

VERKFRÆÐISTOFA
SIGURÐAR THORODDSEN
MIKLUBRAUT 34 . REYKJAVÍK . SÍMI 14575

ATHUGANIR

Á ÝMSUM VIRKJUNARLEIÐUM

Í LAXÁ, S. - ÞINGEYJARSÝSLU

September 1966

VERKFRÆÐISTOFA
SIGURÐAR THORODDSEN
MIKLUBRAUT 94 . REYKJAVÍK . SÍMI 14575

ATHUGANIR

Á ÝMSUM VIRKJUNARLEIÐUM

Í LAXÁ, S. - ÞINGEYJARSÝSLU

September 1966

VERKFRÆÐISTOFA
SIGURÐAR THORODDSEN

MIKLUBRAUT 34 . REYKJAVÍK . Sími 14575

Reykjavík, 22. sept. 1966

Athuganir á ýmsum virkjunarleiðum í Laxá, S. - Þing.

Laxárvirkjun

Akureyri.

Hér með sendum við yður bráðabirgðaskýrslu um athuganir okkar á ýmsum leiðum, til virkjunar Laxár, sem unnið hefir verið að hér á Verkfræðistofunni samkvæmt óskum yðar settum fram í bréfi yðar, dags. 1. þ. m. og á fundi með Laxárvirkjunarstjórn hinn 18. f. m. Þar sem Sigurður Thoroddsen skýrði yður frá viðtali, er hann hafði átt við Jóhannes Norðdal, seðlabankastjóra og hagfræðing Seðlabankans, Sigurgeir Jónsson.

Þær virkjunarleiðir sem athugaðar hafa verið og kostnaðaráætlanir hafa verið gerðar verða taldar upp hér á eftir og jafnframt getið hvenær við teljum að hvert mannvirki verði tímabært.

Við ákvörðun þessa innsetningartíma einstakra aflstöðva er miðað við að á hverjum tíma sé fyrir hendi öruggt afl og orka samkvæmt orkuspá I fyrir orkuveitusvæði Laxár.

Til ákvörðunar á öruggu afli Laxárvirkjana áður en miðlunarstífla er gerð, er reiknað með að ekki verði leyfður orkuskortur lengur en sem svarar 7 dögum á ári að meðaltali eða um 2% tímans.

Samkvæmt langæislfnu fyrir rennsli Laxár svarar þetta til að öruggt afl miðist við 30 kl/s rennsli og samkvæmt því aftur reiknast öruggt afl núverandi virkjana um 11 MW og við tilkomu Gljúfursvers myndi það hækka um um það bil 4 MW.

Með þessu er ekki tekið tillit til væntanlegra ístruflana nema að svo miklu leyti sem þær kunna að falla innan þess vikutíma sem hér var tilgreindur. Það er því ljóst að með þessum forsendum eru t.d. ekki fullnægt þeim öryggiskröfum um rekstraröryggi, sem gengið er út

frá í Skýrslu um raforkumál Laxárvæðis og Austurlands eftir Jakob Björnsson (sept. 1966) þar sem segir:

„Unnt sé á hverjum tíma þar til Efstafallsvirkjun tekur til starfa að anna 100% mesta álags á Laxárvæðinu þótt 6 MW verði óvirk í Laxárstöðvum vegna ísa“.

Virkjunarleiðir sem endurathugaðar hafa verið:

Tilhögun 1

Efstafalls 12 MW nokkuð breytt, jöfnunarturni sleppt, síðan Gljúfurver einnig breytt, stöðvarhús færð ofar, og dísilstöðvar að Akureyri.

Tilhögun 1

Ár	Virkjunarstig	öruggt afl	Kostnaður
B) 1968	2 MW dísil	2 MW	10.0 Mkr.
C) 1970	12 MW Efstafall	12 MW	147.0 "
D) 1980	2 MW dísil	2 MW	10.0 "
E) 1981	10.5 MW Gljúfurver	10.5 MW	88.0 90.5 "

Tilhögun 2 A.

Gljúfurver eins og í Tilh. I. síðan stífla og loks Efstafall. Auk þess dísilstöðvar að Akureyri.

Tilhögun 2 A.

B) Ár 1968	2 MW dísil	2 MW	10.0 Mkr.
C) " 1970	10.5 MW Gljúfurver	4 MW	95.5 "
D) " 1973	2 MW dísil	2 MW	10.0 "
E) " 1975	3 MW dísil	3 MW	15.0 "
F) " 1977	3 MW dísil	3 MW	15.0 "
G) " 1978	Efstafallsstífla	9 MW	86.0 "
H) " 1979	12 MW Efstafall	12 MW	56.3 57.5 "

Tilhögun 2 B

Gljúfurver 9 MW. Vélar uppsettar fyrir allt fallið 69 m frá stíflu-
lóni niður fyrir Laxá I. Síðan stíflugerð og loks framlenging á
göngum upp í inntak ofan við stífluna. Auk þess dísilstöðvar.

Tilhögun 2 B

<u>Ár</u>	<u>Virkjunarstig</u>	<u>Öruggt afl</u>	<u>Kostnaður</u>
B 1968	2 MW dísil	2 MW	10.0 Mkr.
C 1970	9 MW Gljúfurver (Vélar 22 MW)	4 MW	132.5 "
D 1973	2 MW dísil	2 MW	10.0 "
E 1975	3 MW Dísil	3 MW	15.0 "
F 1977	3 MW dísil	3 MW	15.0 "
G 1978	Stífla og tenging ganga	20.5 MW	98.5 "

Tilhögun 3 A

Stífla gerð fyrst, síðan Efstafall og loks Gljúfurver auk dísilstöðva

<u>Ár</u>	<u>Virkjunarstig</u>	<u>Öruggt afl</u>	<u>Kostnaður.</u>
B 1968	2 MW dísil	2 MW	10.0 Mkr.
C 1970	Stífla	2.5 MW	86.0 "
D 1972	2 MW dísil	2 MW	10.0 "
E 1973	12 MW Efstafall	12 MW	62.5 "
F 1981	10.5 MW Gljúfurver	10.5 MW	90.5 "

Tilhögun 3 B

Stífla við Efstafall og síðan Gljúfurvers er nýti allt fallið niður
fyrir Laxá I, 69 m auk dísilstöðva.

Ár	Virkjunarstig	Öruggt afl	Kostnaður
B 1968	2 MW dífsill	2 MW	10.0 Mkr.
C 1970	stífla	2.5 MW	86.0 "
D 1972	2 MW dífsill	2 MW	10.0 "
E 1973	22 MW Gljúfurver	22 MW	124.8 "

Töflur þessar hér að ofan má einnig lesa útúr línuritum og kostnaðar-
áætlunum í fylgiskjöllum.

Öruggt afl í töflunum kemur til viðbótar því afli sem nú er fyrir
15 MW þ. e. 11 MW vatnsafl og 4 MW dísilafli.

Við áætlunargerð um kostnað var stuðst við einingarverð þau sem
eru í skýrslu okkar um Efstafall. Innifalinn er ófyrirséður kostna-
ður 15% og 5% af mannvirkjum og vélbúnaði og umsjónarkostnaður
9% ofan á kostnað og ófyrirséð útgjöld.

Vextir á byggingatíma, kostnaður vegna landsspjalla og undir-
búningskostnaður, sem þegar hefir verið greiddur er ekki inni-
falinn í áætlunum.

Ástæða þykir að benda á, að vegna skamms tíma er okkur hefir verið
skammtaður verður að gera ráð fyrir að nákvæmi sé minni í þeim
hinum nýju áætlunum en í áætlun okkar um Efstafall.

Eins er rétt að benda á að undir hælinn er lagt að jafn hagstæð
tilboð fáiast í hin minni verk og hin stærri.

Í töflunum hér að ofan er ekki meðtekinn kostnaður vegna háspennu-
línu, sem leggja verður til Akureyrar þegar aflflutningur frá
Laxá verður meiri en 10 - 12 MW.

Þá skal tekið fram að við höfum gert okkur grein fyrir kostnaði við
að tengja Laxá I með pípu við jöfnunarturn Gljúfurvers, þeirra til-
hagana sem virkjuð eru með lægra fallinu, samhliða Laxá I;

Sá kostnaður nemur 6.5 Mkr.

Um Gljúfurver sem fyrsta virkjunarstig.

