

RAFORKUMÁLASTJÓRI

BM-9
99-
ORKUSTOFNUN
MÁLAFR
445
/ 9

SIGURDUR THORODDSEN.MVFI

STÓRVIRKJANIR

Á

ÍSLANDI

1954

Sambandi myndræðinga Sigurðs
Thoroddsens eftirlit er persónulegt
samtak mitt með allri stjórnstjórn,
sem hefur verið gefit upp og þar fyrir
þess vegna þakka þessum.

Rek. 10.5.61

Ólafur Jóhannsson

Stórvirkjanir

&

Íslandi

eftir

Sigurð Thoroddsen. MVFI.

Stjórnir

Rafstöðmalask.

1954.

Ólafur Jóhannsson

Ólafur Jóhannsson

Það þykir nú orðið mikils virði að vita, hvernig orku-
búskap hveurrar þjóðar er háttað. Flestar þjóðir gera sér
þetta ljóst og hafa fyrir löngu reynt að gera sér grein
fyrir hinum ýmsu orkulindum sínum og hve lengi þær muni
endast. Vatnsaflíð er aðalorkulind okkar Íslendinga.
Fyrstu tilraun til þess að fá yfirlit yfir vatnsorkuna
gerði Jón Þorláksson verkfræðingur í kringum árið 1920
í sambandi við setningu vatnalaganna. Hann komst að þeirri
niðurstöðu að virkjanlegt afl myndi hér á Íslandi vera
nálægt 4 millj. hestafla grunnorku.

Þessa tilraun sína byggði hann á þeim úrkomumælingum,
vatnsmælingum og uppdráttum sem þá voru fyrir hendi. Gerði
hann ráð fyrir að vissan hundraðshluta af falli hvers fljóts
mætti virkja, svo hagkvæmt væri og komst þannig að þessari
hestaflatölu, án þess að hugleiða hvar eða hvernig fljótin
yrðu virkjuð, enda var slíkt varla framkvæmanlegt, til þess
voru gögnin, sem hann studdist við of ónákvæm.

Ef til vill má með sannri segja það sama enn í dag, þó
að margt hafi batnað í þeim efnum og nokkuð áunnist, þó
einkum síðasta áratuginn og eftir setningu raforkulaganna
(árið 1946) er kerfisbundnar vatnsmælingar voru upp teknar,
svo nokkru næmi.

Ég hefi þó ráðist í að gera uppástungur um virkjanir
í stórám okkar, án þess að hafa fyrir mér annað en mjög
lauslegar forsendir, sem nánar verður vikið að síðar; án
þess að hafa í höndum sér mælingar af stíflustæðum og án
annarra jarðfræðilegra upplýsinga en jarðfræðileg yfirlit
almenns eðlis.

Verður því að taka það fram og ber að leggja á það áherzlu, að þessar uppástungur eru aðeins tilraun til þess að gera grein fyrir hugsanlegum möguleikum um virkjanir, en að nákvæmni getur þar ekki verið til að dreifa, né heldur að nokkuð skuli um það fullyrt, að þannig skuli virkjanirnar framkvæmdar. Því að því fer víðs fjarri. Hér er aðeins um fyrstu athugun á möguleikum að ræða. Hinsvegar má ætla að þessar athuganir geti haft sitt gildi sem byrjunarundirbúningur síðari rannsókna.

Reykjavík í okt. 1954.

Sigurður Thoroddsen

Stórvirkjanir á Íslandi

Greinargerð um virkjanir nokkurra fallvatna

Greinargerð þessi fjallar um hugsanlegar virkjanir nokkurra fallvatna Íslands, að svo miklu leyti sem unnt er að gera sér grein fyrir þeim út frá þeim gögnum sem fyrir hendi eru.

Þessi gögn eru:

- a) Upprættir herforingjaráðsins af Íslandi
- b) Upplýsingar um rennslísháttu fallvatnanna, sem vatna-
mælingadeild Raforkumálastjóra hefir látið mér í té.
- c) Ýmsar jarðfræðilegar skýrslur og aðrar upplýsingar
munnlegar og skriflegar, sem þó ekki verða taldar
upp hér.

