

# ORKUMÁL

DESEMBER

1968

## E F N I

Orkuvinnsla 2. og 3. ársfjórðung 1968

Gjaldskrár rafveitna og virkjana 1968

Raforkumál í Evrópu 1967

Sigurjón Rist og Helgi Sigvaldason :

Langtímamælingar vatnsfalla

Jakob Gíslason : Orkumál

Baldur Líndal : Iðnaðarmál - ástand og horfur á þróun

Jakob Björnsson og Gunnar Ámundason :

Um notkun raforku til húshitunar á

Suðvesturlandi í framtíðinni

Eðvarð Árnason : Nokkur atriði úr sögu rafmagnsins



# ORKUMÁL

DESEMBER

1968

## E F N I

Orkuvinnsla 2. og 3. ársfjórðung 1968

Gjaldskrár rafveitna og virkjana 1968

Raforkumál í Evrópu 1967

Sigurjón Rist og Helgi Sigvaldason :

Langtímamælingar vatnsfalla

Jakob Gíslason : Orkumál

Baldur Línadal : Iðnaðarmál - ástand og horfur á þróun

Jakob Björnsson og Gunnar Ámundason :

Um notkun raforku til húshitunar á

Suðvesturlandi í framtíðinni

Eðvarð Árnason : Nokkur atriði úr sögu rafmagnsins

# ORKUMÁL

DESEMBER

1968

## CONTENTS

Generation of Electricity Second and Third Quarters 1968

Retail and Bulk Electricity Tariffs 1968

Electricity in Europe in 1967

Sigurjón Rist and Helgi Sigvaldason :

Long-time Hydraulic Measurements

Jakob Gíslason : The Energy Prospect

Baldur Lfndal : Industry - Present and Future Aspects

Jakob Björnsson and Gunnar Ámundason :

On the Future Use of Electricity for District  
Heating in S. W. Iceland

Eðvarð Árnason: The Historical Development of Electricity

Orkustofnun  
Reykjavík

E F N I

TÖFLUR

- 1.1 Orkuvinnsla janúar - september 1968
- 1.2 Orkuvinnsla annan ársfjórðung 1968
- 1.3 Orkuvinnsla þriðja ársfjórðung 1968
- 1.4 Mánaðarleg orkuvinnsla annan ársfjórðung 1968
- 1.5 Mánaðarleg orkuvinnsla þriðja ársfjórðung 1968
- 1.6 Orkuvinnsla og stórnotkun á S. V. landi annan ársfjórðung 1968
- 1.7 Orkuvinnsla og stórnotkun á S. V. landi þriðja ársfjórðung 1968
  
- 2.1 Yfirlit yfir gjaldskrár rafveitna, 30. nóvember 1968
- 2.2 Verð á rafmagni til heimilisnota, 30. nóvember 1968
- 2.3 Verð á rafmagni til frystihúsnota, 30. nóvember 1968
- 2.4 Heildsöluverð á raforku 1965 - 1968
  
- 3.0 Raforkumál í Evrópu 1967

GREINAR

- Sigurjón Rist og Helgi Sigvaldason : Langtímamælingar vatnsfalla
- Jakob Gíslason : Orkumál
- Baldur Líndal : Iðnaðarmál - ástand og horfur á þróun
- Jakob Björnsson og Gunnar Ámundason : Um notkun raforku til húshitunar á Suðvesturlandi í framtíðinni
- Eðvarð Árnason : Nokkur atriði úr sögu rafmagnsins

National Energy Authority  
Reykjavik - Iceland

C O N T E N T S

TABLES

- 1,1 Generation of Electricity January-September 1968
- 1,2 Generation of Electricity Second Quarter 1968
- 1,3 Generation of Electricity Third Quarter 1968
- 1,4 Monthly Generation of Electricity Second Quarter 1968
- 1,5 Monthly Generation of Electricity Third Quarter 1968
- 1,6 Generation of Electricity and Subdivision of Load in S. W. Iceland  
Second Quarter 1968
- 1,7 Generation of Electricity and Subdivision of Load in S. W. Iceland  
Third Quarter 1968
  
- 2,1 Retail Electricity Tariffs, 30. November 1968
- 2,2 Retail Prices of Electricity - Domestic Consumption
- 2,3 Retail Prices of Electricity - Large Power Industry
- 2,4 Bulk Prices of Electricity 1965-1968
  
- 3,0 Electricity in Europe in 1967

ARTICLES

- Sigurjón Rist and Helgi Sigvaldason : Long-time Hydraulic Measurements
- Jakob Gíslason: The Energy Prospect
- Baldur Líndal : Industry - Present and Future Aspects
- Jakob Björnsson and Gunnar Ámundason : On the Future Use of Electricity  
for District Heating in S. W. Iceland
- Eðvarð Árnason : The Historical Development of Electricity

Það er ekki hægt að segja, að Ísland sé ríkt að náttúruauðæfum í samanburði við mörg önnur lönd heims. Hér finnast hvorki málmar, kol né olía í jörðu. Jarðfræðileg uppbygging landsins hindrar slíkt. Skóglaut verðum við víst líka að kalla land okkar, að minnsta kosti frá hagfræðilegu sjónarmiði. Lega landsins gerir það heldur ekki beint eftirsóknarvert frá sjónarmiði samganga lands á milli.

Því höfum við ekki verið neitt girndarepli í augum annarra þjóða. Að vísu höfum við stór beitolönd og góð fiskimið, en loftslag og staða landsins hefur þar verið þrándur í götu.

Kannske var þetta allt saman gott og blessað, þegar öllu var á botninn hvolft. Við vorum að vísu miðaldarþjóðfélag í rúm 1000 ár, þar sem allt stóð í stað og við lifðum nær eingöngu á landbúnaði ásamt þeim fiskveiðum, er búandmenn gátu haft í ígripum.

Lítill fátæk þjóð með sterka sjálfstæðishugsjón, ríkar miðaldabókmenntir og tungumál tiltölulega lítið breytt frá upphafi vega, var því okkar hlutskipti. Kannske ekki sem verst.

En einn góðan veðurdag reið nútíminn í garð hér hjá okkur með öllum sínum kröfum og hávaða og við vorum vaktir af okkar langa þyrnirósusvefni.

Og það kom á daginn, að við höfðum ekki sofið allan kraft úr okkur. Að vísu voru mörg ljón á vegi okkar, við vorum fátæk, því að þótt við værum rík andlega séð, vorum við sárafátæk verklega séð.

En á nokkrum áratugum breyttumst við í nútímaþjóðfélag og það mest fyrir okkar eigið tilstilli. Þegar nánar var að gætt, var landið ekki svo fátækt af gæðum. Svo uppgötvuðum við hina leyndu ríkidóma landsins, falinn landsauð, er við höfðum fram yfir flest önnur lönd - vatnsorkuna og jarðvarmann.

Með því að beizla hina leyndu orku áttum við skyndilega auð, er jafnaðist á við beztu kolanámur og olíulindir. Þá urðum við aftur óháðari hinum stóra umheimi.

En það var ekki heiglum hent að vinna þetta verk. Það kostaði mikla vinnu einkum vegna sérstakra aðstæðna landsins. En við vorum fljótir að læra, þegar við á annað borð vorum byrjaðir. Við lærðum, en gerðum meira, við kenndum öðrum. Við höfðum eignast enn nýjan auð, engu lakari en hinn fyrri. Ný stétt tæknimenntaðra manna varð til. Með lærdómi, áunnum erlendis og þjálfuðum héraendis, unnum við þann auð úr fjöllum okkar, sem forfeður okkar hafði dreymt um í ævintýrum sínum um álfaborgir fullar af skíragulli. Draumarnir rættust, það tók bara sinn tíma.

Við hættum að hræðast tröll og útilegumenn og lögðum óbyggðirnar undir okkur.

Svo varð okkur það ljóst, að við gátum notað hinn nýfundna auð til að skapa annan engu síðri. Þá fór að hilla undir nýja tækniöld iðnaðar og framfara.

Nú tala menn ekki lengur um móvinnslu, heldur um vinnslu áls, áburðar, sements, kísilgúrs og ýmissa sjóefna, og þetta er aðeins byrjunin. Og allt mun þetta ala af sér annað og meira, því að ein framleiðsla getur af sér aðra. Þess er líka nauðsyn, því að við viljum búa í haginn, ekki aðeins fyrir okkur sjálfa, heldur og fyrir afkomendur okkar og gefa þeim einnig fordæmi að fylgja. Við létum drauma forfeðra okkar rætast, en jafnframt verðum við að skapa nýja drauma og láta þó ekki dragast að láta þá rætast. Þegar öllu er á botninn hvolft, þá megum við ekki gleyma því, hvar á jarðarkringlunni við búum. Við erum sem sé á mörkum hins byggilega heims.

En þráinn og einstaklingshyggjan hefur alltaf verið rík í okkur og því munum við aldrei gefast upp, þótt stundum syrti í álinn, því að við vitum hvers virði landið er, og við vitum líka hvers virði hin áunna þekking er.

En sem fyrr segir, það kostar vinnu og það mikla vinnu til að framkvæma allt það, er við ætlum okkur og verðum jafnframt að framkvæma. Því megum við á engan hátt slaka til nokkru sinni. Ef við stöndum við það, þá höfum við réttilega sannað rétt okkar til að vakna af hinum langa miðaldarsvefni okkar.

Rútur Halldórsson



## ORKUVINNSLA JANÚAR - SEPTEMBER 1968

## GENERATION OF ELECTRICITY JANUARY - SEPTEMBER 1968

Orkusvæði/Interconnected districts	1 9 6 8	1 9 6 7	Aukning/ Increase
	MWh	MWh	%
Sogssvæði 1)	409 875	394 028	4, 0
Rjúkandi	4 325	4 076	5, 7
Stykkishólmur	1 725	1 632	5, 7
Suðvesturland alls 2)	415 925	399 736	4, 1
Búðardalur	642	580	10, 7
Flatey	29	23	26, 1
Vestfirðir	13 314	12 767	4, 3
Þverá	1 959	2 090	- 6, 3
Norðvesturland alls	15 944	15 460	3, 1
Laxárvatn - Gönguskarðsá	9 570	8 689	10, 1
Skeiðsfoss - Garðsá	8 287	8 090	2, 4
Laxárvæði	59 916	56 377	6, 3
Grímsey	132	66	100, 0
Kópasker - Raufarhöfn	1 567	1 568	- 0, 1
Þórshöfn	689	630	9, 4
Norðurland alls	80 161	75 420	6, 3
Bakkafjörður	54	56	- 3, 6
Vopnafjörður	1 003	1 206	- 16, 8
Grímsárvæði	13 341	14 386	- 7, 3
Djúpivogur	360	333	8, 1
Höfn í Hornafirði	1 930	1 759	9, 7
Austurland alls	16 688	17 740	- 5, 9
Landið alls 3)	528 718	508 356	4, 0
1) Sogssvæði án stórnotkunar	290 200	282 535	2, 7
2) Suðvesturland án stórnotkunar	296 250	288 243	2, 8
3) Landið alls án stórnotkunar	409 043	396 863	3, 1
Stórnotkun alls	119 675	111 493	7, 3

ORKUVINNSLA ANNAN ÁRSFJÓRÐUNG 1968  
GENERATION OF ELECTRICITY SECOND QUARTER 1968

Orkusvæði/Interconnected districts	1 9 6 8	1 9 6 7	Aukning/ Increase
	MWh	MWh	%
Sogssvæði 1)	138 824	128 466	8,1
Rjúkandi	1 440	1 274	13,1
Stykkishólmur	532	537	- 0,9
Suðvesturland alls 2)	140 796	130 277	8,1
Búðardalur	192	183	4,9
Flatey	9	8	12,5
Vestfirðir	4 265	4 144	2,9
Þverá	567	662	- 14,3
Norðvesturland alls	5 033	4 997	0,7
Laxárvatn - Gönguskarðsá	2 771	2 573	7,7
Skeiðsfoss - Garðsá	2 498	2 511	- 0,5
Laxárvæði	18 256	16 898	8,1
Grímsey	38	20	90,0
Kópasker - Raufarhöfn	461	467	- 1,3
Þórshöfn	175	168	4,2
Norðurland alls	24 199	22 637	6,9
Bakkafjörður	16	19	- 15,8
Vopnafjörður	283	354	- 20,0
Grímsárvæði	3 841	4 025	- 4,6
Djúpivogur	101	96	5,2
Höfn í Hornafirði	619	563	9,9
Austurland alls	4 860	5 057	- 3,9
Landið alls 3)	174 888	162 968	7,3
1) Sogssvæði án stórnotkunar	90 567	88 903	1,9
2) Suðvesturland án stórnotkunar	92 539	90 714	2,0
3) Landið alls án stórnotkunar	126 631	123 405	2,6
Stórnotkun alls	48 257	39 563	21,9

ORKUVINNSLA ÞRIÐJA ÁRSFJÓRÐUNG 1968  
GENERATION OF ELECTRICITY THIRD QUARTER 1968

Orkusvæði/Interconnected districts	1 9 6 8	1 9 6 7	Aukning/ Increase
	MWh	MWh	%
Sogssvæði 1)	128 910	124 862	3,2
Rjúkandi	1 357	1 344	1,0
Stykkishólmur	525	481	9,1
Suðvesturland alls 2)	130 792	126 687	3,2
Búðardalur	201	192	4,7
Flatey	11	11	-
Vestfirðir	4 260	3 917	8,8
Þverá	627	641	2,2
Norðvesturland alls	5 099	4 761	7,1
Laxárvatn - Gönguskarðsá	3 055	2 863	6,7
Skeiðsfoss - Garðsá	2 745	2 611	5,1
Laxárvæði	17 595	17 136	2,7
Grímsey	45	20	125,0
Kópasker - Raufarhöfn	502	575	- 12,7
Þórshöfn	268	266	0,8
Norðurland alls	24 210	23 471	3,1
Bakkafjörður	17	16	6,3
Vopnafjörður	329	506	- 35,0
Grímsársvæði	3 946	5 195	- 24,1
Djúpivogur	107	104	2,9
Höfn í Hornafirði	627	563	11,4
Austurland alls	5 026	6 384	- 21,3
Landið alls 3)	165 127	161 303	2,4
1) Sogssvæði án stórnotkunar	83 520	81 607	2,3
2) Suðvesturland án stórnotkunar	85 402	83 432	2,4
3) Landið alls án stórnotkunar	119 737	118 048	1,4
Stórnotkun alls	45 390	43 255	4,9

MÁNAÐARLEG ORKUVINNSLA ANNAN ÁRSFJÓRÐUNG 1968, MWh  
MONTHLY GENERATION OF ELECTRICITY SECOND QUARTER 1968, MWh

Stöðvar/Plants	Apríl	Maí	Júní	Alls/Total	2. ársfj. 2. quarter 1967	Aukning/ Increase %
<u>VATNSAFL/HYDRO</u>						
Steingrímsstöð	12 697	12 323	10 712	35 732	31 498	13,4
Írafoss	24 145	22 892	19 840	66 877	61 785	8,2
Ljósafoos	10 238	9 973	8 737	28 948	26 663	8,6
Ellišaár	-	-	-	-	312	-
Andakíll	2 452	2 053	2 229	6 734	7 831	- 14,0
Rjúkandi	431	431	395	1 257	1 169	7,5
Mjólká	913	884	653	2 450	2 566	- 4,5
Reiðhjalli	176	158	184	518	348	48,9
Fossav. & Nónh.v.	269	258	428	955	1 117	- 14,5
Þverá	207	184	176	567	662	- 14,3
Laxárvatn	335	326	289	950	1 024	- 7,2
Gönguskarðsá	489	471	480	1 440	1 322	8,9
Skeiðsfoss	804	712	648	2 164	2 165	- 0,0
Laxá	6 673	6 071	5 389	18 133	16 892	7,4
Grímsá	868	783	859	2 510	3 235	- 22,4
Aðrar/Others	236	268	313	817	672	21,6
Alls vatn/Total Hydro	60 933	57 787	51 332	170 052	159 261	6,8
<u>GUFUAFL/STEAM</u>						
Ellišaár	23	-	82	105	130	- 19,2
<u>DÍSLAFL/DIESEL</u>						
Vestmannaeyjar	251	103	74	428	247	73,4
Aðrar/Others	2 007	1 356	940	4 303	3 330	29,2
Alls varmi/ Total Thermal	2 281	1 459	1 096	4 836	3 707	30,4
Samtals/Grand Total	63 214	59 246	52 428	174 888	162 968	7,3

MÁNAÐARLEG ORKUVINNSLA ÞRIÐJA ÁRSFJÓRÐUNG 1968, MWh  
 MONTHLY GENERATION OF ELECTRICITY THIRD QUARTER 1968, MWh

Stöðvar/Plants	Júlí	Ágúst	September	Alls/Total	3. ársfj. 3. quarter 1967	Aukning/ Increase %
<u>VATNSAFL/HYDRO</u>						
Steingrímsstöð	10 361	10 836	11 076	32 273	31 759	1,6
Írafoss	20 525	21 407	20 875	62 807	60 421	4,0
Ljósafoss	9 251	9 206	9 245	27 702	26 494	4,6
Ellidáár	-	-	-	-	-	-
Andakvíll	1 533	1 948	2 490	5 971	6 096	- 2,1
Rjúkandi	400	386	438	1 224	1 226	- 0,2
Mjólká	713	640	716	2 069	2 501	- 17,3
Reiðhjalli	210	247	220	677	146	.
Fossav. & Nónh. v.	484	461	428	1 373	1 256	9,3
Þverá	196	211	220	627	641	- 2,2
Laxárvatn	269	380	273	922	940	- 1,9
Gönguskarðsá	452	377	577	1 406	1 483	- 5,2
Skeiðsfoss	734	810	843	2 387	2 244	6,4
Laxá	5 098	6 118	6 355	17 571	16 970	3,5
Grímsá	745	1 013	1 175	2 933	3 888	- 24,6
Aðrar/Others	332	327	325	984	906	8,6
Alls vatn/Total Hydro	51 303	54 367	55 256	160 926	156 971	2,5
<u>GUFUAFL/STEAM</u>						
Ellidáár	-	-	-	-	-	-
<u>DÝSILAFL/DIESEL</u>						
Vestmannaeyjar	67	54	36	157	92	70,6
Aðrar/Others	1 284	1 464	1 296	4 044	4 240	- 4,6
Alls varmi/ Total Thermal	1 351	1 518	1 332	4 201	4 332	- 3,0
Samtals/Grand Total	52 654	55 885	56 588	165 127	161 303	2,4

ORKUVINNSLA OG STÓRNOTKUN Á S. V. LANDI ANNAN ÁRSFJÓRÐUNG 1968, MWh  
 GENERATION OF ELECTRICITY AND SUBDIVISION OF LOAD  
 IN S. W. ICELAND SECOND QUARTER 1968, MWh

Stöðvar/Plants	Apríl	Maí	Júní	Alls/Total	2. ársfj. 2. quarter 1967	Aukning/ Increase %
Steingrímsstöð	12 697	12 323	10 712	35 732	31 498	13,4
Írafoss	24 145	22 892	19 840	66 877	61 785	8,2
Ljósafoss	10 238	9 973	8 737	28 948	26 663	8,6
Alls Sogið/Total Sog	47 080	45 188	39 289	131 557	119 946	9,7
Elliðaár	-	-	-	-	312	-
Andakíll	2 452	2 053	2 229	6 734	7 831	- 14,0
Alls vatnsafl/Total Hydro	49 532	47 241	41 518	138 291	128 089	8,0
Elliðaár, varastöð	23	-	82	105	130	- 19,2
Vestmannaeyjar	251	103	74	428	247	73,4
Vík í Mýrdal	0	-	-	0	-	-
Alls samtengt / Total Interconnected	49 806	47 344	41 674	138 824	128 466	8,1
- Stórnotkun/ <sup>1)</sup> <u>Less Special Load</u>	15 990	16 947	15 320	48 257	39 563	21,9
Áburðarverksmiðjan/ <sup>1)</sup> Fertilizer Plant	10 635	11 391	9 870	31 896	24 128	32,2
Sementsverksmiðjan/ <sup>1)</sup> Cement Plant	1 106	1 242	1 258	3 606	3 293	9,5
Keflavíkurflugvöllur/ <sup>1)</sup> Keflavík Airport	4 249	4 314	4 192	12 755	12 142	5,0
Almenn notkun/ Interconnected General Load	33 816	30 397	26 354	90 567	88 903	1,9
<u>Aðrar stöðvar/ Other Plants</u>	700	660	612	1 972	1 811	8,9
Rjúkandi/Hydro	431	431	395	1 257	1 169	7,5
Aðrar/Others (2) Diesel	269	229	217	715	642	11,4
Alls almenn notkun/ Total General Load	34 516	31 057	26 966	92 539	90 714	2,0
Alls orkuvinnsla á Suðvesturlandi/Total Generation in S.W.Iceland	50 506	48 004	42 286	140 796	130 277	8,1

1) + 7% flutningstöp/ + 7% Transmission Losses

2) + 10% " / + 10% " "

ORKUVINNSLA OG STÓRNOTKUN Á S. V. LANDI ÞRIÐJA ÁRSFJÓRÐUNG 1968, MWh  
 GENERATION OF ELECTRICITY AND SUBDIVISION OF LOAD  
 IN S. W. ICELAND THIRD QUARTER 1968, MWh

Stöðvar/Plants	Júlí	Ágúst	September	Alls/Total	3. ársfj. 3. quarter 1967	Aukning/ Increase %
Steingrímsstöð	10 361	10 836	11 076	32 273	31 759	1,6
Írafoss	20 525	21 407	20 875	62 807	60 421	4,0
Ljósafooss	9 251	9 206	9 245	27 702	26 494	4,6
Alls Sogið/Total Sog	40 137	41 449	41 196	122 782	118 674	3,5
Ellidaár	-	-	-	-	-	-
Andakíll	1 533	1 948	2 490	5 971	6 096	- 2,1
Alls vatnsafl/Total Hydro	41 670	43 397	43 686	128 753	124 770	3,2
Ellidaár, varastöð	-	-	-	-	-	-
Vestmannaeyjar	67	54	36	157	92	70,6
Vík í Mýrdal	-	-	-	-	-	-
Alls samtengt/ Total Interconnected	41 737	43 451	43 722	128 910	124 862	3,2
- Stórnotkun/ 1) Less Special Load	15 872	15 560	13 958	45 390	43 255	4,9
Áburðarverksmiðjan/ 1) Fertilizer Plant	10 645	10 304	8 418	29 367	27 550	6,6
Sementsverksmiðjan/ 1) Cement Plant	1 277	1 266	1 199	3 742	3 791	- 1,3
Keflavíkurflugvöllur/ 1) Keflavík Airport	3 950	3 990	4 341	12 281	11 914	3,1
Almenn notkun/ Interconnected General Load	25 865	27 891	29 764	83 520	81 607	2,3
<u>Aðrar stöðvar/ Other Plants</u>	615	614	653	1 882	1 825	3,1
Rjúkandi/Hydro	400	386	438	1 224	1 226	- 0,2
Aðrar/Others (2) Diesel	215	228	215	658	599	9,9
Alls almenn notkun/ Total General Load	26 480	28 505	30 417	85 402	83 432	2,4
Alls orkuvinnsla á Suðvesturlandi/ Total Generation in S.W.Iceland	42 352	44 065	44 375	130 792	126 687	3,2

1) + 7% flutningstöp/ + 7% Transmission Losses  
 + 10% " + 10% " "

YFIRLIT YFIR GJALDSKRAR RAFVEITNA  
 RETAIL ELECTRICITY TARIFFS

Nr.	Gjaldskrárlitbur / I t e m s l)	Eining/ Unit	R A F V E I T U R /									
			Reykja- vík	Hafnar- fjörður	Vatns- leysa	Njarð- víkur	Kefla- vík	Garður	Sand- gerði	Grinda- vík	Eyrar- bakki	Stokks- eyri
A 1	Lýsing, almennt	aur/kWh	669	644	680	705	680	680	680	680	700	700
A 2	Lýsing, afsláttartaksti : fastagjald af gólfleti + orkugjald	kr/m <sup>2</sup> /ári aur/kWh	36,79 177	34,88 322	30,00 250	34,30 258	30,00 250	30,00 250	19,00 340	19,00 340	35,00 210	35,00 210
B 1	Almenn heimilisnotkun : fastagjald af herbergjum	kr/h/mán	11,70	13,50	12,00	-	12,00	12,00	16,50	16,50	13,00	13,00
	eða af gólfleti herbergja + orkugjald	aur/m <sup>2</sup> /mán aur/kWh	- 145	- 161	- 150	65 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150
C 1	Smávélar	aur/kWh	334	335	370	385	370	370	340	340	350	350
C 2	Stórar vélar : rof 1 1/2 klst. á dag	aur/kWh	-	-	110	115	110	110	-	-	-	-
C 3	Vélar almennt : fastagjald af mesta álagi eða af uppsettu afli + orkugjald	kr/kW/ári kr/kW/ári aur/kWh	1120,00 - 57	1730,00 - 54	1330,00 870,00 80	1760,00 - 65	1330,00 870,00 80	1330,00 870,00 80	1940,00 1835,00 55	1940,00 1835,00 55	1920,00 1530,00 50	1920,00 1530,00 50
D 1	Daghitun : a. Rof 4 1/2 klst. á dag b. Rof 3 " " " c. Rof 1 1/2 " " " d. Án rofs	aur/kWh aur/kWh aur/kWh aur/kWh	44 61 - 70	- 54 - 161	- 50 - -	- 54 - -	- 50 - -	- 50 - -	- 45 - 165	- 45 - 165	- 40 - -	- 40 - -
D 2	Næturhitun : rof 14-15 klst. á dag	aur/kWh	28	27	25	25	25	25	25	25	25	25
E 1	Suðunotkun í gistihúsum o. þ. h.	aur/kWh	145	-	200	205	200	200	-	-	150	150
E 2	Næturnotkun brauðgerðarhúsa	aur/kWh	37	-	62	64	62	62	-	-	50	50
E 3	Götu- og hafnarlýsing	aur/kWh	samnn.	215	150	215	150	150	310	310	210	210
E 4	Súgþurrkun	aur/kWh	145	-	-	-	-	-	-	-	150	150
E 5	Notkun um vinnulagnir	aur/kWh	352	322	380	395	380	380	310	310	350	350
	Gjaldskráin staðfest þann		23. 1. 68	22. 2. 68	7. 2. 68	15. 2. 68	7. 2. 68	7. 2. 68	29. 2. 68	8. 3. 68	26. 1. 68	26. 1. 68
	Hækkun skv. heimild í gjaldskrá											

## Athugasemdir :

- Fari gjald lækkandi með vaxandi notkun, er tilgreint hæsta gjaldið, og það lægsta með striki á milli. Fastagjaldið á lið C-3 á Akur-eyri er t. d. 1000 kr. hvert kW af fyrstu 50 kW og 800 kr. af hverju kW umfram 50 kW. Orkugjaldið er 50 aurar/kWh af fyrstu 200.000 kWh ársnotkun og 42 aurar/kWh af notkun umfram það.
- Við útreikning á fastagjaldi eru eldhús alls staðar talin til herbergja nema í Reykjavík. Baðherbergi, gangar og geymslur eru hvergi talin til herbergja. Í Reykjavík er mælisleiga innifalin í fastagjaldinu, ennfremur í Hafnarfirði, en oftast er tekin sérstök leiga af heimilismælum, yfirleitt 5-13 kr. á mánuði.
- Í nær öllum gjaldskránum eru heimildir til breytinga á raforkuverðinu, yfirleitt um 10-20%, með auglýsingu í Lögbirtingablaðinu. Viða er heimilt að breyta verði til hitunar með oliuverði. Í töflunni er verið alls staðar tilgreint með þeim hækkunum, sem gerðar höfðu verið samkv. þessum heimildum þann 30.11.1968.
- Söluskattur er alls staðar innifalinn í verðinu.



2, 1

30. NOVEMBER 1968

## ELECTRIC SUPPLY UTILITIES

Selfoss	Hvera-gerði	Vestm.-eyjar	Akranes	Borgar-nes	Patreks-fjörður	Ísa-fjörður	Sauðár-krókur	Siglu-fjörður	Akureyri	Húsavík	Reyðar-fjörður	Rafm. v. ríkisins
700	700	550	635	550	665	680	650	660	620	600	430	770
35,00 210	35,00 210	27,00 210	27,60 150	24,00 135	22,80 335	20,00 340	35,00 225	20,40 340	36,00 175	24,00 250	12,00 147	24,00 400
13,00	13,00	15,00	12,00	12,00	19,00	15,00	11,00	-	-	12,00	7,00	20,00
-	-	-	-	-	-	-	-	85	80	-	-	-
150	150	170	145	135	170	165	140	150	125	145	120	200
350	350	300	360	310	335	340	370	340	300	410	224	400
-	-	-	105	92	-	-	120	-	175	115	-	-
1920,00 1530,00 50	1920,00 1630,00 50	1400,00 1200,00 70	1800,00 - 42	1800,00 - 30	1805,00 - 50	1900,00 - 50	1820,00 1520,00 50	1660,00 - 55	000,00-800,00 - 50-42	1600,00 1350,00 55	1600,00 940,00 44	2200,00 4400,00 60
-	-	-	37,5	25,5	-	-	-	-	-	33	-	-
40	40	-	46,5	32,5	50	-	50	50	48	37	45	50
-	-	-	50,5	35	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	100	93,5	64,5	95	-	-	55	-	75	-	124
25	25	-	26,5	18,5	30	-	-	-	26	24	22	32
150	150	170	150	135	175	165	140	170	150	-	-	200
50	50	85	-	-	-	50	42	-	44	48	-	50
210	210	330	samn.	175	215	160	180	240	samn.	750 kr/ljóak	160	250
150	150	-	-	-	-	100	-	-	47	-	65	35+
350	350	330	360	310	335	340	370	340	300	-	250	750 kr/kWh/ár 400
25.1.68	25.1.68	13.2.68	17.8.67	31.1.68	18.6.68	26.1.68	31.1.68	8.2.68	31.1.68	8.2.68	26.1.68	28.12.67
			1.1.68									

## 1) Items

- A 1 Commercial lighting, aur/kWh
- A 2 Commercial lighting, two-part rate :  
standing charge per area, kr/m<sup>2</sup>/year  
+ unit charges, aur/kWh
- B 1 General domestic tariff, two-part rate :  
standing charge, kr/room/month  
or kr/m<sup>2</sup>/month  
+ unit charges, aur/kWh
- C 1 Handicrafts, aur/kWh
- C 2 Industry :  
Cut-off 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> hour daily, aur/kWh
- C 3 Large power industry, two-part rate :  
maximum demand rate, kr/kW/year  
or fixed charge installed capacity, kr/kW/year  
+ unit charges, aur/kWh

- D 1 Space heating by day :  
a. Cut-off 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> hrs. daily, aur/kWh  
b. Cut-off 3 " " " "  
c. Cut-off 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> " " " "  
d. Without restriction, aur/kWh
- D 2 Space heating by night :  
cut-off 14-15 hrs. daily, aur/kWh
- E 1 Commercial catering, etc., aur/kWh
- E 2 Bakeries, night use, aur/kWh
- E 3 Street lighting, aur/kWh
- E 4 Hay-drying, aur/kWh
- E 5 Installation work, aur/kWh

Tariff confirmed on ...