Í skýrslu verkfræðistofunnar um fullvirkjun Laxár árið 1964 var gerð grein fyrir virkjun samsíða Laxá I. er nýtti $Q = 20$ kl/s. Var þar gert ráð fyrir inntaki úr inntaksíðni Laxár I. Jafnframt var gert ráð fyrir hækkun gömlu stíflunnar og miðlun í Birningsstaðaflóa. Þó var komist að þeirri niðurstöðu í skýrslunni að þessi virkjunartilhögun væri ekki heppileg vegna þess að hún gæti ekki talist nægilega rekstrartrygg vegna ístruflana.

Á undanförunum árum, eða allt frá því að Laxá var virkjuð hefir við ístruflanir verið að etja þar.

Sú saga er svo kunn að hér verður hún ekki rakin frekar, en að geta þess að truflana hefir miklu meira gætt við Laxá I en Laxá II og þar verið illkynjaðri.

Má þetta rekja að nokkru til betri hönnunar og lags á stíflu neðri stöðvarinnar, eins til heppilegri aðstæðna þar á ánni ofan við stífluna, til þess að pípan er einangruð við neðri stöðina, en óvarin við þá efri og loks að vatnsvegir, þar með vatnsvélar, eru þar miklu víðari.

Til er skýrsla um reynslu af ístruflunum í Laxá eftir Ágúst Halblaub, stöðvarstjóra þar (Raforkumálastjóri Orkudeild, maí 1960). Er hluti af henni tekinn hér með sem fylgiskjal.

Ég er enn þeirrar skoðunar að virkjun sem Gljúfurver tekin beint úr lóni Laxár I verður svo útsett fyrir truflunum vegna ísa, að ekki verði við unað. Tel ég að ístruflanir muni aukast allverulega við tilkomu nýs virkjunarinntaks úr lóninu. Bendi ég á, að aðstæður þar efra eru alt aðrar og óheppilegri en við neðri stöðina. Tel ég verulega hættu á að efri virkjanirnar muni geta orðið alls óvirkar þegar í ána krapar, þó að ekki gera nema að draga úr afköstum neðri stöðvarinnar. Þrepahlaup eiga sér stað árlega og í því tilviki verður ekki hjá því komist að efristöðvarnar verði vatnslausar og miklir erfiðleikar verða á að ná vatninu að þeim aftur á eftir.

Veðráttu er þannig háttað við Laxá að frost er flesta daga vetrarins, en þó alltaf blotar á milli (sjá töflu á uppdrætti 07.01.0.03 í „Efstafall Project"). Er því að vænta að truflanir geti skolið á að heita má hvenær sem er alla vetrarmánuðina okt. - apríl.

Tel ég því mjög hæpið að leggja í Gljúfurversvirkjun eins og hún hefir verið hönnuð, áður en háa stíflan ofan við hana hefir verið gerð, nema að jafnframt verði varaafli aukið allverulega og helzt allt að afköstum hinnar nýju virkjunar. Eða að hægt verði að sýna fram á að þær ráðstafanir sé unnt að gera við inntakið sem að gagni megi koma gegn ístruflunum. Að öðrum kosti get ég ekki mælt með slíkri virkjun sem næsta virkjunarstigi.

Það skal ítrekað hér að í virkjunarleiðum þeim, sem settar voru fram hér á undan, Tilhögun 2 A og Tilhögun 2 B er ekki tekið tillit til truflana af völdum ísa eða kraps.

Í töflunum hér að framan, tilhaganir 1 og 3 er þess getið að Efsta-fallsvirkjun sé að nokkru breytt og kostnaðaráætlun þar sýnir lægri niðurstöðutölur en voru í fyrri greinargerðum okkar nefnilega, miðað við sambærilegar kostnaðartölur:

Nú	147.0 Mkr.
Í bréfi til yðar dags. 22. júlí 1966	157.0 "
Í „Efstafall Project, Definite report"	167.0 "

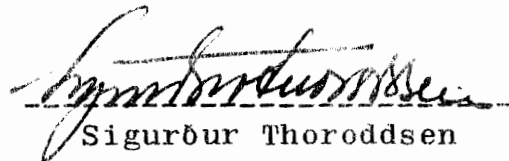
Í bréfinu dags. 22. júlí þ. a. var gerð grein fyrir lækku á kostnaðaráætlun, sem lá í því að stöðvarhúsi var breytt og dregið var allverulega úr rafbúnaði í stöð og að Akureyri.

Lækkun áætlunarinnar nú stafar af því, að við höfum sleppt jöfnunarturninum og jafnframt flutt inntakið að stíflunni í því skyni að stytta göng að vélunum.

Að því er varðar tilhaganirnar 2 A og 2 B er mismunur á kostnaði við inntaki Gljúfurvers. Í tilhögun 2 A er kostnaður tekinn beint úr skýrslu okkar um Gljúfurver, júlí '66, en í 2 B er inntakið gert stærra og munar hér um 3 Mkr.

Ástæða til þessa er sú að við teljum inntakið ófullnægjandi ef ráðist yrði í Gljúfurver á undan stíflugerð, en héldum okkur þó í tilhögun 2 A í samræmi við fyrirmælin til okkar. Væri því rétt að auka kostnaðinn í 2 A um þessar 3 Mkr, sem á milli bera.

Með kveðjum,


Sigurður Thoroddsen

Kostnaðaráætlanir.

Tilhögun 1.

1. B. 2. MW dífsill að Akureyri. kr.=====10.000.000.-

1.C Efstafall

Innréttingar á vinnustað	kr.	10.000.000.-
Stífla	"	39.313.300.-
Yfirfall og renna	"	6.848.090.-
Vatnsvegir, hraðloki við vél lokahús og frárennsli	"	19.404.900.-
Vegir, brýr, bifreiðastæði, stöðvarhús og útvirki	"	15.568.000.-
Vélar og rafbúnaður	"	23.200.000.-
Flutningsvirki að Laxá og Akureyri	"	<u>5.500.000.-</u>

Samtals: kr. 119.834.290.-

Ófyrirséð og vantalið 15% af 91.134.290.- " 13.730.710.-

5% af 28.700.000.- " 1.435.000.-

kr. 135.000.000.-

Umsjónarkostnaður um 9% " 12.000.000.-

Heildarkostnaður: kr. 147.000.000.-

1. D. 2 MW dífsill að Akureyri kr.=====10.000.000.-

1. E
Gljúfurver 10.5 MW heildarkostnaður kr.=====88.000.000.-

Ný pípa Laxá I kr.=====6.500.000.-

Kostnaðaráætlanir.

Tilhögun 2 A

B. 2 MW dísilill að Akureyri

kr. 10.000.000.-

C. Gljúfurver 10.5 MW

Eins og tilhögun 1 nema stöðvarvarðabúð
(1.2 Mkr.) sleppt, en flutningsvirki
(6.2 Mkr.) meðtalin

kr. 95.500.000.-

Ný pípa Laxá I

kr. 6.500.000.-

D. 2 MW dísilill að Akureyri

kr. 10.000.000.-

E. 3 MW dísilill að Akureyri

kr. 15.000.000.-

F. 3 MW dísilill að Akureyri

kr. 15.000.000.-

G. Efstafallsstífla

kr. 86.000.000.-

H. Efstafall 12 MW

kr. 56.300.000.-

Kostnaðaráætlanir.

Tilhögun 2 B

B. 2 MW dífsill að Akureyri

kr. 10.000.000.-

C. Gljúfurver 9 MW,

Vélar settar upp fyrir endanlegt fall

69 m þ. e. 22 MW.

