



# **KÖNNUN Á TÖPUM Í RAFORKUKERFINU**

**Vinnunefnd um töp í raforkukerfinu:**

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

**Ritari vinnunefndarinnar:**

**Ólafur Pálsson, Orkustofnun**

**OS79051/ROD18**

**Reykjavík, desember 1979**

## ÁGRIP

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 víða 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 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."

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 þéttbýli, 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 sveitaveitum sé víða 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 undanförunum árum við hönnun á raforkukerfum.

<u>EFNISYFIRLIT</u>	Bls
ÁGRIP .....	3
EFNISYFIRLIT .....	5
TÖFLUSKRÁ .....	6
MYNDASKRÁ .....	6
1 INNGANGUR .....	7
2 NIÐURSTÖÐUR .....	9
3 VINNUTILHÖGUN .....	15
4 SAMANBURÐUR VIÐ NORÐURLÖND .....	17
5 SKIPTING HEILDARTAPS MILLI NOTENDAHÓPA .....	21
5.1 Stórnotkun .....	21
5.2 Bæjadreifing .....	22
5.3 Sveitadreifing .....	23
5.4 Eiginnotkun framleiðenda .....	24
6 NÁNARI SUNDURLIÐUN Á TAPI EFTIR LANDSHLUTUM OG SVEITARFÉLAGA .....	27
7 LOKAORÐ .....	55
HEIMILDASKRÁ .....	57
VIÐAUKI: Hagkvæmasti vírgildleiki .....	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

Í erindisbréfi nefnarinnar segir: Iðnaðarráðuneytið 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 sérfræðinga 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, rafmagnsverkfræðingur, 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, rafmagnsverkfræðing hjá Rafteikningu hf. að vera fulltrúi hennar í nefndinni, og hefur hann fallist á að taka það að sér".

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

Á starfstíma sínum hefur nefndin haldið 12 fundi. Þá vinnu sem framkvæmd hefur verið (að þeim tveim dæmum undanskildum, sem Haukur Pálmason 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 áliti 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 tölur 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 eiginnotkun reiknuð hjá Rafv. Patrekshrepps.

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

e) Frá er dregin eiginnotkun 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 gamlir 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 súgþurrkunar og fullrar rafhitunar, þá er sjálfsagt að velja hagkvæmasta vírgildleika hverju sinni og ná þannig fram lágstum 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 undanförunum 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.

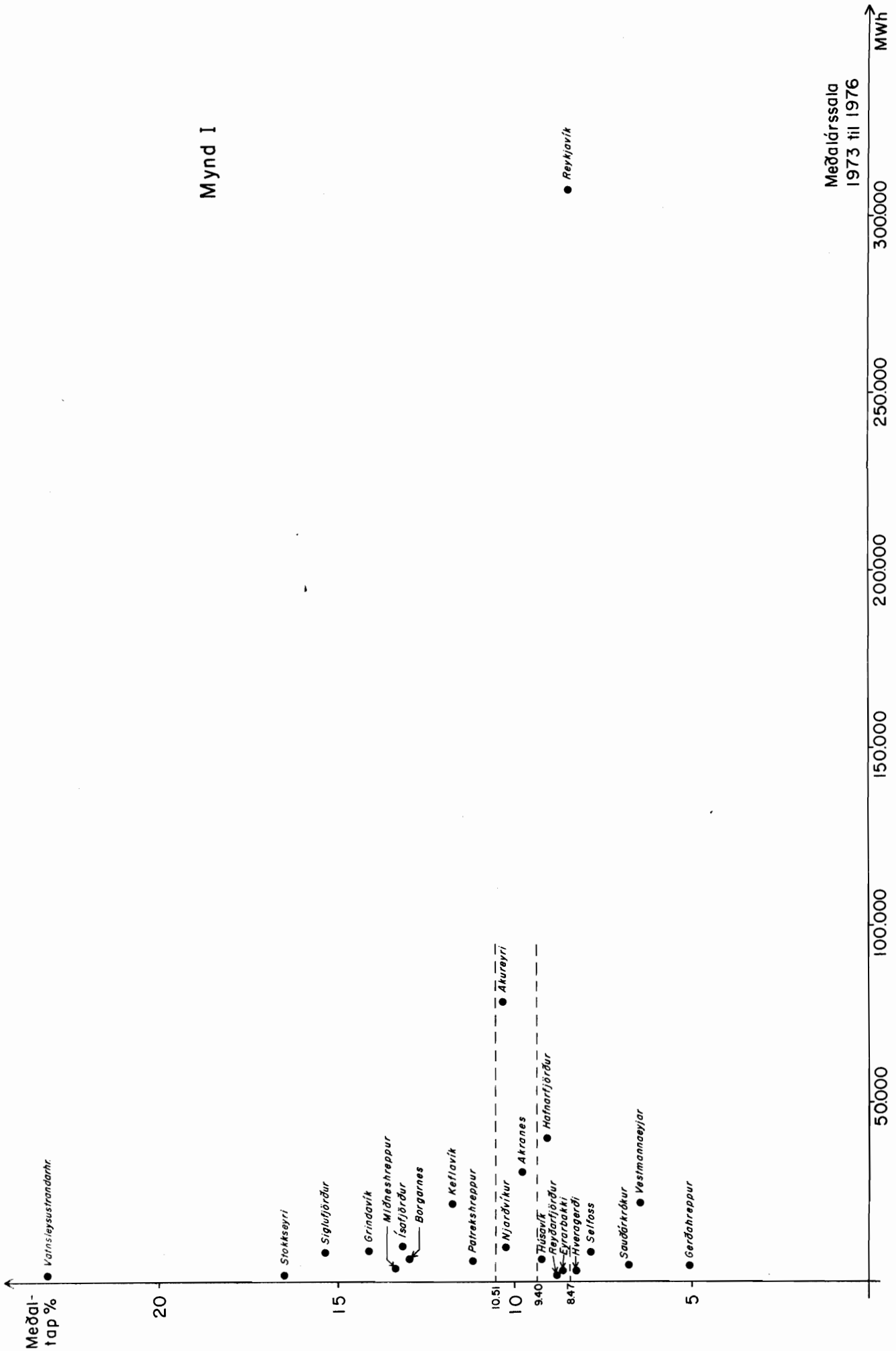
Svo að sjá megi hvað eiginlegt tap er mikið, er nauðsynlegt að öll eiginnotkun raforkuframleiðenda, flytjenda og dreifenda sé mæld og skráð.