Price increase without special licence ...

VERÐ Á RAFMAGNI TIL HEIMILISNOTA 30. NÓVEMBER 1968  
 RETAIL PRICES OF ELECTRICITY - DOMESTIC CONSUMPTION

Miðað við 2200 kWh og 3000 kWh ársnotkun á íbúð með  
 3 herbergjum og eldhúsi, sem hefur 70 m<sup>2</sup> gólfblót  
 Per 2200-3000 kWh/year/flat ( 3 rooms and a kitchen )

Nr.	Rafveitur	Fastagjöld kr.	2200 kWh ársnotkun Orkugjald kr.	Samtals kr.	Meðalverð 2200 kWh ársnotkun aur/kWh	3000 kWh ársnotkun Orkugjald kr.	Samtals kr.	Meðalverð 3000 kWh ársnotkun aur/kWh
1.	Reykjavík	421	3 190	3 611	164	4 350	4 771	159
2.	Hafnarfjörður	648	3 542	4 190	191	4 830	5 478	183
3.	Vatnsleysa	576	3 300	3 876	176	4 500	5 076	169
4.	Njarðvíkur	546	3 300	3 846	175	4 500	5 046	168
5.	Keflavík	576	3 300	3 876	176	4 500	5 076	169
6.	Garður	576	3 300	3 876	176	4 500	5 076	169
7.	Sandgerði	852	3 300	4 152	189	4 500	5 352	178
8.	Grindavík	852	3 300	4 152	189	4 500	5 352	178
9.	Eyrarbakki	624	3 300	3 924	178	4 500	5 124	171
10.	Stokkseyri	624	3 300	3 924	178	4 500	5 124	171
11.	Selfoss	624	3 300	3 924	178	4 500	5 124	171
12.	Hveragerði	624	3 300	3 924	178	4 500	5 124	171
13.	Vestmannaeyjar	900	3 740	4 640	210	5 100	6 000	200
14.	Akranes	636	3 190	3 826	174	4 350	4 986	166
15.	Borgarnes	660	2 970	3 630	165	4 050	4 710	157
16.	Patreksfjörður	1 200	3 740	4 940	225	5 100	6 300	210
17.	Ísafjörður	720	3 630	4 350	198	4 950	5 670	189
18.	Sauðárkrókur	660	3 080	3 740	170	4 200	4 860	162
19.	Siglufjörður	774	3 300	4 074	185	4 500	5 274	176
20.	Akureyri	752	2 750	3 502	159	3 750	4 502	150
21.	Húsavík	696	3 190	3 886	177	4 350	5 046	168
22.	Reyðarfjörður	390	2 640	3 030	138	3 600	3 990	133
23.	Rafmagnsveitur rík.	1 560	4 400	5 960	270	6 000	7 560	252
	Meðalverð/ Average prices	717	3 320	4 037	183	4 527	5 244	175

T A F L A 2, 3

VERÐ Á RAFMAGNI TIL FRYSTIHÚSNOTA 30. NÓVEMBER 1968

RETAIL PRICES OF ELECTRICITY - LARGE POWER INDUSTRY

Míðað við 1500, 2000 og 2500 stunda nýtingartíma

Per 1500, 2000 and 2500 utilization hours

Nr.	Rafveitur	150 kW Fastagjöld kr.	225 MWh Orkugjald kr.	150 kW + 225 MWh Samtals kr.	1500 st. nýt. tími Meðalverð aur/kWh	150 kW + 300 MWh Samtals kr.	2000 st. nýt. tími Meðalverð aur/kWh	150 kW + 375 MWh Samtals kr.	2500 st. nýt. tími Meðalverð aur/kWh
1.	Reykjavík	168 000	128 250	296 250	132	339 000	113	381 750	102
2.	Hafnarfjörður	259 500	121 500	381 000	169	421 500	140	462 000	123
3.	Vatnsleysa	199 500	180 000	379 500	169	439 500	147	499 500	133
4.	Njarðvíkur	264 000	146 250	410 250	183	459 000	153	507 750	135
5.	Keflavík	199 500	180 000	379 500	169	439 500	147	499 500	133
6.	Garður	199 500	180 000	379 500	169	439 500	147	499 500	133
7.	Sandgerði	291 000	123 750	414 750	184	456 000	152	497 250	133
8.	Grindavík	291 000	123 750	414 750	184	456 000	152	497 250	133
9.	Eyrarbakki	288 000	112 500	400 500	178	438 000	146	475 500	127
10.	Stokkseyri	288 000	112 500	400 500	178	438 000	146	475 500	127
11.	Selfoss	288 000	112 500	400 500	178	438 000	146	475 500	127
12.	Hveragerði	288 000	112 500	400 500	178	438 000	146	475 500	127
13.	Vestmannaeyjar	210 000	157 500	367 500	163	420 000	140	472 500	126
14.	Akranes	270 000	94 500	364 500	162	396 000	132	427 500	117
15.	Borgarnes	270 000	67 500	337 500	150	360 000	120	382 500	102
16.	Patreksfjörður	270 750	112 500	383 250	170	420 750	140	458 250	122
17.	Ísafjörður	285 000	112 500	397 500	176	435 000	145	547 500	146
18.	Sauðárkrókur	273 000	112 500	385 500	171	423 000	141	460 500	123
19.	Siglufjörður	249 000	123 750	372 750	165	414 000	138	455 250	121
20.	Akureyri	130 000	110 500	240 500	107	272 000	91	303 500	81
21.	Húsavík	240 000	123 750	363 750	161	405 000	135	446 250	119
22.	Reyðarfjörður	240 000	99 000	339 000	151	372 000	124	405 000	108
23.	Rafmagnsveitur rík.	330 000	135 000	465 000	207	510 000	170	555 000	148
	Meðalverð/ Average prices	251 815	125 326	377 141	168	418 684	140	463 489	124

HEILDSÖLUVERÐ Á RAFORKU 1965-1968  
BULK PRICES OF ELECTRICITY 1965-1968

Virðjanir/ Power Plants	1965		1966		1967		1968	
	kr/kW	kr/kWh	kr/kW	kr/kWh	kr/kW	kr/kWh	kr/kW	kr/kWh
<u>Landsvirkjun/</u> <u>The National Power Company :</u>								
Til rafveitna/ To public utilities	850	0,053125	850	0,08	860	0,1075	1 050	0,135
Til Áburðarverksmiðjunnar/ To Fertilizer Plant								
Grunnorka/Primary energy	850	0,053125	850	0,08	860	0,1075	1 050	0,135
Afgangsorka/Secondary energy	-	0,025312	-	0,02973	-	0,03458	-	0,04285
<u>Andakílsárvirkjun :</u>								
Fyrsta verð/Price A	635	0,05	720	0,06	720	0,06	910	0,09
Annað verð/Price B	1 150	0,08	1 158	0,105	1 158	0,105	.	.
<2000 st. nýt. tíma/ <2000 utilization hrs.	.	.	.	.	.	.	1 570	0,21
2000-4000 st. nýt. tími/ 2000-4000 utilization hrs.	.	.	.	.	.	.	1 570	0,17
>4000 st. nýt. tíma/ >4000 utilization hrs	.	.	.	.	.	.	1 570	0,16
<u>Fossavatns- og Nónhornsvatnsvirkjun :</u>	725	0,24	725	0,24	1 004	0,26	...	...
<u>Skeiðsfossvirkjun :</u>								
Vatnsorka/Hydro energy	1 165	0,07	1 165	0,07	1 227	0,07	...	...
Dísilorka/Diesel energy	-	1,00	-	1,00	-	...	...	...
<u>Laxárvirkjun :</u>								
Við stöðvarvegg/At power plant	850	0,06	850	0,06	850	0,06	1 100	0,075
Á Akureyri:								
Grunntoppur (vetrartoppur) / Basic load ( winter load )	1 000	0,06	1 000	0,06	1 000	0,06	1 250	0,075
Sumartoppur + vetrartoppur/ Summer load less winter load	150	-	150	-	150	-	150	-
Næturtoppur + dagtoppur/ Night load less day load	150	-	150	-	150	-	150	-
<u>Rafmagnsveitur ríkisins/</u> <u>The State Electric Power Works :</u>								
1. Á Suður-, Suðvestur og Norðurlandi/ In the South-, Southwest-and North	1 092	0,075	1 100	0,10	1 100	0,10	.	.
Á Vestfjörðum og Austurlandi/ In the Northwest and East	690	0,23	780	0,23	780	0,23	.	.
2.< 2000 st. nýt. tímar/ < 2000 utilization hrs.	.	.	.	.	.	.	1 500	0,20
2000-4000 st. nýt. tímar/ 2000-4000 utilization hrs.	.	.	.	.	.	.	1 500	0,16
>4000 st. nýt. tímar/ >4000 utilization hrs.	.	.	.	.	.	.	1 500	0,15
<u>Verðjöfnunargjald/Price Levelling Tax :</u>	-	-	200	0,02	174	0,02	168	0,02

Bætist við heildsöluverð til allra endanlegra heildsölu kaupenda, utan Áburðarverksmiðjunnar /  
Added to all prices to final wholesale buyers except the Fertilizer Plant

T a f l a I

Verg raforkunotkun í Evrópu, Bandaríkjunum og heiminum  
1946-1967.

S v æ ð i	Á r	Verg raforkunotkun			meðalnotkun kWh/fbúa
		TWh	í % af notkun heimsins	% aukn. f. f. ári	
Heimurinn	1946	655*	100	...	280*
	1951	1077	100	12.0	440
	1956	1692	100	9.6	618
	1960	2301	100	9.6	766
	1965	3350	100	7.7	1017
	1966	3602	100	7.5	1073
	1967	3864*	100	7.3	1130*
Evrópa <sup>2)</sup>	1946	203*	31.0	...	510*
	1951	331	30.7	12.0	790
	1956	489	29.0	8.9	1120
	1960	663	28.8	11.0	1464
	1965	967	28.9	7.6	2031
	1966	1029	28.6	6.4	2137
	1967	1092*	28.3*	6.1*	2254*
Sovétríkin	1946	46	6.9	12.0	270
	1951	97	9.0	14.0	530
	1956	192	11.3	12.6	960
	1960	292	12.7	10.2	1363
	1965	505	15.1	10.4	2191
	1966	543	15.1	7.5	2329
	1967	586	15.2	7.9	2487
Bandaríkin	1946	271	41.4	...	1920
	1951	436	40.5	12.0	2830
	1956	689	40.7	8.9	4081
	1960	846	36.8	5.9	4683
	1965	1157	34.5	6.6	5948
	1966	1250	34.7	7.9	6344
	1967	1314	34.0	5.1	6600

1) Samkvæmt bráðabirgðaskýrslum Sameinuðu þjóðanna, (7.10.1968)

2) Án Sovétríkjanna

## VERG RAFORKUNOTKUN Í EVRÓPU OG BANDARÍKJUNUM 1967

L ö n d	Verg raforkunotkun		1966/1967	1963/1967
	GWh	kWh/fbúa	Aukn. %	Aukn. %
1. Noregur	51.296	13.556	6,7	6,5
2. Svíþjóð	53.214	6.762	7,4	6,3
3. Lúxemborg	3.167	6.104	2,3	5,2
4. Sviss	24.438	4.039	3,9	4,4
5. Bretland	196.346	3.565	3,2	5,3
6. Ísland	706	3.530	4,1	2,6
7. Austur-Þýzkaland	59.639	3.491	4,9	5,8
8. Finnland	16.274	3.489	6,3	7,4
9. Vestur-Þýzkaland	179.489	2.998	3,5	6,4
10. Austurríki	19.749	2.697	3,8	4,7
11. Tékkóslóvakía	37.225	2.602	7,4	6,7
12. Sovétríkin	585.886	2.487	7,9	9,7
13. Belgía	22.589	2.358	5,4	7,2
14. Frakkland	114.200	2.289	4,6	6,7
15. Holland	28.123	2.232	7,9	9,1
16. Danmörk	10.770	2.226	8,6	10,1
17. Ítalía	95.633	1.827	8,7	7,7
18. Búlgaríja	13.752	1.655	17,2	19,7
19. Pólland	47.779	1.496	11,5	8,1
20. Írland	4.192	1.446	10,4	10,2
21. Ungverjaland	13.132	1.286	16,9	8,4
22. Spánn	39.409	1.226	11,3	12,5
23. Rúmenía	22.693	1.177	13,2	17,7
24. Júgóslavía	17.968	900	8,6	10,9
25. Grikkland	6.767	776	17,8	19,4
26. Kýpur	414	674	8,7	8,4
27. Portúgal	5.827	617	5,2	8,7
28. Malta	179	565	14,7	15,5
29. Tyrkland	5.868	179	11,1	11,7
30. Önnur lönd í Evrópu <sup>1)</sup>	776*	372	.	.
<b>Evrópa alls</b>	<b>1.677.500*</b>	<b>2.330*</b>	<b>6,7*</b>	<b>8,0*</b>
<b>Bandaríkin</b>	<b>1.314.096</b>	<b>6.600</b>	<b>5,1</b>	<b>6,8</b>

<sup>1)</sup> Albanía, Ermarsundseyjar, Gíbraltar, Færeyjar, Andorra og Liechtenstein, o.fl.

## T a f l a I I I

## AFLGETA RAFORKUVERA Í EVRÓPU OG BANDARÍKJUNUM 1967

L ö n d	Vatnsafl			Varmaafll			Kjarnorka			Alls		
	Alm.	Einka-	Alls	Alm.	Einka-	Alls	Alm.	Einka-	Alls	Alm.	Einka-	Alls
	stöðvar MW	st. MW	MW	st. MW	st. MW	MW	st. MW	st. MW	MW	st. MW	st. MW	MW
1. Austurríki	3.875	412	4.287	1.455	624	2.079	-	-	-	5.330	1.036	6.366
2. Austur-Þýzkaland	...	...	587*	...	...	10.595	...	...	70	...	...	11.252*
3. Belgía	62	-	62	3.768	1.852	5.620	123	-	123	3.953	1.852	5.805
4. Bretland	2.043	110	2.153	42.334	3.860	46.194	3.116	441	3.557	47.493	4.411	51.904
5. Búlgaría	769	1	770	1.718	406	2.124	-	-	-	2.487	407	2.894
6. Danmörk	8	-	8	2.840	150	2.990	-	-	-	2.848	150	2.998
7. Finnland	1.650	400	2.050	1.315	830	2.145	-	-	-	2.965	1.230	4.195
8. Frakkland	12.691	773	13.464	9.530	5.377	14.907	906	-	906	23.127	6.150	29.277
9. Grikkland	697	-	697	720	80	800	-	-	-	1.417	80	1.497
10. Holland	-	-	-	6.935	1.350	8.315	-	-	-	6.965	1.350	8.315
11. Írland	219	-	219	945	53	998	-	-	-	1.164	53	1.217
12. Ísland	123	4	127	47	18	65	-	-	-	170	22	192
13. Ítalía	10.895	1.970	12.865	6.832	3.569	10.401	606	-	606	18.648 <sup>1)</sup>	5.539	24.187 <sup>1)</sup> 1966
14. Júgóslavía	2.218	25	2.243	1.203	378	1.581	-	-	-	3.421	403	3.824 1966
15. Kýpur	-	-	-	141	11	152	-	-	-	141	11	152
16. Lúxemborg	-	23	23	-	237	237	-	-	-	-	1.163 <sup>2)</sup>	1.163 <sup>2)</sup>
17. Malta	-	-	-	53	-	53	-	-	-	53	-	53
18. Noregur	8.070	2.070	10.140	62	70	132	-	-	-	8.132	2.140	10.272 1966
19. Pólland	373	-	373	8.487	2.073	10.560	-	-	-	8.860	2.073	10.933
20. Portúgal	1.516	16	1.532	190	114	304	-	-	-	1.706	130	1.836
21. Rúmenía	781	30	811	3.689	698	4.387	-	-	-	4.470	728	5.198
22. Sovétríkin	...	...	27.146	...	...	126.149	...	...	...	...	...	153.345
23. Spánn	7.356	324	7.680	2.998	459	3.457	-	-	-	10.354	783	11.137 1966
24. Sviss	...	...	8.750	...	...	520	-	-	-	...	...	9.270
25. Svíþjóð	...	...	10.147	...	...	3.136	...	...	10	...	...	13.293
26. Tékkóslóvakía	1.395	34	1.429	5.616	1.835	7.451	-	-	-	7.011	1.869	8.880
27. Tyrkland	739	8	747	818	296	1.114	-	-	-	1.557	304	1.861
28. Ungverjaland	20	-	20	1.533	293	1.826	-	-	-	1.553	293	1.846
29. Vestur-Þýzkaland	4.080	410	4.490	23.495	14.020	37.515	315	-	315	27.890	14.430	42.320
30. Önnur lönd	...	...	...	...	...	...	-	-	-	...	...	200*
<b>Evrópa alls</b>	...	...	112.870*	...	...	305.807*	...	...	5.587*	...	...	425.682*
<b>Bandaríkin</b>	47.350	707	48.057	217.233	18.135	235.368	2.437	-	2.437	267.075 <sup>3)</sup>	18.842	285.917 <sup>1)</sup>

1) 315 MW jarðvarmastöðvar meðtaldar

2) 903 MW dælimiðlunarstöð meðtalin

3) 55 MW jarðvarmastöð meðtalin

SIGURJÓN RIST, vatnamælingamaður og  
HELGI SIGVALDASON, lic. techn. :

LANGTÍMAMÆLINGAR VATNSFALLA

- dreifilínur vikurennslis o. fl. -

Birtar eru hér samræmdar og samandregnar niðurstöður um rennliseiginleika áa, sem eignast hafa lengstar rennlisskýrslur, en samfelldar vatnsrennslismælingar hafa verið gerðar s.l. 15-20 ár í helztu vatnsföllum landsins. Vatnsföllin, sem hér eru tekin til meðferðar, eru 14 talsins. Tímalengdin er stytzt 14 ár ( Laxá í Nesjum ) og lengst 39 ár ( Svartá í Skagafirði ). Vikurennslíð er lagt til grundvallar, fylgt er vatnsári, þannig að 1. september hefst 1. vikan.

Hér eru tveir flokkar línurita : 1) Dreifilínur vikurennslis  
2) Meðaltal og staðalfrávik

- 1) Dreifilínur vikurennslis sýna, eins og nafnið bendir til, dreifingu vikurennslisins í hundraðshlutum tímans, þannig að 10% ára, sem mælingarnar ná yfir, hefur rennslíð í viðkomandi viku verið eins eða minna en neðsta línan sýnir, á sama hátt sýnir næsta lína rennslíð í 25% tímans o. s. frv., 50% línan er því miðgildislínan, þ. e. a. s. það er jafn algengt, að rennslíð sé neðan við hana sem ofan.
- 2) Meðaltal og staðalfrávik, merkt  $\bar{M}$  og  $S$ . Línan (  $M$  ) sýnir meðaltal vatnsrennslisins ákveðna viku ársins yfir öll mældu árin eða

$$\bar{X}_i = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N X_{i,j}$$

Þar sem  $N$  er árafjöldi mælinga og  $X_{i,j}$  er rennslí í vikur nr  $i$  á ári  $j$ . Línan  $S$  er staðalfrávik vikurennslisins, sem er reiknað þannig :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (X_{i,j} - \bar{X}_i)^2}{(N-1)}}$$

og gefur það til kynna hversu breytilegt vikurennslíð er frá ári til árs.

Línuritin, bæði dreifilínurnar og meðaltalið, eru útjafnaðar tölur. Notað er svokallað "sigti" ( filter ) til að eyða tilviljunarkenndum sveiflum í einstökum vikum, sem stafa af fáum mælingaárum og myndu gera línuritin ólæsilegri. Sigtið er gert á þann hátt, að ef  $Y_i$  er reiknuð niðurstaða í viku nr.  $i$  og  $Y_{i+1}$  niðurstaða í viku nr.  $i+1$  o. s. frv., þá sýnir línurit niðurstöðuna  $Z_i = 0,07Y_{i-2} + 0,23Y_{i-1} + 0,40Y_i + 0,23Y_{i+1} + 0,07Y_{i+2}$ .



Fyrirhugað er, að Orkumál birti síðar línurit yfir ýmsa rennsliseiginleika, t. d. raðfylgnitölu, en hún segir til um, hversu breytilegt rennslið er frá viku til viku sama árs o. s. frv.

Línuritin, sem hér eru birt, gefa talsverða hugmynd um nokkra helztu eiginleika vatnsfallanna; ris og fall dreifilínanna og meðaltalslínanna sýnir árstíðasveiflur, víðfeðmi eða þan dreifilínanna sýnir ljóslega breytileikann frá ári til árs, hið sama sýnir staðalfrávik. Með rennslisskýrslur í höndum er auðvelt að gera samanburð við línuritin og sjá, hvort rennslið er óvanalega lítið eða mikið o. s. frv.

Þegar línuritin, - dreifilínur og meðaltal -, eru athuguð, koma áberandi í ljós fjórir árstíðabundnir rennslistoppar, og taldir út vatnsárið eru þeir þessir :

- 1) Haustrigningar ( okt/nóv )
- 2) Vetrarflóð ( febr/marz )
- 3) Vorflóð ( maí/júní )
- 4) Jöklaleysing ( júlí/ágúst )

Eins og að líkum lætur eru þessir rennslistoppaflokkar misþroskaðir hjá hinum ýmsu vatnsföllum, ræður þar bæði lega og berggrunnur. Svo dæmi sé nefnt, skal bent á hin árvissu vorflóð áa á Norður- og Austurlandi og innan af hálendinu, en í ám, sem eiga vatnasvið nálægt suðurströndinni, gætir ekki vorflóða. Hinum fyrri svipar verulega til vatnsfalla Noregs, Mið- og Norður-Svíþjóðar í þessu tilliti, aftur á móti sýna línuritin myndarleg vetrarflóð af vatnasviðunum við suðurströndina og eru ár þar keimlíkar ám á Bretlands-eyjum.

Til að auðvelda lesandanum flokkun ána eftir flóðtoppum, eru hér tvær töflur gerðar eftir línuritonum. Flóðtoppaeinkennin koma þar skýrt fram. Tafla nr. 1 sýnir t. d. greinilega, að Lagarfljót er fyrst og fremst vorleysinga vatnsfall, en af töflu 2 má lesa að hinir flóðatopparnir þrír koma einnig fyrir í Lagarfljótinu, en eru hvergi nærri árvissir, enda er sláttur S-línunnar ( staðalfrávik ) mikilvægur, þannig mætti lengi telja.

Ekkert hagar Laxá í S-Þingeyjarsýslu nema vorflóðin. Þjórsá er á hálendisins, það sýna vorflóð og jöklaleysing. Sama gildir um Hvítá við Gullfoss, en láglandisárnar þynna svo út vorflóðaáhrifin, að vorflóð er víkjandi eiginleiki Ölfusár við Selfoss. Lindár flytja alla jafna meira vatn fram haust- og vetrarmánuði heldur en á sumrin. Skýringin er fyrst og fremst sú, að á vetrum er yfirborð hins gropna vatnasviðs frosið, svo lindáin fær þá yfirborðsvatn á leysingadögum, slíkt á sér ekki stað á sumrum, í öðru lagi er ekki fráleitt, að hér gæti tímaseinkunar, vor- og sumrvatn hverfur niður í vatnasviðið og eykur lindaútstreymið nokkrum mánuðum síðar.

VATNSRENNSLISTOPPARTafla 1

Hlutur miðgildis umfram ársmeðaltal

Vhm.	Vatnsfall	Haust- rigningar	Vetrar- flóð	Vor- flóð	Jökul- leysing
66	Hvítá, Kljáfoss	0.1	0.1	0	0
12	Haukadalsá, neðan Haukadals- vatns	0.4	0.2	0.8	0
45	Vatnsdalsá, Forsæludal	0	0	1.3	0
10	Svartá, Reykjafoss	0	0	0.6	0
32	Laxá, S-Þing. Brúar	0	0	0.2	0
20	Jökulsá á Fjöllum, Dettifoss	0	0	0.2	1.0
17	Lagarfljót, Lagarfoss	0	0	1.3	0
74	Laxá í Nesjum	0.5	0.1	0.1	0
27	Skógá, Skógafoss	0.3	0	0	0.3
30	Þjórsá, Urriðafoss	0	0	0.7	0.3
64	Ölfusá, Selfoss	0	0.1	0	0
43	Brúará, Dynjandi	0.1	0.2	0	0
68	Tungufljót, Faxi	0.1	0	0	0
87	Hvítá, Gullfoss	0	0	0.5	0

Tafla 2

Frávik 90% dreifilínu í hlutföllum af meðalrennsli

Vhm.	Vatnsfall	Einkenni	MQ m <sup>3</sup> /s	Haust- rign.	Vetrar- flóð	Vor- flóð	Jökul- leysing
66	Hvítá, Kljáfoss	L+J	88.0	0.4	0.6	0.3	0.1
12	Haukadalsá, neðan Haukad.v.	D+S	6.8	1.8	1.8	2.2	0
45	Vatnsdalsá, Forsæludal	D	8.4	0.2	0.5	3.2	0
10	Svartá, Reykjafoss	D+L	9.3	0.3	0.6	1.5	0
32	Laxá, S-Þing. Brúar	L+S	43.2	0	0	0.6	0
20	Jökulsá á Fjöllum, Dettifoss	J+L+D	186.0	0	0	0.8	1.9
17	Lagarfljót, Lagarfoss	D+S+J	141.4	1.2	0.4	2.4	0.7
74	Laxá í Nesjum	D	4.5	1.5	1.4	1.4	0
27	Skógá, Skógafoss	D+L+J	6.2	1.2	0.4	0	0.7
30	Þjórsá, Urriðafoss	D+J+L	370.6	0.2	0.3	1.6	0.6
64	Ölfusá, Selfoss	L+D+S+J	379.2	0.5	0.6	0.4	0
43	Brúará, Dynjandi	L	65.3	0.5	0.5	0.3	0
68	Tungufljót, Faxi	L+J	44.9	0.3	0.2	0	0.2
87	Hvítá, Gullfoss	D+J+S	114.9	0.6	0.5	1.2	0.5

Hvítá, Kláffoss 1951/52-1965/66

kl/sek

Dreifing vikurennslis

200

Dreifing vikurennslis

100

0

Sept. Okt. Nóv. Des. Jan. Febr. Marz April Maí Júní Júlí Ágúst

Vatnsár

90%

75%

50%

25%

10%

Hvítá, Kláffoss 1951/52-1965/66

kl/sek

Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis

200

M: Meðaltal vikurennslis

S: Staðalfrávik "