Innréttingar á vinnustað	kr.	4.000.000.-
Inntak	"	5.266.700.-
Aðrennslisgöng	"	23.925.000.-
Jöfnunarturn	"	6.506.000.-
Þrýstivatnspípa	"	4.640.000.-
Stöðvarhús, frárennsli og vatnsvarnir	"	17.158.100.-
Vélar og rafbúnaður	"	37.100.000.-
Vegir	"	1.000.000.-
Flutningsvirki	"	6.500.000.-
	Samtals:	kr. 106.095.800.-
Ófyrirséð og vantalið 15% af 63.495.800.-	"	9.774.200.-
5% af 43.600.000.-	"	2.130.000.-
	Samtals:	kr. 118.000.000.-
Umsjónarkostnaður um 9%	"	10.500.000.-
	kr.	128.500.000.-
Undirbúningskostnaður	"	4.000.000.-
	<u>Heildarkostnaður:</u>	<u>kr. 132.500.000.-</u>

D. 10 MW dífsill að Akureyri.

kr. 10.000.000.-

E. 3 MW dífsill að Akureyri

kr. 15.000.000.-

F. 3 MW dísilill að Akureyri

kr. 15.000.000.-

G. Stífla og lenging ganga.

Innréttingar á vinnustað	kr.	8.000.000.-
Stífla, yfirfall og renna	"	46.161.390.-
Inntak og lenging aðfærsluganga	"	17.369.000.-
Framhjárennslisloki og lokahús	"	2.700.000.-
Hækkun jöfnunarþröðar	"	4.404.000.-

kr. 78.634.390.-

Ófyrirséð og vantalið 15%

" 11.865.610.-

Umsjónarkostnaður um 9%

kr. 90.500.000.-

" 8.000.000.-

Heildarkostnaður: kr. 98.500.000.-

Kostnaðaráætlanir.

Tilhögun 3 A

B. 2 MW dífsill að Akureyri.

kr. 10.000.000.-
=====

C. Stífla Efstafalls.

Innréttingar á vinnustað	kr.	8.000.000.-
Stífla	"	39.113.300.-
Yfirfall og renna	"	6.848.090.-
Framhjárennslisgöng með lokum	"	14.761.600.-
	Samtals:	kr. 68.722.990.-
Ófyrirséð og vantalið um 15%	"	10.277.010.-
	kr.	79.000.000.-
Umsjónarkostnaður um 9%	"	7.000.000.-
	<u>Heildarkostnaður:</u>	<u>kr. 86.000.000.-</u>

D. 2 MW dífsill að Akureyri

kr. 10.000.000.-
=====

E. Efstafall 12 MW

Innréttingar á vinnustað	kr.	3.000.000.-
Brýstivatnsgöng, hraðloki og lokahús	"	4.163.300.-
Stöðvarhús, ristar, útvirki, frárennsli, brýr og vegir	"	16.510.000.-
Vélar og rafbúnaður	"	23.200.000.-
Flutningsvirki að Laxá og Akureyri.	"	5.500.000.-
	Samtals:	kr. 52.373.300.-
Ófyrirséð og vantalið: 15% af 23.673.300.-	"	3.591.700.-
5% af 28.700.000.-	"	1.435.000.-
	Samtals:	kr. 57.400.000.-
Umsjónarkostnaður um 9%	"	5.100.000.-
	<u>Heildarkostnaður:</u>	<u>kr. 62.500.000.-</u>

F. Gljúfurver 10,5 MW

Innréttingar á vinnustað	kr.	4.000.000.-
Varnir gegn vatni	"	2.000.000.-
Inntak	"	2.193.000.-
Aðfærslugöng	"	16.725.000.-
Jöfnunarþró	"	2.354.000.-
Þrýstivatnspípa	"	1.450.000.-
Stöðvarhús	"	11.308.100.-
Frárennslisskurður	"	2.710.000.-
Vélar og búnaður í stöð	"	27.600.000.-
Stöðvarvarðabúð	"	1.000.000.-
	Samtals:	kr. 71.340.100.-
Ófyrirséð og vantalið: 15% af 43.740.100.-	"	6.579.900.-
5% af 27.600.000.-	"	1.380.000.-
		kr. 79.300.000.-
Umsjónarkostnaður um 9%	"	7.200.000.-
	Samtals:	kr. 86.500.000.-
Undirbúningskostnaður:	"	4.000.000.-
	Heildarkostnaður:	kr. 90.500.000.-
<u>Ný þrýstivatnspípa Laxá I.</u>	kr.	6.500.000.-

Kostnaðaráætlanir.

Tilhögun 3 B.

B. 2 MW dífsill að Akureyri.

kr. 10.000.000.-

C. Stífla Efstafalls

Eins og tilh. 3 A

kr. 86.000.000.-

D. 2 MW dífsill að Akureyri.

kr. 10.000.000.-

E. Gljúfurver, 22 MW

Innréttingar á vinnustað

kr. 4.000.000.-

Aðrennslisgöng (flutningsgeta 90 kl/sek)

Göng fyrir 40 kl/sek kosta um 8.7 Mkr. minna

" 29.645.000.-

Jöfnunarþró

" 6.075.000.-

Fallgöng

" 4.9⁶⁴⁰000.-

Stöðvarhús, frárennslisskurður og varnir gegn vatnsaga

" 1⁷8.158.100.-

Vélar og rafbúnaður

" 37.100.000.-

Vegagerð

" 1.000.000.-

Ófyrirséð og vantalið, um 15% af ~~60.858.100.-~~

kr. 9⁹8.9⁶¹8.100.-

5% af 37.100.000.-

" 9.1²³91.900.-

" 1.850.000.-

Samtals:

