermics. Vol. 18, No. 1/2, 1989: 191-198.

Hrefna Kristmannsdóttir and Magnús Ólafsson, 1989: „Manganese and Iron in Saline Groundwater and Geothermal Brines in Iceland“. Water-Rock Interaction WRI-6. Douglas L. Miles (ed.). Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction. Malvern, 3-8 August 1989: 393-396.

Ingó Ólafsson, 1989: „Alþjóðaverkefnið „Global Geoscience Transect““. Jarðfræðiskorpa Íslands. Ráðstefna á Hótel Loftleidum 4. apríl 1989. Dagskrá og ágrip erinda. Jarðfræðafélag Íslands: 2.

Ingibjörg Kaldal and Elsa G. Vilmundardóttir, 1989: „Dating of Plant Remains in Lacustrine Sediments in Southern Iceland“. Abstracts and programme. Nordic Symposium, Skálholt, Iceland, 24/6-17 1989: 78-79.

Ingvar B. Fridleifsson, 1989: „Island og Energin“. NIB Informerar, október 1989, p. 6, Nordiska Investeringsbanken, Helsingfors.

J. Ewart, B. Voight, Axel Björnsson, 1989: „Dynamics of Krafla Magma Reservoir: 1975-1985“. 28th International Geological Congress, Washington, D.C., July 9-19, 1989. Abstracts, Vol. 1: 466.

J.S. Gudmundsson and D.M. Thomas, 1989: „Preface: Deposition of Solids in Geothermal Systems“. Geothermics, Vol. 18, No. 1/2, 1989: 1-2.

Jakob Björnsson, 1989: „Orkumál“. Ísland – atvinnuhættir og menning 1990: 196-203.

Jakob Björnsson, 1989: „Opening Address: International Workshop on Deposition of Solids in Geothermal Systems“. Geothermics, Vol. 18, No. 1/2, 1989: 3-4.

Jakob Björnsson og Jón Ingimarsson, 1989: „Energiskatter í Island“. Nordisk seminar om Energiskatter, København den 16.-17. februar 1989: 15 s.

Jakob Björnsson, 1989: „Vandkraftudbygning og miljø. Erfaringer fra Island“. Nordisk Ministerråds seminar om energiresourcer i Vestnorden, Nuuk, Grønland, 30-31. maj 1989: 6 s.

Jens Tomasson, 1989: „The Alteration and Diagenesis of Tuffs and Tuffaceous Sediments“. Water-Rock Interaction WRI-6. Douglas L. Miles (ed.). Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction. Malvern, 3-8 August 1989: 683-686.

Jón Vilhjálmsson, Jón Ingimarsson and Gudni Baldursson, 1989: „Influence of Changes in Lifestyle on Energy Consumption in Iceland“. 14th Congress of the World Energy Conference, Montreal, Canada, 17-22 September 1989, 1.3.13: 21 s.

Karl Gunnarsson, 1989: „Íslands-Færeyjahryggur“. Jarðskorpa Íslands. Ráðstefna á Hótel Loftleiðum 4. apríl 1989. Dagskrá og ágrip erinda. Jarðfræðafélag Íslands: 10.

Knútur Árnason and Hjálmar Eysteinsson, 1989: „Electrical Resistivity of the Icelandic Crust“. Abstracts and Programme. Nordic Symposium, Skálholt, Iceland, 24/6-1/7 1989: 9-10.

Kristinn Einarsson and Freysteinn Sigurðsson, 1989: „Um gæzu almannahagsmuna varðandi grunnvatn á Íslandi“. Sveitarstjórmarmál, 5. tlb. 1989: 277-278.

Kristján Sæmundsson, 1989: „Magmapús fyrir 7 milljón árum“. Jarðskorpa Íslands. Ráðstefna á Hótel Loftleiðum 4. apríl 1989. Dagskrá og ágrip erinda. Jarðfræðafélag Íslands: 11.

Magnús Ólafsson, 1989: „Súrefnisupptaka í hitapolnum plaströrum“. Sveitarstjórmarmál, 3. tlb. 1989: 176-182.

