

**Landsnefnd Íslands
í Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunni**

SÝNIEINTAK
-má ekki fjarlægja

Skýrsla
um 12. þing Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar
í Nýju Delhi 18.-23. sept. 1983

Jakob Björnsson
orkumálastjóri

Janúar 1984

Landsnefnd Íslands

í Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunni

Skýrsla

**um 12. þing Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar
í Nýju Delhi 18.-23. sept. 1983**

**Jakob Björnsson
orkumálastjóri**

Janúar 1984

Efnisyfirlit

1. Skýrsla um 12. þing Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar í Nýju Delhi 18.-23. sept. 1983.
2. Fylgiskjöl
 - 2.1 Yfirlit yfir tólfta þing Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar. Yfirlýsing Alþjóðlega framkvæmdaráðsins. Nýju Delhi 23. sept. 1983.
 - 2.2 Horfur í orkumálum árin 2000-2020. Frásögn af skýrslu frá Orkusparnaðarnefnd Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar. Jakob Björnsson tók saman. Nóv. 1983
 - 2.3 National Energy Data Report, Iceland 1981. World Energy Conference - Icelandic National Committee 1983.
 - 2.4 Einkennistölugur fyrir árið 1981 um þjóðarframleiðslu og orkunotkun í ýmsum löndum skv. landsskýrslum um orku frá nokkrum meðlimum Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar, 1983 10 12.
 - 2.5 Hydropower Resources as a Means for Economic Growth through Development of Power-Intensive Industries as Exemplified by the Case of Iceland Dr. Jóhannes Nordal, Halldór Jónatansson, Jóhann Már Maríusson (Erindi frá Landsnefnd Íslands í AOR, lagt fram á 12. þinginu).

Alþjóðlega orkumálaráðstefnan (AOR) er meðal hinna elstu alþjóðlegu samtaka á sviði orkumála. Hið fyrsta þing hennar var haldið 1924. Hún er jafnframt víðfeðmust slíkra samtaka, bæði landfræðilega og faglega, en hún spannar alla þætti orkumála, gagnstætt því sem er um ýmis sérsamtök, svo sem Alþjóðlega gassambandið (IGU), Alþjóðlegu ráðstefnuna um stór raforkukerfi (CIGRE) og mörg fleiri. AOR er ekki samtök ríkisstjórna og því ópólitísk, og hefur vegna þess tekist að sneiða hjá vandkvæðum er leiða af mismunandi stjórnálalegum viðhorfum og deilum á sviði alþjóðastjórn mála, en slík vandkvæði hrjá t.d. ýmsar sérstofnanir Sameinuðu þjóðanna og ýmsar ráðstefnur um orkumál á þeirra vegum.

Alþjóðlega orkumálaráðstefnan er byggð upp úr landsnefndum, einni í hverju landi. Sem stendur eru þær um 80 að tölu, í öllum heimshlutum; í iðnríkjum og þróunarlöndum; löndum með markaðsbúskap og áætlunarbúskap. Samtökunum stýrir Alþjóðlega framkvæmdaráðið, en í því situr einn fulltrúi hvers landsnefndar með atkvæðisrétti, og fer hver með eitt atkvæði, án tillits til fólksfjölda þess lands sem nefndin starfar í. Samtökin reka aðalskrifstofu í London. Henni stýrir aðalritari AOR. Kostnaður er greiddur með árgjöldum, sem reiknuð eru eftir sérstakri formúlu, sem m.a. tekur tillit til orkunotkunar á mann í viðkomandi landi. Á vegum samtakanna starfa nú orðið ýmsar millipingarnefndir að sérstökum verkefnum. Hin helsta þeirra nú sem stendur er svonefnd Orkusparnaðarnefnd, sem á undanförunum tíu árum hefur gert merkar athuganir á alþjóðlegum orkumálum.

Í tengslum við tólfta þingið í Nýju Delhi var haldinn ársfundur Alþjóðlegu framkvæmdaráðsins. Sat undirritaður, sem er formaður íslensku landsnefndarinnar, hann sem fulltrúi hennar. Hið merkasta sem á þeim fundi gerðist var tvímálalaust það, að Alþýðulýðveldið Kína var tekið í samtökin án þess þó að Taiwan hyrfi úr þeim.

Það mál hafði verið lengi undirbúið af formanni Framkvæmdaráðsins, Finnanum Sven Hultin, ásamt aðalritaranum. Til þess að bæði Alþjóð- lýðveldið og Taiwan (sem kallar sig Lýðveldið Kína) geti verið í samtökunum þurfti að breyta stofnskrá þeirra, en breytingar á henni þarf að samþykkja með tveimur þriðju hluta atkvæða á lögmatum fundi í Framkvæmdaráðinu. Á fundinum í Delhi voru fulltrúar 46 landsnefnda og var hann lögmatum þar eð hann sátu fulltrúar fyrir meira en helming allra landsnefnda í AOR. 36 greiddu atkvæði meðbreytingum, en 10 á móti. Það voru Sovétríkin, Austur-Evrópuríkin og fáein þróunarlönd sem mótaskvæðin áttu. Þegar breytingin á stofnskránni hafði náð fram að ganga var upptaka Kína samþykkt með öllum 46 atkvæðum. Lauk þannig farsællega máli sem lengi hefur verið á döfinni, og þótti formaður og aðalritari hafa sýnt mikla lipurð og lagni við að leysa erfitt deilumál.

Samanburður landa á milli um orkuvinnslu og orkunotkun hefur löngum verið erfiður, m.a. vegna þess að orkukerfi landa eru innbyrðis ólík; skýrslur eru ófullkomnar og ekki hafa verið til samræmdar reglur um umreikninga orku milli mismunandi forma. Þannig nota t.d. Sameinuðu þjóðirnar annan grundvöll fyrir orkuskýrslur sínar en ýmis önnur fjölþjóðleg samtök, svo sem Efnahags- og framfarastofnunin (OECD) og Alþjóða orkumálastofnunin (IEA), og eru skýrslur þessara samtaka því ekki sambærilegar að öllu leyti. Fyrir nokkrum árum kaus Alþjóðlega framkvæmdaráðið nefnd til að semja samræmdar reglur um umreikning orku með það fyrir augum að allar landsnefndir AOR sendu samtökunum í framtíðinni árlega landsskýrslur um orkumál í löndum sínum er allar skyldu gerðar eftir þessum samræmdu reglum. Á fundi ráðsins í Sevilla á Spáni 1982 skilaði nefndin bráðabirgðaálit, sem rætt var á fundinum og henni falið að skila lokatillögum á fundi ráðsins í ár. Jafnframt fór fram á fundinum í Sevilla könnun á því, hve margar landsnefndir treystu sér til að leggja slíka skýrslu fyrir 12. þingið í Nýju Delhi 1983. Milli 25 og 30 lönd skráðu sig á þann lista, og var Ísland í þeirra hópi.

Á fundi Framkvæmdaráðsins í Nýju Delhi skilaði nefndin um orkuumreikninga lokaálit og tillögum sem ráðið samþykkti endanlega. 27 lönd skiluðu landsskýrslum. Fylgir íslenska skýrslan hér með, og á sérstakri yfirlitstöflu sem einnig fylgir hér með eru sýndar nokkrar

einkennistötlur um þjóðarframleiðslu og orkunotkun í þessum 27 löndum. Enn sem komið er hefur aðeins þriðjungur meðlima AOR skilað þessum landsskýrslum. Sumir eiga í erfiðleikum með það vegna þess að öll skýrslugerð heima fyrir er í molum; aðrir hafa enn ekki komið því í verk. Þess er vænst að mun fleiri skýrslur berist á næstu árum, nú þegar fyrirmyndin og fordæmið er komið. Standa vonir til að með tímanum myndi þessar landsskýrslur þátttakenda í AOR víðtækustu og best samræmdu alþjóðaskýrslurnar á orkusviðinu. Er þá mikilvægu markmiði náð. Mönnum er sífellt að verða betur ljóst hið alþjóðlega eðli orkumála og hversu einn er þar öðrum háður. Traustar skýrslur, innbyrðis samræmdar, eru ómetanlegt hjálpartæki.

Þing Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar eru haldin á þriggja ára fresti. Hið næsta á undan þessu var haldið í München 1980. Þessi þing eru jafnan mjög fjölsótt. Um 4.000 þátttakendur komu til München, auk maka og annara gesta. Á þessu þingi voru nokkru færri þátttakendur, eða um 3.000. Frá Íslandi voru 8 þátttakendur, þrír sem starfa að rannsóknar- og ráðgjafasstarfssemi á sviði orkumála, fjórir frá orkufyrirtækjum í eigu ríkisins eða ríkis og sveitarfélaga í sameiningu, og einn frá ráðgjafaverkfræðifyrirtæki í einkaeign. Til samanburðar má geta þess að 42 þátttakendur sóttu þingið frá Danmörku; 53 frá Finnlandi, 57 frá Noregi, 65 frá Svíþjóð, 121 frá Bretlandi, 109 frá Vestur-Þýskalandi, 113 frá Frakklandi og 126 frá Bandaríkjunum.

Venjan er, að hvert þing tekur til meðferðar eitt höfuðviðfangsefni. Á þinginu í München var það "Orka handa heimi okkar". Megináhersla var á því, hvernig afla mætti nægrar orku og hvað hún kostaði. Umræðan stóð mjög í ljósi nýlegra hækkana á olíuverði (1979), og segja má, að sjónarmið og viðhorf iðnríkjanna hafi sett mestan svip á þingið. Á tólfta þinginu var höfuðviðfangsefnið "Orka, þróun, lífsgæði". Megináherslan var á þýðingu orkunnar fyrir efnahagsþróun og betra mannlíf. Umræðan mótaðist í miklu ríkari mæli en á fyrri þingum af viðhorfum þróunarlandanna, enda er þetta fyrsta þing AOR sem haldið er í dæmi-gerðu þróunarlandi. Segja má, að á þessu þingi hafi áherslan fyrst og fremst verið lögð á tilgang þess að tryggja nægilega og örugga orku í framtíðinni, en á þinginu í München fremur á leiðirnar að því marki,

auk þess sem mun rækilegar var fjallað um sérþarfir og sérvanda þróunarlandanna, ekki síst þeirra sem flytja inn olíu, en gert var á þingu í München.

Um 160 erindi frá 50 löndum og alþjóðastofnunum voru lögð fram á þinginu. Erindunum og umræðum á þinginu var skipt í fjóra höfuðflokka, eða deildir, eftir viðfangsefnum, á þann hátt sem hér segir:

1. deild: Ný tækni og nýjar aðferðir til að virkja og nýta orkulindir betur.
2. deild: Tiltækar orkulindir og langtímastjórnun á nýtingu þeirra.
3. deild: Orka og lífsgæði - Áhrif orkunýtingar á samfélagið.
4. deild: Alþjóðleg samvinna og framlag til alheimsstefnu í orkumálum.

Hverri deild var síðan skipt í undirdeildir. Fundir fóru fram samtímis í fleiri en einni deild, þannig að ógerlegt var fyrir sama manninn að sitja þá alla. Auk tæknifunda og allsherjarfunda í deildunum fóru fram 6 hringborðsumræður um þrengra afmörkuð efni og 7 vinnuhópaumræður um efni tengd ráðstefnunni, sem verið hafa til meðhöndlunar í vinnuhópum og nefndum milli þinga hjá Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunni.

Eitt erindi frá Íslandi var lagt fram á þinginu. Fékk Ísland ekki stærri kvóta í sinn hlut, en af hálfu íslensku landsnefndarinnar voru þrjú erindi boðin fram við undirbúning þingsins. Íslenska erindið var í 2. deild og nefnist "Vatnsorka sem undirstaða hagvaxtar með eflingu orkufreks iðnaðar í ljósi reynslu frá Íslandi", eftir þá dr. Jóhannes Nordal, stjórnarformann, Halldór Jónatansson forstjóra og Jóhann Má Maríusson aðstoðarforstjóra Landsvirkjunar.

Í erindinu er efnahagspróuin á Íslandi undanfarna áratugi rakin stuttlega og sagt frá helstu náttúruauðlindum landsins og takmörkunum þeirra. Greint er sérstaklega frá orkulindunum, vatnsorku og jarðhita, og nýtingu þeirra í almennum orkubúskap landsins. Raktar eru hugmyndir og umræður hér á landi um virkjun orkulindanna til orkufreks iðnaðar í því skyni að gera efnahag landsins stöðugri og traustari með því

að skjóta undir hann nýjum stoðum til viðbótar hefðbundnum atvinnugreinum landsmanna. Bent er á möguleika Íslands á sviði orkufreks iðnaðar, en afurðir slíkra iðngreina nema um 15% af öllum vöruútflutningi í heiminum. Fjallað er um vandkvæðin fyrir lítið land eins og Ísland á því að koma upp svona iðngreinum, sem þurfa að fjármagnast að langmestu leyti með erlendu fjármagni, og rakin er reynsla Íslendinga á þessu sviði til þessa.

Í umræðum í 2. deild komu m.a. fram fyrirspurnir varðandi þetta erindi, sem viðstaddir höfundar svöruðu.

Einn vinnuhópafundanna sjö fjallaði um nýjar og endurnýjanlegar orkulindir. Var þess farið á leit við íslensku landsnefndina að hún benti á mann til að fjalla um jarðhita í umræðum í þeim hópi. Dr. Ingvar Birgir Friðleifsson á Jarðhitadeild Orkustofnunar tók það verk að sér, en hann er forstöðumaður Jarðhitaskólans, sem Orkustofnun og Háskóli Sameinuðu þjóðanna í Tókíó reka hér sameiginlega. Ingvar benti m.a. á í inngangserindi sínu að háhita-jarðhiti væri í 24 löndum, og lághiti í mun fleiri; yfir 50. Í 17 þessara landa er rafmagn nú þegar framleitt með jarðgufu. Hann rakti mikilvægi undirbúningsrannsókna undir virkjun jarðhita, og taldi að reikna mætti með nálægt 5 ársverkum sérfræðinga fyrir hvert virkjað MW í rafafli. Hann benti á mikilvægi tilflutnings á þekkingu til þróunarlanda á jarðhitasviðinu; gat um Jarðhita-skólam hér og framlag Íslendinga í þessum efnum fyrr og síðar.

Á þinginu var lögð fram skýrsla sem Orkusparnaðarnefnd Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar hefur unnið að nokkur undanfarin ár um horfur í orkumálum heimsins árin 2000 go 2020. Með þessari skýrslu fylgir frásögn af henni, þar sem meginatriði hennar eru rakin. Skýrsla þessi var meðal þess markverðasta sem fram kom á þinginu.

Það er vitaskuld erfitt að draga saman í stuttu máli heildarniðurstöður af svo víðfeðmu og fjölbreytilegu þingi. Á fundi Framkvæmdaráðsins að morgni síðasta þingdagsins var lagt fram og rætt yfirlit yfir þinghaldið og það síðan samþykkt sem yfirlýsing frá Alþjóðlega framkvæmdaráðinu. Hún var síðan flutt á lokafundi þingsins þá síðar um daginn. Með þessari skýrslu fylgir íslensk þýðing á þessu yfirliti yfir störf 12. þings AOR. Þar kemur m.a. fram, að hið almenna viðhorf í erindum og umræðum hafi verið það, að heimurinn hafi nú lært sína

lexíu af olíukreppunni. Aldrei frammar verði það látið viðgangast að menn verði jafn berskjaldaðir fyrir verðsveiflum og öðrum truflunum á einni einstakri vöru eins og menn voru gagnvart olíunni fyrir 10 árum. Eftir á séð væri nú ljóst, að verðlag á olíu fyrir 10 árum hefði ekki verið í neinu samræmi við notagildi hennar í samanburði við aðrar orkulindir. Það er nú breytt, og var talið að olía væri nú seld á nálægt raunvirði. Þessi leiðrétting hefði vissulega verið sársaukafull og væri það enn fyrir marga, en nú væri útlit fyrir að sársaukinn færi dvínandi.

Fram kom á áberandi hátt í erindum og umræðum að hvarvetna leitast menn nú við að vera minna háðir olíunni en áður og takmarka olíunotkunina með ýmsum ráðum, en þó einkum tveimur þ.e. með því að nota aðra orkugjafa í hennar stað og með beinum sparnaði. Báðar leiðirnar skipta máli, en hin fyrri, nýting annarar orku í stað olíunnar, þó mun meira máli. Fyrir olíukreppuna hafði olía, í mörgum tilvikum innflutt, náð yfirburðastöðu á orkumarkaði helstu iðnríkja; stöðu sem eftir á séð fól í sér hættu fyrir efnahag þessara ríkja, eins og reynslan hefur rækilega leitt í ljós. Nú reyna iðnríkin að nýta aðrar orkulindir, einkum kol, jarðgas og kjarnorku, í stað olíunnar, og eru flest komin þar nokkuð áleiðis. En brautin er vandfarin. T.d. er víða mikil andstaða gegn nýtingu á kjarnorku. Fram kom í máli manna, ekki síst frá þróunarlöndum, að þessi andstaða myndi tefja samdráttinn í olíunotkun í iðnríkjunum en hann væri í raun forsenda fyrir samilegu jafnvægi á orkumarkaði heimsins í framtíðinni. Mikið mun reyna á kolin og ekki er ljóst hvort nægilegt framboð verður á þeim til að þau geti leyst olíuna af hólmi í nauðsynlegum mæli. Viðskipti landa á milli með kol, sem verið hafa lítil í samanburði við olíuviðskiptin, þurfa að margfaldast í næstu framtíð ef þetta mark á að nást. Sama er að segja um jarðgas. Mörg ljón eru á vegi slíkra viðskipta; ekki síst pólitískar hindranir sbr. innflutning á jarðgasi frá Sovétríkjunum og kolum frá Suður-Afríku.

Fram kom á tólfta þinginu að verulega hefur áunnist í orkusparnaði í iðnríkjunum og í nýtingu annara orkugjafa en olíu í hennar stað. Sumt af þeim ávinningi er að þakka efnahagskreppunni, sem bitnað hefur harðar á orkufrekustu atvinnugreinunum en öðrum. En einnig er um varanlegan ávinning að ræða sem ekki hverfur þótt rofi til á

efnahagssviðinu. Á síðustu 10 árum hefur orkunotkun á hverja framleiðslueiningu lækkað um 10-30% í mörgum mikilvægum iðngreinum, og olíunotkun á framleiðslueiningu enn meir. Einnig kom fram, að miklir möguleikar væru á að spara orku í nýjum byggingum sem hannaðar eru sérstaklega með það fyrir augum; jafnvel allt að 50%. Þetta á þó aðeins við um byggingar í köldu eða tempruðu loftslagi. Eftir því sem kröfur vaxa um loftkælingu í byggingum í heitum löndum mun orkunotkun þar stórákast, og þar er mun örðugra og dýrara að koma við orkusparnaði en í hitun.

Lögð var mikil áhersla á nauðsyn fræðslu og upplýsinga um orkusparnað, og bent á að konur gegna lykilhlutverki varðandi orkusparnað á heimilum um allan heim.

Í áður nefndri skýrslu Orkusparnaðarnefndarinnar er komist að þeirri niðurstöðu að orkuhorfur í heiminum einkennist af sífellt ótryggara jafnvægi. Geta kol og kjarnorka, ásamt sparnaði, haldið olíunotkuninni í skefjum, einkum í iðnríkjunum? Núverandi offramboð á olíu og þar af leiðandi slaki á olíumörkuðum má ekki villa mönnum sýn og ekki verða til að tefja það að hrint sé í framkvæmd orkumálastefnu sem miðar að sparnaði og að því að nýta aðrar orkulindir í stað olíu. Á þetta er lögð áhersla í skýrslu Orkusparnaðarnefndar AOR.

Á tólfta þinginu voru orkumál þróunarlandanna í brennidepli. Þessi lönd geta ekki dregið úr olíunotkun sinni eins og iðnríkin, einfaldlega vegna þess að hún er mjög lítil fyrir, enda þótt þessi lönd verði einnig að nýta olíu skynsamlega. Þvert á móti hlýtur olíunotkun þróunarlandanna að stórákast í framtíðinni ef þar á að verða viðunandi hagvöxtur og núlifandi fólk þar að eygja einhvern endi á eyðinni. Til þess að þetta sé mögulegt samtímis því að olíunotkun í heiminum er haldið í skefjum verða iðnríkin að draga úr sinni olíunotkun. Að öðrum kosti fer spenna á olíumarkaðinum vaxandi og verðið hækkar. Í slíku verðstríði yrðu það fyrst og fremst þau þróunarlönd sem flytja inn olíu sem tapa.

Það var því ein af mikilvægustu niðurstöðum þingsins að viðleitni iðnríkjanna til að takmarka eða draga úr olíunotkun sinni með sparnaði og með því að nýta aðrar orkulindir, svo sem kol og kjarnorku; viðleitni, sem væri út af fyrir sig runnin af rótum eigin hagsmuna iðnríkjanna, væri líklega jafnframt sú allra mikilvægasta aðstoð sem þessi ríki geta veitt þróunarlöndum á orkusviðinu. Með því er stuðlað að því í fyrsta lagi að þróunarlöndin geti yfirleitt fengið þá olíu sem er forsenda efnahagsframfara í þessum löndum, og í öðru lagi að þau fái hana á viðráðanlegu verði.

Ágóðinn af viðleitni margra iðnríkja til að búa sem mest að sínu í orkumálum kemur þannig ekki þeim einum til góða heldur allri heimsbyggðinni.

Á þetta var lögð mikil áhersla af fulltrúum margra þróunarlanda, sem sumir hverjir höfðu litla samúð með því fólki í iðnríkjunum sem berst gegn notkun kjarnorku. Sú andstaða er til þess fallin að halda uppi olíunotkun iðnríkjanna, töldu þeir, og þannig beinlínis andstæð hagsmunum þróunarlandanna.