kr. 110.0⁷00.000.-

Umsjónarkostnaður um 9%

" 10.0¹00.000.-

kr. 120.0⁸00.000.-

Undirbúningskostnaður

" 4.000.000.-

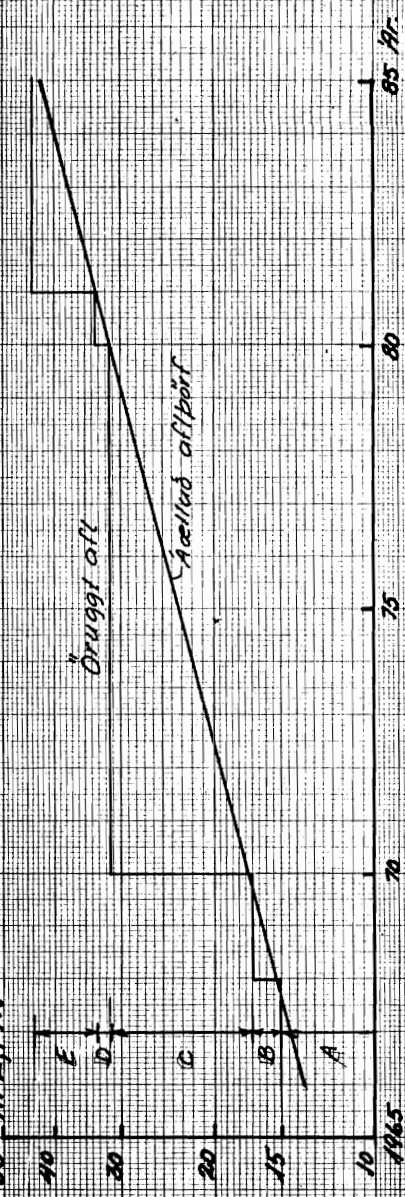
Heildarkostnaður: kr. 124.0⁸00.000.-

Laxárvirkjun, tilhögun 1

300 ORKR, SWH/LAR

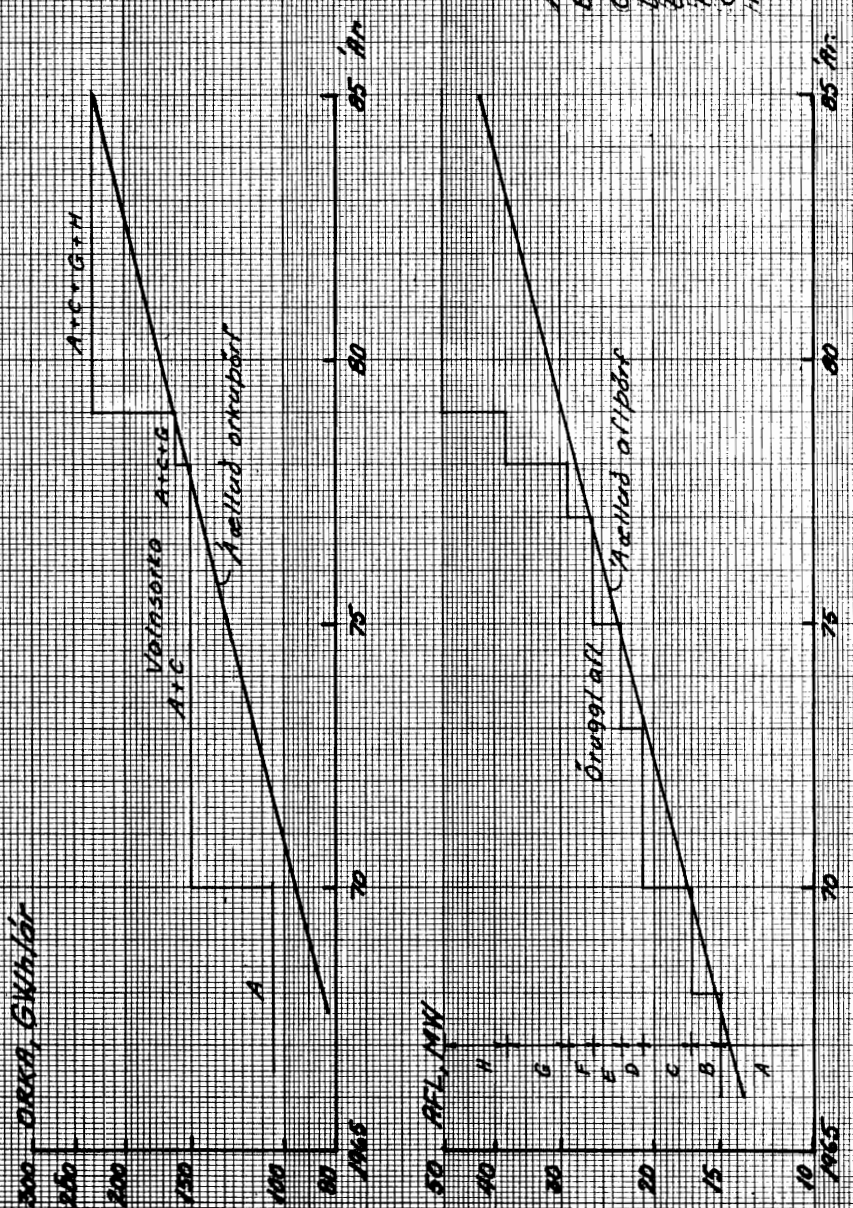


50 AFL, MN

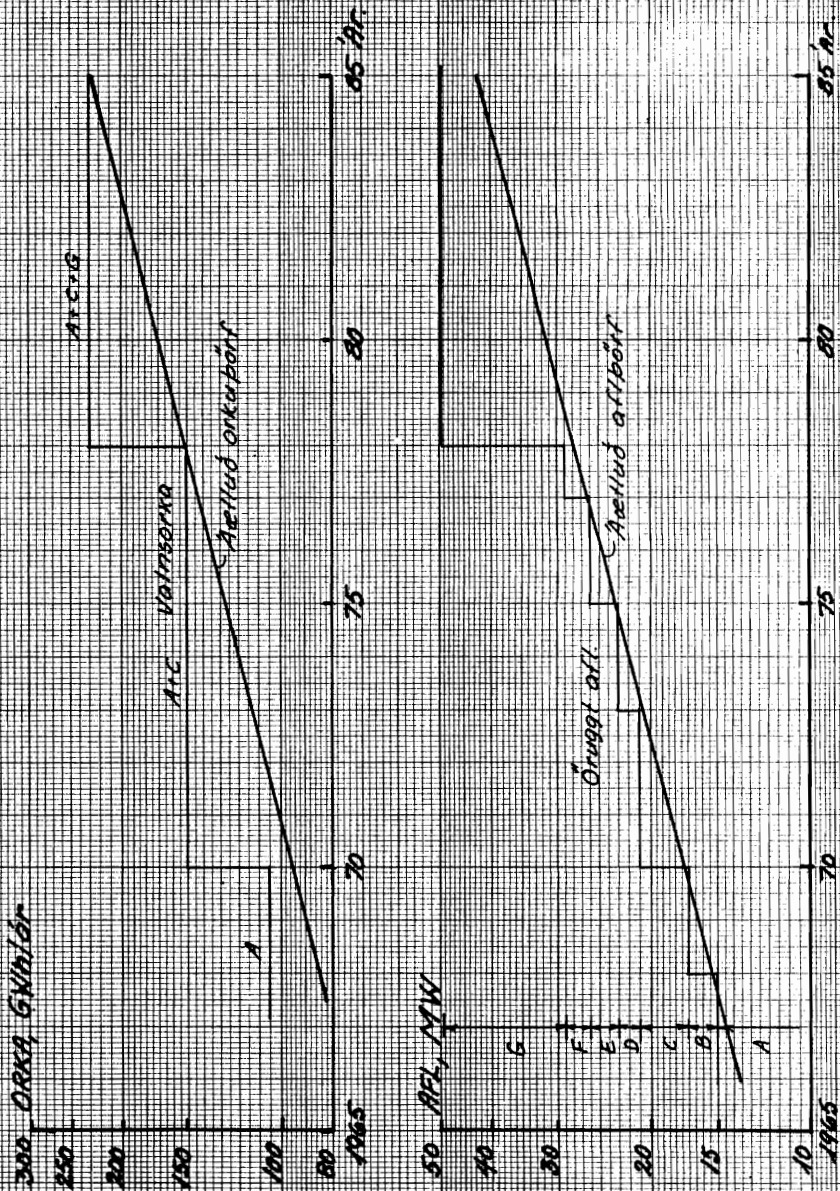


- A: Nínveandi síðuvor 15 MW
 - B: Dísill 2 MW
 - C: Elstafofl 12 x 20 14.5 MW
 - D: Dísill 2 MW
 - E: Gjöfuvor 10.5 MW
- Öruggt aft.

Laxárvirkjun, tilhögun 2A



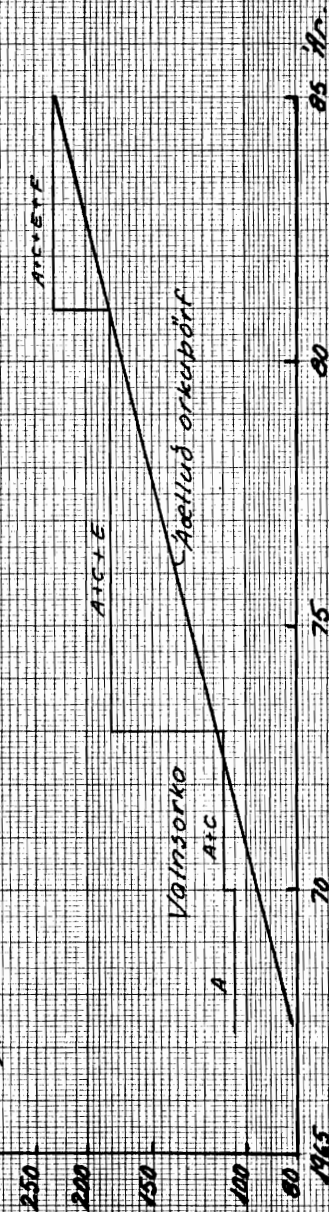
Laxárvirkijun, lílhögun 2B.



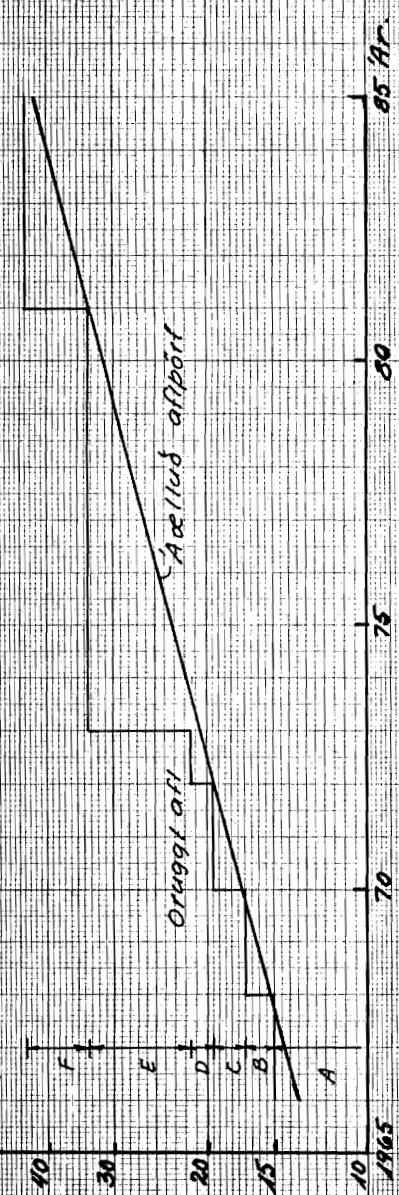
- Öruggt all.
 A: Niverandi stöðvar 15 MW
 B: Dísill 2 MW
 C: Gíslurmet. 9.0 MW 2 MW
 D: Dísill 3 MW
 E: Dísill 3 MW
 F: Dísill 3 MW
 G: Stilla og lenging ganga 26.3 MW

Laxárvirkjun, línhögun 3 A.