Magnús Ólafsson and Hrefna Kristmannsdóttir, 1989: „The Influence of Volcanic Activity on Groundwater Chemistry within the Námafjall Geothermal System, North Iceland“. Water-Rock Interaction WRI-6. Douglas L. Miles (ed.). Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction. Malvern, 3-8 August 1989: 537-540.

Oddur Sigurðsson, 1989: „Ekkert er öruggt“. Árbók vélseðamanna 1989. 8. árgangur: 38.

Oddur Sigurðsson, 1989: „Jöklabreytingar 1930-1960, 1960-1980, 1980-1987 og 1987-1988“. Jökull, 39. árg. 1989: 108-113.

Ólafur G. Flóvenz, 1989: „P-bylgjuhraði í jarðskorpu Íslands“. Jarðskorpa Íslands. Ráðstefna á Hótel Loftleiðum 4. apríl 1989. Dagskrá og ágrip erinda. Jarðfræðafélag Íslands: 3.

Ómar Bjarki Smárason, Jens Tómasson and Sugiarto Ganda, 1989: „Alteration Mineralogy of the Ellíðaár Geothermal Field, Reykjavík, Iceland“. Water-Rock Interaction WRI-6. Douglas L. Miles (ed.). Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction. Malvern, 3-8 August 1989: 643-646.

Rúrtur Halldórsson, 1989: „Upplýsingar frá Orkustofnun“. Vetrarfundur SÍR og SÍH, 19-29. okt. 1989: 17 s.

Sverrir Pórhallisson, 1989: „Um boranir fyrir hitaveit“. Erindi flutt á vetrarfundi Sambands ísl. hitaveitna 20. október 1989: 12 s.

Tómas Jóhannesson, Charles Raymond and E.D. Waddington, 1989: „Time-scale for Adjustment of Glaciers to Changes in Mass Balance“. Journal of Glaciology, Vol. 35., No. 121.: 355-370.

Tómas Jóhannesson, C.R. Raymond and E.D. Waddington, 1989: „A Simple Method for Determining the Response Time of Glaciers“. Glacier Fluctuations and Climate Change. Symposium proceedings. Amsterdam, Institute for Meteorology and Oceanography: 343-352.

Z. Aunzo, B. Steingrimsson, G.S. Bodvarsson, C. Escobar and A. Quintanilla, 1989: „Modeling Studies of the Ahuachapan Geothermal Field, El Salvador“. Preprint. Fourteenth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, January 24-26. 1989. Stanford Univ., Stanford, California: 9 s.

Starfsmannafélag Orkustofnunar

Til Starfsmannafélags Orkustofnunar (SOS) teljast starfsmenn Orkustofnunar og Jarðborana hf. Tilgangur félagsins er samkvæmt lögum þess, að gæta hagsmuna starfsmanna, stuðla að félagslegri starfsemi og beita sér fyrir simenntun félagsmanna. Öryggisnefnd er starfandi samkvæmt landslögum.

Starfsmenn eiga two fulltrúa í framkvæmdaráði Orkustofnunar og koma þar á framfærni við stjórnendur OS ymsum hagsmunámálum starfsmanna og skoðunum þeirra á málfrum stofnunarinnar.

Aðalfundur félagsins var haldinn í febrúar og að honum loknum fór fram hið árlega Þorrablót. Árshátið var haldin í mars í Norðurljósunum. Sumarferð félagsins var farin í Hítardal, Hnappadal og á Mýrar. Að venju var jólatrés-skemmtun fyrir börnin haldin milli jóla og nýárs.

Gönguklúbburinn Hrossi fór í þrjár góðar gönguferðir um fjöll og hraun í nágrenni höfuðborgarinnar.

Félagið rak hús á Gjábakka í Þingvallasveit, en að líkendum lýkur leigu félagsins á þeim sumarbústað með þessu ári. Í þess stað fékkst land undir bústað austur í Biskupstungum og hef-



Frá sumarferð starfsmanna. (Ljós./photo Snorri Zóphóníasson).

