

ORKUSPÁRNEFND

ORKUSPÁ 1982 - 2000



**Reykjavík
Maí 1982**

ORKUSPÁRNEFND

ORKUSPÁ 1982 – 2000

Fulltrúar í Orkuspárnefnd eru:

Orkustofnun

Jakob Björnsson

Jón Vilhjálmsson

Landsvirkjun

Jóhann Már Maríusson

Gísli Júlíusson

Rafmagnsveita Reykjavíkur

Ívar Þorsteinsson

Samband íslenskra rafveitna

Haukur Pálmason

Rafmagnsveitur ríkisins

Pétur Þórðarson

Guðmundur Guðmundsson

Hitaveita Reykjavíkur

Gunnar Kristinsson

Framkvæmdastofnun ríkisins

Helgi Ólafsson

Gunnar Haraldsson

Reykjavík

Maí 1982

ÁGRIP

Í ritinu er heildarorkuspá fram til aldamóta, skipt eftir hráorkugjöfum, þ. e. vatnsorku, jarðhita og olfu. Orkuspáin er samantekt á áðurútgefnum spám um hvern þátt fyrir sig. Sýnd er bæði grunnspá og efri spá, en gert er ráð fyrir að notkunin muni liggja á milli þessara marka. Í efri spánni er gert ráð fyrir að raforku- og jarðhitanotkun fylgi þeim efri spám sem settar voru fram í áður útgefnum ritum Orkuspárnefndar um þessa orkugjafa. Aftur á móti er einungis um eina spá fyrir olfunotkun og er hún notuð bæði í grunnspánni og efri spánni. Olfuígildi orkuvinnslu og olfuinnflutnings var 1696 þúsund tonn árið 1980, þar af var olfuinnflutningur 542 þúsund tonn. Um aldamót er gert ráð fyrir að olfuígildið verði um 2820 þúsund tonn samkvæmt grunnspánni og um 4210 þúsund tonn samkvæmt efri spánni og þar af verði olfuinnflutningur um 560 þúsund tonn. Hlutfall olfu í orkuvinnslu og olfuinnflutningi ætti því við aldamót að hafa minnkað úr 32 % árið 1980 í um 20 % samkvæmt grunnspánni en í um 13 % samkvæmt efri spánni og er þá miðað við olfuígildi.

EFNISYFIRLIT

	Blis.
Ágrip	2
Efnisyfirlit	3
Töfluskra	3
Myndaskra	4
1 INNGANGUR	5
2 ORKUSPÁ 1982 - 2000	6
3 RAFORKUSPÁ	8
3.1 Almennar forsendur	8
3.2 Raforkuspá 1982 - 2000	9
4 JARÐHITASPÁ	11
4.1 Almennt	11
4.2 Jarðhitaspá 1982 - 2000	11
5 SPÁ UM OLÍUNOTKUN	14
5.1 Almennar forsendur	14
5.2 Spá um olíunotkun 1982 - 2000	15
Viðauki 1, Einingar afls og orku	17
Viðauki 2, Kolanotkun	21
Viðauki 3, Töflur og frekari útskýringar á orkuspánni	25
Viðauki 4, Flokkun orkunotkunar	33

TÖFLUSKRÁ

1 Spá um orkuvinnslu og olíuinnflutning. Olíuþgildi í þúsundum tonna á ári	6
2 Spá um raforkuvinnslu í PJ á ári	9
3 Spá um jarðhitavinnslu í PJ á ári, vergur varmi	12
4 Spá um olíunotkun fram til aldamóta í PJ á ári	15

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Grunnspá um orkuþörf til aldamóta, olfuþgildi .	7
2 Hlutfallsleg skipting orkuþarfar (olfuþgildi) fram til aldamóta samkvæmt grunnspá ...	7
3 Efri spá um orkuþörf til aldamóta, olfuþgildi .	7
4 Hlutfallsleg skipting orkuþarfar (olfuþgildi) fram til aldamóta samkvæmt efri spá ...	7
5 Áætluð raforkuvinnsla á öllu landinu án frekari stóriðju	10
6 Áætluð raforkuvinnsla, með aukinni stóriðju sem samsvarar 1500 ársverkum árið 2000	10
7 Áætluð jarðhitavinnsla til aldamóta, vergur varmi.....	13
8 Þróun olfunotkunar 1972 - 1981 ásamt spá til 2000	16

1 INNGANGUR

Á undanförnum árum hafa komið út á vegum Orkuspárnefndar eftirfarandi rit:

- "Raforkuspá 1976 - 2000", febrúar 1977
- "Raforkuspá 1977 - 2000", júlí 1978
- "Olfunotkun 1980 - 2000 Spá", mars 1980
- "Húshitunarspá 1980 - 2000", desember 1980
- "Raforkuspá 1981 - 2000", apríl 1981
- "Jarðhitaspá 1982 - 2000", mars 1982

Fyrri spár nefndarinnar hafa beinst að því að spá fyrir um orkunotkun eftir orkugjöfum. Húshitunarspáin tekur þó einungis til þess hluta jarðhitans sem fer til húshitunar, en það er langstærsti notandi jarðhita í dag. Sú spá sem hér birtist er samantekt á fyrri spám, og er henni skipt niður eftir hráorkugjöfum, þ. e. vatnsorku, jarðhita og olfu.

Með þessari spá hefur Orkuspárnefnd lokið við gerð orkuspáa fyrir alla orkugjafa ásamt heildarspá. Eins og sést hér að framan hefur raforkuspáin verið endurskoðuð tvívegis. Ætlunin er að halda áfram að gefa út endurskoðaðar orkuspár, byggðar á nýjum rauntölum og endurskoðuðum forsendum, eftir því sem aðstæður gefa tilefni til.

Í riti þessu er einungis lauslega fjallað um hvern orkugjafa fyrir sig, en nánari upplýsingar er að finna í fyrirnefndum ritum.

1 ORKUSPÁ 1982 - 2000

Orkuspáin hefur verið umreiknuð í olfuígildi og er sett fram á þann veg hér, en það er í samræmi við framsetningu sem flest stærstu iðnríki og margar fjölþjóðlegar stofnanir nota í skýrslum sínum um orkumál. Aftur á móti tókast í skýrslum Sameinuðu þjóðanna og Norðurlanda að miða við orkuinnihald. Olfuígildið á að sýna hve mikla olfu þyrfti til að fullnægja orkuspánni, ef hún kæmi í staðinn fyrir aðra hráorkugjafa. Með olfuígildinu er ekki verið að spá fyrir um hver orkunotkunin yrði ef olían væri eini hráorkugjafinn hér á landi. Í töflu 1 er heildarorkuspáin sett fram sem olfuígildi í þúsundum tonna á ári.

Ekki má túlka olfuígildið þannig að árið 1980 hefðu verið flutt inn tæp 1700 þúsund tonn af olfu ef vatnsorkan og jarðhitinn hefðu ekki verið fyrir hendi. Þar sem olía er í dag dýr orkugjafi í samanburði við vatnsorkuna og jarðhitann kæmi til meiri orkusparnaður ef hún væri eini hráorkugjafinn og einnig væru sum orkufrek fyrirtæki þá ekki starfrækt hér á landi. Annað dæmi sem nefna má er að ef olían væri eini hráorkugjafinn væri rafhitun húsa líklega hverfandi, þar sem mun hagkvæmara er að nota olfuna beint til hitunar heldur en að framleiða fyrst úr henni raforku og nota síðan raforkuna til að hita hús.