100

0

Sept. Okt. Nóv. Des. Jan. Febr. Marz Apríl Maí Júní Júlí Ágúst

Vatnsár

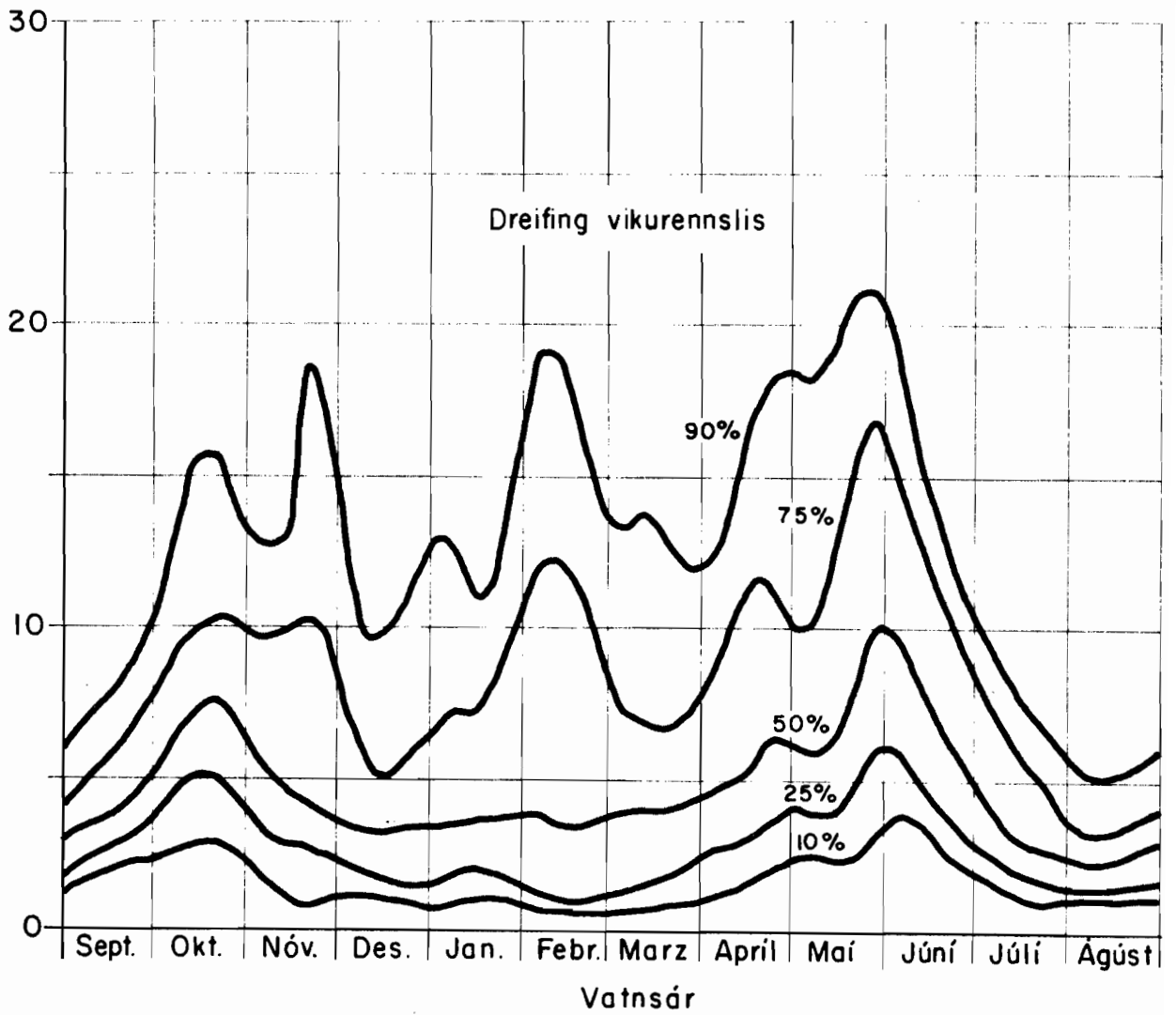
M

S

Haukadalsá 1950/51-1965/66

kl / sek

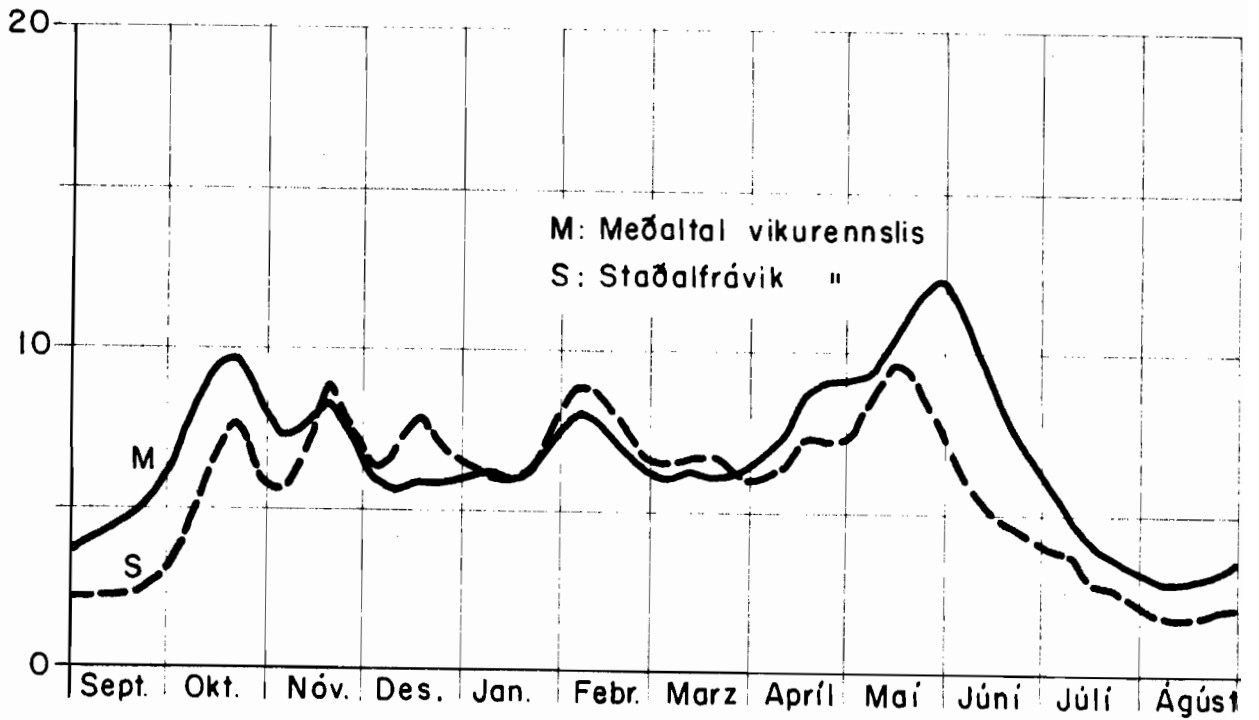
Dreifing vikurennslis



Haukadalsá 1950/51-1965/66

Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis

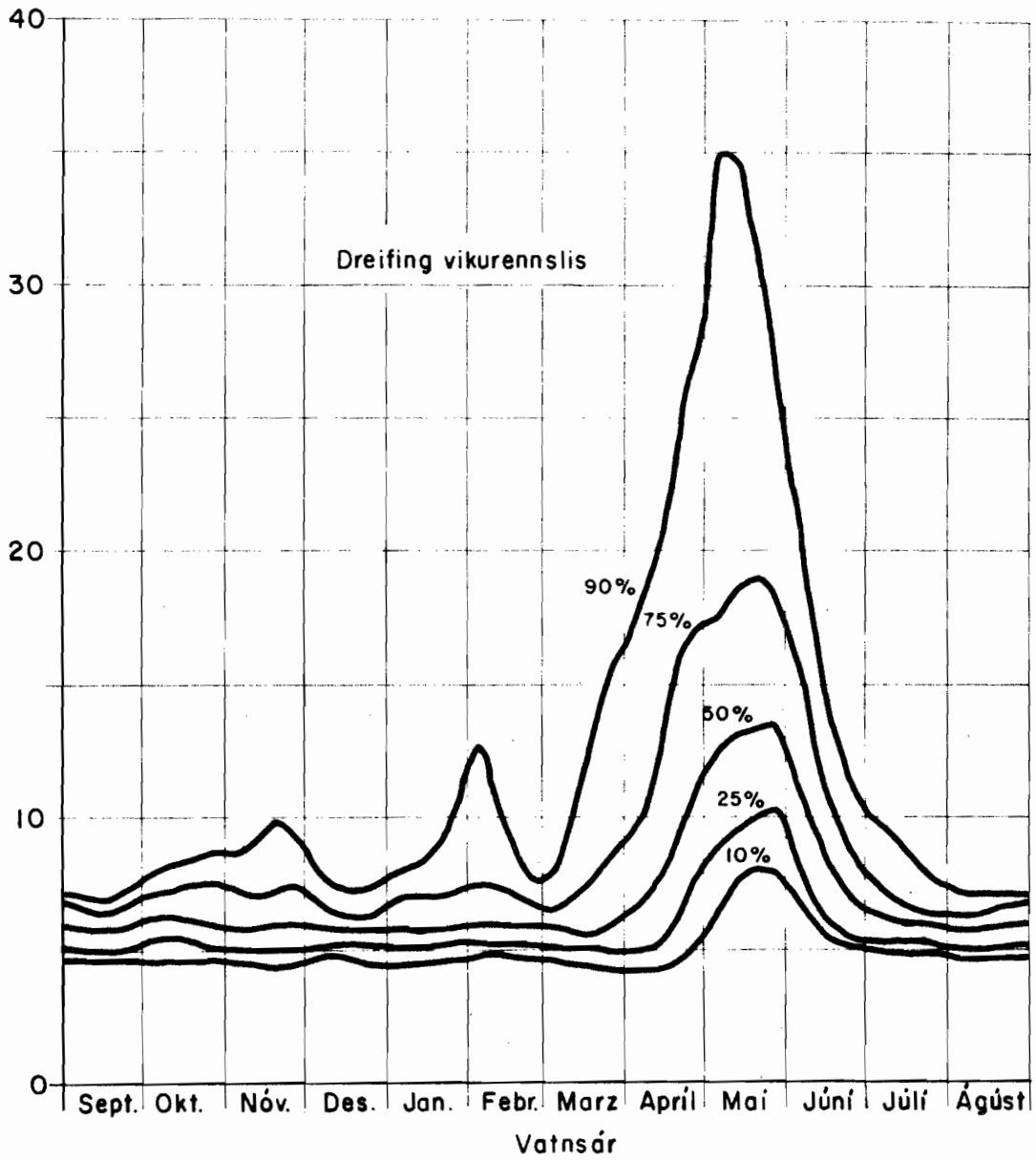
kl / sek



Vatnsdalsá, 1948/49-1965/66

kl /sek

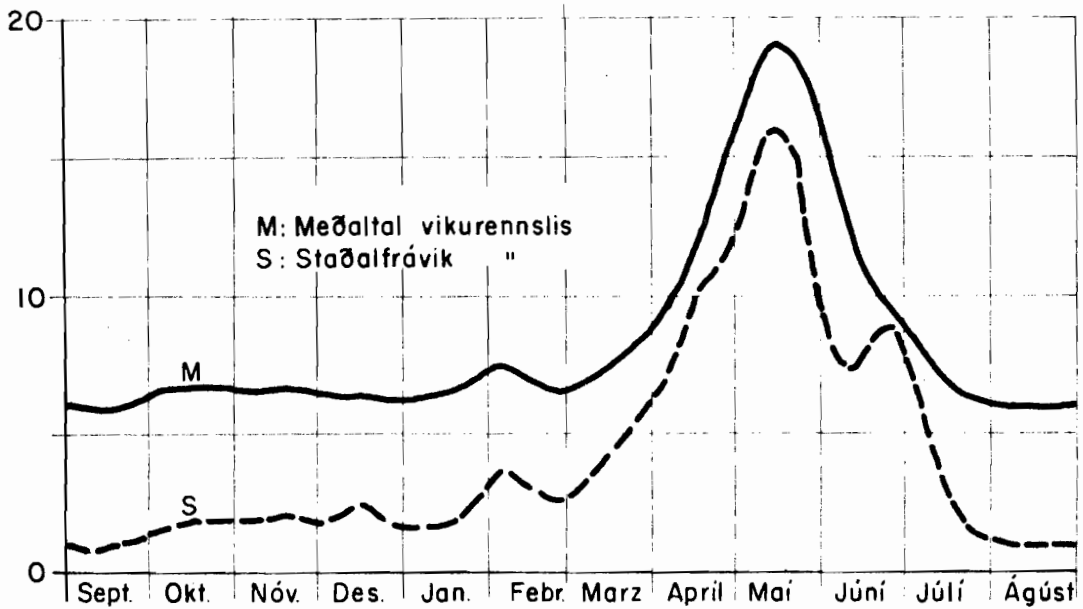
Dreifing vikurennslis



Vatnsdalsá 1948/49-1965/66

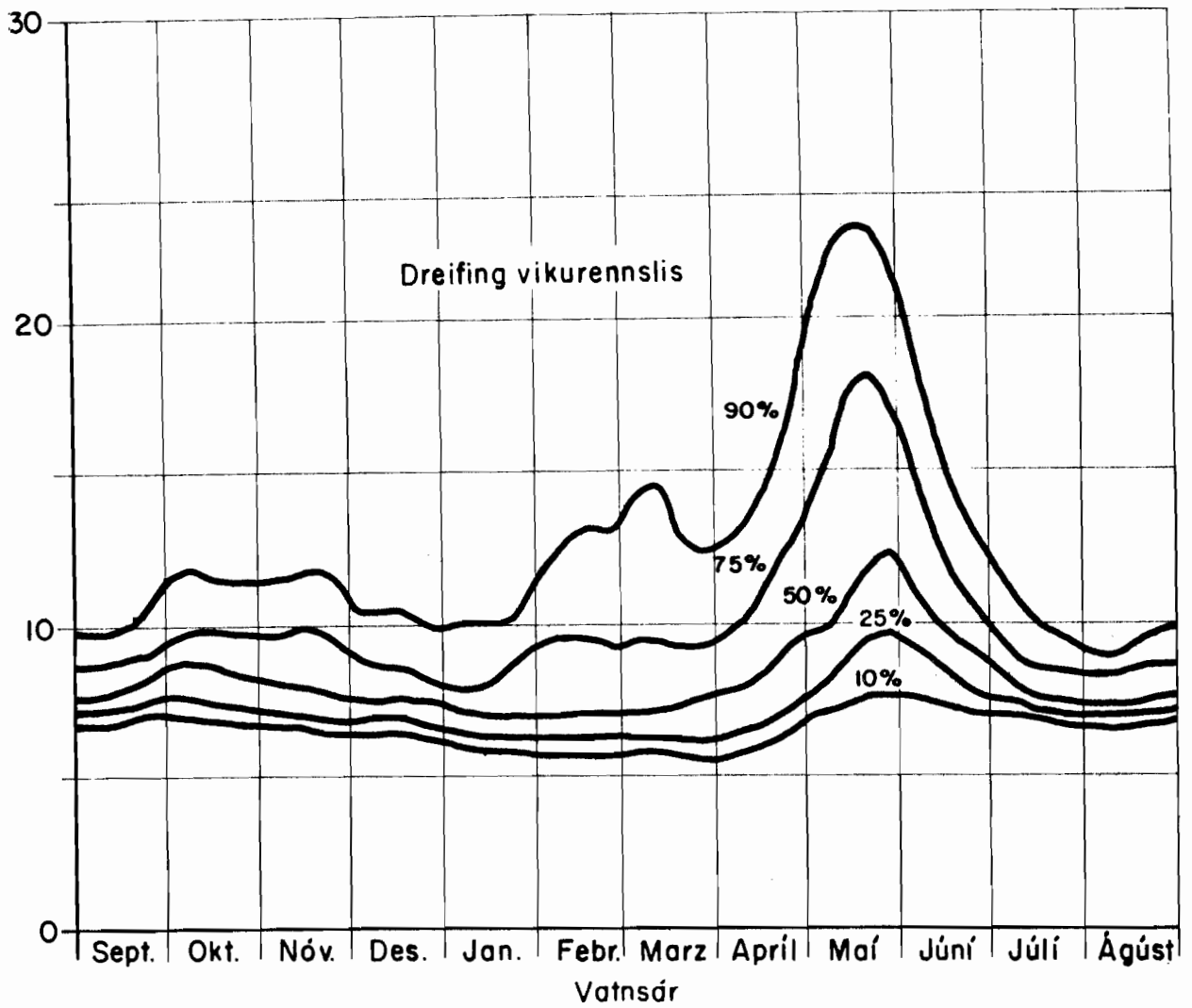
kl /sek

Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis



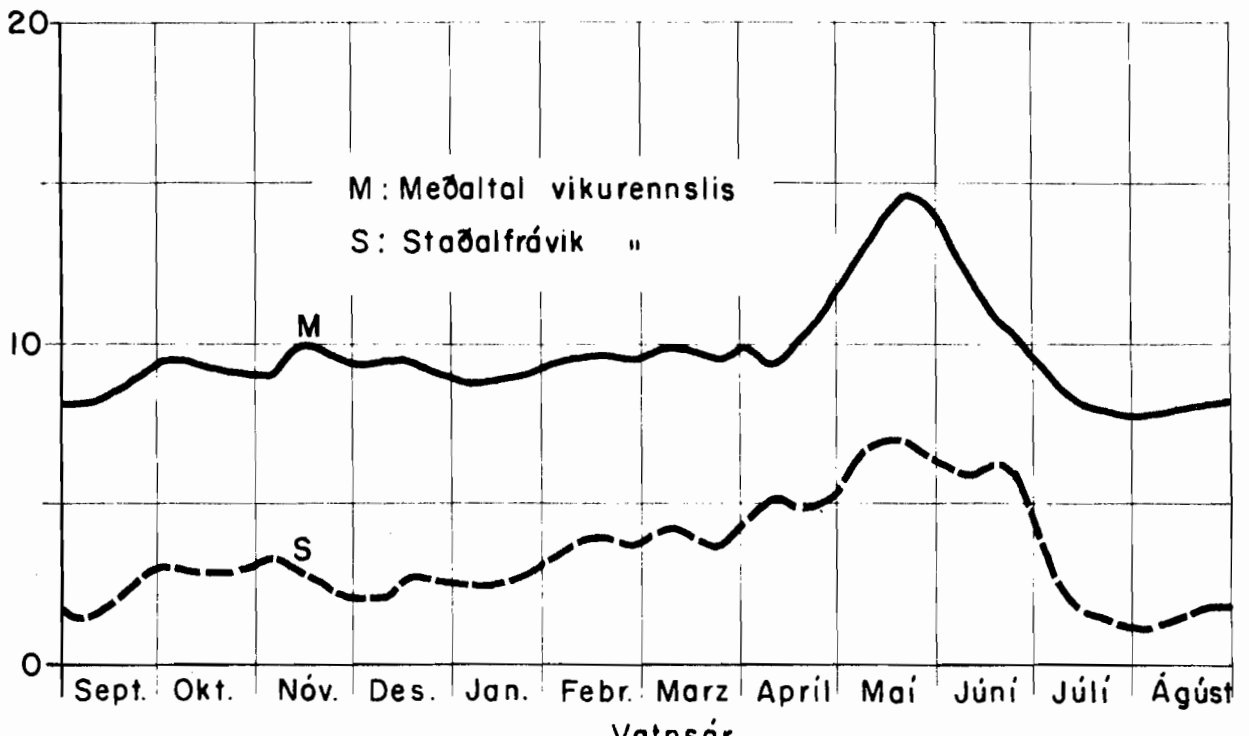
Svartá, Skagafirði 1932/33 - 1965/66  
Dreifing vikurennslis

kl/sek

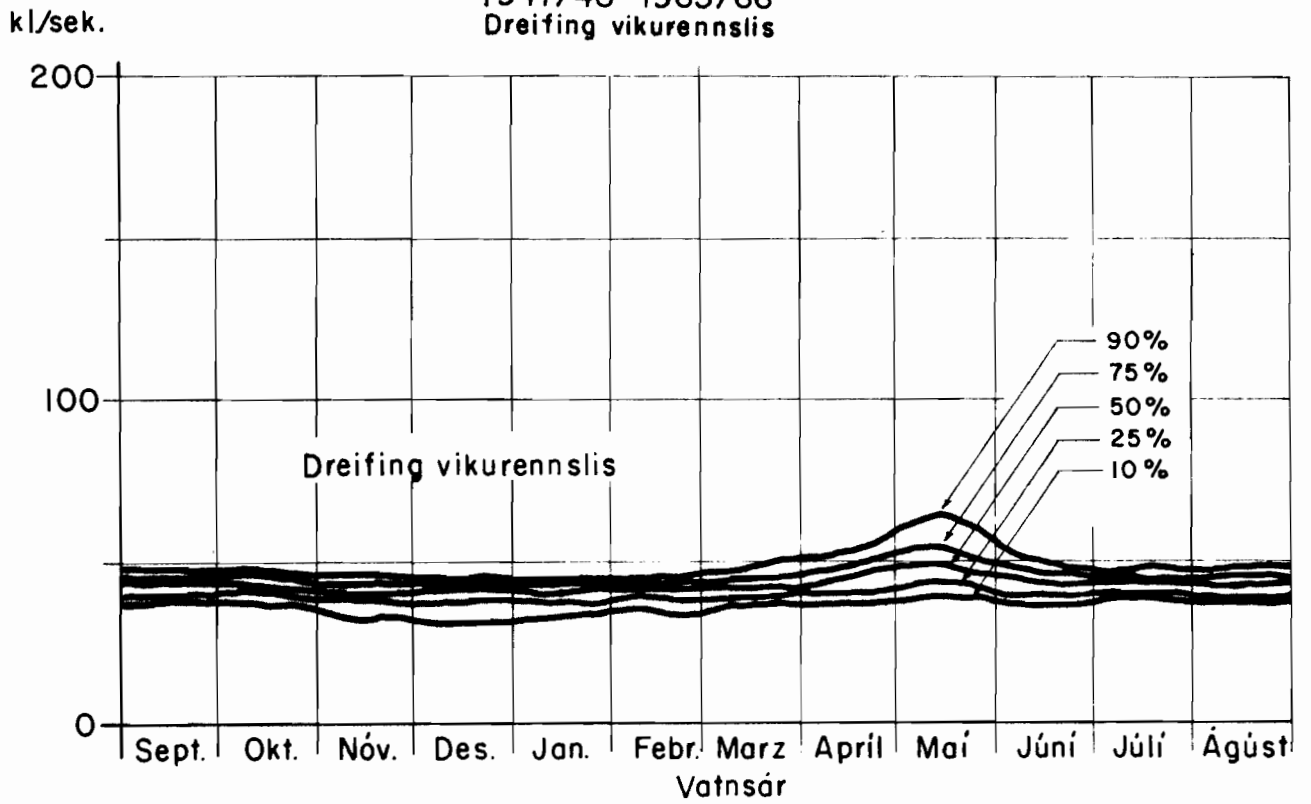


Svartá, Skagafirði 1932/33 - 1965/66  
Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis

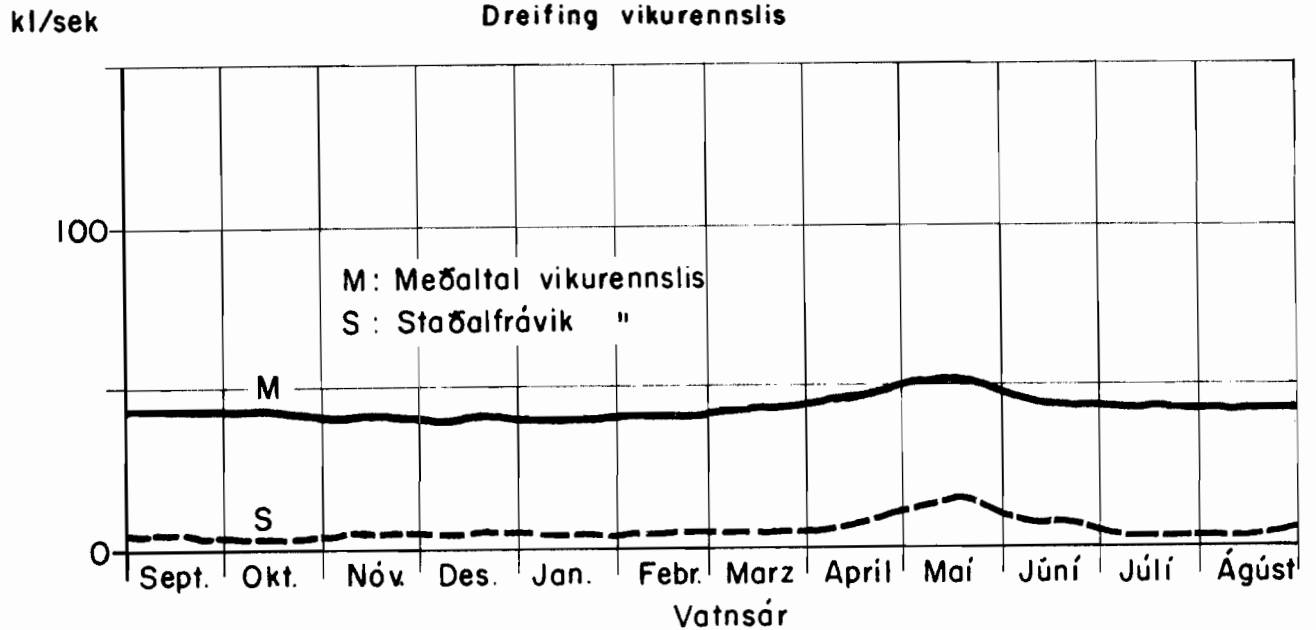
kl/sek



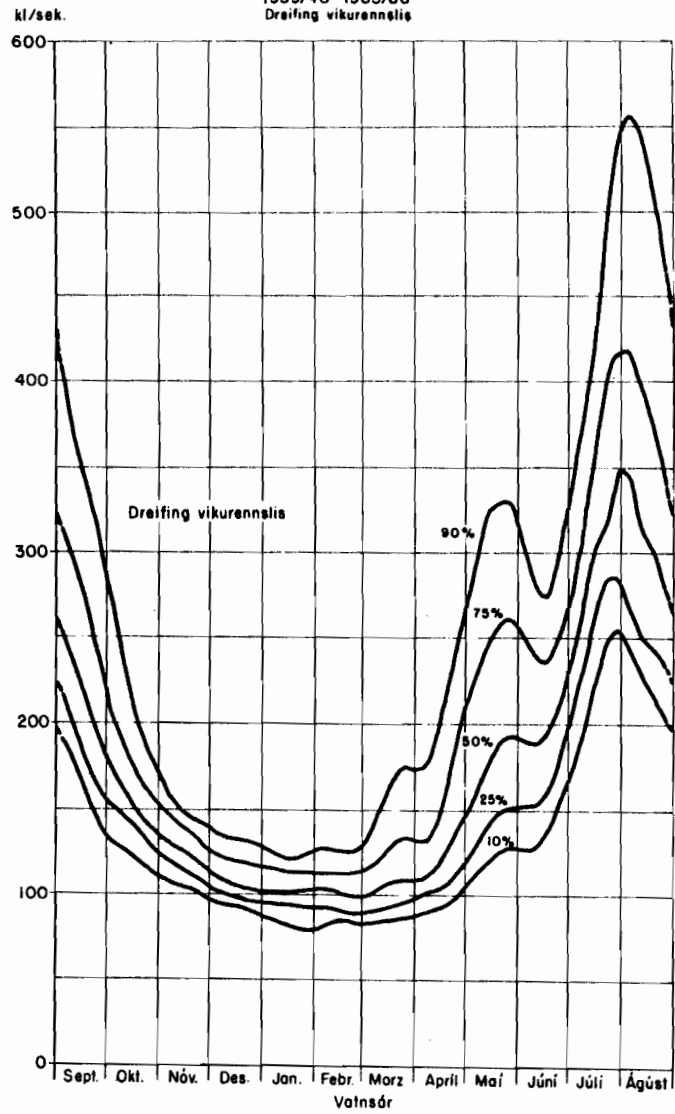
Laxá, S-Þing. Birningsstaðir  
1947/48-1965/66  
Dreifing vikurennslis



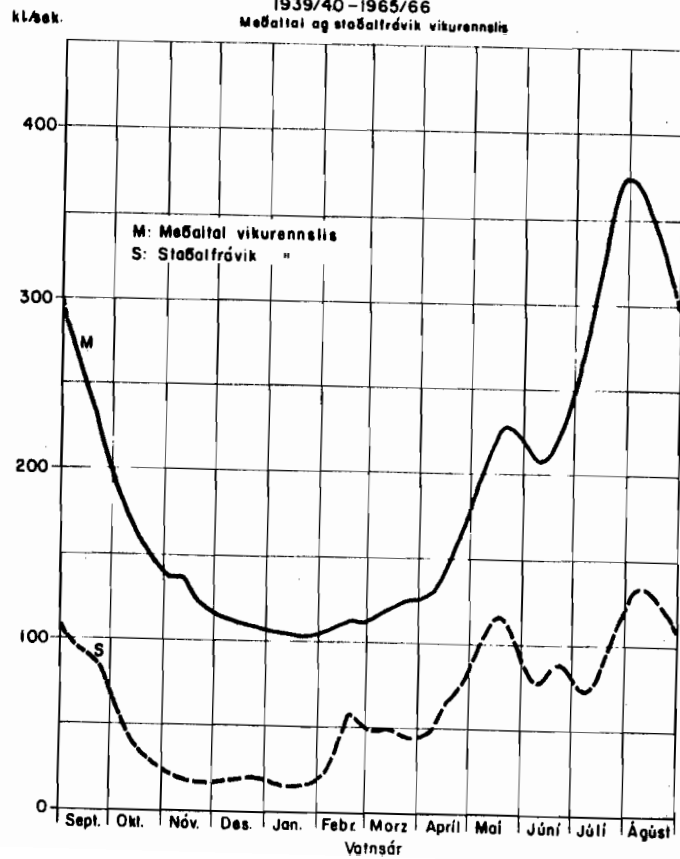
Laxá, S-Þing. Birningsstaðir  
1947/48-1965/66  
Dreifing vikurennslis