300 ORKA, GWh/ár

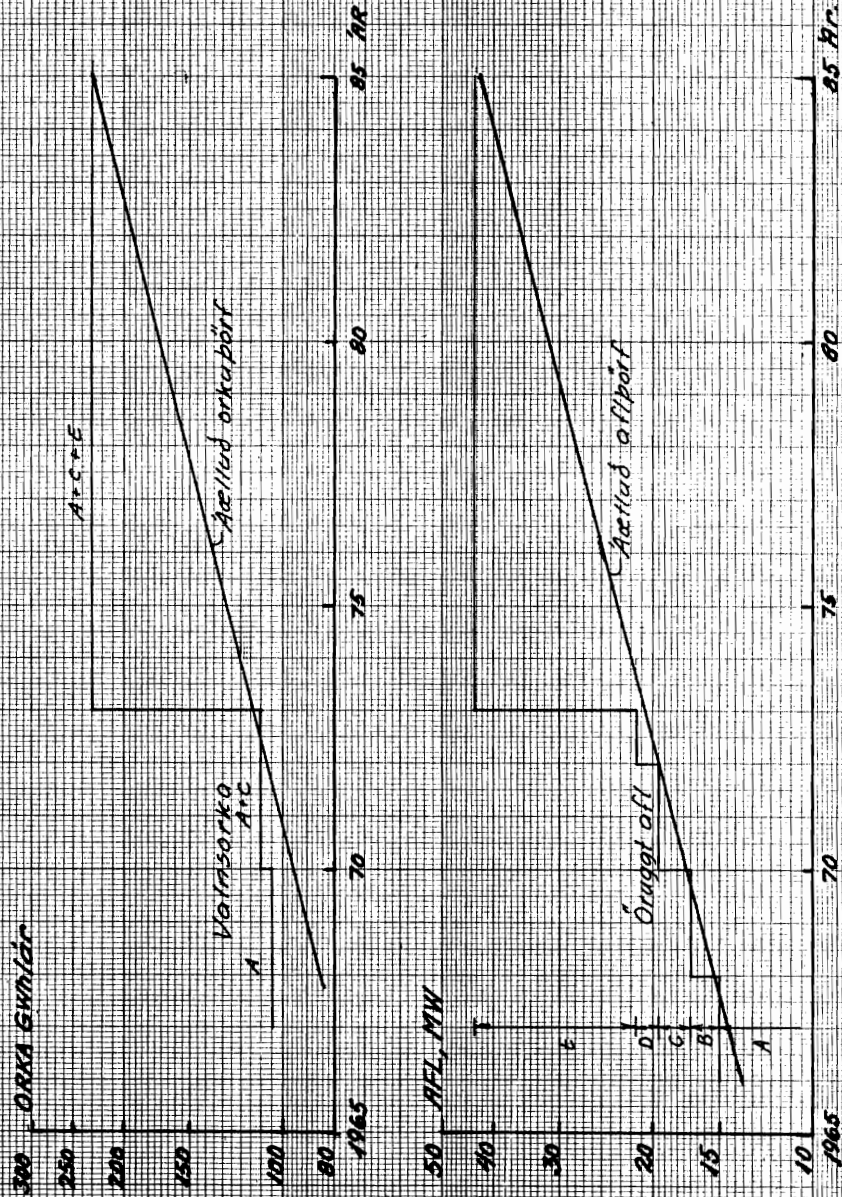


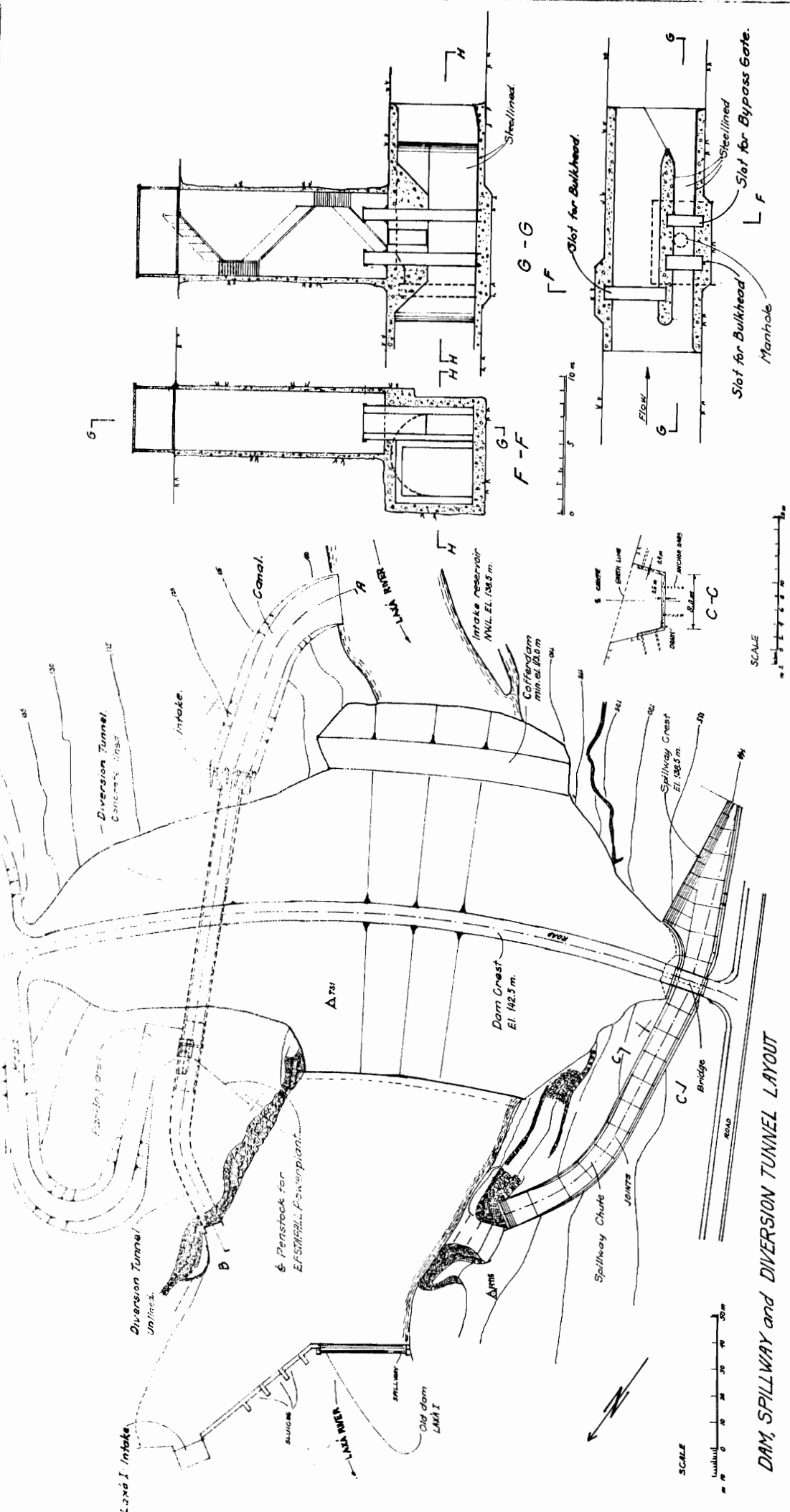
50 AFL, MW



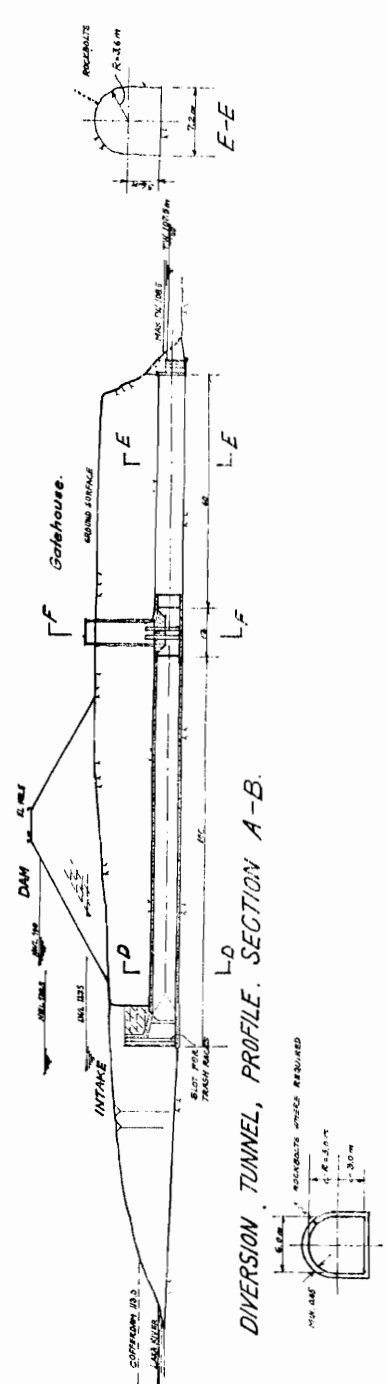
- Oruggl afl
- A: Miverandi stöðvar 15 MW
- B: Dishill 2 MW
- C: Stilla 2.5 MW
- D: Dishill 2 MW
- E: Efstafell 12 MW
- F: Gjúkurver 10.5 MW

Laxárvirkjun, lífhögun 3.B.

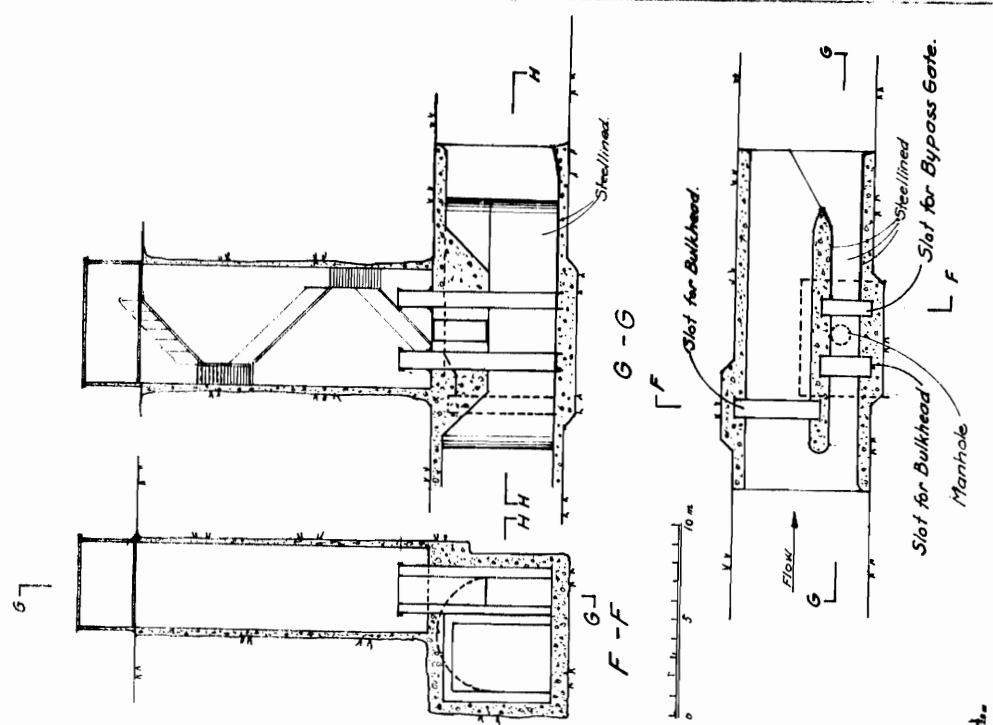




DAM, SPILLWAY and DIVERSION TUNNEL LAYOUT



DIVERSION TUNNEL, PROFILE, SECTION A-B.



LAXÁRVIRKJUN	
THE HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT OF LAXÁ	
EFSTAFALL PROJECT	WATERWAYS
PLAN	
DESIGN: SH, ST, MH, JG	DATE: 1/8.3.1966
CHECKED: SH	APPROVED: <i>[Signature]</i>
THORODDSEN AND PARTNERS	
CONSULTING ENGINEERS · REYKJAVÍK · ICELAND	
NO. 07012.02	SCALE NO. 07012.02

Scale: 1:1000
 Date: 1/8.3.1966
 Checked: SH
 Approved: *[Signature]*
 Design: SH, ST, MH, JG
 Consulting Engineers: Thoroddssen and Partners, Reykjavik, Iceland
 Project: Laxárvirkjun, Efstafall Project, Waterways
 Plan No. 07012.02

AKUREYRI 1.9. 1966
Iceland

Hr. verkfr. Sigurður Thoroddsen,
Reykjavík.

Með tilvísun til fundar Laxárvirkjunarstjórnar, svo og viðtals okkar í Reykjavík, óskum við eftir því að eftirfarandi virkjunarleiðir verði kostnaðarreiknaðar til samanburðar.

1. Röð framkvæmda: Efstafall 12 MW., síðan Gljúfurver 10,5 MW. Yrði hér um endurskoðaða áætlun um Efstafall að ræða.
2. Röð framkvæmda: Gljúfurver um 8 MW, síðan stíflan og þar með aflaukning Gljúfurvers upp í um 19,5 MW.
3. Röð framkvæmda: Stíflan yrði gerð fyrst, síðan yrði röðin annaðhvort
 - a) Efstafall og á eftir Gljúfurver
 - b) Allt fallið frá stíflunni niður í lón Laxár II virkjað í einni eða fleiri samstæðum.