Tafla 1 Spá um orkuvinnslu og olfuinnflutning. Olfu-ígildi í þúsundum tonna á ári.

Ár	Vatnsorka*		Jarðhiti*		Olía	Samtals	
	Grunn- spá	Efri spá	Grunn- spá	Efri spá		Grunn- spá	Efri spá
1980**	714	714	440	440	542	1696	1696
1985	865	979	580	640	542	1987	2161
1990	1000	1230	700	810	542	2242	2582
1995	1150	1690	820	1060	550	2520	3300
2000	1320	2190	940	1460	560	2820	4210

* Sjá skýringar í viðauka 3.

** Fyrir árið 1980 er um raungildi að ræða.

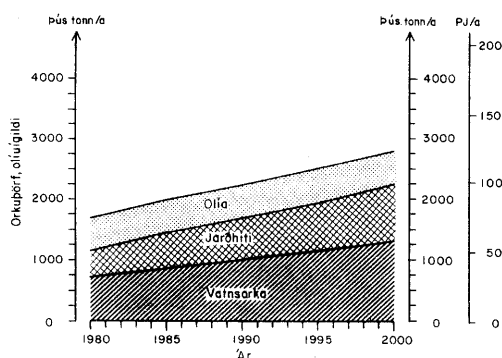
Sett er fram bæði grunnspá og efri spá. Í grunnspánni er gert ráð fyrir að engin aukning verði í orkufrekum iðnaði. Aftur á móti er í efri spánni miðað við að nokkur aukning verði í orkufrekum iðnaði og þá bæði í iðnaði sem nýtir jarðvarma og raforku. Nefndin telur

að einhvers staðar á milli þessara tveggja marka muni raunveruleg orkunotkun liggja. Hún treystir sér ekki til að ákvarða nákvæmlega hvar á þessu bili það verður þar sem það er háð ákvörðun stjórnvalda um uppbyggingu orkufreks iðnaðar.

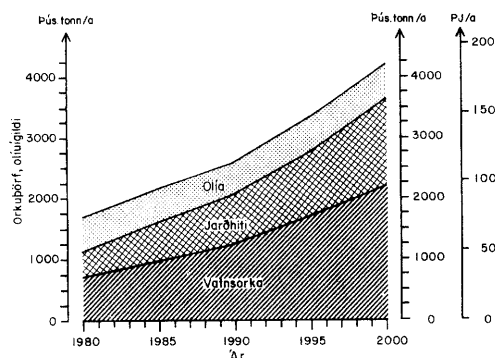
Myndir 1 til 4 sýna orkuspána. Árið 1980 var vatnsorka um 42 % af orkuvinnslunni miðað við oluúfgildi, jarðhiti um 26 % og olfa um 32 %. Því er spáð að um aldamót verði þessi hlutföll komin í um 47 %, 33 % og 20% miðað við grunnspána, en um 52 %, 35 % og 13 % samkvæmt efri spánni.

VOD-OB-953-JV
82.03-0618-Gyða

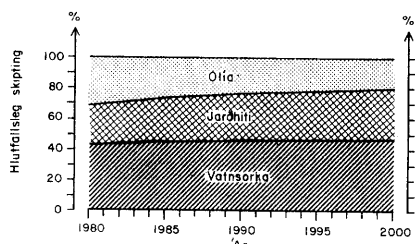
VOD-OB-953-JV
82.03-0619-Gyða



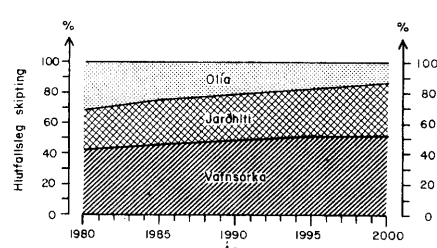
Mynd 1 Grunnspá um orkuþörf til aldamóta, oluúfgildi.



Mynd 3 Efri spá um orkuþörf til aldamóta, oluúfgildi.



Mynd 2 Hlutfallsleg skipting orkuþarfar (oluúfgildi) fram til aldamóta samkvæmt grunnspá.



Mynd 4 Hlutfallsleg skipting orkuþarfar (oluúfgildi) fram til aldamóta samkvæmt efri spá.

Orkuspáin er hér sett fram í oluúfgildi, en hægt er að setja hana fram á fleiri vegu og er það gert í viðauka 3. Þar er spáin birt sem oluúfgildi í PJ á ári og einnig orkuinnihald í PJ á ári, en nánari umfjöllun um orkuspána er að finna í viðaukanum. Í viðauka 4 er orkunotkun fyrir árið 1980 flokkuð eftir notkun og einnig er orkuspáin fyrir árið 2000 flokkuð þar. Hér að aftan verður gerð grein fyrir spám um einstaka orkugjafa.

3 RAFORKUSPÁ

3.1 Almennar forsendur

Orkuspárnefnd hefur byggt raforkuspá sína á spá Framkvæmdastofnunar ríkisins frá 1980 um mannfjölda á Íslandi fram til aldamóta og skiptingu hans á landshluta og spár þeirrar stofnunar um mannafla, þ. e. fjölda starfandi fólks í atvinnulífinu, á sama tímabili.

Gert er ráð fyrir áframhaldandi hagvexti, sem í spánni lýsir sér sem vaxandi orkunotkun á hvern starfsmann í atvinnulífinu, en hana má telja forsendu þeirrar framleiðsluaukningar sem er nauðsynleg undirstaða hagvaxtar þegar til lengdar lætur. Gert er ráð fyrir svipuðum vexti orkunotkunar á starfsmann og hann hefur reynst vera hér á landi að undanfögnu, en jafnframt höfð hliðsjón af nýlegum spám um þetta frá nágrannalöndunum. Áhrif raforkusparnaðar mega teljast innifalin í spám um orkunotkun á starfsmann í atvinnugreinum og orkunotkun á íbúa til heimilisnota.

Raforkuspáin tekur ekki til afgangsortku til neinna nota, enda hefur sala hennar ekki áhrif á stærð og tímasetningu nýrra virkjana. Öll raforka til hitunar húsa er meðtalin, hvort heldur hún er nýtt með beinni rafhitun eða í rafhitaveitum. Á áratugnum 1990-2000 er reiknað með nokkurri útbreiðslu rafbíla. Notkun þeirra er innifalin í raforkunotkun annarra greina, svo sem heimila, þjónustu og iðnaðar, þar eð þess er ekki vænst að raforka á bíla verði mæld sérstaklega.

Raforkuspáin felur í sér mat nefndarinnar á því, hver verða muni eftirspurn eftir raforku á hverjum tíma ef notendur hafa frjálst val. Hún tekur ekki mið af því, að notkuninni verði haldið niðri, hvorki með beinni skömmtun eða annarskonar boðum og bönum yfirvalda né heldur að til þess komi að orkuver, flutningslínur og dreifikerfi anni ekki álaginu ("óbein skömmtun").

Sett eru fram efri og neðri mörk raforkunotkunar, og byggja þau á því að nefndin taldi rétt að spá fyrir um efri og neðri mörk notkunar í iðnaði, fremur en ákveðna notkun. Bilinu milli þessara marka er ætlað að gefa mynd af þeirri óvissu, sem að mati nefndarinnar ríkir um þörf fyrir raforku til iðnaðar í framtíðinni.

Neðri mörk raforkunotkunar í iðnaði miðast við að almennur iðnaður geti tekið við allri fjölgun fólks í starfsgreininni allt til aldamóta, þannig að ekki verði aukning í orkufrekum iðnaði. Efri mörkin miðast við að

þrífur fjórðu hlutar mannaflaukningarinnar verði í almennum iðnaði, en einn fjórði í nýjum orkufrekum iðnaði.

