

Þhillu
4

ORKUSTOFNUN
MÁLASAEN
173 / 1946

Aburðarverksmiðjan afl- og orkupörf
hennar.
Steingrímur Jónsson
7. ágúst 1949

**ORKUSTOFNUN**
GRENSÁSV. 9 108 REYKJAVÍK SÍMI 83600

Áburðarverksmiðjan
afl- og orkubörf hennar.

1. Inngangur.

Í tilbóði um áburðarverksmiðju upp á 5000 tonn köfnunar-efnisvinnslu (N₂) á ári, er gert ráð fyrir, að starftíminn sé 300 sólarhringar (7200 stundir) og að orkubörfin sé 268.000 kwst. á sólarhring. Samkvamt þessu er orkubörfin 16.1 kwst. á hvert kg. áburðar (N₂) og aflbörfin 11.200 kw. stöðugt í 300 daga, eða 22.4 kw. á hvert tonn.

Til að vinna 1 kg. N₂ þarf í vetnisvinnslu 2.5 tenm. (N₂). Reikna má með því að hver tenm. vetnis þurfi 5.5 kwst. raforku. Hvert tonn áburðar (N₂) þarf þá 2500 x 5.5 = 13700 kwst. Til hreyfiorku í þessari 5000 tonna verksmiðju þarf 2400 kwst. (15%) á hvert tonn áburðar og verður þá orkubörfin á hvert tonn alls 16100 kwst. eins og að ofan greinir, sem kaupa þarf við verk-smiðjuvegg.

Til að láta í té raforku við Reykjavík frá Sogi, má reikna með því að 1900 kwst. fari í flutningstöp á hvert tonn, bæði töp í línunum og spennunum. Þarf þá vatneaflistöðin að vinna 18000 kwst. á hvert tonn áburðar.

Í öðrum tilbóðum um áburðarverksmiðju eru notaðar nokkuð aðrar tölur. Er sumsstaðar reiknað með lengri árlegum starftíma, en það breytir ekki aflbörfinni, heldur eykur aðeins orkubörfina hlutfallslega. Þiningartölurnar, um kwst. og kw. á hvert tonn áburðar, munu einnig vera mismunandi, en það mun þó varla geta skakkað miklu frá því, sem hér er talið og varla meira en svo að framangreindar tölur ættu að vera nothæfar sem reiknings-grundvöllur.

2. 7500 tonna verksmiðja.

Afl- og orkubörf.

Samkv. framansögðu er orkubörfin:

Til vetnisvinnslu	13700 kwst.	x 7500 tonn	= 103 millj.kwst. á ári
- hreyfiorku	2400 -	x 7500 -	= 18 - - -
- orkuflutnings	1900 -	x 7500 -	= 14.2 - - -
Samtals	18000 -	x 7500 -	= 135.2 - - -

Aflþörfin miðuð við stöðugan rekstur er:

$$\frac{135.2 \text{ millj.}}{7200} = 18800 \text{ kw.}$$

Sé orkuflutningstöpunum deilt hlutfallslega niður á vetnisvinnslu og hreyfiorku, verður orkuþörfin þannig:

Vetnisvinnslan	115.1 millj. kwst. á ári
Hreyfiorka	20.1 - - -
Samtals	135.2 - - -

Aflþörfin verður hlutfallslega:

Til vetnisvinnslu	16000 kw.
- hreyfivéla	2800 -
Samtals	18800 kw.

Sé nú vetnisvinnslan ekki látin starfa með jöfnu álagi heldur að 3/4 hlutum með utantoppsálagi, en að 1/4 hlut með jöfnu, verður skifting aflsins þannig:

Stöðugt hreyfiafl	2800 kw.
- afl til vetnisvinnslu	4000 -

Samtals stöðugt afl í 7200 st. 6800 kw.

Utantoppsálagið verður breytilegt eftir dagurálagslínunni. Verður vikið að því síðar. Með þessum reksturshætti sparast 12000 kw. á tímum mesta álags á móts við jafnan rekstur. Orkuvinnslan skiftist á samsvarandi hátt.

Jafnt álag	6800 kw. x 7200 st. = 48.7 millj. kwst.
Utantoppsálag	86.5 - -
Samtals	135.2 - -

Það munu sumir telja að við vetnisvinnsluna sé hægt að fara niður í 15% af fullu álagi um stuttan tíma, án þess að trufla vetnisgreininguna eða tækin bíði tjón af. Gæti þá jafna álagið orðið enn minna en hér er talið. Öruggara þótti þó að reikna með hærri tölunni 25% í eftirfarandi samanburði.

3. Almenningsþörf á raforku.

Rafmagnsnotkun til almenningsþarfa á orkuveitusvæði sögsvirkjunar hefir verið vaxandi á undanförunum árum með 10 millj kwst. hvert ár frá 1937 til 1947 að undanteknu árinu 1944, þegar hitaveita Reykjavíkur var tekin í notkun. Á árinu 1946 var orkuvinnslan komin upp í 84 millj. kwst. Á árunum 1947 og '48 óx hún um 13 millj. kwst. hvort árið og var 111 millj. kwst. árið 1948. Útlit er fyrir að hún verði 122 millj. kwst. á árinu 1949.

