

**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

# Ársfundur Orkustofnunar 1997

Reykjavík

20. mars 1997



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

# Ársfundur Orkustofnunar 1997

Reykjavík

20. mars 1997

Orkustofnun - OS-97012

ISBN 9979-827-86-6

## ÁRSFUNDUR ORKUSTOFNUNAR 1997

haldinn fimmtudaginn 20. mars kl. 13:30 að Borgartúni 6

Fundarstjóri: Haukur Tómasson

Dagskrá:

- 13:30 *Ávarp ráðherra orkumála*, Finns Ingólfssonar, iðnaðar- og viðskiptaráðherra
- 13:45 *Hlutverk Orkustofnunar í nútíð og framtíð*, Þorkell Helgason, orkumálastjóri
- 14:25 *Umræður*
- 14:35 *Kynning á rannsóknasviði Orkustofnunar (ROS)*, Ólafur G. Flóvenz, framkvæmdastjóri sviðsins
- 14:50 *Kerfisbundnar rannsóknir háhitasvæða*, Ragna Karlsdóttir verkfræðingur á jarðeðlisfræðideild ROS
- 15:10 *Fyrirspurnir og umræður*
- 15:20 *Kaffi*
- 15:40 *Stíklur úr 50 ára sögu vatnamælinga með viðdvöl á Skeiðarársandi*, Árni Snorrason, forstöðumaður vatnamælinga
- 16:15 *Fyrirspurnir og umræður*
- 16:25 *Fundarslit*, Eyjólfur Árni Rafnsson, formaður stjórnar Orkustofnunar
- 16:35 *Veggspjaldasýning*. Boðið upp á léttar veitingar
- 17:30 *Dagskrárlök*

## **Hlutverk Orkustofnunar í nútíð og framtíð**

## Ársfundur Orkustofnunar 1997

# Hlutverk Orkustofnunar í nútíð og framtíð

**Porkell Helgason, orkumálastjóri**

## 1. Inngangur

Þetta er fyrsti ársfundur Orkustofnunar sem ég sit í krafti embættis orkumálastjóra en ég tók við því starfi hinn 12. sept. s.l. Tveir menn hafa gengt embættinu á undan mér, þeir Jakob Gíslason og nafni hans Björnsson. Jakob Gíslason, þáverandi raforkumálastjóri, var skipaður fyrsti orkumálastjórinn, hinn 1. júlí 1967, en þá höfðu tekið gildi ný lög um skipan orkumála sem m.a. kváðu á um tilvist Orkustofnunar.

Hinn 1. jan. 1973 tók Jakob Björnsson við embætti orkumálastjóra þegar forveri hans hætti fyrir aldurs sakir. Jakob Björnsson á sér langa starfsævi á sviði orkumála en hann lauk prófi í raforkuverkfræði frá Danska tækniháskólanum 1953 en stundaði síðar framhaldsnám í Þýskalandi og víðar. Fyrstu faglegu störf sín vann hann hjá Rafmagnsveitu Reykjavíkur, en varð deildarstjóri á Orkustofnun strax við stofnun hennar 1967. Því starfi gengdi hann þar til árinu áður en hann varð orkumálastjóri. Í millitíðinni var hann kallaður til prófessorsembættis í sínu fagi við Háskóla Íslands. En það fór fyrir honum eins og sjálfum mér nú aldarfjórðungi síðar, að háskólastarfið varð að víkja fyrir vettvangi orkumála. Jakob hefur nú látið af störfum fyrir aldurs sakir, en starfsorkan er enn óskert. Því er mér það til happs að Jakob hefur verið mér, nýliðanum, innan handar undanfarna mánuði og mun sinna ráðgjafarverkefnum fyrir Orkustofnun enn um hríð.

Fleiri starfsmenn með langan feril á Orkustofnun hafa látið af störfum á árinu. Dr. Guðmundur Pálmason, var forstjóri jarðhitadeildar frá upphafi til síðustu áramóta er deildin var lögð niður í kjölfar skipulagsbreytinga. Hann hættir því af þeim sökum svo og vegna aldurs. En stofnuninni er það heiður og ávinningur að geta boðið honum starfsaðstöðu næstu misserin til að sinna áhugamálum á fræðasviðum sínum. Þá kvaddi Rútur Halldórsson stofnunina eftir að hafa þjónað henni vel á fjórða áratuginn, fyrst í fullu starfi til sjötugs og síðan í hlutastarfi s.l. ár. Aðrir þeir sem hafa látið af störfum eftir eins árs starf eða meira eru: Dr. Einar Kjartansson, jarðeðlisfræðingur, Elín Margrét Westlund, fulltrúi, Erlingur E. Jónasson, verkfræðingur, Jón Guðmar Jónsson, fjármálsstjóri, Sigfinnur Snorrason, jarðfræðingur, Sverrir Hákonarson, verkfræðingur og dr. Þórður Arason, eðlisfræðingur.

Þessum fyrrverandi starfsmönnum Orkustofnunar öllum þakka ég farsæl störf í hennar þágu.

Eins og þegar hefur komið fram eru mikil umskipti á Orkustofnun um þessar mundir; ekki aðeins yfirmannaskipti. Stofnunin hefur verið endurskipulögð frá grunni, og nýjir menn hafa tekið við mikilvægum forystustöðum. Frá þessu vil ég skýra í ávarpi mínu, en vísa jafnframt til samantektar um þessar breytingar í framlagðri ársskýrslu. Ég mun fjalla um bakgrunn skipulagsbreytinganna og það fordæmi sem þær gefa um opinberan rekstur og sérstaklega um fyrirkomulag á rannsóknarstarfsemi. Og síðast en ekki síst ræði ég um hlutverk Orkustofnunar á komandi árum.

Það hefur verið hefð að okumálastjóri gerði grein fyrir helstu verkefnum Orkustofnunar á liðnu ári í ársfundareri sínu. En þar sem mér liggur ýmislegt fleira á hjarta og tíminn er naumur, verð ég að rjúfa þessa hefð, a.m.k. í þetta sinn. Í þess stað vísa ég bæði til erinda félaga minna hér síðar á fundinum svo og til frásagna af viðfangsefnum á liðnu ári í ársskýrslunni.

## 2. Breytt viðhorf til opinbers rekstrar

Vík ég þá að breyttum viðhorfum til opinbers rekstrar. Á seinustu árum hefur víða í hinum vestræna heimi farið fram endurmat á hlutverki ríkisvaldsins. Tilefnið hefur víðast verið það að þanþol hins opinbera rekstrar er talið vera þrotið, þar sem ekki verði lengra gengið í almennri skattheimtu. Spurt er hvað hið opinbera skuli kosta og hvernig verkefnum þess skuli sinnt.

Þessi umræða hefur teygt sig hingað til lands, enda þótt hlutfall skattheimtu í þjóðarbúskapnum sé minna hér en í flestum grannlöndum. Þegar hefur orðið eða er í gerjun stefnubreyting sem á sér breiðan pólitískan hljómgrunn. Forstjórar opinberra stofnana verða því að miða stefnu sína og stjórnun við þessa staðreynd.

Helstu atriði í þessum efnum, sem þessir stjórnendur þurfa að taka mið af, eru að mínu mati þessi:

- *Að jafnaði er ekki að vænta aukinna fjárveitinga ríkisins til rekstrarins og má fremur búast við samdrætti.*
- *Þar sem því verður á einhvern hátt við komið verður einka- eða einokunarstaða hins opinbera rekstrar afnumin og verkefnin eftir föngum færð til einkamarkaðar.*
- *Sá opinberi rekstur sem eftir lifir verður að standast allar sömu kröfur og hver annar rekstur á samkeppnismarkaði. Þetta kallar m.a. á að tryggt sé að samkeppnisrekstur hins opinbera sé vel aðgreindur frá hefðbundnum opinberum rekstri, þ.a. fyrir það sé girt að samkeppnisreksturinn njóti stuðnings af opinberu fé.*
- *Fjárveitingavaldið mun í æ ríkara mæli líta á sig sem kaupanda þjónustu. Liðin er sú tíð að fjárveitingar miðist við starfsmannafjölda. Spurt verður hvaða þjónusta verður leyst af hendi fyrir hið opinbera fé. Hitt, hvort það skapar fleiri eða færri mönnum störf verður aukaatriði.*
- *Krafist verður síaukins árangurs og hann mældur, veginn og metinn. Og uppfylli stjórnendurnir ekki væntingar verða þeir látnir víkja.*

Þetta eru aðstæður og kröfur sem ekki verður undan vikist. En þá þurfa stofnanir og stjórnendur líka að hafa það svigrúm og þau tæki sem til þarf. Fyrir það fyrsta verður fyrirkomulag starfsmannamála og kjör hjá hinu opinbera að vera hliðstæð því sem gildir á einkamarkaði. Enn er langur vegur frá því að svo sé. Ný lög um réttindi og skyldur starfsamanna ríkisins virðast mér litlu hafa breytt til aukins sveigjanleika í mannaáðningum og launamálum. Og ég tel mig hafa reynslu fyrir því, að ákvæði um ráðningartíma, tilfærslur og uppsagnir í starfi séu þunglamalegri en áður var, öndvert við markmið lagasetningarinnar. Framundan eru kjarasamningar við opinbera starfsmenn þar sem þess er freistað af ríkisins hálfu að semja um launakerfi sem geri það kleift að að hvetja starfsfólk til dáða, m.a. með aðlögun að aðstæðum á hverjum vinnustað. Ekki virðist þessi viðleitni fá almennan hljómgrunn hjá viðsemjendum og er örðugt að sjá að fastheldni í niðurnjörvað launakerfi þjóni langtímahagsmunum opinberra starfsmanna.

Þá sýnist mér að stjórnvöld séu enn mjög tvístígandi með umsvif og hlutverk opinbers rekstrar. Þannig hafa rannsóknarstofnanir hins opinbera verið hvattar til þess á liðnum árum að afla verkefna, og þar með eigin fjár. Þetta hefur verið gert með ýmsu móti: Öflun rannsóknarstyrkja innan lands og utan eða tekjuöflun með þjónustuverkefnum. Nú er svo komið að þetta eigið aflafé rannsóknarstofnananna er í velflestum tilvikum orðið álíka eða jafnvel meira en opinbert framlag til þeirra. Tekjur Orkustofnunar af þjónusturannsóknnum námu á s.l. ári um 43% af veltu en fjárveitingar í gegnum iðnaðarráðuneyti námu 49%. Afgangurinn, 8%, var fjárveiting á vegum utanríkisráðuneytis til jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna, og má á líta á það sem sölu á þjónustu í þessu samhengi.

En nú hafa margir forstöðumenn rannsóknarstofnanna það á tilfinningunni að stjórnvöldum þyki nóg að gert og að þau vilji takmarka möguleika stofnanna til að sinna verkefnum á markaði, jafnvel til að afla styrkja. Leikreglurnar í þessum efnum verði umfram allt að vera skýrar: Fyrst þarf að ákveða verksvið stofnanna og þá um leið að kveða á um hvaða rekstur eigi að færa á einkamarkað eftir því sem hann getur við honum tekið. En þegar slíkur heildarrámmi er fenginn verður að heimila stofnunum að haga rekstri sínum á sem hagkvæmastann hátt; þar með talið að afla fanga þar sem henta þykir og framboð er að fá. En að sjálfsögðu verður að hafa það tryggt að hugsanlegur samkeppnisrekstur sé ekki rekinn með niðurgreiðslum af neinu tagi.

Það er vaxandi skilningur meðal almennings, stjórnámálanna, stjórnenda og starfsmanna opinberra stofnana að endurskoða verði tilgang og hlutverk opinbers rekstrar og að hann eigi sér sín takmörk. Ég er með fyrrgreindum orðum að vara við öfgum í þessum efnum: Að samdráttur í opinberum rekstri fái ómarkvissan sjálfstílgang. Það þarf ekki að vera sjálfgefið að opinber rekstur eigi að hopta hvenær sem glittir í einhvern einkarekstur. Í okkar örsmáa þjóðfélagi getur verið ávinningur að því að opinber rekstur og einkarekstur starfi samhliða og jafnvel saman. Þetta kann sérstaklega að vera ákjósanlegt í rannsóknarstarfsemi, þar sem einkarekstur er a.m.k. enn of óburðugur til að takast á við brýn verkefni fyrir atvinnulífið.

