



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

KÖNNUN Á TÖPUM Í RAFORKUKERFINU

Vinnunefnd sérfræðinga skipuð af
orkumálastjóra í desember 1977

OS79051/ROD18
Reykjavík, desember 1979

KÖNNUN Á TÖPUM Í RAFORKUKERFINU

Vinnunefnd um töp í raforkukerfinu:

**Egill Skúli Ingibergsson, Rafteikning sf.
Haukur Pálsson, Samband íslenskra rafveitna
Jón Helgason, Rafmagnsveitur ríkisins**

Ritari vinnunefndarinnar:

Ólafur Pálsson, Orkustofnun

OS79051/ROD18

Reykjavík, desember 1979

AGRIP

Seint á árinu 1977 óskaði Iðnaðarráðuneytið eftir því við Orkustofnun, að hún tæki til athugunar ráðstafanir til orkusparnaðar hér á landi. Ein aðgerð í þessu skyni væri sú, að draga úr orkutöpum í raforkudreifikerfum. Þessi töp virtust vera meiri hér á landi en viða annars staðar og meiri en eðlilegt gæti talist.

Orkustofnun beitti sér fyrir því að komið var á fót vinnunefnd sérfræðinga til að kanna þetta mál. Hlutverk hennar var:

- "1. Að ganga úr skugga um hver orkutöp í dreifikerfum rafveitna hér á landi eru, þegar á heildina er lítið, og meta hvort þau eru í nánd við það sem eðlilegt getur talist.
2. Að meta hverjar séu helstu orsakir þess að dreifitöp eru hér meiri en hæfilegt getur talist, ef niðurstaða úr fyrsta lið verður að svo sé.
3. Að íhuga og benda á vänlegar leiðir til að draga úr töpunum."

Niðurstaða vinnunefndarinnar er að heildartap í raforkukerfinu (flutningskerfum og dreifikerfum) upp á 9,86% (vegið meðaltal áranna 1973-74-75 og 76) sé sambærilegt við hlutfallslegt tap á hinum Norðurlöndunum.

Töp í dreifikerfum í péttbýli, að meðaltali 9,40%, eru einnig sambærileg við tölfur erlendis frá.

Heildartap í kerfi Rafmagnsveitna ríkisins var að meðaltali 11,20%. Á einstökum veitusvæðum allt upp í 30%. Þó að tapsprósenta í sveita-veitum sé viða há þá er það orkumagn sem fer forgörðum svo lítið að styrking kerfisins til minnkunnar tapa út af fyrir sig borgar sig engan veginn á meðan öflum raforku til að anna árlegri aukningu er ekki dýrari en hún er.

Vinnunefndin er þeirrar skoðunar að ekki sé ástæða til að breyta þeim aðferðum, sem notaðar hafa verið á undanförnum árum við hönnun á raforkukerfum.

EFNISYFIRLIT

	Bls
AGRIP	3
EFNISYFIRLIT	5
TÖFLUSKRA	6
MYNDASKRA	6
1 INNGANGUR	7
2 NIÐURSTÖÐUR	9
3 VINNUTILHÖGUN	15
4 SAMANBURÐUR VIÐ NORÐURLÖND	17
5 SKIPTING HEILDARTAPS MILLI NOTENDAHÓPA	21
5.1 Stórnótkun	21
5.2 Bæjadreifing	22
5.3 Sveitadreifing	23
5.4 Eiginnótkun framleiðenda	24
6 NÁNARI SUNDURLIÐUN Á TAPI EFTIR LANDSHLUTUM OG SVEITARFÉLAGA	27
7 LOKAORD	55
HEIMILDASKRA	57
VIAÐAUKI: Hagkvæmasti virgildleiki	59

TÖFLUSKRÁ

Bls.

Tafla 1	Dreifing bókhaldslegs taps á veitusvæðum	12
Tafla 2	Skipting raforkuframleiðslu og raforkunotkunar 1975 og heildartaps milli notendahópa	19
Tafla 3	Prósentuvís skipting tapa og eiginnotkunar	25
Tafla 4A	Suður- og Vesturland - Raforkubúskapur 1973-1976 ..	29
Tafla 4B	Suður- og Vesturland - Raforkubúskapur 1973-1976, Rafveitur sveitarfélaga	33
Tafla 5	Vestfirðir - Raforkubúskapur 1973-1976	37
Tafla 6A	Norðurland - Samtengt - Raforkubúskapur 1973-1976	41
Tafla 6B	Norðurland - Skeiðsfossvirkjun - Raforkubúskapur 1973-1976	45
Tafla 7	Austurland - Raforkubúskapur 1973-1976	49
Tafla 8	Meðaltap á árunum 1973-74-75 og 76	53
Tafla 9	Orka til ráðstöfunar og sala	53

MYNDASKRÁ

Mynd 1	Bókhaldslegt tap hjá rafveitum sveitarfélaga	13
Mynd 2	Dreifing bókhaldslegs taps á veitusvæðum	14
Mynd 3	Samband hlutfallslegs taps og notkunarþéttleika ...	18

1 INNGANGUR

Frerindisbréfi nefnarinnar segir: Íðnaðarráðuneytið hefur óskað eftir því við Orkustofnun, að hún taki til athugunar ráðstafanir til orkusparnaðar hér á landi. Ein aðgerð í þessu skyni væri sú, að draga úr orkutöpum í raforkudreifikerfum. Þessi töp virðast vera meiri hér á landi en víða annars staðar og meiri en eðlilegt getur talist. Orkustofnun hefur ákveðið að beita sér fyrir því að komið verði á fót vinnunefnd sérfraðinga til að kanna þetta mál. Er gert ráð fyrir að þetta verði þriggja manna nefnd, með einum manni frá Sambandi íslenskra rafveitna; einum frá Rafmagnsveitum ríkisins og einum tilnefndum af Orkustofnun. Auk þess mun starfsmaður á Orkustofnun, Ólafur Pálsson, rafmagnsverkfraðingur, starfa með nefndinni sem ritari.

Gert er ráð fyrir að hlutverk nefndarinnar verði:

1. Að ganga úr skugga um hver orkutöp í dreifikerfum rafveitna hér á landi eru, þegar á heildina er litið, og meta hvort þau eru í nánd við það sem eðlilegt getur talist.
2. Að meta hverjar séu helstu orsakir þess að dreifitöp eru hér meiri en hæfilegt getur talist, ef niðurstaða úr fyrsta lið verður að svo sé.
3. Að íhuga og benda á vænlegar leiðir til að draga úr töpunum.

Orkustofnun hefur beðið Egil Skúla Ingibergsson, rafmagnsverkfraðing hjá Rafteikningu hf. að vera fulltrúi hennar í nefndinni, og hefur hann fallist á að taka það að sér".

Samband íslenskra rafveitna tilnefndi Hauk Pálason og Rafmagnsveitur ríkisins Jón Helgason.

Að starfstíma sínum hefur nefndin haldið 12 fundi. Þá vinnu sem framkvæmd hefur verið (að þeim tveim dæmum undanskildum, sem Haukur Pálason hefur reiknað) hefur Ólafur Pálsson unnið.

2 NIÐURSTÖÐUR

Vegið bókhaldslegt meðaltap í raforkubúskapnum árin 1973-74-75 og 76 var 9,86%. Með "bókhaldslegu" tapi í raforkubúskap er hér átt við mismun (MWh) á orku til ráðstöfunar og seldri orku. Allar prósentur eru reiknaðar af orku til ráðstöfunar.

Niðurstaða vinnunefndarinnar er að bókhaldslegt tap í raforkukerfinu, upp á 9,86%, sé sambærilegt við hlutfallslegt tap á hinum Norðurlöndunum (sjá kafla 4). Að álti vinnunefndarinnar er á engan hátt hægt að telja heildartap í raforkukerfinu meira en eðlilegt getur talist (sjá mynd 3 um samband tapa og notkunar á ferkílómetra).

Á árinu 1975, sem valið er af handahófi, var tæpur 1/4 (23,7%) af fyrrnefndu tapi eiginnotkun framleiðanda (sjá kafla 5.4 og töflu 3, síðu 25). Flutningstap og dreifitap + eiginnotkun dreifenda verður þá 7,44%.

Heildartap í flutningskerfi Landsvirkjunar, að meðaltali 5,13%, er sambærilegt við samsvarandi aðila erlendis.

Þegar á heildina er litið eru töp í þéttbýlissveitum, að meðaltali 9,40%, sambærileg við tölur erlendis frá. Ef tveir stærstu dreifendurnir, Rafmagnsveita Reykjavíkur og Rafveita Akureyrar, eru undanskildir hækkar tapsprósentan í 10,51. Í þeim hópi sem þá er eftir er geysileg dreifing á tapsprósentum frá 5 upp í 23 (sjá mynd 1).

Skrá yfir rafveitur sveitarfélaga þar sem tap er yfir 10,51%.	Meðal bókhaldslegt tap %
Rafv. Vatnsleysustrandarhrepps	23,13
Rafv. Stokkseyrar	16,56
Rafv. Grindavíkur	14,11
Rafv. Gerðahrepps	13,35 a)
Rafv. Miðneshrepps	13,34
Rafv. Borgarness	12,97
Rafv. Keflavíkur	11,74

Rafv. Reyðarfjarðar	11,29 b)
Rafv. Patrekshrepps	11,22 c)
Rafv. Siglufjarðar	10,91 d)
Rafv. Ísafjarðar	10,62 e)

a) Svo mikil stökkbreyting er milli ára, að meðaltal alls tímabilsins verður eigi notað sem mælikvarði á gæði. Árin 73 og 74 notuð við reikning á tapi.

b) Svo mikil stökkbreyting er milli ára, að meðaltal alls tímabilsins verður eigi notað sem mælikvarði á gæði. Árin 73-74 og 75 notuð við útreikning á meðaltali.

c) Þó að 1/4 þeirra orku sem þessi rafveita hefur til ráðstöfunar sé eigin framleiðsla er hún nálega öll seld Rarik og verður þess vegna engin eiginnokum reiknuð hjá Rafv. Patrekshrepps.

d) Reiknað saman með Skeiðfossvirkjun, því um augljóst samkrull er að ræða, sjá mismun áranna 73 og 74. Frá er dregin eiginnokun vegna framleiðslu, 3% á vatn og 19,3% á olíu. Bókhaldslegt tap var 15,37%.

e) Frá er dregin eiginnokun vegna framleiðslu, 3% á vatn og 19,3% á olíu. Bókhaldslegt tap var 13,16%.

Heildartap í kerfi Rafmagnsveitna ríkisins var að meðaltali 11,20%. Töp á einstökum veitusvæðum eru mjög mismikil, frá tæpum 7% upp í 30%. Þar ræður mestu aldur stofnsins í veitukerfinu. Elstu stofnar eru 30 ára gamlar og voru hannaðir fyrir allt annað álag heldur en nú er lagt á kerfið. Þó að tapsprósenta í sveitaveitum sé víða há þá er það orkumagn sem fer forgörðum svo lítið að styrking kerfisins til minnkunar tapa útaf fyrir sig borgar sig engan veginn á meðan öflum raforku til að anna árlegri aukningu er ekki dýrari en hún er. Ekki er raunsætt að leggja út í dýrar framkvæmdir með þetta eina markmið í huga, nema því aðeins að ástandið sé orðið svo slæmt, að ekki sé gerlegt að halda uppi fullri spennu. Annað mál er, að þegar þarf að styrkja flutningskerfi í sveitum vegna aukinnar súgburrrunar og fullrar rafhitunar, þá er sjálfsagt að velja hagkvæmasta vírgildleika hverju sinni og ná þannig fram lægstum árskostnaði fyrir viðkomandi línu. Markmiðið er að auka þjónustu við notendur á sem hagkvæmastan hátt, en ekki lágmarkstöp út af fyrir sig.