Á það var bent, að olían væri þróunarlöndum ómissandi orkulind í efnahagsuppbyggingu þeirra sökum fjölbreytilegra notkunarmöguleika; auðveldleika í notkun og háþróaðrar notkunartækni, sem ekki væri dýr. Þróunarlönd hefðu á hinn bóginn hvorki efni á dýrri orkutækni eins og þeirri sem fylgdi notkun kjarnorku, né heldur væru orkukerfi þeirra undir það búin að nýta hana. Iðnríkin yrðu að bera kostnaðinn af slíkri tækni. Þróunarlöndin hefðu heldur ekki tíma til að bíða eftir því að nýting varanlegra orkulinda svo sem sólarorku og vindorku yrði nægjanlega ódýr til að koma þessum löndum til góða. Aukin olíunotkun væri því óhjákvæmileg í þessum löndum, að minnsta kosti í nálægri framtíð. Ýmsir gagnrýndu viðleitni sumra þróunarlanda til að tileinka sér dýra orkutækni iðnríkja, svo sem kjarnorkutækni; sólhlöður o.fl. og töldu þeirra takmarkaða fé betur varið til annars.

Með þessu er ekki sagt að fólk í þróunarlöndum þurfi ekki að sinna orkusparnaði og viðhafa aðgæslu í orkunotkun. T.d. eru hvergi meiri möguleikar til að spara orku við matseld en í þessum löndum, þar sem

orkunýtingin er afar léleg í opnum hlóðum, og meginhluti af orku eldiviðarins eða taðsins fer út í buskann. Sú einfalda breyting að nota lokuð eldstæði í stað opinna getur þar skipt sköpum. Þrátt fyrir viðleitni stjórnvalda í mörgum þessara landa í þessa átt ganga breytingar hægt, vegna íhaldssemi í gamlar venjur; fáfræði og almenns volæðis.

Áberandi á tólfta þinginu var krafa margra þróunarlanda um tilfærslu á þekkingu frá iðnríkjunum á sviði orkumála og á fjármagnsaðstoð iðnríkja. Margir töldu að leit að olíu, gasi og öðrum hefðbundnum orkulindum í þróunarlöndum væri of lítið sinnt. Aðrir voruðu við oftrú á árangri slíkrar leitar. Mörg þróunarríki, einkum þau sem flytja inn olíu, geta ekki byggt upp viðunandi orkukerfi af eigin rammleik. Í þessu sambandi var minnst á áætlanir Alþjóðabankans um fjármagnsparfir á næsta áratug í þróunarríkjum sem flytja inn olíu, og lögð áhersla á það af hálfu þróunarlandanna að svo miklar fjárfestingar kölluðu á meiriháttar aðstoð ríkari þjóða. Fulltrúar þessara landa létu í ljós von um að hin miður jákvæða afstaða til þróunaraðstoðar sem orðið hefur vart í iðnríkjum nú á síðari árum muni brátt víkja fyrir meiri samúð með þörfum þróunarlanda sem flytja inn olíu.

Hér var umræðan komin inn á hið sama og flestar ráðstefnur um samskipti ríkra þjóða og fátækra snúast um, nfl. nýskipan í efnahagsmálum heimsins, og þar með í rauninni út fyrir hið eiginlega orkusvið. Fulltrúar iðnríkja hlustuðu með samúð á þessi sjónarmið, en lögðu fátt til mála að öðru leyti. Sumir bentu á að hér væri ekki allt komið undir aðstoð iðnríkjanna; stjórnvöld í þróunarlöndum yrðu að skapa skilyrði og ástand heima fyrir sem virkuðu hvetjandi á framfarir.

Umhverfisáhrif orkuvinnslu og orkunotkunar voru allmikið rædd á þinginu. Landeyðing í þróunarlöndum af völdum ofnýtingar á eldiviði er líklega alvarlegasti umhverfisvandinn í heiminum í dag sem tengist orkumálum, svo og sá vítahringur, sem felst í því að húsdýraáburði í þessum löndum er brennt í stórum stíl jafnframt því sem áburð skortir sárlega í matvælaframleiðslunni. Varðandi umhverfisvanda í iðnríkjum var athygli sérstaklega beint að áhrifum þess að tvöfalda kolanotkun á næstu

tveimur eða þremur áratugum. Bent var á, að viðeigandi aðgerðir til að hreinsa kolareyk hækka vinnslukostnað raforku frá kolastöðvum um allt að 50%. Mælanlegrar mengunar verður nú vart á heimskautasvæðum frá útblæstri eldsneytisstöðva og iðnaðar í tempruðu beltunum. Bent var á hið alþjóðlega eðli mengunarvandans og hvatt til samvinnu landa á milli um að skipuleggja byggingu eldsneytisstöðva og um skýrslugerð, gagnaúrvinnslu og túlkun gagna um mengun af völdum orkustöðva og orku-notkunar.

Eitt mikilvægasta umræðuefnið á tóflta þingi Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar, og jafnframt það sem framar öðru greindi það frá fyrri þingum, bar heitið "orka og lífsgæði". Þetta efni var sérstaklega sett á dagskrána að frumkvæði gestfjafanna, Indverja.

Þetta er í eðli sínu örðugt umræðuefni þó ekki væri nema vegna þess, að erfitt er að skilgreina orðið "lífsgæði". Engu að síður voru þetta áhugaverðar umræður; ekki síst sá hluti þeirra sem fjallaði um "orku og samfélag"; samhengið milli orku og efnahagsmála, bæði frá sjónarmiði iðnríkja og þróunarlanda. Þrátt fyrir að menn leggja mismunandi merkingu í orðið "lífsgæði" voru þeir samála um, að meiri orka, viturlega notuð, stuðlar að betri lífsskilyrðum og hærri lífsstaðli, einkum þar sem hið efnahagslega og félagslega ástand er bágborið fyrir. Ræðumenn frá bæði iðnríkjum og þróunarlöndum voru sammála um að nægileg orka er grundvallarforsenda hagvaxtar; lífssnauðsyn öllu mannlífi og manntegum framförum.

Það er grundvallaratriði að orkan sé viturlega notuð. Hirðuleysi í vinnslu og notkun orku getur haft margvísleg neikvæð áhrif og dregið út lífsgæðum. Nauðsynlegt er að forðast slík neikvæð áhrif í því skyni að gera ávinninginn af orkunýtingunni sem mestan fyrir samfélagið. Því er heildarsýn svo afar mikilvæg í orkumálum.

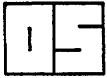
Spyrja má hvaða erindi Íslendingar eigi á samkomu sem 12. þing AOR, eða í þau samtök yfirleitt. Svárið er, að við eigum þangað sama erindi og í samfélag þjóða yfirleitt. Þetta þing áréttaði rækilega hið alþjóðlega eðli orkumála. Enginn er þar öðrum óháður - við ekki fremur en aðrir. Allir verða að leggja sitt af mörkum við að leysa orkuvanda

heimsins. Tilflutningur á þekkingu til þróunarlandanna er mjög brýnn. Þar höfum við Íslendingar lagt skerf af mörkum á sviði jarðhita að undanfögnu, og þurfum að halda því áfram og helst auka þann skerf, jafnframt því sem við nýtum okkur möguleika í þessu sambandi til að selja öðrum tækniþekkingu á sviði jarðhita og jafnvel á fleiri sviðum svo sem í virkjun vatnsorku í einkastöðvum og rafvæðingu strjálbýlis. Þrátt fyrir okkar eigin orkulindir verðum við um langan aldur háðir innflutningi á olíu til notkunar í samgöngum og fiskveiðum. Við verðum því að fylgjast vel með olíuviðskiptum og olíumörkuðum. Til dæmis er ástæða fyrir okkur að gefa gaum í tíma þeirri niðurstöðu í skýrslu Orkusparnaðarnefndarinnar að Sovétríkin, sem við kaupum meginhlutam af olíu okkar frá, verði orðin nettó-innflytjandi á olíu um aldamót í stað þess að þau hafa hingað til flutt meira út en inn. Frásögn af þessari skýrslu fylgir hér með. Í sömu skýrslu er komist að þeirri niðurstöðu, að á næstu áratugum muni virkjun vatnsorku vaxa einna örast í Mið- og Suður-Ameríku, en þar er mjög mikið óvirkjað vatnsafl, og að sú álfa verði orðin leiðandi í nýtingu vatnsorku árið 2020, í stað iðnríkjanna nú. Í þessum heimshluta getur því orðið að finna skæðustu keppinauta okkar í nýtingu vatnsorku til orkufreks iðnaðar er fram líða stundir. Vert er fyrir okkur að gefa þessu gaum í áætlunum okkar um virkjanir og orkunýtingu í næstu framtíð, því að nokkru getur skipt fyrir okkur hvernig við notum tímann þar til sú samkeppni fer að harðna. Okkur, eins og öðrum iðnríkjum, ber einnig að kosta kapps um að draga úr notkun olíu, bæði vegna okkar sjálfra, og eins vegna þess að í því felst ein mikilvægasta þróunaraðstoðin á orkusviðinu sem iðnríkin geta veitt.

Næsta þing AOR á undan þessu, hið ellefta, var haldið í München 1980. Skipulag og undirbúningur þess þótti frábær, enda eru Þjóðverjar frægir fyrir hæfileika sína í skipulagningu. Það var því með nokkurri eftirvæntingu að menn litu til þess, hvernig til myndi takast í þessu efni með tólfta þingið; hið fyrsta í eiginlegu þróunarlandi. Þar eiga indverska landsnefndin í AOR og indverska verkfræðingafélagið, sem ásamt henni önnuðust 12. þingið, mikið hrós skilið fyrir góðan undirbúning og örugga framkvæmd, en hvorttveggja var með miklum ágætum.

Reykjavík, í janúar 1984


Jakob Björhsson
orkumálastjóri



ORKUSTOFNUN
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

**Yfirlit yfir
tólfta þing
Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar**

Yfirlýsing frá Alþjóðlega framkvæmdaráðinu

**Flutt af
Dr. J. S. Foster
formanni Verkefnanefndar**

**Nýju Delhi
23. september 1983**

Tólfta þing Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar hefur farið fram á afgerandi tímamótum. Efnahagur heimsins virðist vera að ná sér eftir versta afturkipp á tveggja kynslóða tímabili. Enda þótt efnahagsástandið sé í eðli sínu sveiflukennt og afturkippur komi því aftur og aftur, þá er það samt svo, að þróun mála á orkusviðinu hefur haft mjög sterk áhrif á þá efnahagskreppu sem gengið hefur yfir nú að undanfögnu. Hinar miklu hækkanir 1973 og 1979 á verði olíu - mikilvægustu orkulindar heimsins nú sem stendur - komu af stað þessum síðasta afturkipp og réðu miklu um hve alvarlegur hann varð. Enda þótt margir þættir hafi áhrif á það, hversu fljótt við náum okkur upp úr öldudalnum og hversu varanlegur batinn verður, þá er þess að vænta að þróun mála á orkusviðinu muni eiga þar eins stóran þátt í og hún áður átti í að afturkippurinn varð. Það er einmitt vegna þessa sem þau sjónarmið sem fram komu á þessu þingi af hálfu einstakra landa, iðngreina og notenda eru svo afar mikilvæg. Þau bera vott þeirri þekkingu og því viðhorfi sem móta mun orkustefnu og framkvæmdir í orkumálum nú á næstunni sem aftur mun ráða úrslitum um þróun mála í fjarlægri framtíð.

Heimsbyggðin má fagna því sem fram kom á þessu þingi. Það bar vissulega vott um víðfeðma og djúpa þekkingu á mjög mörgum sviðum er orkumál varða, og einnig kom þar vissulega fram vitnisburður um að menn gerðu sér ljóst hvað gera þarf til að tryggja heimsbyggðinni nægjanlega og örugga orku, og einnig vitnisburður um vilja til að gera það sem til þarf. Við vitum auðvitað öll, að nægileg þekking og góður ásetningur eru ein sér engin trygging fyrir réttum aðgerðum. Einbeitni og úthald þurfa einnig að koma til ef árangur á að nást. Fram komu á þinginu fáinar óljósar efasemdir um að þessar eigindir yrðu til staðar í nægjanlegum mæli, en margir lögðu sterka áherslu á að þær yrðu að vera til staðar; árangur yrði að nást. Hið almenna viðhorf í erindum og umræðum á þinginu var það, að heimurinn hefði lært sína lexíu og að það yrði aldrei framar látið viðgangast að hann yrði jafn berskjaldaður fyrir verðsveiflum og öðrum truflunum á einni einstakri vöru eins og hann var gagnvart olíunni fyrir tíu árum. Það er vitaskuld ein meginástæða til bjartsýni í þessu efni. Olía er nú verðlögð á raunverði á orkumarkaði heimsins, í stað þess útsöluverðs sem

ríkti fyrir tíu árum. Meiriháttar misræmi í verðlagningu orku hefur verið leiðrétt. Játa ber, að þessi leiðrétting hefur haft í för með sér ýmsar sársaukafullar afleiðingar á efnahagssviðinu, en nú virðast þær vera að mildast, og svo mikið er víst, að þessi sérstaka orsök til óstöðugleika hefur nú verið upprætt, eða að minnsta kosti mjög úr henni dregið.

Yfir 160 erindi um hin margvíslegustu efni, samin af hinum færustu höfundum í um 50 löndum, voru lögð fram á þinginu og rædd. Haldnar voru hringborðsumræður um sjö meiriháttar viðfangsefni er drógu til sín sérfræðinga frá mörgum löndum til þess að skiptast á skoðunum sín á milli og við aðra þátttakendur í þinginu. Vinnuhópar fjölluðu í tengslum við þingið um efni er máli skipta fyrir þau verkefni sem Alþjóðlega orkumálaráðstefnan hefur í takinu nú sem stendur. Þess er enginn kostur að rekja alla þá fjölpættu þekkingu og einlægu áform sem fram komu á öllum þessum fundum. En viss efnisatriði hlutu sérstaka áherslu úr mörgum áttum. Nánari umfjöllun um þau kann að gefa nokkra hugmynd um það helsta sem fram kom á þinginu.

Þessi efnisatriði eru:

1. Nýjungar (sköpun nýrrar þekkingar og hagnýting hennar)
2. Að vera sjálfum sér nógur í orkumálum (að afla orkunnar heima fyrir í sem ríkustum mæli).
3. Fjölbreytni í orkuaðföngum einstakra landa og heimshluta.
4. Að vera í minna mæli en áður háður olíu.
5. Að nýta orkuna vel og fara sparlega með hana.
6. Alþjóðleg samvinna og þróunaraðstoð (í formi fjármagns, tækni og menntunar)
7. Verndun umhverfisins.
8. Lífsgæði.
9. Málið er aðkallandi (það liggur á að gera ráðstafanir til að tryggja bætt orkuaðföng, betri orkunýtingu og aðstoð við þróunarlöndin).

Í sumum ágætum erindum var dregið á önnur atriði, svo sem efnahagsleg viðhorf og samhengið milli stórframkvæmda í orkumálum og fæðuöflunar í heiminum. En sé tekið mið af því, hversu mörg erindanna fjölluðu um hvert viðfangsefni voru það þau níu efnissvið, sem talin voru hér að ofan, sem segja má að einkennt hafi þetta þing. Verður nú vikið að hverju þeirra um sig.

1. Nýjungar

Það er þekkingin sem sker úr um það, hversu mikið af orkulindum náttúrunnar unnt er að nýta. Aukin þekking er þar af leiðandi helsta tryggingin fyrir nægjanlegri orku í framtíðinni. Það hefur því verið ánægjulegt að heyra það á þessu þingi að mannleg hugmyndaauðgi er enn á lífi og að verki á orkusviðinu, og að þekking á öllum sviðum þessara mála heldur áfram að vaxa.

Fram komu skýrslur og frásagnir sérfræðinga um mjög margvíslegar tæknilegar framfarir. Rannsóknir og þróunarstarfið spannar yfir mjög fjölbreytt svið og fjölbreytileg viðfangsefni, sem eru með ólíkindum mismunandi stór og flókin, allt eftir notkunarháttum og staðháttum. Þau ná yfir könnun á orkulindum, orkuvinnslu, flutning og notkun orku, orkusparnað og orkugeymslu. Þessu til viðbótar komu fram frásagnir um víðtækari not nýrrar tækni og um hvað menn hafa lært á þessum sviðum.

Fulltrúar frá Bretlandi greindu frá nýrri tækni við könnun, nýtingu og sölu á kolum, olíu og jarðgasi. Fulltrúar frá Bretlandi, Búlgaríu og Indlandi sögðu frá reynslu af nýtingu steinkola og brúnkola, þar á meðal kola með lágu brennslugildi.

Af öðrum sviðum má nefna, að greint var frá áhugaverðum tilraunum í Ísrael með ísogskælingu sem stuðlar að betri nýtingu lághitaorku. Frá Sovétríkunum komu frásagnir af brennslu olíuflögubergs í Eistlandi, þar sem askan er nýtt við framleiðslu á áburði og sementi, svo og frásagnir af stórum flutningskerfum fyrir jarðgas. Frá ýmsum löndum var greint frá framförum ísamvinnslu á varmaorku og raforku.

Skýrsla frá Sviss rakti mikilvægi þess að ná samtímis hámarksafurðum af trefjaefnum og hámarksorku við nýtingu lífrænna efna. Rannsóknir í Austurríki lúta að því að bæta nýtni varmaorkuvera með þrefaldri Rankine-vinnurás þar sem þrennskonar vinnumiðlar eru notaðir. Lýst var tilraunum í Belgíu með gasvinnslu úr kolum þar sem notað er vetni undir háum þrýstingi og við háan hita í svonefndri "vatnseldlausnaraðferð". Frá Brasilíu var skýrt frá vinnslu á metanauðugu gasi úr sorpi frá borgum.

Greint var frá framförum við vinnslu raforku úr kjarnorku og sagt var frá rannsóknum er miða að því að þróa tækni til að vinna rafmagn úr samrunakjarnorku á fundum vinnuhópa er um þau efni fjölluðu. Þróun samrunatækninnar var talin eitt stærsta dæmið um gagnsemi alþjóðlegrar samvinnu við verkefni er skilar fyrst árangri eftir langan tíma. Sagt var frá framförum í vinnslu raforku úr sólarorku á fundi vinnuhóps sem fjallar um nýjar og endurnýjanlegar orkulindir.

Þessar frásagnir af vaxandi þekkingu eru vissulega meðal hins mikilvægasta sem fram kom á þessu þingi.

2. Að vera sjálfum sér nógur

Rauði þráðurinn í erindum og frásögnum um orkuáform einstakra landa var hið yfirlýsta markmið allra að stefna að því að vera sem mest sjálfum sér nógur í orkumálum hið allra fyrsta. Svo heppilega vill til, að enda þótt hvatinn að baki þessarar viðleitni sé eigin hagsmunir einstakra landa þá er árangur hennar hinn sami og ef að baki lögju hinar göfgustu hvatir, sem sé, löngunin til að hjálpa þeim sem lakar eru settir. Ef iðnríkin t.d. búa í ríkari mæli að sínu með því að nota kjarnorku og innlend kol og þróunarlöndin auka nýtingu sína á innlendum orkulindum þá minnkar það spennuna á olíu- og gasmarkaðnum, en þær orkulindir eru auðveldastar í flutningum og bjóða upp á fjölbreytilegustu notkunarmöguleika. Þær verða þá auðfengnari og við lægra verði fyrir mörg þróunarlönd sem mjög þurfa á olíu og gasi að halda í áformum sínum um efnahagsframfarir; til notkunar í landbúnaði, samgöngum og til mikilvægustu heimilisnota. Árangurinn af viðleitni til að búa sem mest að sínu í orkumálum kemur því ekki þeim einum til góða sem að slíku vinna, heldur jafnframt hinum sem hafa minni möguleika á að mæta þörfum sínum með innlendum orkulindum.

Eftirsóknin eftir því að vera sjálfum sér nógur hefur tvær hliðar; aðra er lýtur að hráorkulindunum sjálfum; hina er lýtur að tækninni til vinnslu þeirra. Að því er tekur til þess að finna þær hráorkulindir sem henta til vinnslu í hverju tilviki og ákvarða stærð þeirra, í því skyni að verða sjálfum sér nógur í sem ríkustum mæli eru markmið iðnríkja og þróunarlanda ekki svo ólík. Hins vegar er verulegur munur

milli iðnríkja og þróunarlanda í vali á tækni til að ná þessum markmiðum. Iðnríkin beita fyrst og fremst margbrotinni tækni sem fellur vel að þeirra orkukerfum eins og þau eru, en þróunarlöndin verða á sama hátt að leggja áherslu á einfalda tækni sem auðvelt er að beita við ríkjandi aðstæður heima fyrir.

Í iðnríkjum hefur viðleitnin til að vera sjálfum sér nógur einkum beinst að nýtingu kjarnorku, vatnsorku og kola. Í hringborðsumræðunum um kol var því til dæmis spáð, að notkun kola til raforkuvinnslu myndi tvöfaldast milli 1980 og 2000, og í samskonar umræðum um kjarnorku kom fram það álit að andstaða almennings gegn kjarnorkustöðvum hefði líklega náð hámarki, og framundan væru pantanir á nýjum vélasamstæðum á svæðum þar sem þeim hefði að undanförunni verið slegið á frest, vegna andstöðu almennings.

Einn mikilvægasti þátturinn í tilraunum þróunarlanda til að vera sjálfum sér nóg er virkjun vatnsorku. Í næstum öllum þeirra er óvirkjuð vatnsorka margföld á við þá sem virkjuð hefur verið til þessa. Smávirkjanir geta gert það mögulegt að hanna þær, smíða búnaðinn og setja hann upp af heimaaðilum og þær geta fallið vel að óskum um að heimamenn reki þær og stjórnir þeim. Önnur þróunarverkefni er lúta að því að búa að sínu eru tilraunir í Suður-Afríku með að hita vatn með sólarorku og áform í mörgum löndum að að vinna gas úr lífrænum efnum.

3. Fjölbreytni í orkuaðföngum

Fjölbreytni í orkulindum sem nýttar eru til aðfanga gerir orkuöflunarkerfi hvers lands traustara og ónæmara fyrir markaðstruflunum á einni einstakri vöru, á sama hátt og ef landið er mikið til sjálfu sér nóg um orku. Það er því ekki að undra að þau lönd sem leggja áherslu á sem mest sjálfstæði í orkumálum, en það virðast flest þeirra gera, reyni jafnframt að auka fjölbreytni í orkuaðföngum eftir því sem frekast er unnt.