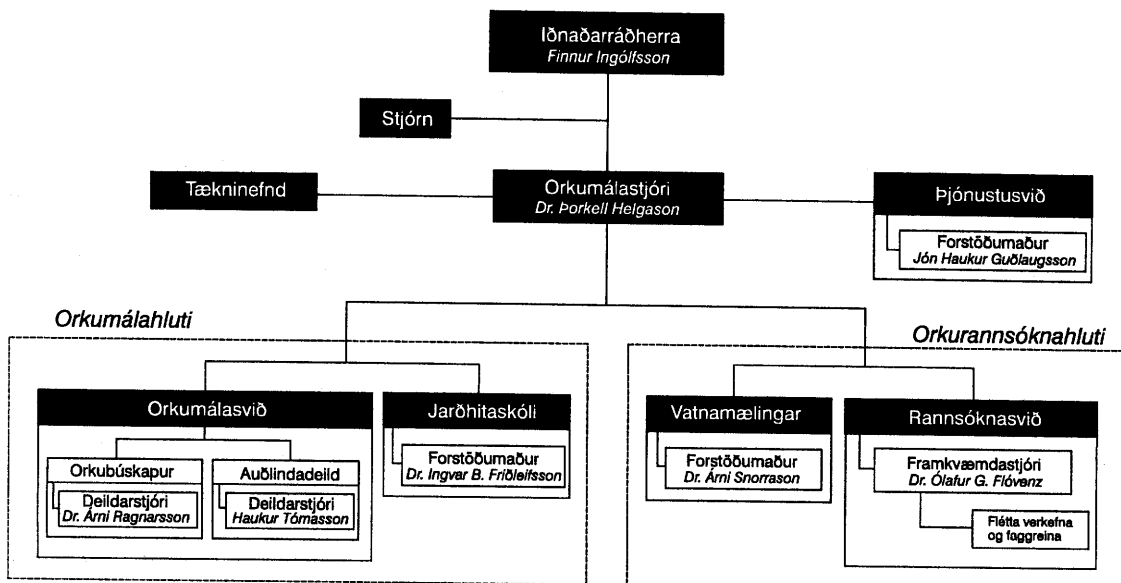
### 3. Nýskipan Orkustofnunar

Þá er ég kominn að því að fjalla um það hvernig Orkustofnun fellur að þessum breyttu viðhorfum um opinberan rekstur. Það er áheyrendum á þessum vettvangi kunnugra en frá þurfi að segja, að Orkustofnun hefur gengið í gegnum tilvistarkreppu og tilheyrandi þrengingar á liðnum árum. Orsakir þessa eru að hluta raktar í ársskýrslunni. Ennfremur er þar dregið á aðdraganda þess að nú hefur stofnunin verið endurskipulögð. Í hnotskurn eru þau markmið sem sett voru með nýskipaninni þessi:

- *Að aðskilja framkvæmd rannsókna frá ráðgjafar- og stjórnsýsluhlutverki stofnunarinnar.*
- *Að ráðgjafar- og stjórnsýsluhlutinn, orkumálahluti, fái aukið vægi og taki í tímans rás við verkefnum frá ráðuneyti.*
- *Að á orkumálahlutanum verði skilgreind verkefni, sem unnin eru fyrir fé á fjárlögum, samið um framkvæmd þeirra og þeim fylgt eftir.*
- *Að rannsóknirnar séu reknar sem fjárhagslega sjálfstæð starfsemi, orkurannsóknahluti.*
- *Að orkurannsóknahlutinn standi undir sér með tekjum af rannsóknarsamningum, hvort sem er við orkumálahluta stofnunarinnar eða orkufyrirtæki.*

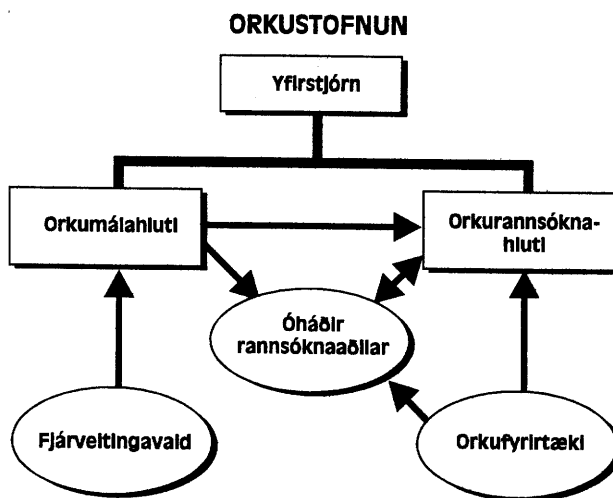
Þessi markmið eru mjög í anda þeirra viðhorfa til opinbers rekstrar sem ég rakti hér á undan. Hvernig þessi markmið endurspeglast í hinu nýja fyrirkomulagi stofnunarinnar er best lýst með skipuriti því sem ráðherra hefur nýlega staðfest og er að finna í ársskýrslunni títtnefndu; mynd 1.





MYND 1: Skipurit fyrir Orkustofnun

Önnur framsetning á þessu skipuriti skýrir e.t.v. betur hvernig markmiðunum um aðskilnað ráðgjafar og rannsókna er framfylgt; sbr. mynd 2.



MYND 2: Flæði fjármagns til orkurannsókna

Hér kemur glögglega fram að orkumálasvið stofnunarinnar kemur fram fyrir hönd stjórnvalda sem kaupandi rannsókna. Með því móti er leitast við gæta almannahagsmuna um þarfir á orkurannsóknum. Tel ég að á þennan veg sé lengra gengið í að gæta kaupendastjórnarmiða fjárveitingarvaldsins en með öðru því fyrirkomulagi sem fitjað hefur verið uppá í nýskipan opinbers rekstrar, svo sem fyrirkomulagi samningsstjórnunar.

En um leið og rannsóknarstarfsemin, orkurannsóknahlutinn, er á þennan hátt aðskilin og ætlað að spjara sig alfarið af eigin aflafé, verður að leyfa starfseminni að hasla sér eðlilegan völl og leyfa að leitað sé fanga eftir því sem efni og aðstæður leyfa. Það verður ekki bæði sleppt og haldið.

## 4. Orkuatvinnuvegurinn

Áður en ég get vikið að framtíðarhlutverki Orkustofnunar er nauðsynlegt að fara nokkrum orðum um það sem er framundan í þeirri atvinnustarfsemi sem Orkustofnun þjónustar, orkuvinnslu og orkunýtingariðnaði.

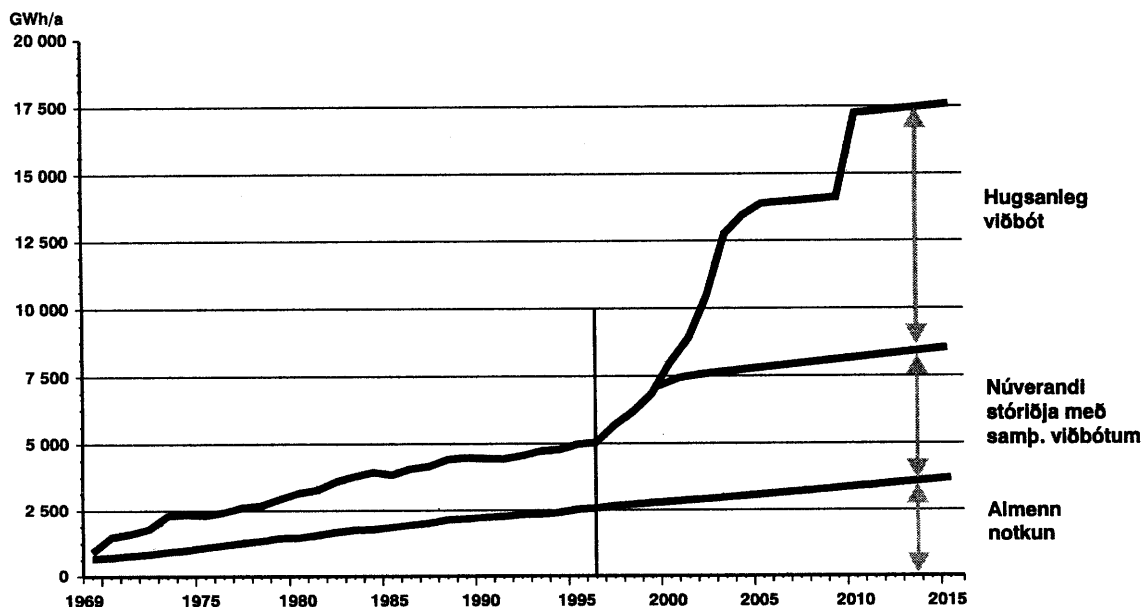
### 4.1 Raforkuvinnsla

Orkulindirnar, vatnsorka og jarðhiti, eru taldar geta gefið um 50 terawattstundir (TWh) eða 50 milljarða kWh á ári, af hagkvæmri raforku. Þessi tala er lægri en oft hefur verið nefnd, en hér er lauslega búið að áætla fyrir skerðingu vegna eðlilegra umhverfissjónarmiða. Verð orkunnar ætti að geta numið 20-30 millum til lengri tíma litið eða 1,5-2 kr./kWh. Þar með er framleiðsluverðmæti orkunnar áætlað 75-100 milljarðar kr. á ári. Árleg velta í raforkuvinnslu væri þar með allt að því helmingi meiri en allt aflaverðmæti úr sjó. Með þessum tölum er ég að benda á að orkubúskapurinn getur orðið einn umfangsmesti atvinnuvegur þjóðarinnar ef að því er stefnt og aðstæður leyfa.

Nú rofar aftur til í orkumálum eftir nær tveggja áratuga stöðnun í stórnýtingu íslenskra orkulinda. Vinnsla hefst í nýjum kerskála álversins í Straumsvík þegar á miðju þessu ári, þriðji ofn járnblendiverksmiðjunnar á Grundartanga á að komast í rekstur haustið 1999 og allt bendir til að álver Columbia álfélagsins rísi einnig þar í sveit og hefji rekstur þegar árið 1998. Með þessu er þegar ljóst að um aldamótin verður raforkunotkun á Íslandi komin í 7 TWh á ári, en til samanburðar nam raforkuvinnslan á síðasta ári rétt rúmum 5 TWh.

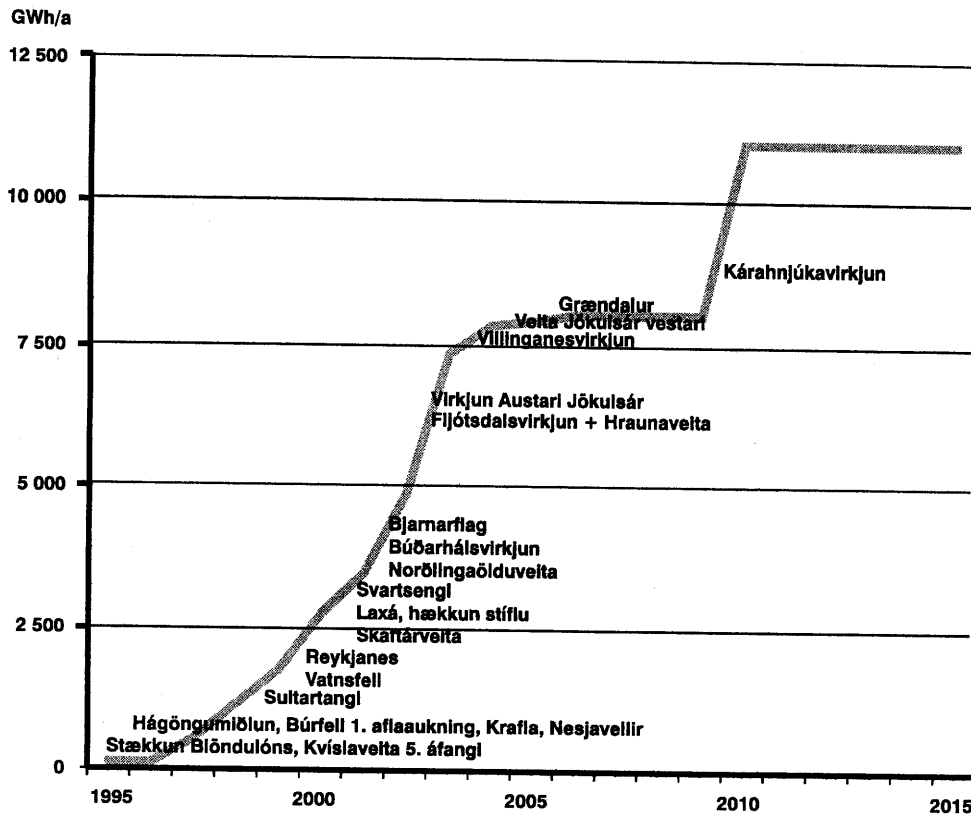
Síðan gæti fleira verið í auglýsni, svo sem magnesíumverksmiðja á Reykjanesi, frekari stækkun járnblendiverksmiðjunnar, stækkun á Columbia-álverinu eða álver á Keilisnesi. Þá hefur ekki verið minnst á þann möguleika að flytja raforku í einhverjum mæli um sæstreng til útlanda, bæði til tekjuöflunar og til styrkingar og sveiflujöfnunar á íslenska raforkukerfinu.

Eftirfarandi línurit, mynd 3, gæti verið raunhæf sýn um raforkunotkun næstu tvo áratuginna:



MYND 3: Raforkunotkun 1969-1996 og spá til 2015

Þessari eftirspurn má fullnægja á ýmsan hátt. Sumt af því liggur þó þegar loftinu eins og jarðgufustöð á Nesjavöllum, stækkun við Kröflu eða á Svartsengi, nýjar vatnaflsstöðvar við Sultartanga og Vatnsfell auk stækkana á eldri virkjunum; sjá mynd 4.



MYND 4: Áætlun og spá um aukna raforkuvinnslu 1997-2015

## 4.2 Jarðhitavinnsla

En orkuvinnsla er ekki aðeins rafmagnsframleiðsla. Samkvæmt viðteknu mati á nýtttri orku jarðhita fer stærsti hluti innlendrar orkuvinnslu fram hjá hitaveitunum, eða nær þrír fjórðuhlutar. Jafnvel eftir þá tvöföldun á raforkuvinnslunni sem er í augnsýn um eða uppúr aldamótum, verður hlutur hitaveitnanna enn riflega helmingur af heildarorkuvinnslunni. Jarðvarmaveitur ná nú til langstærsta hluta þjóðarinnar, eða um 85% landsmanna, og enn eru möguleikar á því að færa út kvíarnar í þeim efnum, sem nýleg dæmi sýna. Jarðhitavinnsla er að nokkru leyti námuvinnsla og því þarf sífellt að leita nýrra fanga eftir því sem dregur úr getu nýtttra linda samhliða aukinni eftirspurn. Enda þótt ekki sé að vænta stórra landvinninga í notkun jarðhita til upphitunar, kallar núverandi notkun samkvæmt þessu á áframhaldandi umsvif. Og raforkuvinnsla með jarðvarma er enn á frumstigi miðað við þá möguleika sem þar eru af náttúrunnar hendi.

Þá má ekki gleyma því að jarðvarma má nýta beint í atvinnustarfsemi. Þar má enn auka notkun verulega. Ekki er ólíklegt að aukin umsvif verði í þeim efnum á næstu árum. Áfangi í þá átt fólst í stofnun Jarðgufufélgsins á síðasta ári. En vaxtarbroddar eru fleiri svo sem viðurþurrkun sú sem hafin er á Húsavík.

Notkun jarðvarma til atvinnustarfsemi einskorðast ekki við raforkuframleiðslu og iðnaðarnot. Þannig verður fróðlegt að sjá hvort ylraekt í stórum stíl dafnar og vonandi eru dagar fiskeldis, sem byggir m.a. á heitu vatni, ekki taldir. Þá benti ferðamálastjóri á það nýverið, að hugsanlega

mætti efla ferðamennsku, einkum utan hásumartímans, með yljörpum þar sem jarðhiti væri nýttur til að skapa manngerð draumalönd.

Ég dreg þetta mál á þann veg saman

- að veruleg umsvif séu framundan í raforkuvinnslu og raforkunotkun,
- að hefðbundin jarðvarmanotkun haldi sínu róli,
- en að margt kunni að geta gerst í nýmælum á því sviði.