Nefndin telur líklegt að raunveruleg þörf fyrir raforku til iðnaðar í framtíðinni muni liggja milli þessara marka, en leggur ekki nánari dóm á hana.

Nefndin leggur áherslu á, að spáin felur ekki í sér orkuþörf nýrra iðnfyrirtækja, sem stjórnvöld kunna að ákveða að koma upp umfram það sem nauðsynlegt er til að uppfylla efnahagslegar forsendur spárinnar.

3.2 Raforkuspá 1982 - 2000

Í töflu 2 er sýnd raforkuspá til aldamóta í petajoulum (borið fram petajúl, PJ = 10^{15} J, J = Ws, sjá viðauka 1).

Tafla 2 Spá um raforkuvinnslu í PJ á ári.

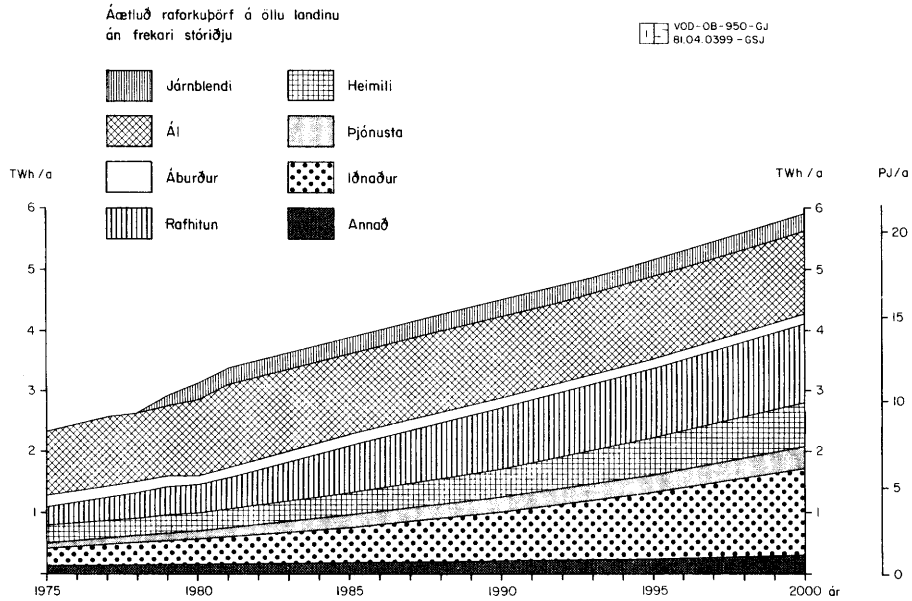
Ár	Neðri spá	Efri spá
1980	11,3*	11,3*
1985	14,1	15,8
1990	16,3	19,8
1995	18,6	27,0
2000	21,3	34,7

* Raungildi.

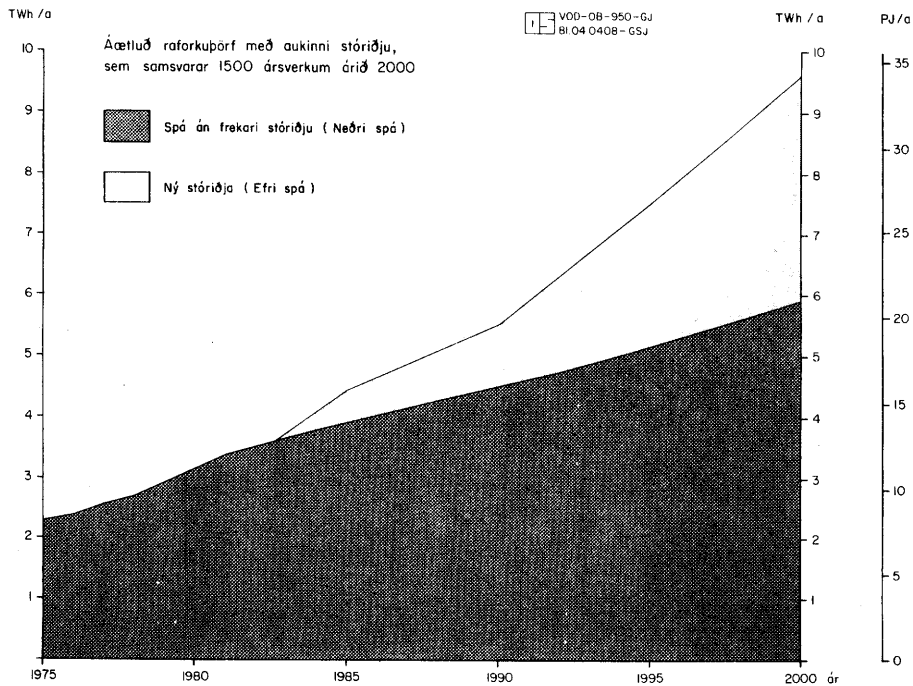
Þegar fjallað er um raforku er algengt að nota eininguna wattstund (Wh, sjá viðauka 1), en hér er notuð einingin joule (J). Ákveðið var að nota þessa einingu hér, þar sem notkun hennar fer vaxandi í heiminum og joule er grunneining í því einigakerfi sem mest er notað (alþjóðlega einigakerfið System Internationale, SI - kerfið svonefnda). Í viðauka 3 er raforkuspáin einnig sett fram í GWh og olfuþgildi í þúsundum tonna.

Til að fá vatnsorkuna eins og hún er sýnd í kafla 2 og viðauka 3 þarf að draga frá raforkuvinnslunni þann hluta sem unninn er með olfu og jarðhita.

Mynd 5 sýnir raforkuvinnsluna á landinu miðað við að engin aukning verði í stóriðju, en á mynd 6 er vinnslan sýnd með aukinni stóriðju sem samsvarar efri mörkum raforkuspárinnar.



Mynd 5 Áætluð raforkuvinnsla á öllu landinu, án frekari stóriðju.



Mynd 6 Áætluð raforkuvinnsla, með aukinni stóriðju sem samsvarar 1500 ársverkum árið 2000.

4 JARÐHITASPÁ

4.1 Almennt

Frá þeim tíma er Hitaveita Reykjavíkur tók til starfa hefur húshitun verið mikilvægasta nýting jarðhitans og til hennar farið allt að 90% af notaðri jarðhitaorku. Húshitun er jafnframt sú tegund notkunar, sem auðveldast er að áætla langt fram í tímann, því hún mun þróast nokkurn vegin í hlutfalli við húsneði í landinu.

Gróðurhús og sundlaugar hafa lengi nýtt jarðhita til upphitunar. Aukning á þessu sviði er nú tiltölulega lítil og jöfn. Á síðustu árum hefur nokkuð verið rætt um gróðurhúsaræktun í stórum stíl til útflutnings, þ. e. ylræktarver. Einnig hefur áhugi vaknað fyrir jarðvegshitun og gera má ráð fyrir nokkurri aukningu á því sviði.

Fiskrækt hefur mikið verið til umræðu á síðustu árum. Nota má heitt vatn til blöndunar í eldisker og tjarnir til að ná kjörhita. Í dag er þessi notkun ekki mjög mikil, en ef mikil aukning verður í eldi fisks upp í sláturstærð gæti hér orðið um stórnotanda jarðhita að ræða er fram líða stundir.