Með sama vexti árlega, verður orkuvinnslan orðin 211 millj.kwst. árið 1955, 340 millj. kwst. árið 1960 og 462 millj. árið 1965, en það svarar til fullvirkjunar alls sögsins og fullrar hagnýtingar á minnsta rennsli þess.

Er þessi ástleða orkuvinnsla sýnd frá ári til árs í eftirfarandi l. töflu.

1. tafla. Aetluð ari- og orkuþörf til almenningsnotkunar.

Ariatel	Uppsett ari, MW.			Mesta seutímis- álag í orkuver- um MW.	Nýtingar- tími kíst.	Arlæg orku- vinnsla millj. kíst.	Arlæg þukning í orku- vinnslu %	Athn.
	Sög	Elli. vatns.	Elli. vara.					
1937	8.8	3.2	12	11.92	2920	10.27	6.6	6,82
1938	-	-	-	12.98	3360	17.09	42	7,31
1939	-	-	-	(15)	(3700)	24.40	41	10,17
1940	-	-	-	(18)	(3770)	43.57	28	9,15
1941	-	-	-	(20.5)	(3600)	55.72	27	12,0
1942	-	-	-	(23.5)	(3600)	67.90	22	12,18
1943	-	-	-	(27)	(3600)	68.88	1	0,98
1944	14.6	-	19.8	(31)	(3570)	73.03	6	12,18
1945	-	-	-	(34)	(3600)	84.43	15	4,15
1946	-	-	-	(37)	(3570)	97.85	16	11,4
1947	-	-	-	(40)	(3550)	110.92	14	13,42
1948	-	-	7.5	(43.5)	(3500)	122	8	13,41
1949	-	-	-	(45.5)	(3500)	132	7	10,1
1950	-	-	-	(52)	(3600)	132	7	10,1
1951	-	-	-	(57)	(3700)	142	7	10,1
1952	45.6	-	56.3	(62)	(3500)	142	8	10,1
1953	-	-	-	(67)	(3500)	152	14	10,1
1954	-	-	-	(72)	(3600)	164	14	10,1
1955	-	-	-	(78.5)	(3600)	187	13	28
1956	73.9	-	84.6	(85)	(3700)	211	12	28
1957	-	-	-	(85)	(3800)	236	11	28
1958	-	-	-	(85)	(3900)	262	10	26
1959	-	-	-	(85)	(4000)	288	9	26
1960	-	-	-	(91)	-	314	8	26
1961	89.4	-	100.1	(96.5)	-	340	7	26
1962	-	-	-	(102.5)	-	364	6	26
1963	96.6	-	107.3	(109)	-	386	6	26
1964	-	-	-	(116)	-	410	6	26
1965	-	-	-	-	-	435	6	26
						462	6	26

1 4 1

3. vélasanstæða í Írari.
15.5 MW.
4. vélasanstæða í Ljós-
Fosel 7.2 MW.
27

Írafoss 31 MW. / 2

Étra Sög 28.3 MW.

4. Sogið.

Öruggt minnsta rennsli í Sogi er talið $93 \text{ m}^3/\text{sek.}$ að meðaltali yfir árið. Ársframrennslið er þá 2930 millj. tenm. Þetta rennsli er hægt að fullnota með niðrun í Þingvallavatni, sem ráðgerð er, þegar virkjað verður Efra Sogið. Með þessu framrennsli er hægt að vinna raforku í 3 stöðvum við Sogið þannig:

í Ljósafossstöð 17,6 m fallhæð:	$\frac{2930 \text{ millj.}}{27}$	=	109	millj.kwst.á ári
í Írafossstöð, 37,4 - - :	$\frac{2930 \text{ millj.}}{12.7}$	=	232	- - -
í Efra Sogi, 22 - - :	$\frac{2930 \text{ millj.}}{21.6}$	=	135	- - -
<hr/>				
Samtals í Sogi 77 - - :	$\frac{2930 \text{ millj.}}{6.15}$	=	476	- - -

Meðal rennsli í Sogi á árunum 1938 - '48 (11 ára athugunartímabil) hefir verið 3600 millj. m^3 , er sverar til þess að meðal orkuvinnsla hefði getað orðið 587 millj. kwst. eða 111 millj. kwst. meira að meðaltali en ofangreind orkuvinnsla við öruggt minnsta rennsli.

Af 1. töflu má sjá, að aflþörfinni er fullnægt og að mestu án þess að grípa þurfi til varastöðvar Rafmagnsveitunnar (nema árin 1954 og 1955, og eftir 1961) með því að virkja þannig:

Næsta fyrirhugað virkjun 2 vélasamstæður írafossi komi	1952
Efra Sogið fullvirkjað	- 1956
3. vélasamstæðan í Írafossstöð	- 1961
4. vélasamstæðan í Ljósafossstöð	- 1963
Ný virkjun í annari á	- 1966

5. Dægurálag.

Álagslína sólarhrings í veitukerfi sögsvirkjunar hefir aðalálagstopp fyrir hádegi á suðutímanum milli 11 og 12 og síðan minni toppa á eftirmiðdögum, sem í skamdeginu stafa frá eftirmiðdagssuðu ásamt ljósum um kl. 7 e.h. auk topps frá iðnabarálagi um kl. 4. e.h.