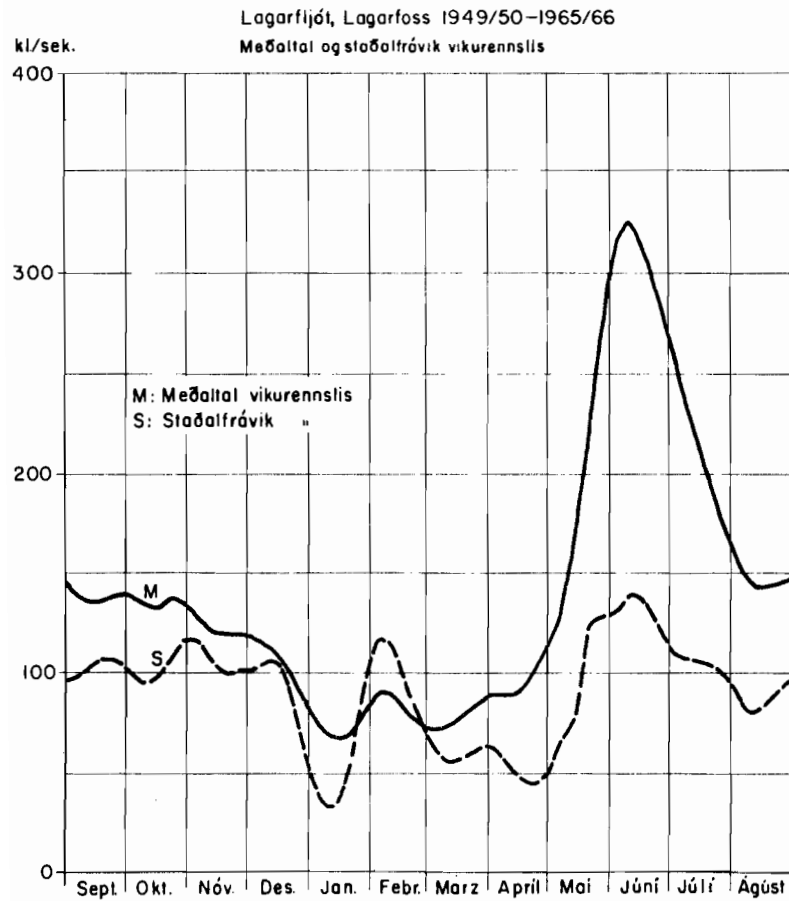
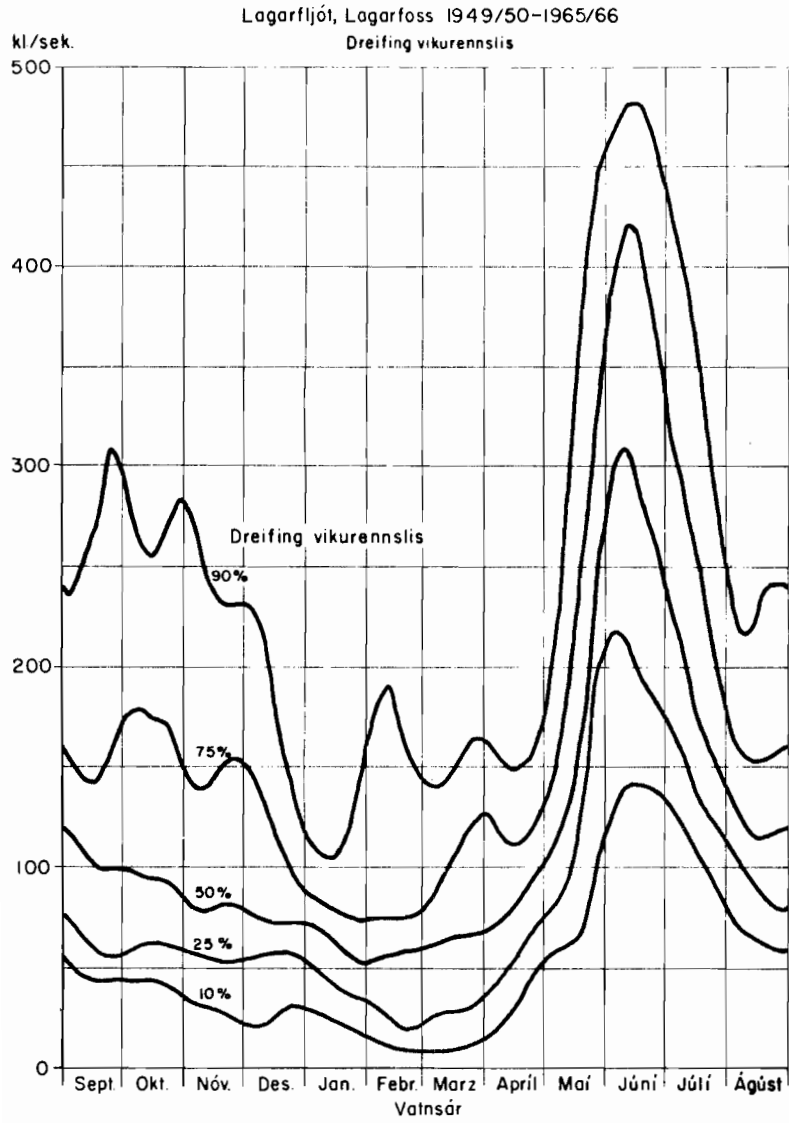
Jökulsá á Fjöllum, Dettifoss  
1939/40-1965/66  
Dreifing vikurennis



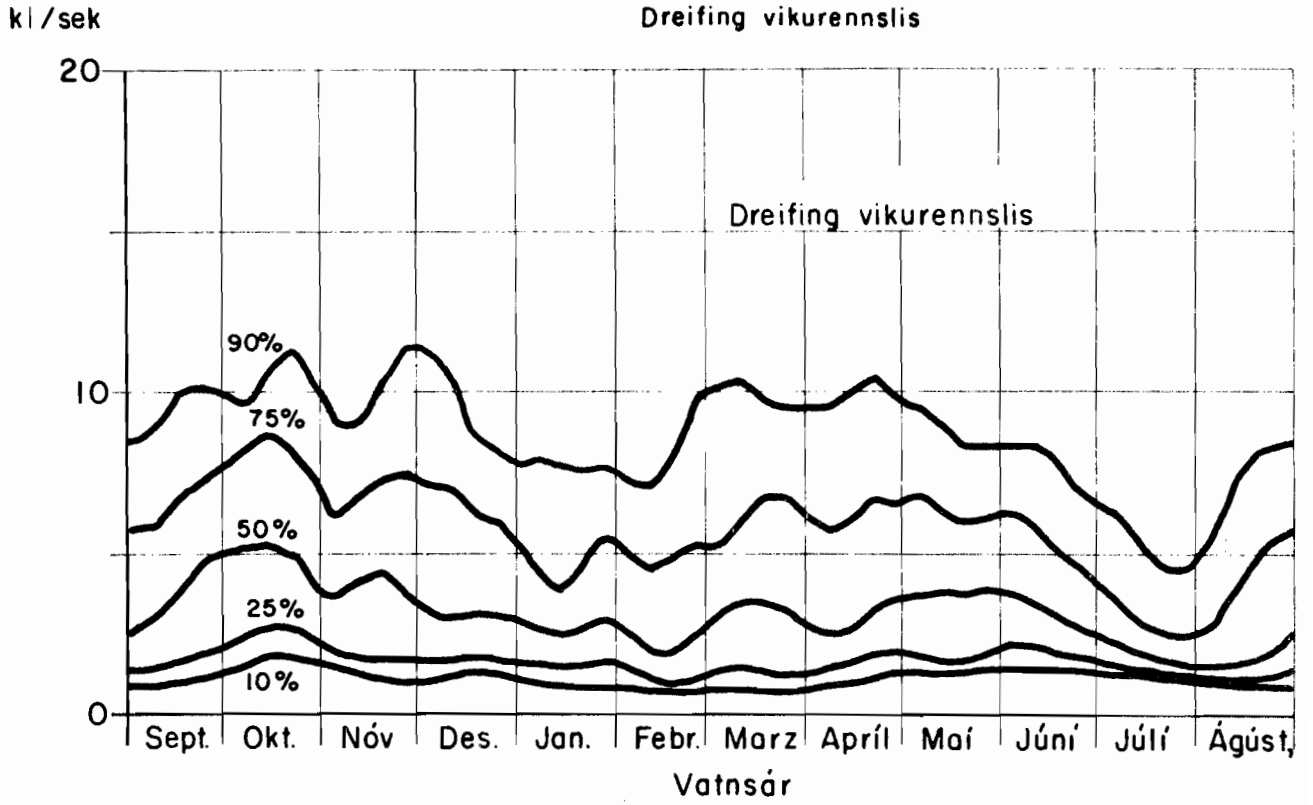
Jökulsá á Fjöllum, Dettifoss  
1939/40-1965/66  
Meðaltal og staðalfrávik vikurennis



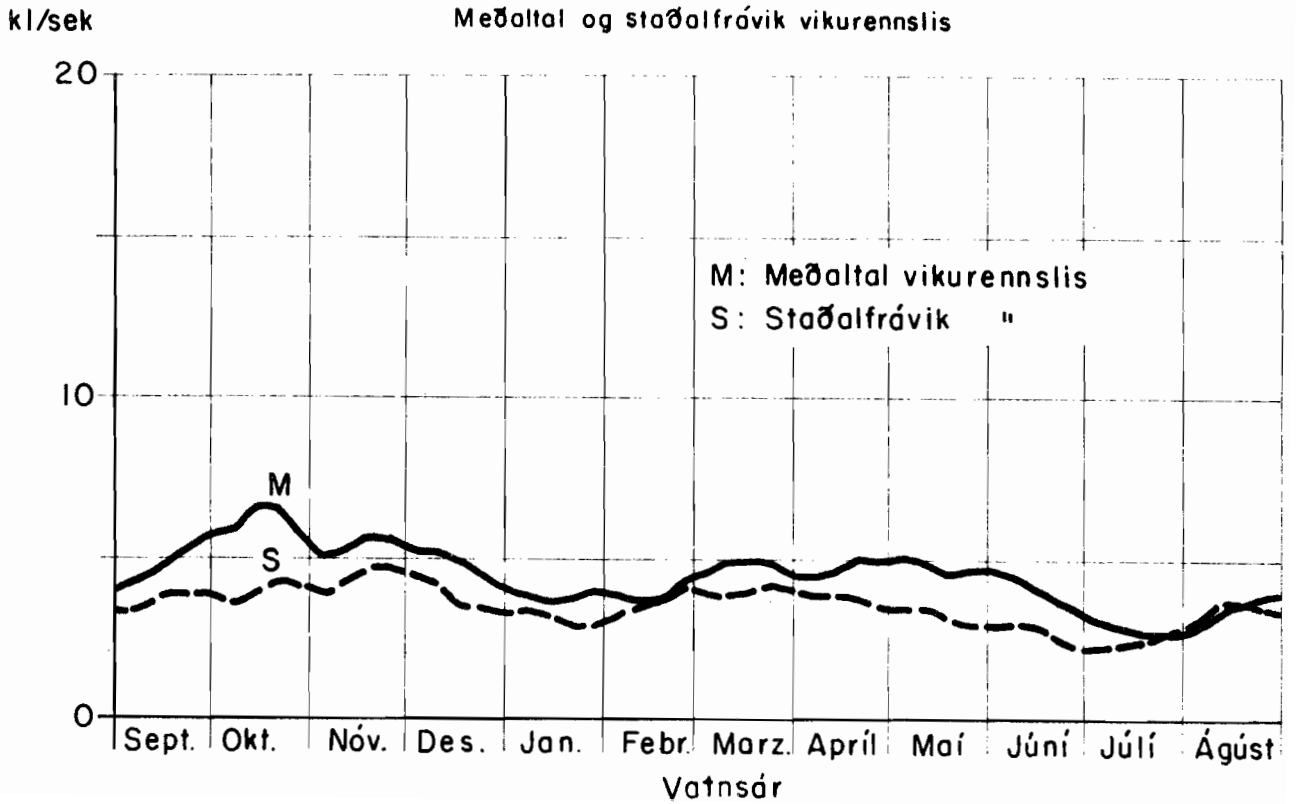




Laxá í Nesjum 1952/53-1965/66  
Dreifing vikurennslis



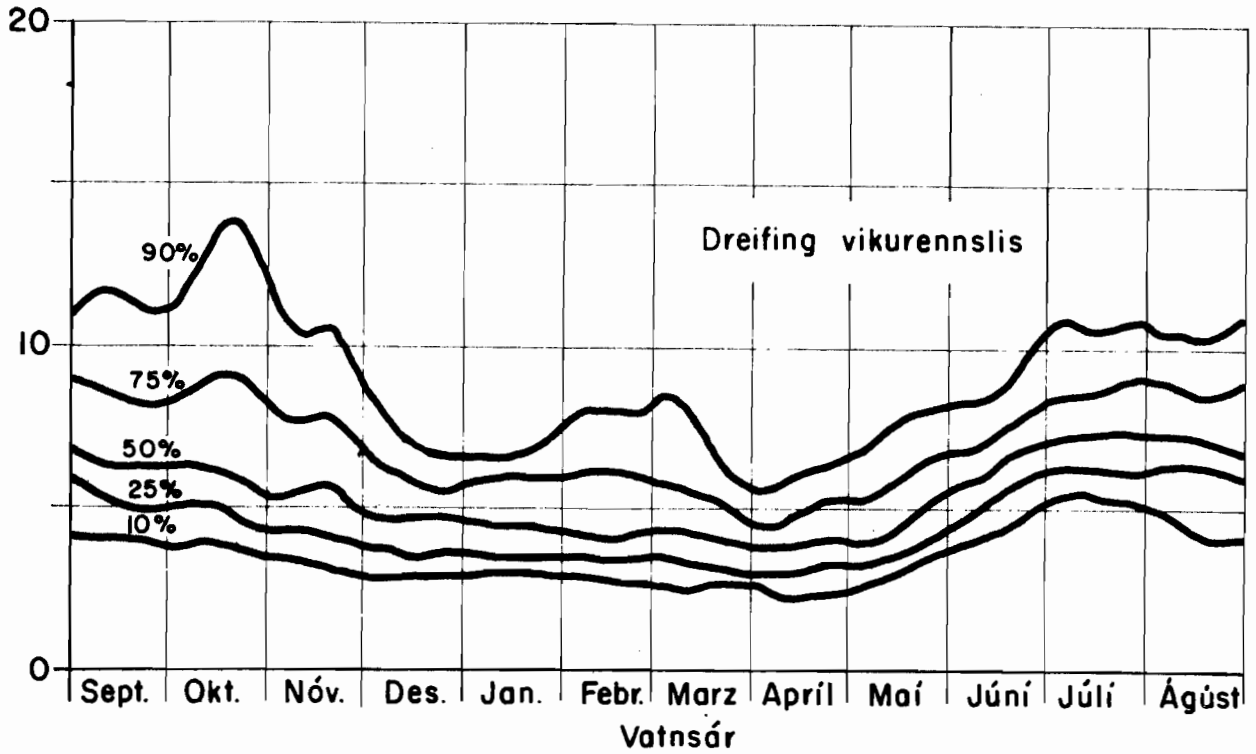
Laxá í Nesjum 1952/53-1966  
Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis



Skógá 1947/48-1965/66

Dreifing vikurennslis

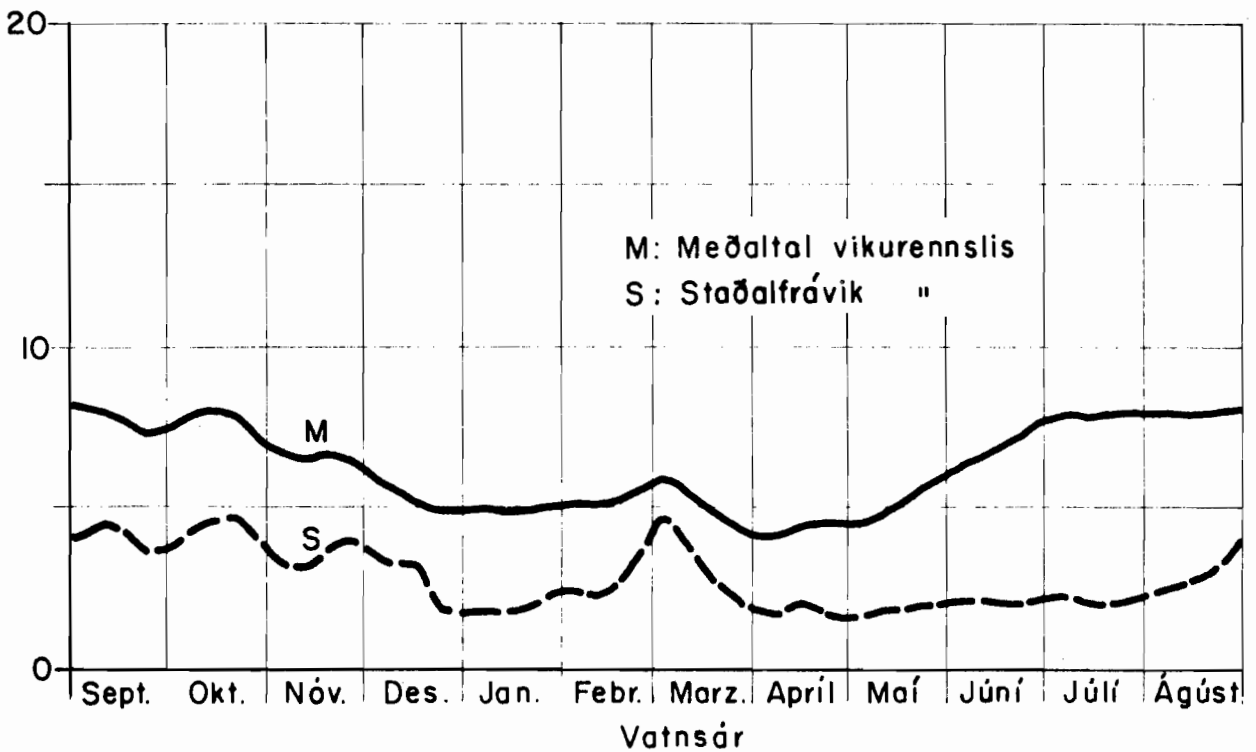
kl /sek

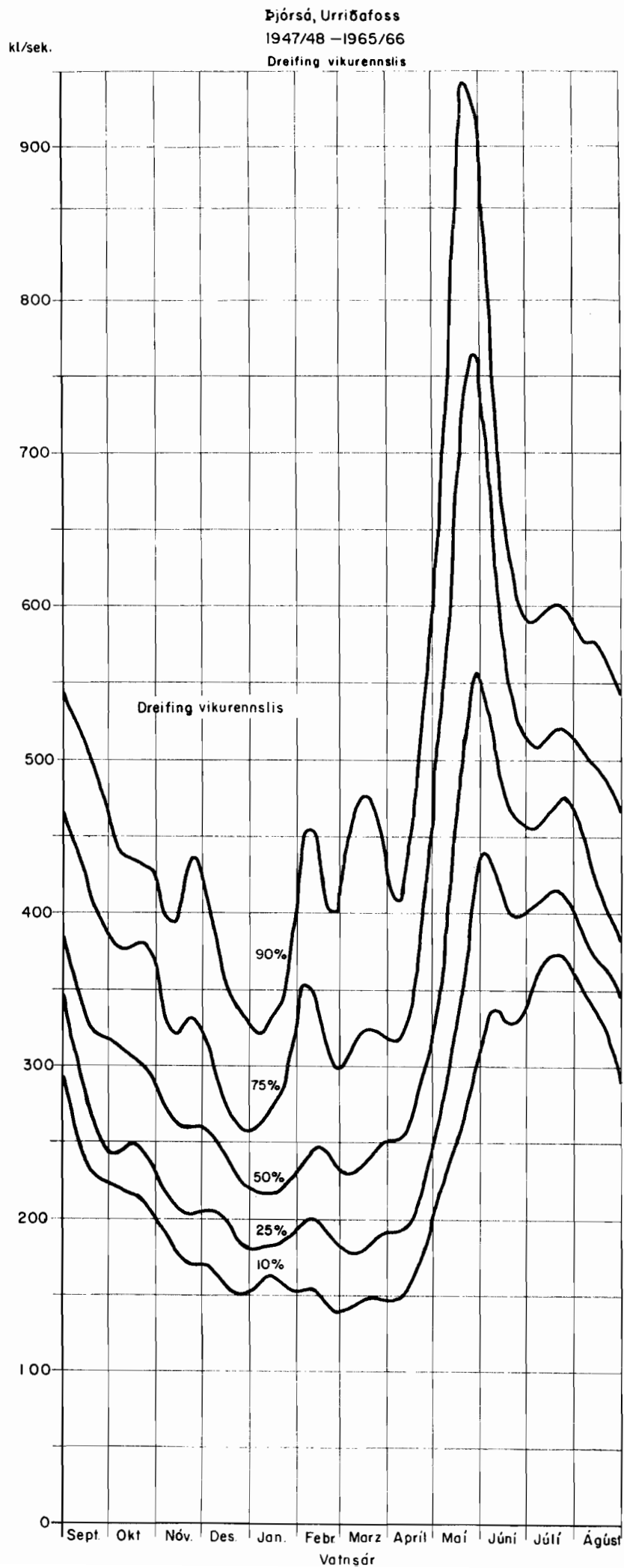


Skógá 1947/48-1965/66

Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis

kl /sek

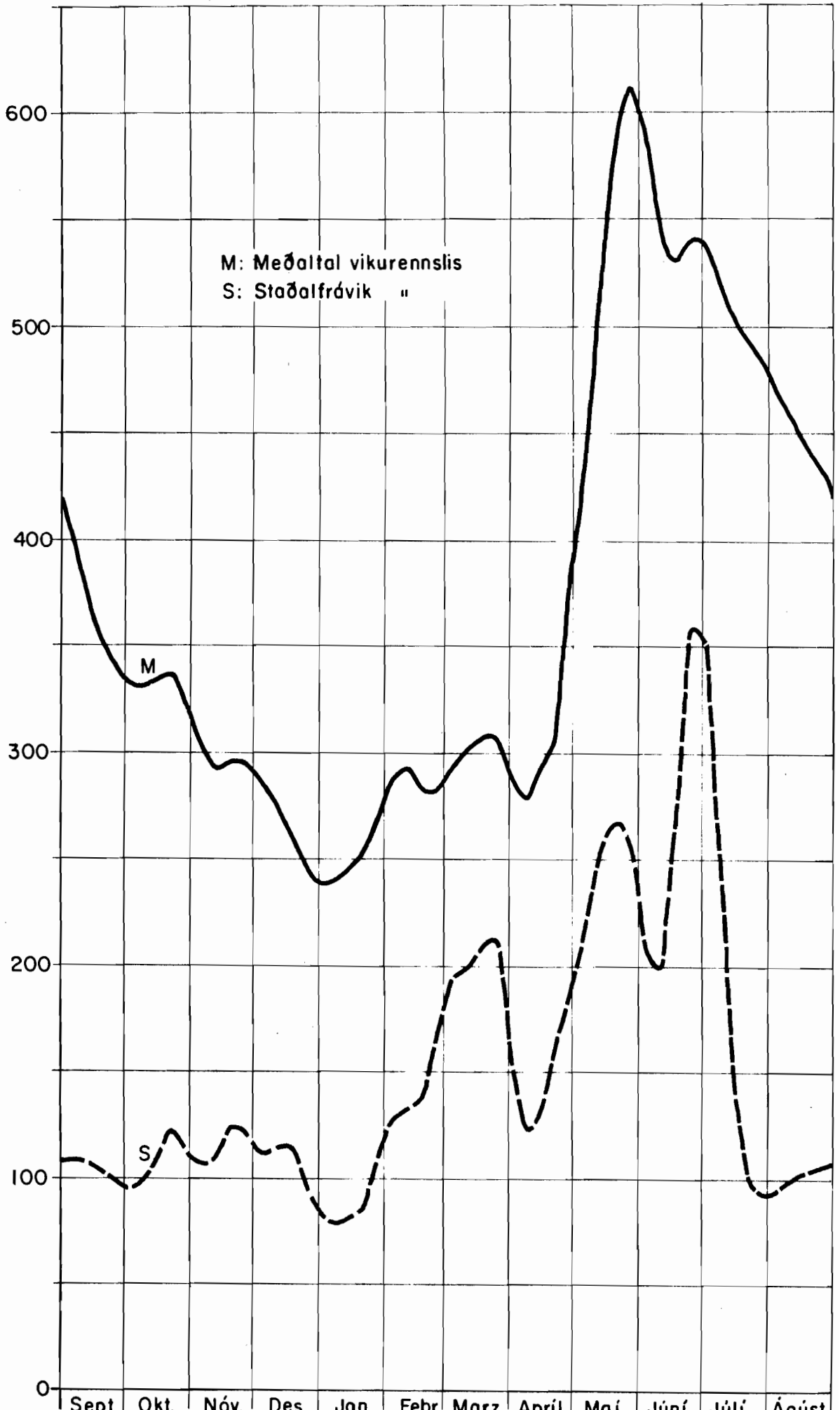


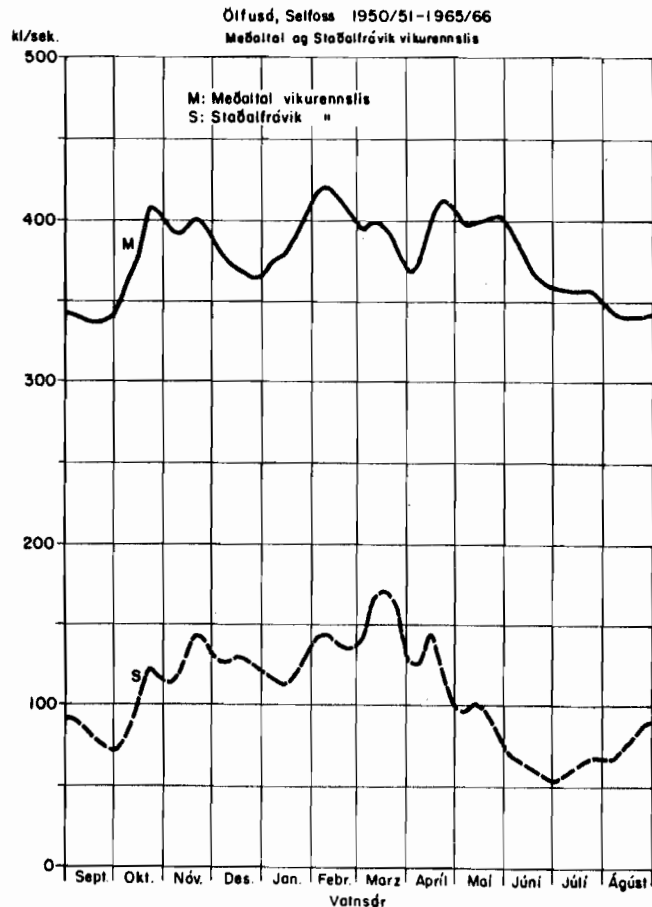
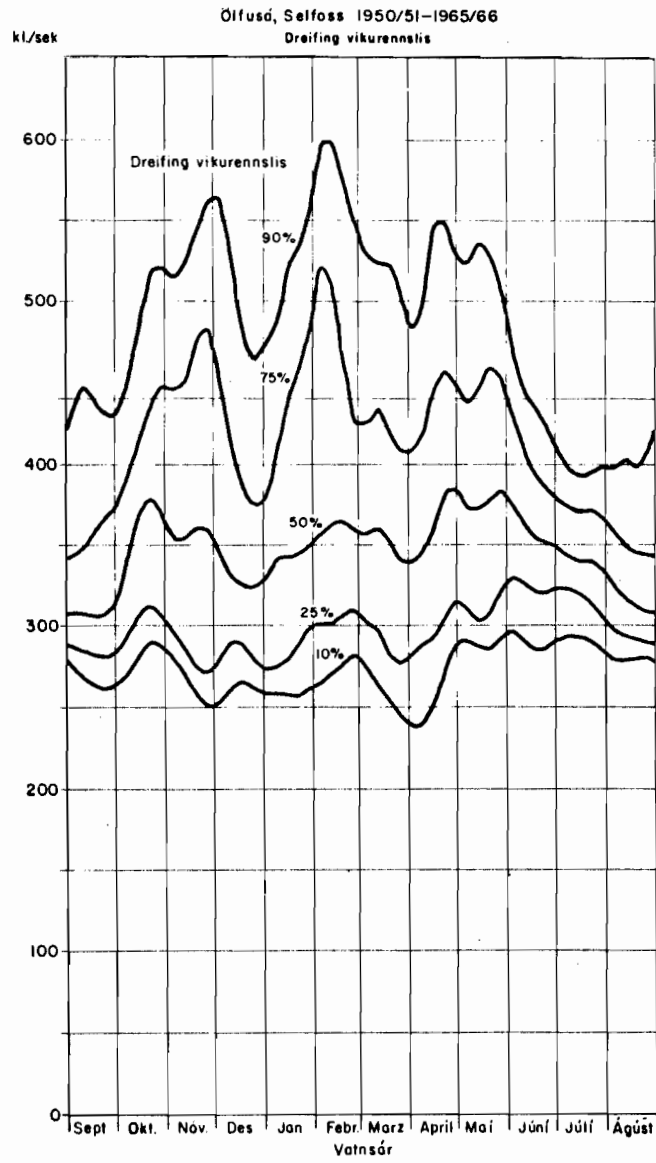


Þjórsá, Urriðafoss, 1947/48 - 1965/66

Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis

kl./sek.

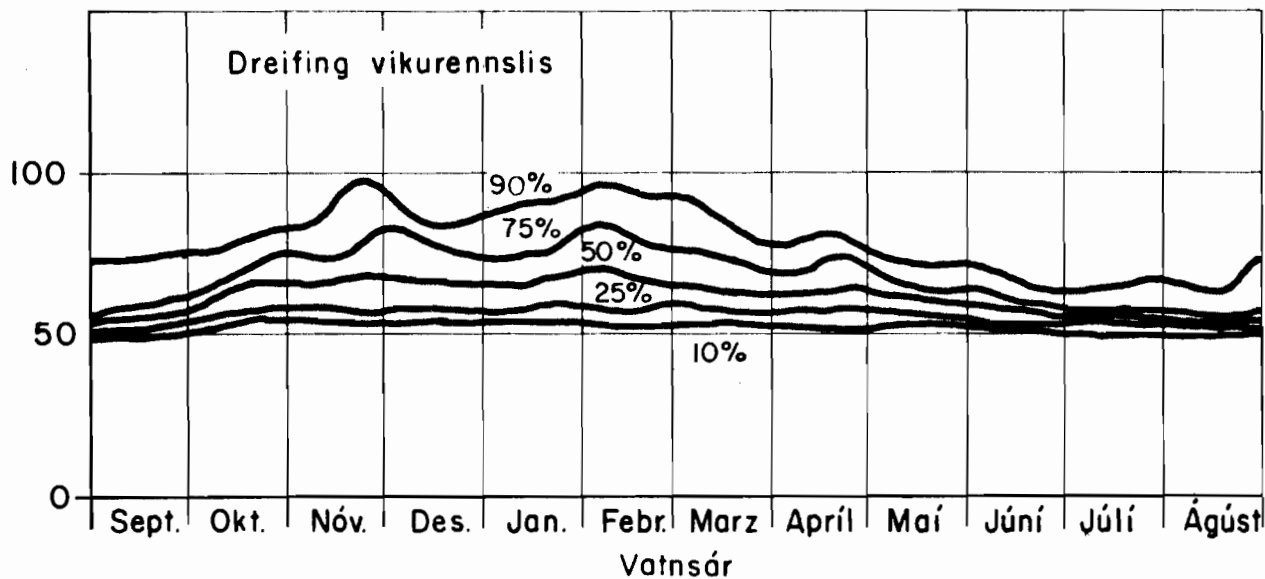




Brúará, Dynjandi 1948/49-1965/66

kl./sek.