Á síðustu árum hefur risið upp nokkur iðnaður, sem byggir á nýtingu jarðhita. Má þar tilgreina Kílsiliðjuna við Mývatn og Þörungavinnsluna að Reykhólum, auk nokkurra smærri fyrirtækja, sem nota jarðhita til þurrkunar á sjávaraflla. Mikil óvissa ríkir um þróun jarðhitanotkunar í nýiðnaði og við fiskrækt. Um aldamót gæti verg notkun þessara greina orðið frá innan við 4 PJ/a og allt að 25 PJ/a.

Jarðhiti til raforkuframleiðslu er ekki tilgreindur sérstaklega í þessari spá en er innifalinn í raforkuspánni, enda var henni ekki skipt á milli vatnsorku- og jarðvarmavera. Um aldamót er þó líklegt að Krafla verði enn í notkun auk stöðva sem byggðar verða samhliða annarri notkun á jarðhita, eins og dæmi er um í Svartsengi nú.

4.2 Jarðhitaspá 1982 - 2000

Jarðvarminn er orkulind sem ekki er mikið nýtt í heiminum í dag, og er því ekki til nein stöðluð framsetning á honum í orkuspá. Þegar reikna á nýtanlega orku jarðvarma vaknar sú spurning við hvaða hitastig á að miða? Oft er notað meðalhitastig jarðarinnar sem mun vera um 15° C. Hér á landi hefur

aftur á móti oft verið talað um að miða við 5°C, sem er nálægt meðalhitanum í byggð hér á landi, og þar sem reiknuð hefur verið verg varmanotkun á heitu vatni í ritinu "Jarðhitaspá 1982 - 2000" er þessi viðmiðun notuð. Með lækandi hitastigi jarðvarma minnka notkunarmöguleikar hans, og ef miðað er við 5°C við útreikninga á nýtanlegum varma getur svæði, sem hefur mikið magn jarðhita, en við lágt hitastig, verið talið mjög orkuauðugt, þó svo að takmörkuð not sé að hafa af þessari auðlind. Líkja má þessu við vatnsorku eða kol sem of dýrt er að nýta í dag. Þegar fram líða stundir, með þverrandi orkulindum og hækkandi orkuverði, getur aftur á móti orðið hagkvæmt að nýta þær.

Í heildarorkuspánni var ákveðið að nota það sem kallað er vergur varmi í "Jarðhitaspá 1982 - 2000". Tafla 3 sýnir jarðhitaspána. Munurinn milli þeirra tveggja spáa, sem þar eru settar fram, felst í því að grunnspáin miðar við að lítil uppbygging verði í nýiðnaði sem nýtir jarðhita og fiskrækt, en efri spáin miðar aftur á móti við að nokkur uppbygging verði á þessum sviðum.

Tafla 3 Spá um jarðhitavinnslu í PJ á ári, vergur varmi.

Ár	Grunnspá	Efri spá
1980	21,4*	21,4*
1985	26,4	28,5
1990	31,2	35,8
1995	36,1	46,8
2000	42,6	64,3

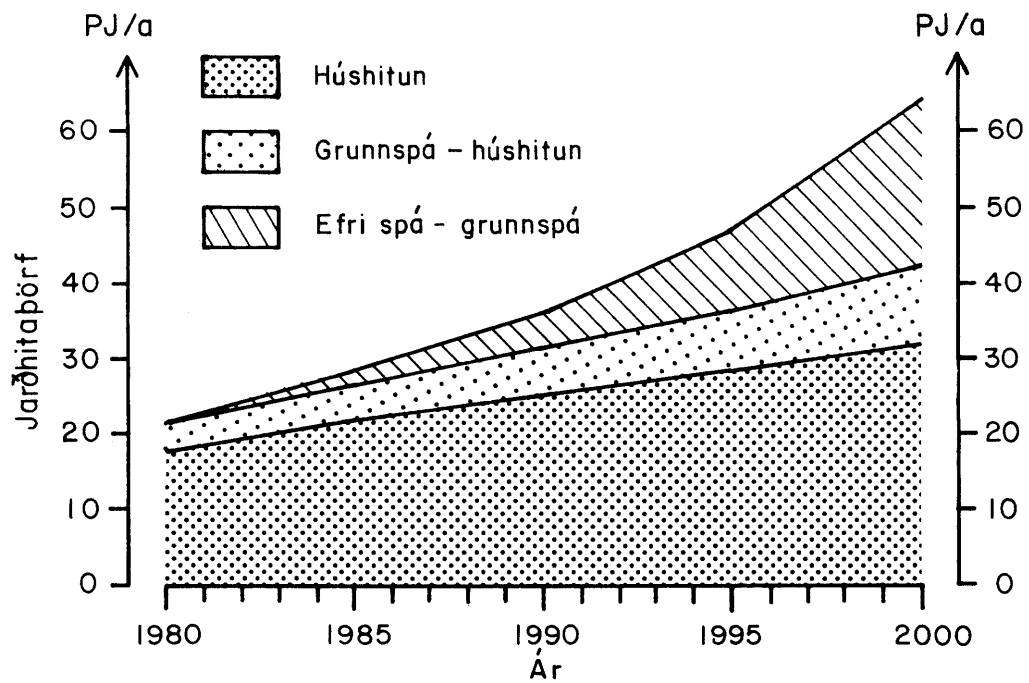
* Raungildi.

Taflan sýnir jarðhitavinnsluna samkvæmt orkuinnihaldi, en ekki olfugildi. Olfugildið er aftur á móti sýnt í viðauka 3.

Mynd 7 sýnir áætlaða jarðhitavinnslu á öllu landinu fram til aldamóta.



VOD-OB-953-JV
'82.03.-0620-Gyða



Mynd 7 Áætluð jáðhitavinnsla til aldamóta, vergur varmi. (Jáðhiti til raforkuframleiðslu er ekki innifalinn).

5 SPÁ UM OLÍUNOTKUN

5.1 Almennar forsendur

Gert er ráð fyrir því að ýmsar breytingar verði á olíunotkun fram til aldamóta. Sú þróun verður þó engan veginn sjálfkrafa heldur byggist á að verulegur sparnaður verði í olíunotkun og þurfa eftirtalðar aðgerðir að koma til:

1. Innlendir orkugjafar (jarðhiti, vatnsorka) komi í stað olfu til húshitunar og spari þannig 160.000 tonn af olfu miðað við árið 1973.
2. Dregið verði úr vexti fiskiskipaflotans, spornað við aukinni vélarstærð í fiskiskipum og sókn takmörkuð. Olíunotkun fiskiskipaflotans verði um 150.000 tonn árið 2000, þ. e. svipuð og hún er nú, í stað 270.000 tonna eins og hugsanlegt hefði verið ef þróun flotans héldi áfram óbreytt.
3. Bifreiðar verði almennt minni og sparneytnari í framtíðinni og innflutningur rafbíla hafinn fyrir alvöru um 1990. Þannig myndu sparast um 60.000 tonn af bensíni og gasölu árið 2000 miðað við að meðaleldsneytiseyðsla bifreiða haldist óbreytt frá árinu 1978 og engir rafbílar komi til sögunnar.
4. Orkunýtni fiskimjölsverksmiðja verði bætt þannig að olfusparnaður árið 2000 verði um 30.000 tonn miðað við nýtnina 1978.