Sá sólarhringur, sem hefir mesta orkuvinnslu á árinu, er venjulega í jan., en stundum í des. Síðast var það 6. jan. 1949. Er línurit þess sólarhrings sýnt á meðfylgjandi bláði 1. Varð mesta álag (leiðrétt til fullrar spennu) 31.2 MW. og orkuvinnsla 461.000 kwst. (leiðrétt til fullrar spennu). Álagsstuðullinn þenna sólarhring er þá 0,615. Aðra daga ársins er þessi stuðull lægri.

Á degi mestu orkuvinnslu 1945 (þ. 16. jan.) var þessi stuðull 0.55 og hefir hann verið smá vaxandi. Gæti hann verið kominn upp í 0,7 árið 1955 og 0,75 árið 1960.

Því hærri sem þessi stuðull er, þess jafnari er notkunin og þess minni verður orkuvinnslan, sem hægt er að láta í té utan toppa, því samlagðir stuðlar álagslínu og utantoppnotkunar getur mest orðið jafn 1.

Gera má ráð fyrir að utantoppsalagið 1955 geti haft stuðulinn 0,3 í mesta lagi og 1960 stuðulinn 0,25.

6. Samstarf Sogsins við áburðarverksmiðju.

A. Með hagnýtingu utantoppsalags (tilhögun 1).

Árið 1955.

Almenningsþörf er áætluð 211 millj. kwst. með árlegum notkunartíma um 3700 stundir. Þörf þá vélaaflið að vera 57.000 kw. til að anna þessari þörf. Sé áburðarverksmiðjan látin starfa þannig, að 3/4 hlutar orkuparfarinnar til vetnisvinnslu sé fullnægt með utantoppsalagi, en öll önnur orkupörf sé stöðug, verður samstarfið þannig:

Almenningsnotkun	57000 kw. x 3700 st.	= 211 millj.kwst.		
Áburðarverksm. jafnt	6800 - x 7200 -	= 48.7 - -		
-"- utantoppa		= 86.5 - -		

Samtals 63800 - x 5420 - = 346.2 - -

Þetta er síðasta árið áður en ný virkjun í Efra Sogi verður að vera komin og er þá vélaaflið í Sogi 45.6 MW, en við Elliðaár 10,7 MW, samtals 56.3 MW, vantar þá á það ár 7.500 kw. að aflþörfinni verði fullnægt eða um 12%. Hinsvegar er hægt að fullnægja orkupörfinni með fullri notkun á minnsta rennsli í Sogi (sbr. 3. lið hér að framan). Næsta ár á undan 1954 var mesta álag 5000 kw. lægra og má þá segja að allt uppsett vélaafli sé fullnotað, varaaflið einnig.

Í 1. tölflu er gert ráð fyrir að viðbótarvirkjun í Sogi taki ekki til starfa fyrr en 1956, en þyrfti hér að vera komin ári fyrr. Komast má hjá þessum aflakorti með því að koma upp nýrri vélasamstæðu í varastöð Rafmagnsveitunnar við Elliðaár, er vera þarf 12500 kw. að stærð (svo sem áætlað hefir verið).

Árið 1960.

Almenningsþörfin er þá komin upp í 340 millj. kwst. og áætlaður hagnýtingartími 4000 st.

Verður þá samstarfið þannig:

Almenningsnotkun	85000 kw. x 4000 st. = 340 millj.kwst.
Áburðarverksm. jafnt	6800 - x 7200 - = 48.7 - -
-"- utantoppa	= 86.5 - -
Samtals	91800 - x 5200 - = 475.2 - -

Sé viðbótarafli ekki komið upp í írafossstöðinni (3.véla-samstæðan) þá er uppsett afli í Sogi 73,9 MW og við Elliðaár 10.7 MW, eins og er, samtals 84,6 MW. Skortir þá á 7,2 MW eða 8% upp á að aflþörfinni sé fullnægt. Hinsvegar er hægt að fullnægja orkupörfinni með hér um bil fullri notkun á minnsta rennsli í Sogi (sbr. 3. lið). Ef hinsvegar hefði verið komið upp viðbótar vélasamstæða í varastöðinni árið 1954, gæti hún einnig fullnægt aflþörfinni 1960.

Dagurálagið.

Hér að framan í þessum lið hefir verið athugað ársálagið og gert ráð fyrir að 86.5 millj. kwst. yrðu unnar með utantopp-sálagi. Til að sjá hvort þetta geti átt sér stað, þarf að athuga orkuvinnsluna á degi mestu notkunar:

Árið 1955.

Sólarhringsnotkun almennt	57000 kw. x 24 st. x 0,7 = 960000 kwst. á dag
Áburðarverksmiðja jafnt	6800 - x 24 - = 162000 - -
-"- utantoppa	86.5 millj. = 288000 - -
	<u>300</u>

Samtals 63800 kw. x 22.2 st. = 1410000 - -

Heildarálagsstuðullinn verður þá $\frac{22.2}{24} = 0,93$

Árið 1960.