## 5. Framtíðarhlutverk OS

Þá er ég loks kominn að því efni sem heiti erindis míns gefur fyrirheit um, framtíðarhlutverk Orkustofnunar.

### 5.1 Núverandi verkefni Orkustofnunar

Orkustofnun í núverandi mynd gegnir margvíslegu hlutverki. Hún er í senn

- stofnun sem hefur stjórnvalds- og umsagnarhlutverk,
- brunnur gagna og þekkingar af hverjum stjórnvöldum er veitt ráðgjöf um hvað eina er varðar nýtingu orkulinda og að hluta annarra jarðrænna auðlinda,
- vettvangur til að afla grunnþekkingar á orkulindum, hvort sem er til nota fyrir almenning, stjórnvöld eða atvinnulíf;
- tölfræðistofnun sem safnar og heldur utan um upplýsingar um orkubúskap þjóðarinnar,
- stofnun á vettvangi þróunaraðstoðar sem miðlar fátækum þjóðum af reynslu okkar og þekkingu í nýtingu jarðhita;
- og að lokum er Orkustofnun þjónustuaðili við orkufyrirtæki.

Ég fæ ekki annað séð en að hér sé alfarið um nauðsynlega og nytsama starfsemi að ræða og þar af leiðandi verði henni haldið áfram enda þótt áherslur kunni að breytast.

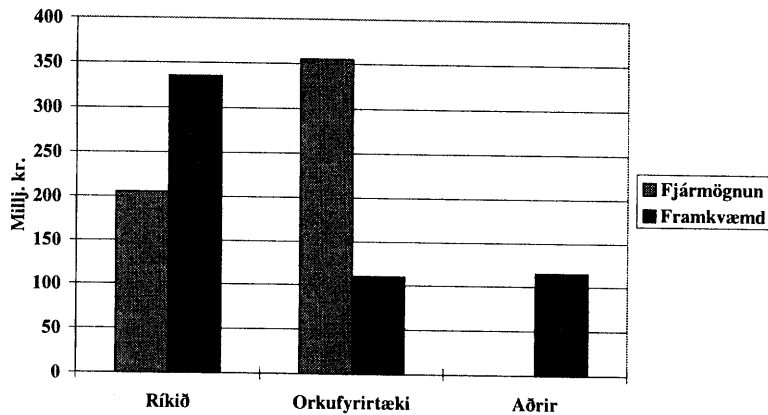
### 5.2 Orkurannsóknáætlun

Nú er unnið að gerð orkurannsóknaráætlunar til næstu ára á vegum ráðherraskipaðrar nefndar, með þátttöku iðnaðarráðuneytisins, Orkustofnunar og orkufyrirtækjanna. Álits er að vænta á næstu vikum. Þegar hefur verið kortlagt hver umsvifin eru í orkurannsóknum hjá umræddum aðilum. Talið er að á síðasta ári hafi verið varið um 560 m.kr. til slíkra rannsókna sem skiptist þannig að

- hið opinbera veitti 205 m.kr. með fjárveitingum sínum til Orkustofnunar
- og fyrirtækin vörðu til rannsókna um 355 m.kr.

Framkvæmd orkurannsókna innanlands skiptist þannig

- að á Orkustofnun var unnið fyrir um 335 m.kr.,
- að fyrirtækin sjálf sinnu þessum verkefnum að ígildi um 110 m.kr.,
- en afgangurinn, verkefni fyrir um 115 m.kr., voru unnin á öðrum stofnunum eða fyrirtækjum.



MYND 5: Skipting á fjármögnun og framkvæmd á innlendum orkurannsóknnum milli ríkis, orkufyrirtækja og annarra árið 1996

Þessi kortlagning nefndarinnar á orkurannsóknum, sem kemur fram á mynd 5, er þó ekki tæmandi; einkum vantar hluta þeirra orkurannsókna sem stundaðar eru í Háskóla Íslands.

Sérstakur vinnuhópur innan orkurannsóknarnefndarinnar fjallaði um hlutverkaskiptingu hins opinbera og orkufyrirtækjanna. Niðurstöður hans eru þær að skerpa þurfi skilin, en meginniðurstöður eru þessar:

- Ríkið annist rannsóknir á forathugunarstigi vatns- og jarðvarmavirkjana á þeim svæðum sem ekki eru í eigu annarra eða hefur verið úthlutað öðrum með rannsóknar- eða nýtingarleyfum.
- Ríkið hafi forgöngu um langtímaáætlanir og almennar hagkvæmnisathuganir á virkjanakostum og nýtingu orkuauðlinda.
- Aðrir handhafa nýtingarréttar eða landeigendur, þar með talin orkufyrirtæki, annist allar rannsóknir á sínum svæðum.
- Samvinna verði milli ríkisins og handhafa nýtingarréttar, einkum orkufyrirtækjanna, um ýmsar þróunarrannsóknir sem nýtast almennt við framþróun í rannsóknar-, vinnslu- og nýtingartækni.

Niðurstöður orkurannsóknarnefndar munu verða Orkustofnun leiðarljós um hlutverk hennar og verksvið. Eins og þegar hefur komið fram á nýsettu skipuriti fyrir Orkustofnun, skal stofnunin leiða ráðgjafarnefnd um orkurannsóknir. Sú nefnd, kölluð tækninefnd, verður viðvarandi vettvangur þess starfs sem orkurannsóknarnefndin hefur nú hrundið af stað.

### 5.3 Framtíðarskipan orkumála

Þá mun ég víkja að áformum um framtíðarskipan orkumála og hvaða áhrif þau hafa á starf Orkustofnunar. Fjölmennt nefnd skipuð af iðnaðarráðherra lagði á síðasta ári á ráðin um þessi efni, m.a. í ljósi þróunarinnar umhverfis okkur og tilskipunar Evrópusambandsins um raforkumál. Leggur nefndin til aðskilnað í vinnslu, flutningi, dreifingu og sölu á rafmagni í því skyni að koma á samkeppni í áföngum.

Þessi þróun kann að hafa bein áhrif á verksvið Orkustofnunar:

- Rannsóknir af opinberri hálfu hljóta framvegis að hafa það að meginmarkmiði að gera rannsóknar- eða virkjanaleyfi áhugaverð fyrir orkufyrirtæki. Þarf þá að fara hinn gullna

*meðalveg að rannsaka hvorki um of né van. Orkumálahluti Orkustofnunar mun hér koma fram fyrir hönd ríkisins sem eiganda eða handhafa nýtingarréttar.*

- *Eftir að orkufyrirtækin hafa fengið rannsókn- eða virkjanaleyfi kunna þau að leita til rannsóknahluta Orkustofnunar um framkvæmd rannsókna á þeirra kostnað.*

Einmitt af þessum sökum er mikilvægt að hæfilegt skilrúm sé milli ríkisluta, eða orkumálahluta Orkustofnunar og rannsóknahlutans. Fyrir þessu er séð í hinu nýju skipulagi stofnunarinnar.

En fleiri verkefni fyrir Orkustofnun kunna að felast í nýskipan raforkumála, svo sem í því eftirliti og stjórnun, sem hið opinbera verður að hafa á nýtingu orkuauðlindanna. Þetta mun skýrast þegar nýskipanin fer að taka á sig mynd.

#### **5.4 Aðrar jarðrænar auðlindir**

Eins og heiti Orkustofnunar ber með sér er henni einkum ætlað að fjalla um orkuauðlindir, en reglugerðin um stofnunina gefur þegar rúm fyrir umsvifum á sviði annarra jarðrænna auðlinda, eftir því sem lög eða önnur stjórnvaldsfyrirmæli kunna að ákveða. Eru þá námumál einkum höfð í huga. Þeim málum hefur ekki verið sinnt nægilega af stjórnvalda hálfu. Jafnframt hafa þau fallið undir mörg ráðuneyti, sem verður til þess að ábyrgðin er alls staðar og hvergi. Taka þarf að skarið um vistun þessa málaflokks. Orkustofnun gæti þar haft góðu hlutverki að gegna, enda er þekking á þessum auðlindum þar tiltæk.

#### **5.5 Rannsóknþörf**

Það umfang í orkuvinnslu á næstu árum, sem fyrr var rakið, gefur vísbendingu um þörf á orkurannsóknnum og minni ég þá á að orkuvinnslan gæti velt allt að tvöfalt meira fé en fiskveiðar. Má því hafa til samanburðar, að ríkið ver nær fjórföldu því fé sem varið er til orkurannsókna til rannsókna á fiskistofnunum. Slíkur samanburður kann þó að vera of einfaldur: Fiskistofnarnir eru lifandi auðlind, sem er undirorpin sífelldum breytingum, sem aftur kallar á samfelldar rannsóknir.

Jarðhitanum svipar til fiskistofnanna að því leyti að fylgjast þarf náið með þeim breytingum sem nýtingin hefur á auðlindina, og ofnýting er þar möguleg rétt eins og við fiskveiðar.

Nokkuð öðru máli gegnir um vatnsorkunna: Eftir að nýting vatnsafls er hafin er ekki þörf mikilla rannsókna í tengslum við sjálfan reksturinn. Að auki er það eðlileg og viðtekin venja að viðkomandi orkufyrirtæki kosti þær rannsóknir alfarið. Nú liggja fyrir frumathuganir á vatnsorkuverum sem skilað gætu 19 TWh á ári. Þar af er geta þeirra orkuvera sem eru komin á hönnunar- eða jafnvel útboðsstig 5 TWh á ári, eða álíka og vinnslugeta núverandi vatnsorkuvera.

Skyldur Orkustofnunar í orkurannsóknnum eru í undirstöðurannsóknnum og á forathugunarstigi virkjana. Samkvæmt fyrrgreindum tölum virðist í fljótu bragði vera nóg að gert í svipinn, a.m.k. á sviði rannsókna á vatnsaflsvirkjunum. En hafa verður í huga að forsendur eru sífellt að breytast, m.a.

- *varðandi umhverfismál, þannig að það sem áður þótti fær virkjunarkostur er það ekki lengur, eða að verulegra breytinga er þörf á fyrri útfærslu,*
- *og að tæknibreytingar kalla á breyttar og hagstæðari leiðir í virkjunum.*

Forathuganir úreldast því og þarf að endurskoða þær og viðhalda þeim. En um leið segir þetta, að ekki er skynsamlegt að ganga of langt í rannsóknnum á þeim virkjanakostum sem ekki verður séð að nýttir verði í fyrirsjáanlegri framtíð.

En ekki má gleyma því að vissar undirstöðurannsóknir eins og vatnamælingar þarf að stunda í sífellu, óháð því hvenær virkjað verður.

Það sem hér hefur verið sagt um rannsóknarþörfina miðast einkum við rannsóknir á vatnsorku. Nokkuð öðru máli gegnir um jarðhitanýtingu. Nýting jarðvarma til raforkuframleiðslu er enn lítil miðað við möguleikana. Þar er enn þörf allumfangsmikilla undirstöðurrannsókna til þess unnt sé að gefa haldbæra ráðgjöf um slíka nýtingu. Hængurinn er sá að þessar rannsóknir eru dýrar, einkum þegar komið er að borunum í tilraunaskyni. Af þessum sökum hefur ekki verið unnt að svara áhugaverðum spurningum eða gera raunhæfan samanburð á raforkuvinnslu með jarðhita og vatnsorku.

Á liðnum misserum hefur verið unnið að samstarfsverkefnum á þessu sviði og mun Orkustofnun leggja áherslu á, að því verði haldið áfram, enda þótt þar sem annars staðar verði að sníða stakk eftir vexti og forgangsraða. Þannig er rétt að beina kröftunum að þeim háhitasvæðum sem eru álitlegust af hagrænum og umhverfislegum ástæðum.

En val á slíkum svæðum er erfiðleikum bundið vegna óljósrar réttarstöðu um eignar- og nýtingarheimildir. Opinber stofnun fer vart að stunda rannsóknir á auðlindum í eigu einkaaðila án samkomulags um skiptingu á kostnaði og ávinningi. Því er brýnt að flýtt verði lagasetningu um auðlindarétt til að eyða vafa, um leið og almannahagsmuna sé gætt í þeim efnum.

Þá má ekki gleyma því mikilvæga viðfangsefni í rannsóknum á nýtingu jarðhita að aðlaga nýtinguna sjálfbærri þróun. Nýtingarhlutfall jarðvarma er mjög háð því hvernig er að verki staðið, hvort jarðgufa er einungis nýtt til einna nota, vatnshitunar eða raforkuframleiðslu, eða til þessa tvenns í senn. Öndvert við vatnsorkuna geymist sú jarðvarmaorka að hluta sem eftir er skilin. Þannig þarf að huga að samspili raforkuvinnslu með vatnsorku og jarðvarma. Stefnumörkun á þessu sviði kallar á samstarf fræðimanna á ýmsum sviðum. Það stendur engum nær en Orkustofnun að leiða slíka vinnu.

Ég dreg saman þessar vangaveltur um þörfina á orkurannsóknum:

- *Vissum undirstöðurrannsóknum verður seint lokið. Þær verður að stunda óháð tíma og þörfum. Of seint er að hefja þær þegar þörfin kallar, þar sem slíkar rannsóknir byggjast á löngu tímaferli. Dæmigerðast að þessu leyti eru vatnamælingar.*
- *Staðan í forathugunum á vatnsvirkjunum er allgóð, jafnvel þótt nú sé skarpur kippur í eftirspurn eftir raforku. Aftur á móti verður ákvarðanataka ávallt að byggjast á nýjustu þekkingu. Orkuver kosta milljarðatugi. Dæmi eru um að með breyttum og bættum forrannsóknum hafi fundist leiðir sem annað hvort spara í framkvæmdum eða auka afköst virkjana. Ekki þarf hlutfallslega mikin ávinning til að réttlæta nokkurra milljón króna rannsóknarútgjöld.*
- *Rannsóknir á nýtingu jarðvarma til raforkuvinnslu eru enn skammt á veg komnar. Jarðhitinn er kvik auðlind og getur nýtingin haft áhrif á edli og afkastagetu hennar. Hér bíða verkefni. Þá er þörf á hagfræðilegum, verk- og jarðfræðilegum athugunum á sjálfbærri nýtingu jarðhita.*

## 5.6 Breyttar áherslur

Hér á undan hefur verið fjallað um rannsóknarhlutverk Orkustofnunar; að mestu samkvæmt viðteknum verkefnalista. Ýmislegt í umhverfinu kallar þó á breyttar áherslur. Þar tel ég þyngst vega það síaukna vægi sem umhverfismál fá í öllu þjóðlífinu og ekki hvað síst í orkumálum. Orkustofnun verður að vera í fararbroddi þessarar þróunar en má ekki bíða þess að viðfangsefni hennar dagi uppi sem nátttröll. Með því að leiða þróunina, og að einhverju leyti umræðuna, vænti ég þess að stuðlað sé að hæfilegu jafnvægi milli réttmætra verndunarsjónarmiða og nauðsynlegra nýtingarhagsmuna.