From the staff association's summer outing.

ur sumarhús verið smíðað, flutt á staðinn og gert fokhelt fyrir veturinn, því húsinu er ætlað að hýsa félaga í orlofi á sumri komanda. Þetta er langsamlega fjárfrekasta verk sem félagið hefur ráðist í og félagar gengust undir þungar álögur þess vegna.

Að beiðni iðnaðarráðuneytis léti Starfsmannafélag Orkustofnunar í ljós álit sitt á úttekt nefndar Páls Jenssonar á Orkustofnun. Var SOS mótfallið flestum þeim atriðum sem þar var mælt með til breytinga á stofnuninni en setti fram aðrar hugmyndir, sem hún taldi stefna til betri vega fyrir stofnunina.



Sumarhús Starfsmannafélagsins í Biskupstungum. (Ljós./photo Oddur Sigurðsson).
The summer house of Orkustofnun staff association.

ORKUSTOFNUN

National Energy Authority of Iceland

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.

A Geothermal Training Programme, jointly sponsored by the Government of Iceland (80%) and the United Nations University (20%), is run by the Geothermal Division. The Programme is aimed at providing postgraduate geothermal training for specialists from developing countries.

ORKINT (Orkustofnun International Ltd.), which is the international service division of the NEA, has currently consulting and service contracts with Djibouti, Hungary 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. The division also provides administrative services to another government organization.

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 20 specialists. The Division's main research duties are general research, technical investigation, and engineering planning.

The NEA has for over 40 years been active in the development of hydro power in Iceland and taken part in most of the largest hydro electric projects in the country. The hydro power division is mainly responsible for research work in the prefeasibility stage in the following fields: land surveying, hydrometry, hydrology, surveying of glaciers, geology, engineering geology, geotechnics, environmental studies, and hydraulic modelling.

Electricity constitutes over 37% of the gross total annual energy used in Iceland, and over 94% of the electricity 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 final 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 drill-

ing 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 a considerable part 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 120 gauging stations. Later in the investigation process the field work is concentrated towards specific projects, for which more accurate runoff analysis, soil and bedrock data etc. are needed.

Before the final layout of a hydro power project is approved, the National Power Co. or other power producers (the future owners) takes over responsibility for the project and further design and preparation of contract documents.

The Hydro Power Division also serves other 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 50 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



NEA expert aided by a native carrying out electrical resistivity sounding when prospecting for geothermal in Djibouti in 1988. (Photo/ljósmynd Knútur Árnason).

Starfsmaður Orkustofnunar ásamt innfæddum aðstoðarmanni við jarðhitarannsóknir í Djibouti 1988.

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 Geothermal Division has been involved in geothermal exploration, development and utilization in Iceland for over 40 years. 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 of seismic reflection data, including elaborate tools for data display and prestack 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.

Efnisyfirlit

Ávarp stjórnaformanns	2
Yfirlit orkumálastjóra yfir íslensk orkumál 1989	3
Pátttaka í alþjóðasamstarfi um orkumál	6
Starfsemi Orkustofnunar 1989	7
Orkubúskaparrannsóknir	7
Jarðhitarannsóknir	9
Vatnsorkurannsóknir	12
Rannsóknir á náttúrulegum skilyrðum til fiskeldis	15
Ýmis önnur þjónustuverkefni	15
Stjórnsýsla	16
Reikningar Orkustofnunar 1989 ...	18
Skýrslur og greinar útgefnar 1989 ..	18
Starfsmannafélag Orkustofnunar ..	21
Summary of Activities	22

Mynd á forsíðu:

Laugarárfoss í Jökulsá í Fljótsdal.
Ljós./photo Oddur Sigurðsson.

The waterfall Laugarárfoss in Fljótsdalur, East Iceland.

Ritnefnd:

Viðar Á. Olsen
Einar T. Elíasson
Hákon Áðalsteinsson

Útgáfustjóri:

Páll Ingólfsson

Hönnun:

Helga B. Sveinbjörnsdóttir

Prentun:

Prentsmiðjan Oddi hf.