Sólarhringsnotkun alm.	85000 kw. x 24 st. x 0.75 = 1520000 kwst. á dag
Áburðarverksm. jafnt	6800 - x 24 - = 163000 - -
-"- utantoppa	= 288000 - -

Samtals 91800 kw. x 21.5 st. = 1970000 - -

Heildarálagsstuðullinn verður þá $\frac{21.5}{24} = 0,9$.

Er þá hægt að láta þetta utantopp-sálag í té allt árið. Álagsstuðullinn á utantopp-sálaginu verður árið 1955 0,189 miðað við mesta topp álagslínunnar og 0,131 árið 1960.

B. Með sérvirkjun (tilhögun 2).

Árið 1955.

Almenningsnotkun 57000 kw. x 3700 st. = 211 millj. kwst.
Áburðarverksmiðja 18800 - x 7200 - = 135.2 - -

Samtals 75500 - x 4560 - = 346.2 - -

Hér vantar 19200 kw. eða 25,3% á að aflþörfinni sé fullnægt. Þótt 12500 kw. vélasamstæða væri þá komin upp í varastöðinni, vantar samt á 6700 kw. eða 9% á vélaaflid, allt varaafli meðtalid.

Árið eftir 1956 er aflskorturinn 5000 kw. meiri og yrði með viðbót í varastöðinni 15,5%.

Væri hinsvegar virkjun efra sögsins komin árið 1956, væri aflþörfinni fullnægt það árið.

Árið 1960.

Almenningsnotkun 85000 kw. x 4000 st. = 340 millj. kwst.
Áburðarverksmiðja 18800 - x 7200 - = 135.2 - -

Samtals 103800 - x 4600 - = 475.2 - -

Metti anna þessu með aðstoð Ellibaárstöðvanna, ef sögið væri þá fullvirkjað.

Þessi tilhögun á rekstrinum hefir engin áhrif á orkuþörfina frá því sem ssarekstur með utantoppsalagi hefur.

Til glöggvunar á framansögðu, er hér í 2. og 3. töflu A og B, stillt upp aflþörfinni frá ári til árs og hvernig henni verður að vera fullnægt. Í A. töflunum er gert ráð fyrir að annari vélasamstæðu verði bæt í varastöð Rafmagnsveitunnar að lokinni virkjun írafossstöðvar 1952. Í B töflunum er ekki gert ráð fyrir þessari vélaaukningu í varastöðinni.

Af 2. töflu A má sjá að taka má áburðarverksmiðjuna í samsterf við sögsvirkjunina á þann hátt, sem lýst hefir verið (tilhögun 1), með því að:

Næsta fyrirhuguð virkjun á írafossstöð	komi	1952
Aukning varastöðvar	-	1954
Efra sögið fullvirkjað	-	1957
3. vélasamstæða írafossstöð	-	1961
4. vélasamstæða Ljósaafossstöð	-	1964
Ný virkjun í annari á	-	1965

Af 2. töflu B má sjá að aukningarnar verða að vera þessar:

Írafossstöð eins og áður	komi	1952
Efra sögið fullvirkjað	-	1955
3. vélasamstæða í Írafossstöð	-	1959
4. vélasamstæða í Ljósafofssstöð	-	1962
Ný virkjun	-	1963

Af 3. töflu A:

Írafossstöð eins og áður	komi	1952
Aukning varastöðvar	-	1954
Efra sög fullvirkjað	-	1957
3. vélasamstæða í Írafossstöð	-	1960
4. vélasamstæða í Ljósafofssstöð	-	1961
Ný virkjun	-	1964

Af 3. töflu B:

Írafossstöð eins og áður	komi	1952
Efra Sög (og dugir ekki til)	-	1955
3. vélasamstæða í Írafossstöð	-	1957
4. vélasamstæða í Ljósafofssstöð	-	1960
Ný virkjun	-	1961

2. tafla A. Samstarf áburðarverkiðju skv. tiliðgun 1.

Ár	Aflþörf MW.			Uppvélisæfl MW.			Afl- skortur MW	Véla- afl umfram MW	Athn.
	Alm. notkun	Áburðar- verkam.	Sam- tals	Sög	Ell.	Sam- tals			
1949	34	-	34	14.6	10.7	25.3	8.7		} Skömmun. } fráfos 31 MW. } varast. 12.5 MW. } Eftir Sög 28.3 MW.
1950	37	-	37	-	-	-	11.7		
1951	40	-	40	-	-	-	14.7		
1952	43.5	6.8	43.5	45.6	-	56.3	12.8		
1953	45.5	-	45.5	-	-	-	4		
1954	52	-	52.3	-	23.2	68.8	10		
1955	57	-	58.8	-	-	-	5		
1956	62	-	63.8	-	-	-	0		
1957	67	-	68.8	73.9	-	97.1	24.3		
1958	72	-	73.8	-	-	-	18.3		
1959	78.5	-	78.8	-	-	-	11.8		
1960	85	-	85.3	-	-	-	5.3		
1961	91	-	91.8	89.4	-	112.6	14.8		
1962	96.5	-	97.8	-	-	-	9.3		
1963	102.5	-	103.3	-	-	-	4.3		
1964	109	-	109.8	96.6	-	119.8	4.0		
1965	116	-	122.8	-	-	-		4.0	4. vélasamt. Ijósafoos 7.2 MW.