TAFLA 1Dreifing bókhaldslegs taps á veituvæðum

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

	Orka til ráðstöfunar kwst	Meðalt.	Tap % 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 Skeiðsfossvæði	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

# Mynd I



Meðalárssala  
1973 til 1976

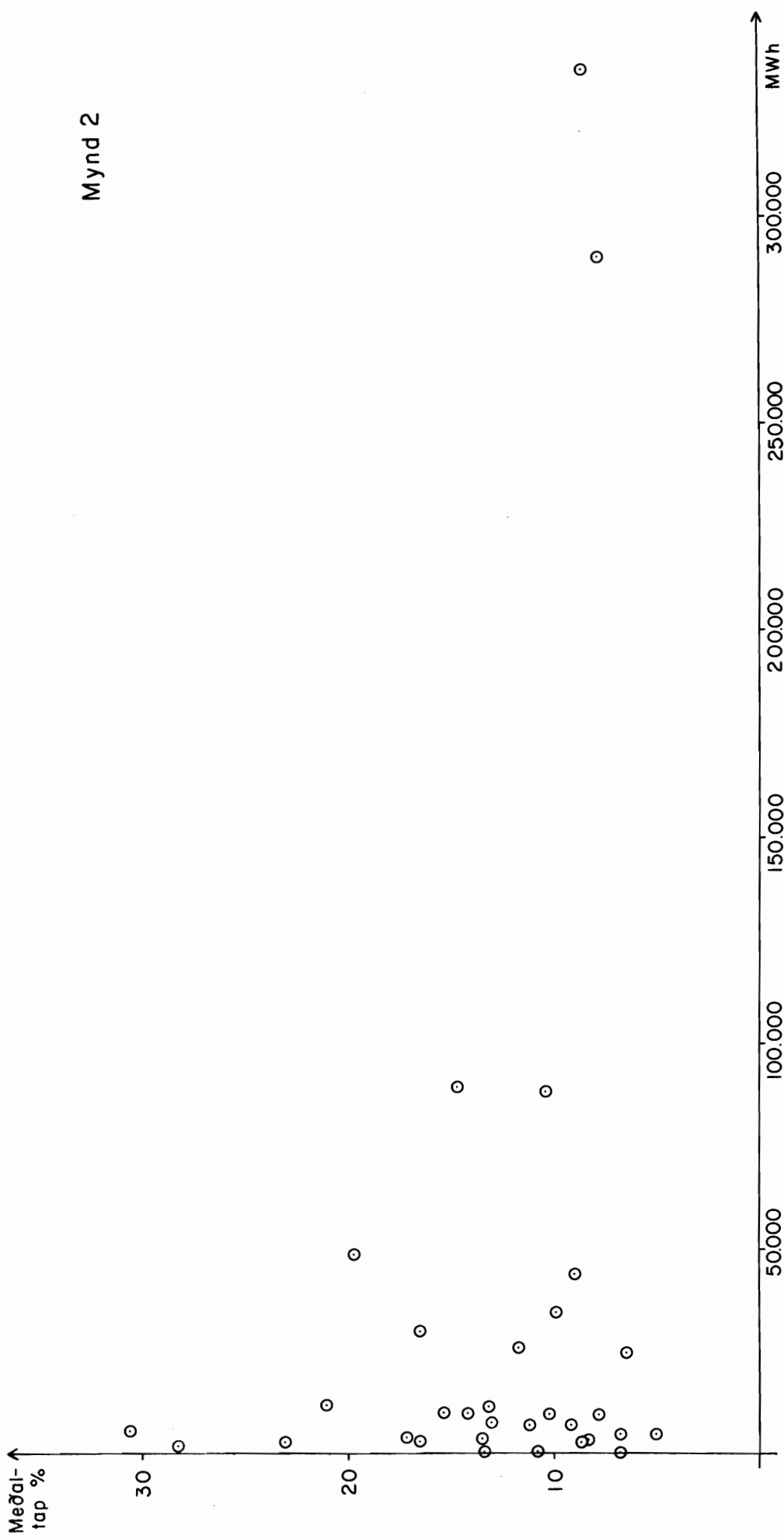
MWh

ORKUSTOFNUN  
Raforkudeild

Töp í raforkukerfinu  
Bókhaldslegt tap hjá rafveitum sveitarfélaga

'79.12.03  
ÓP/ÓD  
B-Ým.  
F. 18904

Mynd 2



Orka til ráðstöfunar. Meðaltal árunna 1973 til 1976

ORKUSTOFNUN  
Raforkudeild

Töp í raforkukerfinu  
Dreifing bókhaldslegstaps á veituvæðum

'79.12.03

ÓP/ÓD

B-Ým.

F. 18903

3 VINNUTILHÖGUN

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

Vinnunefndin hefur farið í gegnum opinberar tölur, frá ýmsum löndum, svo sem heimildarskrá vitnar um, um framleiðslu og sölu raforku, ásamt héraendum 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%.