Athugun sú á orkujöfnuði í fjarlægri framtíð, sem skýrt var frá á þinginu leiddi í ljós vaxandi tilhneigingu til fjölbreytni í orkukerfi heimsins. Árið 1960 fengu fimm svæði af þeim tíu, sem heiminum var

skipt upp í í athugun þessari, meira en helming orku sinnar úr einni einstakri orkulind, en aðeins þrjú svæði 1978. Athugunin bendir til að aðeins eitt svæði geri það árið 2000 og ekkert árið 2020.

Hin ákveðna viðleitni til fjölbreytni í vali orkulinda hlaut í hvívetna stuðning á þinginu. Vikið var að henni með einum eða öðrum hætti af öllum ræðumönnum við setningarathöfn þingsins. Hún var einnig mikið rædd á fundinum um "orku og samfélag" og "orkumál Indlands".

Í þróunarlöndum leitast menn við að ná meiri fjölbreytni fyrst og fremst með notkun sólarorku þar sem henni verður við komið ásamt með vindorku og orku úr lífrænum efnum, að viðbættum smávirkjunum vatnsorku (eins og áður er minnst á) og nýtingu innlands eldsneytis. Í Indlandi, Líbíu og Sírlandi er bæði kjarnorku og sólarorku beitt til að ná fram fjölbreytni og draga úr notkun olíu.

Af hálfu nokkurra landa var áhersla lögð á aukna nýtingu á innlendum kolum. Eins og fram kom á allsherjarfundinum í 2. deild vinna bæði Bandaríkin og Sovétríkin að því að auka nýtingu á jarðgasi til að skapa fjölbreytni, og spá vaxandi hlutdeild jarðgass í frumorkuframboðinu frá þeim 25% sem hún er nú. Annað dæmi um tilraun til að auka fjölbreytnina er að kanadísk rafveita hefur reist stóran kjarnakljúf í tiltölulega litlu rafkerfi með því að semja við nálægar rafveitur bandaríkjamegin við landamærin um að kaupa verulegan hluta raforkunnar frá honum.

Fjölbreytni í orkuframboði er eitt meginatriðið af fjórum í orkustefnu margra landa.

4. Að verða minna háður olíu

Meginmarkmið orkustefnu sem miðar að því að verða í meira mæli sjálfum sér nógur og að meiri fjölbreytni orkugjafa er það, að verða minna háður innfluttri orku og að verða ekki úr hófi fram háður neinni einstakri orkulind. Það voru að sjálfsögðu áhrif olíuverðshækkanna sem urðu kveikjan að slíkri orkustefnu, eftir að viðgengist hafði í mörgum löndum

að innflutt olía var orðin allsráðandi orkugjafi. Vegna þess að talið er að olíuverðshækkanirnar eigi meginsök á núverandi afturkipp í efnahagsmálum; vegna þess að óvissa ríkir um það, í hvaða mæli olíu verður fánleg í framtíðinni og vegna þess að búist er við að hún verði fyrsta meiriháttar orkulindin sem gengur til þurrðar, þá hafa flest ríki gert það að sérstökum lið í orkumálaáætlunum sínum að verða minna háð olíu en áður. Þessu marki er fyrst og fremst náð með því að láta aðrar orkulindir taka við hlutverki olíunnar. Aðgerðir í þessa átt eru taldar svo mikilvægar að Orkusparnaðarnefnd okkar setti á laggirnar sérstakan verkefnishóp til þess að kanna hinar ýmsu hliðar þess vandamáls að leysa olíuna af hólmi. Skýrsla hópsins, "Horfur á að leysa megi olíuna af hólmi 1980-2000" var meiriháttar framlag til þessa þings.

Skýrslan leiddi í ljós, að enda þótt lækkunin í hlutdeild olíu í orkunotkun heimsins úr 46% 1973 í 43% 1980 hafi að mestu orðið með þeim hætti að aðrir orkugjafar komu í stað olíunnar, þá er örðugleikum bundið að halda áfram á þeirri braut, og breytingar geta tæplega orðið örvar. Stærsta hindrunin í því efni er talin vera sú, að notandinn hefur ekki þá hvata til að hverfa frá olíunni, sem nægja til að yfirvinna þær tálmanir sem eru á þeirri braut, frá sjónarmiði notandans. Þrátt fyrir það er í skýrslunni rakið að hve miklu leyti og á hvaða notkunarviðum unnt er að skipta yfir í rá olíunni yfir á aðrar tegundir orku, og í hvaða geirum efnahagslífsins þetta er helst hægt. Þar er einnig að finna uppástungur um aðgerðir stjórnvalda til að fylgjast með framförum í þessu efni og til að tryggja að þær verði. Eigi að ná þeim hagvaxtarmarkmiðum sem þróunarlöndin hafa sett sér er óhjákvæmilegt að bæði olíunotkun þeirra og orkunotkun í heild vaxi. Ekki ber því að líta á það sem markmið í sjálfu sér að láta aðra orkugjafa koma í stað olíunnar, heldur er slík breyting liður í heildarstefnu sem miðar að skynsamlegri notkun orku yfirleitt.

Eins og fram kom í hringborðsumræðum um horfur í orkumálum á árabílinu 2000-2020 er þess vænst, að hlutdeild olíu í heildarnotkun heimsins á hráorku muni lækka úr 40% nú í 20% árið 2020. Óhjákvæmilegt er að slík breyting valdi meiriháttar áraun bæði tæknilega og efnahagslega á næstu áratugum. Það var einnig niðurstaða hringborðsumræðnanna að helsta aðferð iðnríkja til að gera sig minna háð olíunni væri sú, að auka notkun kjarnorku.

Sérstakur vinnuhópur fjallaði um þau vandamál sem við er að etja í þróunarlöndunum sérstaklega í viðleitni þeirra til að verða minna háð olíunni. Hópurinn benti á, að ekki væri unnt að benda á neina eina allsherjarleið sem allir gætu farið til að gera sig óháðari olíu, heldur hljóti aðstæður í hverju landi að skera úr um það, hvað fært er í því efni, bæði tæknilega og efnahagslega. Þær leiðir sem ræddar voru fólu í sér nýtingu innlends jarðgass, kola, vatnsorku og kjarnorku, en einnig gass úr lífrænum efnum, sólarorku og vindorku í stað olíunnar. Athygli var einnig vakin á hlutverki sveitarafvæðingar í viðleitninni til að draga úr olíunotkun; ávinningnum af henni og kostnaði sem hún hefur í för með sér. Enda þótt ábendingar kæmu fram um að fara bæri með gát í sveitarafvæðingu í þróunarlöndum, var niðurstaðan sú, að ávinningur af henni væri afar mikill, og á allsherjarfundinum í deild 3 var bent á þann ávinning af því að eiga kost á góðu og öruggu rafmagni í sveitum að með því dregur úr annari orkunotkun þar.

5. Að nýta orkuna vel og fara sparlega með hana.

Að vera sjálfum sér nógur; búa við fjölbreytni í orkuaðföngum og vera minna háður olíu en áður eru allt atriði sem gera orkuaðföngin auðveldari. Til viðbótar þessum þremur þáttum orkumálastefnu sinnar hafa mörg lönd bætt fjórða þættinum í orkumálaáætlanir sínar, þeim, að nýta orkuna vel og fara sparlega með hana. Af hálfu stjórnvalda er beitt fjármálalegum og hvetjandi aðgerðum ásamt fyrirmælum í lögum og reglugerðum, í því skyni að ná fram sparnaði og góðri orkunýtingu á heimilum, í verksmiðjum og orkubúskapnum í heild.

Jafn mikilvægt, og að margra áliti mikilvægari en slíkar ráðstafanir stjórnvalda, er hlutverk verðlagningar á orku í því að hvetja til hagkvæmrar orkunotkunar. En hvaða aðferðum sem beitt er þá hefur orkusparnaður orðið afar mikilvægt atriði í allri umbreytingu orku úr einu formi í annað og allri orkunotkun, og hlaut athygli á þinginu í samræmi við það.

Í vinnuhópnum um orkusparnað í iðnaði var skýrt frá verulegum endurbótum í orkunýtingu í mörgum helstu iðngreinum - í stáliðnaði,

sementsframleiðslu, efnaiðnaði, álvinnslu og trjákvöðuiðnaði. Á síðustu 10 árum hefur orkusparnaður, reiknað á hverja framleiðslueiningu, numið milli 10 og 30%, og olíunotkun hefur minnkað enn meir. Í nokkrum tilvikum hefur samvinnsla á iðnaðarvarma og raforku verið tekin upp, en skýrt var frá því, að stofnanalegir erfiðleikar og ákvæði í lögum og reglugerðum tálmuðu því oft að unnt væri að fara þá leið til að spara orku.

Í vinnuhópnum um orkusparnað í byggingum voru nefndar aðferðir sem geta minnkað orkunotkun um venjulega 30%, jafnframt því að góður arður fæst af því fé sem lagt er í aðgerðir til sparnaðar. Mun meiri sparnaði, venjulega 50%, má ná í nýjum byggingum sem hannaðar eru með góða orkunýtingu í huga. Hópurinn benti á, að sérstaklega væri þörf á að gefa gaum vandamálum við orkusparnað í byggingum í heitu loftslagi.

Á allsherjarfundi í deild 3 var bent á nokkur mikilvæg atriði varðandi góða nýtingu á orku. Látnar voru í ljós áhyggjur út af því, að venjulega þarf 10 sinnum meiri orku við framleiðslu matvæla en nemur þeirri orku sem þau hafa að geyma. Á fundinum var bent á geysilegt mikilvægi almenningsfræðslu um orkusparnað og á lykilhlutverk kvenna í orkusparnaði á heimilum.

Tæknifundurinn í 1. deild, sem helgaður var orkusparnaðartækni, beindi athyglinni að möguleikum til orkusparnaðar þar sem beitt er kerfislegum aðferðum, endurvinnslu úrgangsvarma, og samvinnslu. Einnig var bent á hve treglega reynsla af því að nota fleiri vinnurásir í raforkuvinnslu berst milli landa.

6. Alþjóðleg samvinna og þróunaraðstoð.

Að reiða sig á sjálfan sig; búa við fjölbreytni í aðföngum á orku, vera minna háður olíu og fara sparlega með orku eru allt þættir sem hvert land getur ráðið yfir sjálft meira og minna og ákveðið á eigin spýtur. En lönd og heimshlutar eru samt ekki sjálfum sér nóg. Einstakir hlutar heimsins eru mjög hver öðrum háðir, og velfarnaður eins hluta er allt eins mikið kominn undir ytri aðstæðum eins og þeim sem ríkja heima fyrir. Samhengið milli mismunandi heimshluta, og sérstaklega milli þróaðra ríkja og þróunarlanda var eitt mikilvægasta umræðuefnið á þinginu.

Nauðsyn á samvinnu milli þróaðra ríkja; þróunarlanda sem flytja út olíu og þróunarlanda sem flytja hana inn er augljós af reynslu undanfarandi ára. Aðeins með slíkri samvinnu er unnt að tryggja hæfilega dreifingu orkulinda og stöðugleika í efnahagsmálum. Þróunarlöndin bentu á nauðsyn þróunaraðstoðar í formi (1) fjármagns, (2) tilflutnings á tækniþekkingu og (2) tilflutnings á færni í verkfræði og stjórnun. Það kom mjög skýrt fram að lausn á orkuöflunarvanda þróunarríkjanna er í mjög ríkum mæli bundin meiri fjárfestingu í orkugeira þeirra, og að þróunarríki sem flytja inn olíu gætu ekki innan sinna vébanda aflað þess fjármagns sem til þarf. Í þessu samhengi var minnst á áætlanir Alþjóðabankans um fjármagnsþarfir á næsta áratug í þróunarríkjum sem flytja inn olíu, og lögð á það áhersla, að svo miklar fjárfestingar kölluðu á meiriháttar aðstoð ríkari þjóða. Látin var í ljós von um að hin miður jákvæða afstaða til þróunaraðstoðar sem orðið hefur vart í iðnríkjum nú á síðustu árum muni bráðlega víkja fyrir meiri samúð með þörfum þróunarlanda sem flytja inn olíu.

Tilfærsla á tækni og færni í stjórnun og á færni á tæknisviðinu er svo annað mál. Hún er að miklu leyti komin undir tvíhliða samvinnu aðila og ræðst af einkahagsmunum, sem eru hvati hennar. Það kom því lítið fram á þinginu um það, hvers eðlis nákvæmlega slík upplýsingamiðlun væri, eða um reynslu af henni. En þó gáfu nokkur erindi frá Bretlandi, Danmörku, Austur-Þýskalandi og Indlandi nokkra innsýn í reynslu á þessu sviði, bæði frá sjónarmiði veitenda og viðtakenda slíkrar þekkingar. Í erindinu frá Indlandi kom einkum ljóslega fram sá ávinningur sem það land hefur haft af tilfærslu á bæði tækni og þjálfun á tæknisviðinu á mjög mörgum sviðum orkumála.

Alþjóðleg samtök hafa átt nokkurn þátt í að skipuleggja þjálfun og menntun mannafla.

Umræður beindu athyglinni að möguleikum á samvinnu þróunarlandanna innbyrðis á vissum sviðum, svo sem í olíuleit. Í umræðum um vanda-mál í tengslum við að hraða virkjun vatnsorku var stungið upp á sérstakri þróunaraðstoð á því sviði. Þar eð kjarnorka mun hafa miklu hlutverki að gegna til lengri tíma lítið var látin í ljós von um þróunaraðstoð og meiri samvinnu landa á milli á því sviði líka.

7. Verndun umhverfisins

Vegna mikillar fólksfjölgunar í þróunarlöndum og iðnaðarúrgangs í iðnríkjum hefur áraun á umhverfið orðið mjög mikil á síðustu áratugum. Eyðing skóga og jafnvel breyting lands í eyðimörk á stórum svæðum í þróunarlöndum hefur alvarlega dregið úr hæfni þessara landssvæða til að halda uppi lífi í margvíslegu formi, þar með talið mannlíf. Mengun lofts og vatns í iðnríkjunum hefur á svipaðan hátt skemmt umhverfið. Þessi spjöll valda orðið talsverðum áhyggjum nú á síðari árum, og margir ræðumenn á þinginu ræddu því um umhverfispætti orkumálanna.

Varðandi umhverfisvanda í iðnríkjunum var athyglinni sérstaklega beint að áhrifum þess að tvöfalda kolanotkun á næstu tveimur eða þremur áratugum. Bent var á, að viðeigandi aðgerðir til að hreinsa kola-reyk hækkuðu vinnslukostnað raforku frá kolastöðvum um 50%. Einnig var bent á, að mengun frá brennslu eldsneytis berst mjög hratt út um umhverfið, og að á heimskautasvæðunum verður nú vart mælanlegra áhrifa af útblæstri frá eldsneytisstöðvum í tempraða beltinu. Með það í huga mælti allsherjарfundur í 3. deild með því, að gefinn yrði gaumur að sérstakri alþjóðlegri samvinnu í áætlanagerð um eldsneytisstöðvar og í skýrslugerð um umhverfisáhrif og túlkun gagna um þau.

Látnar voru í ljós miklar áhyggjur vegna eyðingar skóga, og fagnað var því mikilvæga starfi sem unnið er innan Umhverfismálaáætlunar Sameinuðu þjóðanna (UNEP) á þessu sviði. Athygli var vakin á vanda-málum vegna innanhússmengunar af reyk frá brennslu hefðbundins eldsneytis (eldiviðar) í þróunarlöndunum.

Önnur mikilvæg tillaga frá allsherjарfundinum í 3. deild varðandi umhverfismál var á þá lund, að í öllum athugunum á umhverfisáhrifum yrði að gera skýran greinarmun á tölfræðilegri fylgni sem fram kæmi í slíkum athugunum annarsvegar og sannreyndu orsakasamhengi hins vegar.

8. Lífsgæði

Hér komum við að einu megin-viðfangsefni þingsins- samhenginu milli þróunar á orkusviðinu og lífsgæða. Enda þótt erfitt sé að verða sammála um eina nákvæma skilgreiningu á orðinu "lífsgæði", og enda þótt menn kunni að leggja mismunandi merkingar í orðið eftir því efnahagslega og félagslega umhverfi sem þeir lifa í, þá voru menn sammála um, að meiri orka, notuð viturlega, stuðli að betri lífs-skilyrðum og hærri lífsstaðli. Þetta á sérstaklega við í þjóðfélögum þar sem hið efnahagslega og félagslega ástand er bágborið.

Hinar sérstöku umræður um "orku og samfélag" leiddu í ljós samhengið milli orkumála og efnahagsmála, bæði frá sjónarmiði iðnríkja og þróunarlanda. M. Auroux frá Frakklandi fjallaði um þann þátt sem orkan getur átt í að skapa samfélag sem býr við viðunandi hagvöxt. Aðrir ræðumenn frá iðnríkjum og Shri. Shiv Shankar frá Indlandi tóku undir það, og bentu á þá staðreynd, að nægileg orka er grundvallarforsenda hagvaxtar.

Þriðja deild tækniumræðnanna tók til meðferðar hinar ýmsu hliðar á áhrifum orkuþróunar á samfélagið. Fram kom, að enda þótt orka sé lífsnauðsyn öllu mannlífi og mannlegum framförum, þá getur hirðuleysisleg notkun hennar haft margháttuð neikvæð áhrif sem dregið geta úr lífsgæðum. Þingið lagði því áherslu á nauðsyn þess að viðhafa allar nauðsynlegar öryggisráðstafanir við nýtingu mismunandi orkulinda, í því skyni að gera ávinninginn fyrir samfélagið af nýtingunni sem mestan. Í þessu sambandi lagði þingið áherslu á nauðsyn fræðslu og þjálfunar mannafla á orkusviðinu, og á nauðsyn þess að viðhafa heildarsýn í nýtingu orkulinda.

9. Málið er aðkallandi.

Alþjóðlega orkumálaráðstefan hefur um langan aldur hvatt til tækniframfara, mælt með fjölbreytni í orkuaðföngum og að menn reiddu sig minna á olíuna, ýtt undir að orkan væri nýtt vel og farið væri sparlega með hana, talað fyrir umhverfisvernd og mælt með aðstoð við þróunarlöndin. Þess mætti vanta að dregið hefði úr árvekni okkar á þessum krepputímum. En svo er alls ekki! Það kom fram á öllu tólfta þinginu að núverandi kreppuástand hefur í engu breytt grundvallarforsendunum. Það kom fram

bæði í hinni snjöllu ræðu frú Gandhi og hinu þaulhugsaða yfirlits-erindi dr. Siemens við setningu þingsins, og það hefur endurómað á nær öllum tæknifundunum, í hringborðsumræðum og í vinnuhópaumræðum. Hér verða talin fáein þeirra atriða sem minnst var á:

1. Búist er við að mannfjöldi í heiminum verði orðinn 8-10 milljarðar árið 2020.
2. Helmingur þessa fólks, jafnmargir og nú búa á jörðinni, mun draga fram lífið í þróunarlöndum með orkunotkun undir 20 GJ/ári á hvern íbúa.
3. Orkunotkun í iðnríkjum mun staðna við meira en tífalda þá tölu, eða við nálægt 300 GJ/ári á íbúa.
4. Í sumum löndum fer nú orðið heilt dagsverk í að safna eldiviði til þarfa hvers dags, þ.e. "eldiviðarkreppan" er orðin að "eldiviðarneyð" og skóglendi heimsins í heild minnkar árlega um 250.000 km².

Það mætti halda áfram að telja, en boðskapurinn er augljós: Öflun nægilegrar orku um allan heim á komandi áratugum er mál sem skiptir hinu mesta máli. Sérstaklega er brýnt að þeir sem betur eru settir hjálpi hinum lakar settu.

Vér þátttakendur í þessu þingi njótum þeirra sjaldgæfu forréttinda að okkur er gefin umfram aðra innsýn í heimsástandið í þessum efnum. Stjórnvöld okkar njóta og forréttinda í þessu efni, en til viðeigandi aðgerða verður ekki gripið í nægilegum mæli nema almenningi í heimalöndum okkar verði gert málið ljóst. Breiðið því út boðskapinn!



ORKUSTOFNUN

Horfur í orkumálum árin 2000 og 2020

**Frásögn af skýrslu frá
Orkusparnaðarnefnd Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar**

**Jakob Björnsson
tók saman**

Nóvember 1983

1983 10 17

1. Inngangur

Á 12. þingi Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar í Nýju Delhi 18.-23. sept. 1983 var meðal annars lögð fram skýrsla frá Orkusparnaðarnefnd ráðstefnunnar um horfur í orkumálum heimsins árin 2000 og 2020. Að skýrslu þessari og athugunum þeim, er að baki henni liggja, hafa tíu svæðisbundnir verkefnishópar og einn miðhópur unnið að undanfarin fjögur ár eða svo. Hér á eftir verður rakið það helsta sem skýrslan hefur að geyma.

2. Athugun Orkusparnaðarnefndar frá 1978

Hér er um að ræða framhald verks sem Orkusparnaðarnefndin vann að á árunum 1975-1977 og miðaði að því að kanna hvernig orkukerfi heimsins gæti lagað sig að breyttum aðstæðum í olíumálum bæði hvað snertir verð olíunnar og þverrandi olíubirgðir jarðar. Hvernig er samtímis unnt að draga úr þeim vexti olíunotkunar í heiminum sem verið hefur stöðugur allt frá stríðslokum fram að fyrri olíukreppunni 1973, og sjá þó jafnframt fyrir nægilegri orku til þess að halda viðunandi hagvexti í iðnríkjunum og þá ekki síður í þróunarlöndum, þar sem ör hagvöxtur er beinlínis forsenda þess að núlifandi fólk eygi einhvern endi á yfirstandandi eynd og vesaldómi.

