



ORKUSTOFNUN

**Vatnsorkudeild Orkustofnunar og
virkjunarrannsóknir**

Hákon Aðalsteinsson

Greinargerð HA-92-05

September 1992

Vatnsorkudeild Orkustofnunar og virkjunarrannsóknir

1. Horfur í raforkuvinnslu

Góðar horfur eru taldar vera á nýrri uppbyggingu í orkufrekri starfsemi. Því er rétt að staldra við og hugleiða forsendur þess að þær hugmyndir geti orðið að veruleika. Það er ljóst að þessum hugmyndum verður ekki breytt í raunveruleika með samningum fyrr en fyrir liggur að hægt sé að afhenda orku á tilteknum tíma fyrir ásættanlegt verð. Leggja verður áherslu á, að þessar hugmyndir um orkunýtingu næstu áratuga eru ekki einasta forsenda fyrir áætlunum um undirbúningsrannsóknir á næstu árum, heldur er framgangur þeirra forsenda fyrir því að orkunýtingaráformin geti orðið að veruleika. Þær hugmyndir um orkuverð, sem verður að nota í áætlunum og samningum um orkunýtingarkosti, eru ekki nógu öruggar fyrr en virkjun hefur verið hönnuð og vitað er um það orkukerfi og -markað sem hún á að starfa í.

Þeir orkunýtingarkostir sem eru til athugunar á mismunandi stigum undirbúnings eru þessir:

Nýtt 210 þús tn. álver Atlantal, 1. áfangi.	3100 GWh/ári
Nýtt 200 þús tn álver Kaiser.	3000 GWh/ári
Síðari áfangi álvers Atlantal.	3100 GWh/ári
Sala raforku um sæstreng, 1. áfangi.	3800 GWh/ári
Annar áfangi sæstrengs.	3800 GWh/ári

Samtals jafngilda þessar hugmyndir virkjunum með um 17000 GWh ársorkugetu. Ef framkvæmdatími þessara áforma er 20 ár vex hinn almenni markaður á sama tímabili um 1000 GWh (50 GWh/ári árlega skv. orkuspa). Ef einnig er gert ráð fyrir að eiga borð fyrir báru þannig að taka megi inn ýmsa minni orkunýtingarkosti, t.d. sem jafngiltu 2000 GWh ársorkuþörf á sama tímabili, er verið að tala um nýjar virkjanir með allt að 20000 GWh ársorkuvinnslu árið 2015.

2. Staða undirbúningsrannsókna

Til viðbótar við Blönduvirkjun eru virkjanir með um 3000 GWh ársorkugetu nánast tilbúnar til byggingar. Á hönnunarstigi eða mjög nærri því eru virkjanir með um 3200 GWh ársorkugetu (Sultartanga-, Vatnsfells-, Búðarhálsvirkjun og virkjun Efri Þjórsár).

Tilbúnir virkjunarkostir:	3000 GWh/ári
Á síðustu stigum undirbúnings:	3200 GWh/ári

Á forathugunarstigi eru t.d. eftirfarandi kostir:

Jökulsá á Dal	4000 GWh/ári
Jökulsá á Fjöllum	4500 GWh/ári
Hraunavirkjun	1400-1800 GWh/ári
Jökulsár í Skagafirði	800-1400 GWh/ári
Hvítá í Árn.	2000 GWh/ári
Neðri Þjórsá	2000 GWh/ári
Alls:	15-16000 GWh/ári

Þessir virkjunarkostir hafa samtals um 21500 GWh ársorkugetu. Um þær virkjanir sem eru lengst komnar í undirbúningi má segja að vart er um aðra kosti að ræða til virkjunar fyrir aldamót, en ekkert er hægt að fullyrða um að þeir séu allir það hagkvæmasta sem völ er á. Um þá sem eru á fyrri stigum undirbúnings (forathugunarstigi) er það að segja að Jökulsárnar á NA-landi eru líklega 10 til 20% hagkvæmari en hinar hagstæðustu meðal hinna, samkvæmt lauslegum athugunum. Það eru hinsvegar ýmsir annmarkar á að ganga að þeim sem vísnum, og þar veða umhverfismál þungt, og m.a. einnig af þeim sökum erfitt að segja fyrir um það hvenær hægt yrði að taka ákvörðun um byggingu virkjana þar. Samskonar fyrirvara verður að setja varðandi Hvítá í Árn. Áætlanir um Hraunavirkjun og Jökulsár í Skagafirði eru ekki komnar á það stig að hægt sé að segja fyrir um hagkvæmni, en það gæti orðið á fyrri hluta árs 1993. Um virkjanir í Neðri Þjórsá hafa verið fyrirvarar varðandi kostnað vegna jarðskjálftahættu, en þær eru á lokastigi í forathugun.