Vinnunefndin er þeirrar skoðunar að ekki sé ástæða til að breyta þeim aðferðum, sem notaðar hafa verið á undanförnum árum við hönnun á raforkukerfum.

Í töflum 4-7 er yfirlit yfir töp á hinum ýmsu veitusvæðum, ásamt meðaltali orku til ráðstöfunar 1973 til 1976. Bent skal á að sums staðar er innifalin eiginnotkun framleiðenda.

Mikill munur á hæstu og lægstu tölum sömu veitu getur stafað af mismunandi aflestrartíma eða bókhaldsfyrirkomulagi, þar sem seld orka = borgaðir reikningar á tilteknu tímabili.

Svo að sjá megi hvað eiginlegt tap er mikið, er nauðsynlegt að öll eiginnotkun raforkuframleiðenda, flyttjenda og dreifenda sé mæld og skráð.

TAFLA 1

Dreifing bókhaldslegs taps á veitusvæðum

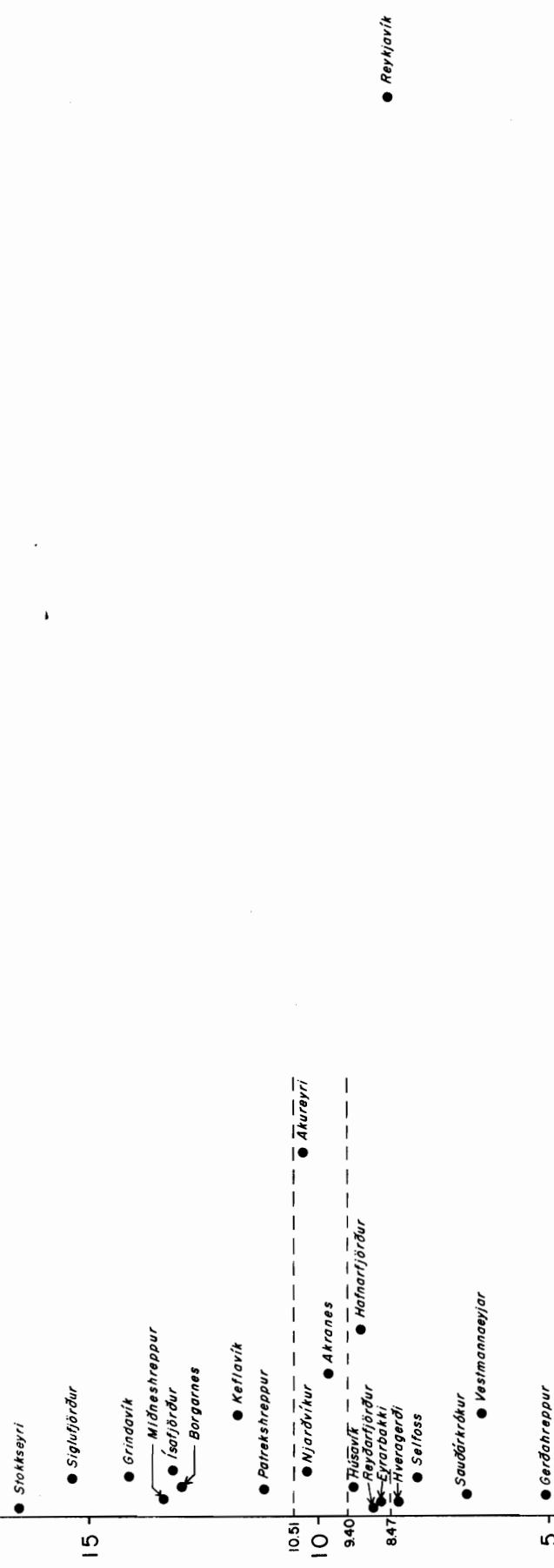
Töflu 9 er endurraðað eftir minnkandi meðaltapi. Hæstu og lægstu tölur eru fengnar úr töflum 4 til 7.

	Orka til ráðstöfunar kwst	Tap %	Meðalt.	Hæst	Lægst
Rarik Þverárvæði	5268	30,63	39,38	23,89	
Rarik Bakkafjörður	181	28,18	34,38	22,47	
Rafv. Vatnsleysustrandarhrepps	2038	23,13	34,53	18,42	
Rarik Smyrlabjargaárvæði	11355	20,99	25,82	17,17	
Rarik Austurland	48048	19,73	21,24	16,82	
Rarik Skeiðsfosssvæði	3779	17,16	21,28	15,32	
Rafv. Stokkseyrar	2608	16,56	26,74	7,64	
Rarik Vestfirðir	29468	16,44	17,38	15,84	
Rafv. Siglufjarðar	9780	15,37	19,24	2,84	
Rarik Norðurland	89387	14,71	17,36	12,40	
Rafv. Grindavíkur	9059	14,11	16,08	12,79	
Rarik Vopnafirði	3663	13,52	22,29	10,26	
Rarik Flatey	34	13,24	25,93	5,00	
Rafv. Ísafjarðar	11144	13,16	14,70	12,61	
Rafv. Borgarness	7240	12,97	19,27	8,89	
Rafv. Keflavíkur	25758	11,74	14,48	10,22	
Rafv. Patrekshrepps	6878	11,22	16,56	7,04	
Rafv. Snæfjallahrepps	439	10,78	14,36	8,92	
Rafv. Akureyrar	88075	10,29	16,25	8,15	
Rafv. Njarðvíkur	9785	10,29	13,23	1,00	
Rafv. Akraness	34615	9,78	10,54	9,14	
Rafv. Húsavíkur	6912	9,25	11,69	7,20	
Rafv. Hafnarfjarðar	43830	9,06	10,63	7,73	
Rafv. Reyðarfjarðar	2581	8,81	13,58	±16,35	
Rafv. Eyrarbakka	2463	8,64	11,91	5,90	
Rafmv. Reykjavíkur	335514	8,47	9,79	6,63	
Rafv. Hveragerðis	3032	8,24	9,44	7,26	
Rafv. Selfoss	9302	7,83	8,39	6,69	
Rarik S & V-land	289646	7,75	8,01	6,82	
Rafv. Sauðárkróks	4841	6,75	9,78	3,83	
Rarik Grímsey	262	6,67	12,68	±2,30	
Rafv. Vestmannaeyja	24407	6,45	6,67	6,17	
Rafv. Gerðahrepps	4089	5,06	13,53	±12,21	

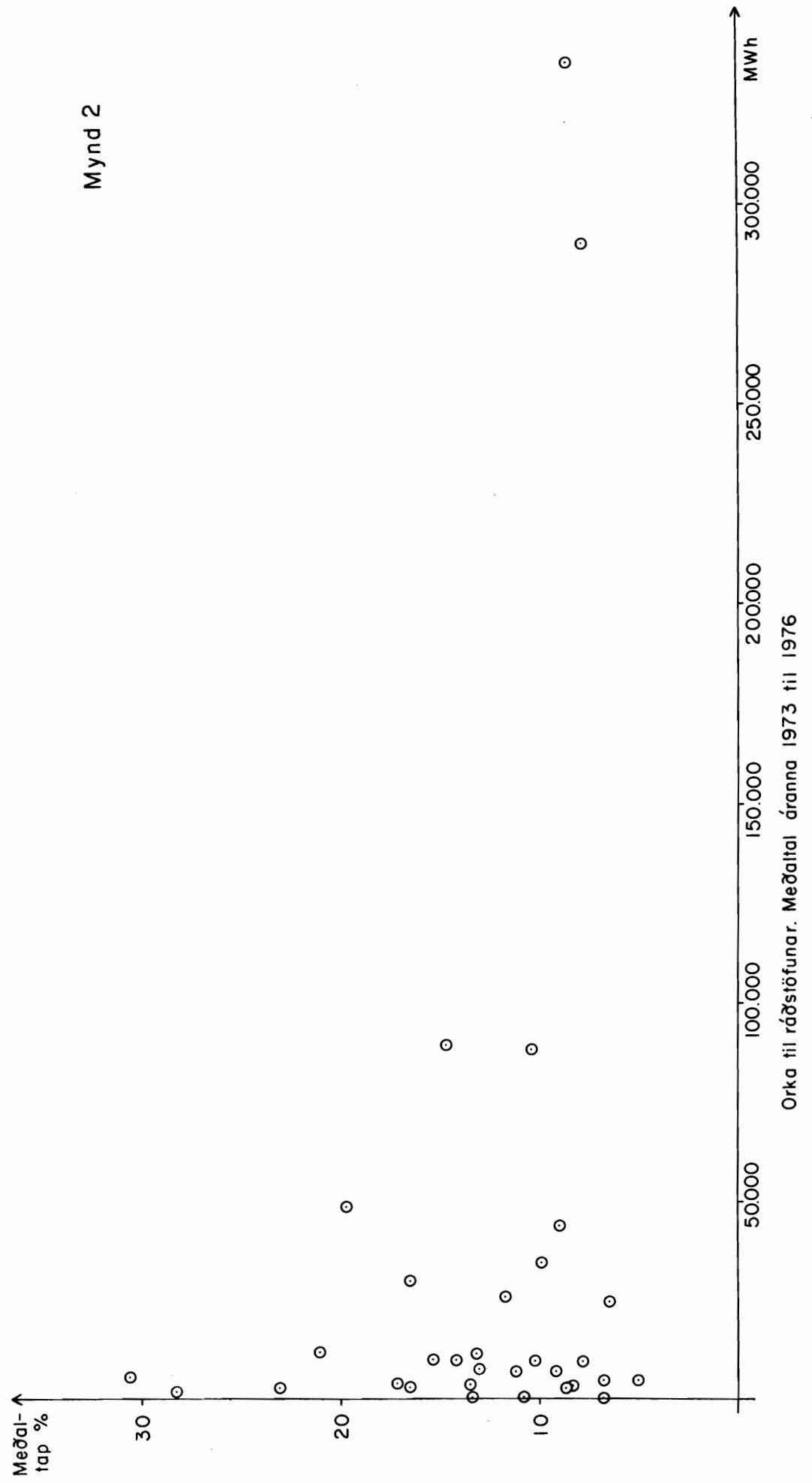
Meðal-
tap %

20

Mynd 1



Meðalárssala 1973 til 1976		MWh
ORKUSTOFNUN	Raforkudeild	
1'791.2.03	ÓP/ÓD	1'791.2.03
B- Ym.		ÓP/ÓD
F. I 8904		B- Ym.



ORKUSTÖFNUN
Raforkukudeild

'79.12.03
ÓP/ÓD

B-Ym.

F. 18903

Orka til ráðsöfunar. Meðaltal áranna 1973 til 1976

3 VINNUTILHÖGUN

Vinnunefndin ákvað strax að athugun sem þessi ætti ekki að beinast að dreifikerfunum einum, heldur raforkukerfinu sem heild. Þenn fremur, að skýrgreina eðlileg töp á þann hátt að ef samræmi væri sæmilegt milli tilsvvarandi notkunar hérlandis og erlendis, hvað töp snerti skyldi ekki eytt frekari tíma í athugun á einstökum þáttum í bessu sambandi.

Vinnunefndin hefur farið í gegnum opinberar tölur, frá ýmsum löndum, svo sem heimildarskrá vitnar um, um framleiðslu og sölu raforku, ásamt hérlandum tölum um framleiðslu, kaup og sölu raforku. Gögn um orku til ráðstöfunar, sölu og töp hjá hinum ýmsu aðilum og á hinum ýmsu svæðum á landinu eru birtar í töflum 4 til 9. Þessi gögn eru fengin úr Orkumálum, heftunum 26, 27, 28 og 29 (1974-1977).