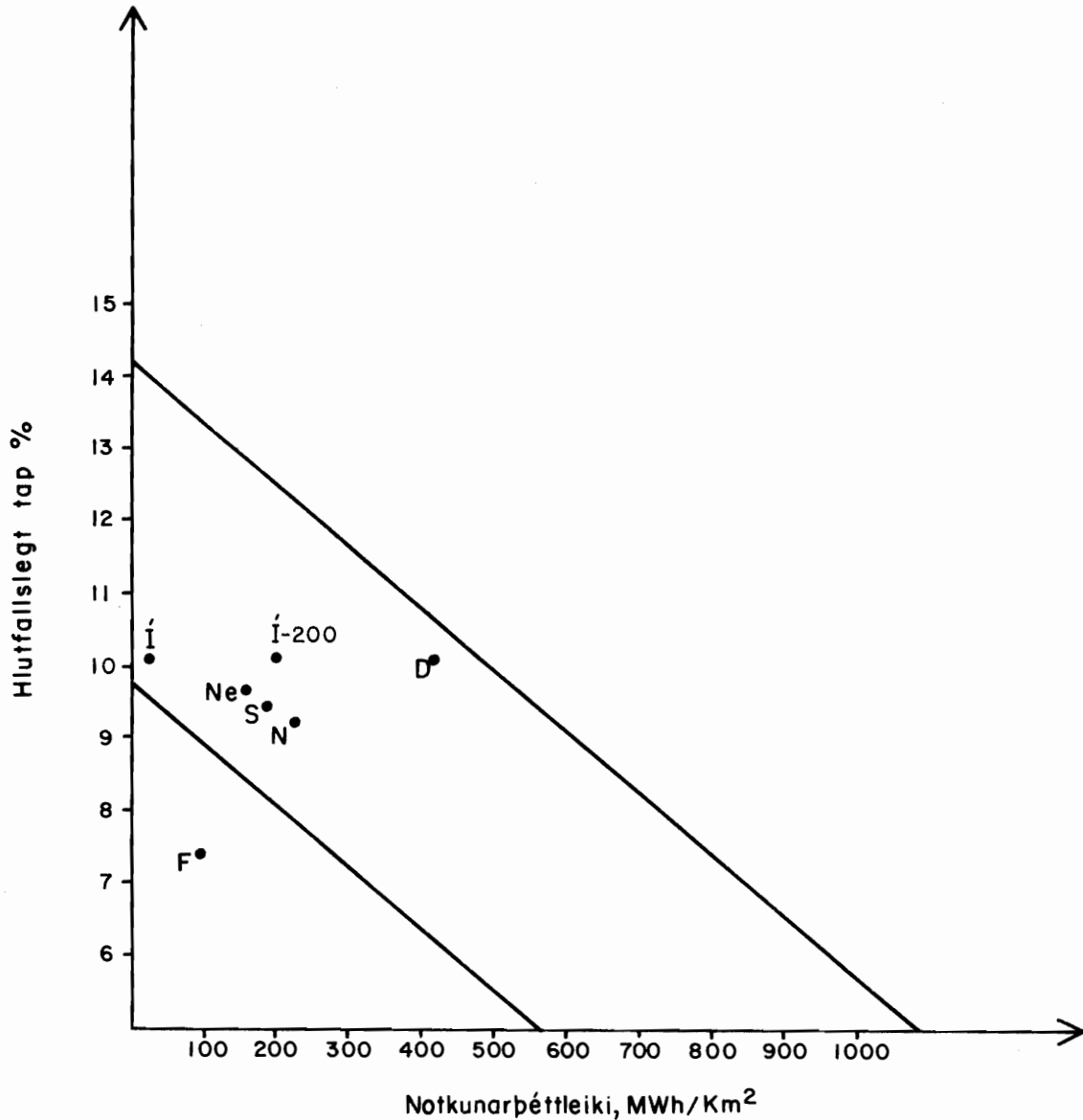
Sé athugað hvernig samband er milli hlutfallslegs taps og raforkunotkunar á ferkílómetra (notkunarþéttleika) hjá aðilum Nordel (sjá mynd 3) sést að Ísland kemur hagstætt út, og það jafnvel þó að aðeins sé reiknað með landi undir 200 metra hæðarmörkum (Í og Í200).

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 þessarar talna og talna í töflu 8, þar sem byggt er á endanlegum sölutölum. Hérlandis var tap á nefndu tímabili 9,87%.



Mynd 3



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

- D: Danmörk
- F: Finnland
- Í: 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	
Rarík og aðrir	141255	
	<u>2205635</u>	96,1%
Olía	71522	3,1%
Jarðvarmi	18347	0,8%
	<u>2295504</u>	100,0%

SKIPTING RAFORKUNOTKUNAR 1975 (MWh)

Stórnotkun			
Álverið	1027130		
Áburðarverksmiðjan	133627		
Keflavíkflugvöllur	59577		
Sementsverksmiðjan	14916		
Kísiliðjan	8592		
Hvanneyri	1471		
	<u>1245316</u>	60,38%	
Almenn notkun			
Þéttbýli	700266	33,95%	
Sveitir	117037	5,67%	
	<u>817303</u>		
Heildarnotkun	2062619	100,0%	89,85%
Töp	<u>232885</u>		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		
		<u>50412</u>	21,65%	
Vegna sölu í þéttbýli	14,0	98037	42,10%	
" " " sveitum	25,0	29259	12,56%	
Eiginnotkun framleiðenda				
2.40% af raforkuframleiðslu		<u>55177</u>	23,70%	
		232885	100,00%	



## 5 SKIPTING HEILDARTAPS MILLI NOTENDAHÓPA

### 5.1 Stórnotkun

Á 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 einingin 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 stórnotenda og almennrar notkunar í þéttbýli eða dreifbýli (sjá töflu 2). Einnig hefur verið gerð tilraun til að skipta eiginnotkun milli mismunandi framleiðsluþátta.