Að frátöldum þessum virkjunarkostum er yfirlétt lítið vitað um möguleika, nema í Skjálfandafljóti við Íshólsvatn, (500 GWh/ári). Í Markarfljóti (900 GWh/ári) er virkjunarkostur á fyrri stigum forathugunar. Í Síðuvötnum (Hólmsá, Skaftá, Hverfisfljóti, Djúpá og Núpsá) er talið geta verið allt að 3-4000 GWh/ári af hagkvæmri orku, en það er lítið kannað. Aðrir kostir, sem vitað er um eru smáir og síður áhugaverðir fyrir orkufreka nýtingu. Rétt er að geta þess að á Orkustofnun hefur verið litið á möguleika þess að safna vatni með safngöngum í tvær stórar virkjanir á Vestfjörðum af hálendinu sitt hvoru megin við Djúp, og benda fyrstu áætlanir til að þar megi ná allt að 1000 GWh ársorku, sem yrði líklega um 20 % dýrari en flestir aðrir kostir sem áður eru taldir.

Af þessu yfirliti má ljóst vera að þeir virkjunarkostir sem eru til athugunar eru í það knappasta fyrir þá nýtingarmöguleika sem eru til umræðu, ekki hvað síst í ljósi fyrirsjáanlegra fyrirvara við hagkvæmustu nýtingu þeirra. Ennfremur er það skoðun Orkustofnunar, að nokkrir smáir til meðalstórir kostir verði að vera meðal kosta sem hægt er að velja til byggingar til að mæta óvissu um nýtingarmynstur, einkum varðandi smærri orkunýtendur en þá sem hér hafa verið nefndir.

Það verkefni sem er til úrlausnar er einfaldlega, hvernig á að gera þessa uppbyggingu á orkusviðinu mögulega? Hvað á að undirbúa, hver á að sjá um það, hvað kostar það og hver á að borga?

3. Framkvæmd

3.1 Hvað á að undirbúa

Aðeins vatnsaflsvirkjanir koma til greina til þess að framleiða þá orku sem hér er til umræðu. Miðað við þær áætlanir sem Orkustofnun og ráðgjafar Landsvirkjunar hafa gert virðist framleiðslukostnaður í þessum virkjunum (20 TWh) geta verið á bilinu 13 til 17 kr á ársklóvattstund, miðað við t.d. 15 kr í Fljótsdalsvirkjun. Það verð er samkeppnishæft á alþjóðavísu, sbr. nýgerðan samning Atlantáls og könnunarviðræður Kaiser og hollenskra aðila. Óljósar hugmyndir um

mögulegan orkukostnað í háhitavirkjunum benda til að þær skili dýrari raforku, auk ýmissa annarra annmarka á raforkuvinnslu með háhita.

Annmarkar á raforkuvinnslu með háhita: Í yfirlýsingu UNIPEDE um umhverfismál segir m.a. eftir að hafa útlistað almennt um það hve notkun raforkunnar er umhverfisvæn miðað við önnur orkuform. "Thus UNIPEDE members have a strong interest in preventing the adverse effects associated with a product which on the whole, brings benefits to our society. In trying to ensure that the effects on the environment are optimised, UNIPEDE members keep in mind their overall environmental objectives which are:

- The harmonisation of their activities with the environment.
- The optimisation of environmental interaction.
- The efficient and sustainable use of natural resources."

Vinnsla jarðhita er námavinnsla, þ.e. auðlindin tæmist við nýtingu á meðan vatnsorkan er endurnýjanleg auðlind. Orkunýtni í raforkuframleiðslu með háhitaorku er lítil, og ef ekki eru skilyrði til að fullnýta varmaorkuna við aðra framleiðslu, er raforkuvinnsla úr háhita soun á tæmanlegri auðlind.

Miðað við þá möguleika sem taldir eru í 1. kafla og lista yfir virkjanir í undirbúningi í öðrum kafla, er ljóst að forathugun þarf að vera lokið á a.m.k. öllu því sem þar er nefnt fyrir aldamót. Sú forathugun hefði það að markmiði að skilgreina virkjunarkosti og orkukostnað þannig að þeim megi raða í forgangsrið gagnvart hönnun og byggingu í samræmi við þörf fyrirsjáanlegra notenda.