Vegna skorts á gögnum um töp í dreifbýlisveitum erlendis var farið út í það að reikna út hagkvæmasta vírgildleika miðað við stofnkostnað og reksturskostnað. Valdar voru tvær línur er hafa notkun í ákveðnum punktum. Í stuttu máli eru niðurstöðurnar þær, að í þessum tveim tilvikum hafi verið valinn hagkvæmasti gildleiki. Niðurstöðurnar í heild eru birtar í viðauka.



4 SAMANBURÐUR VIÐ NORÐURLÖND

Í ársskýrslum Nordel (sambandi rafveitna á Norðurlöndum) má lesa í töflum yfir raforkuviðskipti annars vegar og hins vegar töflum yfir raforkunotkun, að orkutap á Norðurlöndunum 5 tímabilið 1974-75-76 hafi verið 9,71% af heildarraforku til ráðstöfunar (sjá Nordel Ársberetning Tabel 6 og 10).

Nokkuð er mismunandi eftir löndum hve hlutfallslegt orkutap er mikið. Í Finnlandi 7,42%, Noregi 9,24%, Svíþjóð 9,49%, Danmörku 10,12% og á Íslandi 10,15%.

Sé athugað hvernig samband er milli hlutfallslegs taps og raforkunotkunar á ferkílómetra (notkunarþéttleika) hjá aðilum Nordel (sjá mynd 3) sést að Ísland kemur hagstætt út, og það jafnvel þó að aðeins sé reiknað með landi undir 200 metra hæðarmörkum (í og f200).

Af þessu sést að hlutfallslegt orkutap í raforkukerfinu er ekki teljandi meira en á hinum Norðurlöndunum, og á engan hátt er hægt að telja að heildartap í raforkukerfinu sé meira en eðlilegt getur talist. Það er merkilegt að í jafn þéttbýlu landi og Danmörku skuli vera svo mikið tap í raforkukerfinu og mikið hlutfallslegt tap miðað við notkunar þéttleika.

Athygli er vakin á því, að þær tölur sem ársskýrslurnar byggja á eru áætlaðar. Þegar ársskýrslur Nordel eru gefnar út liggja ekki fyrir tölur um endanlega sölu. Af þessu leiðir að mismunur er milli þessarra talna og talna í töflu 8, þar sem byggt er á endanlegum sölutölum. Hérlendis var tap á nefndu tímabili 9,87%.

Töp í raforkukerfinu
Samband hlutfallslegs taps og notkunarþéttleika

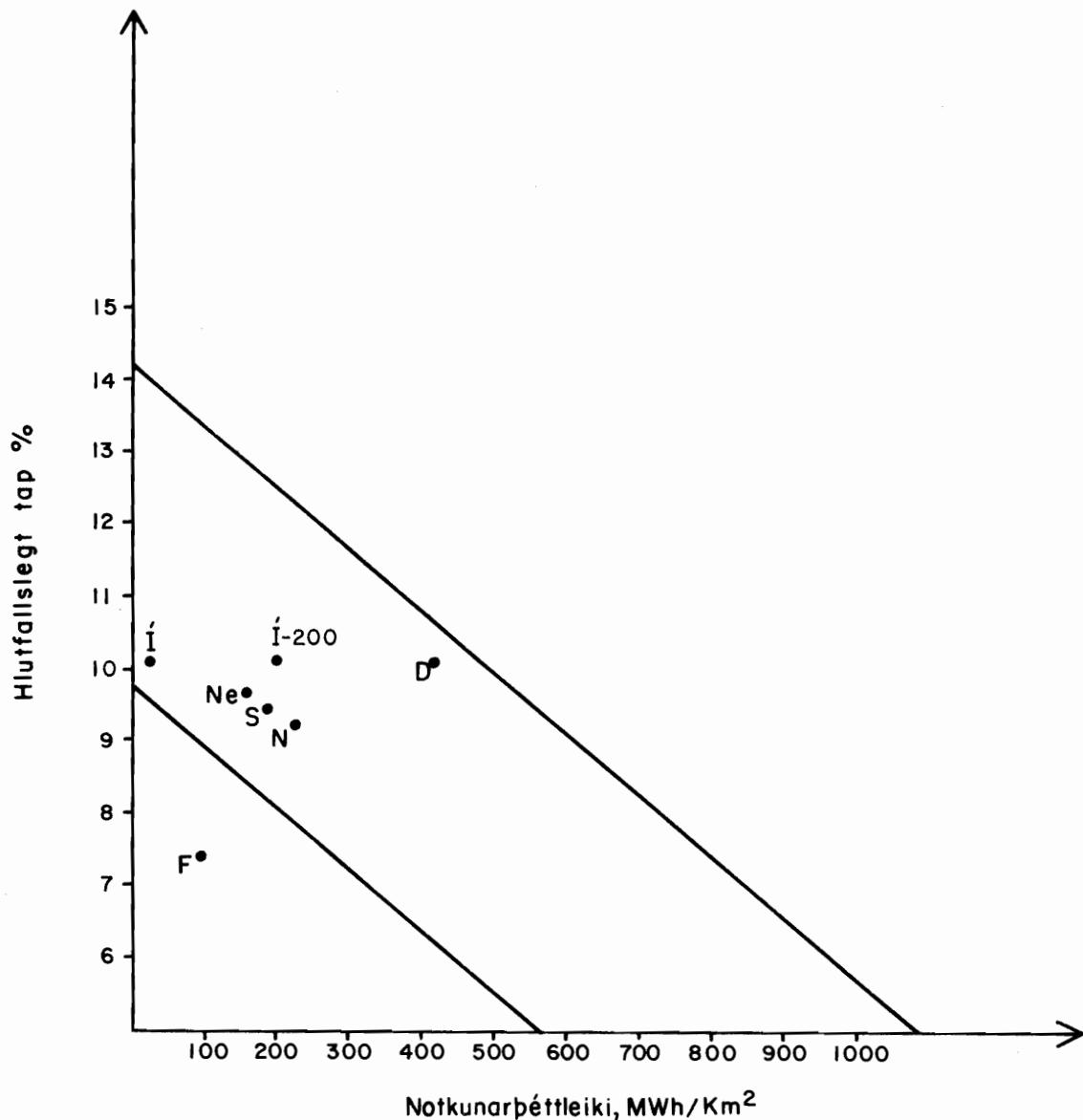
79.12.03.

ÓP/ÓD

B-Ým

F. 18902

Mynd 3



Skálínurnar eru fylgnimörk fyrir Evrópulönd 1962.
DEFU, ELSAM-Kraftimportundersøgelsen. Tabel 22.

D: Danmörk

F: Finnland

I: Ísland (Í-200, land undir 200 metra hæðarmörkum)

N: Noregur

Ne: Nordel

S: Svíþjóð

TAFLA 2 Skipting raforkuframleiðslu og raforkunotkunar 1975
og heildartaps milli notendahópa

SKIPTING RAFORKUFRAMLEIÐSLU 1975 (MWh)

Vatnsorka

Landsvirkjun	1914867	
Laxárvirkjun	149513	
Rarik og aðrir	141255	
	2205635	96,1%

Olía	71522	3,1%
------	-------	------

Jarðvarmi	18347	0,8%
	2295504	100,0%

SKIPTING RAFORKUNOTKUNAR 1975 (MWh)

Stórnottkun

Álverið	1027130	
Áburðarverksmiðjan	133627	
Keflavíkurflugvöllur	59577	
Sementsverksmiðjan	14916	
Kísiliðjan	8592	
Hvanneyri	1471	
	1245316	60,38%

Almenn notkun

Péttbýli	700266	33,95%
Sveitir	117037	5,67%
	817303	

Heildarnottkun	2062619	100,0%	89,85%
----------------	---------	--------	--------

Töp	232885		10,15%
-----	--------	--	--------

Raforkuframleiðsla	2295504		100,00%
--------------------	---------	--	---------

SKIPTING HEILDARTAPS

% af notkun MWh

Vegna sölu til Álversins	3,6	36977	
" " "	Áburðarv.	3,8	5078
" " "	Keflav.flugv.	11,0	6554
" " "	Sementsv.	11,0	1641
" " "	Kísiliðju	0,0	0
" " "	Hvanneyrar	11,0	162
		50412	21,65%

Vegna sölu í péttbýli	14,0	98037	42,10%
" " " sveitum	25,0	29259	12,56%

Eiginnotkun framleiðenda

2.40% af raforkuframleiðslu		55177	23,70%
		232885	100,00%



5 SKIPTING HEILDARTAPS MILLI NOTENDAHÓPA

5.1 Stórnokun

A árinu 1975 (ártalið valið af handahófi) voru framleiddar á Íslandi 2295504 MWh og í söluskýrslum ársins er bókuð sala á 2062619 MWh. Bókhaldslegt tap er því 10,15% af framleiðslu.

Bókhaldslegt tap skiptist í eiginlegt flutningstap, dreifingartöp og svo eiginnotkun. Um flutningstap, dreifingartöp og eiginnotkun gildir hagkvæmni stærðarinnar, því stærri sem einingen er því minna er tap eða eiginnotkun, sem hlutfall af orkumagni. Eiginnotkun er svo til eingöngu húshitun, og víða er eiginnotkun framleiðanda allverulegur hluti af bókhaldslegum töpum í raforkukerfinu. Þetta á sérstaklega við úti á landi, þar sem margar og smáar framleiðslueiningar eru.

Reynt verður eftir þeim gögnum, sem tiltæk eru, að ákveða skiptingu heildartaps milli notendahópa, svo sem stórnokenda og almennrar notkunar í þéttbýli eða dreifbýli (sjá töflu 2). Einnig hefur verið gerð tilraun til að skipta eiginnotkun milli mismunandi framleiðslupáttá.

Skipting heildartaps milli notenda hópa er mjög mismunandi og veldur því ólík afhending. Raforka til stórnokenda fer ekki um jafn mörg stig flutnings og dreifingar eins og til almennra nota.

Stórnokendur, (Álverið, Áburðarverksmiðjan, Keflavíkurflugvöllur, Sementsverksmiðjan, Kíslíðjan og Hvanneyri) notuðu á árinu 1975 60,4% af raforkunni á Íslandi. Í opinberum skýrslum er Hvanneyri talin með stórnokendum vegna þess að Andakílsárvirkjun selur beint til Hvanneyrar, og er það til endanlegra nota. Hjá stórnokendum munar mest um Álverið, sem er tengt beint inn á 220 kV flutningskerfi Landsvirkjunar. Árið 1975 var tap í kerfi Landsvirkjunar 5,30%, þar af u.b.b. 1,8% eiginnotkun. Í samsvarandi flutningskerfi í Noregi (Sentralnettet for samkjöringskraft) var árið 1975 3,62% tap (sjá Samkjöringen av kraftverkerne i Norge,

Arsberetning 1976, Figur 4.1.1). Í samsvarandi flutningskerfi í Svíþjóð (Vattenfalls stamnät) var tapið 7,58% rekstrarárið 1974/75 (sjá Statens Vattenfallsverks ársredovisning 74/75, Tabell: Vattenfalls elleveranser). Stofnlínur í neti Vattenfalls eru miklu lengri en í norska netinu og er því augljóst að flutningstöp verða meiri. Ekki er óeðlilegt að tap í stofnneti Vattenfalls sé helmingi meira en í sentralnetinu norska. Miðað við þessa erlendu aðila er eðlilegt að flutningstap í kerfi Landsvirkjunar sé 3,5% og eiginnotkun 1,8% (t.d. vegna Sigolduframkvæmda og dælingar á framburði). Flutningstap reiknað af seldri orku verður 3,6%.

Áburðarverksmiðjan, næststærsti raforkunotandinn, er tengd inn á 33 kV kerfi. Raforka til Áburðarverksmiðjunnar þarf að fara um tvo spenna og eru töp metin 3,6 til 4% af notkun hennar. Í töflum hér er reiknað með 3,8%.