Á síðustu árum hefur nokkur umræða orðið um eldsneytisframleiðslu á Íslandi, sem gæti reynst hagkvæm vegna hækkandi olfuverðs. Einkum hefur athygli manna beinst að framleiðslu vetnis og vetnissambanda ýmis konar (metanól). Þótt innlend eldsneytisframleiðsla hafi marga kosti í för með sér er vart við því að búast að hennar gæti að marki á þessari öld. Í þessari spá er ekki gert ráð fyrir því að innlent eldsneyti komi í stað innfluttrar olfu og olfuafurða fram til aldamóta, fyrir utan það sem áður er sagt um rafbílana. Einnig er vert að geta þess að hugmyndir eru á lofti um notkun kola í sumum greinum iðnaðar.

Ákveðið hefur verið að fara út í kolanotkun í Sementsverksmiðjunni og gert er ráð fyrir að hún hefjist á árinu 1984. Í olfuspánni er gert ráð fyrir að verksmiðjan noti 13 þúsund tonn af olfu á ári. Því væri eðlilegt að lækka olfuspána um þetta magn og sýna í staðinn kolanotkun. Þetta var ekki gert þar sem hér er einungis um færslu milli tveggja orkugjafa, sem báðir eru innfluttir, og um tiltölulega lítið magn er að ræða (rúmleg 2% af olfunotkuninni). Nánar er fjallað um kolanotkun í viðauka 2.

5.2 Spá um olfunotkun 1982 - 2000

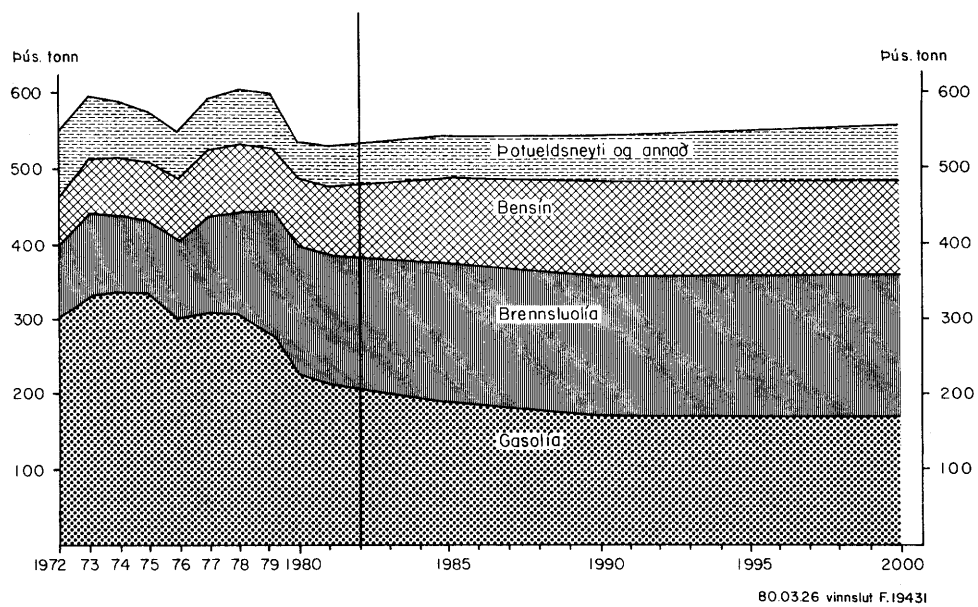
Við gerð olfuspárinnar var miðað við rauntölur fram til ársins 1979. Til viðbótar liggja nú fyrir rauntölur fyrir árin 1980 og 1981. Þegar þessar tölur eru bornar saman við spána kemur í ljós að notkunin hefur verið nokkru minni en spáð var. Í olfuspánni var gert ráð fyrir að olfunotkun minnkaði nokkuð fram til 1985, en svo virðist sem sú minnkun hafi gengið hraðar fyrir sig en búist var við. Loðnuveiðin á árinu 1981 var einnig minni en gert var ráð fyrir, og líklega verður hún lítil á þessu ári. Í olfuspánni var gert ráð fyrir að olfunotkun til loðnubræðslu yrði rúmlega 55.000 tonn á þessu ári (1982). Ekki þótti rétt að breyta olfuspánni strax vegna þessara nýju aðstæðna, þar sem ekki er full sýnt að loðnuveiði, eða veiði á öðrum bræðslufiski, verði lítil á næstu árum. Spá um olfunotkun fram til aldamóta er sýnd í töflu 4.

Tafla 4 Spá um olfunotkun fram til aldamóta í PJ á ári.

Ár	Spá um olfunotkun
1980	23*
1985	23
1990	23
1995	24
2000	24

* Raungildi.

Spá um olfunotkun er sýnd á mynd 8. Í viðauka 3 er olfuspáin einnig sýnd í þúsundum tonna.



Mynd 8 Þróun olíunotkunar 1972-1981 ásamt spá til 2000.

VIÐAUKI 1

Einingar afsl og orku

Grunneining afls í því einingakerfi sem notað er hér á landi (SI - kerfið) er watt (skammstafað W). Grunneining orku er aftur á móti joule (skammstafað J, borið fram júl) sem jafngildir wattsekúndu, þ. e. eitt joule er sú orka sem aflið eitt watt gefur á einni sekúndu. Vegna þess hve lítil eining joule er hefur mikið verið notuð wattstund sem jafngildir 3600 J. Þetta er einnig fremur lítil eining og t. d. þegar verið er að tala um orkumarkaðinn hér á landi þá er oft notuð gígawattstund sem jafngildir þúsund milljón wattstundum, og á raforkureikningum er yfirleitt notuð kílówattstund sem jafngildir þúsund wattstundum. Í tækniritum eru notuð ýmiss fleiri forskeyti, en þau sem mest eru notuð í þessu sambandi eru:

Forskeyti	Skammst.	Dýðir
Kíló-	k	$10^3 = 1.000$
Mega-	M	$10^6 = 1.000.000$
Gíga-	G	$10^9 = 1.000.000.000$
Tera-	T	$10^{12} = 1.000.000.000.000$
Peta-	P	$10^{15} = 1.000.000.000.000.000$
Exa-	E	$10^{18} = 1.000.000.000.000.000.000$

Þegar talað er um orkuinnihald er átt við þá orku sem orkugjafinn hefur að geyma. Orkuinnihald er skilgreint á eftirfarandi hátt fyrir hvern hinna þriggja hráorkugjafa:

- Vatnsorka: Sú raforka sem fæst frá rafölum vatnsorkuvera. Ekki hefur verið bætt við töpum í orkuverinu sjálfu (í rafölum, vatnsvegum o. s. fv.).
- Jarðhiti: Fyrir jarðhita er átt við varmainnihald vatnsins/gufunnar reiknað niður í 5° C.
- Olfa: Gert er ráð fyrir að orkuinnihald gasölfu sé 44,0 MJ á kg, bensíns 43,5 MJ á kg og svartölfu 41,4 MJ á kg.

Olfuþgildi gefur til kynna hve mikil olfa þarf að koma í stað orku frá öðrum orkugjafa og er þá miðað við að orkuinnihald ölfu sé 44 MJ/kg.

Í þessu riti er orkuspáin sett fram á tvo vegu, sem orkuinnihald orkugjafa og ölfuþgildi, en fyrir flesta orkugjafa eru gildin mismunandi eftir því hvor leiðin er valin. Sem dæmi má nefna að við útreikninga á ölfuþgildi raforku er miðað við að 35 % nýtni fáiast við

raforkuframleiðslu úr olfu, þannig að orkuinnihald raforku er einungis 35 % af olfugildi hennar (ef t. d. hvor tveggja er sett fram í PJ).

Við umreikninga á milli PJ og GWh gilda eftirfarandi tölur.