Ef litið er til fjarlægari framtíðar er augljóst að á tímabilinu fram til aldamóta þyrfti að gera fyrstu forathugun á virkjunarmöguleikum í Síðuvötnum og efsta hluta Skjálfandaflióts, endurskoða fyrstu forathuganir virkjunar í Markarfljóti og við Íshólsvatn. Meðal þessara virkjunarmöguleika er hægt að sjá fyrir áfanga af heppilegri stærð fyrir smærri stórnotendur.

3.2 Verkaskipting í undirbúningsrannsóknum

Áður en þau fyrirtæki sem nú eru mest áberandi á orkusviðinu komu til, sá Raforkumálaskrifstofan (lög nr 12/1946) um allan undirbúning, byggingu og rekstur virkjana. Árið 1967 var stokkað upp og raforkuframleiðslu og dreifingu skipt á landshlutafyrirtækið Landsvirkjun, sem fékk virkjunarrétt á vatnasviði Þjórsár, og landsfyrirtækið Rafmagnsveitur ríkisins. Undirbúningsrannsóknir, umsjón með orkulindum, ráðgjöf við stjórnvöld o.fl var falið A-hluta ríkisstofnun, Orkustofnun. Með lögum (nr. 42, 23. maí 1983) var orkusvæði Landsvirkjunar fært út og náði til landsins alls. Fram að þeim tíma var verkaskipting þessara arftaka Raforkumálaskrifstofunnar nokkuð á reiki.

Um ábyrgð og verkaskiptingu hins opinbera (Orkustofnunar) og orkufyrirtækja (Landsvirkjunar) eru fyrirmæli í lögum um Orkustofnun (nr. 58, 29. apríl 1967) og reglugerð um Landsvirkjun (nr. 760, 16. nóv. 1983). Í Orkulögum segir að eitt af hlutverkum Orkustofnunar sé að annast "yfirlitsrannsóknir á Orkulindum landsins og skilyrðum til hagnýtingar þeirra,...". Samsvarandi segir í reglugerð um LV, að "við áætlanagerð um nýjar aflstöðvar hefur Landsvirkjun samvinnu við Orkustofnun, sem skal í aðalatriðum vera þannig að Orkustofnun annist grundvallar-rannsóknir og almennar rannsóknir til undirbúnings ákvarðanatöku um virkjunarstaði, en Landsvirkjun ákveður, að fengnum nauðsynlegum heimildum, hvar virkjað skuli og hvenær, og hún annast frekari rannsóknir á virkjunarstað, áætlanagerð og framkvæmdir."

Auk þess er Orkustofnun falið "að vera ríkisstjórninni til ráðuneytis um orkumál." Ennfremur "Að stuðla að samvinnu allra aðila, sem að orkumálum starfa, og vinna að samræmingu í rannsóknum, framkvæmdum og rekstri á sviði orkumála."

Í undirbúningsrannsóknum sér Vatnsorkudeild Orkustofnunar um forathuganir á virkjunarmögu-leikum. Til þess að tryggja skilvirkni rannsókna og koma í veg fyrir eyðslu fjármuna í vonlitlar virkjanir, hefur Vatnsorkudeild skilgreint nokkur forathugunarstig, þar sem þau fyrri hafa það fyrst og fremst að markmiði að meta hvort vert sé að verja fjármunum til frekari rannsókna á viðkomandi virkjunarsvæði, en hin síðari eru leit að heppilegasta virkjunarstað og mat á orkukostnaði. Það á síðan að leiða til niðurstöðu, sem nefnd hefur verið samræmd forathugun. Þar eru bornar saman mismunandi leiðir til að virkja tiltekið vatnsfall, og gerður samanburður við hliðstæðar forathuganir annarra vatnsfalla. Niðurstaðan er talin nothæf til að segja að einn virkjunarstaður sé betri en annar og þrengja valið um virkjunarkosti sem skera þarf úr um í forhönnun, sem ásamt framhaldsathugunum er á ábyrgð orkuframleiðenda.