Á Náttúruverndarþingi fyrr á þessu ári boðaði ég að Orkustofnun hyggðist marka sér umhverfisstefnu. Nú þegar stofnunin er að komast á lygnari sjó eftir öldurót óvissu og skipulagsbreytinga, verður tóm til mörkunar slíkrar meginstefnu.

Til að áréttu þennan vilja, hefur verið ákveðið að minnst 30 ára afmælis stofnunaninnar og 50 ára afmælis vatnamælinga með því að efna til veglegrar ráðstefnu um orku- og umhverfismál á komandi hausti. Verður í því sambandi óskað eftir aðild ýmissa þeirra sem að þessum málum koma.

En fleira en umhverfismál gefur tilefni til áherslubreytinga. Orkuvinnsla byggist á orkunýtingu. Hlutverk Orkustofnunar hefur falist í rannsóknþjónustu við vinnsluþáttinn, en nýtingarþátturinn hefur orðið útundan. Orka er hráefni til frekari framleiðslu. Sú framleiðsla verður að byggjast á haldgóðri þekkingu eins og öll önnur atvinnustarfsemi. Mér vitanlega hefur rannsóknum á orkunýtingu, eða orkutækni, lítt verið sinnt héraendis. Stóriðjuverin hafa sótt þekkingu til erlendra móðurfyrirtækja sinna, en hafa þó jafnframt sýnt nokkra viðleitni til þróunarvinnu innanlands. Engin rannsóknarstofnun héraendis hefur haslað sér völl á þessu sviði. Ekki er sjálfgefið að þekkingu í þessum efnum megi sækja til útlanda. Hvað t.d. með þekkingu á beinni nýtingu jarðgufu í iðnferlum?

Það er ekki vansalaust að þessu viðfangsefni hefur of vart verið sinnt. Ég tel rétt að Orkustofnun íhugi hvernig hún megi verða að liði í þessum efnum; ekki endilega þannig að hún ein fari að koma á laggirnar rannsóknarstarfsemi, heldur fremur að hún kanni þörfina og leiti síðan samstarfs við aðrar stofnanir um rannsóknir og við opinbera aðila og fyrirtæki um verkefni og kostun þeirra.

Fleira má benda á sem verðug verkefni, ætli Orkustofnun að aðlaga sig sfbreytilegu umhverfi. Hagræna þættinum í orkumálum hefur lítt verið sinnt, ef undan er skilið framtak í Háskólanum á því sviði. Áðurgreind áform um samkeppni á raforkumarkaði skapa ný viðhorf í þessum efnum. Sama á við um hagfræði mengunarmála svo sem framseljanlega koltvísýringskvóta svo að dæmi sé tekið. Eftir því sem Orkustofnun hefur færni til að dreifa, getur verið eðlilegt að hún standi fyrir samstarfi um viðfangsefni af þessum toga, t.d. við háskóla eða við Þjóðhagsstofnun.

## 6. Lokaorð

Ég hef í þessu erindi farið nokkuð um víðan völl, enda þótt yfirskriftin sé hlutverk Orkustofnunar í nútíð og framtíð.

Niðurstaða mín er sú að full þörf sé á Orkustofnun sem ráðgjafar-, rannsókn- og þjónustustofnun á sviði orkumála. Til þess að rækja hlutverk sitt þarf hún, sem og aðrar hliðstæðar stofnanir, að búa yfir miklum sveigjanleika, bæði til að aðlaga sig sífelldum breytingum í sveiflукenndri atvinnugrein og til að vera skjót að skynja nýjar þarfir.

Tekið hefur verið upp fyrirkomulag á Orkustofnun sem í senn á að tryggja eðlilegan aðskilnað ráðgjafar og rannsókna og gera stofnuninni auðveldara að aðlagast breytingum í umsvifum. Jafnframt á fyrirkomulagið að gera stofnuninni kleift, og um leið skylt, að haga starfsemi þannig að hún sé jafnfætis einkarekstri á sviði þjónusturannsókna.

Reynsla mín það hálfu ár sem ég hef gengt forystuhlutverki á stofnuninni, hefur sannfært mig um að starfsfólk hennar er auðfúst að takast á við verkefni að settum þessum leikreglum. En þá er þess líka vænst að þjóð og þing sjái nauðsyn öflugra rannsókna á annarri af tveimur mestu auðlindum landsins, orkulindunum, og búi Orkustofnun eðlilegan og tryggan sess. Fjárveitingar til Orkustofnunar hafa lækkað í sífellu um langt árabil og lækkuðu um 25 m.kr. á þessu ári. Það er ekki þrautalaust að láta enda ná saman. Nýlokið er gerð verkefnaáætlunar á stofnuninni og hafa mörg áhugaverð verkefni orðið að víkja og jafnvel þrengt að langtímaverkefnum svo sem vatnamælingum.

Við væntum þess að ekki verði áfram höggið í sama knérunn.



## **Rannsóknasvið Orkustofnunar**

## Rannsóknasvið Orkustofnunar

Ólafur G. Flóvenz

### Inngangur

Með reglugerð um Orkustofnun, sem iðnaðarráðherra gaf út þann 6. desember 1996, voru gerðar umtalsverðar breytingar á skipulagi Orkustofnunar. Orkumálstjóri hefur þegar gert grein fyrir tilgangi skipulagsbreytinganna og meginráttum þeirra hér á fundinum. Hér verður athyglinni eingöngu beint að rannsóknasviði Orkustofnunar, innra skipulagi þess og starfsvettvangi.

### Hlutverk rannsóknasviðs OS

Í reglugerðinni er hlutverk rannsóknasviðs skilgreint á eftirfarandi hátt:

1. að annast rannsóknir á auðlindum (orkulindum og öðrum auðlindum sem OS er falið með lögum og stjórnvaldsákvörðunum), eðli þeirra og skilyrðum til nýtingar samkvæmt samningi við þá sem slíkar rannsóknir kosta, orkumálasvið stofnunarinnar, orkufyrirtæki ofl.
2. að vinna að sérstökum verkefnum fyrir orkumálasvið, sem miða að því að uppfylla hlutverk þess.
3. að sinna, eftir því sem um semst, kennslu og leiðbeiningarstörfum við jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna.
4. að annast aðrar rannsóknir á auðlindasviði en um getur í 1. tölulið eftir því sem tilefni gefst til og um semst.
5. að markaðsfæra erlendis þekkingu Orkustofnunar, enda sé ekki tekin meiri áhætta en samrýmist fjárhagslegri getu rannsóknasviðsins.
6. að finna upp, þróa og aðlaga aðferðir og tæki til rannsókna á orkulindum landsins í samræmi við fjárhag rannsóknasviðsins á hverjum tíma.

Ennfremur segir að:

“Keppt skal að því að veita viðskiptavinum örugga og góða ráðgjöf og þjónustu. Í því skyni skal m.a. gæta þess:

1. að til staðar sé nægileg fagþekking og að henni sé haldið við
2. að tiltækur sé tækjabúnaður sem nauðsynlegur er til að beita fremstu rannsóknatækni á hverjum tíma eftir því sem fjárhagur leyfir og við verður komið á hverjum tíma.

Ennig segir að “verkefni sem rannsóknarsviðið annast fyrir orkumálasvið eða aðra, skulu að jafnaði standa undir sér og verðlagning taka mið af markaðsverði þegar slíkt á við” og “rekstrarafgangi rannsóknasviðs skal í samráði við orkumálastjóra ráðstafa til að efla rannsóknarfærni rannsóknasviðsins.”

Í stuttu máli getum við sagt að rannsóknasvið Orkustofnunar sé fyrirbrigði sem:

- er fjárhagslega sjálfstæð eining innan Orkustofnunar
- framkvæmir samkvæmt samningi rannsóknir ríkisins í orkumálum

- stundar rannsókir á auðlindum landsins, einkum orkulindum, og þróar aðferðir til þess
- er þjónustu- og rannsóknaraðili við orkuiðnaðinn í landinu og aðra sem geta nýtt sérþekkingu Orkustofnunar.

## **Innra skipulag rannsóknasviðsins**

Innra skipulag rannsóknasviðsins tekur að talsverðu leyti mið af skipulagi jarðhitadeildar Orkustofnunar eins og það var áður en skipulagsbreytingarnar tóku gildi. Það felur í sér fléttuskipulag verkefna og fagdeilda. Rannsóknasviðinu er skipt upp í sex fagdeildir sem eru eftirfarandi:

- Jarðfræðideild undir stjórn Kristjáns Sæmundssonar
- Jarðefnafræðideild undir stjórn Hrefnu Kristmannsdóttur
- Jarðeðlisfræðideild undir stjórn Knúts Árnasonar
- Forðafræðideild undir stjórn Benedikts Steingrímssonar
- Verkfræðideild undir stjórn Sverris Þórhallssonar
- Landmælingadeild undir stjórn Gunnars Þorbergssonar.

Allir starfsmenn rannsóknasviðsins nema framkvæmdastjóri, yfirverkefnisstjóri og ritarar tilheyra ákveðinni fagdeild.

Þvert á fagdeildir sviðsins eru rannsóknaverkefni þess. Yfir hverju verkefni eða verkefnahóp er verkefnisstjóri, sem tilnefndur er úr hópi sérfræðinga rannsóknasviðsins. Flest verkefni í orku- og auðlindarannsóknnum eru þverfagleg, þ.e. þau krefjast samspils þekkingar af mörgum mismunandi fagsviðum. Þess vegna vinnur oftast hópur manna af mismunandi fagsviðum að hverju verkefni.

Yfir rannsóknasviðinu er framkvæmdastjóri, Ólafur G. Flóvenz og með honum starfar yfirverkefnisstjóri, Einar Tjörvi Elíasson.

Alls starfa á rannsóknasviðinu um 40 sérfræðingar, að langmestu leyti fólk sem hefur áratuga starfsreynslu að baki í orkurannsóknnum og býr yfir mikill færni, hver á sínu sviði. Í þessu starfsfólki felst stærstur hluti þeirrar kunnáttu og færni sem til er í landinu á sviði rannsókna á orkulindunum og nýtingu þeirra. Það er líka vert að vekja á því athygli að lítið af þessari sérþekkingu er fáanlegt erlendis.

Auk starfsfólksins eru þrjár hornsteinar sem mynda grundvöll rannsóknastarfseminnar. Þetta eru gagnagrunnur Orkustofnunar, sérhæfð rannsóknatæki og sérhæfður hugbúnaður til gagnavinnslu.

Á Orkustofnun er varðveitt gríðarlegt magn upplýsinga um náttúru og orkulindir landsins, upplýsingar sem sumar eru hvergi annars staðar til. Þarna er m.a. um að ræða geysimiklar upplýsingar um jarðfræði landsins og jarðeðlisfræðilegar mælingar, hæðarkort af stórum hlutum þess, öll grundvallargögn um jarðfræði hafsbotnsins umhverfis Íslands, nánast öll gögn um rannsóknir á orkulindunum, skrá yfir borholur, allar mælingar sem gerðar hafa verið í holum, jarðlagasýni úr flestöllum borholum, efnagreiningar á flestöllum laugum og fjölmörgum borholum og uppsprettum í landinu og mikið magn vinnslu- og forðafræðilegra upplýsinga um jarðhitakerfi einstakra hitaveitna. Undanfarin ár hefur verið unnið skipulaga að því að koma hlutum þessara upplýsinga í tölvutækan gagnagrunn. Mikið af gögnum eru þó aðeins til í möppum, kortaskissum eða dagbókum og vart aðgengileg nema einstökum starfsmönnum. Þá er vörslu svarfsýna úr borholum og skráningu þeirra ábótavant. Mjög mikið verk er þannig enn óunnið í gagnamálum.

Rannsóknasviðið rekur umfangsmikla tækjaútgætur til rannsókna. Sem dæmi má taka sérþúna mælingabíla til mælinga í borholum og þjónustu við borverk, efnafraeðistofnu sem er vel búin til nákvæmnisefnagreininga bæði vegna jarðhitarannsókna og umhverfismála, rafeindastofu sem annast viðhald og þróun tækja, tæki til hvers konar jarðeðlisfræðilegra kannana og landmælingatæki sem reyndar er vonast til að unnt verði að endurnýja á næst mánuðum. Þannig er rannsóknasviðið í stakk búð til að sinna flestum þörfum innlends orkuviðnaðar fyrir rannsóknir og nauðsynlegt eftirlit með vinnslu úr orkulindunum.

Stærsti og tímafrekasti þáttur rannsókna á orkulindum er fólgin í úrvinnslu mælinga og gagna. Til hennar hefur verið þróaður og er í stöðugri þróun fjölbreytilegur hugbúnaður sem gerir okkur kleift að vinna úr miklu magni flókinna upplýsinga á tiltölulega einfaldan og öruggan hátt. Yfirgnæfandi meirhluti þess sérhæfða hugbúnaðar sem er í notkun á rannsóknasviðinu er þróaður og búinn til á Orkustofnun.

Vegna einstakrar jarðfræði Íslands og orkulinda þess hefur verið og mun alltaf vera mikil þörf fyrir grundvallarrannsóknir og þróun í orkurannsóknum. Lykillinn að góðum árangri í orkumálum undanfarna áratuga liggur í miklu þróunarstarfi, sem ríkið og orkufyrirtæki hafa kostað, og framhald á grundvallarrannsóknum og þróun er lykillinn að góðum árangri í orkumálum í framtíðinni. Án rannsókna og þróunar mun verða stöðnun.