Óskum við eftir því að áætlanir um hverja virkjunarleið fyrir sig, verði sendar okkur jafnóðum og þær eru fullgerðar til þess að úrvinnsla þeirra geti hafizt svo og að kostnaðurinn sé sundurliðaður í innlandam og erlendana kostnað.

Ennfremur óskum við eftir áætlum um kostnað við að tengja Laxá I

LAXÁRVIRKJUN

AKUREYRI
Iceland

2.

við göng Gljúfurvers, til þess að geta borið þá leið saman við kostnað vegna viðhalds núverandi tréþípu.

Einnig óskum við eftir því að lauslega sé gerð grein fyrir framhaldsvirkjunum, miðað við ofangreindar virkjunarleiðir, og að við val vélasterða sé haft samráð við verkfræðingana Guðmund Björnsson og Jóhann Indriðason.

Förum við þess hér með á leit við yður að áætlunum þessum verði hraðað eins og kostur er.

Virðingarfyllst,

~~LAXÁRVIRKJUNIN~~

Afrit til Guðmundar Björnssonar verkfr. og
Jóhanns Indriðasonar, verkfr.

ÚR SKÝRSLU RAFORKUMÁLASTJÓRA,

ORKUDEILD 1960:

Reynsla af ístruflunum í Laxá.

Eftir Agúst Halblaub.

STÍFLUMYNDANIR OFAN VIRKJANA, EN NEÐAN ÓSA:

Þó að nægilegt vatn renni úr Mývatni á veturna, getur eins og nú hagar til, oft myndast smærri og stærri stíflur í ánni ofan virkjananna.

Þessar stíflur myndast alltaf þar sem jakar og krap hrúgast upp við minnkandi straumhraða á yfirborði árinna, svo sem á Argilsstaðaflóa, Birningsstaðaflóa og víðar við svipuð skilyrði.

Ein slík stífla hafði myndast á Argilsstaðaflóa veturinn 1950. Þessi stífla var það stór, að hún hafði safnað nokkuð miklu vatni ofan við sig og sprungið síðan, með þeim afleiðingum, að í nokkrar mínútur mun vatnsrennslið þar fyrir neðan hafa tífoldast. Þetta mikla vatn sópaði vitanlega með sér öllum skörum, sem lágu að ánni, svo og öllu krap, sem í farveginum var. Afleiðingum þessa flóðs fyrir virkjunina hefi ég lýst í skýrslu til Otterstedt og mun ég hafa sent Rarik afrit af þeirri skýrslu svo og ljósmyndir.