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

Stórnotendur, (Álverið, Áburðarverksmiðjan, Keflavíkurflugvöllur, Sementsverksmiðjan, Kísiliðjan og Hvanneyri) notuðu á árinu 1975 60,4% af raforkunni á Íslandi. Í opinberum skýrslum er Hvanneyri talin með stórnotendum vegna þess að Andakílsárvirkjun selur beint til Hvanneyrar, og er það til endanlegra nota. Hjá stórnotendum 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.þ.b. 1,8% eiginnotkun. Í samsvarandi flutningskerfi í Noregi (Sentralnettet for samkjöringskraft) var árið 1975 3,62% tap (sjá Samkjöringen av kraftverkerne i Norge,

Ársberetning 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 Sigölduframkvæmda 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 spennu 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 línuna, 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 Kísiliðjan er á framleiðslustað verður ekkert tap þar. Á árinu 1975 framleiddi jarðvarmastöðin við Námafjall ríflega tvisvar sinnum meira en Kísiliðjan notaði. Í þau skipti sem stöðin var ekki starfandi varð áberandi spennulökkun í Mývatnssveit, vegna yfirlestunar á línunni frá Laxárvirkjun.

Við stórnotkun, sem er 60,38% af heildarnotkun, verður 21,7% af heildartapi í raforkukerfinu.

## 5.2 Bæjardreifing

Notkun í þéttbýli var 700266 MWh eða 34% af heildarnotkun. 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 tölur hjá Rafmagnsveitu Reykjavíkur og flutn-  
ingstap í kerfi Landsvirkjunar gerir það 14% tap reiknað af notkun.  
Þessi tala 14% er síðan notuð til að reikna hlutdeild þéttbýlis í heildar-  
tölum.

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 tölur almennt  
af allt annarri stærðargráðu en í þéttbýli, 13 til 30% í stað 5 til 23%.  
Ástæður eru þær að þegar sveitarafvæðingin fór fram fyrir 30 árum voru  
álagsforsendur, sem flutningskerfið var hannað fyrir, almenn lýsing  
og húshald. Síðan hefur bætst við þetta rafhitun og súgburnkun 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 söluskýrslum 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 tölur í eiginlegt flutningstap, dreifingartölur og svo eiginnotkun. Eiginnotkun er svo til eingöngu húshitun og víða er eiginnotkun framleiðanda allverulegur hluti af bókhaldslegum tölum 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 vatnsaflsnýtingar verður 2691 MWh.

Afganginn af raforkunni úr vatnsorku, 141.255 MWh, framleiddur 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 raforkutölum á Vestfjörðum. Sé reiknað með 3% hjá þessum smáum vatnsaflsvirkjunum, 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

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

SKIPTING EIGINNOTKUNAR

	Framleiðsla	Samalögð eiginnotkun
Landsvirkjun	83,4 %	63,0 %
Laxárvirkjun	6,5 %	4,9 %
Rarík og aðrir	6,2 %	7,8 %
	<u>96,1 %</u>	<u>75,7 %</u>
Olía	3,1 %	24,3 %
Jarðvarmi	0,3 %	0,0 %
	<u>100,0 %</u>	<u>100,0 %</u>



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 framleiðslufyrirtæki 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. Lítið 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. Frávikin 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. Mjólka-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 flutningslínunum. Tapsprósenta hjá Rarik á Norðurlandi sýnir greinilega áhrif samtengingar. 1973 og 74 var tapið 16,79% og 17,36%, sem er verulega herra 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 herra 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 ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Landsvirkjun (Lv)			
Vatnsafl 1963237	Eigin framl. 1967442	Áburðarverksm. 137091	
Olía 4205		Alverið 1172455	
1967442		Rafv. Hafnarfj. 42254	
		Rafmv. Reykjav. 312478	
		Rafmv. ríkisins 202594	
		1866872	5,11
Andakílsárverkjun (Av)			
Vatnsafl 28930	Eigin framl. 28930	Rafv. Akraness 31740	
	Innkaup Rarik 20756	Rafv. Borgarness 6669	
		Hvanneyri 1396	
		Rafmv. ríkisins 7929	
		47734	3,93
Rafmv. ríkisins (Rarik)			
Vatnsafl 8450	Eigin framl. 18683	Keflavíkurfl. 60578	
Olía 10233	Innkaup Lv 202594	Andakílsárv. 20348	
	Av 7929	Rafveitur sveitarfj. 69006	
		Eigin smásala 60925	
		210857	8,01
Rafmv. Reykjavíkur			
Vatnsafl 406	Eigin framl. 406	Smásala 284883	
	Innkaup Lv 312478	284883	8,95
Rafv. Vestmannaeyja			
Olía 4030	Eigin framl. 4030	Smásala 7500 x)	
	Innkaup Rarik 4831		
		8861	

x) áætlað

4A-2: 1974

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Landsvirkjun (Lv)			
Vatnsafl	1995350		
Olía	7252		
	<u>2002602</u>		
	Eigin framl.	2002602	
		<u>2002602</u>	5,00
Andakílsársvirkjun (Av)			
Vatnsafl	26896		
	Eigin framl.	26896	
	Innkaup Rarík	26277	
		<u>53173</u>	2,51
Rafmv. ríkisins (Rarík)			
Vatnsafl	8087		
Olía	14263		
	<u>22350</u>		
	Eigin framl.	22350	
	Innkaup Lv	231766	
	Av	9610	
		<u>263720</u>	
Rafmv. Reykjavíkur			
Vatnsafl	498		
	Eigin framl.	498	
	Innkaup Lv	325143	
		<u>325641</u>	
Rafv. Vestmannaeyja			
Olía	3013		
	Eigin framl.	3013	
	Innkaup Rarík	14577	
		<u>17590</u>	
	Smásala	11880	
		<u>11880</u>	32 46 <sup>x)</sup>