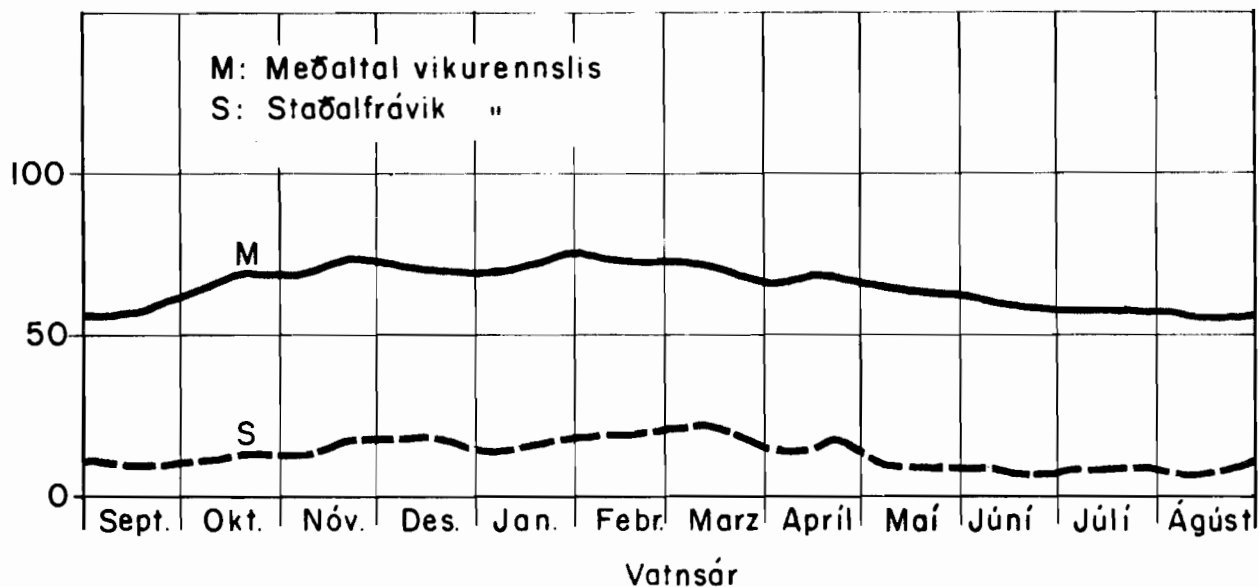
Dreifing vikurennslis



Brúará, Dynjandi 1948/49-1965/66

kl./sek.

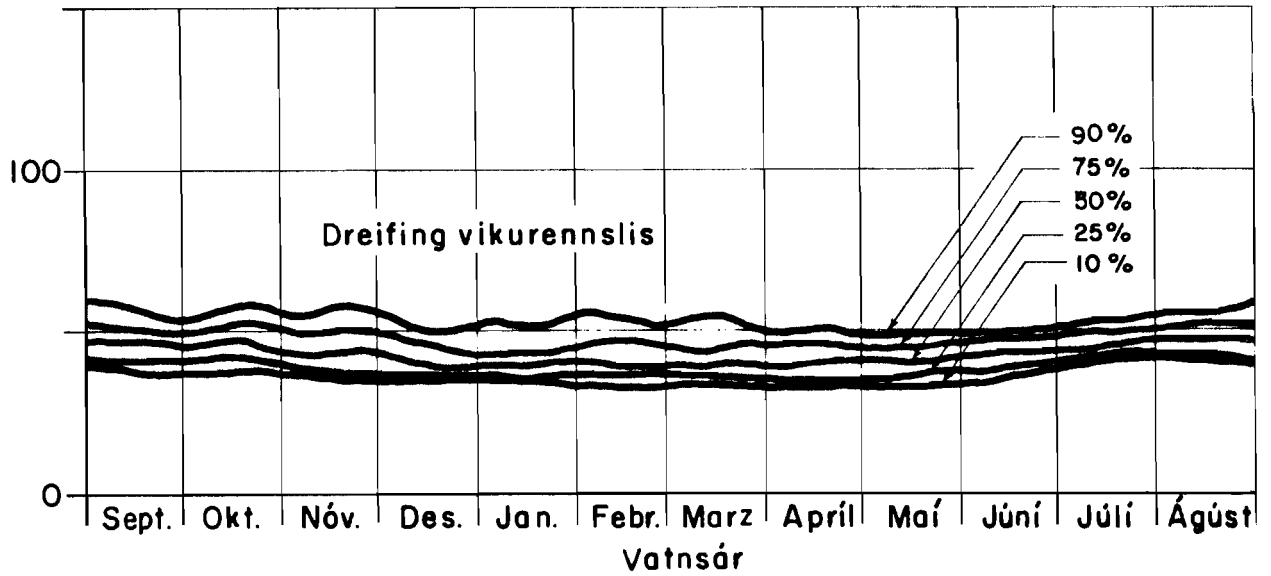
Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis



## Tungufljót, Faxi 1951/52-1965/66

kl./sek.

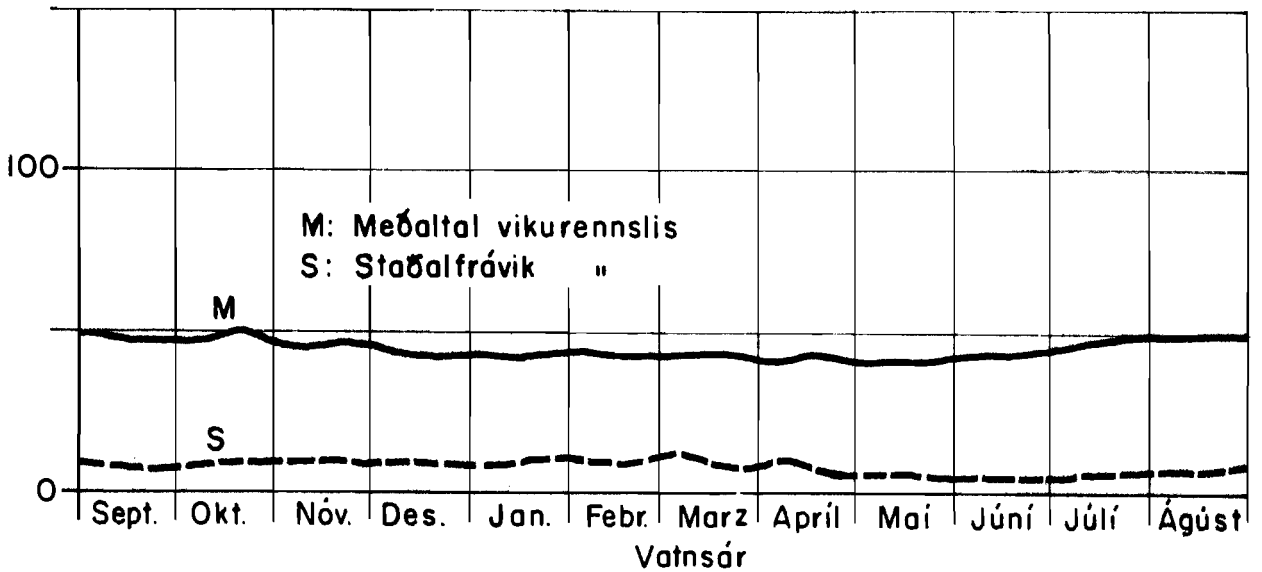
Dreifing vikurennslis



## Tungufljót, Faxi 1951/52-1965/66

kl./sek.

Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis

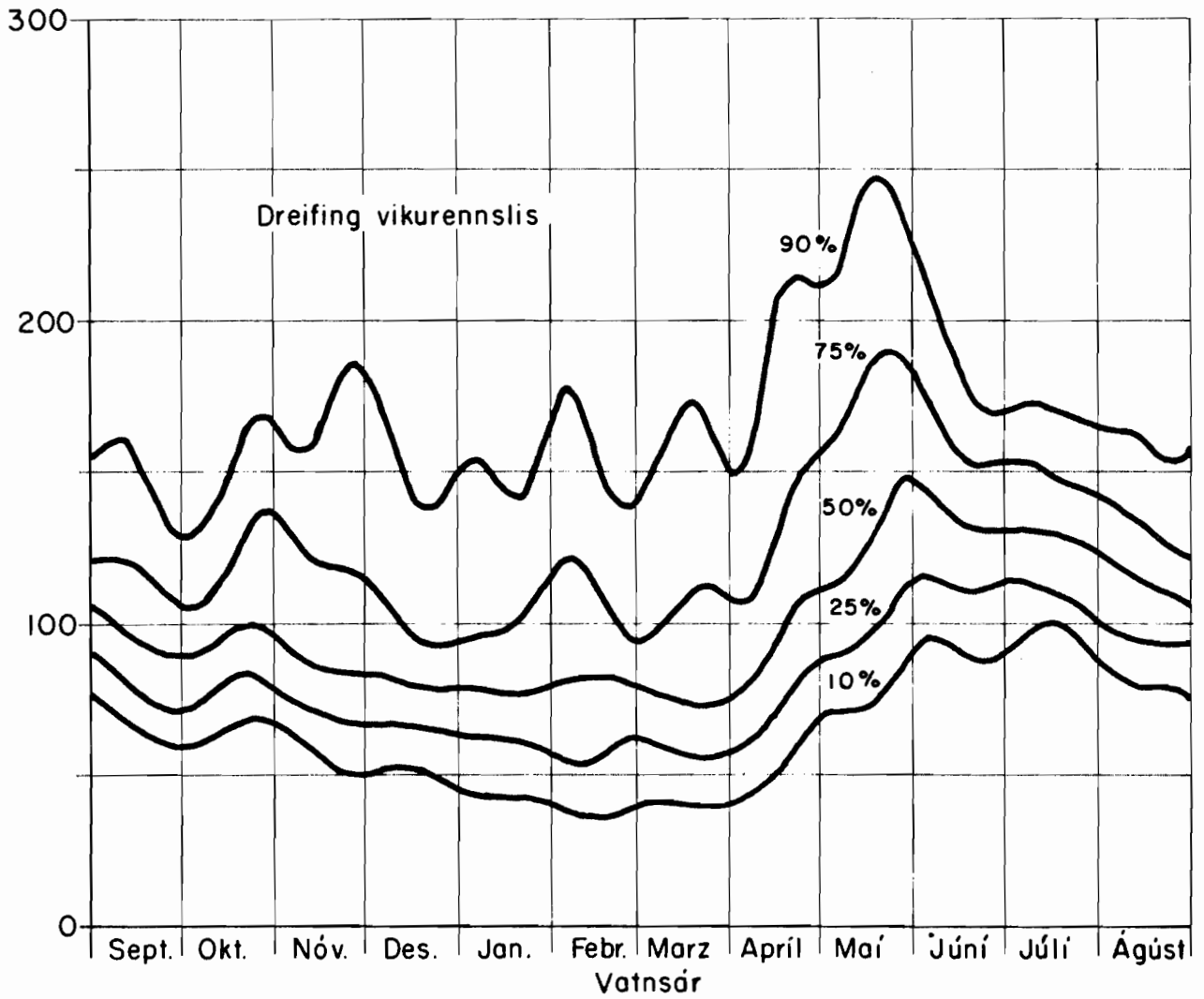




Hvítá, Gullfoss 1950/51 – 1965/66

kl./sek.

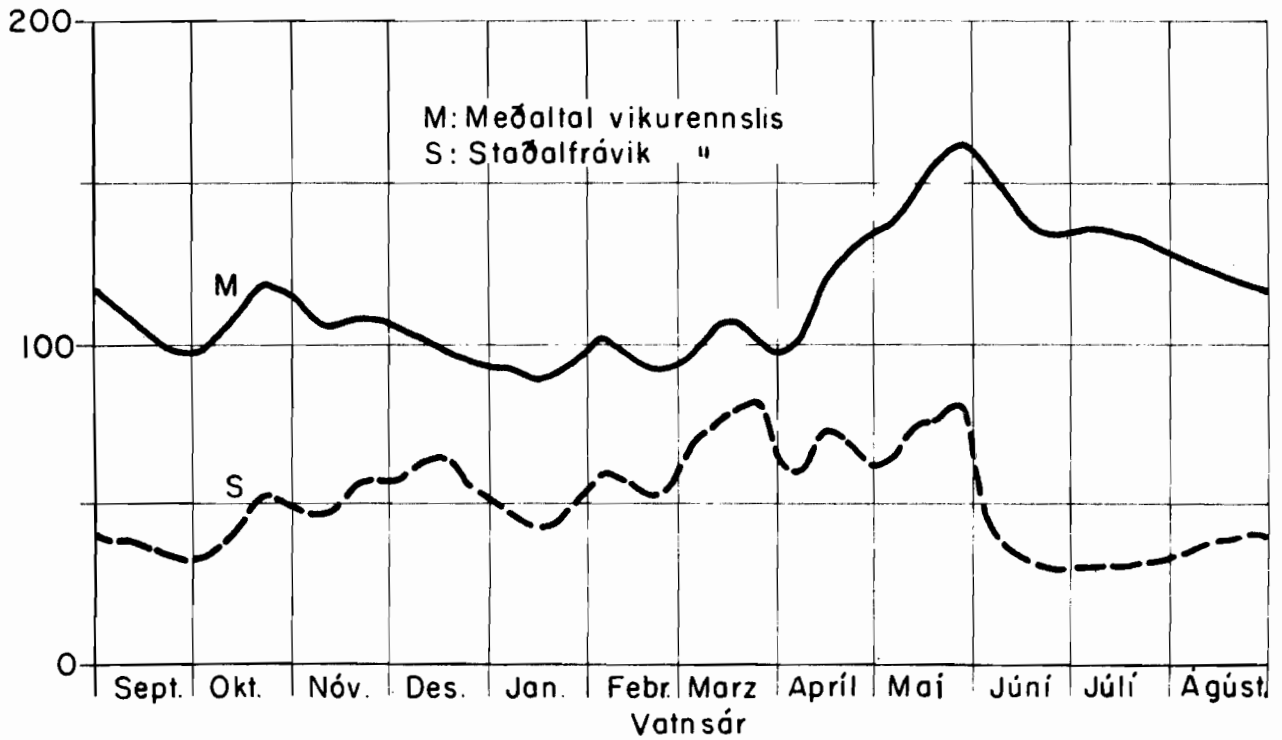
Dreifing vikurennslis



Hvítá, Gullfoss 1950/51 – 1965/66

Meðaltal og staðalfrávik vikurennslis

kl./sek.



JAKOB GÍSLASON

Orkumálastjóri

ORKUMÁL

Þótt þetta erindi mitt hafi fengið titilinn orkumál, hef ég valið þann kost að ræða ekki um orkumál almennt eða sögu þeirra hér á landi, en nota tímann aðallega til nokkurra sérstakra hugleiðinga um orkulindir Íslands, vatnsaflíð og jarðhitann.

Íslenzka þjóðin hefur um langan aldur litið til þessarra orkulinda sem náttúruauðlinda, sem hún myndi einhverntíma geta virkjað og nýtt til mikils og varanlegs hagsauka fyrir íbúa þessa lands. Um þetta lét sú kynslóð, sem uppi var um aldamótin, sig dreyma ljóðræna drauma. En þeir draumar hafa aðeins að litlu leyti rætt en. Þjóðin hefur að vísu risið úr kútnum síðan, en hún hefur enn ekki tekið í notkun nema 2-3% þeirrar orku, sem telja má, að orkulindir landsins gætu látið henni í té, og raunar notað þá orku meir til þæginda í híbýlum sínum og vistarverum en til eflingar atvinnuveganna.

En sú virkjun Þjórsár, sem nú er í framkvæmd við Sámsstaði í Þjórsárdal, verður að skoðast sem markverður áfangi á þeirri leið að láta aldamótadraumana rætast. Og viðhorf þjóðarinnar til þessara mála eru í dag þau, að nú megi og skuli ekki látið sitja við drauma eina. Það sé skylda okkar og þeirrar kynslóðar, sem við tekur að láta í fullri alvöru reyna á, hvort kostur er eða ekki að gera orkulindir landsins að auðlindum, sem þjóðinni er einhvers virði að eiga. Iðjuver eins og Kísiliðjan, iðnaðarrannsóknir eins og sjóefnavinnslurannsóknirnar, bygging jarðhitaraforkuvers í tilraunaskyni o. fl. sem nú er á þrjónunum, er í samræmi við þessi viðhorf. En meira þarf að koma til ef duga skal.

Orkugjafar

Þeir orkugjafar, sem mannkynið á yfir að ráða, og nú á tímum skipta verulegu máli um efnahagslega þróun, eru

1. Kol
2. Olía
3. Jarðgas
4. Vatnsafl, og
5. Kjarnkleif efni ( uranium og thorium )

Aðrir orkugjafar svo sem viður, mór, mykja o. fl., sem mennirnir hafa áður notfært sér og voru þeim þá verðmætir, eru nú horfnir úr notkun, nema meðal þeirra þjóða, sem skemmst

eru á veg komnar. Um vinda, sjávarföll og sólorku, er það að segja, að ekki er sjáanlegt, að notkun þessara hugsanlegu orkulinda muni um langan aldur geta orðið samkeppnisfær við nýtingu þeirra fimm orkugjafa, er ég fyrst nefndi.

En einn er sá orkugjafi, sem hefur nokkra sérstöðu, þ. e. jarðhitinn. Sem stendur er notkun jarðhitans sem orkugjafa svo hverfandi lítil í heiminum, að hún er að því leyti ekki umtalsverð. Hins vegar má segja, að hann sé alls staðar nálægur og í einstöku löndum svo auðunninn, að máli getur skipt fyrir þá þjóð, sem í landinu býr, að nýta hann. Ísland er eitt þeirra landa og við munum ekki láta undir höfuð leggjast að kanna til hlítar, hvort og í hvaða mæli þjóðin getur hagnast á nýtingu þeirrar orkulindar.

### Notkun orkugjafanna

Öll orkunotkun mannkynsins er nú talin vera jafngildi orkuinnihalds 5330 milljón tonna af kolum á ári ( $= 43 \cdot 10^{12}$  kWh/ári  $= 37 \cdot 10^9$  Gcal/ári  $= 3700 \cdot 10^6$  tn olíu/ári) og skiptist á aðalorkugjafana á þessa leið í hundradshlutum reiknað :

	%
Kol og annað fast eldsneyti	43
Olía	37
Jarðgas	18
Vatnsafl	2
Kjarnorka ( alls um 30 TWh )	<u>0,05</u>
	100

### Orkunotkun þjóðanna

Orkunotkun er mjög misjafnlega mikil meðal þjóða heimsins. Orkunotkun Íslensku þjóðarinnar er mjög mikil, ef miðað er við fólksfjöldann. Íslendingar eru meðal allra hæstu þjóða í þessu efni. Bandaríki Norður-Ameríku og Stóra-Bretland nota meiri orku en við, en lönd eins og Noregur, Danmörk, Holland og Frakkland eru rúmlega þriðjungum lægri en við. Grikkland og Portugal nota varla meira en 1/10 hluta og Indland aðeins tuttugasta hluta þess, sem við notum, á íbúa reiknað.

Í stórum dráttum tekið fylgjast orkunotkun þjóðanna og efnahagsleg þróun þeirra að, þótt ekki megi taka orkunotkunina sem nákvæman eða einhlítan mælikvarða í því efni, einkum þegar um er að ræða mjög fámennar þjóðir eins og Íslendinga, eða þar sem mjög verulegur hluti orkunotkunarinnar fer til orkufreks iðnaðar svo sem í Noregi.

Flestra spá er, að orkunotkun í heiminum muni aukast örara á næstu áratugum en verið hefur nú undanfarið og menn telja sanni næst, að aukningin muni verða 4-5% á ári að meðaltali, og orkunotkun mannkynsins muni því fram til næstu aldamóta meir en þrefaldast frá því, sem nú er.

Ekki er víst, að sú þróun verði jöfn meðal allra þjóða, og vonandi verður hún hlutfallslega örari hjá þeim þjóðum, sem skemmst eru á veg komnar. Er þessa sérstaklega að óska, ef telja skal að þjóðarhagur og orkunotkun fylgist nokkurnveginn að. Bandaríkin eru í alþjóðaskýrslum nú talin nota um 30 sinnum meiri orku á íbúa reiknað en Indland. Munurinn á

vergi þjóðarframleiðslu þessara landa er samkvæmt skýrslum aðeins meiri. Þjóðarframleiðslan er um 170.000 kr/mann í Bandaríkjunum en 5.000 á Indlandi. (Hér sem annars staðar í þessu erindi er miðað við gengi 1 \$ = 57 ísl.kr.) Það er spá manna, að þjóðarframleiðsla í Bandaríkjunum muni tvöfaldast að minnsta kosti fram til næstu aldamóta. Þjóðarframleiðsla Indlands á íbúa reiknuð þarf þá að 35 faldast til aldamóta, ef bilið milli Indlands og Bandaríkjanna á ekki að aukast og 70 faldast til þess að Indland nái Bandaríkjunum.

### Magn innlendra orkulinda

Vatnsafl Íslands er sem stendur talið vera um 35.000.000.000 kWh/ári og er þá átt við það, sem kallað er tæknilega virkjanlegt vatnsafl. Það skiptist á sex landshluta þannig :

1. Suðurland, Árnessýsla, til og með V. Skaftafellssýslu	18.000	GWh/ári
2. Vesturland, Gullbringu- og Kjósarsýsla, til og með Dalasýslu	1.200	"
3. Vestfirðir	1.100	"
4. Norðurland vestra, Húnavatns- og Skagafjarðarsýsla	2.600	"
5. Norðurland eystra, Eyjafjarðar- og Þingeyjarsýsla	6.200	"
6. Austurland, Múlasýslur og A. Skaftafellssýsla	5.900	"
	<hr/>	
	Samtals	35.000 GWh/ári

Jarðhita Íslands vitum við mjög lítið um enn. Dr. Gunnar Böðvarsson gerði á sínum tíma tilraun til að gízka á, hve mikill hann er og hefur rannsókn jarðhitans ekki miðað svo áfram síðan, að neinn hafi treyst sér til, að setja fram nánari áætlanir eða útreikning á magni hans. Gunnar skiptir jarðhitnum í stöðugt uppstreymi varma til yfirborðs annars vegar og varmaorkuforða jarðgrunnsins hins vegar. Stöðuga uppstreymið er orkulind, sem ekki eyðist þótt notuð sé, og að því leyti sama eðlis sem t.d. vatnsaflíð, en jarðgrunnsforðinn er varmanáma, sem eyðist þegar af er tekið.

Gunnar gískar á, að stöðugt uppstreymi varma til yfirborðs á hvera- og laugasvæðum Íslands sé um 35 milljónir Gcal/ári, en varmaforði jarðgrunnsins í efstu 2.000 metrunum 20.000 milljónir Gcal.

Hið árlega stöðuga varmauppstreymi hefur þá að ágizkun Gunnars sama varmainnihald sem 3,5 milljónir tonna af olíu ( 10.000 kg<sup>o</sup>/kg ), en varmaforði grunnsins svarar á sama hátt til 2.000 milljón tonna af olíu.

Til að nýta þennan jarðhita verðum við að ná honum upp með jarðborunum og vinna hann úr gufu og heitu vatni, sem upp úr borholunum fæst. Hin næsta spurning er þá, hversu miklum hluta þess varmamagns jarðhitans, er að framan getur, megum við búast við að geta náð upp og beizlað í borholum. Um það vitum við því miður ennþá harla lítið. Þó benda líkur til að ná megi næstum öllu hinu áætlaða árlega stöðuga varmauppstreymi með borunum á venjulegan hátt, ég reikna með ca. 85%. En er til varmaforða jarðgrunnsins kemur, þykir ekki varlegt að gera ráð fyrir, að af honum náist upp með borunum nema 1/10 hluti og er hér reiknað með því. Jafnframt ætla ég að gera ráð fyrir, að þessi forði verði unninn og nýttur á 50 árum, ef markaður fæst fyrir varmann á annað borð.

Í þau fimmtíu ár mætti samkvæmt þessum forsendum árlega ná upp :

a. frá stöðugu uppstreymi :	30 milljónum Gcal/ári
b. af varmaforðanum :	40 " "
Samtals	70 milljónum Gcal/ári

Þetta er að varmainnihaldi jafnt 7 millj. tonna af olíu á ári, en að sjálfsögðu ekki að verðmæti, eins og ég mun nánar víkja að síðar.

Jarðhiti Íslands, eins og dr. Gunnar Böðvarsson áætlað hann, skiptist nokkurnveginn þannig á landshlutana :

1. Suðurland : Árnassýsla til og með V-Skaftafellssýslu	$46 \cdot 10^6$ Gcal/ári
2. Vesturland: Gullbringu- og Kjósarsýsla til og með Dalasýslu	$8 \cdot 10^6$ "
3. Vestfirðir	$0,5 \cdot 10^6$ "
4. Norðurland vestra	$1,5 \cdot 10^6$ "
5. " eystra	$14 \cdot 10^6$ "
6. Austurland	$0,0 \cdot 10^6$ "
Samtals	$70 \cdot 10^6$ Gcal/ári

#### Verðmæti orkulindanna. Heildartekjur af orkusölu

Og hvert er þá verðmæti þessara orkulinda landsins ? Þótt við Íslendingar höfum viljað líta á orkulindir landsins, vatnsaflíð og jarðhitann sem auðlindir þjóðarinnar, er mér ekki kunnugt um, að neinsstaðar hafi verið sett fram mat á heildarverðmæti þeirra. Það mun og sagna sannast, að það er hreint ekki auðvelt og liggur enganveginn beint við á hvaða forsendum slíkt mat ætti að fara fram né hvaða aðferðum skuli við það beitt.

Ljóst er, að sá hluti vatnsaflsins, sem við aldrei virkjum, og sá jarðhiti, sem við ekki náum að beizla, verður ekki talinn til verðmæta í þessu sambandi.

Vatnsaflíð getur gegnt ýmiskonar hlutverki í þjóðarbúskap okkar. Er þá fyrst að telja, að það sé okkur fyrir raforku til almennra þarfa. Sem stendur nemur sá hluti vatnsaflsins í vergri þjóðarframleiðslu tæplega 200 Mkr. á ári og vex um 6,7% á ári.

En vonir okkar um að geta gert okkur vatnsaflíð að auðlind í náinni framtíð hljóta að vera fyrst og fremst bundnar við iðnrekstur í stórum stíl og þá fyrst og fremst stóriðju, sem krefst hlutfallslega mikillar orku. Sú stóriðja mun að sjálfsögðu framleiða fyrir erlendan markað; innlendir markaður verður ávallt hverfandi lítill um hvaða vörutegund sem er að ræða. Víst er, að hverskonar orkufreka stóriðju sem um er að ræða, þá krefst hún ódýrrar orku, enda er þess að vænta, að það verði ódýr orka fremur en nokkuð annað, sem gera muni kleift í framtíðinni að koma hér upp og reka útflutningsiðnað í stórum stíl. Þetta á einnig við um orkufrekan iðnað, sem úr innlendum hráefnum kann að vinna.

Hin einfaldasta viðmiðun um verðmæti orkulinda okkar og sú, sem eðlilegt er að grípa til

við fyrstu tilraun til að gera sér hugmynd um verðmæti þeirra, virðist mér vera sú að at-  
huga sennilegan skerf þeirra til þjóðarframleiðslunnar miðað við framleiðslugetu þeirra og  
samkeppnisfært söluverð orkunnar í heildsölu eða stórsölu á afhendingarstað til stóriðju.

Erfiðleikar geta verið á því, að slá föstu, hvað er samkeppnisfært verð. Á Íslandi er raf-  
magn selt í heildsölu frá stærsta orkuframleiðandanum, Landsvirkjun, á 26,6 auro/kWh,  
miðað við 8.000 klst. árlega notkun mesta álags. En sú sala fer ekki fram í samkeppni  
við aðra, þannig að hægt sé að segja að samkeppni ráði verðinu. Hins vegar selur Lands-  
virkjun raforku til álvinnslu hér á landi í fullri samkeppni við erlenda orkuframleiðendur,  
að telja verður. Söluverð þeirrar orku má því í þessu sambandi taka sem "samkeppnisfært  
söluverð", en það er nú um 15 auro á kílowattstund, ef miðað er við gengi 57 ísl.kr. á  
dollar.

Nú vitum við, að verulegan hluta af tæknilega virkjanlegu vatnsafla Íslands er kostnaðarsam-  
ara að virkja en svo, að unnt væri að selja raforku frá því við þessu verði. Hve mikinn  
hluta vitum við ekki enn, en þetta er eitt af því, sem okkur ríður hvað mest á að fá hald-  
góða vitneskju um sem allra fyrst. Á þessu stigi málsins verður hér að mjög verulegu  
leyti um ágizkun að ræða. Ágizkun mín er, að um helmingur hins tæknilega virkjanlega  
vatnsafls, sem talið er vera 35 milljarðar kWh á ári, eins og áður er sagt, sé virkjanlegt  
nálægt þessu verði, 15 auro á kWh.

Útkoma þessarar ágizkunar er því sú, að vergar heildartekjur af sölu raforku til stóriðju  
frá vatnsafla Íslands gætu orðið 2-3 milljarðar íslenskra króna á ári. Ég hygg að í þessu  
sambandi geti vergar heildartekjur af sölu reiknast að fullu sem skerfur til þjóðarframleiðslu.

Samkeppnisfært verð jarðhitans er e.t.v. enn erfiðara að ákveða en raforkunnar. Án þess  
að rökstyðja það nánar reikna ég, þegar um sölu til stóriðju er að ræða, með verðinu  
15,00 krónur á tonn af gufu, 150°C heitri úr borholum með 250°C botnhita. Eins og ég  
gerði, er ég ræddi um vatnsaflað, geng ég út frá því, að jarðhiti Íslands verði þjóðinni ekki  
að verulegri auðlind öðruvísi en að hann verði nýttur svo að segja allur í iðnaði af því tagi,  
sem ég nefni hér stóriðju, en þar er fyrst og fremst um ýmiskonar efnaiðju að ræða.