Slík flóð sem þetta, geta valdið reksturstruflunum í virkjununum, og þó minni séu. Aðal hættan stafar nú orðið af íshrönglinu, sem berst með vatninu og hrúgast á skömmum tíma að inntökunum. Komið var í veg fyrir, að vatnið kæmist aftur inn í rafstöðvarhúsið, með stíflu, sem gerð var í eina kvíslina í gljúfrunum árið 1952. Einnig stóð til, þegar ég fór frá Laxá, að setja upp sjálfvirkt lokustart á nýju stífluna, sem stjórnast af vatnshæðarmæli á gömlu stíflunni, svo að ekki er líklegt, að slík flóð valdi skaða á mannvirkjum framár.

Þessar stíflur breyta venjulega áður en þær eru orðnar mjög stórar. Þar af leiðir, að vatnsrennslið í ánni getur aldrei minnkað til skaða af rennslistregðu þar. Eina leiðin til að fyrirbyggja flóð af þessum orsökum, er að byggja stíflur í ána og mynda uppistöður ofan við virkjanirnar, sem mundu þá taka við flóðunum og jafna þau út, og kem ég að slíkum stíflugerðum síðar, í öðru sambandi.

KRAP OG ÍSTRUFLANIR VIÐ INNTAK GÖMLU STÖÐVAR :

Þegar stífla gömlu virkjunar var teiknuð, datt víst engum í hug, að svo mikið krap- og ísrennsli væri í Laxá, sem raun varð á. Enda var stíflan byggð þannig, að lónið sem myndast ofan hennar, myndar eins konar trekt, sem beinir vatninu og öllu, sem með því berst, að inntakinu. Það kom því strax í ljós, veturinn 1939, að ristarnar fyrir inntakinu vildu stíflast af krapu og ís, sem á þær settist. Þarna hagaði þannig til, að ógerningur var að fleyta burt krapinu og ísnum, sem inn í inntakspróna var komið, eða í grennd við hana, þar sem að ekkert útrennsli var til, annað en pípan.

Það gekk því oft erfiðlega að halda ristunum hreinum og var það helzt gert með því að skafa þær með stórum og skaftlögum sköfum og tókst þá oft að koma krapinu, sem á ristarnar hafði klesst, í gegn um þær, svo að nægilegt vatn var oftast handa þessari fyrstu vél, enda lítil vatnsnotkun, framan af.

Ekki gekk eins vel að losna við klakamulninginn, sem settist á ristarnar. Vegna þrýstingsmunar innan og utan við ristarnar, flaut þessi klakamulningur ekki upp á yfirborðið, ef hann á annað borð var kominn á ristarnar og var þá helzt til ráðs að hafa hann upp og kasta honum út úr inntaksprónni.

Þegar álag vélarinnar óx, eftir því sem leið á fyrsta veturinn, var ekki lengur hægt að halda þessu gangandi á ofangreindan hátt, og var þá tekið það ráð að halla annarri hvorri rist frá að ofanverðu og auðvelda þannig krapinu og vatninu að komast inn í pípunu. Ekki kom það að sök, þó að krap bærst með vatninu í vélina, en ef ísmolar fóru í hana, afkastaði hún minna á meðan ísinn var að molast í gegn um hana og eyðast.

Verra var að fást við steina og grófa mól, sem berst mikið með því krapu, sem losnar upp úr árbotninum. Þessir steinar eru það smáir, að þeir fara í gegn um ristarnar með krapinu, en komast ekki í gegn um vatnshjól vélarinnar og festast þar og draga strax úr krafti hennar.

Svo var horfið að því ráði á næsta sumri, að gera neðsta hluta ristanna tvöfalt þéttari, því haldið var að steinarnir og mölin skriðu með botninum. Þetta bætti þó lítið úr skák, því að reynslan sýndi, að steinarnir bárust með krapinu á hvaða dýpi sem var, enda festust sumir þeirra í ristunum alveg upp undir vatnsborði.

Seinna voru svo gerðar lamir á ristarnar miðjar, svo hægt væri að opna efri hluta þeirra með því að halla honum niður á neðri hlutann og fá þannig tryggara og stöðugra rennsli í pípunu.

Svo var horfið að því ráði, að opna skarð í stífluna, rétt við hliðina á inntaksþrónni, (gegntak fyrir væntanlega pípu var notað). Frá þessu skarði var svo sprengd renna, sem liggur í ána aftur, neðan við stífluna. Nú var miklu hægara um vik, að beina ís og krapi, sem barst að inntaksþrónni, út um þetta skarð; en eftir sem áður var erfitt að losna við það, sem inn í hana komst.

Ef skoðuð er teikning eða loftmynd af þessari stíflu, sést að yfirfallið er staðsett vestast í stífluna, eða lengst frá inntakinu. Flóðgáttirnar þrjár eru ca. á miðri stýflunni; en milli þeirra og yfirfallsins er mjög grunnt vatn, enda var þar hólmi áður. Flóðgáttirnar eru með plankalokum, sem erfitt er að meðhöndla, þegar allt er frosið, enda misstum við þar mann í ána og drukknaði hann. Þessar flóðgáttir eru svo djúpar, að séu þær hafðar opnar, verður of lágt vatnsborð í lóninu, svo að venjulega varð að láta mest allt umfram vatnið renna fram af yfirfallinu. Nú kom það stundum fyrir, að krikinn ofan við stífluna, næst inntakinu, fylltist svo af krapi og ís, að lítið sem ekkert gat borizt af vatni að inntakinu. Þegar svo stóð á, rann öll áin um vesturkvíslina og fram að yfirfallinu, en austurkvíslin var stífluð. Eina ráðið var þá að grafa skurð meðfram allri stíflunni og reyna að ná vatninu frá yfirfallinu að inntakinu. Þetta gekk sæmilega, meðan hægt var að láta vatnið bera gröftinn út um einhverja flóðgáttina. En þegar því slepti, varð að moka greftinum yfir stífluna, þangað til ofangreint skarð var gert í hana.

Þessi skurður gat ekki flutt nema lítið vatn, vegna fyrrgreindra grynninga við stífluhornið hjá yfirfallinu. Það varð því að loka flóðgáttunum strax, þegar skurðgreftrinur var lokið, því annars misstist þar út hluti af þessu litla vatni. Þetta leiddi svo aftur til þess, að skurðurinn fylltist aftur smám saman af krapi, og sama sagan byrjaði aftur. Eftir að skarðið var gert í stífluna hjá inntakinu, var þó frekar hægt að halda opnum skurði meðfram stíflunni, ef austurkvíslin stíflaðist, en þó þurfti stöðugt að hafa mannskap vinnandi þarna, þegar krapaburður var í ánni.

Svo þegar vél II kom til sögunnar óx enn vatnsnotkunin og var þá horfið að því að hafa ristarnar hálfopnar allan veturinn. Um svipað leyti var svo steipt upp í eina flóðgáttina ca. 1 m hár veggur frá botni, og var ætlunin að þar flyti út krap og ís, sem í skurðinn meðfram stíflunni kom,

án þess að alltof mikið vatn tapaðist þar út líka.

Svo var þar á eftir brotið skarð út úr inntaksþrónni sjálfri og var það notað til að fleyta þar út um krap og ís, sem þrátt fyrir allar þessar aðgerðir, alltaf barst inn í inntaksþróna með vatninu.

Að endingu voru svo ristarnar teknar alveg burt og krap og ís, sem ekki var hægt að hreinsa úr vatninu, látið fara í vélarnar.

Eins og áður segir, virtist krapað lítið trufla gang vélanna, þó það kæmi í þær, og eftir að vél II kom til sögunnar, þá var eins og hún tæki meira við jakaruslinu, sem inn kom, heldur en vél I, enda komast miklu stærri jakar í gegnum II vélina, Samt kom það æði oft fyrir, að brotarmar hennar brotnuðu vegna ísjaka, og var þá reynt að skipta um þá, án þess að til stöðvunar kæmi.

Svo þegar vél III kom til sögunnar, var hún látin hafa allt álagið, þegar nóg vatn var, en gamla stöðin ekki keyrð nema þegar vatnsskortur var, eða ístruflanir í nýju stöð. Af þessu leiddi, að lítið var um krap- og ístruflanir í gömlu stöð eftir 1953, þar sem hún var svo lítið notuð og lónið þá venjulega vel lagt og hreint, þegar startað var.