x) Óraunhæf stærð vegna  
atburða fyrra árs

4A-3: 1975

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Landsvirkjun (Lv)			
Vatnsafl 1911404	Eigin framl. 1914867	Áburðarverksm. 133627	
Olía 3463		Álverið 1027130	
1914867	1914867	Rafv. Hafnarfj. 45336	
		Rafmv. Reykjav. 342371	
		Rafmv. ríkisins 264976	5,30
		1813440	
Andakílsárvirkjun (Av)			
Vatnsafl 35856	Eigin framl. 35856	Rafv. Akraness 36082	
	Innkaup Rarík 34881	Rafv. Borgarness 7266	
		Hvanneyri 1474	
	70737	Rafmv. ríkisins 25134	
		69956	1,10
Rafmv. ríkisins (Rarík)			
Vatnsafl 7157	Eigin framl. 14994	Keflavíkurfl. 59577	
Olía 7837	Innkaup Lv 264976	Andakílsárv. 34881	
14994	Av 25134	Rafveitursveitarf. 96850	
		Eigin smásala 89377	
	305104	280685	8,00
Rafmv. Reykjavíkur			
Vatnsafl 1165	Eigin framl. 1165		
	Innkaup Lv 342371	Smásala 319662	
	343536	319662	6,63
Rafv. Vestmannaeyja			
Olía 1558	Eigin framl. 1558		
	Innkaup Rarík 21560	Smásala 21554	
	23118	21554	6,67

4A-4: 1976

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

Landsvirkjun (Lv)  
 Vatnsafl 2016796  
 Olía 192  
 2016988

Eigin framl. 2016988

Aburðarverksm. 137231  
 Alverið 1067854  
 Rafv. Hafnarfj. 44392  
 Rafmv. Reykjav. 358654  
 Rafmv. ríkisins 305383  
 1913604

5,13

Andakílsárvirkjun (Av)  
 Vatnsafl 38045

Eigin framl. 38045  
 Innkaup Rarik 55767

Rafv. Akraness 36495  
 Rafv. Borgarness 8284  
 Hvanneyri 1675  
 Rafmv. ríkisins 45541  
 91995

1,94

Rafmv. ríkisins (Rarik)  
 Vatnsafl 7170  
 Olía 1461  
 8631

Eigin framl. 8631  
 Innkaup Lv 305383  
 Av 45541

Keflavíkurfli. 61425  
 Andakílsárv. 55767  
 Rafv. sveitarf. 102736  
 Eigin smásala 102928 + 8697 flutt norður og  
 331553

7,79 vestur

Rafmv. Reykjavíkur  
 Vatnsafl 1340

Eigin framl. 1340  
 Innkaup Lv 358654  
 359994

Smásala 330496  
 330496

8,19

Rafv. Vestmannaeyja  
 Olía 1975

Eigin framl. 1975  
 Innkaup Rarik 23720  
 25695

Smásala 24110  
 24110

6,17



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

4B-1: 1973

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
<u>Rafveitur sveitarfélaga</u>			
Rafv. Hafnarfjarðar	42254	38300	9,36
Rafmv. 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. Njaróvíkur	8843	8754	1,00
Rafv. Vatnsleysustrandarhr.	1714	1307	23,92
Rafv. Akraness	31740	28777	9,34
Rafv. Borgarness	6669	5384	19,27
Rafv. sveitafélaga	466583	421665	9,63

Heildarframleiðsla

2019490

Endanleg sala

1854110

8 19

x) áætlað

4B-2: 1974

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
<u>Rafveitur sveitarfélaga</u>			
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. Vatnsleysustrandarhr.	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
<u>Rafveitur sveitarfélaga</u>			
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

Heildarframleiðsla

Endanleg sala

%Tap

1968440

1798483

8,63

4B-4: 1976

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
<u>Rafveitur sveitarfélaga</u>			
Rafv. Hafnarfjarðar	44392	41006	7,73
Rafmv. 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

Endanleg sala

%Tap

1877213

- Flutt norður og  
vestur

8697

2066979

Heildarnotkun

1885910

8,76

TAFLA 5 Vestfirðir - Raforokubúskapur 1973-1976

5-1: 1973	Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Rafmv. ríkisins Flatey				
Olía	27		20	25,93
Vestfirðir samtengdir				
Rafmv. ríkisins (Rarík)				
Vatnsafl	17522	18953	Rafv. Ísafj.	3170
Olía	1431	739	Rafv. Patrhr.	4099
	18953	1233	Eigin smásala	10322
		20925		17591
				15,93
Rafv. Ísafjarðar				
Vatnsafl	5447	6179	Rarík	739
Olía	732	3170	Eigin smásala	7236
	6179	9349		7975
				14,70
Rafv. Patreksahrepps				
Olía	1233	1233	Rarík	1233
		4099	Eigin smásala	3384
		5332		4617
				13,41
Framleiðsla	26365		Endanleg sala	20945
				20,57
Inndjúp				
Vatnsafl	269			
Olía	0			
	269			
				8,92
Þverárvæði				
Vatnsafl	3665			
Olía	0			
	3665			
				25,02
Heildarframleiðsla	30326		Endanleg sala	23935
				21,07