## Helstu verkefni næstu ára

Ef lítið er til framtíðar verður að telja að þjónusta, rannsóknir og ráðgjöf við orkufyrirtæki og ríki verði þungamiðja starfseminnar á komandi árum. Að auki vil ég nefna nokkur stærri átaksverkefni sem skynsamlegt er að vinna á næstu árum og áratugum en óvíst er hvort fjármagn fæst til og þá frá hverjum. Verkefni eru:

- kerfisbundin rannsókn háhitasvæða, sem fjallað verður um síðar á þessum fundi
- kerfisbundnar rannsóknir til að koma hitaveitu á “köldu svæðin”
- GPS mælingar til að koma hæðarkortum Orkustofnunar inn í nýtt viðmiðunarkerfi
- skipuleg jarðfræðikortlagning af Íslandi

### Jarðhitaleit á “köldum svæðum”

Þegar lítið er til orkuverðs til hitunar í landinu er ljóst að íbúar sem búa við hitaveitur sem nýta jarðvarma geta selt orku á mun lægra verði en aðrir. Þau 15% landsmanna sem ekki njóta jarðhitaveita greiða í sjálfu sér ekki hátt orkuverð samanborið við almennt orkuverð í heiminum þótt það sé oft tvöfalt hærra en hjá hagkvæmum jarðhitaveitum. Vegna þess hve hitunarkostnaður vegur þungt í okkar kalda landi skiptir það miklu að ná hitunarkostnaði niður á köldu svæðunum. Árlega ver ríkið milli 400 og 500 milljónum króna til niðurgreiðslu á raforku og olíu til húshitunar. Eini raunhæfi möguleikinn til að lækka kostnað ríkisins og íbúa á köldum svæðum við húshitun er að það takist að finna nýtanlegan jarðhita innan skynsamlegrar fjarlægðar. Köldu svæðin svokölluðu eru í raun alls ekki köld, allst staðar má bora niður á 1-2 km dýpi og fá nægjanlega háan hita fyrir hitaveitur, vandamálið er að það vantar vatnsæðar niðri í heitu berginu eða að ekki hefur tekist að finna þær. Þannig ættum við frekar að kalla hitaveitulausu svæði þurr svæði en ekki köld. Tækni við jarðhitaleit hefur batnað mikið á síðari árum sem endurspeglast í góðum árangri á stöðum þar sem til skamms tíma flestir töldu vonlítið að finna heitt vatn. Á síðasta ári varð mjög góður árangur af leit og borunum í Stykkishólmi og á Árskógsströnd sem væntanlega munu leiða til jarðhitaveitna á þessum stöðum. Einnig hefur nýverið fundist svolítið magn af heitu vatni við Skóga og í Þykkvabæ sem væntanlega duga þessum byggðakjörnum til upphitunar. Þá hafa undanfarnir ár þróast með jarðhitamönnum hugmyndir um að vinna megi vatn úr jörðu á vissum svæðum þótt lekt jarðlaga sé lítil. Það kemur bæði til greina að vinna lítið magn úr mörgum holum eða

að beita niðurdælingatækni. Þessar síðastnefndu lausnir geta að vísu trauðla skapað jafnóýra varmaorku og hagkvæmasti hluti hitaveitnanna gerir en trúlega þó á verði langt undir óniðurgreiddri rafhitun. Á svæðum þar sem byggð er þétt og fjarvarmaveitur til staðar gætu slíkar lausnir verið hagkvæmar. Þar má t.d. nefna staði eins og Vestmannaeyjar, Ísafjörð og Bolungavík.

Til þess að unnt sé þoka þessum málum áfram og koma jarðhitaveitum til fleiri landsmanna þarf umtalsvert átak í jarðhitaleit og rannsóknum. Þar þurfa að koma til vel grundaðar rannsóknir, boranir og loks heilmiklar prófanir, rannsóknir og tilraunir með þær holur sem boraðar verða. Slíkt kostar mikið fé og felur í sér talsverða áhættu því árangur er óviss, en mikill til lengri tíma litið ef hann á annað borð fæst. Það er ólíklegt að sveitarfélögin hafi hvert um sig bolmagn til að leggja í slíkar rannsóknir hvert á sínu svæði. Í ljósi þess að ríkið á verulegra fjárhagshagsmuna að gæta í málinu vegna niðurgreislna þykir mér eðlilegt að það hafi forgöngu um að varið verði árlega til kerfisbundinnar jarðhitaleitar upphæð sem næmi t.d. 10% af því sem fer til niðurgreislna. Með því móti mætti á t.d. einum áratug gera ítarlegar rannsóknir nærri 10 - 20 helstu þéttbýlisstöðum sem nú hafa ekki jarðhitaveitu, sem líklega gæti leitt til hagkvæmrar jarðhitaveitu hjá nokkrum þeirra.

### **Nýtt viðmiðunarkerfi korta**

Á undanförunum áratugum hefur Orkustofnun mælt og gert nákvæm hæðarkort af um þriðjungi landsins vegna vatnsorkurannsókna. Á síðustu árum hafa átt sér stað byltingakenndar breytingar í landmælingatækni með tilkomu GPS mælinga og sú tækni mun leysa að mestu eldri mælitækni af hólmi á örfáum árum.

Með tilkomu GPS tækninnar þurfti að koma upp samræmdu viðmiðunarkerfi hér á landi. Árið 1993 mældu íslenskir og þýskir landmælingamenn nýtt grunnstöðvanet með 119 stöðvum. Hnattstaða fékkst með mælingum samtímis í Evrópu og Ameríku. Nýja grunnstöðvanetið og tilheyrandi viðmiðun (horizontal datum) nefnist Íslandsnet 1993, skammstafað ISN93. Hægt er að aka í langflestar grunnstöðvarnar, þær eru jafnt dreifðar yfir allt landið, nákvæmni í legu er um einn sentimetri og viðmiðun er í siglingarfræðilegu tilliti hin sama og í leiðsögukerfi Siglingamálastofnunar og í "nálægum" kerfum í Evrópu og Ameríku.

GPS tæknin er leiðsögutækni. Hún er einnig notuð við að samræma nákvæmar tímamælingar á mismunandi stöðum á jörðinni. Á öld upplýsingatækninnar er jafn fráleitt að nota kort með skakkri viðmiðun, ganga með vitlausu klukku eða mæla fyrir mannvirkjum í úreltu mælineti. Því er eðlilegt og nauðsynlegt að koma hæðarkortum Orkustofnunar inn í hina nýju viðmiðun. Það verður að gera með GPS mælingum í hinum aðgengilegri þríhyrningapunktum og með endurreikningum á þríhyrninganetum og hornpunktum kortblaða. Kortunum verður svo hliðrað um leið og þeim er komið á tölvutækt form og hæðarlínurnar verða þá réttar. Breyting á viðmiðun frá "Hjörsey 1955" til "ISN93" hefur hins vegar engin áhrif á hæðir. Þarna er um allviðamikilið verkefni að ræða, sem taka mun mörg ár og er þýðingarmikið fyrir nýtingu á vatnsorku. Kostnaður er talsverður og er verið að leita samstarfs við virkjunaraðila um málið.

### **Kerfisbundin jarðfræðikortlagning**

Á Orkustofnun hefur frá upphafi verið unnið að jarðfræðikortlagningu og jarðfræðikortagerð víða um land vegna nýtingar vatnsafls og jarðhita. Engin sérstök jarðfræðistofnun er til í landinu, en á Náttúrufræðistofnun hafa verið gerð yfirlitsjarðfræðikort í mælikvarða 1:250.000 og þaðan af minni mælikvörðum. Orkustofnun hefur því þurft að afla upplýsinga sjálf fyrir nákvæmari kort vegna orkurannsókna. Jafnframt stóð hún fyrir samræmingu kortastaðla í samráði við aðra kortleggjendur hér á landi. Í kjölfarið hófst samræmd kortlagning í mælikvarðanum 1:50.000 af vatnasviði Þjórsár ofan Búrfells í samvinnu við

Landsvirkjun. Gerð eru þrenns konar kort af hverju kortblaði, berggrunns-, jarðgrunns- og vatnafarskort.

Síðan hafa verið unnin hliðstæð kort fyrir ýmsa aðila svo sem sveitarfélögin á höfuðborgarsvæðinu, Vatnsveitu- og Hitaveitu Reykjavíkur, Hitaveitu Suðurnesja og Hveragerðisbæ. Árið 1993 var landupplýsingakerfið ArcInfo tekið í notkun á Orkustofnun. Fyrsta tölvuunna jarðfræðikortið kom út 1995 og fer þeim nú hratt fjölgandi enda kerfið nú orðið notað við alla slíka kortlagningu.

Mönnum er smám saman að verða ljóst mikilvægi þess að eiga til nákvæm jarðfræðikort af landinu. Auk þess að gegna mikilvægu hlutverki við orkurannsókir skipta þau miklu máli við hvers konar skipulagsvinnu, kortlagningu náma og annarra auðlinda á jörðu, kortlagningu virkra brota og kortlagningu sérstæðra jarðmyndana sem þarf að vernda. Krafa um umhverfismat vegna mannvirkja, vernd vatnsbóla, efnistaka, gerð skipulags og hraðvaxandi ferðamannafjölda kallar einnig í auknum mæli á jarðfræðikort, sem víðast hvar vantar. Það er því að verða nokkuð ljóst að kerfisbundin jarðfræðikortlagning landsins þarf að hefjast sem fyrst. Á rannsóknasviði Orkustofnunar er til staðar mikil þekking og kunnátta á þessu sviði ásamt þeim tækjum og búnaði sem þarf til slíkrar kortlagningar og ekki síst til að halda utan um jarðfræðigögnin. Þannig er Orkustofnun eina stofnunin hér á landi sem hefur á að skipa samstilltu starfsliði, sem þjálfast hefur í vinnubrögðum í kortlagningu og kortagerð, og með áratuga reynslu að baki.

## Niðurlag

Hér hefur verið reynt að draga upp mynd af rannsóknasviði Orkustofnunar, hlutverki þess og verkefnum í náninni framtíð. Hvernig tekst til mun framtíðin skera úr um. Hins vegar er vert að velta því fyrir sér hvort það skref, sem hefur nú verið stigið í skipulagsbreytingum á Orkustofnun, skapar ekki grundvöll fyrir myndun Jarðfræðistofnunar Íslands einhvern tíma í náninni framtíð.

## **Kerfisbundnar rannsóknir háhitasvæða**

## Kerfisbundnar rannsóknir háhitasvæða

Ragna Karlsdóttir

Atburðir síðustu vikna hafa sýnt okkur, að ekki er á vísan að róa þegar kaupin á Orku-Eyrinni eru annars vegar. Markaðurinn getur breyst skyndilega og við hljótum að spyrja okkur hvernig við séum í stakk búin til þess að bregðast við breytingum. Er hagkvæmt að virkja í stórum eða smáum skrefum? Höfum við þann grunn upplýsinga sem þarf til þess að meta hverjir bestu virkjanakostirnir eru? Höfum við unnið heimavinnuna okkar?

Ljóst er þó að í þeirri umræðu kemur jarðhitinn sterklega til álita sem hagkvæmur kostur til virkjunar vegna raforkuframleiðslu. En hvernig standa rannsóknir háhitasvæðanna í dag?

Háhitasvæði landsins liggja innan gosbelta landsins, þau eru í tengslum við megineldstöðvar, einkennast af gufu- og leirhverum og hitastig í jarðhitakerfunum er yfir 180° C. Hitagjafi þeirra eru kólnandi kvikuinnskot.

Í skýrslu Orkustofnunar frá 1982 *Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins*, var settur fram hefðbundinn undirbúningur virkjunar jarðhita (Valgarður Stefánsson, 1982). Þær tímasetningar sem þar birtust tóku mið af tímasetningum í vatnsorkurannsóknum þar sem eðlilegt er að heildarannsókn virkjunarstaðar fari fram áður en ákvörðun um virkjun er tekin. Hér er gert ráð fyrir því að heildarvinnslugeta svæðisins sé þekkt áður en kemur til virkjunar á viðkomandi jarðhitasvæði og að hvert jarðhitasvæði sé virkjað í einu eða mjög fáum þrepum. Þessi aðferð fellur hins vegar ekki að eðli jarðhitans. Ýmis atriði í jarðhitarannsóknum, í virkjun jarðhitans og í rekstri jarðhitakerfa eru mjög frábrugðin því sem menn eiga að venjast á vatnsorkusviðinu. Mennt hafa því hallast að annarri aðferðafræði við virkjun jarðhitans, aðferðum sem taka mið af eðli jarðhitans fremur en treysta aðferðum sem fengnar eru að láni frá vatnsorkuiðnaðinum (Valgarður Stefánsson o.fl. 1991).

Nefna má að hvert jarðhitakerfi er í eðli sínu einstakt og ekki hægt að taka ákvarðanir um rekstur og vinnslu með því að byggja á gögnum frá öðru jarðhitasvæði. Því hefur reynst farsælla að virkja háhitasvæði í þrepum, þ.e. setja upp 15-20 MW staðlaðar einingar, kanna viðbrögð jarðhitakerfisins, taka ákvarðanir um fleiri þrep, eða ekki og svo koll af kolli (Valgarður Stefánsson 1992).

Hvað þurfum við að vita um háhitasvæði áður en ráðist er í rannsóknarboranir og virkjun þess og hvaða aðferðum getum við beitt til þess að öðlast þá vitneskju.

Viðþurfum að afla okkur upplýsinga um:

- **Jarðfræði svæðisins og höggun**

Með jarðfræðirannsóknum má lesa sögu eldvirkni á svæðinu og hvernig það hefur myndast. Með því að kanna höggun þess og brotvirkni má geta sér til um hvar besta lekt sé að finna.



- **Efnasamsetningu gufunnar til þess að ákvarða hitaástand kerfisins**

Með því að rannsaka efnasamsetningu gufu á svæðinu má geta sér til um hitaástand kerfisins, uppruna gufunnar og rennislisleiðir. Hægt er að nota svonefnda efnahitamæla til þess að ákvarða hitastig í jarðhitageyminum.

- **Stærð háhitakerfisins**

Með TEM-viðnámsmælingum má ákvarða stærð jarðhitakerfisins niður á allt að 1200 metra dýpi.