KRAP- OG ÍSTRUFLANIR VIÐ INNTAK NÝJU STÖÐVAR OG FRÁ- RENNSLI GÖMLU STÖÐVAR :

Svo þegar nýja stíflan var teiknuð, var reynt að gera það með tilliti til þeirrar reynslu, sem fengin var af þeirri gömlu. Þetta hefir, að mínum dómi, tekizt nokkuð vel, eftir því, sem hægt var, við þessar aðstæður, sem þarna eru. Þó eru nokkur atriði, sem betur hefði mátt takast og kem ég að því síðar.

Yfirfall nýju stíflu var gert miklum mun stærra en þeirrar gömlu, með tilliti til stórra flóða, sem geta komið í ána. Brú var byggð yfir yfirfallið til þess að auðvelda mönnum að hreinsa ís af brún þess, en það skeði oft, þegar lítið rann um gamla yfirfallið, að krap og jakar frusu á brún þess, og urðum við þá að standa á ísnum þar fyrir ofan við að hreinsa yfirfallið og var það oft nokkuð áhættusamt.

Vatnsinntak nýju stöðvar var gert til hliðar við aðalstraumstefnu árinna og upp frá aðalstíflunni. Yfir þessu inntaki og nokkuð ofan í vatnið var gerður veggur, sem vatnið sem notað er, rennur undir.

Niður úr þeim vegg og ofan á þröskuld við botninn er komið fyrir grófristum, sem taka við öllum stærri jökum og beina þeim framhá inntakinu og fara þeir með framhjárennslinu út um geiralokuna. Þessi loka er staðsett við endann á yfirfallinu og er hún þannig gerð, að vatnið rennur yfir hana og heldur henni alltaf ófrosinni. Hana er hægt að hækka og lækka með vélbúnaði.

Milli geiraloku og inntaksveggjar var svo komið fyrir ísloku, sem átti að hafa það hlutverk, að taka við jökum, sem bærust meðfram inntaksveggnum. Þessi ísloka kemur ekki að gagni bæði vegna þess, hvað hún er lítil og mjó og einnig vegna þess, að hún er staðsett of aftarlega í stíflunni, eða inni í skáp á henni.

Stór botnloka var svo sett milli ísloku og geiraloku og sandloka við hliðina á henni.

Allur þessi lokubúnaður er miklu betri en á gömlu stíflunni, enda lokurnar vélknúnar og veggir upphitaðir, svo að lokurnar frjósi ekki fastar. Einkanlega er staðsetning inntaksins með hliðsjón af yfirfallinu, miklu betri. Þó er íslokan óþörf, þar sem geiralokan gegnir fullkomlega hlutverki hennar. Betra hefði verið að staðsetja geiralokuna alveg upp við inntaksvegginn í stað íslokunnar. Upphaflega var ráðgert að hafa upphitaðar fínristar fyrir pípuopinunni, en sú upphitun er enn ekki komin. Það sýndi sig strax fyrsta veturinn, sem nýja stöðin var notuð, að krapið, sem alltaf fylgir vatninu, vildi klessast í fínristarnar og var það sama sagan og á gömlu stíflu áður. Þar sem að engin leið var að skafa þær hreinar með handafli vegna dýpis og stærðar þeirra, var gripið til þess ráðs, að opna nokkrar þeirra, eins og gert var áður á gömlu stíflunni.

Sumarið eftir voru svo ristarnar teknar upp og hafa ekki verið látnar niður aftur. Það sýndi sig nefnilega, að engir jakar bærust inn fyrir grófristarnar, ef þess var gætt að hafa alltaf nóga vatnshæð í lóninu og auða vök ofan við geiralokuna og hún látin taka því sem næst allt framhjárennslið.

Eins og áður segir, skeður það oft, að þar sem vatn rennur með minnkandi hraða, saxast krap og ís, sem berst með því, saman og hleðst upp. Þetta skeður einmitt í lóni nýju stöðvar. Til hliðar við gömlu stöð er foss í framhjárennsli hennar. Fyrir neðan þann foss byrjar lón nýju stöðvar og fer prófíll þess stækkandi og vatnshraðinn minnkandi alla leið að nýju stíflu. Þetta hefir það í för með sér, að strax og

kráprennsli kemur í ána, fyllist lónið af því frá yfirborði til botns, að undantekinni rennu, sem vatnið fer um. Þessi renna kemst í jafnvægi þegar prófíll hennar er orðinn það þröngur, að svipaður vatnshraði er kominn um hana alla, frá fossi að nýju stíflu. Þetta sést alveg greinilega, ef botnloka nýju stíflu er opnuð, þegar þannig stendur á og allt vatnið er látið renna um hana. Við það lækkar vatnsborðið í lóninu um marga metra og kemur þá fyrrgreindur áll í ljós, en lónið er þá að öðru leyti fullt af botnstæðu krapí og rúmtak þess ekkert til miðlunar á vatni.

Stundum skeður það, að þessi áll þrengist svo, að hann flytur ekki allt vatnið, sérstaklega ef gamla stöð er í gangi með vaxandi álagi. Þá hækkar vatnið oft í frárennsli hennar um marga metra og hefir komið fyrir, að það náði upp á brúna, sem þar er, og hefir legið við að það nálgast gólf gömlu stöðvar, enda varð að loka niðurföllum úr kasthjóls- og generatorgryfjum stöðvarinnar vegna vatns, sem rann þar upp. Að sjálfsögðu er í slíkum tilfellum vatnið ofantil í nýja lóninu hærra en við stífluna, en þar ákvarðast vatnshæðin af yfirfallinu og- eða geiralokunni. Á þessu sést, að lítið gagnar að opna þar lokurnar meira, að vísu lækkar í öllu lóninu um stundarsakir, en fljótlega er svo komin sama hæð aftur við frárennsli gömlu stöðvar, þar sem að ekki má lækka nema takmarkað við inntak nýju stöðvar. Stundum hefir verið erfitt að komast í gömlu stöðina, vegna vatnshæðar á veginum þangað í slíkum tilfellum.

FRÁRENNSLISÖRÐUGLEIKAR NÝJU STÖÐVAR :

Oft, þegar mikil krapaför eru í ánni, byrjar að hækka vatnsborðið í ánni á breiðunni neðan við gljúfrin. Ástæðan til þess er öldungis sú sama og lýst er hér að framan í nýja lóninu, eða, að vatnshraðinn fer minnkandi, þegar fallinu úr gljúfrunum sleppir, og við það hleðst krapíð upp og hækkar á hinu mikla undirlendi, sem þarna er. Það er ekki hægt að segja, að stíflumyndun byrji þarna á einum ákveðnum stað, sem hægt sé að sprengja eða opna á annan hátt. Farvegurinn fyllist smám saman, og fer þá vatnið að renna á nýjum stað um engjarnar, þar til að þar er safnað krap og leitar þá vatnið að nýjum farveg, og svona koll af kolli, þar til allt undirlendið þarna neðra er undirlagt af botnstæðu krapí, margra metra þykku, og vatnsborðið hefur þá að sjálfsögðu hækkað að sama skapi alla leið upp að nýju stöð. Á meðan á

byggingu nýju stöðvar stóð, skeði það, að vatnsborðið neðan gljúfra hækkaði svo, að vatn rann inn í stöðina og steig allt að 6 m upp fyrir normal. Þá voru gerðar ráðstafanir til þess að hægt væri að loka neðri hluta hússins vatnsþétt, ef slíkt flóð kæmi aftur. Svo skeði það á 1. eða 2. rekstursári nýju stöðvar, að vatnsborðið hækkaði svo af fyrrgreindum ástæðum, að rekstur stöðvaðist um tíma. Þó var það flóð nokkru minna en 1952. Það skeður næstum á hverju ári, að einhver hækkun verður á vatnsborði neðan gljúfra, vegna þess að áin bólgnar þar upp af krapu; en í þau 20 ár, sem ég starfaði þarna, var vatnsborðshækkun þessi 2 skipti mest og aldrei endranær hefði það valdið reksturstruflun á rafstöð, sem staðið hefði þar sem nýja stöð er nú. Þó að ekkert væri hægt að gera til þess að fyrirbyggja reksturstruflun af þessum sökum, þá er á það að líta, að þetta skeður svo sjaldan og stutt í einu, að kostnaðar vegna er álitamál, hvort ekki er rétt að taka þeim, þá sjaldan þær ske.

Svo er það athugunarvert, hvað hægt væri að gera til úrbóta, þegar svona stendur á, bæði í Laxá og öðrum ám og kem ég að því síðar.