1 PJ = (10000/36) GWh = 278 GWh
1 GWh = 0,0036 PJ

VIÐAUKI 2

Kolanotkun

Kol voru stærsti orkugjafinn á Íslandi á fyrri hluta þessarar aldar. Á eftirstríðsárunum tók síðan olía við því hlutverki, og á síðustu árum hefur svo hlutur innlendra orkugjafa stöðugt aukist. Kolanotkun var orðin hverfandi á áttunda áratugnum, en nú virðist aftur stefna á aukna notkun og er það bæði ný stóriðjufyrirtæki og gamalgróin iðnfyrirtæki sem þar eiga í hlut. Helstu notendur kola fram til aldamóta gætu orðið:

1. Járnblendiverksmiðjan á Grundartanga. Orku- notkun járnblendiverksmiðja er talin vera:

Raforka	55 %
Kol og koks	45 %

Árið 1980 flutti Járnblendifélagið inn um 29.000 tonn af kolum og koxi að orkuinnihaldi um 860 TJ. Það ár var raforkunotkun verksmiðjunnar um 970 TJ. Árið 1979 var kola og koks innflutningurinn um 22.000 tonn að orkuinnihaldi um 650 TJ og raforkunotkunin var um 580 TJ. Þau hlutföll sem nefnd voru hér að framan virðast því gilda nokkurn veginn fyrir Járnblendifélagið.

2. Ísal. Í álverksmiðjum er einnig önnur orkunotkun en raforka (skaut), en hún er hlutfallslega miklu minni heldur en í járnblendiverksmiðjum.
3. Ný stóriðja. Önnur stóriðja sem notar kol og koks gæti komið til greina fram til aldamóta. Sem dæmi má nefna að í dag virðist margt benda til þess að kísilmálmverksmiðja verði reist á Reyðarfirði, og yrði þar um nokkra kolanotkun að ræða.
4. Sementsverksmiðja ríkisins. Samkvæmt upplýsingum frá Sementsverksmiðjunni er búið að ákveða að fara út í kolanotkun þar. Tæki hafa verið pöntuð og gera þeir ráð fyrir að notkun kola hefjist eftir um eitt og hálf ári. Gert er ráð fyrir að notkunin verði um 20 þúsund tonn á ári, en í dag eru notuð um 13 þúsund tonn á ári af olfu í verksmiðjunni að orkuinnihaldi um 540 TJ.

Á næstu árum gæti kola- og koksnotkun hér á landi numið

um 70.000 tonnum á ári að orkuinnihaldi um 2 PJ, og er þá átt við notkun Járblendiverksmiðjunnar og Sementsverksmiðjunnar. Þessi notkun gæti numið tæpum 3 % af heildarorkunotkuninni miðað við orkuinnihald (sjá viðauka 3). Kola- og koksnotkun hefur ekki verið tekin með í heildarorkuspánni hér að framan, en í raun er hér um orkugjafa að ræða og ætti því heima þar. Þessi notkun er í dag tiltölulega lítil og mest öll hjá Járblendiverksmiðjunni. Ef gamalgróin iðnfyrirtæki eins og Sementsverksmiðjan fara yfir í kolanotkun þá eru þau einungis að skipta um orkugjafa og er notkun þeirra innifalin í spánni, bara í öðrum orkugjöfum. Það er því aðallega kola- og koksnotkun stóriðjufyrirtækja sem þyrfti að bæta við heildaorkuspána. Þessi notkun er háð pólitískum ákvörðunum um uppbyggingu og gerð nýrra stóriðjufyrirtækja. Nefndin telur ekki tímabært á þessu stigi að spá fyrir um kola- og koksnotkun til aldamóta, en bendir á að eðlilegt sé í dag að taka með í orkuspá notkun tveggja ofna í Járblendiverksmiðjunni sem gæti numið rúmu einu petajouli á ári.

VIÐAUKI 3

Töflur og frekari útskýringar á orkuspánni

EFNISYFIRLIT

	Bls
Efnisyfirlit	26
Töfluskrá	26
Myndaskrá	26
V.3-1 Orkusþá	27
V.3-2 Raforkusþá	30
V.3-3 Jarðhitasþá	31
V.3-4 Spá um olfunotkun	32

TÖFLUSKRÁ

V.3-1 Spá um orkuvinnslu og olfuinnflutning. Olfuþgildi í PJ á ári	27
V.3-2 Spá um orkuvinnslu og olfuinnflutning. Orkuinnihald í PJ á ári	27
V.3-3 Spá um orkupörf hjá notendum. Orkuinnihald í PJ á ári	30
V.3-4 Spá um raforkuvinnslu, olfuþgildi í þúsundum tonna á ári	30
V.3-5 Spá um raforkuvinnslu, orkuinnihald í GWh á ári.....	30
V.3-6 Spá um jarðhitavinnslu. Olfuþgildi í þúsundum tonna á ári, vergur varmi	31
V.3-7 Spá um jarðhitapörf hjá notendum í PJ á ári, nýttur varmi	32
V.3-8 Spá um olfunotkun í þúsundum tonna á ári	32

MYNDASKRÁ

V.3-1 Grunnþá um orkupörf til aldamóta, orkuinnihald	29
V.3-2 Hlutfallsleg skipting orkunotkunar (orku- innihald) fram til aldamóta samkvæmt grunnþá	29
V.3-3 Efri þá um orkupörf til aldamóta, orkuinnihald	29
V.3-4 Hlutfallsleg skipting orkunotkunar (orku- innihald) fram til aldamóta samkvæmt efri þá	29

Í meginmálinu hér að framan var orkuspáin einungis sett fram í einni einingu, þ. e. í þúsundum tonna olfuþgildið. Í þessum viðauka verður orkuspáin sett fram í öðrum einingum og einnig eftir orkuinnihaldi. Orkuspár fyrir einstaka orkugjafa eru settar fram í öðrum einingum heldur en notaðar voru hér að framan.

V.3-1 Orkuspá

Tafla V.3-1 samsvarar töflu 1 hér að framan nema hvað olfuþgildið hefur verið umreiknað yfir í PJ á ári. Tafla V.3-2 sýnir orkuspána miðað við orkuinnihald, en nánari skýringar á orkuinnihaldi og olfuþgildi er að finna í viðauka 1.

Tafla V.3-1 Spá um orkuvinnslu og olfuinnflutning. Olfuþgildi í PJ á ári.

Ár	Vatnsorka		Jarðhiti		Olía	Samtals	
	Grunn- spá	Efri spá	Grunn- spá	Efri spá		Grunn- spá	Efri spá
1980*	31	31	19	19	23	73	73
1985	38	43	25	28	23	86	94
1990	44	54	30	36	23	97	113
1995	51	74	36	47	24	111	145
2000	58	96	41	64	24	123	184

Tafla V.3-2 Spá um orkuvinnslu og olfuinnflutning. Orkuinnihald í PJ á ári.

Ár	Vatnsorka		Jarðhiti		Olía	Samtals	
	Grunn- spá	Efri spá	Grunn- spá	Efri spá		Grunn- spá	Efri spá
1980*	11,0	11,0	23,0	23,0	23	57	57
1985	13,3	15,0	32,9	35,0	23	69	73
1990	15,3	18,8	39,8	44,4	23	78	86
1995	17,6	26,0	44,7	55,4	24	86	105
2000	20,4	33,8	51,2	72,9	24	96	131

* Fyrir árið 1980 er um raungildi að ræða.