- **Gera frum-umhverfismat á svæðinu**

Nú eru gerðar kröfur um frum-umhverfismat áður en ráðist er í boranir. Æskilegt er að fylgjast með hugsanlegum breytingum í yfirborðsvirkni og gasstyrk andrúmslofts svo nokkuð sé nefnt. Og að sjálfsögðu skal gerð rannsókn á lífríki svæðisins.

Umhverfismat háhitasvæða og á hvaða stigi rannsóknar það er gert, er efni í sérstakt erindi og verður ekki frekar rætt hér.

## **Jarðfræði**

Með jarðfræðikortlagningu er greint á milli hinna ýmsu bergtegunda og annarra jarðmyndana sem finnast á yfirborði og útbreiðsla þeirra rakin, rúmmál áætlað ef hægt er, og reynt að finna í það minnsta afstæðan aldur. Út frá slíku má ráða í upphleðsluhraða og gostödni.

Sveiflur í jarðhitavirkninni má sjá af ummyndun í misgömlum jarðlögum. Til þess þarf að kortleggja hana, sem og hverina og einkenni þeirra. Lindir á og nærri hverasvæðunum þarf að kortleggja til að fá hugmynd um grunnvatnsstöðu og grunnvatnsrennsli. Til þess að fá hugmynd um sveiflur í yfirborðsvirkni er hægt að bera saman snjó-afbræðslur milli ára. Sjáanlegar sveiflur í jarðhitavirkni geta verið jafnt á óvirkjuðum svæðum svo sem virkjuðum.

Virk sprungukerfi fylgja jafnan háhitasvæðunum. Gossprungur, gjár og misgengissprungur þarf því að kortleggja sem vandlegast. Dreifing og stærð misgengissprungna er oftast háð aldri jarðlaganna þar sem þær finnast, og virkni innan sprungukerfanna er yfir löng tímabil oft bundin við ákveðnar reinar. Þetta má yfirleitt greina eftir að kort og aldursafstaða liggur fyrir. Loks eru mörg af háhitasvæðunum innan í öskjum, þ.e. 5-10 km víðum sigkötlum. Myndun þeirra tengist kvikuhólfum í rótum megineldstöðvanna. Líftími þeirra er oft um hálf milljón ár og öskjurnar verða til fremur seint á þróunarferlinum. Sum einkenni háhitasvæðanna, svo sem sprengigíga og súrt berg, má rekja til kvikuinnskota, enda eru þau hitagjafinn eins og áður sagði.

## **Jarðefnafræði**

Efnasamsetning gufunnar úr gufuaugum á háhitasvæðinu getur sagt til um hitaástand jarðhitakerfisins og jafnvel rennislisleiðir.

Best er að taka sýni úr kröftugum gufuaugum, þá er minnst hætta á mengun vegna grunnvatns eða truflun vegna þéttingar. Brennisteinsútfellingar við gufuaugun eru oft góð vísbending um tiltölulega ótruflað rennsli. Þannig aðstæður gefa bestar líkur á beinu sambandi við jarðhita-

geyminn.

Tekin eru sýni úr heitum laugum og hverum þar sem slíkt er að finna.

Góð sýni fást oft úr svonefndum pönnum, sem eru þéttvatnslinsur í yfirborði, sem sýður í, en þær er einungis að finna þar sem grunnt er á grunnvatnsborð eins og háttar til sums staðar á Torfajökulssvæði.

Einnig getur gas sem bolar upp með heitu vatni í laugum og hverum gefið upplýsingar.

Í sýnunum eru greindar ýmsar gastegundir því styrkur þeirra og hlutföll gefa vísbendingu um hitann í jarðhitakerfinu. Efnasamsetningin getur einnig sagt til um lekt og hugsanleg kvikuáhrif.

Stundum geta hlutföll gastegunda og breytingar í hlutföllum innan sama jarðhitasvæðis gefið vísbendingu um rennislísiðir í kerfinu.

Kvikasilfur er rokgjarnt við háan hita og kemur upp með gufu. Styrkur þess í gufunni gefur vísbendingu um hæsta hitann í jarðhitakerfinu.

Með því að greina uppleyst steinefni í gufu í gufuaugum má fá ýmsar upplýsingar. Hátt Cl í gufu getur bent til þess að jarðhitavökvinn sé súr. Hátt Na bendir til blöndunar við yfirborðsvatn, og hátt SO<sub>4</sub> bendir til oxunar H<sub>2</sub>S nálægt yfirborði.

Samsætuhlutföll súrefnis svo og vetnis geta sagt til um uppruna vökvans sem er venjulega staðbundinn.

Með því að kortleggja þessar stærðir má fá hugmynd um hver hitinn er í jarðhitakerfinu, hvernig hann breytist á milli svæða innan sama kerfis, uppruna jarðhitavökvans, rennislísiðir og hugsanleg kvikuáhrif

## Viðnámsmælingar

Til þess að mæla eðlisviðnám efstu 1200 metra jarðar á háhitasvæðum er beitt svonefndum TEM-mælingum (Trancient electromagnetic).

Lögð er vírlykkja á jörðina, yfirleitt ferningslaga og um 300 m á kant. Rafstraumur er sendur í lykkjuna og hann síðan rofinn skyndilega. Straumurinn býr til segulsvið og þegar hann er rofinn fer segulsviðið að dofna. Við það spanast straumar í jörðinni sem leitast við að viðhalda segulsviðinu. Eftir því sem lengra líður frá því að straumurinn var rofinn ná spanstraumarnir dýpra í jörðu og segulsviðið á yfirborði dofna. Hnignun segulsviðsins er mæld með því að mæla span í spólu í miðju sendilykkjunnar. Út frá styrk spansins í móttökuspólunni, sem fall af tíma, má síðan ákvarða eðlisviðnám undir mælistað, sem fall af dýpi.

TEM-mælingar hafa þann ótvíráða kost fram yfir jafnstraumsmælingar sem áður var beitt við jarðhitaleit að ekki þarf að senda straum um jarðskaut ofan í jörðina. Það er oft mikið vandamál að koma nægilegum straumi til jarðar í jafnstraumsmælingum á svæðum þar sem jarðvegur og gróður er lítil eins og t.d. á nýjum ógrónum hraunum. Þetta gerir enn fremur kleift að gera TEM-mælingar þegar jörð er þakin snjó. Með því að nota vélsleða eða bíla búna til aksturs á snjó má oft komast auðveldlega um mælisvæði seinni hluta vetrar, svæði sem eru líft- eða ófær farartækjum að sumarlagi.

Það er fyrst og fremmst á háhitasvæðum sem TEM-mælingar hafa verið notaðar hér á landi. Einkennandi viðnámsmynd af háhitasvæði er lágviðnámskápa sem þekur háviðnámskjarna og sker sig frá umhverfinu eða:

- Lágviðnámskápa, þar sem viðnám er  $< 10 \Omega \text{ m}$
- Háviðnámskjarni undir með viðnám oft stærðargráðu hærrí en í lágviðnáminu

Viðnám í næsta nágrenni háhitasvæðisins er yfirleitt fremur lágt vegna áhrifa frá jarðhitunum og er viðnám utan við lágviðnámskápuna oft 15-30  $\Omega \text{ m}$ . Þar fyrir utan tekur við svæðisviðnám ótruflað af jarðhita.

### En hvað sýnir þessi viðnámsmynd?

Í rannsókn á Nesjavöllum 1986 gafst tækifæri til að bera saman viðnámið og gögn úr borholunum. Í ljós kom góð samsvörun á milli viðnámsins og ummyndunar í borholunum. Í raun endurspeglar viðnámið ummyndunina í jarðhitakerfinu, þ.e.a.s. þá ummyndun sem bergið hefur orðið fyrir vegna áhrifa jarðhitans. Það var fyrst hér á Íslandi sem menn komu auga á þessa samsvörun en í ljós hefur komið að þetta gildir einnig um jarðhitasvæði annars staðar (Knútur Árnason ofl., 1986,1987,1987a).

Þar sem jafnvægi er á milli ummyndunar og berghita kemur fram ákveðin beltaskipting í ríkjandi ummyndunarsteindum. (Hrefna Kristmannsdóttir,1979). Við hitastig frá 50-100° C allt upp í u.þ.b. 200° C er smektít og zeóltar ráðandi ummyndunarsteindir. Á bilinu 200-230° C eru zeóltar horfnir og smektít hefur þróast yfir í blandlagssteindir. Ofan við 240° C hafa blandlagssteindirnar þróast yfir í klórít og fyrir ofan 250° C eru klórít og epídót ráðandi ummyndunarsteindir.

Við samanburð á þessari ummyndunarbeltaskiptingu úr borholum og niðurstöðum viðnámsmælinganna hefur komið í ljós að lágviðnámskápan endurspeglar smektít-zeóltabeltið og blandlagsbeltið eða hitastig frá 100° C allt upp undir 230° C. Smektít er leirsteind sem samanstendur af lögum eða svonefndum samlokum, sem eru laust bundnar saman, vatn er á milli þeirra og hleðslujónir laust bundnar. Zeóltarnir innihalda líka vatn. Þessar aðstæður gera það að verkum að rafleiðni er góð.

Þegar smektítið þróast yfir í klórít effist tengingin á milli samlokanna og hleðslujónir bindast. Þetta gerist með hækkandi hitastigi (230-240° C) og um leið hækkar þrýstingur í berginu. Við þessar aðstæður minnkar rafleiðnin og viðnámsmælingarnar skynja mikla hækkun í viðnáminu. Reynslan sýnir þó að viðnámskilin eru yfirleitt heldur neðar en ummyndunarskilin í borholunum. Skýringin er vísast sú að ummyndunarskilin í borholunum eru skýrgreind þar sem fyrst verður vart við háviðnámssteindirnar en trúlega „sjá“ viðnámsmælingarnar ekki viðnámsþækkunina fyrr en þær steindir eru orðnar ráðandi. Samsvörun ummyndunar og viðnáms er góð, þar sem tækifæri hefur gefist til að bera þessa þætti saman svo sem í Leirbotnum í Kröflu og í Bjarnarflagi í Námafjalli (Knútur Árnason og Ragna Karlsdóttir, 1996; Ragna Karlsdóttir, 1992).

Síðasliðið sumar voru gerðar TEM-mælingar á utanverðum Reykjanesskaga. Mælingarnar náðu yfir háhitasvæðið á Reykjanesi allt austur að Eldvörpum. Fram til þessa hefur því verið haldið fram að leiðni jarðhitavökvans væri ráðandi í söltum jarðhitakerfum. Í ljós kom að TEM-mælingarnar sjá leiðni í ummyndun jarðhitakerfisins en slíkt hefur raunar aldrei sést fyrr. Öll viðnámsmyndin sýnir lægra viðnám í söltu jarðhitakerfi en fersku þannig að ljóst er að jarðhitavökvinn á þátt í leiðninni. Þannig er viðnám í lágviðnámskápu Reykjanessvæðisins 1-3  $\Omega \text{ m}$

en viðnám í lágviðnámskápu Brennisteinsfjalla 3-10  $\Omega$  m, en Brennisteinsfjöllin er í um 30 km fjarlægð frá Reykjanesi. Viðnám í háviðnámskjarna í söltu kerfi er að sama skapi lægra en í fersku. Rannsóknin sýndi þó að TEM-mælingarnar hafa upplausn til að sjá viðnámsbreytingar í lágviðnámsumhverfi (Ragna Karlsdóttir, 1997).

Auk viðnámsmælinga er oft beitt ýmsum öðrum jarðeðlisfræðilegum rannsóknaraðferðum til að fá upplýsingar um innri gerð og eðli háhitasvæða. Nefna má segul- og þyngdarsviðsmælingar og jarðsveiflumælingar af ýmsu tagi. Í framtíðinni er líklegt að rannsóknir á jarðskjálftavirkni eigi eftir að skipta miklu máli í rannsóknum háhitasvæða vegna nýrrar mæli- og úrvinnslutækni.

## Niðurstöður

Á grundvelli ofangreindra rannsókna má gera fyrsta mat á stærð og eðli háhitasvæðisins og í framhaldi af því afmarka fyrstu borsvæði, þ.e. hvar á að bera niður með rannsóknarboranir og fyrsta þrep virkjunarinnar. Þær segja okkur til um eðli jarðhitavökvans, hitaástand jarðhitakerfisins og líklega stærð háhitakerfisins. Þetta er sá upplýsingagrunnur sem nauðsynlegt er að hafa við ákvörðun um virkjun háhitasvæðis. Við þurfum að hafa slíkar upplýsingar um þau háhitasvæði sem til greina koma til virkjunar. Á hverjum tíma þarf að vera hægt að taka ákvörðun um hvort svara skuli aukinni orkuþörf með stórum skrefum og bæta við vatnsaflsvirkjun eða með því að virkja jarðhitann í smærri skrefum. Orkuþörfin getur breyst skyndilega, eins og atburðir síðustu vikna hafa sýnt okkur og þá verður að vera hægt að bregðast skjótt við. Undirbúningsrannsóknir fyrir jarðhitavirkjun taka miklum mun skemmri tíma en undirbúningsrannsóknir fyrir vatnsaflsvirkjun. Því geta jarðhitavirkjanir hentað vel þegar aukna orkuþörf ber brátt að. En til þess þurfa að liggja fyrir upplýsingar um háhitasvæði landsins svo að þau komist inn í virkjanaraðir og teljist raunhæfur virkjanakostur.

Upplýsingagrunnur um alla bestu virkjanakosti þarf að vera fyrir hendi á hverjum tíma. Það er því nauðsynlegt að koma á kerfisbundnum rannsóknum á háhitasvæðum landsins til þess að vera í stakk búinn til að velja bestu virkjunarkostina.

## Framtíðarþankar

En við vitum öll að mörg háhitasvæði landsins skarta mikilli náttúrufegurð og aldrei kemur til greina að virkja þau öll. Hér hefur komið fram að háhitasvæðin er fyrst og fremst að finna á afmörkuðum stöðum innan gosbeltisins. Einnig vitum við að eldvirknin er varmagjafi þeirra og brot og misgegni í eldstöðvakerfunum skapa rennislísiðir fyrir vatn og gufu milli varmagjafans og yfirborðs. En háhitasvæðin eins og við skilgreinum þau er aðeins að finna á litlum hluta gosbeltanna þar sem jarðhitavirknin nær til yfirborðs. Hvað þá með hinn hluta gosbeltanna? Við vitum að þar er mikil lekt og lágur hiti í efsta kílómetranum en um það sem er fyrir neðan er vitum við víðast hvar lítið nema að þar hitnar jörðin hratt með dýpi.