Verk þetta var að mestu unnið af sérfræðingum í Cambridge í Englandi, undir stjórn sérstaks verkefnishóps Orkusparnaðarnefndarinnar, sem skipaður var mönnum úr OECD-ríkjum (iðnríkjum Vesturlanda, Japans, Ástralíu og Nýja-Sjálands); iðnríkjum með áætlunarbúskap (Sovétríkjunum og Austur-Evrópu) og þróunarlöndum.

Niðurstöður þessarar könnunar birtust árið 1978. Þær eru all-ítarlega raktar í erindi undirritaðs á Orkuþingi 9.-11. júní 1981 er nefnist "Ástand og horfur í alþjóðlegum orkumálum" og birt er í 1.hefti þingtíðinda Orkuþings. Í sem allra stystu máli voru þær á þá lund, að unnt atti að vera að tryggja heiminum framboð á hráorku á tímabilinu fram

til 2020 er leyfði 4,2% hagvöxt á ári í OECD-ríkjum; svipaðan hagvöxt og undanfarin 25 ár í iðnríkjum með áætlunarbúskap (hann var ekki tilgreindur tölulega) og 5,7% í þróunaríkjum. Þetta eru meðaltölur yfir allt tímabilið, 1972-2020. Þessi niðurstaða var þó háð ýmsum skilyrðum, og voru þessi helst:

1. Orkunotkun flytjist í stórum stíl frá olíu yfir á aðrar orkulindir (einkum kol og kjarnorku í iðnríkjum), þannig að orkukerfi heimsins verði mun minna háð olíu en var.
2. Verulegur orkusparnaður eigi sér stað, þannig að t.d. 1% aukning þjóðarframleiðslu árið 2020 hafi aðeins í för með sér brot af þeirri aukningu í orkunotkun sem slík 1% aukning leiddi til 1972.

Vinstri hluti töflu 1 sýnir talnalega þær breytingar sem athugunin 1978 gerði ráð fyrir milli 1972 og 2020. Notkun hráorku er ætlað að nær fjórfaldist; úr 269 exajoule 1972 í 1000 exajoule árið 2020. Hlutfallstölurnar sýna vel þær stórfelldu breytingar á samsetningu hráorkunnar, sem reiknað er með. Þannig er gert ráð fyrir að hlutur olíu lækki úr 42,8% 1972 í 10,6% 2020 en hlutur kjarnorku vaxi úr 0,7% 1972 í 31,4% 2020 og nýrra og óhefðbundinna orkulinda úr 9,7 í 14%. Hlutur kola og vatnsorku er svipaður bæði árin en hlutur jarðgass er talinn muni dragast nokkuð saman.

Það er ekki nóg með að notkun olíu dragist saman hlutfallslega, heldur er beinlínis reiknað með að hún verði minni 2020 en 1972; 106 exajoule í stað 115.

3. Athugunin 1983

Áður en lengra er haldið er vert að vekja athygli á því, að tilgangurinn með þessum tveimur könnunum Orkusparnaðarnefndarinnar er ekki alveg sá sami, og aðferðin sem beitt er er heldur ekki sú sama. Segja má, að tilgangur athugunarinnar frá 1978 hafi verið sá, að kanna (1) hve mikið

getur framboðið af hráorku orðið í heild og eftir einstökum tegundum, ef gert er ráð fyrir að kapp verði lagt á að virkja aðrar orkulindir í stað olíu og á orkusparnað og (2) hve miklum hagvexti getur þetta hráorkuframboð staðið undir að þessum forsendum gefnum. Niðurstöðurnar urðu þær sem raktar eru hér að ofan.

Athugunin frá 1983 er unnin á allt annan hátt og út frá öðrum forsendum. Í fyrsta lagi er heiminum skipt upp í 10 svæði í stað þriggja 1978: (OECD-lönd; iðnríki með áætlunarbúskap; þróunarlönd). Í öðru lagi er hún ekki reist á framtíðarspá eins hóps sérfræðinga eins og þá, heldur spáðu "heimamenn", þ.e. hópar sérfræðinga í hverju hinna 10 svæða, sérstaklega fyrir hvert svæði um sig, með aðferðum sem hver hópur taldi best við eiga fyrir viðkomandi svæði. Sérstakur "miðhópur" dró svo saman niðurstöður "svæðishópanna" í heildaryfirlit og samræmdi vinnubrögð þeirra að öðru leyti en því sem snerti sérkenni hvers svæðis um sig. "Miðhóp" þennan myndaði verkefnisstjórnin, Frakkinn dr. J.R. Frisch, aðstoðarmaður forstjóra frönsku ríkisrafveitnanna, Electricité de France, ásamt samstarfsmönnum sínum. Í þriðja lagi er nú ekki leitast við að svara spurningunni um það, hve mikinn hagvöxt áætlað framboð á orku geti borið uppi, heldur er rýnt í væntanlegan hagvöxt í hverju hinna tíu svæða um sig út frá stöðunni nú og þróun undanfarinna ára, ásamt mati "heimamanna" í svæðishópunum á því, hvað framtíðin beri í skauti sér. Á grundvelli þessa hagsmats er orkupörfin síðan áætluð og skipting hennar á orkugjafa metin í ljósi stefnumiða í orkumálum innan hvers svæðis; tiltækra orkulinda þess og orkuviðskipta milli svæða. Í fjórða lagi er nú reynt að taka tillit til ástandsins í alþjóðlegum stjórnmálum og samskiptum ríkja við mat á horfum á orkusviðinu. Það er gert á þann hátt, að brugðið er upp tveimur svonefndum framtíðarsýnum (scenarios), þ.e.

Framtíðarsýn I, sem miðast við samskipti þjóða eins og þau ættu að vera, þ.e. hún samsvarar framtíðarmynd af friðsamlegum heimi, þar sem hagvöxtur mun, eftir að núverandi kreppuástandi lýkur, ná þeim hraða sem keppt er að bæði í þróunarlöndum og iðnríkjum. Hér er, í stuttu máli, um að ræða "rósráuða" framtíðarsýn, sem auðkennist af bjartsýni.

Framtíðarsýn II, sem miðast við vaxandi spennu og samsvarar framtíðarmynd þar sem átök, óvissa og vandi fara vaxandi, þar sem samskipti þjóða ráðast meiri af valdi en öðru, og framfarir öllu, þar sem heimurinn skiptist eftir nýjum línum; með iðnríkin öðru megin þar sem menn lifa saæmlega öruggu lífi og þriðja heiminn hinum megin, þar sem lífið verður æ ótryggara. Þetta er í stuttu máli "grá" framtíðarsýn, mótuð af svartlýni.

Hægri hluti töflu 1 sýnir útkomuna úr þessari athugun frá 1983, og skiptingu orkuþarfarinnar á orkulindir árið 2020. Athygli vekur, að heildarþörfin það ár er áætluð aðeins 79% af áætlaðri þörf samkvæmt athuguninni frá 1978 í framtíðarsýn I, og 61% í framtíðarsýn II. Hlutdeild einstakra orkulinda er einnig önnur en áætlað var 1978. Ekki hefur dregið eins mikið úr hlut olíu í heildinni og þá var spáð enda þótt heildarnotkun olíu 2020 í framtíðarsýn II sé nánast hin sama og spáð var þá. Hlutur kola er áætlaður svipaður og fyrr; jarðgass nokkru meiri, svo og vatnsorku, en kjarnorku miklum mun minni. Gætir þar áhrifa þeirrar svartlýni á framtíð kjarnorkunnar sem borið hefur á nú á síðustu árum, og stafar af þeirri andstöðu gegn byggingu kjarnorkustöðva sem mikið hefur borið á að undanfögnu í mörgum iðnríkjum, og þeim seinkunum sem leitt hefur af henni.

Í neðri hluta töflu 1 eru bornar saman annars vegar þær hagvaxtartölur, sem taldar voru mögulegar 1978 út frá tiltækri orku og hins vegar þær tölur sem 1983 voru taldar sennilegar. Eins og sjá má eru síðarnefndu hagvaxtartölurnar mun lægri en hinar fyrri, og skýrir það minni orkunotkun 2020 samkvæmt síðari könnuninni.

4. Helstu niðurstöður af athugun Orkusparnaðar- nefndarinnar 1983

Verður nú vikið nánar að horfunum í orkumálum heimsins eftir hinum tveimur framtíðarsýnum samkvæmt athuguninni 1983. Fyrst skal vikið að horfum um mannfjölda og efnahag, en þær ráða miklu um orkuþörfina.

4.1 Mannfjöldi á jörðinni var 1978 og er áætlaður sem hér segir:

1978	:	4,3 milljarðar
2000	:	6,0 "
2020	:	7,7 "

Hlutdeild þriðja heimsins, þróunarlandanna, í mannfjölda á jörðinni hefur farið vaxandi að undanfögnu og er búist við að svo verði áfram:

1960	:	67%
1978	:	72%
2000	:	77%
2020	:	80%

Þetta þýðir, að fólki í þriðja heiminum fjölgar um 3100 milljónir fram til 2020, en um 300 milljónir í iðnríkjunum.

4.2 Hagvöxtur Spáð er eftirfarandi hagvexti:

	<u>1978-2000</u>	<u>2000-2020</u>
Heimurinn í heild:		
Framtíðarsýn I:	3,65% á ári	2,9% á ári
Framtíðarsýn II:	2,65% á ári	2,0% á ári
(1960-1978: 5% á ári)		
Iðnríki með markaðsbúskap:		
Framtíðarsýn I:	3,0% á ári	2,15% á ári
Framtíðarsýn II:	2,2% á ári	1,55% á ári
(1960-1978: 4,5% á ári)		
Iðnríki með áætlunarbúskap:		
Framtíðarsýn I:	4,0% á ári	3,0% á ári
Framtíðarsýn II:	3,0% á ári	2,0% á ári
(1960-1978: 6,1% á ári)		
Þróunarlönd:		
Framtíðarsýn I:	5,4% á ári	4,4% á ári
Framtíðarsýn II:	3,9% á ári	3,2% á ári
(1960-1978: 5,9% á ári)		

4.3 Þjóðarframleiðsla á mann er talin munu verða þannig í Bandaríkja-
dölum á mann á verðlagi 1978; (1978 USD)

	<u>1978</u>	<u>2000</u>	<u>2020</u>
Heimurinn í heild:			
Framtíðarsýn I:	2085	3244	4516
Framtíðarsýn II:	2085	2626	3078
Iðnríki með markaðsbúskap:			
Framtíðarsýn I:	7303	12047	16522
Framtíðarsýn II:	7303	10162	12380
Iðnríki með áætlunarbúskap:			
Framtíðarsýn I:	3668	7707	12654
Framtíðarsýn II:	3668	6230	8415
Þróunarlönd:			
Framtíðarsýn I:	494	1030	1831
Framtíðarsýn II:	494	750	1069

Þessar tölur, sem eru meðaltölur fyrir þá þrjá hluta heimsins sem tilgreindir eru, fela í raun í sér mikinn mismun milli landa og landahópa. Til dæmis eru fátækustu þróunarlöndin í Suður-Asíu og Kína, Kampucheu, Vietnam o.fl. mun lakar sett en þróunarlöndin í heild, eins og eftirfarandi tölur um þjóðarframleiðslu á mann sýna (USD á mann á verðlagi 1978):

	<u>1978</u>	<u>2000</u>	<u>2020</u>
Suður-Asía:			
Framtíðarsýn I:	177	284	439
Framtíðarsýn II:	177	229	308
Kína, Kampuchea, Vietnam o.fl.:			
Framtíðarsýn I:	239	411	772
Framtíðarsýn II:	239	244	335

Hlutdeild þróunarlandanna í heimsframleiðslunni, (þ.e. þegar ekki er reiknað á mann) hefur farið vaxandi að undanförunu og er talið að svo verði áfram, eða sem hér segir:

	<u>Framtíðarsýn I</u>	<u>Framtíðarsýn II</u>
1960:	14,5%	14,5%
1978:	17,0%	17,0%
2000:	24,5%	22,1%
2020:	32,5%	27,8%

En þessi stækkandi hluti "heimskökunnar" er því nær étinn upp jafnóðum af fólksfjölguninni í þróunarlöndum umfram þá í iðnríkjunum, þannig að hlutfallið milli þjóðarframleiðslu á mann í þróunarlöndum og iðnríkjum breytist sáralítið. Hlutfallið hefur verið og er áætlað þannig:

	<u>Framtíðarsýn I</u>	<u>Framtíðarsýn II</u>
1960:	8%	8%
1978:	8%	8%
2000:	10%	8%
2020:	12%	10%

Þróunarlöndunum miðar samkvæmt þessu afar hægt að því marki að "ná" iðnríkjunum efnahagslega. Því veldur framár öllu hin öra fólksfjölgun í þessum löndum.

4.4 Orkunotkun

Tafla 2 sýnir orkunotkunina 1978 eftir þeim tíu landssvæðum, sem heiminum er skipt upp í, og áætlaða notkun 2000 og 2020. Tölurnar eru í exjoulum á ári og einnig er sýnd hlutfallsleg skipting eftir landssvæðum. Hlutdeild Norður-Ameríku og Vestur-Evrópu minnkar nokkuð, þróunarlandanna eykst verulega að tiltölu, enda þótt hlutdeild þeirra sé áfram lág.

Ef orkunotkuninni er deilt með mannfjölda koma út eftirtaldar tölur um orkunotkun á hvern íbúa, reiknað í gígajoulum á íbúa (GJ/íbúa) fyrir heiminn í heild og þá ríkjahópa sem taldir eru. Til samanburðar við þessar tölur má nefna, að árið 1981 var orkunotkun á Íslandi 319 GJ/íbúa, reiknað á sama hátt og hér er gert; 423 í Kanada; 324 í Bandaríkjunum og 309 í Noregi, en lægri í öðrum löndum.

	<u>1960</u>	<u>1978</u>	<u>2000</u>	<u>2020</u>
Heimurinn í heild:				
Framtíðarsýn I:	48	70	85	103
Framtíðarsýn II:	48	70	73	78
Iðnríki með markaðsbúskap:				
Framtíðarsýn I:	127	199	245	302
Framtíðarsýn II:	127	199	223	254
Iðnríki með áætlunarbúskap:				
Framtíðarsýn I:	81	167	256	324
Framtíðarsýn II:	81	167	226	264
Þróunarlönd:				
Framtíðarsýn I:	17	24	37	51
Framtíðarsýn II:	17	24	29	34
Eins og áður er hér um meðaltölur að ræða og einstök svæði skera sig veruleg úr. Til dæmis:				
Norður-Ameríka:				
Framtíðarsýn I:	257	367	394	451
Framtíðarsýn II:	257	367	363	389
Suður-Asía:				
Framtíðarsýn I:	9	11	16	21
Framtíðarsýn II:	9	11	13	15
Kína, Kampuchea, Vietnam o.fl.:				
Framtíðarsýn I:	18	27	34	40
Framtíðarsýn II:	18	27	27	28

Eins og þessar tölur bera með sér er því spáð að orkunotkun á mann í þróunarríkjum sem heild verði á næstu fjórum áratugum aðeins 13-17% af notkuninni í iðnríkjum Vesturlanda, Japan, Ástralíu og Nýja Sjálandi í heild sinni. Í fátækustu þróunarlöndunum verður orkunotkun á mann ekki nema 4-9% af notkuninni í Norður-Ameríku, þar sem hún er mest. Þessar tölur eru í grófum dráttum í samræmi við þau hlutföll sem að framan voru talin um þjóðarframleiðslu á mann.

Horfurnar fyrir þróunarlöndin eru sérstaklega daprar í framtíðarsýn II; þeirri sem tekur mið af vaxandi spennu í heiminum, einkum milli iðnríkja og þróunarríkja. Í skýrslu J-R Frisch er varpað fram þeirri spurningu, og hann varpaði henni sjálfur fram á 12. þinginu í Nýju-Delhi, hvort fátækustu þjóðirnar muni setta sig við svona hæga efnahagsþróun. Nærtæk er sú spurning einnig, hvort ekki sé með framtíðarsýn II komið inn í vítahring, þar sem spenna milli norðurs og suðurs, iðnríkja og þróunarríkja, leiði af sér hæggar efnahagsframfarir, einkum í þeim síðartöldu, sem aftur leiði til meiri spennu sem svo dragi enn úr framförunum. Ekki fengust svör við þessum spurningum á þinginu, enda þess varla að vænta, en fulltrúar margra þróunarlöndu bentu á að þessi niðurstaða skýrslunnar undirstrikaði nauðsyn á nýskipan á efnahagsmálum heimsbyggðarinnar eins og þróunarlöndum hafa lagt mikla áherslu á undanfarin ár.

Ekki eru þó öll þróunarlönd eins á vegi stödd í þessu tilliti, eins og tölurnar hér að ofan bera raunar með sér. Í skýrslunni er komist að þeirri niðurstöðu, að það stefni í þrískiptan heim, þar sem skipta megi löndum í þrjá hópa. Í hinum fyrsta eru iðnríkin, bæði með markaðsbúskap og áætlunarbúskap; í öðrum hin auðugri þróunarlönd, einkum olíuútflutningsríkin í Norður-Afríku og Miðausturlöndum; Suðaustur-Asía og Mið- og Suður-Ameríka. Í þriðja hópnum eru svo fátækari þróunarlönd, einkum Afríka sunnan Sahara (að undanskilinni Suður-Afríku); Suður-Asía og Asíulönd með áætlunarbúskap (Kína, Vietnam, Kampuchea o.fl.).

65-70% af áætluðum vexti heimsframleiðslunnar milli 1960 og 2020 verða í fyrsta hópnum og 56-62% af aukningu orkunotkunar í heiminum á sama tímabili, en aðeins 11% fólksfjölgunarinnar. Lönd í öðrum hópnum taka við milli 24 og 29% framleiðsluaukningar; orkuaukningar og fólksfjölgunar, en lönd í þriðja hópnum fá í sinn hlut aðeins 7% framleiðsluaukningarinnar, 14-18% orkuaukningarinnar, en 60% fólksfjölgunarinnar milli 1960 og 2020.

4.5 Einstakar orkulindir

Í töflu 1 er sýnd hlutdeild helstu orkulinda í að fullnægja heildarþörf heimsins fyrir orku árin 1978, 2000 og 2020. Hlutdeild olíu er áætluð að minnka úr 39,3% 1978 í 18-20% 2020, eftir því hvor framtíðarsýnin er lögð til grundvallar, þ.e. hlutdeild olíunnar lækkar um helming. Kol munu auka hlut sinn nokkuð; jarðgas standa nánast í stað hlutfallslega, en hlutur kjarnorku sexfaldast. Vatnsorka mun auka hlut sinn nokkuð, en nýjar og óhefðbundnar orkulindir minna. Til þeirra teljast sólarorka, vindorka, lífræn efni og jarðhiti, en einnig tæmanlegar orkulindir sem ekki eru nýttar í dag, svo sem olíuflöguberg, tjörusandur og svo nefndar óhefðbundnar gaslindir. Nokkuð eru skiptar skoðanir um hvort kjarnorkan muni auka hlut sinn jafnmikið og tafla 1 sýnir, í ljósi hinnar miklu andstöðu gegn kjarnorkustöðvum sem orðið hefur vart víða um lönd. Sú skoðun kom þó fram á þinginu í Delhi, þótt ekki væru allir henni sammála, að þessi andstaða hefði nú náð hámarki og myndi fara minnkandi á næstu árum.

Eins og tafla 1 ber með sér er gert ráð fyrir að hlutdeild vatnsorkunnar aukist hlutfallslega um 28-33%, og að orkuvinnsla með vatnsafla vaxi að magni til um 159-253%, eftir því hvort gengið er út frá framtíðarsýn II eða I. Í töflu 3 er skipting vatnsorkuvinnslunnar eftir landssvæðum sýnd. Árið 1978 voru 75% hennar í iðnríkjunum; 13% í Mið- og Suður-Ameríku, og 12% í öðrum þróunarlöndum, en árið 2020 yrðu samsvarandi tölur 49%, 29% og 22% miðað við framtíðarsýn II. Taflan sýnir einnig að árið 2020 er Mið- og Suður-Ameríka orðið það heimssvæði sem mest nýtir vatnsorku, enda er þar mjög mikið óvirkjað vatnsafl. Ástæða er til þess fyrir okkur Íslendinga að gefa gaum að þessum horfum, því ríki Suður-Ameríku geta er fram líða stundir orðið skæðustu keppinautar okkar í nýtingu vatnsorku til raforkufreks iðnaðar. Getur skipt miklu fyrir okkur hvernig við notum tímann þangað til sú samkeppni fer að harðna.

4.6 Viðskipti með orku

Svo sem áður er getið er sá meginmunur á athugun Orkusparnaðarnefndarinnar 1983 og fyrri athugunum hennar, að nú var heiminum skipt upp í tíu svæði (sjá t.d. töflu 2), þar sem "heimamenn" gerðu sérstakar spár fyrir hvert um sig. Þetta gerir það m.a. mögulegt að bera saman orkuviðskipti milli þessara landssvæða nú og í framtíðinni.

Viðskipti landa (og heimshluta) á milli með orku eru sem kunnugt er að mestu takmörkuð við þrjár orkulindir: Olíu (hráolíu að langmestu leyti, en þó smávegis með unnar olíuvörur einnig); kol og jarðgas. Smávegis er um viðskipti með raforku sem unnin er úr vatnsorku milli nálægra landa, en þau viðskipti eru þó mjög lítil borið saman við þær þrjár orkulindir sem nefndar voru. Sama er að segja um viðskipti með úraníum.

Töflur 4, 5 og 6 gefa yfirlit yfir áætlaðan útflutning (Ú); innflutning (I) og skiptajöfnuð (J) hvers um sig af heimshlutunum 10 með olíu (tafla 4); kol (tafla 5) og jarðgas (tafla 6). Neikvæður skiptajöfnuður táknar að svæðið flytur meira inn en út. Tölurnar eru samkvæmt áætlunum hvers um sig hinna 10 "svæðishópa". Þar eð þeir unnu hver í sínu lagi kemur fram visst misræmi þegar á heildina er litið, sem lýsir sér í því, að jöfnuðurinn fyrir heiminn í heild er ekki 0, eins og hann hlýtur óhjákvæmilega að vera í reynd þar eð útflutningur eins hlýtur jafnframt að vera innflutningur einhverra annara.