5-2: 1974

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Rafmv. ríkisins Flatey Olía 31		26	16, 13
Vestfirðir samtengdir			
Rafmv. ríkisins (Rarík)			
Vatnsafl 19214	23241	Rafv. Ísafj. 4936	
Olía 4027	836	Rafv. Patrím. 4519	
23241	1724	Eigin smásala 11862	
	25801	21317	17, 38
Rafv. Ísafjarðar			
Vatnsafl 4549	5343	Rarík 836	
Olía 794	4936	Eigin smásala 8147	
5343	10279	8983	12, 61
Rafv. Patrekshrepps			
Olía 1724	1724	Rarík 1724	
	4519	Eigin smásala 3485	
	6243	5209	16, 56
Framleiðsla 30308			
Inndjúp		Endanleg sala 23494	22, 48
Vatnsafl 270			
Olía 0			
270		236	12, 59
Þverárvæði			
Vatnsafl 3612			
Olía 1189			
4801		3366	29, 89
Heildarframleiðsla 35410			
		Endanleg sala 27122	23, 41

5-3: 1975

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Rafm. ríkisins Flatey Olía 38		34	10 53
<hr/>			
Vestfirðir samtengdir Rafm. ríkisins (Rarik)			
Vatnsafl 21020	Eigin framl. 27160	Rafv. Ísafj. 6021	
Olía 6140	Innkaup R.Í. 937	Rafv. Patrhr. 5848	
27160	R.P. 3149	Eigin smásala 14135	
	31246	26004	16,78
<hr/>			
Rafv. Ísafjarðar Vatnsafl 4931	Eigin framl. 5621	Rarik 937	
Olía 690	Innkaup Rarik 6021	Eigin smásala 9214	
5621	11642	10151	12,81
<hr/>			
Rafv. Patrekshrepps Olía 3149	Eigin framl. 3149	Rarik 3149	
	Innkaup Rarik 5848	Eigin smásala 5215	
	8997	8364	7,04
<hr/>			
Framleiðsla 35930		Endanleg sala 28564	20,50
<hr/>			
Inndjúp Vatnsafl 376			
Olía 0			
376		322	14,36
<hr/>			
Þverárvæði Vatnsafl 4174			
Olía 1390			
5564		4235	23,89
Heildarframleiðsla 41908		Endanleg sala 33155	20,89

5-4: 1976

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

Rafmv. ríkisins Flatey  
Olía 40

38 5

Vestfirðir samtengdir

Rafmv. ríkisins (Rarik)

Vatnsafl 37144

Olía 1392

38536

Eigin framl.

38536

Innkaup R.Í.

1217

R.P.

145

39898

Rafv. Ísafj.

8095

Rafv. Patrhr.

6729

Eigin smásala

18754

33578

15,84

Rafv. Ísafjarðar

Vatnsafl 4618

Olía 593

5211

Eigin framl.

5211

Innkaup Rarik

8095

13306

Rarik

1217

Eigin smásala

10386

11603

12,80

Rafv. Patrekshrepps

Olía 212

212

Eigin framl.

212

Innkaup Rarik

6729

6941

Rarik

145

Eigin smásala

6091

6236

10,16

Framleiðsla 43959

Endanleg sala

35231

19,86

Inndjúp

Vatnsafl 839

Olía 0

839

762

9,18

Þverárvæði

Vatnsafl 4120

Olía 2469

6589 + innflutt 451 = 7040

4268

39,38

Heildarframleiðsla 50588 + Innflutt 451 = 51039

Endanleg sala

40299

22,32



6A-1: 1973

6A-1: 1973

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Laxárvirkjun			
Vatnsafl 102565			
Olía 17451		Rafv. Akureyrar 79895	
Jarðvarmi 24200	144216	Rafmv. ríkisins 50666	9,47
144216	144216	130561	
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl 11285	25480	Kísiliðjan 9348	
Olía 14195	50666	Rafv. Húsav. 6060	
25480	76146	Rafv. Sauðárkr. 4367	
		Eigin smásala 43587	16,79
		63362	
Rafv. Húsavíkur			
Olía 204	204	Smásala 5753	
	6060	5753	8,16
	6264		
Rafv. Sauðárkr.			
	4367	Smásala 3940	
	4367	3940	9,78
Rafmv. Akureyrar			
	79895	Smásala 66912	16,25
Framleiðsla 169900		Endanleg sala 129540	23,76

6A-2: 1974

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Laxárvirkjun			
Vatnsafl 144015			
Olía 6346			
Jarðvarmi 7751	158112	Rafv. Akureyrar 83250	
158112	158112	Rafmv. ríkisins 62867	7,59
		146117	
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl 11575	21889	Kísiliðjan 9810	
Olía 10314	62867	Rafv. Húsav. 6680	
21889	84756	Rafv. Sauðárkr. 4635	
		Eigin smásala 53553	
		70043	17,36
Rafv. Húsavíkur			
Olía 86			
	Eigin framl. 86		
	Innkaup Rarík 6680	Smásala 6093	
	6766	6093	9,95
Rafv. Sauðárkróks			
	Innkaup Rarík 4635	Smásala 4409	
	4635	4409	4,88
Rafv. Akureyrar			
	Innkaup Lax. 83250	Smásala 75917	
			8,81
Framleiðsla 180087		Endanleg sala 149782	16,83

6A-3: 1975

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Laxárvirkjun			
Vatnsafl	149513	Rafv. Akureyrar	92117
Olía	11663	Rafmv. ríkisins	72059
Jarðvarmi	18347		164176
	179523		8,55
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl	13115	Kísiliðjan	8592
Olía	8168	Rafv. Húsav.	7076
	21283	Rafv. Sauðárkr.	4966
		Eigin smásala	60406
			81040
Rafv. Húsavíkur			
Olía	74	Smásala	6314
			6314
Rafv. Sauðárkróks			
		Smásala	4776
			4776
Rafv. Akureyrar			
		Smásala	84103
			8,70
Framleiðsla 200880		Endanleg sala	164191
			18,26