Í ljósi þessa er athyglisvert að skoða nánar niðurstöður viðnámsmælinganna á Reykjanesi. Þær sýna að lágviðnámskápan yfir Reykjanessvæðinu tengist lágviðnámskápunni yfir Eldvarpa-Svartsengissvæðinu. Tengingin verður á 1100-1200 metra dýpi á milli svæðanna. Borhola á Stað við Grindavík sýnir blandlagið á 1050 metra dýpi en lágviðnámskápan er þar á um 950 metra dýpi.

Þetta bendir til að háhita megi finna víðar í gosbeltunum en inni á sjálfum háhitasvæðunum, hugsanlega 1 - 2 kílómetrum dýpra. Ef þessi tilgáta er rétt getur það haft veigamikil áhrif á framtíðarstefnumörkun í háhitarannsóknnum. Þá gæti t.d. komið til greina að vinna háhita úr jörðu utan hinna eiginlegu háhitasvæða, ef til vill þyrfti einungis að bora um 1 km dýpra en nú er gert, og það er alls ekki óyfistíganlegt. Áður en það er hægt verður þó að svara ýmsum mikilvægum spurningum.

Tengjast öll háhitasvæði með lágviðnámi og háviðnámskjarna undir? Er lágviðnámskápan til staðar í öllu gosbeltinu? Á hvaða dýpi og hvert er hitaástand á því dýpi? Endurspeglar viðnámsmynd hitaástand? Getum við mælt þetta á tiltölulega ódýran hátt.

Með rannsóknum og þróun betri leitaraðferða er hægt að svara þessum spurningum og þá gætum við jafnvel átt þá framtíðarsýn að vinna háhita utan háhitasvæðanna. Þá gætum við leitað að sprungukerfum í tengslum við háhitasvæðin til að finna besta lekt og virkja háhitann í jöðrum þeirra eða utan, en skilja eftir sjálf háhitasvæðin. Enda þótt áhrif virkjunar jarðhita hafi ekki mikið umhverfisrask í för með sér myndi þetta stuðla að bættri sambúð orkuvinnslu og umhverfis. Þess vegna sjáum við háhitarannsóknir framtíðarinnar ná til alls gosbeltisins og við gætum hlíft hitasvæðunum, því þau eru eins og við vitum, með fallegustu náttúruperlum okkar.

## Heimildir

Hrefna Kristmannsdóttir, 1979: *Alteration of basaltic rocks by hydrothermal activity at 100-300° C*. International Clay conference 1978. Ritstj. Mortland og Farmer. Elsevier Sci. Publ. Company, Amsterdam 1979, 277-288.

Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson og Snorri Páll Snorrason, 1986: *NESJAVELLIR. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985*. Orkustofnun, OS-86017/JHD-02, 125 s.

Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson Sigurður Th. Rögnvaldsson og Snorri Páll Snorrason, 1987: *NESJAVELLIR - ÖLKELDUHÁLS. Yfirborðsrannsóknir 1986*. Orkustofnun, OS-87018/JHD-02, 112 s.

Knútur Árnason, Ólafur G. Flóvenz, Lúðvík S. Georgsson og Gylfi Páll Hersir, 1987a: *Resistivity Structure of High-Temperature Geothermal Systems in Iceland*. International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) XIX General Assembly, Vancouver, Kanada, 9.-22, ágúst. Abstracts V.2: bls.447.

Knútur Árnason og Ragna Karlsdóttir, 1996: *VIÐNÁMSMÆLINGAR Í KRÖFLU*. Orkustofnun, OS-96005/JHD-03, 96s.

Ragna Karlsdóttir, 1992: *NÁMAFJALL TEM-viðnámsmælingar 1992*. Orkustofnun, OS-93022/JHD-12 B. 34 s.

Ragna Karlsdóttir, 1995: *BRENNISTEINSFJÖLL TEM-Viðnámsmælingar*. Orkustofnun, OS-95044/JHD-06 41s.

Ragna Karlsdóttir, 1997: *TEM-viðnámsmælingar á utanverðum Reykjanesskaga*. Orkustofnun (í prentun).

Valgarður stefánsson, 1982: *ÁÆTLUN UM SKIPULEGAR RANNSÓKNIR Á HÁHITASVÆÐUM LANDSINS*. Orkustofnun, OS-82093/JHD-13 176s.

Valgarður stefánsson, 1992: *Jarðhiti til raforkuvinnslu*. Erindi á ársfundi Orkustofnunar 1992.

**Stiklur úr 50 ára sögu vatnamælinga  
með viðvöl á Skeiðarársandi**

## Stiklur úr 50 ára sögu vatnamælinga með viðkomu á Skeiðarársandi

Árni Snorrason

### 1. Inngangur

Í þessu erindi er ætlunin að stikla yfir 50 ára sögu vatnamælinga, en jafnframt að segja frá Grímsvatnahlaupi síðasta hausts. Þessi frásögn verður að mestu í myndum, en fyrst verður fjallað um samfélagslegt hlutverk vatnamælinga allt frá stofnun þeirra.

### 2. Upphaf kerfisbundinna vatnamælinga

Með raforkulögum 1946 var embætti raforkumálastjóra stofnað og raforkumálaskrifstofan sett á laggirnar. Raforkumálastjóra var í lögum þessum falin umsjón með vatnsrennismælingum í fallvötnum landsins og var til mælinganna veitt árlega fé af fjárlögum. Mælingar þessar höfðu allt frá vatnalögnum 1923 verið á hendi vegamálastjóra, en forveri hans, landsverkfræðingur, hafði haft umsjón með þeim áður. Lagasetningin árið 1946 sýndi að Alþingi var þá orðið ljóst, að þessi starfsemi yrði að vinnast með markvissari hætti en áður hafði verið, ef áform stjórnvalda um stórfellda nýtingu vatnsorkunnar ættu að verða að veruleika. Jafnframt að hagkvæmasti væri að finna þessari starfsemi stað þar sem þörfin fyrir upplýsingarnar var brýnust, án þess þó að takmarka hlutverk þeirra gagnvart öðrum samfélagsþörfum, enda eru vatnamælingar í eðli sínu náttúruleg einokun á máli hagfræðinnar sem þýðir í raun, að óhagkvæmt er fyrir samfélagið að reka nema einar slíkar, svipað og aðeins er ein veðurstofa á Íslandi og aðeins ein hitaveita í Reykjavík.

Tilgangur vatnamælinganna var skilgreindur af raforkumálastjóra með eftirfarandi hætti:

Að afla á kerfisbundinn hátt samfelldra upplýsinga um hinar ýmsu vatnafræðilegu stærðir landsins. Höfuðverkefnið var uppbygging og rekstur vatnshæðarmælikerfis, sem gæfi upplýsingar um rennlihátti landsins alls.

Þetta fól m.a. í sér að mæla:

- Rennsli vatna
- Vatnshæð
- Aurburð og efnainnihald
- Dýpi stöðuvatna
- Ís og snjó
- Vatnshita o.fl.

Jafnframt þessu áttu vatnamælingar að gera skrá um fallvötn landsins.



Jafnfram þessu áttu vatnamælingar að gera skrá um fallvötn landsins.

### 3. Einkenni vatnafars

Oft er um það spurt af hverju mælingar á vatnafari verði að vera samfelldar. Eins er spurt hvers vegna þær þurfi að ná yfir svo langan tíma. Hvort tveggja eru eðlilegar spurningar því að það er langt í frá augljóst að þetta verði að vera svo. Skýringanna er að leita í eiginleikum vatnafarsins sjálfs, sem í raun endurspeglar eiginleika veðurs og veðurfars. Öllum er hins vegar kunnugt um breytileika veðurs og veðurfars. Hann er sýfellt fyrir augum okkar, bæði milli daga og vikna og eins milli árstíða og ára, jafnvel áratuga. Þessi breytileiki skilar sér til vatnafarsins með bæði beinum og óbeinum hætti. Úrkoma og hiti ráða í sameiningu afrennsli, en samspil þeirra hefur mjög mismunandi áhrif á rennsli fallvatna, allt eftir því af hvaða toga þau eru. Dragár bregðast hratt við rigningu og snjóleysingu, en þverra undir eins og úrkoma og leysing minnkar. Jökulár eru kornlitlar þegar kuldar eru, en vaxa hratt þegar sumrar. Veðurfar ræður afkomu jöklanna og þar með vatnsbúskap jökulanna. Í grunnvatni er stöðugleikinn, en vegna jarðfræði landsins leynast oft langtímabreytingar veðurfars í rennsli lindaánna.

Þessar langtímabreytingar á vatnafari kalla á langtímamælingar, því að af þeim ræðst það hvernig haga má eða þarf nýtingu vatnsins. Reynslan segir okkur að engin leið er að segja fyrir um þær breytingar sem liggja í framtíðinni, við verðum einfaldlega að mæla þær! Þetta viðhorf fær aukið vægi þegar ekki er lengur ágreiningur meðal vísindamanna um það, að maðurinn hefur með athöfnum sínum að öllum líkindum nú þegar haft áhrif á veðurfar og munu þau fara stigvaxandi verði ekkert að gert. Jafnvel þó að nú yrði brugðist við, tæki langan tíma fyrir veðurfarið að ná aftur fyrra jafnvægi. Þess má geta hér að fyrir liggja niðurstöður norræns verkefnis um mat á afleiðingum gróðurhúsaáhrifa fyrir vatnafar. Þar kom fram, að afleiðingar eru verulegar fyrir allt vatnafar, en afgerandi fyrir jökla og jökulár. Fortíðin er því ekki lengur lykill að framtíðinni með jafn beinum hætti. Eins hafa inngríp og nýting mannsins í næsta umhverfi hans leitt til breytinga á vatnafari, sem kalla eftir samfelldum mælingum. En það eru ekki aðeins þessir þættir vatnafarsins sem kalla á samfelldar mælingar. Vatnamælingar eru í eðli sínu sögulegar, þannig að ef rennsli er ekki mælt á tilteknu tímabili, þá verður það aldrei mælt: Enginn stígur tvisvar í sömu ána. Þetta á auðvitað ekki við margar aðrar mælingar og rannsóknir sem nauðsynlegar eru við nýtingu vatnsauðlindarinnar. Því verður að hafa þetta í huga þegar rannsóknir eru settar í forgangs röð.

### 4. Tilgangur mælinganna

Tilgangur með stofnun vatnamælinga var margþættur, eins og áður hefur komið fram. Í fyrsta lagi átti að leggja grunn að heildarmati á vatnsorku landsins og stefnumörkun við nýtingu hennar. Þetta er enn veigamesta hlutverk vatnamælinga, því að enn hefur aðeins hluti vatnsorkunnar verið nýttur og áform um frekari nýtingu hennar eru í sífelldri endurskoðun, sem byggir m.a. á mati okkar á stærð og eiginleikum auðlindarinnar og afleiðingum nýtingar á hana og aðra umhverfisþætti.

Í öðru lagi áttu mælingarnar að leggja grunn að gerð svæðisbundinna mynsturáætlana um nýtingu auðlindarinnar. Þetta er enn mjög mikilvægur þáttur í starfsemi vatnamælinga, því að undanfarið hefur markvisst verið stefnt að því að gera heildstæða mynsturáætlun um nýtingu vatnsorkunnar á helstu vatnasviðum landsins. Þetta er þá og því aðeins hægt að fyrir liggja lang-

tímaráðir um rennsli á mögulegum virkjunarstöðum, sem endurspegli þá rennsliseiginleika sem ráða því hvað hver virkjun eða virkjunarsvæði gefur af sér.

Í þriðja lagi áttu vatnamælingar að afla gagna til hönnunar á virkjunum á ákveðnum stöðum. Þarna var bæði hugsað um smávirðjanir, sem kölluðu á stakar mælingar og ráðgjöf til bænda og sveitarfélaga, en einnig til stórvirkjana, sem kröfðust starlegri upplýsinga en hinar almennu mælingar gáfu. Þessi þáttur í starfi vatnamælinga jókst mjög þegar stórfelld nýting á vatnsorku varð að veruleika. M.a. þurfti rennslisráðir til þess að ákvarða hvaða virkjun væri hagkvæmust til þess að uppfylla þarfir markaðarins á hverjum tíma og eins til þess að ákvarða tímasetningu hennar.

Auðvitað var það svo að þessar vatnafræðilegu upplýsingar nýttust öðrum þeim, sem á þeim þurftu að halda, því að vatnafræðileg gögn eru það sem kallað er á máli hagfræðinnar almannagæði. Það sem einkennir almannagæði er það, að notkun eins aðila á þeim rýrir ekki not annarra á þeim. Tökum sem dæmi, að notkun virkjunaráðila á rennslisgögnum frá tilteknum vatnshæðarmæli rýrir í engu not Vegagerðarinnar á sömu gögnum, né heldur önnur not gagnanna. Annar eiginleiki almannagæða tengist því, hvort hægt sé að útiloka not annarra af þeim, og er það tvíþáttu hægt í tilfalli vatnafræðilegra gagna. T.d. er hægt að takmarka aðgengi við þá sem standa undir kostnaðinum við öflun þeirra. Það er í þessu tilfalli óeðlilegt og reyndar óhagkvæmt, því að ef gagnanna er aflað á annað borð (í þessu tilfalli á kostnað samfélagsins), þá er óverulegur kostnaður því samfara að aðrir fái notið þeirra.

#### 4. Fáein skref í langri sögu

Eins og áður hefur komið fram, þá varð nýskipan mála með raforkulögum 1946 til þess, fyrst og fremst, að leggja grunn að nýtingu hinna miklu auðlinda, sem fólust í íslenskri vatnsorku. Eftir áratuga undirbúning kom að stórfelldri nýtingu og leiddi hún til nýrra orkulaga 1967, en þá voru rannsókn-, virkjunar- og dreifingarþættir nýtingarinnar aðgreindir í Orkustofnun, Landsvirkjun og Rafmagnsveitur ríkisins. Þetta varð til þess að vatnamælingar voru eflar m.a. vegna hönnunar virkjana og tímasetninga, en eins vegna rekstrar þeirra og eftirlits.