Tölurnar fyrir olíuna eru gefnar upp í milljónum tonna af olíu, en fyrir kol og jarðgas í milljónum tonna að olíuígildi þ.e. tiltekið er það magn olíu þarf til að gefa sama orkuinnihald. Sjálft orkuinnihald viðskiptanna, í exajoulum, EJ, fæst með því að margfalda tonnátölurnar með 0,044.

Yfirgnæfandi hluti þessara orkuviðskipta fór fram í formi olíu 1978, en þá nam t.d. olíuútflutningur 91,4% alls orkuútflutnings. Olíuviðskiptin námu það ár einnig yfir helmingi allrar olíunotkunar í heiminum (útflutningur nam 51,3%, sjá töflu 4, neðst). Meira en helmingur allrar olíu var þannig notaður í öðrum heimshluta en hún er unnin í. Tilsvarandi hlutföll fyrir útflutning í kolum 1978 var 4,2% og á jarðgasi 5,1%.

Athyglisverðasta niðurstaðan varðandi þessi orkuviðskipti er sú, að gert er ráð fyrir stórfelldum samdrætti í olíuviðskiptum, jafnhliða mikilli aukningu viðskipta með kol (fast eldsneyti) og jarðgas. Olíuútflutningur mun þannig samkvæmt spánni minnka úr 1374 milljónum tonna 1978 í 936 milljónir tonna 2020 samkvæmt framtíðarsýn I, og 707 milljónir tonna samkvæmt framtíðarsýn II, og nema þá 26,2% (I) eða 29,1% (II) notkunarinnar í stað 51,3% 1978. Hvert heimssvæði verður samkvæmt þessu sjálfu sér nógt um olíu 2020 í miklu ríkari mæli en 1978. Það ætti að öðru jöfnu að minnka spennuna á olíumarkaðinum. Kanska minnkar það spennuna í alþjóðlegum stjórnmálum einnig. Viðskipti með fast eldsneyti - kol fyrst og fremst - eru talin munu aukast úr 71 milljón tonna útflutningi að olíuígildi 1978 í 548 milljónir 2020 samkvæmt framtíðarsýn I og 378 milljónir í framtíðarsýn II, eða úr 4,2% heildarnotkunar 1978 í 9,6% 2020 (I) eða 8,6% (II). Á samsvarandi hátt er útflutningur á jarðgasi talin munu aukast úr 59 milljónum tonna að olíuígildi 1978 og 5,1% notkunar í 361 milljónir tonna og 11,4% notkunar 2020 í framtíðarsýn I og 223 milljónir tonna og 9,3% í framtíðarsýn II.

Fyrir okkur Íslendinga, sem kaupum stærstan hluta olíu okkar frá Sovétríkjunum, er fróðlegt að veita því athygli að Sovétríkin og Austur-Evrópa verða orðin netto-innflytjendur á olíu um aldamót og verða það framvegis samkvæmt þessari spá, í stað þess að þau fluttu út 32 milljónir tonna netto 1978.

Norður-Afríka og Mið-Austurlönd verða stærsti olíuútflytjandi heims næstu áratugin, en útflutningur þeirra mun samkvæmt spánni dragast saman úr 1002 milljónum tonna 1978 í 665 milljónir tonna 2020 í framtíðarsýn I og 548 milljónir í framtíðarsýn II. Þessi samdráttur stafar fyrst og fremst af stórauðinni olíunotkun heima fyrir í þessum löndum því gert er ráð fyrir svipaðri olíuvinnslu í þeim allan tímann.

Stærstu innflytjendur olíu 1978 voru Vestur-Evrópa, Norður-Ameríka og Japan. Stærsta breytingin í innflutningi er samkvæmt spánni sú, að olíuinnflutningur Norður-Ameríku dregst saman úr 341 milljón tonna 1978 í 51 milljón tonna 2020 í framtíðarsýn I og 36 milljónir í framtíðarsýn II. Innflutningur Vestur-Evrópu er talinn munu dragast saman úr 602 milljónum tonna 1978 í 399 milljónir 2020 í framtíðarsýn I og í 346 milljónir í II. Samdráttur verður einnig í innflutningi Japana, en minni. Samanlagt nemur samdráttur í olíuinnflutningi þessara þriggja

svæða 639 milljónum tonna 1978-2020 í framtíðarsýn I. Útflutningur frá Norður-Afríku og Miðausturlöndum rýrnar í sömu framtíðarsýn um 337 milljónir tonna, jafnframt því að Kína eykur útflutning sinn um 87 milljónir tonna. Mun meiri olía verður samkvæmt þessu tiltæk fyrir þróunarlönd sem flytja inn olíu sem er út af fyrir sig ljós punktur í þessari spá, sem ekki er unnt að telja glæsilega fyrir þróunarlöndin að öðru leyti.

Athygli vekur, að Mið- og Suður-Ameríka hafa lítil viðskipti með olíu út á við samkvæmt spánni, og að útflutningur og innflutningur stenst nokkurn veginn á. Olíulindir Venezuela og Mexico munu samkvæmt því fyrst og fremst verða nytjaðar af þeim sjálfum og nágrönnum þeirra í latnesku Ameríku.

Ef litið er á kolaviðskiptin (tafla 5) sést, að stærstu kolaútflytjendurnir eru Norður-Ameríka, Sovétríkin og Austur-Evrópa og Afríka sunnan Sahara (Suður-Afríka fyrst og fremst), og loks Japan, Ástralía og Nýja-Sjáland (þ.e. Ástralía). Þetta eru líka samkvæmt spánni mestu kolaútflytjendur framtíðarinnar og munu allir stórauka útflutning sinn, eða úr 69 milljónum tonna að olíuígildi samtals 1978 í 454 milljónir tonna 2020 í framtíðarsýn I og 338 milljónir í framtíðarsýn II. Stærsti kolainnflytjandinn er og verður Vestur-Evrópa, sem flutti inn 41 milljón tonna að olíuígildi 1978, en er talin muni flytja inn 370 milljónir tonna 2020 í framtíðarsýn I og 260 milljónir í framtíðarsýn II.

Stærstu útflytjendur á jarðgasi 1978 voru Norður-Afríka og Miðausturlönd; Sovétríkin og Austur-Evrópa og Suðaustur-Asía (aðallega Filippseyjar og Indonesía), með samanlagðan útflutning 1978 er nam 55 milljónum tonna að olíuígildi. Talið er að útflutningur þeirra muni aukast í 211 milljón tonn 2020 í framtíðarsýn I og 283 milljón í framtíðarsýn II. Nýir útflytjendur verða Kína og Mið- og Suður-Ameríka, sem ekkert fluttu út 1978, en eru taldir muni flytja út samanlagt 140 milljón tonna að olíuígildi 2020 í framtíðarsýn I en aðeins 30 milljónir í framtíðarsýn II. Langstærstu innflytjendur á jarðgasi eru og verða Vestur-Evrópa og Japan, með samanlagðan innflutning 36 milljónir tonna að olíuígildi 1978 og væntanlegan innflutning 305 milljón tonn 2020 í framtíðarsýn I og 220 milljónir í framtíðarsýn II.

5. Lokaorð og meginíðurstöður

Segja má, að meginíðurstaða skýrslunnar sé sú, að orkuhorfur í heiminum einkennist af æ ótryggara jafnvægi. Allar marktækar framtíðarsýnir á orkusviðinu eru í vaxandi mæli "gráar". Svo má virðast sem horfur á hægari hagvexti en áður dragi úr spennu á orkumörkuðum heimsins. En hægur hagvöxtur eykur jafnframt á misvægið milli þjóða heims, og torveldar að ryðja burt hindrunum sem standa í vegi fyrir framförum, einkum hjá fátækustu þjóðunum. Enda þótt nú sé spáð minni orkupörf en áður er samt um verulegt magn að ræða sem sjá verður fyrir við efnahagsaðstæður sem eru mun óvissari en áður, þegar á heildina er litið.

Þessi hægari vöxtur hefur tilhneigingu til að festa í sessi núverandi stöðu þjóða heims. Iðnríkin eru vel sett, þegar á heildina er litið. Af núverandi þróunarríkjum mun aðeins Mið- og Suður-Ameríka batast í þeirra hóp fyrr eða síðar. Öll önnur ríki þriðja heimsins virðast, í mismunandi mæli að vísu, dæmd til að búa við meiri erfiðleika. Jafnvel Miðausturlönd virðast eiga við vaxandi vandamál að etja, enda þótt núverandi staða þeirra sé allgóð.

Um einstakar orkulindir er það að segja að sú slökun á olíumarkaðinum og hægari vöxtur olíunotkunar í iðnríkjum, sem spáð er, byggist alfarið á vaxandi notkun á kolum, jarðgasi og kjarnorku og stórauðnum viðskiptum með þessar orkulindir. Slegið getur í baksegl vegna hinnar almennu trúar á framtíð kolanna, ekki síst þegar haft er í huga að framtíð kjarnorkunnar er í mikilli óvissu. Allir vilja meiri kol, en stóra spurningin er, hvort nægileg kol verði fánleg til að mæta þessari stórauðni eftirspurn eftir þeim nægilega snemma. Samt er augljóst, að aukin notkun á kolum, kjarnorku og öðrum orkulindum verður að koma til ef það á að takast að halda olíunotkun heimsins í skefjum, jafnframt því að mætt er ört vaxandi þörf þróunarlandanna fyrir olíu. Í framtíðarsýn II er olíunotkunin í heild rétt aðeins farin að minnka árið 2020, þrátt fyrir stórlega aukna nýtingu annara orkulinda, og í framtíðarsýn I hefur hámarki olíunotkunar ekki einu sinni verið náð á spátímabilinu. Þegar þetta er haft í huga verður augljóst að lækkandi olíuverð getur ekki verið annað en tímabundið fyrirbæri. Jafnvel með fremur hægum vexti í olíunotkun verður sannreyndur olíuforði uppurinn 2020, og líklegur viðbótarforði nokkrum árum síðar.

Ástandið er engu betra varðandi jarðgas og úraníum, með þeirri undantekningu þó að lengja má endingu úraníumforðans verulega með því að nota ræktunarkljúfa í stórum stíl.

Heildarályktunin, sem draga má af skýrslunni er því sú, að núverandi áhyggjuleysi með offramboði á olíu megi ekki verða til að tefja að hrint sé í framkvæmd orkumálastefnu er miðar að sparnaði og að því að nýta aðrar orkulindir í stað olíunnar. Að öðrum kosti verður enn erfiðara að hafa viðunandi stjórn á orkumálum heimsins í framtíðinni.

Orkunotkun 1978, 2000 og 2020
eftir landssvæðum
EJ á ári og %

Landssvæði	1978		2000				2020			
			Framtíðarsýn I		Framtíðarsýn II		Framtíðarsýn I		Framtíðarsýn II	
	EJ	%	EJ	%	EJ	%	EJ	%	EJ	%
1. Norður-Ameríka	89,9	30,0	116,5	22,5	107,3	24,1	157,3	19,9	135,5	22,4
2. Vestur-Evrópa	54,0	18,0	82,3	15,9	73,9	16,6	107,6	13,6	91,9	15,2
3. Japan, Ástralína, Nýja Sjáland	17,5	5,8	30,0	5,8	27,1	6,1	40,5	5,1	33,0	5,4
4. Sovétríkin og Austur-Evrópa	62,2	20,7	107,4	20,8	94,8	21,3	149,6	18,9	122,1	20,2
5. Norður-Afríka og Mið austurlönd	5,9	2,0	24,4	4,7	16,6	3,7	57,6	7,3	30,6	5,1
6. Afríka sunnan Sahara	7,8	2,6	17,7	3,4	15,8	3,6	38,3	4,8	30,0	5,0
7. Suður-Asía	9,4	3,1	20,3	3,9	17,1	3,8	34,4	4,4	25,1	4,1
8. Suðaustur-Asía	9,6	3,2	25,7	5,0	19,2	4,3	45,4	5,7	28,1	4,6
9. Asíulönd með áætlunarbúskap (Kína o.fl.)	28,1	9,4	46,8	9,1	36,9	8,3	63,4	8,0	44,3	7,3
10. Mið- og Suður-Ameríka	15,7	5,2	45,6	8,9	35,9	8,2	96,0	12,3	65,1	10,7
Heimurinn í heild	300,1	100,0	516,7	100,0	444,6	100,0	790,1	100,0	605,7	100,0

Nýting vatnsorku í heiminum.
Orkan er reiknuð sem hráorka
að hætti AOR. EJ/ári.

Landssvæði	1978		2000		2020	
			Framtíðarsýn I	Framtíðarsýn II	Framtíðarsýn I	Framtíðarsýn II
1. Norður-Ameríka	5,68	7,88	7,66	8,76	8,32	7,26
2. Vestur-Evrópa	4,27	5,90	1,32	1,76	1,54	4,40
3. Japan, Ástralía, Nýja Sjáland	1,19	1,54	0,57	1,14	0,88	2,02
4. Sovétríkin og Austur-Evrópa	1,85	3,08	0,70	3,17	1,76	2,64
5. Norður-Afríka og Miðausturlönd	0,26	0,75	0,88	3,52	2,64	2,64
6. Afríka sunnan Sahara	0,31	0,92	1,28	6,60	12,67	
7. Suður-Asía	0,57	1,19	5,63	19,23		
8. Suðaustur-Asía	0,22	0,88				
9. Asíulönd með áætlunarbúskap (Kína o.fl.)	0,62	2,20				
10. Mið- og Suður-Ameríka	2,24	6,82				
Heimurinn í heild	17,21	31,16	27,37	59,80	44,13	

Viðskipti með hráolíu milli heimshlut
Milljónir tonna.

Landssvæði	1978						2 0 0 0						2 0 2 0					
	Ú		I		J		Ú		I		J		Ú		I		J	
	Ú	I	Ú	I	Ú	I	Ú	I	Ú	I	Ú	I	Ú	I	Ú	I	Ú	I
1. Norður-Ameríka	2	343	-341	2	162	-160	2	120	-118	2	51	-49	2	36	-34			
2. Vestur-Evrópa	54	656	-602	40	565	-525	40	511	-471	20	399	-379	20	346	-326			
3. Japan, Ástralía, Nýja Sjáland	0	252	-252	0	218	-218	0	201	-201	0	162	-162	0	136	-136			
4. Sovétríkin og Austur-Evrópa	58	26	32	0	70	-70	0	70	-70	0	60	-60	0	50	-50			
5. Norður-Afríka og Miðaustralíulönd	1002	0	1002	930	0	930	757	0	757	665	0	665	548	0	548			
6. Afríka sunnan Sahara	97	22	75	126	30	96	120	20	100	129	40	89	122	20	102			
7. Suður-Asía	0	22	-22	0	42	-42	0	30	-30	0	61	-61	0	37	-37			
8. Suðaustur-Asía	73	85	-12	0	127	-127	0	67	-67	0	225	-225	0	45	-45			
9. Asíulönd með áætlunartúskap (Kína o.fl.)	13	1	12	100	3	97	25	2	23	100	5	95	0	5	-5			
10. Mið- og Suður-Ameríka	75	66	9	40	40	0	30	30	0	20	20	0	15	15	0			
Heimurinn í heild	1374	1473	-99	1238	1257	-19	974	1051	-77	936	1023	-87	707	690	17			
Heildarnotkun hráolíu í heiminum	2676			3403			2788			3576			2428					
Heildarviðskipti í % af heildarnotkun	51,3	55,0	-3,7	36,4	36,9	-0,5	34,9	37,7	-2,8	26,2	28,6	-2,4	29,1	28,4	0,7			

Tafla 6

Viðskipti með jarðgas milli heimshluta
Milljónir tonna að olúfúgildi

Landssvæði	1978				2 0 0 0						2 0 2 0						
	Ú	I		J	Framtíðarsýn I			Framtíðarsýn II			Framtíðarsýn I			Framtíðarsýn II			
			Ú	I	J	Ú	I	J	Ú	I	J	Ú	I	J	Ú	I	J
1. Norður-Ameríka	1	2	24	-1	0	24	-24	0	12	-12	0	0	0	0	0	0	0
2. Vestur-Evrópa	0	22	160	-22	0	160	-160	0	100	-100	0	200	-200	0	130	-130	0
3. Japan, Ástralía, Nýja Sjáland	0	14	66	-14	0	66	-66	0	65	-65	0	105	-105	0	90	-90	0
4. Sovétríkin og Austur-Evrópa	17	8	15	9	80	15	65	55	5	50	120	20	100	70	10	60	0
5. Norður-Afríka og Miðasturloënd	27	0	95	27	95	0	95	75	0	75	41	0	41	83	0	83	0
6. Afríka sunnan Sahara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Suður-Asía	3	0	5	3	5	0	5	5	0	5	10	0	10	10	0	10	0
8. Suðaustur-Asía	11	0	50	11	50	0	50	35	0	35	50	0	50	30	0	30	0
9. Asíulönd með áætlunarbúskap (Kína o.fl.).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	100	0	0	0	0
10. Mið- og Suður-Ameríka	0	0	2	0	25	2	23	20	0	20	40	0	40	30	0	30	0
Heimurinn í heild	59	46	267	13	255	267	-12	190	182	8	361	325	36	223	230	-7	
Heildarnotkun á jarðgasi	1161		2155		2155			1781			3157			2401			
Heildarviðskipti í % af heildarnotkun	5,1	4,6	12,4	1,1	11,8	12,4	-0,6	10,7	10,2	0,5	11,4	10,3	1,1	9,3	9,6	-0,3	

NATIONAL ENERGY DATA REPORT ICELAND 1981



**WORLD ENERGY CONFERENCE
ICELANDIC NATIONAL COMMITTEE**

GENERAL FEATURES OF THE ENERGY ECONOMY

Iceland is an island republic in the North Atlantic with an area of 103 000 km² and a population of 232 000 in 1981.

The economy of Iceland is primarily based on fishing and fish-processing industries. Agriculture is mainly, restricted to animal husbandry and is largely geared to the domestic market. Manufacturing industries are also mainly based on that market, but export is increasing. Energy-intensive industries, based on export, have been established in recent years, and may be expected to expand considerably in the near future.

The Gross National Product (GNP) is quite high in Iceland, amounting to some 7 000 US-Dollars per capita in 1981 (at 1975 prices). The industries, fishing and agriculture in Iceland are all highly mechanized. That fact, together with the energy-intensive industries and the high energy requirement for space heating, due to climatic reasons, explains the very high consumption of primary energy per capita in Iceland which in 1981 was 319 GJ per capita.

The indigenous energy resources of Iceland are large in comparison to the country's present energy consumption. For practical purposes there are only two energy resources, hydro-power and geothermal energy. There are no deposits of coal, oil, natural gas or uranium and the prospects for economic deposits of oil and/or natural gas appear small. There are some deposits of lignite and peat but they are not exploited at present.

Iceland is highly electrified. In 1981 95% of the electricity, was generated by hydro-power, 4% by geothermal energy and 1% by oil. 99% of the population have access to electricity from the public power works, the remaining 1% generate electricity in their own plants. Power-intensive industries consume over 50% of the generated electricity.

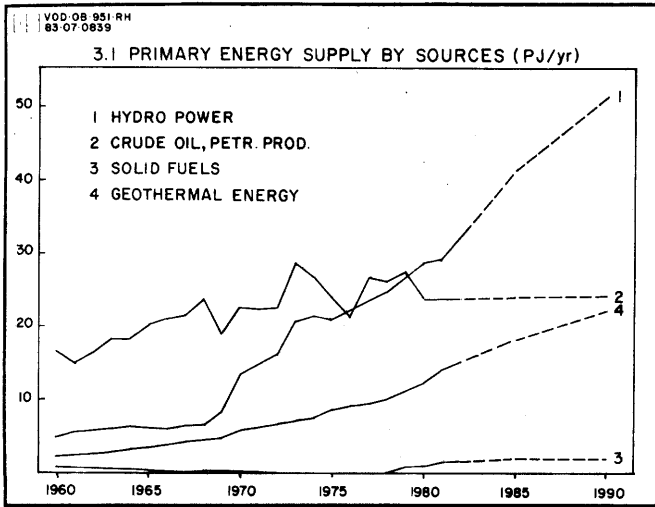
Geothermal energy also plays a most important factor in the energy economy of Iceland. It is specially im-

portant in the market of space heating. The share of geothermal energy in the space heating sector in 1981 was about 77% and is expected to stabilize at around 80%. Electricity will then account for the remaining 20%. Geothermal energy is also used in greenhouse farming and industry.

The import of fuels has been diminishing through the last few years, specially as regards oil for space heating. Oil is otherwise used by fishing vessels, industry and transportation. Transportation is entirely oil-based. The use of coal has for long been negligible but is now being used in some industries.