6A-4: 1976

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Laxárvirkjun			
Vatnsafl	152529	Rafv. Akureyrar	97037
Olía	19121	Rafmv. ríkisins	78409
Jarðvarmi	19012		175449
	190662		7,98
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl	12590	Kísiliðjan	9800
Olía	4532	Rafv. Húsav.	7450
	17122	Rafv. Sauðárkr.	5395
		Eigin smásala	67849
			90494
	103304		12,40
Rafv. Húsavíkur			
Olía	19	Smásala	6931
			6931
			7,20
Rafv. Sauðárkróks			
		Smásala	4931
			4931
			8,60
Rafv. Akureyrar			
		Smásala	89128
			8,15
Framleiðsla 207803 + Innflutt 7773 = 215576			17,13
Endanleg sala			178639

TAFLA 6B Norðurland - Skeiðsfossvirkjun - Raforkubúskapur 1973-1976

6B-1: 1973

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

6B-2: 1974

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

6B-3: 1975

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Skeiðsfossvirkjun			
Vatnsafl 11342		Rafv. Siglufj. 10575	
Olía 2515	Eigin framl. 13857	Rafmv. ríkisins 3032	1,80
13857	13857	13607	
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl 1046	Eigin framl. 1046	Smásala 3374	
Olía 0	Innkaup Skv. 3032	3374	17,26
1046	4078		
Rafv. Siglufjarðar	Innkaup	Smásala 8736	17,39
	10575		
Framleiðsla 14903		Endanleg sala 12110	18,74
Rafmv. ríkisins Grímsey			
Olía 284		248	12,68
Heildarframleiðsla 216067		Endanleg sala 176549	18,29

6B-4: 1976

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Skeiðsfossvirkjun			
Vatnsafl 12829		Rafv. Siglufj. 11354	
Olía 1989	Eigin framl. 14818	Rafmv. ríkisins 3210	
14818	14818	14564	1,71
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl 994	Eigin framl. 994		
Olía 0	Innkaup Skv. 3210	Smásala 3557	
994	4204	3557	15,45
Rafv. Siglufjarðar			
	Innkaup 11354	Smásala 9256	18,48
Framleiðsla 15812		Endanleg sala 12813	18,97
Rafmv. ríkisins Grímsey			
Olía 278		258	7,19
Heildarframleiðsla 223893 + Innflutt 7773 = 231666		Endanleg sala 191710	17,25



TAFLA 7 Austurland - Raforkubúskapur 1973-1976

7-1: 1973

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Rafmv. ríkisins Bakkafjörður Olía 139		91	34,53
Rafmv. ríkisins Vopnafjörður Olía 2643		2054	22,29
Austurland samtengt			
Rafmv. ríkisins			
Vatnsafl 19469	Eigin framl. 39180	Rafv. Reyðarfj. 1032	
Olía 19711	Innkaup Rafv. Reyðarfj. 0	Smásala 31560	
39180	39180	32592	16,82
Rafv. Reyðarfjarðar			
Vatnsafl 908	Eigin framl. 956	Rarík 0	
Olía 48	Innkaup Rarík 1032	Smásala 1718	
956	1988	1718	13,58
Framleiðsla 40136		Endanleg sala 33278	17,09
Smyrlabjargaársvæði			
Vatnsafl 7058			
Olía 767			
7825		5805	25,82
Heildarframleiðsla 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		2975	11,54
Austurland samtengt Rafmv. ríkisins Vatnsafl 22857 Olía 20531 43208	Eigin framl. 43208 Innkaup Rafv. Reyðarfj. 0 43208	Rafv. Reyðarfj. 1290 Smásala 33325 34615	19,89
Rafv. Reyðarfjarðar Vatnsafl 986 Olía 47 1033	Eigin framl. 1033 Innkaup Rarík 1290 2323	Rarík 0 Smásala 2050 2050	11,75
Framleiðsla 47768		35375	25,94
Smyrlabjargársvæði Vatnsafl 8394 Olía 1706 10100		8128	19,53
Heildarframleiðsla 57868		Endanleg sala 46588	19,49

7-3: 1975

Framleiðsla (MWh)	Orka til ráðstöfunar (MWh)	Heildarsala (MWh)	%Tap
Rafmv. ríkisins Bakkafjörður Olía 194		143	26,29
Rafmv. ríkisins Vopnafjörður Olía 4026		3496	13,16
Austurland samtengt Rafmv. ríkisins Vatnsafl 33603 Olía 17317 50920	Eigin framl. 50920 Innkaup Rafv. Reyðarfj. 46 50966	Rafv. Reyðarfj. 1980 Smásala 38161 40141	21,24
Rafv. Reyðarfjarðar Vatnsafl 893 Olía 46 939	Eigin framl. 939 Innkaup Rarik 1980 2919	Rarik 46 Smásala 2600 2646	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 49117 58838 Rafv. Reyðarfj. 2120  
 Olía 9721 0 Innkaup Rafv. Reyðarfj. 44812  
 58838 58838 Smásala 46932 20,24

Rafv. Reyðarfjarðar  
 Vatnsafl 959 973 Rarik 0  
 Olía 14 2121 Smásala 3600  
 973 3094 3600 ?