2. tafla B. Samstarf áburðarverkamíðu skv. tilhögun 1.

Ár	Aflþörf MW.		Upps.vélaafl MW.			Afl- skortur MW	Véla- afl umfram MW	Aths.
	Alm. notkun	Áburðar- verksm.	Sög- tals	Sög	Eil.			
1949	34	—	34	14.6	10.7	25.3	8.7	fræfoss 31. MW.
1950	37	—	37	—	—	—	11.7	
1951	40	—	40	—	—	—	14.7	fræfoss 31. MW.
1952	43.5	—	43.5	45.6	—	56.3	12.8	
1953	45.5	6.8	52.3	—	—	—	4.0	fræfoss 28.3 MW.
1954	52	—	58.3	—	—	—	20.8	
1955	57	—	63.8	73.9	—	84.6	15.8	fræfoss 28.3 MW.
1956	62	—	68.8	—	—	—	10.8	
1957	67	—	75.8	—	—	—	5.8	3. vélasamt. fræfoss 15.5 MW.
1958	72	—	78.8	—	—	—	14.8	
1959	78.5	—	85.3	89.4	—	100.1	8.3	4. vélasamt. ljósafröss ný virkjun (7.2 MW.
1960	85	—	91.8	—	—	—	2.3	
1961	91	—	97.8	—	—	—	4.0	4. vélasamt. ljósafröss ný virkjun (7.2 MW.
1962	96.5	—	103.3	96.6	—	107.3	2	
1963	102.5	—	109.3	—	—	—	8.5	
1964	109	—	115.8	—	—	—	15.5	
1965	116	—	122.8	—	—	—	—	

3. tafla A. Sérvirðjun tilhögun 2.

Ár	Aflþörf MW.			Upps. vélaerfi MW.			Afl- skortur MW	Véla- erfi umfram MW	Athn.
	Alm. notkun	Áðurbar- verkam.	Sam- tals	Sög	Elli.	Sam- tals			
1949	34		34	14.6	10.7	25.3	8.7		} Skömmtun. fræfoss 31 MW.
1950	37		37	-	-	-	11.7		
1951	40		40	-	-	-	14.7		
1952	43.5		43.5	45.6	-	56.3		} Varastöð 12,5 MW.	
1953	45.5	18.8	64.3	-	-	-	8.0		
1954	52		70.8	-	23.2	68.8	2.0		
1955	57		75.8	-	-	-	7		
1956	62		80.8	-	-	-		} Eitra Sög 26.3 MW.	
1957	67		85.8	73.9	-	97.1			
1958	72		90.8	-	-	-			
1959	78.5		97.3	-	-	-	0.2		
1960	85		103.8	89.4	-	112.6		} 3. vélaanst. fræfoss 15.5 MW.	
1961	91		109.8	-	-	-			
1962	96.5		115.3	96.6	-	119.8		} 4. vélaanst. ljósafoss 7.2 MW.	
1963	102.5		121.3	-	-	-	1.5		
1964	109		127.8	-	-	-	8		
1965	116		134.0	-	-	-	15		

3. tafla B. Sérvirkingun tilhögum 2.

Ár	Aflþörf MW.		Töps.vélanafli MW.		Afl- skortur MW	Véla- epli umfram MW	Athn.	
	Alm. notkun	Þourðer- verksm.	Sam- tals	Sög Elli.				Sam- tals
1949	34	-	34	14.6	10.7	25.3	8.7	fræfoss 31 MW.
1950	37	-	37	-	-	-	11.7	
1951	40	-	40	-	-	-	14.7	
1952	43.5	18.8	64.3	45.6	-	56.3	8	Efra sög 28.3 MW.
1953	43.5	-	43.5	-	-	-	14.5	
1954	52	-	70.8	-	-	-	8.8	3. vélaæmt. fræf. 15.5 MW.
1955	57	-	75.8	73.9	-	84.6	3.8	
1956	62	-	80.8	-	-	-	14.3	4. vélaæmt. Ljfr. 7.2 MW. Ný virkjun.
1957	67	-	85.8	89.4	-	100.1	9.3	
1958	72	-	90.8	-	-	-	2.8	
1959	78.5	-	97.3	-	-	-	2.5	
1960	85	-	103.8	96.6	-	107.3	8.0	
1961	91	-	109.8	-	-	-	14.0	
1962	96.5	-	115.3	-	-	-	15.5	
1963	102.5	-	121.3	-	-	-	27.5	
1964	109	-	122.8	-	-	-		
1965	116	-	134.8	-	-	-		

Af 2. töflu A, má sjá að það er hægt að forðast aflskort eftir 1952 með því að saka vélassamstæðu í varastöð Ráfmagnsveitunnar árið 1954 og getur þá virkjun Sögsins ferð að öðru leyti fram eins og sýnt er á 1. töflu (undir 4. lið hér að framan), þar sem áburðarverksmiðjan var ekki meðtalin. Ný virkjun í annari á þarf þá að taka til starfs ári fyrr eða 1965. Af B. töflunni má sjá að ekki verður alveg komist hjá aflskorti 1954 og Hfira Sogið þarf að koma 1955.