Til að vinna 1 tn af 150° heitri gufu úr borholum með 250° botnhita þarf um 1,5 Gcal.  
Söluverð 15,00 krónur á tonn af gufu samsvara því 10,00 kr/Gcal í jarðhita til framleiðslu  
gufunnar. Til samanburðar skal ég nefna, að innkaupsverð á olíu, sem notuð er til raforku-  
vinnslu í raforkuverum Danmerkur, var snemma á þessu ári rúmlega 60,00 kr. íslenskar á  
hverja Gcal, reiknað eftir þáverandi gengi íslensku krónunnar.

Ég sagði áðan, að áætla mætti, að jarðhiti Íslands gæti í fimmtíu ár látið árlega í té um  
70 milljónir Gcal, ef stuðst væri við tölur dr. Gunnars Bððvarssonar. Með 10,00 kr. verði  
á hverja Gcal gerir þetta í vergar heildartekjur af varmaorkusölu:

700.000.000, - kr/ári

Þetta er tæplega 3/10 hlutar af heildartekjum af sölu raforku til stóriðju frá vatnsafla lands-  
ins, eins og ég áætlaði þær áðan.

Hér er ekki reiknað með neinum tekjum af um það bil 35 milljóna Gcal, sem renna mundu árlega í burtu í 150°C heitu vatni, þegar gufan er unnin. Vafasamt er að þess verði kostur að nýta vatnið nema í smáum stíl, þótt gufan verði notuð og þar sem allar forsendur eru svo óvissar, ætla ég ekki að gera neina tilraun til að gizka á verðmæti heita vatnsins.

#### Söluverð þeirrar vöru, sem framleidd er með orkunni

Önnur viðmiðun eða ábending um verðmæti orkulindanna gæti verið sú, að athuga hvert er söluverðmæti þeirra afurða, sem unnin eru með orkunni.

Þegar um iðnað er að ræða, sem notar rafmagn aðeins sem hreyfiafl í vélarekstri, er orkan tíðum aðeins 1-2% af kostnaðarverði framleiðslunnar, og getur raunar orðið minna en það. Slíkur iðnaður er ekki viðkvæmur fyrir verði raforkunnar og ekki háður því, að mjög ódýr orka sé fáanleg. Hann kemur því ekki hér við sögu. Heldur er það aftur stóriðjan, álvinnsla og annar hliðstæður, orkufrekur iðnaður, sem við lítum á.

Með hliðsjón af álverksmiðjunni í Straumsvík, áætlunum um sjóefnavinnslu o.fl. telst mér svo til, að í svo lauslegum reikningi, sem ég hér er með, megi reikna, að útflutningsverð á afurðum þeirrar stóriðju, sem við hugsum okkur að nýti vatnsafl landsins, verði tífalt andvirði raforkunnar.

Niðurstaðan er þá sú, að við gizkum á að útflutningsverðmæti allrar þeirrar stóriðju, sem hugsanlega megi koma upp og reka við orku úr vatnsaflí Íslands sé 20-30 milljarðar króna.

Til samanburðar er þess að geta, að árið 1967 var heildarþjóðarframleiðsla íslensku þjóðarinnar um 24 milljarðar króna en útflutningur um 8 milljarðar.

Þegar hér er komið hugleiðingum okkar koma ýms ný atriði til yfirvegunar. Stofnkostnaður þeirra vatnsaflsvirkjana, sem við erum að ræða um, mundi verða að áætlast um tuttugu milljarðir króna, en stofnkostnaður allra verksmiðjumannvirkja stóriðjunnar allt að 50 milljarðum króna. Þjóðarauður Íslendinga er í dag talinn vera um 75 milljarðir króna.

Hér staldrar maður ósjálfrátt við, og spyr sjálfan sig, hvaða líkur séu til þess, að íslenska þjóðin muni geta komið upp, átt og rekið þau orku- og iðnaðarmannvirki, er um ræðir og áætlað er að kosti um 70 milljarða króna. Og ef svo er ekki, og t.d. iðjuverin verða að vera erlend fyrirtæki, svo sem við hina fyrstu byrjun, sem nú á sér stað í áliðnaði, hver verður þá afrakstur íslensku þjóðarinnar af hagnýtingu þeirrar náttúruauðlindar, sem hún hefur talið sig eiga í vatnsaflí landsins.

Þetta er eitt af rannsóknarverkefnum þeim, sem framundan eru varðandi hagnýtingu orkulindanna. Augljóst er, að á því er verulegur munur, hvort íslenska þjóðin á og rekur stóriðnaðinn, er nýtir vatnsaflíð eða ekki. Vitanlega mun afrakstur okkar Íslendinga vera töluverður, þótt við höfum ekki eignar- og umráðarétt að iðnaðarfyrirtækjunum og sá afrakstur getur orðið íslensku þjóðinni til verulegs hagsauka. Ef taka má mark af ummælum hins franska rithöfundar J. J. Servan-Schreiber í bók hans "Hin ameríska ögrun" er fullt útlit fyrir, að aðrar Evrópuþjóðir muni innan skamms verða í hliðstæðri aðstöðu að því, er tekur

til stóriðnaðar og annars stórreksturs í landi þeirra, eignar- og umráðaréttur yfir honum verði í höndum stórfyrirtækja Bandaríkja Norður-Ameríku, sem nú þegar hafa fengið í hendur verulegan hluta af nokkrum megingreinum iðnaðar og viðskipta ýmsra Evrópulanda, einkum innan Efnahagsbandalagsins. Ákvörðunarvaldið um framtíðarþróun í atvinnu- og efnahagslífi Evrópulandanna flytjist þá að töluverðu leyti til Ameríku. En velmegun og hagvöxtur Evrópulandanna verði farinn að byggjast svo mjög á þessum stórrekstri Ameríkana í Evrópu, að þjóðir álfunnar geti ekki, þótt þær vildu, með einhliða stjórnámálalegum aðgerðum, kippt í taumana, en þess að eiga á hættu stórfelldan afturkipp í efnahagslegri þróun einstakra landa og raunar, að líkindum, álfunnar í heild.

Ég mun ekki hætta mér út í að rekja nánar þjóðfélagsleg áhrif af rekstri stóriðju erlendra fyrirtækja í landinu. Það er verkefni hagvísindamanna og stjórnámálamanna, sem þurfa, að mínum dómi, að gera því hið fyrsta miklu betri skil, en gert hefur verið. En út frá takmörkuðum heimildum læt ég freistast til að reyna að gera mér einfalda mynd.

Ef hliðsjón er höfð af þeim samningum, sem gerðir hafa verið um byggingu og rekstur álverksmiðjunnar og orkusölu til hennar, virðist mega gizka á, að stóriðja erlendra fyrirtækja hérlendis kunni að skilja eftir í landinu í launum, sköttum og greiðslu fyrir orkuna upphæð, sem nemi um það bil 1/5 hluta útflutningsverðmæti verksmiðjuafurðanna, allt í erlendum gjaldeyri. Sú stóriðja, sem ég hef gert ráð fyrir að koma mætti upp við orku vatnsaflsins alls ætti þá að skilja þannig eftir í landinu 5 milljarða króna á ári. Líklegt er, að um 10.000 manns hefðu fulla atvinnu við iðjuverin og við orkuver og orkuveitu, sem sæi þeim fyrir orku.

Svarar þetta þá ekki til þess, að íslenska þjóðin kæmi sér upp orkuvinnslufyrirtæki, sem væri 20.000.000.000,- króna að stofnkostnaði, hefði 5.000.000.000,- króna brúttótekjur á ári og 10.000 manna starfslið?

### Samkeppni við aðra orkugjafa

Hinar innlendu orkulindir verða bæði beint og óbeint að keppa við orku frá erlendum orkugjöfum. Sú samkeppni fer harðnandi og líkur eru til þess, að raforka og varmi verði áður en langt um líður unnin úr kjarnorku með minni tilkostnaði, en við getum unnið raforkuna úr vatnsafli Íslands. Um það, hversu langt muni líða unz svo er komið, ríkir enn óvissa, en flestra spá er, að það kunni að verða innan tveggja áratuga héðan í frá.

Að því er bezt verður séð, mun hin ódýra kjarnorka aðeins fást frá mjög stórum orkuverum og vinnsla hennar ekki verða verulega ódýr eða hagkvæm, nema nýtt verði bæði varminn og raforkan, sem frá kjarnorkuverinu koma.

Þess er ekki að vænta að hér á landi muni í bráð verða þörf fyrir svo stórt raforku- og varmaver, að hagkvæmt verði að byggja það sem kjarnorkuver eða unnt að skapa hér heima markað fyrir orku frá svo stóru kjarnorkuveri. En framboð mjög ódýrrar raforku erlendis frá kjarnorkuverum mun að sjálfsögðu spilla eða taka með öllu fyrir skilyrði, sem annars kynnu að vera fyrir hendi, til að koma hér upp orkufrekri stóriðju til útflutnings. Verði kjarnorkuraforkan erlendis til muna ódýrari en raforka úr fallvötnum Íslands getur jafnvel að því komið í fjarlægari framtíð að hagkvæmara verði fyrir okkur að fá raforku um sæ-



streng erlendis frá, en að virkja fallvötnin.

Það yrði of langt mál að rekja ítarlega í þessu erindi, hver muni verða áhrif hinnar erlendu samkeppni í okkar orkumálum.

En eins og við horfir í dag, vakna ýmsar spurningar í huga manns þegar litið er fram á við. Verður sá hluti vatnsafls Íslands, sem að tveim áratugum liðnum er enn óvirkjaður, íslenzku þjóðinni verðlaus, vegna þess að ódýrari raforka fæst þá á annan hátt en með virkjun fallvatna? Getur það verið hagkvæmt, að virkja vatnsafl í stórum stíl fram til þess tíma? Verður þess nokkur kostur að tryggja á næstu tveim áratugum frambúðarmarkað fyrir orku slíkra stórvirkjana á Íslandi? Á hve lágu verði getum við á þeim markaði borið fram raforku frá stórvirkjunum okkar? Hve langan tíma mun það taka okkur að framkvæma þær rannsóknir og áætlunargerðir, sem veita svör við þessu? Mun að þeim rannsóknnum loknum og virkjunarframkvæmdum, sem þá taka við, enn verða kostur á kaupendum að orkunni?

Ljóst er, að það tvennt 1) hve ódýra raforku okkur tekst að vinna úr vatnsafl landsins, og 2) hve fljótt við höfum með rannsóknnum og áætlanagerðum lokið því að afla okkur nægilega öruggrar vitneskju um þetta, ræður verulega um líkur þess, að takast megi að nýta vatnsafl landsins að nokkru marki í náinni framtíð.

#### Rannsókn orkulindanna

Það vantar því miður ennþá töluvert á, að við höfum aflað okkur þeirrar þekkingar á orkulindum Íslands, sem við nauðsynlega þurfum á að halda til þess að geta boðið orku þeirra fram í skarpri samkeppni við aðra orkugjafa með öryggi þess, sem veit hann hefur góða og samkeppnishæfa vöru að bjóða.

Samkeppnisaðstaðan krefst þess af okkur, að við einbeitum okkur að því að finna hinar allra hagkvæmustu aðferðir, tilhögun og tækni við að virkja orkulindirnar til þess að orkan verði eins ódýr og frekast er unnt. Við munum þurfa að aðhæfa erlendar aðferðir við virkjun vatnsafls íslenzkum staðháttum, og vera viðbúinir að þróa að einhverju leyti nýja tækni til þess að ná hinum fullkomasta árangri.

Það gildir bæði um vatnsafl og jarðhitann, að vitneskja okkar um magn, framleiðslukostnað og gæði þeirrar orku, sem úr þeim má vinna, er enn að verulegu leyti í molum.

Enn vantar okkur auk annars að vita virkjunarkostnað í stórám landsins öðrum en Þjórsá og Hvítá með þeirri nákvæmni að talist geti fullnægjandi, er byrjunarathuganir og umræður um möguleika á stóriðju fara fram, og er þó jafnvel vitneskja okkar í þessu efni um suma hluta Þjórsár og Hvítár mjög takmörkuð. Ekki er rétt að láta við það sitja að hafa slíka vitneskju um Þjórsár-Hvítáarsvæðið eingöngu. Líklegt er, að í öðrum landshlutum, svo sem t. d. í Norðlendinga- og Austfirðingafjórðungi, séu fyrir hendi skilyrði til ódýrra stórvirkjana, sem ekki standa að baki ýmsum virkjunum sunnanlands til vinnslu orku fyrir stóriðju, en koma ekki til álita meðan vitneskja um virkjunarskilyrðin eru ófullnægjandi. Veruleg frestun á virkjunarrannsóknum í þeim landshlutum getur því orðið til þess að útiloka þá frá

hagnýtingu vatnsaflsins, þótt skilyrði væru góð frá náttúrunnar hendi.

Rannsóknir okkar á jarðhitnum eru því miður enn skemmra á veg komnar en á vatnsaflinu. Við styðjumst að mjög verulegu leyti við ágizkanir um magn hans og afkostagetu einstakra jarðhitasvæða. Við höfum enn ekki tileinkað okkur þá borunartækni, þá þekkingu og þjálfun, sem við þurfum að öðlast, áður en við förum að vinna gufu í stórum stíl fyrir stóriðju. Þær jarðboranir, sem framkvæmdar hafa verið á Íslandi til þessa, eru hverfandi smáar í samanburði við það, sem framundan er, ef til þess kemur, að við nýtum allan okkar jarðhita. Boranir fyrir þeim 70 milljónum tonna af gufu, sem ég áætlaði áðan að vinna megi á ári úr íslenskum jarðhita, munu ekki kosta minna en 3-4 milljarða króna, ef stofnkostnaðar-ágizkun mín um jarðhitamannvirkin er nærri lagi, en tölurnar eru í eðli sínu mjög óvissar.

Þær almennu rannsóknir á orkulindum landsins, sem við munum enn þurfa að framkvæma svo dæma megi með sæmilegu öryggi um möguleika þess að hagnýta orkuna í stóriðju, vildi ég kalla forrannsóknir.

Að því er tekur til vatnsaflsins er markmið slíkra forrannsókna t.d. (1) að ganga úr skugga um, að ekki séu á virkjunarstað neinar þær aðstæður, ergert gætu viðkomandi virkjun tæknilega eða fjárhagslega óframkvæmanlega, (2) að kanna hvernig heildarnýting tiltekins vatna-kerfis svo sem t.d. Þjórsár með þverám, verði bezt fyrir komið og (3) að gefa grófa hugmynd um virkjunarkostnað byggða á raunverulegum virkjunaraðstæðum, en ekki forsendum, sem menn gefa sér í bili eins og í frumáætlunum.

Ég nefni þetta forrannsóknir vegna þess, að í þeim felst alls ekki að gera neinar fullnaðar-áætlanir af mannvirkjum eða aðrar slíkar lokaathuganir fyrir framkvæmd virkjana eða byggingu iðjuvera. Engu að síður er hér um umfangsmiklar rannsóknir og athuganir að ræða, ef þær eiga að ná til alls þess vatnsafls og alls þess jarðhita, sem hugsanlegt er að nýta á þennan hátt.

Ég hef reynt að gera mér grein fyrir kostnaði af þessum forrannsóknum með því að styðjast við þær stofnkostnaðartölur, sem ég set fram í þessu erindi. Þær forrannsóknir á vatnsafl landsins, sem enn eru eftir, þar með talin tæknileg athugun þess, hver kostur muni vera að þrýsta niður virkjunarkostnaði, tel ég verða að áætla á einn til tvo hundraðshluta af væntanlegum stofnkostnaði virkjananna. Hins vegar mætti telja, að forrannsóknum væri nú þegar lokið á um það bil 1/5 hluta vatnsaflsins og er þá fyrst og fremst höfð í huga Búrfells-virkjunin og vissir virkjunarstaðir aðrir í Þjórsá og Hvítá. Forrannsóknir á jarðhita landsins verða hlutfallslega dýrari vegna þess, að við þær verður óhjákvæmilegt að framkvæma töliverðar gufuboranir. Hygg ég að traúðla verði komið af með minni rannsóknarkostnað en 3% af áætluðum stofnkostnaði jarðvarmavirkjananna.

Ég fæ þá :

	<u>Stofnkostnaður</u> Mkr.	<u>Forrannsóknir</u> % af stofnk.	<u>Mkr.</u>
Vatnsvirkjanir ( 4/5 hl. stofnk. )	16 000	1-2	240
Jarðvarmavirkjanir	7 000	3	210
Samtals	23 000	2	450

Ef við viljum stefna að því að taka orkulindir landsins í notkun á þeim skamma tíma, tveim áratugum eða svo, sem spáð er að taka muni kjarnorkuna að komast niður fyrir vatns-afsorkuna í verði, komumst við ekki hjá því að hraða þessum forrannsóknum orkulindanna. Lengri tíma en 8-10 ár megum við ekki ætla okkur til að ljúka þeim. Árlega þyrfti því að verja til þeirra ekki minna en 50 milljónum króna, ef mín mjög svo lauslega áætlun reynist rétt.

Samtímis þessu verða að sjálfsögðu að fara fram iðnaðarrannsóknir sérstaklega, en um það mun Baldur Líndal ræða í erindi sínu hér á eftir.

Þessar orku- og iðnaðarrannsóknir eru kostnaðarsamar, en hins vegar kann að vera eftir nokkru að seilast, ef árangur næst.

Hér er um margbreytilegar og fjölpættar rannsóknir að ræða, sem falla undir tæknivísindi, hagvísindi og margar greinir raunvísinda, svo sem t.d. jarðfræði, jarðeðlisfræði, efnafræði, straumfræði o. s. frv.

Við eigum nú orðið á að skipa hópi vel menntaðra tæknivísindamanna, hagfræðinga og raunvísindamanna á öllum sviðum, sem vel færir eru til að sinna slíkum rannsóknum.

Við Íslendingar höfum stært okkur af, að þetta land hafi um aldirnar byggt kjarkmikil þjóð, sem ekki gafst upp þótt á móti blési. Þrjúzkir og þrjár höfum við víst að minnsta kosti verið.

Nú eru einu sinni enn erfiðir tímar að skella yfir okkur. Er þar þó vonandi um smámuni að ræða hjá því sem forfeður okkar áttu oft við að stríða. En stjórnámálameð okkar í dag hvetja okkur þó til að bregðast karlmannlega við erfiðleikunum og snúa vörn upp í sókn.

Á slíkri stund sýnast mér orku- og iðnaðarrannsóknirnar vera verðugt verkefni að einbeita sér að, rannsóknir og athuganir, sem nú er greinilega aðkallandi þörf fyrir, ef þess á að vera von að orkulindir landsins verði íslenzku þjóðinni svo mikilvægar auðlindir, sem hún hefur látið sig dreyma um.

BALDUR LÍNDAL  
efnaverkfræðingur

IÐNAÐARMÁL - ÁSTAND OG HORFUR Á ÞRÓUN

Iðnaður er breitt og umfangsmikið starfssvið hjá öllum tækniþróuðum þjóðum. Samkvæmt skýrslum Efnahagsstofnunarinnar hér var 26,6% allrar vinnu þjóðarinnar varið á þeim vettvangi árið 1965, og þykir samt lágt, miðað við nágrannaþjóðir okkar.

Hér er iðnaði skipt niður í tvo flokka, þ.e. fiskiðnað og svo allan annan iðnað. Fiskiðnaðurinn tók til sín 9,5% alls vinnuafls þjóðarinnar 1965, en annar iðnaður 17,1%. Þessi þáttur í atvinnuskiptingunni, sem nefndur er annar iðnaður, er sá stærsti. Næst kemur þjónusta, þá verzlun, landbúnaður, byggingar, samgöngur, fiskiðnaður, fiskveiðar, og loks raforka og vatn. Til hægðarauka mun ég nota orðið iðnaður yfir það, sem hagskýrslurnar kalla annan iðnað, en fiskiðnaður var ræddur sérstaklega af Dr. Þórði Þorbjarnarsyni.

Það er eðlilegt að gera sér nokkra grein fyrir því, hvað þessi iðnaður er, sem tók til sín 12.800 mannaár 1965.

Orðið iðnaður er lauslega skilgreint þannig gagnvart hagskýrslum, að það taki til allrar meðferðar frumhráefnis, þangað til neytandinn tekur við því, utan þess sem eðlilega fellur undir aðra tiltekna liði í atvinnuskiptingunni, svo sem flutninga, geymslu og verzlun. Sviðið nær þannig til margra almennra starfa, handverks og verksmiðjuiðnaðar, og einnig til viðgerða. Merkingin er þannig miklu víðari en sú, sem lögð er í orðið í daglegu máli, og engar haldgóðar skýrslur munu vera fyrir hendi um allt það, sem miðað er við.

Efnahagsstofnunin hefir hins vegar góðfúslega látið mér í té skýrslu um skiptingu mannaára í helztu greinum iðnaðarins árin 1964-'67. Nær hún til 10,8% alls unnins tíma árið 1965, sem eru um 8000 mannaár.

---

Erindi flutt á ráðstefnu Vísindafélags Íslands  
í nóvember 1968.

Langstærsti liðurinn þarna er málmsmíði, sem nemur 2,9%. Skipasmíðar nema 0,7%, og kaðla-, færa-, línu-, neta- og nótagerð 0,5%. Þessi starfsemi er mikið tengd sjávarútveginum.

Tiltekin vinnsla, sem nær mest til landbúnaðarafurða, svo sem mjólkurvinnsla, er 0,5%, spuni, vefnaður, þrjónles og sýtun, nemur svo 0,9%.

Fatagerð nær til 1,2%, húsgagnasmíði 1,0%, innréttingasmíði 0,7%, sælgætis- og gosdrykkjagerð 0,6%, ýmis matarframleiðsla, að mestu úr innfluttu hráefni, 0,3%, kemiskur iðnaður, þar meðal sement og áburður, 0,7%, raftækjasmíði og viðgerðir 0,5%, og annað 0,4%.

En fleira er vert að aðgæta í sambandi við þennan iðnað, sem einnig kemur í ljós af skýrslum Efnahagsstofnunarinnar. Árið 1910 var hlutdeild hans í þjóðarvinnuframlagi aðeins ríflega 5%, og það hækkar lítið þangað til 1930, þegar það var ríflega 7%. Næstu 20 ár verður mjög ör breyting, og þetta er komið upp í 16% árið 1950. Hins vegar er breytingin lítil eftir það, og hlutdeildin var 17% 1965.

Flestir munu túlka þetta þannig, að á árunum 1930-50 hafi átt sér stað nokkurs konar iðnbylting hér á landi. Þessi framleiðsla, sem þá reis upp, hafði þann megintilgang að spara innflutning og búa að sínu. Stríðsárin ýttu mjög undir þá stefnu. Hin stóru átök, sem þetta leiddi til, komu fram í byggingu áburðarverksmiðjunnar og sementsverksmiðjunnar. En hinn takmarkaði íslenski markaður fyrir samkeppnishæfar iðnaðarvörur mettaðist fljótt, og árin 1955 til '65 munu sennilega helst verða talin aðlögunarár. Alla vega er víst, að með næstu stóráttökum á sviði þessa iðnaðar, sem koma nú fram kísilgúrverksmiðjunni og aluminium-verksmiðjunni, er stefnt inn á gjörólíkt svið, þ.e. inn á markaði erlendis. Hvort sú nýja stefna leiðir af sér aðra iðnbyltingu er enn á huldu.

Eitt virðist þó nokkuð öruggt út frá spám Efnahagsstofnunarinnar um atvinnuskiptingu í framtíðinni og þjóðarfjölgun, að mannaflí ætti að vera fyrir hendi til mikilla athafna á því sviði. En spurningin, sem við veltum fyrir okkur í bili, er miklu fremur, hvaða grundvöllur sé tiltækur og tryggur sem undirstaða meiri iðnaðar og hvaða iðnað á að byggja upp, sem hefir útflutning að höfuðmarkmiði.

### Náttúruauðlindirnar

Við höfum lengi vitað um óyggjandi náttúruauðlindir hér, sem hafa iðnaðarþýðingu, og sumar eru þegar í notkun að einhverju leyti. Veigamest þeirra eru vatnsafl, jarðhiti og líka ákveðin hráefni. Í þessu sambandi er þó vert að minna á skilgreininguna á orðinu náttúruauðlind, en hún er þessi:

Náttúruauðlind er hvert það efni, sem er nýtilegt fyrir manninn í umhverfinu. Hvaða efni sem er, á eða í jörðinni, í höfunum og í loftinu, sem getur öðlazzt þýðingu efnahagslega, getur orðið náttúruauðlind. Til þess að eitthvað sé nægilega hagnýtt fyrir manninn til að teljast auðlind, verður það að fullnægja vissum skilyrðum, og meðal þeirra er það, að maðurinn verður að hafa þróað færni sína svo mikið, að hann geti nýtt þær auðlindir, sem hann hefði annars.

Vísindin eru þannig stöðugt að skapa sér nýjar auðlindir, og stundum tortímast þær eldri með tilkomu hinna nýju. Á meðal nýrra auðlinda hér má meðal annars telja jarðhitann og nokkur jarðefni, og það er mjög athyglisvert við jarðhitann, að eiginleg tilkoma hans sem náttúruauðlindar er litlu eldri en uranium til atómorku. Hins vegar er vatnsorkan sú auðlind, sem telja má meðal hinna elztu og staðföstustu allra þeirra, sem hníga að iðnaði.

En viðvíkjandi öllum auðlindum vitum við í rauninni aðeins það, hvort hún er það í raun í dag. Út frá þeirri staðreynd er svo hægt að fikra sig áfram varðandi gildi hennar nokkur ár eða í hæsta lagi nokkra tugi ára fram í tímann. Hættan á, að slíkir möguleikar fari forgörðum, nema þeir séu nýttir í tíma, er mikil nú, og mun fara vaxandi sökum meiri hraða í tilkomu nýjunga. En á móti því kemur svo, að nýjar auðlindir skjóta upp kollinum líka.

Ég mun víkja nokkrum orðum að því, hvers konar iðnaður er helzt hugsanlegur nú í sambandi við þær náttúruauðlindir, sem við nú teljum helztar. Ég mun skipta þessu niður í eina fjóra flokka, eftir því hvert er meginundirstöðuatriði hér.

### Raforkuiðnaður

Þann iðnað, sem byggir á raforku, má gjarnan kalla raforkuiðnað. Þar verkar raforkan hliðstætt og hráefni gera, og verð á henni er því beint undirstöðuatriði.

Raforkuiðnaður einkennist þá fyrst og fremst af því, að notuð er mikil raforka á hverja þungaeiningu afurðar, og að mikið er framleitt af afurðinni í sama iðjuveri. Þessi iðnaður er þannig óhjákvæmilega það, sem við höfum kallað stóriðju hér á landi.

Sá flokkur iðnaðar, sem nú kemur til álita á þessu sviði, og helzt telst hreinn raforkuiðnaður, er ekki ýkja stór. Helzt mætti nefna aluminium, silisfúrn og fosfór, og svo nokkur efni, sem framleidd eru úr jarðolíu.

Raforkuþörf þessara afurða liggur yfirleitt á milli 10 og 20.000 kWh í tonnið.

Miðað við það magn, sem nauðsynlegt er að framleiða á einum stað af þessum vörum, höfum við hverfandi lítinn markað heima fyrir. Svona framleiðsla er því nær eingöngu útflutningsvara, sem verður að vera samkeppnisfær að verði og gæðum í hinum stóru iðnaðarlöndum, sem nota vöruna. Þannig verður aðstaða okkar til þess að framleiða þessar vörur og koma þeim á markaðinn að vera jöfn eða betri en þeirra til að framleiða þær heima fyrir. Sé raforkan þannig hinn ákvarðandi þáttur í framleiðslukostnaði, þarf hún að kosta minna hér en á markaðssvæðinu. Enda hefur hún sem betur fer gert það.

Sé litið á málið frá þessum grundvelli, er það minnsta, sem þarf að koma til fjárhagslega umfram markaðssvæðið, greiðsla á flutningskostnaði á afurðinni út. Sé miðað við vöru, sem væri góð í flutningi og þann mismun á raforkuverði, sem nú er almennt álitinn mögulegur, svarar þessi flutningskostnaður til eins fjórða þessa mismunar.

Fleira kemur þó til, og ber fyrst að nefna kostnað við flutning á hráefni og rekstrarvörum til landsins. Til dæmis er oft svo í þessum greinum að flytja þarf að sér hráefni og rekstrarvörur, sem nemur 3-4 tonnum á hvert tonn unninnar vöru. Hins vegar getur þar staðið svo á, að umframkostnaðurinn sé ekki ýkja hár og svari ekki til mikið meira en flutningskostnaðar á einu tonni af fullunninni vöru, eða öðrum einum fjórða af verðmismun. Eftir eru þá helmingur. Til þess að gera sér nánar grein fyrir, hvað það þýðir, er þægilegt að nota verð hins framleidda efnis sem viðmiðun, og kemur þá í ljós að það, sem eftir er, samsvarar kannske um 3% af söluverði vörunnar.

Lækkir raforkuverðmismunurinn um helming, annað hvort vegna innlendra aðstæðna eða betri kjara í raforku erlendis, er mismunurinn kannske enginn. Svigrúm til þess að mæta teljandi öðrum kostnaði, sem sem innflutningstollum erlendis, er mjög lítið.

Enda þótt þessi iðnaður, sem byggist á einni innlendri auðlind, hafi þannig lítið grundvallarsvigrúm, hefir hann augljósa möguleika til að dafna. Kemur þar fyrst til, að hann er þegar í uppsiglingu, og það annað hvað langt við erum, þrátt fyrir allt, komnir í undirbúningi virkjana.