Sumt af því sem hér fer á eftir eru eldri athuganir mínar, en annað nýtt.

YFIRLIT

Virkjað í	Með miðlun MW	Q _{meðal} MW	Q _{9 mán.} MW	Q _{6 mán.} MW	Q _{mín.} MW	Virkjunar- stærð Sennil. MW	Alls
Skaftá I	20		18	36	10	20	
Skaftá II	140		130	260	70	140	
Skaftá alls	160		148	296	80	160	160
Þjórsá við:							
Lambafell	85	85	50	70	19	85	
Fossheiði	73	73	43	60	16	73	
Fossöldu	627	627	370	515	140	627	
Vatnaöldu	109	109	65	90	24	109	
Tungnárkrók	70	70	40	57	16	70	
Hrauneyjarfoss	123	123	73	100	28	123	
Þóristungur	57	57	34	47	13	57	
Sultartungu	288	288	170	235	65	288	
Hjálp	84	84	50	70	19	84	
Skarð	57	57	34	47	13	57	
Þjórsárholt	80	80	47	65	18	80	
Hestfoss	80	80	47	65	18	80	
Urriðafoss	130	130	77	110	30	130	
Þjórsá alls	1863	1863	1100	1531	419	1863	1863
Hvítá við:							
Bláfell	38	38	22	31	11	38	
Tungufell	120	120	70	100	35	120	
Drumboddsstaði	38	38	22	31	11	38	
Urriðafoss	83	83	60	74	36	83	
Hvítá alls	279	279	174	236	93	279	279

Virkjað í	Með miðlun MW	Q _{meðal} MW	Q _{9 mán.} MW	Q _{6 mán.} MW	Q _{mín.} MW	Virkjunar- stærð sennil. MW	Alls
Norðlingafljót	110	110	77	88	55	110	
Norðlingafljót alls	110	110	77	88	55	110	110
Blanda og Vatnsdalsá	160	160	110	133	53	160	
Blanda alls	160	160	110	133	53	160	160
Skjálfandafljót							
Íshólsvatn	50	50	28	36	24	50	
Goðafoss	16		9	11	8	16	
Ullarfoss	17		10	12	8	17	
Skjálfandaf. alls	83		47	59	40	83	83
Laxá við:							
Hólkotsgil	37						
Brúar II	8						
Brúar III	32						
Brúar II a	5						
Laxá alls	82						82
Jökulsá á Fjöllum							
Við Dettifoss	260	260				260	
Við Réttarfoss	290	290				290	
Við Möðrudal	60	60				60	
Alls:	610	610				610	610
Jökulsá á Brú							
Við Brú	220	220	48	180	40	220	
Alls	220	220	48	180	40	220	220
Lagarfljót:							
Við Múla	85	85			18	85	
Við Lagarfoss x)	20	20			5	20	105
x) ásamt Jökulsá á Brú							
						Samtals	3672

Lýsing á virkjunartilhögunum

Skaftá

I.

Ráðgert er að stífla Skaftá um Rótarhólma við Sæmundarsker (hæð 340 m) leiða vatnið í göngum þaðan í uppistöðu í Hellisá við Leiðólfsfell (hæð 332 m), þaðan í göngum í uppistöðu í Lambshagaá (hæð 325 m) og loks í göngum undir Skálarheiði og orkuver við Skál. Fall fæst þarna um 240 m. Lengd jarðgangna um 21 km. Vatnsmagn í Skaftá og Hellisá, sem hér er ætlað að nýta er talið um $110 \text{ m}^3/\text{s}$. meðal rennsli. Minnsta rennsli um $40 \text{ m}^3/\text{s}$. Níu mánaða rennsli ($Q_{9 \text{ mán.}}$) um $70 \text{ m}^3/\text{s}$ og sex mánaða rennsli um $140 \text{ m}^3/\text{s}$. Af þessu sést að vatnsrennslið er mjög jafnt enda afrennslissvæðið að mestu hraun. Jökullinn 210 km^2 . Um mikla miðlun er ekki að ræða nema í Langasjó, sem er 27 km^2 . Lega hans á vatnasvæði árinna er þannig, að ekki verður hægt að virkja meðalrennslið, þar eð mikið vatn hlýtur að fara for-görðum í flóðum.