Ef tafla V.3-2 er borin saman við töflur 2 og 3 kemur í ljós að raforkan í töflu 2 jafngildir ekki vatnsorkunni og að jarðhitaspánni í töflu 3 ber ekki saman við töflu V.3-2. Orsök þessa er að ekki er öll raforkan

framleidd með vatnsorku og að í jarðhitaspánni er ekki tekin með jarðgufa sem fer til raforkuframleiðslu. Í þessu sambandi má nefna:

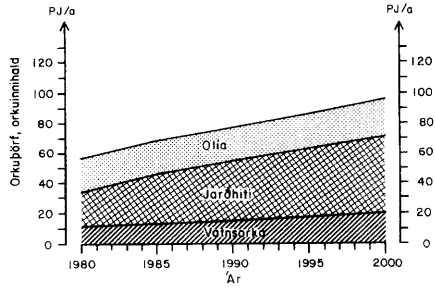
1. Vatnsorkan er reiknuð sem raforkuframleiðslan að frádreginni framleiðslu með olfu og jarðgufu.
2. Raforkuframleiðsla með olfu var 0,16 PJ árið 1980 og um 0,18 PJ árið 1981. Gert er ráð fyrir að árið 1985 verði hún 0,14 PJ, 0,12 PJ árið 1990, 0,11 PJ árið 1995 og árið 2000 0,09 PJ.
3. Raforkuframleiðsla með jarðgufu var um 0,15 PJ árið 1980 og um 0,44 PJ árið 1981. Gert er ráð fyrir að raforkuframleiðsla með jarðgufu verði árið 1985 0,65 PJ og frá árinu 1990 fram til aldamóta 0,86 PJ á ári. Miðað er við að 10 % nýtni fáiast við raforkuframleiðsluna.

Myndir V.3-1 til V.3-4 eru sambærilegar við myndir 1 til 4 nema hvað hér er sýnt orkuinnihald orkugjafa en ekki olufgildi. Ef þessar myndir eru bornar saman kemur í ljós að vatnsorkan vegur hlutfallslega þyngra í olufgildi heldur en þegar miðað er við orkuinnihald. Orsök þessa er hve léleg nýtni fæst við framleiðslu raforku úr olfu, en raforka er aftur á móti mjög hentugt orkuform þar sem auðvelt er að flytja hana langan veg og breyta í önnur orkuform.

Eins og fram kemur á myndunum var olfa 40 % af orkuvinnslunni árið 1980 miðað við orkuinnihald, jarðhitinn um 41 % og vatnsorkan um 19 %. Spáð er að um aldamót verði þessi hlutföll komin í um 25 %, 54 % og 21 % ef miðað er við grunnspána, en um 18 %, 56 % og 26 % samkvæmt efri spánni. Árið 1980 var orkuvinnslan um 57 PJ/a sem samsvarar um 16 TWh/a, en um aldamót er gert ráð fyrir að vinnslan verði um 96 PJ/a samkvæmt grunnspánni og um 131 PJ/a samkvæmt efri spánni eins og fram kemur í töflu V.3-2, en það samsvara um 27 TWh/a og 36 TWh/a.

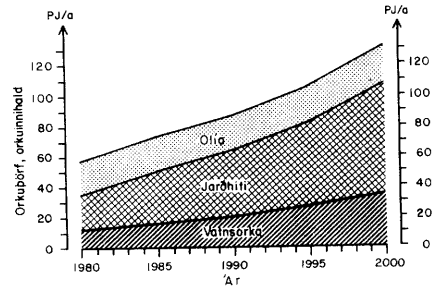
Til að fá orkupörfina hjá notendum verður að draga dreifi- og flutningstöp frá tölum um orkuvinnslu. Töpin eru nokkuð vel þekkt fyrir raforkuna, en fyrir jarðhitann eru þau ekki eins vel þekkt. Hjá Hitaveitu Reykjavíkur er talið að þau séu um 7 % og verður miðað við það í þessari spá. Fyrir olfu eru þessi töp ekki skilgreind. Tafla V.3-3 sýnir orkupörfina hjá notendum.

VOD-OB-953-JV
82.03-0621-Gyða

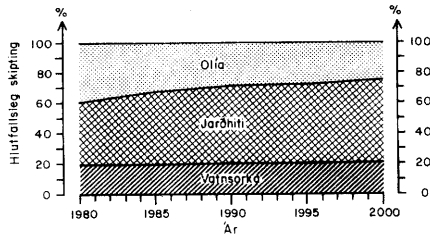


Mynd V.3-1 Grunnspá um orkupörf til aldamóta, orkuinnihald.

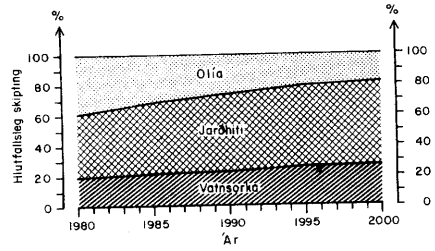
VOD-OB-953-JV
82.03-0622-Gyða



Mynd V.3-2 Efri spá um orkupörf til aldamóta, orkuinnihald



Mynd V.3-2 Hlutfallsleg skipting orkunotkunar (orkuinnihald) fram til aldamóta samkvæmt grunnspá.



Mynd V.3-4 Hlutfallsleg skipting orkunotkunar (orkuinnihald) fram til aldamóta samkvæmt efri spá.

Tafla V.3-3 Spá um orkupörf hjá notendum. Orkuinnihald í PJ/a.

Ár	Raforka		Jarðhiti		Olfa	Samtals	
	Grunn- spá	Efri spá	Grunn- spá	Efri spá		Grunn- spá	Efri spá
1980*	10,2	10,2	19,9	19,9	23	53	53
1985	12,6	14,3	24,6	26,7	23	60	64
1990	14,5	17,8	29,0	33,6	23	66	74
1995	16,5	24,4	33,6	44,3	24	74	93
2000	18,8	31,6	39,6	61,3	24	82	117

* Fyrir árið 1980 er um raungildi að ræða.

V.3-2 Raforkuspá

Í töflu V.3-4 er olfufgildi raforkuspárinnar sýnt í þúsundum tonna á ári, en í töflu V.3-5 er hún sýnd í GWh á ári og er þá miðað við orkuinnihald.

Tafla V.3-4 Spá um raforkuvinnslu, olfufgildi í þúsundum tonna á ári.

Ár	Neðri spá	Efri spá
1980	734*	734*
1985	916	1030
1990	1060	1290
1995	1210	1750
2000	1380	2250

* Raungildi.

Tafla V.3-5 Spá um raforkuvinnslu, orkuinnihald í GWh á ári.

Ár	Neðri spá	Efri spá
1980	3130*	3130*
1985	3900	4400
1990	4510	5500
1995	5160	7500
2000	5930	9650

* Raungildi.

Notuð er 35 % nýtni við útreikninga á olfufgildi, en

Það er sú nýtni sem líklega fengist ef olían væri notuð til að framleiða raforku. Ef við hefðum ekki vatnsorkuna eða jarðhitann og þyrftum að nota olíu til raforkuframleiðslu væri í mörgum tilvikum hagkvæmara að nýta olíuna á notkunarstað fremur en að framleiða fyrst úr henni raforku. Sem dæmi um þetta er húshitun, en með því að nota olíu beint fæst um 60 % nýtni miðað við 35 % nýtni við framleiðslu á raforku úr olíu. Einnig yrði raforkuframleiðslan þá nær markaðnum og því minni flutningstöp. Erfitt er að meta hve mikin sparnað í olíu mætti fá með þessu. Erlendis er yfirleitt miðað við 35 % nýtni þegar finna á olíuálgildi raforku og var því miðað við það hér. Ef finna á hve mikið við spörum okkur í innkaupum á olíu væri réttara að miða við hagkvæmustu not olíunnar.