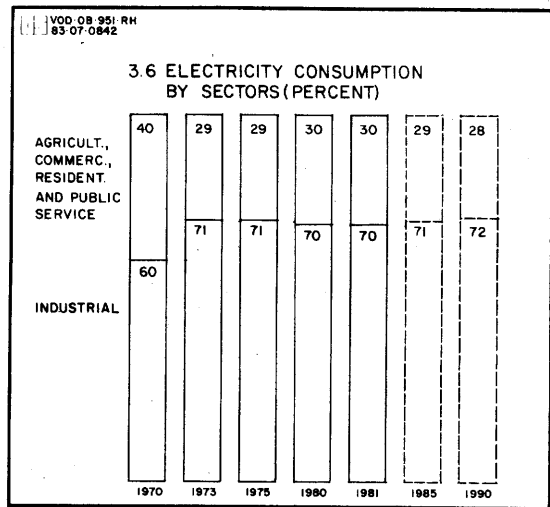
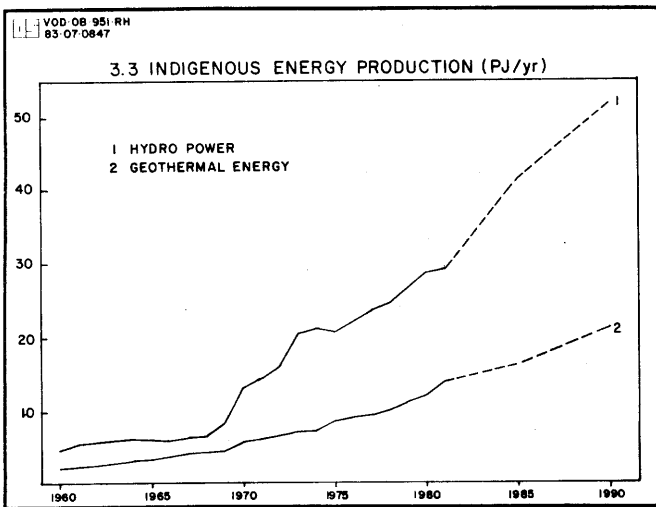
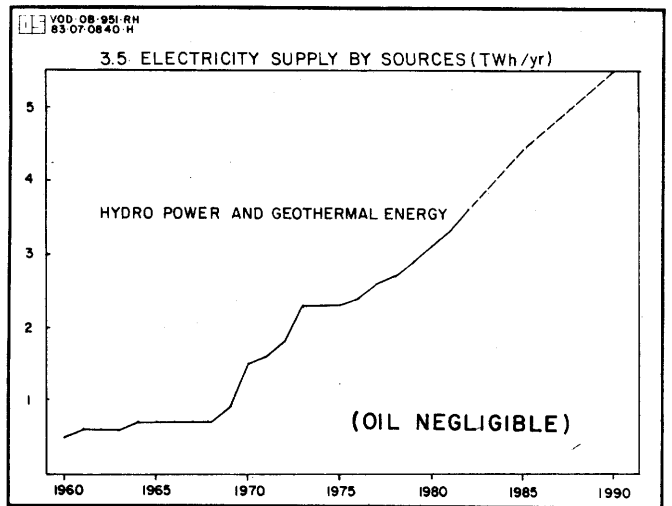
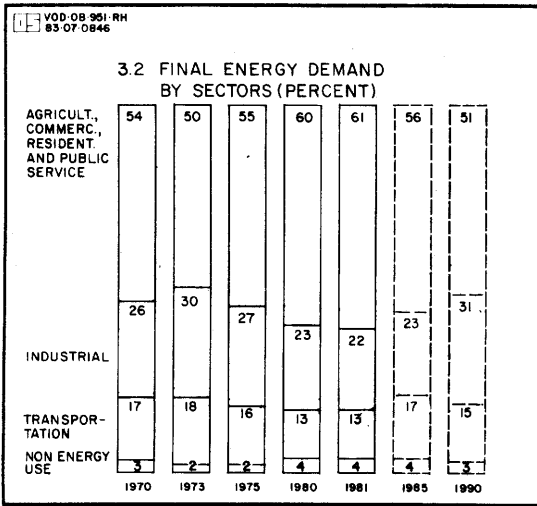
The main objectives of the country's energy policy are as follows:

1. To secure Iceland sufficient amounts of energy for all general purposes at lowest attainable prices subject to the conditions that
 - the reliability of supply is adequate
 - the environmental impacts of energy production, distribution, imports and use are kept within acceptable limits
 - the impacts of energy imports and the energy industry in general upon the country's balance of payments are kept within acceptable limits.
2. To secure maximum contribution from Iceland's energy resources to the national economy subject to acceptable conditions regarding impacts of energy and industrial developments upon
 - the country's political and economic independence
 - the natural environment
 - traditional industries and social patterns
 - regional developments.



3.4 PRIMARY ENERGY RESOURCES

ENERGY	TECHNICALLY EXPLOITABLE	ECONOMICALLY EXPLOITABLE
HYDRO POWER	0.60 EJ/YEAR	0.42 EJ/YEAR
GEOTHERMAL ENERGY	3.000 EJ	NOT KNOWN
PEAT	SOME DEPOSITS	NEGLECTIBLE
LIGNITE	MINOR DEPOSITS	NEGLECTIBLE



4.1 GENERAL ENERGY DATA	1970	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981
Population 10 ⁶	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
GNP 10 ⁹ US \$ (1975)	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6
GNP 10 ⁹ IKR (1975)	1.5	1.9	2.0	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5
GNP/Capita US \$ (1975)	4 691	5 822	5 874	6 337	6 531	6 731	6 932	7 003
GNP/Capita IKR (1975)	7 207	8 944	9 025	9 736	10 034	10 341	10 649	10 758
Primary Energy Supply								
Total PJ	44	59	60	65	67	71	71	74
Total Mtoe	1.0	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7
Per Capita GJ	215	276	274	292	299	313	310	319
Per GNP MJ/US \$ (1975)	46	47	47	46	46	47	45	46
Per GNP MJ/IKR (1975)	30	31	30	30	30	30	29	30
Electricity Consumption								
Total TWh	1.5	2.3	2.3	2.6	2.7	2.9	3.1	3.3
Per Capita kWh	7 161	10 726	10 505	11 718	11 939	12 897	13 731	14 106
Per GNP Wh/US \$ (1975)	1 527	1 842	1 788	1 849	1 828	1 916	1 981	2 014
Per GNP Wh/IKR (1975)	994	1 199	1 164	1 204	1 190	1 247	1 289	1 311

4.2 PRIMARY ENERGY SUPPLY (PJ)	1970	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981
Indigenous Production								
Solid Fuels	-	-	-	-	-	-	-	-
Crude Oil & NGL	-	-	-	-	-	-	-	-
Natural Gas	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuclear Power	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydro Power ¹⁾	13	21	21	24	25	27	29	30
Other Commercial ²⁾	9	11	13	14	15	17	18	20
Non Commercial	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Production	22	32	34	38	40	44	47	50
(Mtoe)	0.5	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1
Imports (+)								
Solid Fuels	0	0	0	0	0	1	1	1
Crude Oil	-	-	-	-	-	-	-	-
Refined Petroleum Products	23	29	25	27	27	28	25	24
Natural Gas	-	-	-	-	-	-	-	-
Electricity	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Imports	23	29	25	27	27	29	26	25
(Mtoe)	0.5	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6
Exports (-)								
Solid Fuels	-	-	-	-	-	-	-	-
Crude Oil	-	-	-	-	-	-	-	-
Refined Petroleum Products	-	-	-	-	-	-	-	-
Natural Gas	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuclear Power	-	-	-	-	-	-	-	-
Electricity	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Exports	-	-	-	-	-	-	-	-
(Mtoe)	-	-	-	-	-	-	-	-
Marine-Bunkers (-)	0	0	0	0	0	0	0	0
Change in Stocks (±)	-1	-2	+1	0	0	-2	-2	-1
Total Primary Energy Supply	44	59	60	65	67	71	71	74
(Mtoe)	1.0	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7

4.3 TRANSFORMATION SECTOR (PJ)	1970	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981
Conversion Losses	9	15	15	17	16	18	19	20
Energy Sector Own Use ³⁾	na	na	na	na	na	na	na	na
Statistical Differences (±)	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Use in Transformation	9	15	15	17	16	18	19	20
(Mtoe)	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5

4.4 FINAL ENERGY DEMAND (PJ)	1970	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981
(Mtoe)	35	44	45	48	51	53	52	54
	0.8	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2

- 1) includes geothermal for generation of electricity
2) geothermal for district heating and industrial use
3) included in conversion losses

5.1 FINAL ENERGY DEMAND BY SOURCES AND SECTORS (PJ)	1970	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981
Solid Fuels	-	-	-	-	-	-	-	-
Agriculture	-	-	-	-	-	-	-	-
Commercial, Residential and Public Service	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0
Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-
Non Energy Use	0	0	0	0	0	1	1	1
Total Solid Fuels (Mtoe)	0	0	0	0	0	1	1	1
(Mtoe)	0	0	0	0	0	0	0	0
Refined Petroleum Products								
Agriculture ¹⁾	3	4	6	6	7	7	7	7
Commercial, Residential and Public Service	7	7	6	6	5	5	5	5
Industrial	5	7	6	6	6	6	4	4
Transportation	6	8	7	8	8	8	7	7
Non Energy Use	1	1	1	1	1	1	1	1
Total Refined Petroleum Products (Mtoe)	22	27	26	27	27	27	24	24
(Mtoe)	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
Gas								
Agriculture	-	-	-	-	-	-	-	-
Commercial, Residential and Public Service	-	-	-	-	-	-	-	-
Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-
Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-
Non Energy Use	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Gas (Mtoe)	-	-	-	-	-	-	-	-
Electricity								
Agriculture ²⁾	na	na	na	na	na	na	na	na
Commercial, Residential and Public Service	2	2	2	2	3	3	3	3
Industrial	3	5	5	6	6	6	7	7
Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Electricity (Mtoe)	5	7	7	8	9	9	10	10
(Mtoe)	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Other ³⁾ (Mtoe)	8	10	12	13	15	16	17	19
(Mtoe)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
Total Final Energy Demand (Mtoe)	35	44	45	48	51	53	52	54
(Mtoe)	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2

5.2 ELECTRICITY SUPPLY BY SOURCES (TWh)	1970	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981
Solid Fuels	-	-	-	-	-	-	-	-
Oil	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Gas	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuclear Power	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydro Power ⁴⁾	1.4	2.2	2.2	2.5	2.6	2.9	3.1	3.2
Other	-	-	-	-	-	-	-	-
Net Imports	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	1.5	2.3	2.3	2.6	2.7	2.9	3.1	3.3
of which								
Public Supply	1.5	2.3	2.3	2.6	2.7	2.9	3.1	3.3
Autogeneration	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

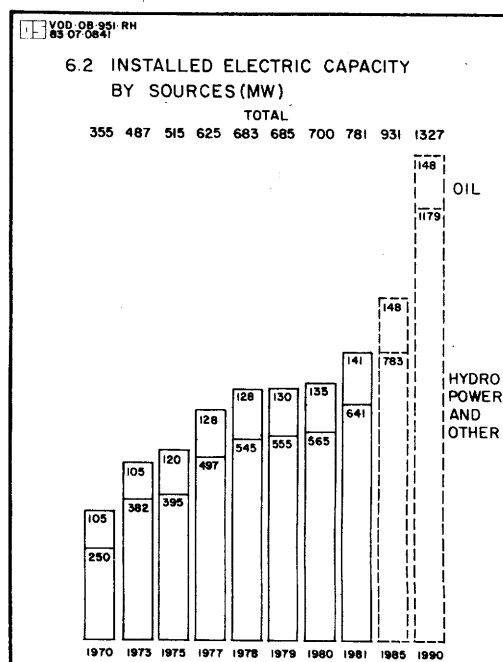
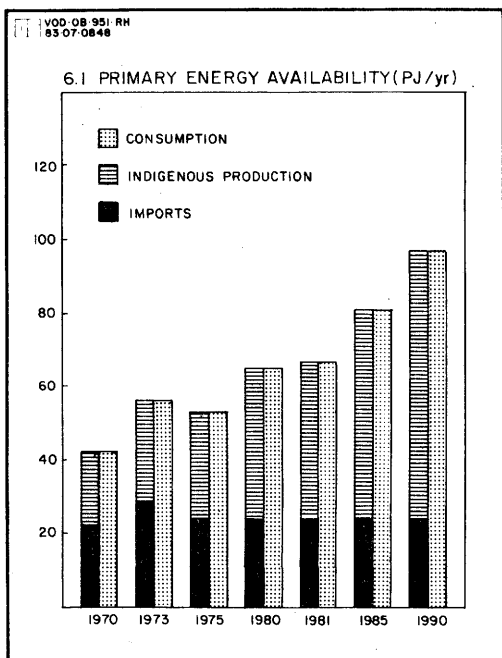
5.3 INSTALLED ELECTRIC CAPACITY BY SOURCES (MW)	1970	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981
Solid Fuels	-	-	-	-	-	-	-	-
Oil	105	105	120	128	128	130	135	141
Gas	-	-	-	-	-	-	-	-
Nuclear Power	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydro Power ⁴⁾	250	382	395	497	555	555	565	640
Other	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	355	487	515	625	683	685	700	781

1) mainly fishing

2) data on consumption by "agriculture", are included in "commercial, residential and public service"

3) geothermal for district heating and industrial use

4) includes geothermal



6.3 EXPLANATIONS AND DEFINITIONS

SYMBOLS AND ABBREVIATIONS EMPLOYED:

- e = estimated data
- na = not available data
- = magnitude zero
- r = revised data in respect of previous issue

In rounding data, each figure has been rounded off to the nearest final digit. The sum of the parts may not therefore equal the total.

CONVERSION FACTORS

When hydro, nuclear or geothermal electricity is accounted for as primary energy in PJ or Mtoe a convention of 1 TWh of electricity = 2.6 TWh of primary energy has been used (table 4.2, diagram 3.1 and 3.3) and the conversion losses are included in table 4.3. Thus 1 TWh electricity = 2.6 TWh = 9.36 PJ of primary energy.

In table 5.1 is electricity final demand given in PJ (1 TWh = 3.6 PJ).

In table 5.2 electricity supply amounts in TWh.

Generation of electricity by hydro and geothermal is classified under hydro in all tables.

Utilization of low-temperature geothermal energy for space heating, etc.:

1 TWh of primary energy = 1.6 TWh of useful energy

1 TWh of final energy = 1.5 TWh of useful energy

Utilization of high-temperature geothermal energy for other than generation of electricity:

1 TWh of primary and final energy = 1.25 TWh of useful energy.

METRIC MULTIPLIERS AND EQUIVALENTS

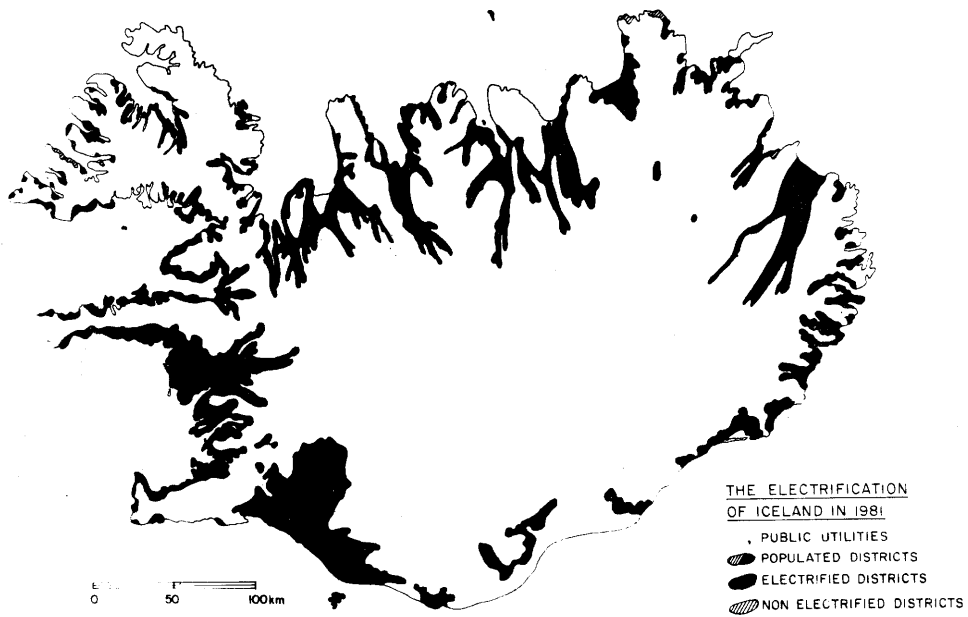
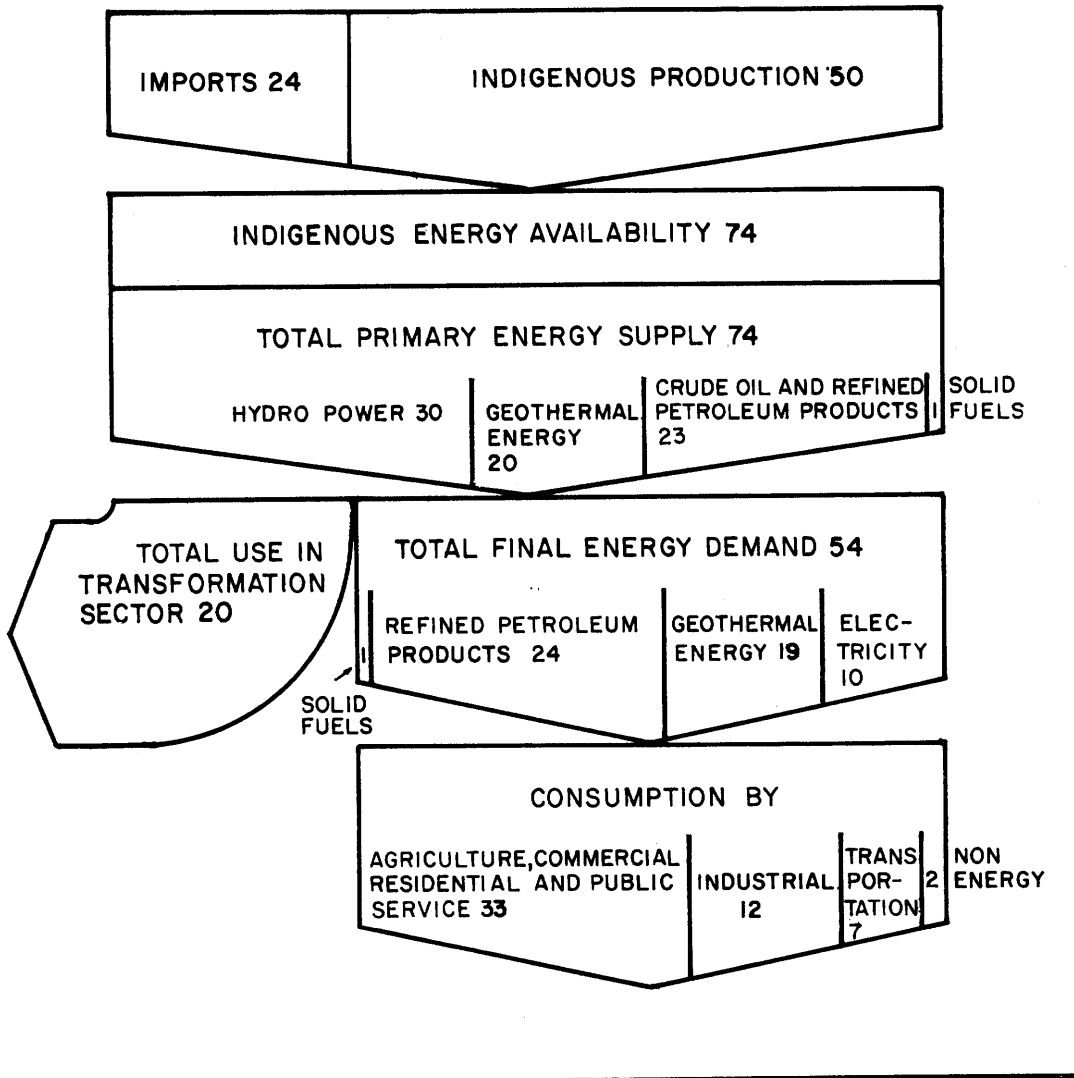
The use of double prefixes should be avoided, e.g., GW not kW.

(k) = kilo = 10^3	J	= 1 Joule	= 0,239 cal = 1 Ws
(M) = mega = 10^6	1 kWh final demand	= 3.6 MJ or 860 kcal	
(G) = giga = 10^9	1 Ton	= 1000 kg	
(T) = tera = 10^{12}	1 kg	= 2.2046 lb.	
(P) = peta = 10^{15}	1 Btu	= 0.252 kcal = 1.055 kJ	
(E) = exa = 10^{18}	1 Therm	= 10^5 Btu = 25 200 kcal = 105 506 kJ	
	1 Toe	= 44 GJ	
	1 Tce	= 29.3 GJ	

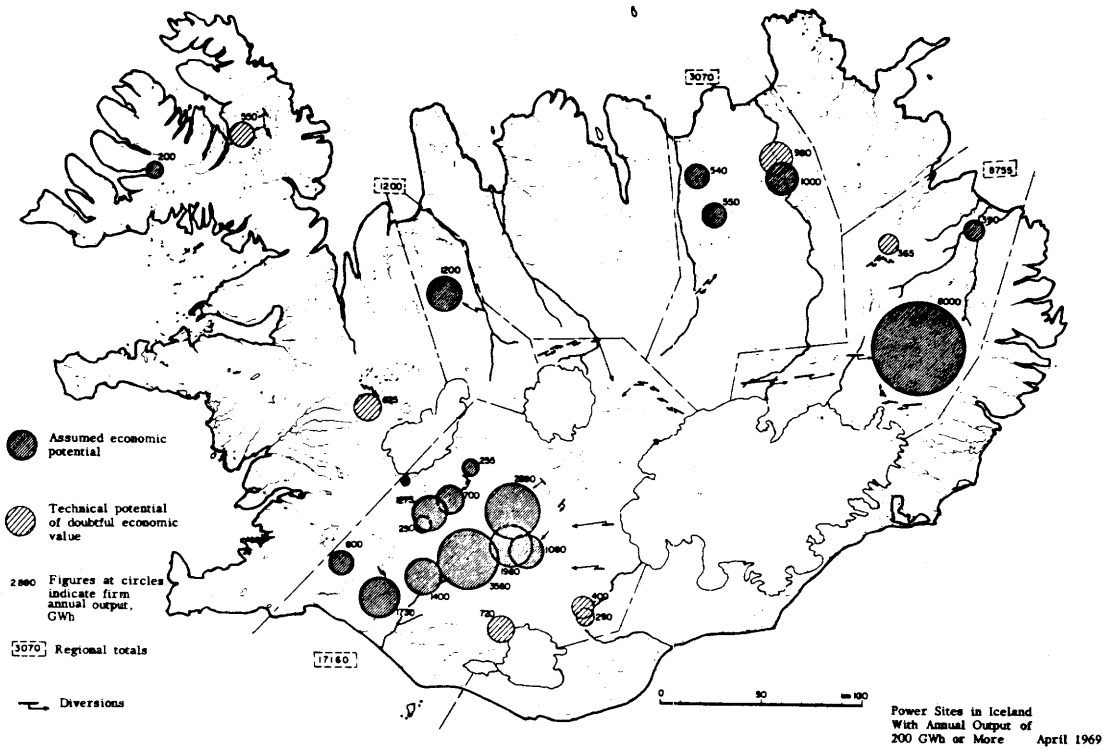
CURRENCY CONVERSION

Local currency is converted to 1975 US \$ by deflating local currency values to 1975 values and using the 1975 US Dollar exchange rate (1 US \$ = 1.54 IKR).