Framleiðsla 59811 Endanleg sala 48412 19,06

Smyrlabjargáarsvæði  
 Vatnsafl 10419  
 Olía 4064  
 14483

Heildarframleiðsla 79141 Endanleg sala 64652 18,31

11918 17,17

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	7496534 MWh	5,13
Andakílsársvirkjun	267408 "	261522 "	2,20
Rafv. Hafnarfjarðar	175319 "	159430 "	9,06
Rafmv. Reykjavíkur	1342055 "	1228349 "	8,47
Rafv. Vestmannaeyja	48813 "	45664 "	6,45
(aðeins árin 1975 og 76 meðtalin)			
Rafv. Hveragerðis	12126 "	11127 "	8,24
Rafv. Selfoss	37208 "	34296 "	7,83
Rafv. Eyrarbakka	9850 "	8999 "	8,64
Rafv. Stokkseyrar	10432 "	8705 "	16,56
Rafv. Grindavíkur	36236 "	31122 "	14,11
Rafv. Miðneshrepps	17151 "	14863 "	13,34
Rafv. Gerðahrepps	16357 "	15530 "	5,06
Rafv. Keflavíkur	103030 "	90932 "	11,74
Rafv. Njarðvíkur	39139 "	35113 "	10,29
Rafv. Vatnsleysustr.hr.	8153 "	6267 "	23,13
Rafv. Akraness	138460 "	124205 "	9,78
Rafv. Borgarness	28960 "	25205 "	12,97
Rafv. sveitarfélaga	2023289 "	1840517 "	9,03
Rarik Suður og Vestrl.	1158585 "	1068818 "	7,75
Suður og Vesturland	8110268 "	7414400 "	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
Skeiðsfossvæði	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 LOKAORÐ

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) áráanna 1973-74-75 og 76 9,86%.

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

Töþ 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 súgþurrkunar og fullrar rafhitunar, er sjálfsagt að velja hagkvæmasta vírgildleika hverju sinni og ná þannig fram lægstum árskostnaði fyrir línuna út frá tapskostnaði og stofnkostnaði viðkomandi línu. Markmiðið er að auka þjónustu við notendur á sem hagkvæmestan hátt, en ekki lágmarkstöþ út af fyrir sig.

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

Reykjavík

október 1978

*Ógúni Skúli Ingibergsson.*  
*Árnur Þórsson*  
*Leifur Elfgarson*  
*Ólafur Þósson.*





HEIMILDASKRÁ

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): Årsberetning 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 Vattenfallsver 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

Haðkvæmasti 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, árskostnaður og tapkostnaður 11 kV  
EVJ línu

1 HAGKVÆMASTI VÍRGILDLEIKI Á 11 kV LÍNU, 3 VÍRAR

1.1 Gerð línu og stofnkostnaður

11 kV tréstaurlína, 3 víra.

Stofnkostnaður skv. kostnaðaráætlun Rafhönnunar hf. frá 29.03.1978:

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

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

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. Hærlins-langæislinu og minnsta álag línunnar áætlað 20% af mesta álagi.

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

$$\epsilon_o = 0,2$$

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

$$\lambda = \frac{1-\epsilon}{\epsilon-\epsilon_0} = \frac{1-0,4795}{0,4795-0,2} = 1,862$$

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

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

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 línunni verður þá pr. ár:

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

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

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

#### 1.4 Niðurstöður

Samkvæmt þessum útreikningum er hagkvæmasti gildleiki víra á 11 kV, 3 víra loftlínu 22,4 mm<sup>2</sup> 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 víða í dreifbýli hérlandis 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 Álftaveri, sem er 25 km löng 3 víra lína með um 500 kW mesta afli og 4205 h nýtingartíma. Á þessari línu er 33,7 mm<sup>2</sup> 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 afls 4200 h og nýtingartíma tapa 2344 h, sbr. greinargerð um 11 kV 3 víra línu. Verðmæti tapa verður  $k_f = 17,493$  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 mm<sup>2</sup> eq·Cu

### 2.3 Hagkvæmasti gildleiki víra

Samkvæmt töflu 1 er hagkvæmasti gildleiki víra 53,5 mm<sup>2</sup> miðað við 100 - 300 kW álag á línunni, og 67,4 mm<sup>2</sup> miðað við 500 kW álag. Heildarkostnaður við orkuflutning eftir 11 kV EVJ-línu verður þannig lægstur á ári hverju, ef vírgildleiki á nýjum línunum 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 línunum 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 mm<sup>2</sup> eqCu vír á fyrstu 10 km og 33,6 mm<sup>2</sup> vír á næstu 50 km. Álag var 300 kW á fyrstu 10 km línunnar og 100 kW á næstu 50 km. Miðað var við 4200 h nýtingartíma álags og 2344 h nýtingartíma tapa. Miðað við mismunandi vírgildleika verður orkuflutningur og töp á línunni eftirfarandi:

Lengd línu km	Gildleiki víra mm	Úttekið afl kW	Úttekin orka kWh	Afltöp 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 mm<sup>2</sup> 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 heildsöluverð 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 Örfalínu Rarik hvað snertir lengd, vírgildleika og álag.

#### 2.4 Niðurstöður

Skv. framansögðu, er hagkvæmasti vírgildleiki 53,5 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup>, verða töpin ekki nema rúm 3%. Á gömlum eins vírs línunum 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 línunum, sem byggðar kunna að verða, er hins vegar sjálfsagt að velja hagkvæmasta vírgildleika hverju sinni út frá tapkostnaði og stofnkostnaði viðkomandi línu.

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

Gildleiki mm <sup>2</sup> eqCu	Stofnkostn.		Tapkostn.		Ársk.+tapk.		Tapkostn.		Ársk.+tapk.	
	pús.kr.	0,1 MW	pús.kr.	0,1 MW	pús.kr.	0,3 MW	pús.kr.	0,3 MW	pús.kr.	0,5 MW
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		
95.6	1.410	149,5	0,4	149,9	3,8	153,3	10,6	160,1		

### 3 EFTIRMÁLI

Niðurstöður úr þeim tveimur dæmum, sem reiknuð hafa verið, hafa komið nefndarmönnum nokkuð á óvart. Menn áttu ekki von á að orkutap á línunni 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 Árnessýslu gömul, ein af fyrstu línunum 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. Eiginnotkun 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 <u>4064 MWh 28%</u>	
14483 MWh 100%	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>
1126 MWh

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 <u>2728 MWh 23%</u>
11918 MWh 100%

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