Keflavíkurflugvöllur er tengdur inn á 66 kV línum, sem flytur raforku til Suðurnesja. Sementsverksmiðjan er tengd inn á 6.6 kV bæjarkerfið á Akranesi. Rafveita Akraness selur Semensverksmiðjunni raforku. Engar tölur eru fyrir hendi um tap vegna sölu til þessarra aðila og er því álitamál hversu háa prósentu velja skuli. Hæfilegt hefur þótt að velja 11% af notkun.

Þar sem Kíslíðjan er á framleiðslustað verður ekkert tap þar. Á árinu 1975 framleiddi jarðvarmastöðin við Námafjall riflega tvísvar sinnum meira en Kíslíðjan notaði. Í þau skipti sem stöðin var ekki starfandi varð áberandi spennulækkun í Mývatnssveit, vegna yfirlestunar á línum frá Laxárvirkjun.

Við stórnokun, sem er 60,38% af heildarnokun, verður 21,7% af heildartapi í raforkukerfinu.

5.2 Bæjardreifing

Notkun í þéttbýli var 700266 MWh eða 34% af heildarnokun. Tap vegna raforkunotkunar í þéttbýli skiptist í tvennt, dreifingartap í kerfum

smásölu aðila (innifalið í því er eiginnotkun dreifanda) og flutnings-tap heildsöluaðila (eiginlegt flutningstap).

Tap í dreifikerfum í þéttbýli var að meðaltali 9,4% (vegið meðaltal) yfir 4 ára tímabil, 1973 til og með 1976 (frá 5% upp í 23%). Mestu munar um Rafmagnsveitu Reykjavíkur, sem selur helming þeirrar raforku sem notuð er í þéttbýli. Meðaltap í Reykjavík á árunum 1973 til 1976 var 8,5%. Aðrir stórir þéttbýlisstaðir eru með 1 til 2ja prósentustiga meira tap. Séu lögð saman töp hjá Rafmagnsveitu Reykjavíkur og flutningstap í kerfi Landsvirkjunar gerir það 14% tap reiknað af notkun. Þessi tala 14% er síðan notuð til að reikna hlutdeild þéttbýlis í heildartöpum.

Við notkun í þéttbýli, sem er 33,9% af heildarnotkun, verður 41,8% af heildartapi í rafokrukerfinu.

5.3 Sveitadreifing

Rafmagnsveitur ríkisins sjá um raforkudreifingu í dreifbýli og 1975 voru þar notaðar 117037 MWh eða 5,7% af heildarnotkun. Sömu athugasemdir gilda um skiptingu taps í eiginlegt flutningstap og eiginnotkun, eins og um tap vegna notkunar í þéttbýli. Í dreifbýli eru töp almennt af allt annarri stærðargráðu en í þéttbýli, 13 til 30% í stað 5 til 23%. Ástæður eru þær að þegar sveitarrafvæðingin fór fram fyrir 30 árum voru álagsforsendur, sem flutningskerfið var hannað fyrir, almenn lýsing og húshald. Síðan hefur bætst við þetta rafhitun og súgþurrukun auk meiri notkunar við heimilishald og almenna lýsingu. En sjálft flutningskerfið er óbreytt.

Uppsveitir Árnessýslu að vestan eru dæmi er sýna hvernig ástandið er sums staðar orðið. Svæðið fær raforku um 11 kV úttak á Ljósafossi. Á svæðinu er eiginnotkun dreifanda engin. Samkvæmt söluskyrslum var orkutap á þessu svæði á tímabilinu 12. ágúst 1976 til 29. september 1977 26% af keyptri orku. Útreiknað afltap var 39% (notuð var dönsk reynsluformúla).

Meðaltap í dreifbýli árin 1973-74-75 og 76 er frá 13 upp í 30%, reiknað af orku til ráðstöfunar (sölu). Þar sem "statistikk" er ekki nægileg hefur verið valið að reikna með 20% af orku til ráðstöfunar (25% tap miðað við notkun).

Við sveitanotkun, sem er 5,67% af heildarraforkunotkun, verður 12,6% af heildartapi í raforkukerfinu.

5.4 Eiginnotkun framleiðenda

Afgangurinn af heildartapi 55.177 MWh er dregin saman í eiginnotkun raforkuframleiðenda og reiknast hún vera 2,40% af framleiðslu. Eins og fyrr er nefnt skiptast töp í eiginlegt flutningstap, dreifingartöp og svo eiginnotkun. Eiginnotkun er svo til eingöngu húshitun og viða er eiginnotkun framleiðanda allverulegur hluti af bókhaldslegum töpum í raforkukerfinu. Þetta á sérstaklega við úti á landi, þar sem margar og smáar framleiðslueiningar eru.

Stærsti hlutinn af eiginnotkun er, af augljósum ástæðum, hjá Landsvirkjun. Landsvirkjun framleiddi á árinu 1975 1.914.867 MWh eða 83,4% af heildarframleiðslu á landinu. Tap í kerfi Landsvirkjunar var 5,30% árið 1975. Miðað við að flutningstap sé 3,5% verður eiginnotkun 1,8%, það er 34468 MWh eða 63% af samanlagðri eiginnotkun raforkuframleiðenda.

Laxárvirkjun framleiddi á árinu 1975 179.523 MWh, þar af voru 149.513 MWh unnar úr vatnsorku. Reiknað er með sömu eiginnotkunar prósentu og hjá Landsvirkjun, 1,8%. Eiginnotkun vegna vatnsafnsnýtingar verður 2691 MWh.

Afganginn af raforkunni úr vatnsorku, 141.255 MWh, framleiddu ýmsir aðilar í mörgum og smáum virkjunum. Svo tekið sé dæmi er uppsett hitunarafl við Mjólkárvirkjun 150 kW og hitunarkerfið notar 600 MWh. Árið 1975 voru þessar 600 MWh 3,3% af framleiðslu virkjunarinnar og 1/12 eða 8% af raforkutöpum á Vestfjörðum. Sé reiknað með 3% hjá þessum smáu vatnsafnsvirkjunum, verður eiginnotkun þeirra 4.328 MWh.

Jarðvarmastöðin við Námafjall, sem framleiddi 18.347 MWh á árinu 1975, hefur næga hitaorku og þarf þess vegna enga raforku til húshitunar. Til að drífa viftu og aðra hluti fer brot úr % af framleiðslu stöðvarinnar. Eiginnotkun verður því 0 MWh.

Raforkuvinnsla með olíu var á árinu 1975 71.522 MWh. Samanlögð eiginnotkun í þessari grein verður 13.780 MWh eða 19.3% af framleiðslu. Í þessari hlutfallslega mjög háu tölu er orka til húshitunar auk orku er notuð er til að drífa kælikerfi vélanna.

TAFLA 3 Prósentvís skipting tapa og eiginnotkunnar

SKIPTING TAPA

	Nótkun	Tök	Heildartap
Stórnotkun	60,38 %	28,37 %	21,65 %
Bæjarnotkun	33,95 %	55,17 %	42,10 %
Sveitanotkun	5,67 %	16,46 %	12,56 %
	100,00 %	100,00 %	76,31 %
		Eiginnotkun	23,70 %
			100,01 %

SKIPTING EIGINNOTKUNAR

	Framleiðsla	Samanlögð eiginnotkun
Landsvirkjun	83,4 %	63,0 %
Laxárvirkjun	6,5 %	4,9 %
Rarik og aðrir	6,2 %	7,8 %
	96,1 %	75,7 %
Olía	3,1 %	24,3 %
Jarðvarmi	0,3 %	0,0 %
	100,0 %	100,0 %

6 NÁNARI SUNDURLIÐUN Á TAPI EFTIR LANDSHLUTUM OG SVEITARFÉLÖGUM

Töflur 4A of B sýna raforkubúskap á Suður- og Vesturlandi árin 1973-74-75 og 76. Tafla 4A sýnir búskap framleiðslufyrirtækja, og tafla 4B sýnir búskap einstakra rafveitna. Talnalegur samanburður er byggður á skýrslum veitna.

Tölurnar um töp hjá framleiðslufyrirtækjum, gefa ekki tilefni til mikilla athugasemda, nema helst Andakílsárvirkjun, en þar eru töp allt niður í 1,1% og mest 3,93%. Spyrja má hvort þetta sé það, sem framleiðsufyrirtæki geta og eiga að stefna að? Svarið verður að þarna sé um sérstaka aðstöðu að ræða, sem Andakílsárvirkjun hefur nýtt sér, en aðrir orkuframleiðendur hafa ekki aðstöðu til, sem sé, lítil stöð inni á stóru neti, sem getur leyft sér að halda $\cos(\phi)$ á framleiðslunni sem næst 1,0 að staðaldri, auk þess að kaupendur eru allir mjög nálægt framleiðslustað.

Tafla 4B sýnir orkubúskap einstakra veitna árin 1973-74-75 og 1976. Litið yfir heildina eru hlutfallslegar tapstölur áþekkar, þó að veruleg stökk komi hjá einstaka veitum sum árin, þetta mun sennilega helst verða skýrt með tilfærslu á mælingu í tíma. Frávakin frá meðaltali (8,19-8,78%) eru mest hjá litlu veitunum, eins og Rafveitu Vatnsleysustrandarhrepps, sem er með mest töp upp á 23,92; 29,50 og 29,89%, sem virðist nánast benda til að eitthvað sé um ómælda orku, þá eru töpin og nokkuð jafnhá hjá Rafveitu Grindavíkur eða 16,08; 13,77; 14,13; 12,79%, og svo hjá Rafveitu Stokkseyrar tvö seinni árin 26,74; 18,47%. Ekki hefur verið leitað skýringa á þessu sérstaklega.

Tafla 5 sýnir raforkubúskap Vestfjarða árinu 1973-74-75 og 1976. Tölurnar um töp eru verulega hærri en á Suður- og Vesturlandi, en frávik milli ára lítil, nema á Patreksfirði 1974 og 1975 16,56% og 7,04% en hin árin 13,41% og 10,16%. Tilfærsla á mælingartímabili orkukaupa og orkusölu geta skýrt sveiflur milli ára í töpum, en ekki mikil töp mörg ár í röð. Sennilegt er að þarna hafi orka fluttst milli ára. Það að tapsprósentan á Vestfjörðum er 15,93; 17,38; 16,78 og 15,84%, sem er allverulega

meira en á Suður- og Vesturlandi, skýrist vafalaust að mestu af, að orkumagnið er ekki mikið og af því fer verulegt magn í ómælda orku í mörgum smáum orkuverum og dreifðum spennistöðvum, auk þess sem línur eru nokkuð langar, t.d. Mjólká-Ísafjörður. Flutningslínur voru þessi ár reknar á 30 kV, sem einnig stuðlar að miklu tapi þegar línur eru orðnar lestaðar.

Töflur 6A og 6B sýna raforkubúskap á Norðurlandi árin 1973-74-75 og 1976. Orkutöp Laxárvirkjunar eru mjög jöfn, að þau eru hærri en töp hjá Landsvirkjun byggist vafalaust á lakari flutningslínum. Tapsprósenta hjá Rarik á Norðurlandi sýnir greinilega áhrif samtengingar. 1973 og 74 var tapið 16,79% og 17,36%, sem er verulega hærra en árin 1975 og 76, 13,18% og 12,40%. Rafveita Akureyrar er með 8,2-8,8% töp samanborið við Reykjavík 6,6-9,8%. Töpin hjá Rafveitu Siglufjarðar 17,4-19,2% virðast há, skýringin er gamalt kerfi, samanber Rafveitu Ísafjarðar með 12,8-14,7%, en þau kerfi eru mjög sambærileg.