DIAGRAM OF ENERGY FLOW 1981 (PJ)



ORKUSTOFNUN
National Energy Authority



HYDRO POWER IN ICELAND



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

**Einkennistöður fyrir árið 1981
um þjóðarframleiðslu og orkunotkun
í ýmsum löndum skv. landsskýrslum
um orku frá nokkrum meðlimum
Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar**

1983 10 12

	Þjóðar- fram- leiðsla (1975 USD á íbúa)	Hráorkunotkun		Raforkunotkun	
		GJ/íbúa	MJ/1975 USD	kWh/íbúa	Wh/1975 USD
	1	2	3	4	5
Ísland	7003	319	46	14106	2014
Danmörk	8360	137	16	4680	560
Finnland	6877	232	34	8129	1183
Noregur	8250	309	38	21468	2602
Svíþjóð	9180	249	27	11650	1220
Bretland	4414	146	33	4056	919
Frakkland	7390	153	21	5120	693
Vestur-Þýskaland	8113	178	22	6112	754
Austurríki	5916	125	21	5071	857
Írland	2945	104	35	2518	855
Spánn	3056	76	26	2450	809
Portúgal	2374	81	34	2295	966
Kanada ¹⁾	4708	423	90	13750	2920
Bandaríkin	8070	324	40	9335	1157
Japan	5661	130	23	4434	783
Ástralía	6941	218	31	6950	1000
Sovétríkin	...	184	...	4891	...
Ungverjaland	...	111	...	3019	...
Pólland	...	133	...	2639	...
Mexico	1845	71	38	1042	565
Brasilía	1418	46	33	1148	809
Paraguay	1721	22	13	310	180
Taiwan ²⁾	1552	57	37	2187	1410
Suður-Kórea	786	50	64	915	1164
Indland	142	7	47	142	1002
Indonésía ³⁾	218	14	66	114	526
Thailand ³⁾	270	14	53	336	1239

1) Miðað er við verðlag 1971 (1971 USD)

2) " " " " 1976 (1976 USD)

3) " " " " 1972 (1972 USD)

Skýringar

Tölurnar um hráorkunotkun eru allar reiknaðar á samræmdan hátt, skv. þeim reglum sem Alþjóðlega framkvæmdaráðið, sem er stjórn Alþjóðlegu orkumálaráðstefnunnar, samþykkti endanlega á fundi sínum í Nýju Delhi 22. sept. 1983. Þær reglur fela m.a. í sér, að vatnsorka og jarðhiti til raforkuvinnslu reiknast sem hráorka sem 2,6 - föld sú raforka sem unnin er úr þeim. Í reglunum er ekki fjallað um jarðhita til annars en raforkuvinnslu, enda er hann lítið notaður til annars utan Íslands, en íslenska landsnefndin hefur gert tillögur um meðhöndlun slíks jarðhita til þeirrar nefndar AOR, sem um þessar reglur fjallar, og hefur reiknað jarðhitatölurnar fyrir Ísland samkvæmt þeim tillögum. Sú nefnd hefur enn ekki tekið afstöðu til tilagnanna.

1. dálkur sýnir þjóðarframleiðslu á mann, reiknað í Bandaríkjadöllum á verðlagi ársins 1975 (1975 USD)

2. dálkur sýnir hráorkunotkun landsins, þ.e. vinnslu hráorku, að viðbættum innflutningi en frádregnum útflutningi og birgðaaukningu, á hvern íbúa. Tölurnar eru tilgreindar í gíga-joulum á íbúa (GJ/íbúa) en 1 GJ er sama og 0,278 MWh (megawattstundir) eða 278 kWh (kílóvattstundir). Það ryður sér æ meira til rúms að nota SI-einingarkerfið (sem metra-kerfið er hluti af) í alþjóðlegum orkuskýrslum. Þessi tala gefur til kynna hversu ríkulegan aðgang að orku hver íbúi á, og hversu mikla þörf hann hefur fyrir hana (íbúi í köldu landi þarf t.d. meiri orku til hitunar húsa en hinn sem býr við milt temprað loftslag).

Ísland er í 3. sæti meðal þeirra sem talin eru hvað varðar hráorkunotkun á íbúa, næst á eftir Kanada og Bandaríkjunum.

3. dálkur sýnir hráorkunotkun á hverja einingu í þjóðarframleiðslu, og gefur þannig grófan mælikvarða á það, hversu þjóðarbúskapur viðkomandi lands og búsetan í landinu, er orkufrek.

Notkunin er reiknuð í megajoulum (MJ) á hvern Bandaríkjadal í verðmæti þjóðarframleiðslu, á verðlagi 1975. 1 MJ er 1/1000 GJ, eða 0,278 kWh. Tölurnar í þessum dálki sveiflast nokkuð, en þó mun minna en tölurnar um orkunotkun á íbúa, en það er merki um hið nána samhengi sem ríkir milli orkunotkunar og efnahags. Væri það samhengi fullkomið stæði allsstaðar sama tala í þessum dálki. Einstök lönd skera sig úr. T.d. tekst Dönnum að halda hærri þjóðarframleiðslu á mann en okkur Íslendingum með þriðjung af orkunotkun okkar á hverja einingu þjóðarframleiðslu. Hluti af skýringunni felst í kaldara loftslagi á Íslandi, en hinn hlutinn í orkufrekari þjóðarbúskap þar en í Danmörku (stóriðja, fiskveiðar t.d.).

Samkvæmt þessum dálki er þjóðarbúskapur Íslendinga orkufrekari en margra ríkja í Vestur-Evrópu, en svipaður og Noregs og Bandaríkjanna. Svo vill til að talan fyrir Ísland og Indland í þessum dálki er nánast hin sama, þrátt fyrir mjög ólíkt þróunarstig og ólíkt loftslag. (Þjóðarframleiðsla á mann er 50 sinnum hærri á Íslandi og hráorkunotkun á mann 46 sinnum hærri þar)

4. dálkur sýnir raforkunotkun, á hvern íbúa, í kílóvattstundum. Ísland er þar í 2. sæti meðal þeirra landa sem talin eru, næst á eftir Noregi.

5. dálkur sýnir raforkunotkun á hverja einingu þjóðarframleiðslu. Þær tölur sveiflast mun minna en tölurnar í 4. dálki, sem er merki um náð samhengi milli raforkunotkunar og efnahags. Ísland, Noregur og Kanada skera sig úr öðrum löndum í þessu efni vegna þess hve raforkufrekur iðnaður er mikilvægur í þjóðarbúskap þessara landa.

Tölurnar eru gefnar upp í wattstundum (1/1000 úr kílóvattstund) á hvern Bandaríkjadal í þjóðarframleiðslu, reiknað á verðlagi 1975.



12th Congress of the World Energy Conference
12ème Congrès de la Conférence Mondiale de l'Énergie

New Delhi, September 18—23, 1983.

**HYDROPOWER RESOURCES AS A MEANS FOR ECONOMIC
GROWTH THROUGH DEVELOPMENT OF POWER INTENSIVE
INDUSTRIES AS EXEMPLIFIED BY THE CASE OF ICELAND**

**SOURCES D'ENERGIE HYDRAULIQUE COMME MOYENS DE
CROISSANCE ECONOMIQUE, PAR LE DEVELOPPEMENT
D'INDUSTRIES A ENERGIE INTENSIVE, LE DONT
L'EXEMPLE EST DONNE PAR LE CAS D'ISLANDE**

**DR. JOHANNES NORDAL
GOVERNOR OF THE CENTRAL
BANK OF ICELAND AND
CHAIRMAN OF THE BOARD OF
DIRECTORS OF THE NATIONAL
POWER COMPANY, ICELAND.**

**MR. HALLDOR JONATANSSON
DEPUTY GENERAL MANAGER
OF THE NATIONAL POWER
COMPANY, ICELAND.**

**MR. JOHANN MAR MARIUSSON
CHIEF ENGINEER OF THE
NATIONAL POWER COMPANY,
ICELAND.**

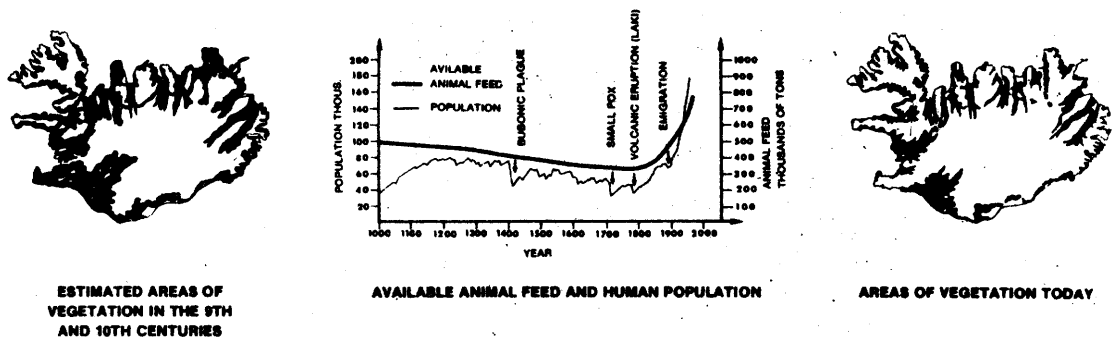
Historical background

Iceland is endowed with limited natural resources, consisting almost solely of grasslands, fish stocks and renewable power resources. The first to be exploited were the country's extensive grasslands on which its traditional agriculture of sheep and cattle farming was based. The second resource is contained in the rich fishing grounds around the country and the third in abundant water power and geothermal resources.

The economic history of Iceland from its settlement eleven hundred years ago to the present day can be written in terms of the exploitation of this threefold resource base.

From the settlement in the ninth century and to the end of the nineteenth agriculture remained the principal economic activity and the prosperity of the nation and population size was throughout this period closely correlated with the production of animal feed from the grassland areas. Populations records in Iceland go back a long time, and it is clear that the population fluctuated closely, in a Malthusian manner, with the availability of food. Figure 1.1 shows how the quantity of animal food (mostly grass and hay) correlated with the size of the population. The fluctuation in the productivity of the land was again determined by several factors. Climatic changes have had strong effect in a country so close to the arctic, particularly the long period of cold weather often called the Little Ice Age, which last from about 1600 to the 19th century. Another influence has been from volcanic eruptions which often have severely damaged grasslands and destroyed livestock. Finally, soil erosion has been a severe problem, reducing the vegetative cover of the country to about a half from what it was originally. It is only when new farming methods begin to have an effect around the turn of the century that agricultural production begins to show a steady growth.

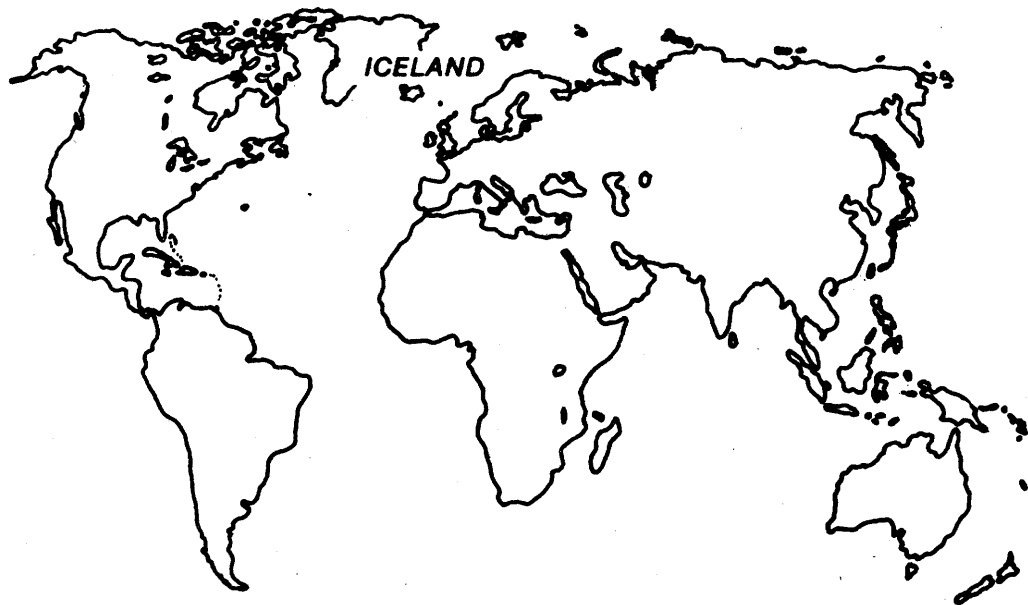
Figure 1.1



The fish stocks, which are presently Iceland's most valuable resource have been exploited to some degree from the settlement of the country. But because of primitive techniques and a lack of markets, fishing was of small importance compared to agriculture until late in the last century. However, in the 20th century fishing and fish processing have developed fast and been the most dynamic sector in the economy. It has been the basis for the rapid progress which has taken place during this century, when economic growth has averaged about 3% per capita p.a. and the population has trebled, to its present level of approximately 235,000 inhabitants.

However important the fishing industry has proved to be for the economic growth of Iceland, it cannot be expected to sustain it for much longer. The fish stocks are limited and over-exploitations can have serious consequences. It has, therefore, become more and more important for economic growth to exploit the third major resource base of the country: the power potential of its rivers and geothermal areas. It is the purpose of this paper to describe the progress made in this field and discuss some of the technical and policy problems involved.

Figure 1.2



Power resources in Iceland and energy requirements

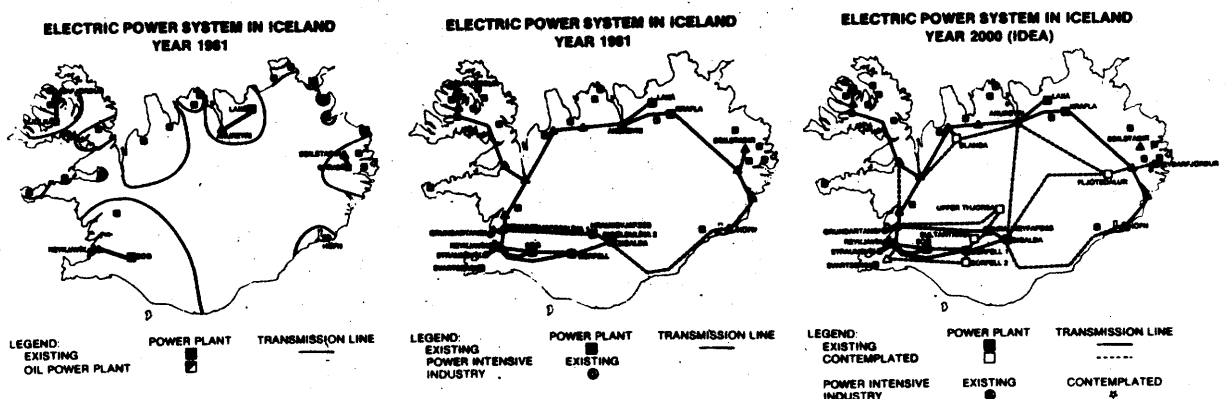
The most important known power resources of Iceland are ample hydro and geothermal resources. The former is a typical renewable power resource and the latter can for all practical purposes be regarded as such also. Other power resources present themselves as limited deposits of lignite and peat, as well as solar, wind and tide power. However, these other power resources are not expected to be significantly exploited in the foreseeable future.

As in this paper the focus is on the harnessing of Iceland's hydro resources and its reflection on the Icelandic economy, a short account will be given of their magnitude and availability. The same will also be given for the geothermal resources which also play a significant role in the Icelandic economy.

The theoretical energy in the precipitation that falls on Iceland has been estimated to be approximately 250 TWh/a (≈ 900 PJ/a). Of this amount approximately 190 TWh/a (≈ 700 PJ/a) are represented in the rivers of the country. Technically harnessable energy of the rivers in hydro-electric developments has been estimated to be approximately 60 TWh/a (≈ 200 PJ/a) and due to economical and environmental constraints only half of this or 30 TWh/a (≈ 100 PJ/a) is expected to be ultimately utilized. This is not much weighted on the world scale, but considering the population size of Iceland, this represents a great potential on a per capita basis. At present only about 4 TWh/a (≈ 14 PJ/a) of the above exploitable hydro potential has been developed for production of electrical energy.

The development of the hydroelectric power system in the country has been very rapid. From the beginning of the sixties the electrical power demand has increased from little over 300 GWh (≈ 1 PJ) to approximately 3500 GWh (≈ 12 PJ) in the year 1982 or some 12% on the average over the last 22 years. This rapid growth has been to a great extent due to the establishment of power-intensive industries which will be discussed in the next section. As can be seen in figure 2.1, the electrical power system has developed in the last two decades from being fragmented in a number of isolated power supply areas, some served solely with diesel power, into a unified national power grid practically entirely supplied with energy from hydro power resources. The electrical power system in the year 2000 as planned today is also shown in figure 2.1 and reflects the demand for energy in that year as forecasted and shown in table II presented in this section.

Figure 2.1



Iceland is situated on the Mid Atlantic Ridge and has been formed by volcanic activity. Iceland today has a lot of active volcanos and as a result of the recurring volcanic activity, geothermal power resources are abundant. However, the extent of this power resource has not yet been sufficiently explored due to manifold reasons of which the most outstanding is the fact that this power resource is underground and, therefore, the accessibility to measurements are very difficult and costly. So far this power resource has been almost entirely utilized for house heating from relatively low temperature areas to the extent that natural hot water supplies the heating requirements of close to 80% of all housing in the country. There are several high-temperature geothermal areas that could be utilized for industrial process heat and production of electricity but up to the present such utilization has been very limited. It is presently estimated that the geothermal energy in the uppermost 3 km of the country's crust contains approx. 3500 exajoules of technically harnessable energy but the economics of such an exploitation is not known at this stage. This represents a staggering amount for such a small nation as Iceland but presently it is expected that only a very small fraction of this energy resource will be utilized in the foreseeable future.

Iceland's energy requirements in the year 1980 are as shown in table I where it can be seen that domestic energy resources already supply approximately 60% of the total energy consumption.

TABLE I. BREAKDOWN OF ENERGY CONSUMPTION IN 1980 BY END-USE ENERGY FORMS AND MAIN CONSUMPTION CLASSES. ENERGY CONTENT IN PJ/a.

	Indigenous resources		Import	Total
	Electricity	Geothermal	Oil	
Space heating	1.4	17.4	2.8	21.6
Residential	0.9	-	-	0.9
Industrial:				
General	1.3	1.0	5.5	7.8
Energy intensive	5.8	-	-	5.8
Commercial	0.4	-	-	0.4
Fisheries	-	-	7.0	7.0
Transportation	-	-	7.3	7.3
Other	0.5	1.5	0.4	2.4
Losses (Transmission and distribution)	1.0	1.5	-	2.5
Total	11.3	21.4	23.0	55.7

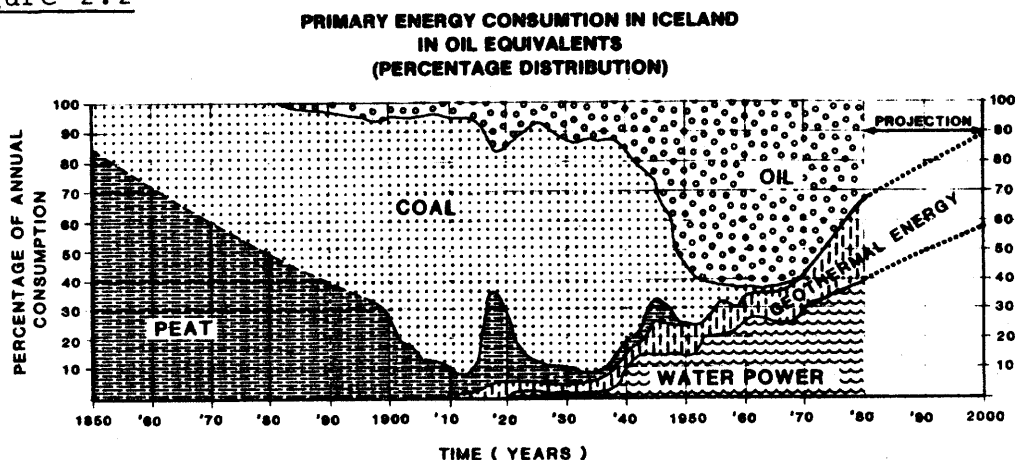
The Icelandic Energy Forecast Commission, a joint undertaking of the principal partners in the energy sector in Iceland, has forecast the energy use in the year 2000 as shown below in table II. The forecast assumes an expansion of power-intensive industry at a steady rate. It shows as well that at the turn of the century approximately 80% of Iceland's energy requirements will be met with the utilization of indigenous power resources measured in energy content. Figure 2.2 shows the actual development of primary energy consumption in Iceland and projection to the year 2000 measured in oil equivalents.

TABLE II. BREAKDOWN OF ENERGY FORECAST FOR 2000 BY END-USE ENERGY FORMS AND MAIN CONSUMPTION CLASSES. ENERGY CONTENT IN PJ/a.

	Indigenous resources		Import	Total
	Electricity	Geothermal	Oil	
Space heating	4.0	31.9	0.1	36.0
Residential	2.1	-	-	2.1
Industrial:				
General	4.3	2.1	3.8	10.2
Energy intensive [Ⓞ]	19.0	22.0	-	41.0
Commercial	1.1	-	-	1.1
Fisheries	-	-	6.7	6.7
Transportation	0.2	-	12.5	12.7
Other	1.0	5.5	0.8	7.3
Losses (Transmission and distribution)	3.1	2.8	-	5.9
Total	34.8	64.3	23.9	123.0

[Ⓞ] According to the higher forecast.