Af 3. töflu A, má sjá, að ekki verður komist alveg hjá aflskorti fyrr en Hfira Sogið er virkjað 1956 og ný virkjun í annari á verður að vera komin 1963 eða 3 árum fyrr en í 1. töflu var sýnt. Besta metti þá úr þessu með því að setja 3. vélassamstæðu upp í varastöðinni. Af B. töflunni má sjá, að tilfinnanlegur aflskortur verður árin 1953 og 1954 svo og eftir 1960.

7. Raforkuverðið.

Í eftirfarandi 4. töflu er sýnt samstarf aflstöðvanna samkvæmt áætlaðri orkuvinnslu árið 1955 og vinnslukostnaður raforkunnar. Þessi kostnaðaráætlun getur ekki verið nákvæm, en stítt þó í samanburði að sýna stærðarhlutföllin við mismunandi aðstæður.

Í a-lið töflunnar er sýnt kostnaðarverðið, ef áburðarverksmiðja starfar með slæmingsnotkun en notar utantoppsalag til vetnisvinnslu að 3/4 hlutum, svo sem hér að framan er lýst (2. tafla).

Í b-lið töflunnar er samstarfi stöðvanna lýst með almenningsálaginu einu saman, en þó við jafnmikið mesta álag vélanna

Í c-lið töflunnar er samstarfinu lýst á sama hátt með áburðarverksmiðju, er notar forgangsafl allt upp í fullt álag allri véla aflstöðvanna.

Einingarverð orkunnar er sýnilega breytilegt eftir hagnýtingartímanum og er um 6 aurar á kwst. við 4000 stunda notkun niður í 4.6 aure við um 5500 stunda notkun. Fylgir verðið efri línunni, sem sýnd er neðan til hægre megin á 1. bláði.

Í 5. töflu er sýnt samstarfið á sama hátt við áætlaða orkuvinnslu árið 1960. Fylgir verðið þar neðri línunni neðan til á 1. bláði, er sýnir lítinn mun á einingarverðinu frá 1955.

4. tafla. Notkun ár 1955.

Aflstöðvar	Uppsett vélaafli		Mesta álag		Orkuvinnsla		Hagnýtingar- tími T	Kostnaður	
	MW	MW	%	%	millj. kwst.	millj. kr.		aur/ kwst	
a) Sog	45.6	45.6	71.5	92	318.6	7000	10.20	3.22	
Ell.vatns.	3.2	3.2	5	2	6.9	2170	0.69	10	
- varast.	22.0	15.0	23.5	6	20.7	1380	5.22	25.3	
Samtals	70.8	63.8	100	100	346.2	5420	16.04	4.64	

b) Sog	45.6	45.6	71.5	93	241.5	5280	10.20	4.25
Ell.vatns.	3.2	3.2	5.0	1.5	3.9	1220	0.69	18
- varast.	22.0	15.0	23.5	5.5	14.3	950	4.58	32
Samtals	70.8	63.8	100	100	259.7	4070	15.47	5.95

c) Sog	45.6	45.6	64.5	88	273.8	6000	10.20	3.72
Ell.vatns.	3.2	3.2	4.5	4	12.4	3860	0.29	5.6
- varastöð	22.0	22.0	31.0	8	24.8	1130	5.63	22.7
Samtals	70.8	70.8	100	100	311.0	4400	16.52	5.3

5. tafla. Notkun ár 1960.

Aflstöðvar	Uppsett vélaafl MW	Mesta álag véla		Orkuvinnsla		Hagnýtingar- tími T	Kostnaður	
		MW	%	%	millj. kwst.		millj. kr.	aur/ kwst.
a) Sog	73.9	73.9	80.5	95	451.4	6100	15.70	3.7
Ell.vatns.	3.2	3.2	3.5	1	4.8	1500	0.69	14
- varast.	22.0	14.7	16.0	4	19.0	1300	5.05	26.7
Samtals	99.1	91.8	100	100	475.2	5200	21.44	4.5

b) Sog	73.9	73.9	80.5	95.6	371.6	5000	15.70	4.22
Ell.vatns.	3.2	3.2	3.5	6.7	2.7	850	0.69	25.5
- varast.	22.0	14.7	16.0	3.7	14.4	980	4.59	32.0
Samtals	99.1	91.8	100	100	388.7	4250	20.98	5.4

c) Sog	73.9	73.9	74.6	93.5	412.8	5580	15.70	3.82
Ell.vatns.	3.2	3.2	3.2	1.0	4.4	1370	0.69	15.7
- varast.	22.0	22.0	22.2	5.5	24.3	1100	5.38	28.9
Samtals	99.1	99.1	100	100	441.5	4440	21.97	4.95

Í a.lið 4. töflu greinist orkuvinnslan þannig:

til almenningsþarfa	211 millj. kwst.
til áburðarverksmiðju forgangsorka	48.7 - -
Samtals	259.7 - -
Til áburðarverksmiðju utantoppa	86.5 - -
Alls:	346.2 - -

Í b. lið töflunnar er reiknaður út kostnaðurinn við almenna raforkuvinnslu upp á 259.7 millj. kwst. Má af því sjá, að Sogsvirkjunin getur látið áburðarverksmiðjunni í té 48,7 millj. kwst. á 5.95 auru kwst. eða á samtals 2.9 millj.kr. Utantopp-orkuna 86.5 millj. getur hún látið í té fyrir mismuninn á reket-urskostnaði á a. lið og b. lið, sem er 0,57 millj.kr.