Þessi verkaskipting er leiðandi í samstarfi Orkustofnunar og orkufyrirtækja um vatnamælingar, en í þeim sér Orkustofnun um mælingar og/eða vörslu og úrvinnslu mæligagna frá vatnsföllum sem þegar eru virkjuð og þar sem heimild Alþingis til virkjunar liggur fyrir, gegn greiðslu frá viðkomandi orkufyrirtæki. Vatnshæðarmælakerfi landsins er að öðru leyti á ábyrgð Orkustofnunar og rekstur þess greiddur af fjárveitingum til Orkustofnunar, enda þjónar það undirbúningi að framtíðarvirkjunum, þar sem ekkert orkufyrirtæki hefur leyfi til virkjunar.

Á seinasta ári tók Landsvirkjun að sér að leiða til lykta forathugun virkjana í Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal og undirbúning að vali úr ýmsum virkjunarleiðum. Samkvæmt þeim skilningi á hlutverkaskipan, sem hér hefur verið minnst á, er Landsvirkjun líklega á gráu svæði. Það álitamál er leyst með samvinnu um áætlanagerð og að fulltrúi frá Vatnsorkudeild fylgist með framgangi undirbúningsins.

Það er álitamál hvort það form sem nú er haft á undirbúningi virkjana sé í takt við það sem virðist vera að gerast í raforkumálum þjóðarinnar. Landsvirkjun hefur ekki einkaleyfi til raforkuframleiðslu, þótt hún hafi yfirburðarstöðu á því sviði nú. Er eðlilegt að Landsvirkjun standi í undirbúningsrannsóknum á virkjunum, sem öðrum verður e.t.v. falið að byggja. Ef ekki hver á þá að taka ábyrgð á þeim þar til virkjunarleyfi er úthlutað?

Löggjafinn gerir ráð fyrir því að hið opinbera beri ábyrgð á undirbúningi virkjana þar til hægt er að fela virkjunaraðilum að hanna og byggja viðkomandi virkjanir. Annaðhvort með beinum hætti eða með virku aðhaldi. Hið opinbera í umboði almennings á ríkra hagsmuna að gæta, að orkuverð sé svo lágt sem mögulegt er, og einnig verður að hafa í huga að með virkjunum eins og þeim er til umræðu eru, yrði bróðurpartinum af hagkvæmstu orkuauðlindum landsins ráðstafað, og landi, landkostum og rennsli fallvatna breytt í ríkara mæli en nokkru sinni fyrr síðan votlendi var þurrkað til túnaræktunar í stórum stíl.

Einnig og ekki síður er mikilvægt að leggja rækt við ráðgjafahlutverk Orkustofnunar í tengslum við þessi miklu áform. Það verður best gert með öflugri starfsemi í virkjunarrannsóknum og að fylgst sé náið með virkjunarundirbúningi orkufyrirtækja, þegar til þeirra kasta kemur.

3.3 Kostnaður og greiðandi

Árið 1989-1990 var fyrst gerð áætlun um átak í virkjunarrannsóknum. Miðað var við það, að Vatnsorkudeild sæi um þær með eigin starfsfólki, aðstoð frá Jarðhitadeild Orkustofnunar og með aðkeyptri þjónustu eftir því sem þurfti því til viðbótar. Stefnt var að samræmdri forathugun mis-

hratt eftir stöðu undirbúnings einstakra virkjunarstaða. Ef tekið er tillit til framgangs þeirra síðan áætlunin var gerð og yfirtöku Landsvirkjunar á forathugun Jökulsár á Dal og Jökulsár á Fjöllum, hefði Vatnsorkudeild þurft að hafa um 120 Mkr til ráðstöfunar á árinu 1992 í stað 112 Mkr. Ennfremur hefði verið nauðsynlegt að létta á kröfum um tekjur af þjónustu til að manna verkefni. Lauslega áætlað hefði Vatnsorkudeild þurft að hafa um 90 Mkr af fjárveitingum til Orkustofnunar í stað 73 Mkr á yfirstandandi ári.

Ekki er annað að sjá en að framgangur þessarra athugana ætti að hafa algeran forgang á Orkustofnun á yfirstandandi áratug. Framtíðarhorfur varðandi nýtingu háhita til raforkuframleiðslu eru allt aðrar. Miðað við núverandi forsendur er vart við því að búast að háhiti verði áhugaverður kostur fyrr en eftir a.m.k. 15-20 ár. Öfugt við vatnsorku geta aðstæður varðandi háhitanytingu vart annað en batnað með tímanum og aukinni tækniþekkingu, t.d. varðandi niðurdælingu á afgangsvarma og fjölpættari nýtingu til að minnka ennfrekar fyrirsjáanlega sóun samfara nýtingu háhita.