Tafla 7 fyrir raforkubúskap á Austurlandi, sýnir að töp í kerfi Rariks, sem er langstærst, eru 16,82-19,90-21,20-20,20%, sem er mun hærra en t.d. á Vestfjörðum, 15,80-14,40%. Skýring er sennilega margar framleiðslueiningar og víðáttumikið kerfi.

TAFLA 4A Suður- og Vesturland - Raforkubúskapur 1973-1976

4 A-1:1973

Framleiðsla (MWh)	Orka til rásstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Landsvirkjun (Lv)			
Vatnsafl 1963237	Eigin framl.	1967442	
Olia 4205			
		1967442	
Andakílsárvirkjun (Av)			
Vatnsafl 28930	Eigin framl.	28930	
	Innkaup Rarik	20756	
		49686	
Rafmv. ríkisins (Rarik)			
Vatnsafl 8450	Eigin framl.	18683	
Olia 10233	Innkaup Lv	202594	
	Av	7929	
		229206	
Rafmv. Reykjavíkur			
Vatnsafl 406	Eigin framl.	406	
Olia	Innkaup Lv	312478	
		312884	
Rafmv. Vestmannaeyja			
Olia 4030	Eigin framl.	4030	
	Innkaup Rarik	4831	
		8861	

Framleiðsla (MWh)	Orka til ræstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Landsvirkjun (Lv) Vatnsafl 1995350 Olía 7252	Eigin framl. 2002602	Áburðarverksm. Álverið 131304 Rafv. Hafnarfj. 1171068 Rafmv. Reykjav. 43337 Rafmv. ríkisins 325143	1171068 43337 325143
		2002602	231766
		1902618	5,00
Andakilsárvirkjun (Av) Vatnsafl 26896	Eigin framl. 26896 Innkaup Rarik 26277	Rafv. Akraness 34143 Rafv. Borgarness 6741 Hvanneyri 1343 Rafmv. ríkisins 9610	
		53173	51837
Rafmv. ríkisins (Rarik) Vatnsafl 8087 Olía 14263	Eigin framl. 22350 Innkaup Lv Av 231766 22350	Keflavíkurfl. 58410 Andakilsárv. 26277 Rafveitur sveitarfj. 85780 Eigin smásala 75256	
		263720	245723
Rafmv. Reykjavíkur Vatnsafl 498	Eigin framl. 498 Innkaup Lv 325143	Smásala 293308	9,79
		325641	
Rafv. Vestmannaeyja Olía 3013	Eigin framl. 3013 Innkaup Rarik 14577	Smásala 293308	
		17590	
		11880	32 46 x)
		11880	32 46

x) óraunhæf starð vegna
atburða fyrra árs.

Framleiðsla (MWh)	Orka til ræstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Landsvirkjun (Lv) Vatnsafl 1911404 Olía 3463	Eigin framl. 1914867	Aburðarverksm. Álverið Rafv. Hafnarfj. Rafmv. Reykjav. Rafmv. ríkisins	133627 1027130 45336 342371 264976
			1914867
Andakílsárvirkjun (Av) Vatnsafl 35856	Eigin framl. Innkaup Rarik	Rafv. Akraness Rafv. Borgarness Hvanneyri Rafmv. ríkisins	36082 7266 1474 25134
			70737
Rafmv. ríkisins (Rarik) Vatnsafl 7157 Olía 7837	Eigin framl. Innkaup Lv Av	Keflavíkurfl. Andakílsárv. Rafveitursveitarf. 96850 Eigin smásala	14994 264976 25134 89377
			305104
Rafmv. Reykjavíkur Vatnsafl 1165	Eigin framl. Innkaup Lv	Smásala	1165 342371 343536
			280685
Rafv. Vestmannaeyja Olía 1558	Eigin framl. Innkaup Rarik	Smásala	1558 21560 23118
			319662
			319662
			6,63
			21554
			6,67

4A-4: 1976

Framleiðsla (MWh)	Orka til ræðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Landsvirkjun (Lv) Vatnsafl 2016796 Olía 192 <hr/> 2016988	Eigin framl. <hr/> 2016988	Áburðarverksm. Álverið 137231 Rafv. Hafnarfj. 1067854 Rafmv. Reykjav. 44392 Rafmv. ríkisins 358654 <hr/> 1913604	-32-
Andakílsárvirkjun (Av) Vatnsafl 38045 <hr/> 38045	Eigin framl. Innkaup Rarik 38045 <hr/> 55767	Rafv. Akraness 36495 Rafv. Borgarness 8284 Hvanneyri 1675 Rafmv. ríkisins 45541 <hr/> 91995	5,13
Rafmv. ríkisins (Rarik) Vatnsafl 7170 Olía 1461 <hr/> 8631	Eigin framl. Innkaup Lv 8631 Av 305383 <hr/> 359555	Keflavíkurfl. 61425 Andakílsárv. 55767 Rafv. sveitarf. 102736 Eigin smásala 102928 + 8697 flutt norður og <hr/> 331553	1,94
Rafmv. Reykjavíkur Vatnsafl 1340 Olía 1975 <hr/> 1340	Eigin framl. Innkaup Lv 1340 <hr/> 359994	Smásala 330496 <hr/> 330496	7,79 vestur
Rafv. Vestmannaeyja Olía 24110 <hr/> 24110	Eigin framl. Innkaup Rarik 1975 <hr/> 23720 Smásala 24110 <hr/> 25695	Smásala 330496 <hr/> 330496	8,19
			6,17

TAFLA 4B Suður- og Vesturland - Raforkubúskapur 1973-1976 - Rafveitir sveitarfélaga

4B-1: 1973

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
-------------------	----------------------------	-------------------	------

Rafveitir sveitarfélaga

Rafv. Hafnarfjarðar	42254	38300	9,36
Rafm. Reykjavíkur	312884	284883 x)	8,95
Rafv. Vestmannaeyja	8861	7500	-
Rafv. Hveragerðis	3064	2795	8,78
Rafv. Selfoss	8220	7530	8,39
Rafv. Eyrarbakka	2317	2041	11,91
Rafv. Stokkseyrar	2167	1930	10,94
Rafv. Grindavíkur	8005	6718	16,08
Rafv. Miðneshrepps	4193	3765	10,21
Rafv. Gerðahrepps	3225	2802	13,12
Rafv. Keflavíkur	22427	19179	14,48
Rafv. Njarðvíkur	8843	8754	1,00
Rafv. Vatnsleysustrandarhr.	1714	1307	23,92
Rafv. Akraness	31740	28777	9,34
Rafv. Borgarness	6669	5384	19,27
Rafv. sveitrafélaga	466583	421665	9,63

-33-

Heildarframleiðsla
2019490

Endanleg sala
1854110

%Tap
8 19

x) áætlað

4B-2: 1974

Framleiðsla (MWh)	Orka til ræðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
-------------------	----------------------------	-------------------	------

Rafveitur sveitarfélaga

Rafv. Hafnarfjarðar	43337	39605	8,61
Rafmv. Reykjavíkur	325641	293308	9,79
Rafv. Vestmannaeyja	17590	11880	(32,46)
Rafv. Hveragerðis	3140	2907	7,42
Rafv. Selfoss	9284	8663	6,69
Rafv. Eyrarbakka	2434	2250	7,56
Rafv. Stokkseyrar	2512	2320	7,64
Rafv. Grindavíkur	9070	7821	13,77
Rafv. Miðneshrepps	4189	3840	8,33
Rafv. Garðahrepps	3990	3450	13,53
Rafv. Keflavíkur	25035	22477	10,22
Rafv. Njarðvíkur	9562	8299	13,21
Rafv. Vatnsleysusstrandarhn.	1987	1621	18,42
Rafv. Akraness	34143	30545	10,54
Rafv. Borgarness	6741	5848	13,25
Rafv. sveitarfélaga	498655	444834	10,79

Heildarframleiðsla

2055359

Endanleg sala

1882215

%Tap

8,42

4B-3: 1975

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
-------------------	----------------------------	-------------------	------

Rafveitur sveitarfélaga

Rafv. Hafnarfjarðar	45336	40519	10,63
Rafmv. Reykjavíkur	343536	319662	6,63
Rafv. Vestmannaeyja	23118	21554	6,77
Rafv. Hveragerðis	2839	2633	7,26
Rafv. Selfoss	9775	8925	8,70
Rafv. Eyrarbakka	2473	2327	5,90
Rafv. Stokkseyrar	2846	2085	26,74
Rafv. Grindavíkur	9536	8189	14,13
Rafv. Miðneshrepps	4332	3299	23,85
Rafv. Gerðahrepps	4184	4695	(?)
Rafv. Keflavíkur	27022	23956	11,35
Rafv. Njarðvíkur	10186	8908	12,55
Rafv. Vatnsleysustrandarhr.	2097	1688	19,50
Rafv. Akraness	36082	22433	10,11
Rafv. Borgarness	7266	6425	11,57
Rafv. sveitarfélaga	503628	487298	8,17

-35-

Heildarframleiðsla	%Tap
1968440	8,63
1798483	

4B-4: 1976

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
-------------------	----------------------------	-------------------	------

Rafveitur sveitarfélaga

Rafv. Hafnarfjarðar	44392	41006	7,73
Rafv. Reykjavíkur	359994	330496	8,19
Rafv. Vestmannaeyja	25695	24110	6,17
Rafv. Hveragerðis	3083	2792	9,44
Rafv. Selfoss	9929	9178	7,56
Rafv. Eyrarbakka	2628	2381	9,40
Rafv. Stokkseyrar	2907	2370	18,47
Rafv. Grindavíkur	9625	8394	12,79
Rafv. Miðneshrepps	4437	3959	10,77
Rafv. Gerðahrepps	4958	4583	7,56
Rafv. Keflavíkur	28546	25320	11,30
Rafv. Njarðvíkur	10548	9152	13,23
Rafv. Vatnsleysustrandarhr.	2355	1651	29,89
Rafv. Akraness	36495	33160	9,14
Rafv. Borgarness	8284	7548	8,89
Samtals	553876	506100	Meðaltal 8,53

Heildarframleiðsla

Heildarnotkun	Endanleg sala	%Tap
2066979	1877213	1885910
	- Flutt norður og vestur	8697
	Heildarnotkun	8,76

TAFLA 5 Vestfirðir - Raforkubúskapur 1973-1976

5-1: 1973		Orka til rāðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Rafmv.	rikisins Flatey			
Oliá	27	20	25 93	
Vestfirðir samtengdir				
Rafmv. ríkisins (Rarik)				
Vatnsafl	17522	Eigin framl.	18953	
Oliá	1431	Innkaup R.I.	739	
	18953	R.P.	1233	
			20925	
				15, 93
Rafv. Ísafjarðar				
Vatnsafl	5447	Eigin framl.	6179	
Oliá	732	Innkaup, Rarik	3170	
	6179		9349	
Rafv. Patrekshrepps				
Oliá	1233	Eigin framl.	1233	
		Innkaup, Rarik	4099	
			5332	
				13, 41
Framleiðsla	26365			
Inndjúp				
Vatnsafl	269			
Oliá	0			
	269			
þverársvæði				
Vatnsafl	3665			
Oliá	0			
	3665			
Heildarframleiðsla	30326			
Endanleg sala	23935			
				21, 07
				25, 02
				2748
				8, 92

5*2: 1974

Framleiðsla (MWh) Orka til ráðstöfunar (MWh) Heildarsala (MWh)

			%Tap
Rafmv. ríkisins Flatey			
Olía	31		16, 13
		26	

Vestfirðir samtengdir

Rafmv. ríkisins (Rarik)			
Vatnsafl	19214	Eigin framl.	23241
Olía	4027	Innkaup R.I.	836
		R.P.	1724
	23241		25801
			21317