Samtals er þá orkusalan þetta árið 3,47 millj. kr. fyrir 7500 tonn áburðar eða 462 kr. á tonnib.

Af 5. töflu má fá hliðstætt fyrir árið 1960:

til almenningsþarfa er unnið	340 millj. kwst.
til áburðarverksmiðju forgangsorka	48.7 - -
Samtals	388.7 - -
til áburðarverksmiðju utantoppa	86.5 - -
Alls:	475.2 - -

Hér má láta í té 48,7 millj. kwst. á 5,4 auru eða 2.63 millj.kr og 86,5 millj. kwst. utantoppa á 0.46 - -

Samtals 3.09 - -

fyrir 7500 tonn eða 413 kr. á tonnib.

Í c. lið 4. töflu er gert ráð fyrir að notkunin skift-ist þannig:

almenningsnotkun	211 millj. kwst.
áburðarverksmiðja forgangsorka	100 - -
Samtals	311 - -

Meðal verðið er 5,3 aurar á kwst. og er þá hlutdeild áburðarverksmiðju kr. 5,3 millj. Með 100 millj. kwst. getur verk smiðjan unnið 5560 tonn. Verður þá kostnaðarverðið 950 kr. á tonnib.

Samsvarandi tölur af c. lið 5. töflu eru:

Almenningsnotkun	340 millj. kwst.
áburðarverksmiðja forgangsorka	101,5 - -
Samtals	441,5 - -

Meðalverð 4,95 aur. á kwst. og er þá hlutdeild áburðarverksmiðju kr. 5,02 millj.kr. Áburðarvinnslan verður 5640 tonn og kostnaðarverðið því 890 kr. á tonn.

Þessi tilhögun er því verksmiðjunni miklu kostnaðarsamar auk þess sem aflstöðvarnar leyfa ekki stærri verksmiðju en um 5500 tonna árleg afköst.

Í þessu"o. liðum hefir ekki verið tekið tillit til þess að hinn aukni hagnýtingartími á raforkuvinnslunni, sem áburðarverkmiðjan veldur, komi henni sérstaklega til góða og má segja að það sé aðalorsök hins hás verðs, miðað við fyrri útreikning.

Væri virkjað sérstaklega handa verkmiðjunni, mætti gera ráð fyrir að kostnaðarverð raforkunnar yrði um 250 kr. á árskw. miðað við virkjunarsæðstæður í Sogi á 18800 kw. stöð. Miðað við 7200 stunda hagnýtingartíma til samanburðar við fyrri tölur, verður einingarverð raforkuvinnslunnar 3.48 aurar á kwst. 7500 tonna afköst, er nota 1352 millj. kwst. myndu þá nota 4.7 millj. kr. eða 630 kr. á tonn. Miðað við verðið 1955 er þetta 168 kr. hærre verð á tonnið og árið 1960 217 kr. hærre verð á tonnið, heldur en að hafa samrekstur við almenningsnotkun með utantoppnotkun fyrir meiri hluta vetnisvinnslunnar. SérvirkJun gæti því aðeins orðið hagfellið áburðarverkmiðjunni að kostnaðarverð raforkunnar kemist ofan í 183 kr. á árskw. miðað við reksturinn 1955 og 164 kr. á árskw. miðað við reksturinn 1960 eins og hann er sýndur í töflunum hér að framan.

8. Notkun umframorku.

Auk utantoppssélags, sem hér að framan hefir verið rætt um að hagnýta, má sjá af 4. lið, að Sogið hefir að jafnaði meira rennsli, en það sem talið var öruggt minnsta rennsli. Var reiknað með öruggri orkuvinnslu í Soginu fullvirkjudu upp á 475 millj. kwst. hér að framan, en auk þess var til umframrennsli, er svarar til meðal orkuvinnslu upp á 111 millj.kwst. í eftirfarandi 4. töflu er sýnt framrennsli Sogsins á 11 ára athugunartímabili 1938 - '48.

6. tafla. Framrennsli Sogsins.

Ár	Framrennsli millj.tonn. á ári	Möguleg orkuvinnsla millj.kwet.	Millj.kwet. umfræm 475 millj.kwet.	Með hagnýtingu 111 millj.kwet. umfræm fást tonn áburðar
1938	4060	658	183	6000
1939	3620	585	110	5700
1940	3680	596	121	6000
1941	3370	548	73	4000
1942	3560	578	103	5500
1943	3470	560	85	4700
1944	3680	598	123	6000
1945	3680	598	123	6000
1946	3680	598	123	6000
1947	3782	612	137	6000
1948	3803	618	143	6000
Samtals	40385	6549	1324	62100
Meðaltal	3671	595	111	5645