### Jarðhitaiðnaður

Gufunotkun í sumum iðnaði er það mikil, að hún er höfuðatriði, alveg eins og raforkan er á sinn hátt. Með tilliti til jarðgufunnar og hins lága framleiðslukostnaðar á henni, gætum við vel hugsað okkur nokkuð, sem kalla mætti hreinan jarðhitaiðnað. Nokkrar athuganir í þá átt hafa farið fram hér, og mætti þá nefna vinnslu alumíníumoxíðs úr innfluttu bauxíti og einnig vinnslu þungavatns.

Í fyrra tilfellinu breyttist tæknin okkur í óhag, áður en við gátum notfært okkur þennan möguleika, og í seinna tilfellinu hefir enn ekki verið unnt að koma framkvæmdum á, hvað sem seinna verður.

### Hráefnaiðnaður

Til er líka iðnaður, sem kalla má hreinan hráefnaiðnað. Sú er raunin með fiskiðnaðinn, sem hefir svo mikla þýðingu fyrir okkur. Ennfremur má nefna ullar- og skinnaiðnað, sem hvort tveggja hefir þróað mjög ört á síðari árum. Vinnsla á biksteini myndi t.d. líka falla undir þennan flokk, og nokkrar horfur eru á, að það takist að koma honum á markað í sambandi við kísilgúrvinnsluna við Mývatn.

### Iðnaður fleiri samverkandi grundvallaratriða.

Nú er komið að iðnaði, sem byggist á fleiri samverkandi grundvallaratriðum.

Það er augljóst, að framleiðslugrein, sem byggist á tveimur eða fleiri náttúruauðlindum, getur að öðru jöfnu staðið sig betur en sú, sem styðst við einskorðaða undirstöðu. Slíkt fyrirkomulag er þegar í framkvæmd hér í einu tilviki, og verið er að reyna fyrir sér á öðru viðtakara sviði nú.



Kísilgúrvinnslan við Mývatn er grundvölluð á tveimur frumpáttum, þ.e. nýtilegu hráefni og jarðgufu. Segja má, að gufan þjóni þarna tvennu hlutverki. Í fyrsta lagi gefur hún þann varma, sem venjulega þarf til þurrkunar annars staðar, sem kalla mætti grundvallarorku. Í öðru lagi gefur hún þann varma, sem þarf umfram það sem venjulegt er, og stafar af því að gúrin er mun blautari en venja er til. Gufan verkar þannig bæði sem frumpáttur og sem nýtingarhvöt fyrir hráefni, sem í eðli sínu hefir neikvæðan þátt. En samt er útkoman jákvæð, að því er varðar orkukostnað við þurrkun, vegna þess hve ódýr gufan er. Hinn frumpátturinn eru gæði efnisins, sem gerir afurðina samkeppnishæfa við aðra, sem þarf að flytja miklum mun lengra til markaðsins. Það er út af fyrir sig, mun svara til nálægt 10% af útflutningsverðmæti.

Nú hefir hafizt athugun á öðrum iðnaði hér, sem byggist á fleiri grundvallaratriðum og raunar öllum þeim þremur, sem mestu máli skipta raforku, jarðgufu og hráefnum.

Hugmyndin þar er að ná umbreyttum, heitum sjó með borunum á Reykjanesi og vinna úr honum ýms sölt og bróm. Nokkrar líkur eru til þess, að með hjálp jarðgufunnar, sem fæst með hinum umbreytta sjó, megi vinna þarna salt við verði, sem er sambærilegt við það, sem mjög lágt gerist annars staðar, og þá hugsanlega með lægra verði en salt er fáanlegt fyrir á aðalmarkaðssvæðum íslenzkrar iðnaðarvöru. Önnur sölt, svo sem kalsíum klóríð og kalsíum klóríð, sem þessi umbreytti sjór er mjög ríkur af, eiga einnig mikinn þátt í þessum hugsanlega möguleika. Ef okkur tekst þetta, öðlumst við veigamikil hráefni, sem hafa verulega jákvæða verkun.

Með því að hagnýta sér einnig venjulegan sjó og skeljasand, hefir síðan komið fram ákveðin hugmynd um framleiðslu á magnesíum og fleiri efna með saltinu. Valin hefir verið aðferð til athugunar, sem getur nýtt jarðgufu í miklum mæli, ásamt hinni sjálfsögðu raforku til magnesíum-vinnslunnar. Sé gert ráð fyrir, að magnesíum og einnig hliðarefni þess, sem eru klór og sódi, séu flutt út, gefur orkan þarna samt um 20% ávinning í magnesíumverði, miðað við núverandi verðlag á orku á markaðssvæðunum. Hér myndi ég telja góðan möguleika um framgang mála, þrátt fyrir harðnandi samkeppni, og jafnvel þótt svo færi, að við mættum meiri tæknilegum örðugleikum en nú er reiknað með.

Í beinu sambandi við þetta mál fer svo fram athugun á framleiðslu, sem hefir hliðstæðan grunn, svo sem natríummálms og alkali-klórata.

Af þeim efnum, sem þarna koma fram, hefir klór einna mesta möguleika til frekari vinnslu hér innanlands. Nokkuð margir hugsanlegir möguleikar eru þar fyrir hendi, en sá veigamesti er að nota það til framleiðslu á polyvínýlplasti eða forsamböndum þess, sem þá er hins vegar byggt á olfu og raforku. Á þann hátt gæti sjóefnaiðjan, eins og við höfum kallað þessa efnavinnslu, möguleika almennt, einnig haft nokkur áhrif á aðstöðu til byggingar á olfuhreinsunarstöð hér, en á því sviði útaffyrir sig, hafa verið gerðar töluverðar athuganir á síðari árum hér.

Sú hugmynd hefir einnig komið fram að framleiða klór og víttissóða úr salti frá Reykjanesi. Þá myndi víttissóðinn fluttur út, en klór notað á hliðstæðan hátt og í fyrri tilfellingunni.

Ég held, að það sé í þessa átt, sem við ættum að leita fyrir okkur á fleiri sviðum, og þá sérstaklega í því skyni að öðlast hráefni, sem má vinna frekar með raforku. Innflutningur á hráefnum í því skyni er að öllum jafnaði eitthvað neikvæður þáttur, eins og skýrt hefir verið, og vald yfir grunnhráefnum hefir vaxandi þýðingu gagnvart því, að þjóðir geti lagt stund á vinnslu þeirra. Eins og þegar hefir komið í ljós, gildir hér oft ekkert klassískt mat á jarðefnum í iðnaðarskyni. Jarðhitinn hefir raskað öllu slíku, og mun efalltíð gera það ennþá frekar í framtíðinni.

### Framtíðarverkefni

Nú hefi ég rætt töluvert um hvers eðlis sá iðnaður er, sem helzt hefir verið talinn koma til álita, og þó stiklað þar á stóru. Margt á líka eftir að koma í ljós, svo að það er ástæðulaust að fara lengra út í þá sálma hér. Við skulum heldur rétt líta á, hvert umfang þess iðnaðar væri, sem nýtti náttúruauðlindirnar að einhverju töluverðu leyti.

Tiltækilegt vatnsafl er talið nema um 17 terawattstundum á ári, að frá-dreginniraforku til almenningsþarfa. Þegar tekið er til hliðsjónar, að 66.000 tonna alumínium-verksmiðja í Straumsvík tekur eina terawattstund og öll núverandi rafmagnsnotkun í landinu er 0,7 terawattstundir, verður ljóst, hvert umfangið er. Þegar þar við bætist nýting á varma frá jarðgufusvæðunum, sem vel gæti numið sem svarar til margra milljóna tonna af olfu á ári, kemur umfangið enn betur í ljós.

Þetta samsvarar þá raforkuiðnaði, sem svarar til nærri einnar fullbyggðrar Straumsvíkur-verksmiðju á hverju ári í næstu 20 ár, ásamt með verulegum öðrum iðnaði í sambandi við jarðhitann og það annað sem tiltækilegt er. Þetta myndi leiða til um einnar milljónar tonna af aluminium á ári, eða 15% núverandi heimsframleiðslu. Ef við svo hugsum til magnesíum, svarar þetta til þrefaldrar heimsframleiðslunnar á þeim málmi, ásamt með þeim varma, sem til þarf. Slíkt er þá umfangið.

En viðhorfin til slíkra mála hér hafa breytt mjög verulega með tilkomu þeirra stórframkvæmda, sem nú eru á döfnni. Og þau eiga eftir að breytast ört í náinni framtíð. Ég er ekki viss um, að seinna meir verði litið á það sem mikla goðgá, þótt minnzt sé á, hvort ekki sé tímabært að líta nánar á uppbyggingarmöguleik okkar á þessu iðnaðarsviði sem heild - segjum næstu 10-20 ár.

Slík allsherjarathugun myndi leiða margt í ljós, sem er bráðnauðsynlegt fyrir þjóðina að vita, svo sem:

- 1) Hvað mikilli framleiðslu má ná, ef einhver tiltekinn hluti af vatnsaflinu væri nýttur.
- 2) Hvers má vænta af jarðhitnum.
- 3) Hver eru hráefnin og hvar.
- 4) Hvort sé tiltækilegt eða áætlað vinnuafli á hverjum tíma.
- 5) Hvaða samhengi sé milli tiltekinna framkvæmda, að því er varðar náttúruauðlindir og að því er varðar sölumöguleika á afurðum.
- 6) Hvaða fjárfestingu þetta leiðir af sér.
- 7) Hvar markaðirnir eru, og loks
- 8) einhvern ramma um framgang mála, sem þó ætti að vera mjög sveigjanlegur.

Kostur allsherjarathugunar er meðal annars sá, að hún myndi leiða í ljós, hve gloppóttar þær athuganir eru, sem fram að þessu hafa verið gerðar á hagnýtingarsviðinu, auk þess sem hún myndi leiða í ljós, hvert umfang væri yfirleitt hugsanlegt.

Hitt er líka þegar ljóst, að arður þjóðarinnar af þessum auðlindum er mjög háður því, að við getum tvinnað þær saman og getum séð með nokkrum fyrirvara, hvaða rannsóknir eru nauðsynlegastar á hverjum tíma.

Mér blandast ekki hugur um, að hér sé að finna eitt meginverkefni íslenskra vísindamanna í framtíðinni, og að hér muni þekkingin lyfta því Grettistaki sem þörf er nú á.

Jakob Björnsson, deildarverkfræðingur og Gunnar Ámundason, verkfræðingur:

Um notkun raforku til húshitunar á  
Suðvesturlandi í framtíðinni

1. Almenn um rafhitun húsa

1.1 Inngangur. Margt hefur verið rætt um hitun húsa með raforku á undanfórnum árum, og það mál, eins og húshitun almennt, er sífellt ofarlega á baugi. Er það að vonum þar eð nálægt helmingur allrar orkunotkunar þjóðarinnar fer til að hita húsrými.

Að okkar dómi hefur þó skort mjög á það í þessum umræðum, að vandamálið væri nægjanlega skilgreint, og er það ekki einsdæmi í umræðum hér á landi. Talað hefur verið um húshitun með raforku án nánari tilgreiningar, rétt eins og um eina, samkynja notkun væri að ræða. Langt er þó frá að svo sé, og málið er í eðli sínu flókið og yfingripsmikið. Því er lítt vænlegt til árangurs að ræða það þannig sem eina heild, heldur virðist okkur álitlegra og raunar nauðsynlegt að greina það í sundur; taka síðan hvern hluta um sig til athugunar, og fá síðan heildarniðurstöðuna fram með því að setja saman niðurstöður úr hinum einstöku hlutum sem málið er greint í.

Hér er þó enganvegin aðtlunin að fara alla þessa leið, heldur verður látið nægja að benda á hvernig greina má viðfangsefnið í sundur og síðan tekinn fyrir einn þáttur, og skýrt frá nokkrum athugunum sem gerðar hafa verið á Raforkudeild Orkustofnunar nú nýlega honum viðvíkjandi.

1.2 Notkunarhættir raforku til húshitunar

Húshitun með raforku má greina sundur á margvíslegan hátt og eftir mörgum sjónarmiðum. Sú greining sem hér er dregið á, og er engan veginn sú eina mögulega, byggir á því (1) hvernig raforkan er hagnýtt og (2) hverskonar húsrými er hitað. Hún er á margan hátt eðlileg frá sjónarmiði raforkuiðnaðarins, þar eð hún greinir jafnframt milli mismunandi markaða fyrir rafhitun.

Greiningin er á þessa leið:

1. Aðalhitun með raforku

1.1 Hús í byggingu eða óbyggð ("ný" hús)

1.1.1 Einbýlishús í þéttbýli

1.1.2 Raðhús

1.1.3 Fjölbýlishús

1.1.4 Hús í dreifbýli

## 1.2 Hús, sem þegar er lokið ("eldri" hús)

### 1.2.1 í þéttbýli

### 1.2.2 í Dreifbýli

## 2. Hjálparhitun með raforku

### 2.1 Til að spara aðalorkugjafa (t.d. olíu)

#### 2.1.1 Hús í þéttbýli

#### 2.1.2 Hús í dreifbýli

### 2.2 Sem varahitun, ef aðalorkugjafi bregst

Í fyrri aðalflokknum, aðalhitun með raforku, er raforkan annaðhvort eini orkugjafinn, eða a.m.k. sá sem treyst er á við venjulegar kringumstæður. Í síðari flokknum er aðalorkugjafinn annar en raforka, t.d. olía.

Þessir tveir meginflokkar mynda tvennskonar markað fyrir raforkuna. Hægt er að selja raforku við herra verði sem aðalorkugjafa, en kröfurnar á hendur framleiðanda og dreifanda eru jafnframt meiri, þar er raforkan er þá sá hitagjafi, sem að jafnaði er treyst á. Sem aðalorkugjafa til húshitunar má selja raforkuna eins hátt og þann orkugjafa sem við hana keppir, og jafnvel nokkru herra, sökum (1) lægri stofnkostnaðar rafhitunarkerfa en annarra hitunarkerfa; (2) sparnaðar í byggingu hússins (á aðeins við um ný hús); (3) auðveldleika raforkunnar í stýringu og annarra þæginda og (4) - a.m.k. sumsstaðar - vegna þess að menn líta á rafhitað hús sem stöðutákn og eru tilbúnir að greiða fyrir það tákn. Sé raforkan notuð sem hjálparorka verður verðið að jafnaði að vera mun lægra en sem aðalorkugjafa, sökum þess að þau atriði sem nú voru talin koma þá ekki til. Á hinn bóginn eru kröfur notandans á hendur raforkuiðnaðinum þá jafnframt minni. Ætla má, að sem hjálparorka verði raforkan að seljast nokkrum mun ódýrara en aðalorkugjafinn, þar eð sparnaðurinn af notkun hennar verður a.m.k. að standa undir stofnkostnaði á auka-hitunarbúnaði notandands vegna rafhitunarinnar, og helzt nokkru betur.

## 1.3 Samkeppnisaðstaða raforkunnar til húshitunar

Þau atriði, sem nú voru talin lýsa samkeppnisaðstöðu raforkunnar til húshitunar gagnvart öðrum hitagjöfum. Afar mikilvægt er fyrir raforkuiðnaðinn að þekkja þessa samkeppnisaðstöðu og raunar ekki bara fyrir hann; allar umræður um húshitun með raforku hljóta að vera meira og minna í lausu lofti á meðan þessi samkeppnisaðstaða er óljós eða óþekkt. Því miður er þetta mjög lítið rannsakað mál hér á landi enn. Vitað er þó að samkeppnisaðstaðan er mismunandi eftir húsategundum (einbýlishús; raðhús; fjölbýlishús); þéttleika byggðar (þéttbýli; dreifbýli); einangrun húsanna, o.fl. þ.e. þeim atriðum sem lögð voru til grundvallar í greiningunni hér að framan.

Nýlega hefur Gísli Jónsson rafveitustjóri í Hafnarfirði athugað hitunarkostnað nýrra einbýlishúsa þar í bæ með raforku og olfu (aðalhitun með raforku). Var niðurstaðan sú, að raforkan mætti kosta allt að 54 aur/kWh (verðlag fyrir síðustu gengisfellingu) án þess að rafhitun yrði dýrari en olfuhitun. Enn sem komið er hefur samskonar samanburður ekki verið gerður fyrir (1) raðhús; (2) fjölbýlishús; (3) sveitabýli, og er þó slíkar samanburður mjög nauðsynlegur. Einnig væri nauðsynlegt að bera saman kostnað við hitun einbýlis- rað- og fjölbýlishúsa með jarðvarma og raforku.

Þótt hér sé rætt um samkeppni og samkeppnisaðstöðu raforku og annarra hitagjafa táknar það ekki endilega að ávallt sé um raunverulega samkeppni að ræða í öllum tilvikum. Samkeppnin er hins vegar að okkar dómi mjög hentugt vinnulíkan við rannsókn á húshitunarmálum, og orðið er fremur notað í því sambandi hér. Stundum er rafhitun t.d. talið það til gildis gagnvart fjarhitun með jarðhita, að þá megi komast af með eitt dreifingarkerfi fyrir orku í stað tveggja. Slíkt er þó ekki kostur í sjálfu sér; spurningin er með hvorum hættinum hitunin verður ódýrari. Ef samkeppnisaðstaða hvors um sig, raforku og jarðhita, er rannsökuð samvirkusamlega kemur það af sjálfu sér raforkunni til góða, að með rafhitun þarf einungis að styrkja rafkerfið, en með jarðvarmahitun þarf að leggja sérstakt dreifikerfi. Kerfin koma því sjálfkrafa inn í dæmið, og engin þörf á að ræða sérstaklega á eftir hvort æskilegra sé að hafa tvö dreifikerfi en eitt, enda erfitt að meta það út af fyrir sig.

Öruggt má telja að samkeppnisaðstaða raforkunnar til húshitunar sé betri í "nýjum húsum", þ.e. húsum, sem verið er að byggja eða ekki er byrjað á, en hinum, sem lokið er við. Hin fyrri er hægt að skipuleggja með rafhitun fyrir augum, og spara þannig mismuninn á stofnkostnaði rafhitunarkerfa og annarra hitunarkerfa; skorstein; kyndiklefa o.fl. og tryggja minni hitunarþörf með bættri einangrun o.s.frv. Og það má skipuleggja heil hverfi, ekki bara einstök hús, með rafhitun fyrir augum og miða rafdreifikerfið þegar í upphafi við rafhitun. En í öllum samanburði á hitunaraðferðum verður að gæta þess mjög vandlega að allar kostnaðarbreytingar, á hvorn veginn sem þær ganga, t.d. sparaður kyndiklefi; dýrari einangrun; dýrar rafdreifikerfi, en aðeins eitt orkudreifikerfi í stað tveggja, komi með í útreikningana á samkeppnisaðstöðunni.

Yfirleitt má ætla að auðunnasti markaðurinn fyrir rafhitun sé hitun nýrra einbýlis- og raðhúsa. Athugun Gísla, sem vikið var að, bendir til að við hitun nýrra einbýlishúsa hafi rafhitunin mjög góða samkeppnisaðstöðu.

Miklu meiri óvissa ríkir um aðstöðu rafhitunarinnar í hitun eldri húsa, sem þegar hafa annað hitunarkerfi og ekki eru gerð með neinni hliðsjón af rafhitun, t.d. varðandi einangrun. Margir benda þó á að hér eigi rafhitunin möguleika t.d. er endurnýja þarf gömul hitunarkerfi hvort eð er. Sömuleiðis ríkir enn afar mikil óvissa um samkeppnisaðstöðu raforkunnar gagnvart jarðvarma, bæði í nýjum húsum og eldri húsum. Ætla má þó að það sé í nýjum einbýlishúsum og kannske raðhúsum sem staða raforkunnar er sterkust, einnig gagnvart jarðvarmanum.

Dreifbýlið er kafli fyrir sig. Þar er yfirleitt ekki um samkeppni við jarðvarma að ræða heldur einungis olíu. Sparnaður á olíu er verðmætari í sveitum vegna hærri flutningskostnaðar og hættu á samgöngutruflunum, en verðjöfnun sú sem haldið er uppi á olíu dregur þó úr þessu frá einkahagssjónarmiði notandans, þótt mismunurinn sé til staðar frá þjóðhagslegu sjónarmiði eftir sem áður. Sama verðjöfnun gerir samkeppnisaðstöðu olíunnar í þéttbýli hins vegar lakari, frá einkahagssjónarmiði. Gagnvart raforkuiðnaðinum skiptir einkahagssjónarmið notandans meginmáli er meta skal samkeppnisaðstöðu raforkunnar. En raforkuiðnaðurinn ætti ekki að reikna með að olíufélögin eftirláti honum hitunarmarkaðinn mótþróaust. Markmiðinu með verðjöfnun olíunnar má ná eftir öðrum leiðum, og rétt er fyrir raforkuiðnaðinn að reikna með því sem möguleika að hún verði afnumin vegna þrýstings frá olíufélögunum ef þeim finnst aðstöðu sinni stefnt í tvískygu á húshitunarmarkaðinum.

Framangreindar hugleiðingar eiga fyrst og fremst við um aðalhitun með raforku. Hjálparhitun með raforku er markaður fyrir sig, sem er að heita má ekkert nýttur enn þá hér á landi, enda var hann lítil til skamms tíma. Með tilkomu sjálfvirkra olíukynditækja opnast hins vegar möguleikar á að skipta milli raforku og olíu á alsjálfvirkan hátt án þess að notandinn hafi hugmynd um hvenær hann notar hvorn orkugjafa um sig. Þetta má gera úr fjarlægð, t.d. frá álagsstjórnstöð rafveitu gegnum álagsstýringarkerfi og jafnvel án þess að maður komi þar nærri. Raforkuiðnaðurinn þarf hér ekki að leggja í annan kostnað en stýringarkerfið. Hins vegar hefur rafhitun á þennan hátt varla nokkuð annað sér til ágætis frá sjónarmiði notandans en lægra verð og í einhvern aukakostnað verður hann að leggja vegna hennar. Hér skiptir því sjálft orkuverðið meginmáli um samkeppnisaðstöðu raforkunnar, þ.e. um möguleika hennar til að komast inn á markaðinn yfirleitt. Lítil sem enginn munur á því hvort um ný hús eða gömul er að ræða; þar á móti er eða ætti að vera nokkur munur í þessu tilliti á dreifbýli og þéttbýli. Hjálparhitun ætti að eiga auðveldara uppdráttar í dreifbýli. Þar eð munurinn er lítil á gömlum húsum og nýjum, þegar



um hjálparhitun er að ræða er sjálfur hitunarmarkaðurinn sem raforkan keppir á til muna stærri en þegar raforka er aðalhitagjafinn. Hins vegar nær raforkan ekki nema hluta sölunnar. Samt mun mega gera ráð fyrir að hjálparhitunarmarkaðurinn sé allstór hér á landi, og er hér um athyglisvert mál að ræða fyrir raforkuiðnaðinn. En vert er að vekja athygli á því að hjálparhitunarmarkaðnum gilda allt aðrar aðstæður varðandi samkeppnisaðstöðu raforkunnar en á aðalhitunarmarkaðnum, svo sem reynt hefur verið að sýna fram á hér að framan. Hér er því í raun og sannleika um tvennskonar markaði að ræða.

## 2. Markaður fyrir aðalhitun húsa með raforku á Suðvesturlandi á næstu 15 árum

### 2.1 Inngangur

Til þess að gera sér nokkra - takmarkaða að vísu - grein fyrir áhrifum húshitunar með raforku á heildarnotkun raforku og þar með á þróun raforkuiðnaðarins í framtíðinni tók Raforkudeild sér fyrir hendur á s.l. hausti að kanna hversu mikla raforku þyrfti til að hita öll nýbyggð íbúðarhús á Suðvesturlandi, þ.e. frá Borgarfirði til Víkur í Mýrdal á tímabilinu 1968-1983. Tekin voru fyrir nýbyggð íbúðarhús einvörðungu vegna þess að þau virðast líklegasti markaðurinn fyrir aðalhitun með raforku. Tekið skal aftur fram, að hér er aðeins tekinn til meðferðar örlítill hluti hins margþætta vandamáls sem heitir húshitun með raforku. Tilgangurinn er fyrst og fremst sá að gera sér grein fyrir vissum stærðarhlutföllum. Jafnframt er haft í huga að þetta geti verið upphafið á stærra verki.

Ástæðan til þess að tímabilið til 1983 var valið er sú, að Aðalskipulag Reykjavíkur nær til þess tíma.

Leitað var til Efnahagsstofnunar um mannfjöldaspá fyrir tímabilið, og til skipulagsyfirvalda um upplýsingar um væntanlegar íbúðahúsabyggingar og áætlaða skiptingu þeirra í einbýlis- rað- og fjölbýlishús. Reyndin varð sú, að skipulagsmálum virðist skemmra á veg komið en við hügðum og enda þótt skipulagsyfirvöld tækju málaleitan okkar mjög vel og vinsamlega gátu þau ekki látið okkur í té nema takmarkaðar upplýsingar. Meðan svo er hlýtur að verða örðugt um vik um allar framtíðaráætlanir um húshitun með raforku.

Gert var ráð fyrir að um hitun nýrra húsa með rafmagni yrði eingöngu að ræða á Reykjavíkursvæðinu, a.m.k. svo nokkru nemi. Var þar í fyrsta lagi byggt á upplýsingum landnámsstjóra, sem taldi frekari nýbýlabyggingar á Suðvesturlandi ólíklegar þau ár, sem hér um ræðir í öðru lagi að stöðnunar hefur gætt í vexti kaupstaða utan Reykjavíkursvæðis, nema þá helst Keflavíkur, að undanfögnu.

## 2.2 Bygging nýs íbúðarhúsnæðis á svæðinu

Áætlað var að aukning fábýlis, þ.e. einbýlis og raðbýlis, talið í íbúðar-einingum, yrði svipuð og meðalaukning árin 1960-'67 eða um 370 íbúðir á ári. Fjöldi einbýlishúsa var um það bil 40% af fjölda íbúða í fábýli þessi ár. Ef reiknað er með að þetta hlutfall haldist áfram og heildaraukning fábýlis verði svipuð frá ári til árs er ekki fráleitt að áætla að aukning einbýlishúsa nemi um 150 húsum á ári. Þetta jafngildir um  $75.000 \text{ m}^3$  húsnæðis ef meðalstærð húsanna er  $500 \text{ m}^3$ .

Meðalaukning íbúðarhúsnæðis í heild var um 340 þús.  $\text{m}^3$  árin '61 - '67. Þar af voru, eins og áður var sagt um 75 þús.  $\text{m}^3$  húsnæðisins einbýlishús. Teljast þá um 365 þús.  $\text{m}^3$  vera tvíbýlis- og fjölbýlishús. Gert er ráð fyrir að tala haldist óbreytt þann tíma, sem um er að ræða eða fram til 1983.

Ofangreindar tölur um áætlaða aukningu íbúðarhúsnæðis ber að taka með fyrirvara. Þær eru aðeins niðurstaða tilraunar til þess að áætla markað fyrir raforku til húshitunar. Húsabyggingar eru háðar svo mörgum þáttum, sem heita má ómögulegt að segja fyrir um. Nægir í því sambandi að benda á efnahagsafkomu þjóðarinnar, sem háð er aflabroögðum og árferði meðal annars. Hins vegar virðist ekki fráleitt að álíta, að unnt sé að gera sér grein fyrir orkumarkaðnum í stórum dráttum, að stærðargráðan fáiist nokkurn veginn enda þótt nákvæmnin sé ekki meiri. Stuðzt var við upplýsingar frá Efnahagsstofnuninni um fullgerðar íbúðir í Reykjavík og næsta nágrenni árin 1954-'67. Ekki var þó talið ráðlegt að nota tölur eldri en frá árinu 1961. Ástæðan til þess er sú, að fram til þess tíma gætti áhrifa frá hömlum þeim, sem voru á íbúðabyggingum meðan fjárfestingaleyfa var þörf. Ennfremur voru fjölbýlishús byggð til sölu óalgeng á fyrstu árum eftir að hömlum var létt af.

### 2.3 Varmþörf

Við áætlun á varmaþörf íbúðarhúsnæðis var einkum stuðzt við útreikninga og niðurstöður Gísla Jónssonar, rafveitustjóra. En til þess að einfalda reikninga og með tilliti til þeirrar ónákvæmni sem er í áætluninni um húsa-byggingar í framtíðinni var farið að sem hér segir. Gert var ráð fyrir að unnt sé að nýta til fulls fría varmann og jafngildi hann þeirri orku, sem þarf til upphitunar neyzluvatns. Orkan, sem rafhitunarkerfið þarf að láta í té, er þá jöfn varmatöpum hússins. Er hér reiknað að gler og einangrun séu í samræmi við kyndingarháttinn, notað sé tvöfalt gler og hagkvæmasta einangrun miðað við rafhitun. Er þá ekki fráleitt að reikna með varmaþörf einbýlishúsa um  $120 \text{ kWh/m}^3$  á ári. Varmþörf raðhúsa er hér talin hin sama og einbýlishúsa, enda þótt hún sé í reynd svolítið minni. Varmþörf fjölbýlishúsa er nokkru minni en einbýlishúsa. Ekki er fjarri lagi að álíta að um 20% minni orku þurfi til þess að mæta varmatöpum fjölbýlishúsa en einbýlishúsa. Ef nú er gert ráð fyrir að nýta megi frían varma á svipaðan hátt og í einbýlishúsum og hann svari nokkurn veginn til þeirrar orku; sem þarf til neyzluvatnshitunar, þá þarf orkan, sem rafhitunin lætur í té að standa undir varmatöpum hússins. Hér er reiknað með að varmaþörfin sé um  $100 \text{ kWh/m}^3$  á ári. Miðað við ofangreinar tölur yrði þá orkuþörf til hitunar einbýlishúsa og raðhúsa, þ.e. fábýlis um 9 GWh á ári.