17, 38

Rafv. Ísafjarðar

Vatnsafl	4549	Eigin framl.	5343
Olía	794	Innkaup Rarik	4936
	5343		10279

12, 61

Rafv. Patrekshrepps

Olía	1724	Eigin framl.	1724
		Innkaup Rarik	4519
			6243

16, 56

Framleiðsla 30308

Inndjúp			
Vatnsafl	270		
Olía	0		
	270		
		Endanleg salá	23494
			22, 48

236 12, 59

þverárvæði			
Vatnsafl	3612		
Olía	1189		
	4801		
		Endanleg salá	3366
			29, 89

Heildarframleiðsla	35410		
		Endanleg salá	27122
			23, 41

5-3: 1975

Fræmleiðsla (MWh)	Orka til rāðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
-------------------	----------------------------	-------------------	------

Rafmv. ríkisins Flatey
Olía 38

Vestfirðir samtengdir			
Rafmv. ríkisins (Rarik)			
Vatnsafl 21020			
Olia 6140			
<u>27160</u>			
Eigin framl.	27160	Rafv. Ísafj.	6021
Innkaup R.I.	937	Rafv. Patrhr.	5848
R.P.	3149	Eigin smásala	14135
	<u>31246</u>		26004
			16,78

Rafv. Ísafjarðar			
Vatnsafl 4931	5621	Rarik	937
Olia 690	6021	Eigin smásala	9214
<u>5621</u>	<u>11642</u>		10151
Eigin framl.	5621	Rarik	937
Innkaup Rarik	6021	Eigin smásala	9214
			12,81

Rafv. Patrekshrepps			
Olia 3149	3149	Rarik	3149
		Eigin smásala	3149
			5215
			8364
			7,04

Fræmleiðsla 35930		Endanleg sala	28564	20,50

Inndjúp				
Vatnsafl	376			
Olia	0			
	<u>376</u>			
			322	
				14,36

þverársvæði				
Vatnsafl	4174			
Olia	1390			
	<u>5564</u>			
			4235	
				23,89
Heildarframleiðsla	41908			
	<u>33155</u>			
			20,89	

5-4: 1976

Framleiðsla (MWh)	Orka til ræðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
-------------------	----------------------------	-------------------	------

Rafmv. ríkisins Flatey
Olía 40

5

38

Vestfirðir samtengdir
Rafmv. ríkisins (Rarik)
Vatnsafl 37144
Olía 1392

38536

Eigin framl.	38536	Rafv. Ísafj.	8095
Innkaup R.I.	1217	Rafv. Patrhn.	6729
R.P.	145	Eigin smásala	18754
	39898		33578

Eigin framl.	5211	Rarik	1217
Innkaup Rarik	8095	Eigin smásala	10386
	13306		11603
			12, 80

Eigin framl.	212	Rarik	145
Innkaup Rarik	6729	Eigin smásala	6091
	6941		6236
			10, 16

Framleiðsla 43959

Endanleg sala 35231

19, 86

Inndjúp			
Vatnsafl	839		
Olía	0		
	839		762

þverárvæði			
Vatnsafl	4120		
Olía	2469		
	6589 + innfluttt 451 = 7040		
Heildanframleiðsla	50588 + Innfluttt 451 = 51039		
		4268	39, 38
Endanleg sala	40299		22, 32

TAFLA 6A Norðurland - Samtengt - Raforkubúskapur 1973-1976

6A-1: 1973

Framleiðsla (MWh)	Orka til rāðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%TAP
Laxárvirkjun			
Vatnsafl	102565	Rafv. Akureyrar	79895
Olia	17451	Rafmv. ríkisins	50666
Jarðvarmi	24200		
	144216		9, 47
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl	11285	Eigin framl.	25480
Olia	14195	Innkaup Lax.	50666
	25480		76146
			16, 79
Rafv. Húsavíkur			
Olia	204	Eigin framl.	204
		Innkaup Rarik	6060
			6264
Rafv. Sauðárkr.			
		Innkaup Rarik	4367
			4367
Rafmv. Akureyrar			
		Innkaup Lax.	79895
			66912
Framleiðsla	169900	Endanleg sala	129540
			23, 76

6A-2: 1974

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Laxárvirkjun			
Vatnsafl	144015		
Olia	6346		
Járdvarmi	7751		
	<u>158112</u>		
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl	11575	Eigin framl.	21889
Olia	10314	Innkaup Lax.	62867
	<u>21889</u>		<u>84756</u>
Rafv. Húsavíkur		Eigin framl.	86
Olia	86	Innkaup Rarik	6680
			<u>6766</u>
Rafv. Sauðárkróks			
		Innkaup Rarik	4635
			<u>4635</u>
Rafv. Akureyrar			
		Innkaup Lax.	83250
			<u>83250</u>
Framleiðsla 180087			
		Smásala	4409
			<u>4409</u>
		Smásala	6093
			<u>6093</u>
			9,95
		Smásala	75917
			<u>75917</u>
		Endanleg sala	149782
			<u>149782</u>
			16,83

6A-3: 1975

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Laxárvirkjun			
Vatnsafl	149513		
Olfia	11663		
Jarðvarmi	18347		
	<u>179523</u>		
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl	13115		
Olfia	8168		
	<u>21283</u>		
Rafv. Húsavíkur			
Olfia	74		
Rafv. Sauðárkróks			
Innkaup Rarik	4966		
	<u>4966</u>		
Rafv. Akureyrar			
Innkaup Lax.	92117		
Framleiðsla 200880			
	<u>Endanleg sala</u>	<u>164191</u>	<u>18,26</u>

6A-4: 1976		Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Framleiðsla (MWh)				
Laxárvirkjun				
Vatnsafl	152529			
Olia	19121			
Jarðvarmi	19012			
	190662	Eigin framl.	190662	
Rafmv. ríkisins				
Vatnsafl	12590	Eigin framl.	17122	Kíssiliðjan
Olia	4532	Innkaup Lax.	78409	Rafv. Húsav.
	17122		95531	Rafv. Sauðárkr.
		Innflutt	7773	Eigin smásala
				67849
				90494
			103304	12,40
Rafv. Húsavíkur				
Olia	19	Eigin fram.	19	
		Innkaup Rárik	7450	Smásala
			7469	6931
Rafv. Sauðárkróks				
		Innkaup Rárik	5395	Smásala
			5395	4931
Rafv. Akureyrar				
		Innkaup Lax.	97037	Smásala
				89128
				8,15
				Framleiðsla 207803 + Innflutt 7773 = 215576
				Endanleg sala 178639
				17,13

6B-1: 1973

Framleiðsla (MWh)	Orka til rāðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Skeiðfossvirkjun			
Vatnsafl 10672		Rafv. Siglufj.	7500
Ola 557		Rafmv. ríkisins	2142
11229	11229	9642	14,13
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl 1154	Eigin framl.	1154	21,28
Ola 0	Innkaup Skv.	2142	
1154		3296	
Rafv. Siglufjarðar	Innkaup	7500	2,84
Framleiðsla 12383		Smásala	2595
Rafmv. ríkisins Grimsey		Smásala	2595
Ola 226		7287	
Heildarframleiðsla 182589	Endanleg sala	9882	20,20
		206	8,85
	Endanleg sala	139628	23,50

6B-2: 1974

Framleiðsla (MWh)	Orka til rásstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Skeiðfossvirkjun			
Vatnsafl 10807		Rafv. Siglufj.	9690
Olia 1619	Eigin framl.	Rafmv. ríkisins	2475
	12426		12165
			2,10
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl 1064	Eigin framl.	1064	
Olia 0	Innkaup Skv.	2475	
		3539	
			2997
			2997
			15,32
Rafmv. Siglufjarðar	Innkaup	9690	
			Smásala
			7826
			19,24
Framleiðsla	13490		
		Endanleg sala	10823
			19,77
Rafmv. ríkisins Grimsey			
Olia 261		267	(?)
Heildarframleiðsla 193838			
		Endanleg sala	160872
			17,01

6B-3: 1975

Framleiðsla (MWh)	Orka til ræðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Skeiðsfossvirkjun			
Vatnsafl	11342		
Oliá	2515		
	<u>13857</u>		
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl	1046	Eigin framl.	1046
Oliá	0	Innkaup Skv.	3032
	<u>1046</u>		<u>4078</u>
Rafv. Síglufjarðan			
		Innkaup	10575
			Smásala
			8736
Framleiðsla	14903		
Rafmv. ríkisins Grímsey		Endanleg sala	12110
Oliá	284		<u>18,74</u>
Heildarframleiðsla	216067		
		Endanleg sala	176549
			<u>18,29</u>

Framleiðsla (MWh)		Orka til ræðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Skeiðsfossvirkjun				
Vatnsafl	12829			
Olia	1989			
	14818			
Rafmv. ríkisins				
Vatnsafl	994	Eigin framl.	14818	
Olia	0	Innkaup Skv.	14818	
	994			
Rafv. Siglufjarðar				
Innkaup		11354	Smásala	
			3557	
Framleiðsla			3557	
Rafmv. ríkisins Grímsey				
Olia	278			
Heildarframleiðsla	223893 + Innflutt 7773 = 231666		Endanleg sala	12813
				18,97
			Endanleg sala	191710
				17,25

TAFLA 7 Austurland - Raftorkubúskapur 1973-1976

7-1: 1973

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Rafmv. ríkisins Bakkafljörður Olía 139		91	34,53

Rafmv. ríkisins Vopnafjörður
Olía 2643

Austurland samtengt			
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl 19469	39180	Eigin framl.	1032
Olía 19711		Innkaup Rafv. Reyðarfj.	31560
			32592
			16,82

Rafv. Reyðarfjarðar			
Vatnsafl 908	956	Eigin framl.	0
Olía 48	1032	Innkaup Rarik	1718
	1988		13,58

Framleiðsla	40136	Endanleg sala	33278	17,09
Smyrlabjargaárvæði				
Vatnsafl 7058				
Olía 767				
	7825			
		5805	25,82	

Heildarframeleiðsla	50743	Endanleg sala	41228	18,75
---------------------	-------	---------------	-------	-------

7-2: 1974

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Rafmv. ríkisins Bakkafjörður Olía 164		110	32,93

Rafmv. ríkisins Vopnafjörður
Olía 3363

Austurland samtengt
Rafmv. ríkisins
Vatnsafl 22857
Olía 20531
43208

Eigin framl. Innkaup Rafv.	43208	Rafv. Reyðarfj.	1290
Reyðarfjarðar	0	Smásala	33325
Vatnsafl 986 Olía 47	43208	43615	19,89
Eigin framl. Innkaup Rarik	1033	Rarik	0
Olía 1033	1290	Smásala	2050
	2323		2050
			11,75

Framleiðsla 47768	35375	25,94
Smyrlabjargáarsvæði Vatnsafl 8394 Olía 1706 10100		
	8128	19,53

Heildarframleiðsla 57868

Endanleg sala 46588

19,49

7-3: 1975

Framleiðsla (MWh)	Orka til rāðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Rafmv. ríkisins Bakkafljörður Olía 194		143	26,29

Rafmv. ríkisins Vopnafjörður
Olía 4026

Austurland samtengt
Rafmv. ríkisins
Vatnsafl 33603
Olía 17317
50920

Eigin framl. Innkaup Rafv. Reyðarfj.	50920 46 50966	Rafv. Reyðarfj. Smásala 40141	1980 38161 21,24
---	----------------------	-------------------------------------	------------------------

Rafv. Reyðarfjarðar Vatnsafl 893 Olía 46 939	Eigin framl. Innkaup Rarik 2919	Rarik Smásala 2646	46 2600 9,35
---	---------------------------------------	--------------------------	--------------------

Framleiðsla 51859	Endanleg sala 40761	21,40
Smyrlabjargaársvæði Vatnsafl 10040 Olía 2970 13010	10032	22,89

Heildarframleiðsla 69089	Endanleg sala 54432	21,21
--------------------------	---------------------	-------