4. Framtíðaruppbygging Vatnsorkudeildar

Verkefnaskipulag Vatnsorkudeildar tekur mið af því, að forathugun virkjunarmöguleika í vatnsföllum landsins er aðalverkefni hennar. Verkfræði og áætlunadeild er ábyrg fyrir hinum "endanlegu" niðurstöðum, þ.e. forathugunum sem leiða til samræmdrar forathugunar. Önnur starfsemi á deildinni, sem er skipt niður á nokkur fagsvið, miðast við að skila tímanlega gögnum sem þarf til umræddra forathugana. Öflug áætlanagerð og verkfræðilegir útreikningar, sem gera sífelldar kröfur til betri gagna er besta tryggingin fyrir markvissum vinnubrögðum við gagnaöflun. Látja má hinni reikningslegu forathugun við eimreið sem dregur með sér hina vagnana (undirdeildirnar).

Uppbygging Verkfræði- og áætlunardeildar hefur gengið hægt vegna þrenginga í fjárhag Orkustofnunar. Það er hinsvegar augljóst að verkefni framundan kalla á að þeirri uppbyggingu verði hraðað. Það hefur verið hugmynd Vatnsorkudeildar, að þar starfi tveir verkfræðingar, og verði verkaskiptingin í meginráttum þannig að annar sinni aðallega forathugunum, en hinn virkjunarbanka, þ.e. vörslu upplýsinga sem varða forathugun og kerfi til að endurskoða eftir því sem þurfa þykir orkukostnaðarreikninga í eldri forathugunum. Að auki sinni báðir nauðsynlegri þróun þeirra forrita sem notuð eru við útreikninga í forathugun. Hugmynd Vatnsorkudeildar er að virkjunarbanki verði byggður upp í Landfræðilegu Upplýsingakerfi (LUK), en fyrirsjáanlega verður það kerfi allsráðandi í kortagerð og allri skipulagsvinnu í náinni framtíð. Það mun m.a. auðvelda mjög afgreiðslu varðandi umhverfismat, en augljóslega þarf að vinna hluta af umhverfismati á forathugunarstigi til að stytta það ferli, sem ný lög um umhverfismat munu gera kröfu til.

5. Niðurstöður

Til þess að mögulegt sé að ljúka tímanlega undirbúningi þeirra virkjana sem þarf til að gera fyrirhugaða orkunýtingarkosti að veruleika, þarf á næstu árum að ljúka samræmdri forathugun á a.m.k. 16000 GWh ársorku. Þar af vinnur Landsvirkjun að undirbúningi virkjana undir hönnun, sem svara til um 9000 GWh/ári. Orkustofnun þyrfti að ljúka samræmdri forathugun virkjana með a.m.k. 7000 GWh ársorkugetu, en þær eru allar skammt á veg komnar. Lauslega er áætlað að Vatnsorkudeild Orkustofnunar þyrfti á næstu árum 15-20 Mkr til viðbótar miðað við hlut sinn í fjárveitingum til Orkustofnunar 1992.

Eftir því hve flóknar virkjanir eru, er talið að það taki 9-11 ár að ljúka hönnun, útboði og byggingu eftir að heppileg virkjunarleið er fundin. Því er ljóst að hinni samræmdu forathugun þarf að vera lokið á tímabilinu 1995-2000.

Þær tölur sem hér eru nefndar eru lágmarkstölur, því hafa verður í huga, að það er ekki fyrirfram gefið að þeir virkjunarkostir, sem nefndir eru í kafla 2 séu endilega þeir bestu þegar upp er staðið. Í því sambandi er rétt að benda á að meðal þeirra eru virkjanir, sem einna helst hefur verið gerður fyrirvari við af umhverfisástæðum, en það gæti leitt til þess að hvorki verði hægt að virkja þar af þeirri stærð eða með þeirri hagkvæmni, sem áætlanir hafa hingað til gert ráð fyrir. Þess vegna er bent á viðbótarkosti, sem þyrfti að undirbúa undir samræmda forathugun.

Vatnsorkudeild telur nauðsynlegt að efla sínar verkfræðiáætlanir og upplýsingavörslu um virkjunarmöguleika (Virkjanabanka), og verði ráðin vekfræðingur til viðbótar við þann sem fyrir er á Verkfræði- og áætladeild. Að öðru leiti er það framkvæmdaatriði hvort fólk verði flutt á milli verkefna innan stofnunar, eða verkefni leyst með aðkeyptri þjónustu.