### 2.4 Niðurstöður

Ef reiknað er með að raforkuiðnaðurinn næði öllum hitunarmarkaði í nýbyggðum íbúðarhúsum þ.e. að öll ný íbúðarhús á Suðvesturlandi verði hituð með rafmagni yrði árleg aukning orkuþarfar vegna hitunar húsnæðis annars en fábýlishúsa um 26 GWh á ári. Samtals yrði þá árleg aukning orkuþarfar vegna húshitunar um 35 GWh á ári. Árið 1983 gæti því orkusalan til húshitunarnumið 135 GWh til fábýlis eða 525 GWh alls til viðbótar núverandi hitun. Þetta er reiknað við húsvegg notandans. Í orkuveri yrðu samsvarandi tölur 160 GWh og 630 GWh. Til samanburðar er það, að árið 1967 nam vinnsla vegna hitunar á svæðinu um 60 GWh í orkuveri reiknað og heildarorkuvinnsla til almennra þarfa um 400 GWh.

## NOKKUR ATRIÐI ÚR SÖGU RAFMAGNSINS

### Formáli

Það verður seint ofsögum sagt af veldi eða mætti tækninnar í henni veröld okkar. Tæknin leggur okkur til vopn og verkfæri til að vinna margs konar kraftaverk, og sigrast á hinum verstu fjendum. Eins og mörg önnur alþjóðleg nýyrði á orðið rót að rekja til forngrísku. Það er dregið af forngríska orðinu techne, sem táknaði "þekkingu" í mjög víðtækri merkingu þess orðs. Þannig gat techne þýtt list þá, er þarf til skipasmíða og steinsmíða, ræðumennsku, spásagna og ritmennsku. Rómverjar þýddu orðið techne oft á sitt mál með orðinu ars = list, og hélzt sú þýðingamerking lengi hjá ýmsum þjóðum. Má í því sambandi benda á, að Íslendingar þýddu polytechnisk með fjöllista: í mörgum öðrum íslenskum orðum kemur list fyrir tækni.

Á síðustu tímum, sérstaklega á síðustu öld, hefur tækni fengið merkinguna véltækni og þá jafnvel ýmiss konar orkuvinnslu eða orkubúskap. Jafnframt hefur vegur rafmagnsins sem orkuforms sífellt aukizt.

Rafmagnið, sem hlaut nafn sitt árið 1600, er skilgetið barn tækninnar. Það hefur þrózt vel og sýnt frábæra kosti og er fyrir löngu orðið þýðingarmesta orkuformið, aðallega sökum þess hve tiltölulega auðvelt er að dreifa orkunni í þessu formi frá orkuverum til neytenda og breyta raforkunni þar í ýmsar aðrar orkumyndir, svo sem ljós, varma, hreyfingu og ýmiss konar efnafræðilegar verkanir. Helztu viðburðir í hinni löngu sögu rafmagnsins verða raktir hér á eftir.

Þótt nú sé mikið rætt um kjarnorku, er ekki þar með sagt, að rafmagnsöldinni sé að ljúka. Kjarnorkuverið Calder Hall í Bretlandi framleiðir sams konar raforku og þeir félagarnir Birkeland og Eyde notuðu í Notodden í Þelamörk fyrir Norsk Hydro 1905 eða litla rafstöðin íslenska, sem Jóhannes Reykdal reisti við Hafnarfjarðarlæk árið 1904. Rafmagnið er og verður sömu náttúru alls staðar og lýtur sömu lögmálum, þótt hin upphaflega orkulind skipti um nafn og eðli, sé olía, kol, fallvatn, sjávarföll, sólarorka eða kjarnorka.

Það er eingöngu tilviljun, að grein þessi er rituð á 100 ára afmæli tveggja stórvíðburða í sögu rafmagnsins, en á þessu ári (1966) eru liðin 100 ár frá því, að Siemens fann upp handrafal þann, sem síðan hefur verið við hann kenndur og við könnumst við frá gömlu símatækjunum, og eins eru 100 ár síðan varanlegt samband með morseritsíma fékkst yfir Atlanzhafið.

## Rafeinkenni efnisins

### Dales frá Miles

640 - 548 f. Kr.

Dales er einn af fyrstu grísku heimspekingunum og vísindamönnunum. Til hans er rakin þekkingin um, að raf (= elektron) dragi að sér fis og ýmsa léttu smáhluti, þegar það er núið. (Dales sagði fyrir sólmyrkva, sem var 28. maí 585 f. Kr.)

### William Gilbert

1540-1603

Enskur læknir. Fyrstur manna að rannsaka og skrifa vísindalega um segulmagn og rafmagn og gera greinarmun á þessum náttúrukröftum í bókinni "De Magnete", árið 1600.

### Otto Guericke

1602-1686

Borgarstjóri í Magdeborg. Gerði tilraunir með lofttæmdar kúlur og rafhleðslur. Þjó til rafhleðsluvél árið 1663 og lofttæmidælu sem lengi var notuð.

### Stephen Gray

1670-1736

Enskur vísindamaður. Uppgötvaði muninn á leiðum og einangrum og að aðeins yfirborð hluta verður rafhlaðið. Flutti rafhrif 122 m vegalengd eftir leiði.

### Charles Dufay

1698-1739

Uppgötvaði muninn á jákvæðu og neikvæðu rafmagni og athugaði áhrif hita á rafmagn. Hann flutti rafhrif um 400 m vegalengd eftir leiði.

### Alexander Gordon

(1763)

Skozkur munkur búsettur í Þýzkalandi. Þjó til rafmerkjakerfi. Það er fyrsta hugmyndin að ritsíma.

### Ewald J. von Kleist

1676-1749

Prússneskur prestur. Reyndi að setja rafmagn í flösku og fann þannig rafhleðslubéttinn (1745).

Pieter van Musschenbrock

1692-1761

Háskólakennari í Leyden í Hollandi. Uppgötvaði 1746 það sama og Kleist. Uppgötvun hans "Leyden"-flaskan varð seinna mjög frægt áhald og lengi notað við ýmsar tilraunir í rafmagnsfræði.

Benjamín Franklín

1706 - 1790

Amerískur prentari og stjórnspekingur. Sannaði í júní 1752, að eldingar væru rafmagnsfyrirbrigði; fann upp eldingavarann.

Charles Augustin de Coulomb

1736-1808

Franskur verkfræðingur. Skýrði undirstöðulögmál segulmagns og stöðu rafmagns og fann mælitæki, snúningsvogir til að mæla kraftverkan þessara náttúruafla. Árið 1785 ritaði hann hið kunna lögmál sitt:

"Að tveir samnefndir segulpólar hrinda hvor öðrum frá sér, en ósamnefndir dragast saman með krafti, sem stendur í beinu hlutfalli við styrkleika beggja seglanna, en í öfugu hlutfalli við fjarlægðina í öðru veldi."

René Just Hauy

1743-1822

Franskur vísindamaður. Uppgötvaði þrýstingsrafmagnið (Piezo-rafmagn) 1782.

Luigi Aloysius Galvani

1737-1798

Ítalskur læknir. Fann snertirafmagnið 1786 (tilraunin með froskfætturna).

Alessandro Volta

1745-1827

Ítalskur háskólakennari. Fann fyrstur efnarafhlöðu 1799 og 1800 voltasúluna, sem olli þáttaskilum í rafmagnsfræðinni.

Johann W. Ritter

1776-1810

Dýzkur vísindamaður. Fann, að málmar hafa misjafna leiðni. Fann upp rafgeyminn.

Antoine F. de Fourcroy

1755-1809

Franskur læknir. Fann hitaverkanir rafmagnsstraums árið 1800 og seinna viðnám leiða.

Humphrey Davy

1778-1829

Enskur vísindamaður. Brautryðjandi í rafefnafræði, fann upp rafbogaljósin.

Samuel Th. von Sommering

1755-1830

Dýzkur læknir. Faðir fyrsta ritsímans.

Hans Christian Ørsted

1777-1851

Danskur háskólakennari. Uppgötvaði rafsegulmagnið 1820 og opnaði með því veg til margvíslegra nota rafmagnsins.

André Marie Ampère

1775-1836

Franskur háskólakennari. Útskýrði nánar seguláhrif rafstraums og gerði fyrstur greinilegan mun á spennu og "straumi". Ampère spurði: "Ef straumar verka á segla, verka þá ekki seglar líka á rafstrauma og straumur á straum?".

Michael Faraday

1791-1867

Enskur vísindamaður. Brautryðjandi í háspennutækni og rafhreyfitækni með spanspólu sinni, er hann fann 1831.

Georg Simon Ohm

1787-1854

Dýzkur háskólakennari. Lagði grundvöll að þekkingunni um viðnám og eðlisviðnám málma.

Johann Schweigger

1779-1857

Dýzkur kennari. Uppgötvaði eimangrun þráða og undirbjó á þann hátt notkun þráða í rafsegla og fleira.

William Sturgeon

1783-1850

Enskur skósmiður. Þjó fyrstur til rafsegla.

Joseph Henry

1797-1878

Bandaríkjamaður. Skapaði sér frægð fyrir að sameina uppgötvanir Schweiggers og Sturgeons. Þjó til sterka rafsegla.

Samuel F.B. Morse

1791-1872

Amerískur listmálari. Fann upp ritsímann 1832-38, stafróf Morse 1837. Fyrsta ritsímalínan Washington-Baltimore, 1. apríl 1845, var lögð að frumkvæði hans.

Cyrus West Field

1819-1892

Bandaríkjamaður. Lagði ritsímastreng yfir Atlantshaf í ágúst 1858 (strengurinn bilaði eftir 3 vikur). Varanlegt samband kom 1866.

Johann Philipp Reis

1834-1874

Þjóðverji. Fann árið 1861 fyrsta talsímann. Talsími Reiss hlaut þó ekki viðurkenningu.

Alexander Graham Bell

1847-1922

Skozkur ameríkumaður, málleysingjakennari. Fékk 14. febr. 1876 einkaleyfi á talsíma sínum. Sími Bells hóf strax sigurför um heiminn.

David E. Hughes

1831-1900

Enskur menntaskólakennari. Endurbætti ritsímatækni Morse. Fékk einkaleyfi á fjarrita 1856. Hughes endurbætti einnig árið 1877 hljóðnemann, sem síðar hefur verið notaður í talsínum, útvarpi, talmyndum og sjónvarpi.

James Clerk Maxwell

1831-1879

Enskur háskólakennari. Hann fann reiknireglur fyrir ýmsum athugunum Faradays, Ørsteds og Ampères og skýrði þær. Kom með þá kenningu (1865), að ljósið væri rafsegulbylgjur, og hvatti uppfinningamenn til þess að beina athygli sinni að öðrum, ósýnilegum, rafsegulbylgjum, sem hann spáði, að finnast mundu.



Heinrich Daniel Ruhmkorff

1803-1877

Dýzkur úrsmiður. Fór ungur til Parísar þar sem hann settist að og opnaði mælitækjaverkstæði, sem framleiddi m.a. nákvæma straummæla og neistagjafa, en tæki þessi voru notuð á tilraunstofum eðlisfræðinga um allan heim.

Heinrich Rudolf Hertz

1857-1894

Dýzkur eðlisfræðingur. Sannaði kenningu Maxwells. Fann, að rafmagnsneistar myndarafsegulmagnsbylgjur (1888), sem berast ósýnilegar um loftið. Lagði grundvöllinn undir loftskeytafræðina. Hertz notaði "Leyden"-flöskur við tilraunir sínar og Ruhmkorffs-neistagjafa.

Edouard Branly

1844-1940

Franskur háskólakennari. Athugaði neista frá "Leyden"-flöskum og fann móttakara, sem notaður var á bernskuárum loftskeytafræðinnar (1890). Móttakarinn var lítil glerpípa með málmsvarfi (sbr. ljóðnemann).

Alexander S. Popov

1859-1905

Rússneskur eðlisfræðingur og veðurfræðingur. Gerði ýmsar mjög athyglisverðar tilraunir með þráðlaus skeyti. Í maí 1895 gat hann sent merki 190 m vegalengd. Árið 1899 hafði hann þráðlaus viðskipti við herskipið "Aprasin", 72 km vegalengd. Árið 1900 var ísbrjóti beint með loftskeytum að ísjaka í Finnskaflóanum og með því bjargað mörgum mannlífum. Árið 1903 var í Rússlandi opnuð fyrsta loftskeytastöðin fyrir almenna þjónustu. Popov er talinn hafa fundið fyrsturloftnetið og notkun þess.

Guglielmo Marconi

1874-1937

Ítalskur eðlisfræðingur (móðirinn írsk). Hann beitti öllum kröftum sínum og fjármagni til að gera loftskeytatæknina samkeppnisfæra við ritsímann. Hann fékk brezkt einkaleyfi á "neistaloftskeytum" í júlí 1896 og sams konar einkaleyfi í Bandaríkjunum 1897. Á þessum árum voru þó tæki Popovs hins rússneska betri, enda gat Popov sýnt betri árangur á þessum árum. Dugnaður og sigurvilji Marconis var þó ódrepanði. Árið 1897, þegar tæki hans gátu enn aðeins brúað 8 km vegalengd, stofnaði hann félagið "Marconis Wireless Telegraph and Signal Co. Ltd.", en 12. desember 1901 gat hann sent loftskeytamarki frá Poldhuf Cornwall, Englandi, til Signal Hill við St. Johns í Nýfundnalandi í Ameríku. "Marconi Wireless"-félagið kom mikið við sögu loftskeytatækninnar um allan heim, þar á meðal hér á Íslandi 1905 og síðar. Marconi fékk Nobelsverðlaunin árið 1909.

"Telefunken"

1903

Hinn 17. maí 1903 stofnuðu þýzku tæknifræðingarnir Adolf Slaby og Graf von Arco frá þýzka fyrirtækinu AEG og Braun frá Siemens-fyrirtækinu sameiginlegt félag, "Gesellschaft für drahtslose Telegrafi" (Telefunken). Félag þetta, sem hafði mjög fjársterk fyrirtæki á bak við sig, varð allumsvifamikið og gerði 1905 tilboð í loftskeytasamband við Ísland.

Rafmagn í lofttómi

Heinrich Geissler

1815-1879

Dýzkur glerblásari. Fann upp kvikasilfursloftdælinguna, en með henni var unnt að fá margfalt betra lofttóm en með loftdælu Gnerickes, sem áður var notuð. Lofttóm Geisslers-rör urðu mjög fræg og með þeim opnaðist ný og merk vísindagrein.

Julfus Plücher

1801-1868

Dýzkur háskólakennari. Notaði Geisslers-rör með innsteypum rafskautum og athugaði ljómið sem myndaðist við mismunandi efni og misjafn lofttóm. Hann fann árið 1859 katóðugeislana og ljóm gastegunda.

Wilhelm Hittorf

1824-1914

Dýzkur eðlisfræðingur, lærisveinn Plücker's. Fann 1869, að sveigja mátti katóðugeisla til með segulmagni og þeir væru að þessu leyti líkir straumvírur.

Konrad Wilhelm Röntgen

1845-1923

Dýzkur háskólakennari. Hann uppgötvaði eiginleika "X-geislanna", er hann var að athuga katóðugeisla úr Geisslerröri. Geisla þessa, sem síðan fengu nafnið Röntgengeislar, uppgötvaði hann 8. nóv. 1895. Öldulengd þeirra er þúsundfalt styttri en ljósöldulengdir. Uppgötvun Röntgens olli tímamótum í læknisfræði og fleiri vísindagreinum. Hann hlaut Nóbelsverðlaunin í eðlisfræði fyrstur manna árið 1901.

Karl Ferdinand Braun

1850-1918

Dýzkur háskólakennari. Sameinaði uppgötvanir margra annarra (svo sem W. Crookes, Wahnelts og Richardsons) og bjó til árið 1897 Braunsrörið, sem er katóðurör með myndskermi og stýribúnaði.

Philipp Lenard

1862-1947

Dýzkur eðlisfræðingur. Fékk 1905 Nobelsverðlaun fyrir tilraunir sínar á þessu sviði, en þær urðu undirstaða atómvísinda og ljósrörataekninnar.

Hendrick Antoon Lorentz

1853-1928

Hollenzkur eðlisfræðingur. Honum tókst að sameina katóðugeislaþekkinguna ljóskenningu Maxwells og stofnaði þannig til rafangakenningarinnar.

Heinrich Göbel

1818-1893

Dýzkur tæknimaður, þúsund þjala smiður. Vann að smíði eðlisfræðiáhalda. Hann flúði til Ameríku árið 1848. Hann fylgdist með uppgötvun Geisslers á kvikasilfursdælunni árið 1854 og bjó þá til "rafmagnsperur" með því að láta rafstraum fara um bambustrefjar í lofttómi. Þetta var 25 árum áður en Edison heppnaðist að gera glóperu sína. Rafmagnsperur Göbels höfðu allt að 100 stunda endingartíma, og notaði hann þær m.a. sem auglýsingu.

Vadimir Kosma Zworykin

1889-

Pólskur eðlisfræðingur, sem flutti árið 1919 til Ameríku. Hann er faðir sjóvarpstækninnar. Í árslok 1923 fékk hann einkaleyfi á myndsjá (Ikonoskop) og í árslok 1938 heildareinkaleyfi á sjónvarpi líkt og það er í dag. Bók hans "Television", 1940, er undirstöðuverk á því sviði.

Ernst Ruska

1906- og

Bodo von Borries

1905-1956

Þessum tveim þýzku háskólakennurum þökkum við rafagnasmásjána. Ruska sýndi fyrstu rafagnasmásjána í Berlín 4. júní 1931. Hún stækkaði aðeins 150 sinnum.

Seinna urðu þeir samstarfsmenn og framleiddu smásjár, sem stækkuðu fimmhundraðþúsund sinnum. Segulmagn er notað til að beina katóðugeislum líkt og bjúggler gera í venjulegum smásjám við ljósgeisla. Í þessum rafagnasmásjám hafa menn séð veirur ýmissa hættulegra sjúkdóma.

Robert Alexander Watson-Watt

1892-

Skoti. Lærði veðurfræði, en hafði einnig mikinn áhuga á rafmagnsfræði. Árið 1933 tilkynnti hann aðferð til að "sjá" þrumuský í allt að 100 km fjarlægð. Vorið 1935 var hann fenginn til að halda fyrirlestur í varnarmálanefndinni brezku, og upp frá því vann hann að því að endurbæta uppgötvun þá, sem gengið hefur undir nafninu: Radar og Englendingar tóku í notkun strax í stríðsbyrjun. Radar, eða geislabergmálsmelarnir brezku, urðu Englendingum mjög sterkt varnarvopn og ollu því, meðal annars, að Englendingar unnu "stríðið um Bretland" árið 1940.

Brautryðjendur rafmagnstækninnar

Werner von Siemens

1816-1892

Dýzkur uppfinningamaður. Byrjaði með því að stofna ritsímatækjaverkstæðið Siemens & Halske 1847. Georg Halske (1814-1890) var lærður vélsmiður, samverkamaður Werners Siemens alla tíð.

Siemens byggði 1848 fyrstu ritsímalínuna á meginlandi Evrópu, milli Berlínar og Frankfurt. Werner var elztur margra bræðra, sem hétu Carl, Friedrich, Georg og Wilhelm. Allir þessir bræður unnu í fyrirtækjum Siemens. Fridrich og Wilhelm voru ásamt Werner miklir uppfinningamenn. Wilhelm settist að í Englandi. Carl var lengi í Rússlandi og Friedrich í Frakklandi. Werner Siemens bjó til árið 1866 fyrsta (rakstraums) rafalann, sem vann vel. Árið 1881 bjó hann til fyrstu rafmagnslyftuna til mannflutninga. Siemens-bræður voru einnig brautryðjendur í strengjataekni og á mörgum öðrum sviðum raftækninnar.

Thomas Alva Edison

1847-1931

Bandaríkjamaður. Skólanám hans var mjög lítið. Hann lærði símritun og vann sem símritari í nokkur ár. 19. febr. 1878 fékk hann einkaleyfi á hljóðrita (phonograph) og hlaut fyrir þá uppgötvun fé og frægð. Hinn 15. október um haustið stofnaði hann fyrirtækið "Edison Electric Light Co." og var þá farinn að glíma við að finna upp glóperur til ljósa. Hinn 21. október 1879 tókst það. Edison var fyrstur til að hliðtengja ljósaperur. Áður höfðu þær verið raðtengdar. Hinn 4. september 1882 opnaði hann fyrsta raforkuverið til almenningsnota í New York. Við það voru tengdir 59 notendur. Stærð orkuversins var 90 kW.

Emil Rathenau

1839-1915

Dýzkur fésýslumaður. Hann kynntist "Ljósi Edisons" á heimssýningunni í París 1881 og fékk einkaleyfi á uppgötvun Edisons. Í Dýzkalandi stofnaði hann AEG, Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, og vann að því ásamt Siemens & Halske að rafvæða Dýzkaland.

Georg Westinghouse

1846-1914

Bandaríkjamaður, án mikils skólanáms. Hann var efnaður og kunni að velja sér hjálparmenn. Westinghouse setti sér það mark að endurbæta orkuflutninginn og barðist fyrir notkun riðstraums og háspennu.

Barrington var fyrsta borgin í heiminum, sem fékk riðstraum og háspennta aðlínu (1150 Volt) árið 1886.

### Nicola Tesla

1856-1943

Króati. Lærði stærðfræði og eðlisfræði í háskóla í Prag. Vann fyrst sem verkfræðingur hjá símastjórninni í Austurríki, síðar í París, en fór 1882 til Ameríku. Hann fékk stöðu hjá Edison, sem hann vildi fá til að smíða riðstraumsvélar, en Edison fannst það heimskulegt. 1. maí 1888 fékk Tesla einkaleyfi á tveggja fasa riðstraumsrafala. Skömmu síðar fór hann til Westinghouse. Í sameiningu fengu þeir því til leiðar komið, að Niagara-fossarnir voru virkjaðir og orka þeirra flutt með riðstraum 630 km leið til Buffaloborgar. Fann Tesla spennirinn sem notaður er við háspenniprófanir.

### Oskar von Miller

1855-1934

Dýzkur. Lærði vélsmíði. Sá Parísarsýninguna 1881 og hafði upp frá því áhuga á rafmagni. Byggði fyrstu háspennulínuna 1891 frá Lauffen við Neckar til Frankfurt við Main, um 175 km vegalengd. Rekstursspenna var 15000 volt (orkutöp í línunni voru "aðeins" 24%) Miller varð seinna forstjóri AEG og telst einn af brautryðjendum riðstraumstækninnar.

### Karl Steinmetz

1856-1923

Dýzkur stærðfræðingur. Krypplingur á vöxt. Flúði 1889 til Ameríku. Vann þar fyrst hjá landa sínum Rudolf Eichenmayer, sem átti litla raftækjaverksmiðju. General Electric tók við verksmiðjunni 1893 og fékk "dýrgripinn" Steinmetz með í kaupunum. Hjá General Electric vann Steinmetz við góðar aðstæður, og frá hans hendi er fjöldi kennisetninga riðstraumsfræðinnar.

## Brautryðjendastarf á Íslandi.

### Magnús Stephensen

(1783)

Hann ritaði árið 1783 fyrstur Íslendinga um "rafkraft" og notkun eldingavara.

### Ritsími til Íslands

(ráðagerðir 1852-1866)

Fyrsti sæsíminn var lagður yfir Ermasund í ágúst 1851. Strax 1852 sóttu bræðurnir Harrison (brezkir) um einkaleyfi á sæstrengslagningu eyjaleiðina um Færeyjar, Ísland og Grænland til Kanada.

Síðar sóttu ýmsir aðrir, t.d. Schafner (Bandaríkjamaður). Úr þessu varð þó aldrei neitt.

### Tillaga Skúla Thoroddsen

(Alþingi 1891)

Á Alþingi 1891 báru þeir Skúli Thoroddsen og Jens Pálsson fram tillögu um athugun á að leggja sæsíma til landsins. Þetta var fyrsta sporið, sem stigið var af hálfu Íslendinga í þá átt að koma upp ritsíma. Skúli Thoroddsen var enn fremur forystumaður þess, að talsími var lagður milli Ísafjarðar og Hnífsdals 1891.

### Jón Þórarinnsson, fræðslumálastjóri

(1890)

Var aðaldriffjöðrin að því, að lagður var talsími milli Hafnarfjarðar og Reykjavíkur.

Síminn opnaður 15. október 1890.

### Frímann B. Arngrímsson

1855-1936

Stundaði háskólanám í Kanada. Kom til Reykjavíkur 1894, vildi virkja Elliðaárnar og lýsa og hita Reykjavík frá þeirri virkjun.

Haustið 1895 raðaði hann upp voltasúlu og fékk nægan straum fyrir eina ljósaperu (af venjulegri Edisons-gerð). Hugmyndir hans fengu ekki hljómgrunn svo Frímann fór vonsvikinn af landi burt.

### Marconi-skeyti til

Íslands 1905.

Marconi-Wireless-félagið sendi snemma í júní-mánuði 1905 mann með efni í loftskeytamóttökustöð til Reykjavíkur. Móttökustöðin var reist við Rauðará, rétt innan við Reykjavík. Stöðin tók við fréttaskeytum frá Poldhu í Cornwall. Fyrsta skeytið var mótttekið 26. júní 1905, síðustu skeytin birtust í Reykjavíkurbliðum 5. október 1906, en þá var ríftsímasambandið komið á.

Marconi-samband við  
Ameríku 1907.

Hinn 17. október 1907 var opnað samband af Marconi-Wireless-félaginu milli Glace Bay í Ameríku og Clifden í Írlandi. Frá þeim tíma er talið að öruggt samband hafi verið yfir Atlantshaf með loftskæptum.

Loftskæptastöðin í  
Reykjavík 1918.

Loftskæptastöðin (á Melunum) var einnig frá Marconi-Wireless-félaginu. Hún var opnuð til almenningsnota 17. júní 1918. Fyrsti stöðvarstjóri Friðbjörn Aðalsteinsson.

Eyjólfur Þorkelsson  
1849-1923

Úrsmiður. Setti upp bogalampa í vinnustofu sína í Austurstræti 8 og sömuleiðis í prentsmiðju og skrifstofu Ísafoldar, Austurstræti 8. Orkugjafinn var steinolíuhreyfill, sem rak rakstraumsrafala. 1899 var kveikt á þessum fyrstu rafljósum höfuðstaðarins.

Klæðaverksmiðjan Iðunn  
1903

Kom upp gufuvél, sem knúði ýmsar vélar verksmiðjunnar og þar á meðal ljósavél árið 1903. Fleiri fyrirtæki fylgdu í kjölfarið.

Jóhannes J. Reykdal  
1874-1946

Dingeyskur trésmiður. Lærði iðn sína á Akureyri og í Kaupmannahöfn. Fór síðan til Noregs, þar sem hann kynntist vatnsorkuvirkjunum Norðmanna. Þegar heim kom, settist hann að í Hafnarfirði, þar sem hann reisti trésmíðaverkstæði við Hafnarfjarðarlæk. Lækin notaði hann til að reka trésmíðavélar verkstæðisins, og 1904 keypti hann frá Noregi 9 kW rakstraumsrafal, sem hann setti í samband við vatnshjólið. 12. des. 1904 var kveikt á fyrstu ljósunum frá þessari vél, en alls fengu 16 íbúðarhús auk verkstæðisins ljós frá vél Jóhannesar. Halldór Guðmundsson, raffræðingur sá um raflagnirnar. Þetta var fyrsta vatnsorkuver Íslendinga og fyrsta rafmagnsveitan til almenningsnota. Á næstu árum stækkaði Jóhannes Reykdal stöð sína.

---

Þar sem hér er ekki ætlunin að rekja sögu rafmagnsins á Íslandi, verður hér látið staðar numið við fyrstu íslensku rafstöðina.



## UM MÆLIEININGAR AFLS OG ORKU

Í töflum þeim, er hér hafa birzt, eru notaðar einingar þær og skammstafanir, er alþjóðlega raftækninefndin ( International Electrotechnical Commission - IEC ) mælir með, og notaðar hafa verið í flestum löndum heims, þar á meðal á Norðurlöndum um langan aldur.

Grundvallareining afls er watt ( skammstafað: W; einingin er nefnd eftir James Watt, þeim er fann upp gufuvélina ).

Grundvallareining orku er í rauninni wattsekúnda ( skst. Ws; s er alþjóðleg skammstöfun fyrir sekúnda; dregið af latneska orðinu secunda = sekúnda ), en sökum þess hve lítil eining það er fyrir flest hagnýt not, var mynduð einingin wattstund (skst. Wh; h er alþjóðleg skammstöfun fyrir klukkustund; dregin af latneska orðinu hora = klukkustund ).

1 wattstund er orka sú, sem aflið 1 watt gefur á einni klukkustund.

Grundvallareiningar þessar, W og Wh, eru í mörgum tilfellum óþægilega smáar, einkum ef um er að ræða afl og orku stórra raforkuvera, samanlagt afl eða orku raforkuvera í heilum landshlutum eða löndum. Af þeim sökum eru mjög notaðar aðrar stærri einingar, sem leiddar eru af grundvallareiningunum, á sama hátt og t. d. einingin kílómetri, km, er afleidd af grundvallareiningunni metri, m, eða kílógramm, kg, er leitt af gramm, g, o. s. frv.

Helztu afleiddar einingar afls og orku eru þessar :

### Afl :

Kílowatt	kW				1 000 W
Megawatt	MW			1 000 kW	1 000 000 W
Gígawatt	GW		1 000 MW	1 000 000 kW	1 000 000 000 W
Terawatt	TW	1000 GW	1 000 000 MW	1 000 000 000 kW	1 000 000 000 000 W

### Orka :

Kílówattstund	kWh				1 000 Wh
Megawattstund	MWh			1 000 kWh	1 000 000 Wh
Gígawattstund	GWh		1 000 MWh	1 000 000 kWh	1 000 000 000 Wh
Terawattstund	TWh	1000 GW	1 000 000 MWh	1 000 000 000 kWh	1 000 000 000 000 Wh

## MERKING TAKNA

-	núll eða ekkert
0	minna en hálf eining
...	að upplýsingar séu ekki fyrir hendi
.	að ekki er tala skv. eðli málsins
x	að talan er að nokkru eða öllu leyti áætluð
( )	að talan í sviganum er ekki með í summu
→	innifalið í annarri tölu eins og þrin vísar til
1), 2), o. s. frv.	tilvísun til athugasemda