7-4: 1976

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
-------------------	----------------------------	-------------------	------

Rafmv. ríkisins Bakkafjörður Olía 227		176	22,47
---	--	-----	-------

Rafmv. ríkisins Vopnafjörður Olía 4620		4146	10,26
--	--	------	-------

Austurland samtengt

Rafmv. ríkisins Vatnsafl Olía	49117 9721 <hr/> 58838	Eigin framl. Innkaup Rafv. Reyðarfj.	58838 0 <hr/> 58838
-------------------------------------	------------------------------	---	---------------------------

Rafv. Reyðarfjarðar Vatnsafl Olía	959 14 <hr/> 973	Eigin framl. Innkaup Rarik	973 2121 <hr/> 3094
---	------------------------	-------------------------------	---------------------------

Framleiðsla	59811	Endanleg sala	48412
Smyrlabjargaárvæði Vatnsafl Olía	10419 4064 <hr/> 14483		19,06
HeildarFramleiðsla	79141	11918	17,17

Endanleg sala	64652	18,31
---------------	-------	-------

TAFLA 8

MEDALTAP Á ÁRUNUM 1973-74-75-76

	Samanlögð framleiðsla	Samanlögð endanleg sala	% Tap
1973	2283148 MWh	2058901 MWh	9,82
1974	2342475 "	2116797 "	9,63
1975	2295504 "	2062619 "	10,15
1976	2420601 "	2182571 "	9,83
1973-76	9341728 "	8420888 "	9,857

TAFLA 9

ORKA TIL RÁÐSTÖFUNAR OG SALA

		% Tap
Landsvirkjun	7901899 MWh	5,13
Andakílsárvirkjun	267408 "	2,20
Rafv. Hafnarfjarðar	175319 "	9,06
Rafmv. Reykjavíkur	1342055 "	8,47
Rafv. Vestmannaeyja	48813 "	6,45
(aðeins árin 1975 og 76 meðtalin)		
Rafv. Hveragerðis	12126 "	8,24
Rafv. Selfoss	37208 "	7,83
Rafv. Eyrarbakka	9850 "	8,64
Rafv. Stokkseyrar	10432 "	16,56
Rafv. Grindavíkur	36236 "	14,11
Rafv. Miðneshrepps	17151 "	13,34
Rafv. Gerðahrepps	16357 "	5,06
Rafv. Keflavíkur	103030 "	11,74
Rafv. Njarðvíkur	39139 "	10,29
Rafv. Vatnsleysustr.hr.	8153 "	23,13
Rafv. Akraness	138460 "	9,78
Rafv. Borgarness	28960 "	12,97
Rafv. sveitarfélaga	2023289 "	9,03
Rarik Suður og Vestrl.	1158585 "	7,75
Suður og Vesturland	8110268 "	8,58

Frh.

TAFLA 9 Frh.

ORKA TIL RÁÐSTÖFUNAR OG SALA

			% Tap
Rarik Flatey	136 MWh	118 MWh	13,24
Rarik Vestfirðir	117870 "	98490 "	16,44
Rafv. Ísafjarðar	44576 "	38712 "	13,16
Rafv. Patrekshrepps	27513 "	24426 "	11,22
Vestfirðir samtengdir	136562 "	108231 "	20,75
Inndjúp	1754 "	1565 "	10,78
Þverárvæði	21070 "	14617 "	30,63
Vestfirðir	159522 "	124476 "	21,97

Laxárvirkjun	672513 "	616300 "	8,36
Rafv. Akureyrar	352299 "	316060 "	10,29
Rarik Norðurland	357548 "	304939 "	14,71
Rafv. Húsavíkur	27649 "	25091 "	9,25
Rafv. Sauðárkróks	19363 "	18056 "	6,75
Samtengt Norðurland	766443 "	622152 "	18,83
Skeiðsfossvirkjun	52330 "	49978 "	4,50
Rafv. Siglufjarðar	39119 "	33105 "	15,37
Rarik Skeiðsfossvirkjun	15117 "	12523 "	17,16
Skeiðsfosssvæði	56588 "	45628 "	19,37
Rarik Grímsey	1049 "	979 "	6,67
Norðurland	824080 "	668759 "	18,85

Rarik Bakkafjörður	724 "	520 "	28,18
Rarik Vopnafjörður	14652 "	12671 "	13,52
Rarik Austurland	192192 "	159280 "	19,73
Rafv. Reyðarfjarðar	10324 "	9414 "	8,81
Samtengt Austurland	199574 "	157826 "	20,92
Rarik Smyrlárbj.virkjun	45418 "	35883 "	20,99
Austurland	256841 "	206900 "	19,44
Rafv. sveitarfélaga (samanlagt)	2534156 "	2295955 "	9,40
Rarik (samanlagt)	1924361 "	1708838 "	11,20

7 LOKAORD

Niðurstaða vinnunefndarinnar er að heildartap í raforkukerfinu á Íslandi sé ekki teljandi meira en á hinum Norðurlöndunum og á engan hátt meira en eðlilegt getur talist. Hér á landi var vegið meðaltal (í flutningskerfum og dreifikerfum) áranna 1973-74-75 og 76 9,86%.

Heildartap í kerfi Landsvirkjunar, að meðaltali 5,13%, er sambærilegt við samsvarandi aðila erlendis.

Töp í dreifikerfum í þéttbýli, að meðaltali 9,40%, er sambærilegt við tölur erlendis frá.

Heildartap í kerfi Rafmagnsveitna ríkisins var að meðaltali 11,20%. Á einstöku veitusvæðum allt upp í 30%. Þó að tapsprósenta í sveitaveitum sé víða há þá er það orkumagn sem fer forgörðum svo lítið að styrking kerfisins til minnkunar tapa, útaf fyrir sig, borgar sig engan veginn á meðan öflun raforku til að anna árlegri aukningu er ekki dýrari en hún er. Ekki er raunsætt að leggja út í dýrar framkvæmdir með þetta eina markmið í huga, nema því aðeins að ástandið sé orðið svo slæmt að ekki sé gerlegt að halda uppi fullri spennu. Annað mál er að þegar styrkja þarf flutningskerfi í sveitum, vegna aukinnar súgburrrunar og fullrar rafhitunar, er sjálfsgagt að velja hagkvæmasta virgildleika hverju sinni og ná þannig fram lægstum árskostnaði fyrir línuma út frá tapskostnaði og stofnkostnaði viðkomandi línu. Markmiðið er að auka þjónustu við notendur á sem hagkvæmastan hátt, en ekki lágmarkstöp út af fyrir sig.

Að lokum þetta, æskilegt er að öll eiginnotkun raforkuframleiðenda, flyttjenda og dreifenda séu mæld og skráð, svo að sjá megi hvað eiginlegt tap sé mikið.

Reykjavík
október 1978

*Egill Skuli Ingibergsson.
Jónas Þorsteinsson
fóris Oldgarður
Gávríður Þórssen.*

HEIMILDASKRA

Bergen Lysverker 1977: Årsberetning 1976. Bergen, 99 s.

Centrala Driftledningen (1974): Elkraftförsorgningen i Sverige 1973/74, 69 s.

Centrala Driftledningen (1976): Elkraftförsorgningen i Sverige 1975/76, 67 s.

DEFU 1964: Report fra prognosearbejdsgruppen, Del I (text), 71 s. -
Del II (tab. og fig.), (62) s.

The Electricity Council 1975: Statement of Accounts and Statistics 1974/75. London, 71 s.

Elsam (1976): Det jysk-fynske elsamarbejde beretning og regnskab 1975/76, 29 s.

Elsam 1977: Det jysk-fynske elsamarbejde betetning og regnskab 1976/77, 27 s.

Elektricitetsselskabet (1975): Isefjordsværket I/S, Årsregnskab 1974-75, 23 s.

Nordel 1975: Årsberättelse 1974. Helsinki, 73 s.

Nordel (1976): Årsberetning 1975, 76 s.

Nordel (1977): Årsberetning 1976, 57 s.

Orkustofnun 1974: Orkumál, 26,

Orkustofnun 1975: Orkumál, 27,

Orkustofnun 1976: Orkumál, 28,

Orkustofnun 1977: Orkumál, 29,

Samkjøringen af kraftverkene i Norge (1977): Arsberetning 1976.
Oslo, 68 s.

South of Scotland Electricity Board 1974: Report and Accounts 1973/74.
Glasgow, (96) s.

Statens Vattenfallsverk 1975: Vattenfalls årsredovisning 1974/75.
Stockholm, 44 s.

Statens Vattenfallsverk 1976: Vattenfalls årsredovisning 1975/76.
Stockholm, 36 s.

Statens Vattenfallsverk 1977: Vattenfalls årsredovisning 1976/77.
Stockholm, 30 s.

V I Ð A U K I

Hagkvæmasti vírgildleiki

EFNISYFIRLIT

1 HAGKVÆMASTI VÍRGILDLEIKI Á 11 KV LÍNU, 3 VÍRAR

- 1.1 Gerð línu og stofnkostnaður
- 1.2 Tapkostnaður
- 1.3 Hagkvæmasti gildleiki víra
- 1.4 Niðurstöður

2 HAGKVÆMASTI VÍRGILDLEIKI Á 11 KV LÍNU, 1 VÍR, EVJ

- 2.1 Gerð línu og stofnkostnaður
- 2.2 Tapkostnaður
- 2.3 Hagkvæmasti gildleiki víra
- 2.4 Niðurstöður

3 EFTIRMÁLI

Tafla 1 Stofnkostnaður, árskostanður og tapkostnaður 11 kV
EVJ línu

1 HAGKVÆMASTI VÍRGILDLEIKI Á 11 KV LÍNU, 3 VÍRAR

1.1 Gerð línu og stofnkostnaður

11 kV tréstauralína, 3 víra.

Stofnkostnaður skv. kostnaðaráætlun Rafhönnunar hf. frá 29.03.1978:

$$k_L = 1,83 + 0,0188A \text{ Mkr/km}$$

$$A = \text{gildileiki víra í mm}^2 \text{ eq Cu.}$$

Árskostnaður er miðaður við 30 ára endingartíma línu og 10% vextir reiknaðir af stofnkostnaði. Með annuitetsreikningi verður árskostnaðurinn þá 10,6%, þ.e.

$$k_L = 0,194 + 0,00199A \text{ Mkr/km, ár}$$

$$k_L = a + bA \text{ kr/km, ár}$$

$$a = 194 \cdot 10^3$$

$$b = 1,99 \cdot 10^3$$

1.2 Tapkostnaður

Töpin eru metin á heildsöluverði skv. gjaldskrá Landsvirkjunar frá 1. nóvember '77 (sem gildir óbreytt í júní 1978), en það samsvarar 15.712 kr/kW + 0,76 kr/kWh ef nýtingartími aflsins, sem flutt er um línuna, er yfir 4000 h.