Figure 2.2



Power-intensive industrialization

As described above, the power resources of Iceland are narrowly based being almost exclusively water power and geothermal energy, which cannot easily replace imported oil, except in certain applications. Therefore, at the present stage of technology only a fraction of the power potential can be used for the purpose of meeting the ordinary energy needs of the Icelandic economy, including energy substitution. If the energy resources are going to make an even greater contribution to the balance of payments and economic growth, it has to be through the development of power-intensive industries, which can convert energy into exportable commodities. It is now more generally recognized than ever before in this country, that energy consuming industries will have to play an increasing role in the economic development of Iceland in future years.

However, in spite of consensus regarding the potential importance of energy for economic development, there is still considerable controversy in Iceland about the way in which this policy should be implemented. The building of large industrial enterprises in a small economy like Iceland's raises highly political questions regarding ownership and control, particularly when foreign interests are also involved. The main theme of this section will be to discuss how the Icelanders have approached the development of power-intensive industry until now and what the present lines of development seem to be.

As mentioned in the previous chapter, great amount of research remains to be done before the economic potential of the geothermal power resources can be assessed. Until now, the main emphasis has been on industrialization based on hydro resources about which much more is known and which have already been adequately assessed.

The potential of water power for the economic development of Iceland already caught the imagination of visionaries and poets from the beginning of this century. It was a period of awakening in Iceland. Politically the country was moving rapidly towards home rule in 1904 and then full independence from Denmark in 1918. Economically the first decades of the century saw the development of a modern fishing industry based on trawlers and motor boats followed by rapid urbanization.

The first proposals for using water power for electricity production came from two Icelanders, who had earlier emigrated to America. And in the year 1899 one of them helped to found a new company with the express purpose of producing calcium carbide in Iceland. The foundation of this company marked the beginning of a long controversy

about the merits of power-intensive industry in Iceland, and more particularly on the role of foreign investments in the development of the country's power resources.

The first power company soon faded from the scene, but continued discussions gave occasion to the passing of the first waterfall law of 1907. The main provision of the law was that only persons and companies domiciled in Iceland might acquire the right to the use of water power in Iceland without special permission. Other parties were subject to definite conditions regarding the reversion of such rights to the Icelandic state after a specified period of time. During the next ten years many important rivers in the country came under the control of so-called waterfall companies, all domiciled in Iceland, but mostly financed and controlled by foreign parties.

The next few years saw great activity on the behalf of those who were interested in developing power-intensive industry in Iceland. It is clear that many of the people, who were most active in building up this type of industry in Norway were also interested in the great potential of Icelandic water power sources. Some of these ventures resulted in concrete proposals for the building of power works and industrial plants, but others left no marks.

However, this enthusiasm was not shared by everybody in Iceland, and strong opposition soon developed against granting foreign interests control over Icelandic water power resources. This was during the final stages of the independence struggle against Denmark, and many were understandably apprehensive of foreign economic control replacing foreign domination in the political field. In the subsequent controversy no general consensus was reached. The so-called water falls committee, which was set up to report on policy in this area, published three different opinions in the summer of 1919.

All this caused considerable delay, but in 1926 and 1927 licenses were finally issued, one of which was for a large power plant on the Thjórsá river. But this proved too late, and in the subsequent depression all these great schemes were finally put to rest.

It is difficult to judge now how realistic some of these projects were, but it was obviously impossible for a poor country with less than one hundred thousand inhabitants to start industrialization on this scale except by opening its doors to foreign private capital. By refusing to do so Iceland had to wait almost half a century before following Norway in the development of power-intensive industries.

It is in vain to speculate now on what difference it would have made to the development of the Icelandic economy, if this type of industrialization had started fifty years

earlier. Neither can we answer the question, what would have been the political and social impact of the importation of foreign capital on such a large scale. Fortunately, Iceland had access to another important resource, the rich fishing grounds around Iceland. This provided an opportunity for Icelandic enterprises in an industry where a big concentration of capital was not needed and the initiative and savings of many small entrepreneurs could be effectively harnessed. For this reason, Iceland has succeeded in improving living standards so far this century more or less in step with the other Nordic countries.

But although the Great Depression and the Second World War had put all ideas for large-scale development of power resources aside, interest was bound to revive again when conditions became more normal. The fishing industry was undoubtedly very productive, but the fish stocks in the sea are limited, and over-fishing threatened the long-term growth of the industry. Fluctuations in fish catches and prices also demonstrated repeatedly the disadvantage of being a one commodity economy. Utilizing the water power resources to strengthen and diversify the economy, therefore, became an important objective of policy in the post-war period.

The first industrial project based on hydro power was a plant for the production of nitrogen fertilizer, which was completed in 1953. The power came from the largest of the three plants on the river Sog, which was completed at the same time. This project was not really a test of Iceland's ability to build up power-intensive industry on a large scale. The fertilizer production was only intended for the domestic market, but the financing came through the American Marshall Aid, and it brought with it valuable operating experience in power intensive industry.

In the early post-war period, increasing emphasis was put on the electrification of the country and on the development of water power for household and general industrial use. This involved increased participation of the Government in power developments, which until then had been primarily the concern of the local authorities. Under the leadership of the State Electricity Authority systematic work was started on the overall evaluation of the water power resources of the country, including feasibility studies of the most attractive projects. These studies showed clearly that the most important water power resources were concentrated in the main glacial rivers, which could only be harnessed on a much larger scale than could be justified by the needs of the domestic markets for electricity. Only by combining the development of power intensive industry with the provision of power for

the normal domestic load would it be possible to develop the most economical hydro power potential of the country. This together with the desire to diversify the economy provided the logic behind the policy adopted in this field in the nineteen sixties.

After considerable comparative studies it was concluded that the most favourable next stage in the power development would be the building of a major hydro-electric plant in the Thjórsá river at Búrfell with a capacity of 210 MW. To make this economically feasible as well as making it possible to raise the necessary finance in international markets a substantial part of the power would have to be sold to new power-intensive industry. Negotiations had been started in the early sixties with the aim of attracting suitable power-intensive industry to Iceland. The conclusion of these efforts was the decision taken in 1966 to go ahead with building the Búrfell power plant and the signing of a contract with Swiss Aluminium for the building of a two potroom aluminium smelter in Straumsvík near Reykjavík, the capital city of Iceland. The smelter was to be wholly owned by Alusuisse and the power facilities wholly owned by Iceland.

The structure of the contracts made between the Icelandic Government and Alusuisse was largely determined by two considerations. The first was to provide by a long-term take or pay contract the best possible security for the very considerable financing that had to be raised abroad for the construction of the power plant. Secondly, it was considered important to minimize the risks of the Icelandic economy inherent in the operation of a new industrial company dependent on foreign markets and supplies.

The Aluminium Smelter in Straumsvík went into operations in the autumn of 1969 with a production capacity of about 33 thousand tons of aluminium per year. A new potroom was built two years later, and the smelter now has a capacity of about 85 thousand tons from two complete potrooms.

The contracts made with Alusuisse were politically controversial right from the beginning, and many of the issues involved have a bearing on future policy in this field. In spite of its foreign ownership, the Aluminium smelter has been successfully integrated into the industrial and social life of Iceland. Its operations are run at all levels almost exclusively by Icelanders and labour relations have certainly been as good as in any comparable Icelandic industry. Labour turnover has been very low which has contributed to satisfactory productivity, which compares very favourable with other European countries. Partly because of the take or pay features of the power contract

and other contractual provisions, practically full production has been kept up from the beginning ensuring steady and reliable employment for the work force. For all these reasons the Aluminium smelter has become an important and relatively stable part of the Icelandic economy, accounting for about 14% of total commodity exports in the year 1980.

When the Aluminium smelter was first built, it was not required to install pollution abatement equipment. However, according to a master agreement it could be required to install such equipment if necessary to meet good industrial practice. Although the location of the smelter is relatively favourable from the pollution point of view, public criticism of the lack of pollution control soon became fairly widespread, primarily because of the growing world-wide concern for the environment, which was characteristic for the early nineteen seventies. The Icelandic Government took the question up with Alusuisse in 1973, and after experiments with different pollution abatement equipment, an agreement was reached in 1976 on the installation of a very effective system of pollution control which is now in operation and meets with the stringent requirements set by the National Health Inspectorate. This has now solved the pollution problem, and the same standards will be set for any new industry in this field.

The original power contract was negotiated during a period when power prices were low and were generally expected to remain so in the long term. The original power contract was based on a fixed dollar price for power not to be escalated in any way for the first 15 years. In the early seventies, particularly after the dollar went off gold, it became clear that a more equitable power price formula had to be found, and this became even more urgent after the oil crisis in 1974. After extended negotiations an agreement was reached in 1975 for introducing partial escalation based on the world price of aluminium. This was, of course, a valuable amendment, and the price is now 6.5 mills compared with the initial price of 3 mills per kWh. Nevertheless, it has to be stated that this price is getting steadily more out of line as power prices continue to increase world wide, and the partial escalation point of view will become more onerous from the Icelandic point of view with continued inflation. This has already called for another round of renegotiation, now in progress.

When it was decided in 1971 to go ahead with the building of the Sigalda power plant upstream from Búrfell, with a capacity of 150 MW, it was considered necessary to provide for an increased industrial market. However, because the available power would not be in excess of 500 GWh a year,

ferro-alloys looked a more promising proposition than aluminium, which was in any case going through a difficult period at that time. It was also considered desirable to diversify rather than concentrating only on aluminium. As regards the subsequent negotiations resulting in the establishment of the Ferro-silicon plant in 1979 a major political aim was that this new venture should be under Icelandic majority control. It was also intended to avoid the problems that had arisen in the implementation of the contracts with Alusuisse regarding power price and pollution control. The pollution problem was faced from the beginning by the installation of very efficient pollution control equipment, which was already demonstrated to the public, that industrial plant of this type can be friendly to the environment and provide the best possible working conditions. All in all this second undertaking in the power-intensive industrialization has been met with considerably less political and environmental controversy than the above first one.

After lengthy discussions an agreement was made in 1975 between the Icelandic Government and Union Carbide in the USA for the building of a 55 thousand ton ferro-silicon plant with 55% Icelandic Government participation. After work on the plant had already started, Union Carbide asked to withdraw from the project, but a new partner was soon found in Elkem-Spigerverket in Norway and after the necessary amendments they took over a 45% share in the company in December 1976. The ferro-silicon plant was started up in the spring 1979, and the second furnace became operational in 1980.

The structure of the contracts for the ferro-silicon plant are in important respects different from those between the Government and Alusuisse. Icelandic Alloys is 55% in the ownership of the Government, and it is subject to normal taxation like any other Icelandic company.

The fixing of the power price and finding a suitable escalation formula was again a difficult problem, which has been basically solved by relating the price to the most common price applicable to power-intensive industry in Norway. The power contract is a take or pay contract like the one with Alusuisse and the power price at the outset was set at 0.056 Norwegian kr/kWh for non-interruptible and 0.014 N.kr./kWh for interruptible power or 0.035 kr/kWh on the average as the two types of power are sold in equal proportions. This power price was approximately equal to 10.7 mills and 2.7 mills respectively. Today with escalation and the change in dollar value versus the Norwegian krona, the power price is equivalent of approximately 12.2 mills and 3.1 mills. At the outset it was envisaged

by the parties to the agreement that the contract price formula could become inequitable to either party by unexpected changes in power or product prices. A special renegotiation clause is, therefore, written into the contract. Although not binding, this clause expresses the mutual understanding of the parties that a renegotiation may become necessary some time in the future. By so doing they face up to the fact that our present world has become too inflationary and too unpredictable to make it possible to write sales contracts whether for power or products for a very long future except by writing in more flexibility than can be provided for by a rigid escalation formula. It is well known that, however, necessary escalation formulas have become today, they can never be so designed as to avoid all possible inequities which might arise by unexpected price movements.

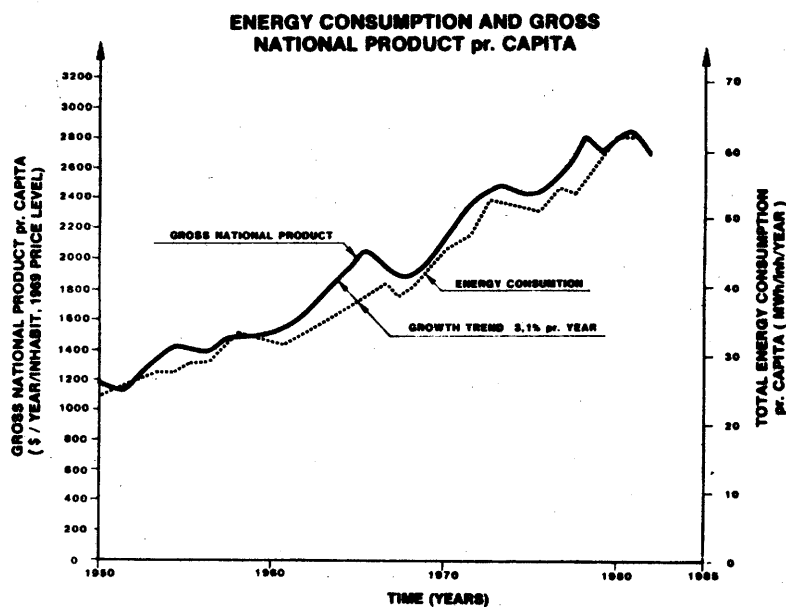
The role of the power sector and power-intensive industrialization in Iceland's economy.

During the last decade of recurring oil crisis, energy policy has in Iceland, as elsewhere, been one of the main concerns of public policy making. While the increasing cost of imported oil has put a heavy strain on the Icelandic economy during these years, comfort could be derived from the knowledge that Iceland possesses vast resources of unused water power and geothermal energy. Priority has been given during this period to efforts to reduce the bill of imported oil by the use of the indigenous energy resources. Considerable progress continues to be made in this regard, the most striking example being the replacement of imported fuel for space heating by the use of geothermal energy. At the present time domestic energy resources already contribute more than 60% of the total energy consumption of the economy, and this share will continue to grow rapidly in the near future.

Although the sharp increase in the cost of imported fuel has shifted the emphasis in energy policy towards import savings in recent years, great importance is also attached to the continued expansion of power-intensive industry. Energy saving has its definite limits, and the only way in which Iceland can utilize its energy resources for export is through the development of energy consuming industries. In the last section an account was given of the development of power intensive industry until today, and some of the policy problems involved were dealt with. Some remarks will now be made about the economic impact of these industries in Iceland, and about the power sector in general.

Increased use of energy has in Iceland, as elsewhere, been both a condition for and an important factor in economic growth. During the last three decades GNP in Iceland has increased by close to 4.5% per annum on the average, or approximately 3% per annum per capita. At the same time the increase in total energy consumption has been approximately the same as the growth of GNP as shown in figure 4.1. As can also be seen from this figure, there has been close correlation between the growth rate of power consumption and economic growth, as is to be expected, when both modern fishing and fish processing are heavy users of energy. The direct contribution of power production to the growth of GNP has over the last two decades been estimated to be fairly steady at about 10-12% of the average growth of GNP throughout the period.

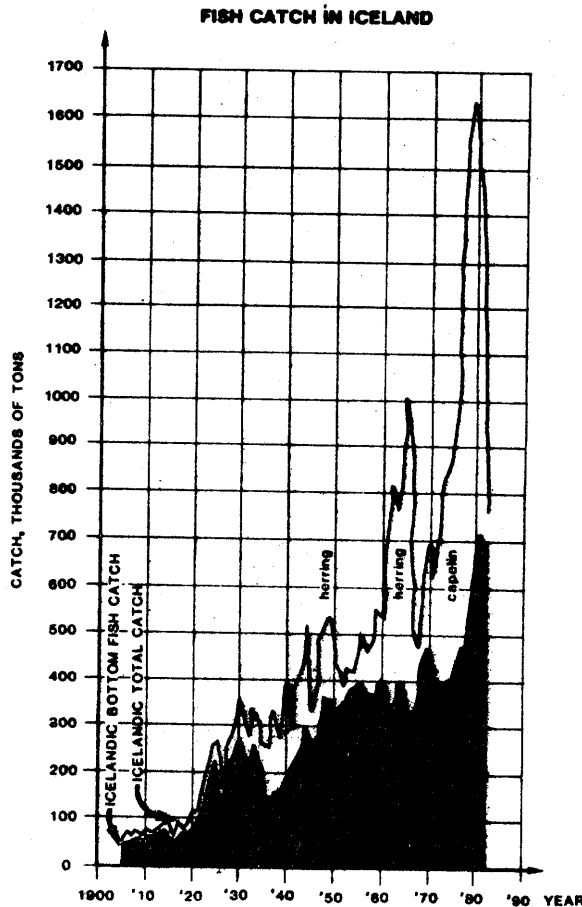
Figure 4.1



No accurate estimate is available for the overall effect of the development of power-intensive industries on the growth of GNP. But at the present time power consuming industries contribute about 3-4% of GNP, but being basic industries mostly for export their importance for the overall economy is considerably greater than this figure indicates.

First of all, power-intensive industry already accounts for about 15% of commodity exports, so making a significant contribution to the balance of payments. Secondly, power-intensive industry has had a considerable importance in reducing the dependence of the economy on the fishing industry, which is inherently unstable both because of variations in fish catches and price fluctuations in the export markets of fish products, c.f. figure 4.2. There is no doubt that the development of the power sector and power-intensive industry have had a significant stabilizing effect on both economic growth and foreign currency earnings.

Figure 4.2



There have also been various secondary benefits, more difficult to quantify. First of all, by providing a much bigger market for electricity, power-intensive industry

has been a precondition for making larger scale hydro-electric projects viable, where the unit cost of power is considerably less than in smaller development. In this way the average cost of electricity production in the country has been considerably reduced.

Another secondary benefit has been a considerable transfer of technological and commercial know-how both in the field of power developments and industries. The Icelanders are now mostly self sufficient in designing, building and operating large-scale power projects and in constructing and operating power-intensive industries. The construction sector has through the influence of these large projects developed both in productivity and size. If we take together power production, power-intensive industry and construction activity related to these sectors, the total contribution is at present approximately 8% of GNP. However, because of high productivity, the share of total manpower has been considerably less.

Against the advantages of the development of power and power production, which have now been shortly dealt with, two problem areas should be specifically mentioned. The first relates to the very high capital output ratios in hydro production and in energy consuming industry. This means that for a small economy like Iceland rapid development of these sectors is only possible on the basis of relatively large-scale capital imports. In recent years Iceland has been able to cope with these problems due to its creditworthiness on the world capital markets. However, the high level of real interest rates and the difficulty of borrowing at longer term than say 10 - 12 years, has made the financing of projects in this area more difficult in recent years.

Another problem looming at the present time is the severe effect that the world wide recession has had on the profits and prospects of power-intensive industry, such as aluminium and ferro-alloys. There is also evidence that these industries are becoming less stable than they have been in the previous decades, making investments more risky and so requiring a higher degree of equity financing. All these problems may make progress in the development of power-intensive industry more difficult for a small economy like Iceland than had been anticipated a few years ago, and it may make the participation of foreign risk capital more important than otherwise.

Conclusions and future plans

The account that has now been given of some of the issues, which have been associated with the role of the power sector and the power-intensive industrialization in Iceland, points to the following conclusions.

Iceland has in the last two decades taken very important steps towards increased utilization of its hydro and geothermal power resources to substitute imported oil with energy production from indigenous sources and to diversify the economy with new industries based on hydro power utilization. This policy has been generally successful and in spite of some initial difficulties and the uncertain outlook in the field of power-intensive industry, there is now a consensus amongst the general public and all political parties that further development along these lines should be pursued. This is considered one of the main avenues towards increased economic growth in years to come.

The short time of development in power-intensive industrialization that Iceland now has behind it already demonstrates both the willingness and the capacity of the Icelanders to assume increasingly the control of any future developments in this field. Valuable experience has been gained, and Icelanders are in a better position to make their own judgements regarding the decisions that lie ahead. It is to be expected that the Icelanders will continue to approach any new issues in this field with an open mind, ready to cooperate with others on an equal footing to the extent that is beneficial to both parties, but trying at the same time to stand on their own feet to the greatest possible extent.

Iceland is a small country, and Icelanders are naturally careful in any dealings with financially strong foreign partners. But while they will try to keep ultimate control as much as possible in their own hands, it is fully recognized that no foreign company will risk its financial resources in a project in a country like Iceland without reasonable guarantees that they get a fair and equitable treatment. As pointed out earlier, one of the main problems in this type of cooperation is the difficulty of writing equitable long-term contracts in an inflationary and politically unstable world, where nothing seems fixed any more. In such a world, cooperation will have to rely more on mutual trust and understanding than on the legal interpretation of long and complicated contracts.

Based on the development policy here described, an official energy forecast has been made for Iceland up to the turn of the century, comprising water power, geothermal heat and oil products as sources of primary energy.

The results of these forecasts can be briefly summarized as follows:

- The total consumption of primary energy in Iceland is expected to increase from 1696.000 tons of oil equivalent in 1980 to 4210.000 tons in 2000, or by a factor of 2.5 corresponding to an annual average increase of 4.5%.
- The production of hydro power in Iceland is expected to increase from 714.000 tons oil equivalent in 1980 to 2190.000 tons in 2000, or by a factor of 3.1 that of geothermal heat from 440.000 tons in 1980 to 1460.000 tons in 2000, or by a factor of 3.3. Finally, the import of oil products are expected to increase only from 542.000 tons in 1980 to 560.000 tons in 2000.

This shows that the total increase in primary energy production over the next 18 years will practically all come from the domestic sources, hydro and geothermal, while oil imports remain essentially unchanged. This achievement is very important. It means that the inevitable increase in oil use in such sectors as transportation and fishing, both of which are extremely important for Iceland, can be almost fully compensated for by energy savings in other sectors, which is the result of conservation measures in these sectors. Thus, Iceland is not going to increase her demand on the world's dwindling oil reserves over the remainder of the century.

The forecast of hydro-electric generation reflects expected load growth implicit in an industrial development plan that foresees a trebling of the energy requirements of the existing power intensive industries. This will raise electrical power production from the present level of 3.5 TWh/year to approximately 10 TWh in the year 2000, bringing per capita electricity consumption in Iceland to around 35.000 kWh per annum.