V.3-3 Jarðhitaspá

Tafla V.3-6 sýnir jarðhitaspána í olíuálgildi. Taflan sýnir jarðhitavinnslu og eru því flutnings- og dreifitöp innifalín. Fyrir aðra notkun en stóriðju er gert ráð fyrir að orkutöpin séu 7 %, en fyrir stóriðju eru þau talin hverfandi þar sem hún yrði líkleg staðsett við jarðhitasvæði og nýtti í flestum tilvikum jarðgufu niður fyrir 100°C. Í töflu V.3-7 er nýttur varmi sýndur (orkuinnihald). Hér er um orkupörf hjá notendum að ræða og eru því flutnings- og dreifitöp ekki innifalín. Í þessum töflum er sá hluti jarðhitans sem fer til raforkuframleiðslu ekki tekinn með. Til nánari skýringar á vergum og nýttum varma vísast til ritsins "Jarðhitaspá 1982 - 2000".

Tafla V.3-6 Spá um jarðhitavinnslu. Olíuálgildi í þúsundum tonna á ári.

Ár	Grunnspá	Efri spá
1980	430*	430*
1985	540	590
1990	640	750
1995	760	1000
2000	880	1400

* Raungildi.

Tafla V.3-7 Spá um jarðhitabörf hjá notendum í PJ á ári, nýttur varmi.

Ár	Grunnspá	Efri spá
1980	11,6*	11,6*
1985	14,4	16,2
1990	17,3	21,1
1995	20,2	29,2
2000	24,1	42,5

* Raungildi.

V.3-4 Spá um olfunotkun

Spá um olfunotkun í þúsundum tonna á ári er sýnd í töflu V.3-8.

Tafla V.3-8 Spá um olfunotkun í þúsundum tonna á ári.

Ár	Spá um olfunotkun
1980	542*
1985	542
1990	542
1995	550
2000	560

* Raungildi.

Bæði í raforku- og jarðhitaspánni er fjallað um dreifitöp. Við olfunotkun eru ekki nein samsvarandi töp, en þó mætti ef til vill flokka orkunotkun flutningstækja er dreifa olfunni sem dreifitöp. Ekki eru til nein gögn um þessi atriði þar sem olfan á flutningstækin er innifalin í sölutölunum. Einnig á sér stað einhver rýrnun við geymslu og flutning.

VIÐAUKI 4

Flokkun orkunotkunar

Fyrri orkuspám hefur verið skipt niður eftir notkun, t. d. í húshitun, iðnað o. s. fv. Flokkun notkunar einstakra orkugjafa hefur verið mismunandi þar sem notkunarvið þeirra eru ekki öll þau sömu. Því hentar ekki að taka beint upp úr fyrri spám þá flokkun sem þar er, heldur þarf að samræma flokka og fækka þeim fyrst. Hér eru settir fram sjö flokkar notkunar og því til viðbótar koma síðan flutnings- og dreifitöp. Það sem ekki heyrir til þessara sjö flokka eða til tapa er sett undir það sem kallað er "annað". Notkun Keflavíkurflugvallar er tekin með í flokknum "annað" fyrir raforkuna en notkun vallarins á jarðhita og olfu er ekki með hér þar sem sú notkun er ekki eins vel þekkt. Fyrir jarðhitann er m. a. notkun gróðurhúsa og fiskrækt sett undir "annað", og fyrir raforkuna götulýsing og súgþurrkun. Í töflu V.4-1 er orkunotkunin fyrir 1980 flokkuð niður og er þar miðað við olfugildi, en í töflu V.4-2 er miðað við orkuinnihald. Spáin fyrir árið 2000 er síðan sýnd í töflum V.4-3 og V.4-4.

Tafla V.4-1 Flokkun orkunotkunar fyrir árið 1980. Olfugildi í þúsundum tonna á ári.

	Raforka	Jarðhiti	Olfa	Samtals
Húshitun	90	360	64	514
Alm. heimilisnotkun	60	-	-	60
Alm. iðnaður	85	21	126	232
Þjónusta	26	-	-	26
Fiskveiðar	-	-	162	162
Samgöngur	-	-	170	170
Stóriðja	380	-	-	380
Annað	30	23	10	63
Töp	63	26	-	89
Samtals	734	430	532	1696

Tafla V.4-2 Flokkun orkunotkunar fyrir árið 1980. Orkuinnihald í PJ á ári.

	Raforka	Jarðhiti	Olfa	Samtals
Húshitun	1,4	17,4	2,8	21,6
Alm. heimilisnotkun	0,9	-	-	0,9
Alm. iðnaður	1,3	1,0	5,5	7,8
Þjónusta	0,4	-	-	0,4
Fiskveiðar	-	-	7,0	7,0
Samgöngur	-	-	7,3	7,3
Stóriðja	5,8	-	-	5,8
Annað	0,5	1,5	0,4	2,4
Töp	1,0	1,5	-	2,5
Samtals	11,3	21,4	23,0	55,7

Tafla V.4-3 Orkuspa fyrir árið 2000 flokkuð eftir notkun. Olfuþgildi í þúsundum tonna á ári.

	Raforka	Jarðhiti	Olfa	Samtals
Húshitun	260	650	1	911
Alm. heimilisnotkun	150	-	-	150
Alm. iðnaður	280	50	90	420
Þjónusta	70	-	-	70
Fiskveiðar	-	-	160	160
Samgöngur	-	-	290	290
Stóriðja*	1230	520	-	1750
Annað	62	120	13	195
Töp	200	64	-	264
Samtals	2252	1404	554	4210

* Samkvæmt efri spá.

Tafla V.4-4 Orkuspa fyrir árið 2000 flokkuð eftir notkun. Orkuinnihald í PJ á ári.

	Raforka	Jarðhiti	Olfa	Samtals
Húshitun	4,0	31,9	0,1	36,0
Alm. heimilisnotkun	2,3	-	-	2,3
Alm. iðnaður	4,3	2,1	3,8	10,2
Þjónusta	1,1	-	-	1,1
Fiskveiðar	-	-	6,7	6,7
Samgöngur	-	-	12,5	12,5
Stóriðja*	19,0	22,0	-	41,0
Annað	1,0	5,5	0,8	7,3
Töp	3,1	2,8	-	5,9
Samtals	34,8	64,3	23,9	123,0

* Samkvæmt efri spá.

Ef töflur V.4-2 og V.4-4 eru bornar saman við töflurnar í kafla V.3-1 hér að framan kemur í ljós visst ósamræmi, en heildarorkunotkunin miðað við orkuinnihald er heldur hærri þar en hér. Orsök þessa er að raforkuframleiðslunni er skipt niður á vatnsorkuna, jarðhitann og olfuna, og miðað er við að nýtnin frá vatnsorku yfir í raforku sé 1,0, frá jarðhita yfir í raforku 0,1 og frá olfu í raforku 0,35. Hér er notkunin flokkuð eftir raforku, jarðhita og olfu, og hefur því sá hluti jarðhitans og olfunnar sem fer til raforkuframleiðslu verið tekinn burtu. Raforkunotkunin er því hærri en vatnsorkan var hér að framan, en aftur á móti hafa jarðhitinn og olfan lækkað meira en sem því nemur vegna nýtninnar.