Í þessari athugun er gert ráð fyrir 25 km langri línu, 11 kV, með 500 kW eða 625 kVA ($\cos\phi = 0,8$) mesta afli og nýtingartíma 4200 h. Nýtingartími tapa er reiknaður samkv. Härlins-langæislínu og minnsta álag línunnar áætlað 20% af mesta á lagi.

$$\frac{T_f}{T} = 1 + \frac{(1-\epsilon_o)^2}{\frac{2}{\lambda} + 1} - \frac{2(1-\epsilon_o)}{1 + \frac{1}{\lambda}}$$

$$\epsilon_o = 0,2$$

$$\epsilon = \frac{4200}{8760} = 0,4795$$

$$\lambda = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon-\varepsilon_0} = \frac{1-0,4795}{0,4795-0,2} = 1,862$$

$$\frac{T_f}{T} = 1 + \frac{(1-0,2)^2}{\frac{2}{1,862} + 1} - \frac{2(1-0,2)}{1 + \frac{1}{1,862}} = 0,2676$$

$$T_f = 0,2676 \cdot 8760 = 2344 \text{ h}$$

Tapkostnaðurinn verður þá:

$$k_f = 15,712 + 0,76 \cdot 2344 = 17,493 \text{ kr/kW, ár}$$

$$K_f = k_f \cdot \frac{\rho}{A} \left(\frac{P}{U}\right)^2 \cdot 10^3 \text{ kr/km, ár}$$

$$\rho = \text{ohm/km/mm}^2$$

$$A = \text{mm}^2$$

$$P = \text{MVA}$$

$$U = \text{kV}$$

1.3 Hagkvæmasti gildleiki víra

Heildarkostnaður við flutning eftir línumni verður þá pr. ár:

$$K = a + bA + k_f \frac{\rho}{A} \left(\frac{P}{U}\right)^2 \cdot 10^3$$

$$\frac{\partial K}{\partial A} = b - k_f \cdot \frac{\rho}{A^2} \left(\frac{P}{U}\right)^2 \cdot 10^3 = 0$$

$$A = \frac{P}{U} \cdot \sqrt{\frac{k_f \cdot \rho \cdot 10^3}{b}} = \frac{0,625}{11} \sqrt{\frac{17493 \cdot 17,8 \cdot 10^3}{1990}} = \underline{\underline{22,4 \text{ mm}^2}}$$

1.4 Niðurstöður

Samkvæmt þessum útreikningum er hagkvæmasti gildleiki víra á 11 kV, 3 víra loftlinu $22,4 \text{ mm}^2$ gildur vír (mælt sem jafngildi kopars). Með þeim gildleika næst lægsti árskostnaður fyrir línuna, þ.e. samanlagður kostnaður vegna tapa, afskrifta og vaxta af stofnkostnaði.

Ef þessi niðurstaða er borin saman við raunverulega línu eins og þær eru viða í dreifbýli hérlendis kemur í ljós, að gildleiki víra liggur mjög nærri þessum hagkvæmasta gildleika, sem út kom úr útreikningunum hér að framan. Sem dæmi má nefna Klausturlínu frá Höfðabrekku að Álfavéri, sem er 25 km löng 3 víra lína með um 500 kW mesta afli og 4205 h nýtingartíma. Að þessari línu er $33,7 \text{ mm}^2$ vír (jafngildi kopars), sem er næsti staðalgildleiki ofan við útreiknaðan hagkvæmasta gildleika. Breyting á gildleika gæti að vísu minnkað töpin í slíkri línu, en í því fælist engin hagkvæmni, þar eð afskiftir og vextir af stofnkostnaði, sem við bætast, yrðu meiri en sparnaðurinn vegna minni tapa.

2 HAGKVÆMASTI VÍRGILDLEIKI Á 11 KV LÍNU, 1 VÍR, EVJ

2.1 Gerð línu og stofnkostnaður

11 kV tréstauralína, 1 vír, EVJ.

Stofnkostnaður samkvæmt kostnaðaráætlun Rafhönnunar hf. frá 29.03.1978, sjá töflu 1.

Árskostnaður er miðaður við 30 ára endingartíma línu og 10% vextir reiknaðir af stofnkostnaði. Með annuitetsreikningi verður árskostnaðurinn þá 10,6%.

2.2 Tapkostnaður

Töp eru metin á heildsöluverði Landsvirkjunar miðað við nýtingartíma afsl 4200 h og nýtingartíma tapa 2344 h, sbr. greinargerð um 11 kV 3 víra línu. Verðmæti tapa verður $k_f = 17,493 \text{ kr/kW}$, ár. Heildarkostnaður

vegna tapa pr. km línu verður þá:

$$K_f = \frac{\rho}{A} \left(\frac{P}{U}\right)^2 \cdot 10^3 \cdot k_f$$

$$= \frac{17,8 \cdot 10^3 \cdot 17493}{11^2} \frac{P^3}{A} = 2.573.350 \frac{P^2}{A} \text{ kr/km ár}$$

P MVA

A mm² eq.Cu

2.3 Hagkvæmasti gildleiki víra

Samkvæmt töflu 1 er hagkvæmasti gildleiki víra 53,5 mm² miðað við 100 - 300 kW álag á línumni, og 67,4 mm² miðað við 500 kW álag.

Heildarkostnaður við orkuflutning eftir 11 kV EVJ-línu verður þannig lægstur á ári hverju, ef vírgildleiki á nýjum línum er valinn samkvæmt þessu. Töpin má að vísu minnka með því að velja enn gildari vír, en flutningskostnaðurinn yrði þá hærri en ella, þar sem afskriftir og vextir af stofnkostnaði, sem því er samfara, er hærri en sparnaðurinn vegna minni tapa. Á gömlum línum væri hugsanlegt, að ávinningur gæti verið að því að skipta um vír, ef gildleiki hans er annar en hagkvæmasti skv. töflu 1. Til þess að kanna þetta atriði nánar, hefur verið reiknað út, hvort sparnaður vegna minni tapa nægi til að standa undir kostnaði við vírskipti á tiltekinni línu.

Sem dæmi var tekin EVJ-lína með 21,2 mm² eqCu vír á fyrstu 10 km og 33,6 mm² vír á næstu 50 km. Álag var 300 kW á fyrstu 10 km línumnar og 100 kW á næstu 50 km. Miðað var við 4200 h nýtingartíma álags og 2344 h nýtingartíma tapa. Miðað við mismunandi vírgildleika verður orkuflutningingur og töp á línumni eftirfarandi:

Lengd linu km	Gildleiki víra mm	Úttekið afl kW	Úttekin orka kWh	Aftöp kW	Orkutöp kWh	%
10	21,2	300	1.260.000	9,8	22.873	1,8
10	33,6	300	1.260.000	6,2	14.432	1,1
10	53,5	300	1.260.000	3,9	9.064	0,7
50	21,2	100	420.000	5,4	12.658	2,9
50	33,6	100	420.000	3,4	7.970	1,9
50	53,5	100	420.000	2,2	5.040	1,2

Samkvæmt þessu eru orkutöpin samtals 30,843 kWh eða 2,4 % af orkunni, sem fer inn á línuna.

Með því að skipta um vír og setja 53,5 mm² vír á alla línuna minnka töpin í 14,104 kWh eða í 1,1% af orkunni inn á línuna.

Með vírskiptunum sparast þannig 16,739 kWh á ári eða um 1,3% af heildarorkunni. Verðmæti þessarar spöruðu orku er 125.324 kr miðað við heild-söluverð Landsvirkjunar, en sá sparnaður nægir engan veginn til þess að standa undir kostnaði við vírskipti, sem ætla má að kosti um 24 Mkr. á þessari línu.

Lína sú, sem hér var tekin sem dæmi, er svipuð Suðursveita- og Öræfalinu Rarik hvað snertir lengd, vírgildleika og álag.

2.4 Niðurstöður

Skv. framansögðu, er hagkvæmasti vírgildleiki 53,5 mm² eq.Cu á 11 kV eins vírs línu, EVJ, við 100 - 300 kW álag, og nema töp um 1,1% af orkuflutningi á 60 km langri línu. Þótt grennri vír sé valinn, t.d. 21,2 mm², verða töpin ekki nema rúm 3%. Á gömlum eins vírs línum borgar sig ekki fjárhagslega að skipta um vír, þar eð sparnaður vegna minni tapa nægir ekki til að standa undir kostnaði við vírskipti. Á nýjum eins vírs línum, sem byggðar kunna að verða, er hins vegar sjálfsagt að velja hagkvæmasta vírgildleika hverju sinni út frá tap-kostnaði og stofnkostnaði viðkomandi línu.

Tafla 1. Stofnkostnaður, árskostnaður og tapkostnaður 11 kV EVJ línu

Gildleiki	Stofnkostn.	Árskostn.	Tapkostn.	Ársk.+tapk.	Tapkostn.	Ársk.+tapk.	Tapkostn.	Ársk.+tapk.
mm ²	pús.kr.	pús.kr.	pús.kr.	pús.kr.	0,1 MW	0,3 MW	0,3 MW	0,5 MW
eqCu								
21.2	1.700	180,2	1,9	182,1	17,1	197,3	47,4	227,6
26.2	1.450	153,7	1,5	155,2	13,8	167,5	38,4	192,1
33.6	1.290	136,7	1,2	137,9	10,8	147,5	29,9	166,6
41.4	1.260	133,6	1,0	134,6	8,7	142,3	24,3	157,9
53,5	1.210	128,3	0,8	129,1	6,8	135,1	18,8	147,1
67.4	1.280	135,7	0,6	136,3	5,4	141,1	14,9	150,6
67.4	1.230	130,4	0,6	131,0	5,4	135,8	14,9	145,3
85.0	1.340	142,0	0,5	142,5	4,3	146,3	11,8	153,8
95.0	1.410	149,5	0,4	149,9	3,8	153,3	10,6	160,1

3 EFTIRMÁLI

Niðurstöður úr þeim tveimur dænum, sem reiknuð hafa verið, hafa komið nefndarmönnum nokkuð á óvart. Menn áttu ekki von á að orkutap á línni frá Smyrlabjargará vestur að Svínafelli væri aðeins 2,4% af þeirri orku sem fer inná línuna.

Sýna má fram á að þessi útkoma er ekki alveg út í bláinn.

Línan frá Smyrlabjargará er tiltölulega ný og er gerð fyrir töluverðan flutning. Aftur á móti er línan frá Ljósafossi og austur að Skálholti, stofninn í veitukerfinu í vestanverðri Árnессýslu gömul, ein af fyrstu línum sem Rafmagnsveiturnar lögðu. Á árinu 1976 var bókhaldslegttap í Austur-Skaftafellssýslu 17,17% af framleiddri orku. 28% af framleiddri orku kom frá dísilstöðinni á Höfn. Eginnnotkun í stöðinni er áætluð 20% (það eru 5 rafalar í stöðinni) og eiginnotkun í Smyrlá 3%. Þetta leiðir til þess að 43% af bókhaldstapi er eiginnotkun.

Á árinu 1976 var 77% orkunotkunarinnar á Höfn í Hornafirði. Sé reiknað með sömu tapsprósentu og á Ísafirði 13,16% tap af orku til ráðstöfunar, verða 97% af dreifingartöpunum í bæjarkerfinu. Töp í sveitaveitunni verða þá 1,69% af orku sem fer inn á línuna. Athygli er vakin á því að eins-prósentustigs frávik í tapsprósentu á Höfn samsvarar þriggja-prósentustiga breytingu á tapsprósentu sveitanna.

Bókhaldslegttap

Framleiðsla	Sala
Vatnsafl 10419 MWh 72%	
Olía 4064 MWh 28%	
<u>14483 MWh 100%</u>	11918 MWh

Bókhaldslegttap er 2565 MWh eða 17,17% af framleiðslu.

Eiginnotkun

Vatnsafl 3% af framleiðslu 313 MWh
Olía 20% af framleiðslu <u>813 MWh</u>
<u>1126 MWh</u>

Eiginnotkun er 43% af bókhaldslegutapi, reiknað af framleiðslu er það 7,78%

Orka til smásölu (framleiðsla-eiginnotkun) 13357 MWh.

Flutnings og dreifitöp eru 1439 MWh eða 10,77%.

Skipting smásölu

Höfn 9190 MWh 77%
Sveitir 2728 MWh 23%
<u>11918 MWh 100%</u>

Tapsprósenta frá Ísafirði notuð 13,16%

(reiknað af notkun er það 15,15%) 1392 MWh

Tapsprósenta í sveitum verður 1,69% af þeirri orku sem fer inn á línuna (reiknað af notkun 1,72%) 47 MWh
1439 MWh