Árið 1986 var gengið til endurskoðunar á vatnamælingastarfsemi Orkustofnunar og Landsvirkjunar. Helst ástæða hennar var, að umhverfi starfseminnar hafði breyst mjög og eins höfðu markmið og verkaskipting tekið breytingum, m.a. vegna nýrra laga um Landsvirkjun árið 1982. Áhrif frá pólitískum hræringum og átökum um hlutverk ríkisvaldsins sendu einnig gárur um sviðið, en um það leytir komu fram skýrar kröfur um það, að þeir sem nyttu ávaxta af starfsemi ríkisins ættu að koma að því að fjármagna hana, með beinum hætti. Auðvitað tókust hér á sjónarmið, því að í klassískri velferðarhagfræði er talið fullkomlega eðlilegt að hið opinbera veiti þjónustu sem eru almannagæði, en á móti kom það sjónarmið, að ef notendur þjónustunnar kæmu ekki með beinum hætti að málinu, gæti farið svo að ósamræmi yrði milli þeirrar þjónustu sem veitt væri og þeirrar þjónustu sem þörf væri á.

Niðurstaða þessa var að skýrari markmið fyrir starfseminu voru sett. Jafnframt var ábyrgð á kostnaði og rekstri vatnamælinga dreift í samræmi við þörf og skyldur þeirra, sem koma að nýtingu auðlindarinnar. Áherslum var breytt til samræmis við markmiðin með því að leggja niður vatnshæðarmæla sem gegnt höfðu hlutverki sínu og reisa aðra þar sem þeirra var talin þörf. Eins voru samfelldar jökla- og veður mælingar á hálendinu teknar upp til þess að styrkja vatnafræðilega líkanagerð, en í henni búa helst þeir möguleikar að útvega betri vatnafræðilegar upp-

lýsingar án þess að kostnaður fari úr böndunum.

Fyrir í dag hefur verið fjallað ítarlega um breytt viðhorf í opinberum rekstri og eins um skipulagsbreytingar á Orkustofnun. Grundvallarstefnan er skýr: Orkufyrirtæki og aðrir þeir sem nýta rannsóknir okkar eiga að greiða fyrir þær í auknum mæli. Jafnframt þessu á að skýra þær rannsóknarþarfir ríkisins, sem snúa að nýtingu orkulinda landsins. Gagnvart vatnamælingum hefur þetta þau áhrif að Orkustofnun *mun ekki* ábyrgjast rekstur mæla og mælinga, sem ekki þjóna beint hagsmunum orkurannsóknna. Er þetta í samræmi við lög frá 1967 og eðlilegt framhald á þeirri vinnu sem hófst á vatnamælingum fyrir um 10 árum, en þó er einn hængur á. Þetta brýtur í raun 50 ára hefð um það að almennar grundvallarannsóknir vatnamælinga séu kostaðar af fjárveitingum til Orkustofnunar og forvera hennar. Þetta er því mun róttækari breyting heldur en sú sem samið var um við orkufyrirtækin fyrir um 10 árum og kallar á það, *að allir aðilar*, sem hafa hagsmuna að gæta gagnvart starfi vatnamælinga, axli ábyrgð á hagsmunum sínum og komi til samninga á þeim grunni. Þetta á ekki síst við um ríkisvaldið sjálft og ráðuneyti þess, og einkum með tvennum hætti. Í fyrsta lagi er hættan sú, að fallið verði í þá freistni að fjármagna ekki þær rannsóknir, sem augljóst er að aðrir muni ábyrgjast vegna mikilvægis þeirra, jafnvel þó þær varði, fyrst og fremst, hagsmuni ríkisins. Í öðru lagi skapast hættan á því að mjög dreifðir hagsmunir falli milli stóla, jafnvel þótt samanlagt séu miklir almanna hagsmunir í húfi. Þetta á við um mælingar víða um land og eru sumar þeirra einhverjar lengstu mæliraddir vatnamælinga, sem hafa ómetanlegt gildi fyrir almennar vatnsbúskaparrannsóknir, umhverfisvöktun og flóðaathuganir. Eins og staðan er nú eru þessar mælingar í hættu vegna niðurskurðar á fjárveitingum og áherslubreytinga í kaupum Orkustofnunar á rannsóknum. Ef ekki nást samningar við þá sem hér eiga hagsmuna að gæta mun umtalsverður fjöldi þeirra vatnshæðarmæla, sem hafa verið kostaðir af Orkustofnun um áratuga skeið, hverfa úr rekstri.

## 5. Hlutverk vatnamælinga nú

Við endurskipulagningu Orkustofnunar hefur verið gerð róttæk breyting á fyrirkomulagi rannsókna. Nú eru vatnamælingar sjálfstæð rekstrareining, sem verður að framfleyta sér á verkamningum við þá sem á þjónustu þurfa að halda. Því er tímabært að skilgreina að nýju hlutverk vatnamælinga:

Hlutverk vatnamælinga er að fullnægja þörfum almennings, fyrirtækja, og hins opinbera fyrir áreiðanlegar upplýsingar um vatnafar og vatnsbúskap. Þessi þjónusta er innt af hendi með eftirfarandi hætti:

- \* Kerfisbundnum, samfelldum rekstri vatnamælingastöðva í ám, stöðuvötnum, lónum og grunnvatni
- \* Samfelldum mælingum á jöklabúskap, snjóalögum og veðurfari á hálendi landsins
- \* Samfelldum mælingum á vatnshita, aurburði og öðrum eðlis- og efnafræðilegum eiginleikum vatns
- \* Dýptarmælingum stöðuvatna
- \* Rannsóknum og kortlagningu á ísalögum fallvatna og stöðuvatna
- \* Varðveislu, þróun og viðhaldi á samhæfðum gagnabanka fyrir vatnafræðileg gögn

- \* Umsjón með skrá um vatnsföll og stöðuvötn
- \* Útgáfu og vatnafræðilegri úrvinnslu á grundvallargögnum um vatnafar
- \* Rannsóknum og þróun á sviði vatnamælinga og vatnafræði
- \* Erlendum samskiptum við Vatnafræðinefnd Alþjóða veðurmálastofnunarinnar (Commission of Hydrology, WMO) og við systurstofnanir og fyrirtæki í nágrennalöndunum

Kappkostað verður að þjónusta þessi verði unnin af færustu sérfræðingum á þessu sviði, með bestu tækjum og tækni, við verði sem stenst samanburð við aðra sérhæfða þjónustu í samfélaginu.

Þjónustusamningar miði að því, að ekki verði tvítekningar í upplýsingaöflun, heldur verði vatnamælingakerfið (þar innifalinn gagnabanki) hannað þannig og þróað, að framlag sérhvers viðskiptavinar fylli í heildstæða mynd af vatnafari landsins alls. Þannig njóti allir þeirrar hagkvæmni stærðarinnar sem felst í uppbyggingu, rekstri og þróun á slíku landskerfi.

### **Samfélagslegar þarfir fyrir vatnamælingar**

Ekki er úr vegi að líta á þarfir þjóðfélagsins fyrir vatnamælingar því að þær hljóta að liggja til grundvallar við þá samningargerð sem framundan er.

### **Þarfir ríkisins fyrir vatnamælingar vegna orkurannsókna**

- \* Áreiðanlegar, samfelldar og samanburðarhæfar upplýsingar um vatnafar landsins alls, þannig að hægt sé að leggja mat á nýtanlegt vatnsafl og gera um það samanburðarhæfar nýtingaráætlanir
- \* Mælingar á vatnsbúskap (vatnsstöðu, rennsli ofl.) vegna leyfa til nýtingar á vatnsauðlindinni
- \* Sértækar mælingar, úrvinnsla og vatnafræðileg greining á flóðum og þurrðum
- \* Sértækar mælingar á vatnafarslegum atburðum sem valdið geta skaða á fólki, mannvirkjum eða landi, svo sem jökulhlaupum og ofsafloðum
- \* Varðveisla og viðhald á skrá um íslensk vatnsföll og stöðuvötn
- \* Varðveisla, þróun og viðhald á gagnabanka fyrir vatnafræðileg gögn
- \* Útgáfa og vatnafræðileg úrvinnsla á gögnum um vatnafar í formi tímaráða og vatnafarskorta
- \* Rannsóknir og þróun á sviði vatnamælinga og vatnafræði.

### **Þarfir ríkisins fyrir vatnamælingar vegna umhverfis- og vegamála**

- \* Áreiðanlegar, samfelldar og samanburðarhæfar upplýsingar um vatnafar landsins á völdum stöðum til vöktunar á náttúru landsins
- \* Mælingar á vatnafari og vatnsbúskap vegna eftirlits með mannvirkjagerð sem áhrif geta haft á umhverfið, sem og vegna rekstrar slíkra mannvirkja

- \* Svæðisbundnar mælingar vegna skipulags, mannvirkjagerðar og eftirlits
- \* Sértækar mælingar, úrvinnsla og vatnafræðileg greining á flóðum og þurrðum
- \* Sértækar mælingar á vatnafarslegum atburðum sem valdið geta skaða á fólki, mannvirkjum eða landi, svo sem jökulhlaupum og ofsaflóðum
- \* Rannsóknir og þróun á sviði vatnamælinga og vatnafræði

#### **Parfir fyrirtækja sem nýta vatnsauðlindir landsins**

- \* Áreiðanlegar, samfelldar og samanburðarhæfar upplýsingar um vatnafar þeirra svæða, sem talin eru fýsileg til nýtingar, þannig að hægt sé að gera nákvæmar, samanburðarhæfar áætlanir um ávinning og kostnað við nýtingu auðlindarinnar
- \* Fullnægjandi vatnafræðilegar upplýsingar vegna mats á umhverfisáhrifum fyrirhugaðra vatnsvirkja
- \* Kvörðun virkjana og veitumannvirkja
- \* Áreiðanlegar og aðgengilegar samtímaupplýsingar um vatnafar og vatnsbúskap sem nýtast við daglegan rekstur vatnsvirkja
- \* Vatnafræðilegt mat og spár um horfur í vatnsbúskap vegna reksturs vatnsvirkja
- \* Varsla, þróun og viðhald á samhæfðum gagnabanka um vatnafræðileg gögn, sem tengjast hönnun og rekstri vatnsvirkja
- \* Rannsóknir og þróun á sviði vatnamælinga og vatnafræði

## **6. Framtíðin**

Nú þegar markmið ríkisvaldsins eru skýr og skipulag rannsókna hefur fundið sér farveg er brýnt að ganga til verks. Mikilvægast er að fá til samninga þá aðila sem mesta hagsmuni hafa af starfi vatnamælinga. Eins og fram hefur komið, þá liggur vatnshæðarmælikerfið til grundvallar þessu starfi og er því nauðsynlegt að um það fáist sátt. Það kallar á það, að þessir aðilar ábyrgist sína hagsmuni og skilgreini sínar þarfir og á grundvelli þess verði umfang kerfisins og ábyrgð á kostnaði ákvörðuð. Þetta verður að gerast með samningum, því að einhliða ákvarðanir um niðurskurð kerfisins hafa kostnað í för með sér fyrir aðra þá sem koma að rekstri þess. Eins kemur uppbygging þess fram sem hagræðing fyrir alla. Til þessarra viðræðna verður boðað á næstu vikum, en markmiðið er að umgjörð liggja fyrir ekki seinna en í byrjun hausts.

## **7. Grímsvatnahlaup haustið 1996**

Í kjölfar eldgoss í Vatnajökli norðan Grímsvatna í byrjun október 1996 braust fram stórhlaup á Skeiðarársandi snemma í nóvember. Eftir um sextíu ára hlé stórhlaupa á Skeiðarársandi mátti þjóðin öll horfast í augu við ægivald þeirra náttúruafla sem mótað hafa landið. Á undanförunum 200 árum hafa um 15 stórhlaup komið fram á Skeiðarársand, oftast í tengslum við eldsumbrot, þar af 5 frá byrjun þessarar aldar til ársins 1938, en þá var síðasta stórhlaupið á undan þessu. Sextíu ára hlé endurspeglar því engan veginn tíðni atburða af þessari stærð.

Hér á eftir verður reynt að gera grein fyrir framvindu hlaupsins á Skeiðarársandi, en einnig verður aðdraganda þess lýst og þeim viðbúnaði á sandinum sem Vegagerðin, Orkustofnun og Raunvísindastofnun Háskóla Íslands lögðu á ráðin um fyrir hlaupið. Mikilvægustu þættir þessa voru reglulegar mælingar á rennsli, leiðni, efnasamsetningu og aurburði, en einnig voru sett upp mælitæki til þess að mæla vatnshæð og hitastig í hlaupinu. Jafnframt var reynt að leggja mat á það hvernig framvinda hlaupsins gæti orðið m.a. með skoðun á eldri hlaupum og með spálkönum. Einnig var útbreiðsla eldri hlaupa skoðuð, sérstaklega íshrannir vegna þeirra, og var gert ráð fyrir að fylgst yrði með útbreiðslu hlaupsins með myndatöku úr lofti.

### **Helstu niðurstöður**

- Ofsi hlaupsins varð slíkur að hefðbundnum mælingum á rennsli varð ekki við komið, heldur varð að meta það út frá reynslu og þekkingu þeirra sem á vettvangi voru.
- Vatnshæðarlínurit náðust á tveimur stöðum og hitastig á einum stað.
- Sýnishorn til aurburðarmælinga og efnagreininga náðust einnig þótt mjög erfitt væri um vik.
- Yfirlit yfir atburðarás og útbreiðslu hlaupsins fékkst með myndatöku og með skoðun á fréttamyndum Sjónvarpsins.

Úrvinnslu og túlkun gagna er hvergi nærri lokið og biður sumt þess að frekari gögn liggi fyrir, svo sem upplýsingar um farvegasnið og farvegi, upplýsingar frá gervihnöttum og fleira.

Gerð er grein fyrir hinum einstöku þáttum sem varða hlaupið á veggspjöldum. Þar er m.a. fjallað um rennslis- og leiðnimælingar, líkön og spár, vatnshæðar- og hitastigsmælingar, hlaupferla, þversnið og aurburð, atburðarás og útbreiðslu, landform við Gígjukvísl og vöktun eftir hlaup.