Í síðasta dálki 6. töflu er gert ráð fyrir að meðal umframrennslið á athugunartímabilinu 111 millj. kwet. væri hagnýtt til áburðarverksmiðju, en það svarar til:

$$\frac{111}{135} \cdot 7500 = \text{ca. } 6000 \text{ tonn (N2) árlegra afkasta.}$$

Má þá sjá að á athugunartímabilinu hefði verið hægt að vinna þessi 6000 tonn að fullu á 7 árum af 11 og að meðaltölu allt tímabilið 5645 tonn til jafnabár á ári eða 94% af fullum afköstum. Um lengra árabíl verður ekki hægt að reikna með svo hárrí hlutfallstölu. Það má að vísu reikna með að helmingur árunna veiti full afköst, en hinn helmingurinn getur orðið töluvert lægri niður í ekkert í þurrustu árum, svo að atla mátti að meðaltalið um langt árabíl yrði um 75% í stað ofan nefndra 94% á umræddu athugunartímabili.

Væri þessi 6000 tonna áburðarvinnsla tengd við áburðatalin 7500 tonn, yrði árleg heildarvinnsla þannig:

Minnst	7500 tonn	55.5% afköst
Meðaltal	12000 -	89 % -
Mest	13500 -	100 % -

Hér að framan var sýnt að með áframhaldandi Sogsvirkjun var hægt að fullnægja orkupörf 7500 tonna áburðarverksmiðju og þessi aukning upp í 13500 tonn með því að nota umframorku, hefir ekki áhrif á það. Að því er orkupörfina snertir er hægt að

stækka verksmiðjuna sem þessu nemur, ef rekstursháttum hennar er hagað eftir tilgreindum aðstæðum.

Aflþörfinni þarf að fullnægja á þenna hátt:

Tilhögun 1, árið 1955.

Almenningsnotkun	57000 kw. x 3700 st. = 211 millj.kwst.
Áburðarverksm. jafnt	
= $\frac{13500}{7500} \cdot 6800 = 12200$	- x 7200 - = 88 - -
-"- utantoppa	
= $\frac{13500}{7500} \cdot 86.5$ millj.	= 156 - -
<hr/>	
Samtals	69200 kw. x 6600 st. = 455 - -

Ef virkjað er í Sogi og varastöðin aukin eins og áður var sýnt í 2. töflu A, skortir hér 400 kw. á að fullt vélaafl sé fyrir hendi. Svo mikla utantopporku, sem þarna þarf með, er ekki hægt að láta í té nema þann tíma árs, sem dagurálagsstudullinn er undir 0,53 og verður þá annað hvort forgangsaflið að vera meira eða dregið úr áburðarvinnslunni þann hluta ársins, sem álagsstudullinn er hærri.

Árið 1960.

Almenningsnotkun	85000 kw. x 4000 st. = 340 millj.kwst.
Áburðarverksm. jafnt	12200 - x 7200 - = 88 - -
-"- utantoppa	= 156 - -
<hr/>	
Samtals	97200 kw. x 6000 st. = 584 millj.kwst.

Hér skortir 100 kw. á uppsett vélaafl virkjað samkvæmt 2. töflu. Þessa utantopporku er hægt að láta í té svo að segja að fullu allt árið.

Þessi munur, sem er bæði árin, 400 og 100 kw. er svo lítilt að hans getir ekki. Má því segja að allar uppsettar vélar hrökkvi aðeins til að anna aflþörfinni.

Tilhögun 2, sérvirkjun:

Árið 1955.

Almenningsnotkun	57000 kw. x 3700 st. = 211 millj.kwst.
Áburðarverksm.	
$\frac{13500}{7500} \cdot 18800 = 34000$	- x 7200 - = 244 - -
<hr/>	
Samtals	91000 kw. x 5000 st. = 455 millj.kwst.

Hér skortir 22200 kw. á uppsett vélaefl samkv. 2. töflu A.

Árið 1960.

Almenningsnotkun	85000 kw. x 4000 st. = 340 millj. kwst.
Áburðarverksmiðja	34000 - x 7200 - = 244 - -
Samtals	129000 kw. x 4540 st. = 584 millj. kwst.

Hér skortir 31900 kw. samkv. 2. töflu A. Ef 3. véla-
samstæðan í Írafossi og 4. í Ljósafossi væru komnar árið 1960,
þá yrði þó aflskorturinn 9.200 kw. Þáða mætti bót á aflskortin-
um með 3. véla-samstæðunni í varastöð Rafmagnsveitunnar upp á
22.200 kw.

9. Ályktunarorð.

Áf fremanskráðu er ljóst, að Sogsvirkjunin getur veitt
fyrirhugaðri áburðarverksmiðju hagstæðust kjör um orku kaup með því
að hagnýtt sé sem best utantoppsálag almenningsnotkunar. Með
hinum öra vexti, sem er væntanlegur í almenningsnotkuninni, verður
erfitt að fullnægja aflþörfinni fyrr en Efra Sogið er fullvirkjað
sem varla getur orðið fyrr en 1956, þrem árum eftir að Írafoss-
virkjunin tekur til starfa.

Eigi verður þó talið að rúmt verði um vélaeflið nema
einnig sé aukinn vélakostur í varastöð Rafmagnsveitunnar eða
annar hliðstæður.

Reykjavík, 7. ágúst 1949.