Í Langasjó má þó geyma með t. d. 10 m hækkun um $270 \times 10^6 \text{ m}^3$ og má telja öruggt, að aðrennsli hans sé það mikið. Ætti þessi miðlun að duga til þess að hægt væri að virkja rúmlega $Q_{9 \text{ mán.}}$ eða um $75 \text{ m}^3/\text{sek}$. Má þá gera ráð fyrir, að grunnorka þessarar virkjunar verði um 140 MW.

II.

Stífluð í 390 m hæð. Fall fæst 50 m. Afrennslissvæði 731 km^2 en það svarar til Q meðal $73 \text{ m}^3/\text{sek}$. $Q_{9 \text{ mán.}} = 45 \text{ m}^3/\text{s}$. $Q_{6 \text{ mán.}}$ $90 \text{ m}^3/\text{s}$. $Q_{\text{mín}} = 27 \text{ m}^3/\text{sek}$. Sama miðlun. Fallið fæst á 1 km lengd. Gert ráð fyrir að virkja $Q = 48 \text{ m}^3/\text{s}$. eða um 20 MW.

Virkjun Þjórsár og Tungnár

Um langar samfelldar vatnsmælingar er ekki að ræða í Þjórsá, þó að helzt hafi beinzt að henni athyglin, þegar hugsað hefur verið til stórvirkjana hér á landi, og það komið svo langt, að mælingar hafa verið gerðar fyrir virkjunum og þær áætlaðar í henni. Þær áætlanir gerði norskri verkfræðingurinn Sætersmoen, eins og kunnugt er. Vatnsmælingar þær, sem hann byggði áætlanir sínar á, voru mjög ófullkomnar og túlkun á þeim hæpin. Nú stöndum við þó betur að vígi, þar eð um þriggja ár skeið hafa verið gerðar samfelldar vatnshæðarmælingar í Þjórsá og það margar vatnsmagnsmælingar, að allsæmilegur lykkill er fenginn að ánni.

Sigurjón Rist, vatnamælingamaður raforkumálastjóra, hefur gert safnlínu yfir rennsli þessara þriggja ára auk annarra athugana. Helztu eiginleikar árinna, sem er mæld hjá Króki eru þessir:

Afrennslissvæði hjá mælingarstað er um 7200 km^2 að stærð. Meðalrennsli hennar er um $430 \text{ m}^3/\text{sek.}$, en það svarar til um 60 l/sek/km^2 af afrennslissvæðinu. Af línuritum Sigurjóns Rist verður enn fremur ráðið, að árið 1947-48 hefði þurft að miðla 11,5% af árlegu meðalrennsli til þess að virkja meðalrennslið. Árið 1948-49 hefði þurft að miðla 31% af árlegu meðalrennsli og árið 1949-50 um 21,5%. Þetta eru mjög mismunandi tölur og alls ekki fengin reynsla fyrir, með hverju beri að reikna. Benda má á það, að mælistaðurinn er á láglandi, og þess vegna augljóst, að minni miðlunarþörf er þar, eða getur verið þar, en ef um virkjunarstað upp á hálendi er að ræða, því að blotar sem alltfórir eru á láglandi í janúar-febrúar, verka fráleitt

Reykjavík, 25. maí 1961

E. Briem, rafmagnsveitustjóri,
Laugaveg 118,
Reykjavík.

Frá þér móttók ég nýverið;

Ástlanir um tæknilegt vatnsafl á Íslandi GWh í meðalvatns-
ári

Taflan í bréfinu er réttari svona:

Nafn:	Sigurður Thoroddsen				Harza 1960
	J. Þorl. 1919.	1952	1954	1957-61	
Skaftá				870	
Þjórsársvæði	6100	12800 ²⁾	11100 ²⁾	10850	9650
Hvítársvæði	3900	2060 ²⁾	2060 ²⁾	2820 ¹⁾	3950 3150
Norðlingafljót			960	920	
Blanda Vatnsdalsá		1560	1400	800	
Skjálfandafljót	1300		720	470 ⁴⁾	
Skjálfandafljót					
Laxá	600	640	720	800 ³⁾	
Jökulsá á Fjöllum	3300	5800	5300	4100	
Jökulsá á Brú		2060	1930	2160	
Jökulsá í Fljóts- dal og Lagarfljót		960	960	960	
Ytri-Rangá				35	
Eytri-Rangá				40	
Botnsá í Hvalf.				63	
Grímsá				116	
Skúfnavötn				87	
Hvalá				203	

- 1) Sogið og Brúará með. 2) Hvítá veitt í Urrðafoss.
3) Suðurá með. 4) Án Suðará.

Eins og þú sérð er til enn seinni heimild frá mér um þetta efni þer sem eru uppdættirnir A-1565 og A-1566, þeir sendast hér með.

Um heimildina frá 1954: Stórvirkjanir á Íslandi er þetta að segja.

Handritið er stórgallað og væri réttast að taka það úr umferð. Það er þannig til komið að Raforkumálastjóri tók að sér að safna saman og setja í eitt ýmsar greinargerðir frá mér, sem þá lágu fyrir. Þessar greinargerðir voru

sumar hverjar það gamaldags að talið var í hestöflum. Þessvegna var vissum manni fengið þetta í hendur til "redaktionar" og var meiningin að hann breytti hestaflinu í kw etc. Sánnilega hefir hann misskilið uppgáfuna, því úr þessu varð einn óskapnaður sem sest á því að þú færð útúr þjórsársvæðum 16000 GWh í stað 11100 er rétt væri eftir mínum plöggum.

Mín tillaga er það að árlega eða annað hvært ár verði lögð nokkur vinna í að fara slíka áætlun um theoretískt og þæknilegt vatnsafl á Íslandi "ajour".

Væri eðlilegast að Raforkumálastjóri hefði það verk með höndum og gæti "passandi" birt miðurstöðurnar í Orkumálum, þætti mér þó rétt og sjálfsagt að leggja mitt vit til slíkra áætlunargerða ef þess væri óskað.

Ath.

Vatnsafl þeirra vatnsfalla, sem ekki eru nefnd í töflunni, hefi ég ekki nú talið henta að áætla.

Með kveðjum.

=====

Sigurður Thoroddsen
verkfræðingur.

Átlanir um teknilegt vatnsafl á Íslandi

GWh í meðal vatnsári

	J. Þorláksson Ár 1919	Sigurður Thoroddsen Ár 1952	Harza Ár 1954	Harza Ár 1960
Skafthá	-	-	1400	840
Þjórsársvæðið	6100 ⁽¹⁾	13000	16000	10850
Hvítársvæðið	3900	2700	3200	2320
Norðlingafljót	-	-	900	720
Blanda og Vatnsdalsá	-	1600	1400	850
Skjálfandafljót	1300	-	700	440
Laxá	600	700	700	850
Jökulsá á Fjöllum	3300	5800	5300	4100
Jökulsá á Brú	-	2200	2000	2160
Jökulsá í Fljótsdal og Lagarfljót	-	800	800	960
Ár, ótaldar að framan	10800 ⁽²⁾	11200	5600	2000
Allt landið	26000	38000	38000	-

1) Jón tekur þessa tölu frá Sætersmoen, en átlanir hans ná ekki til hugsanlegra virkjana á svæðinu fyrir ofan Búrfell, að virkjun Hrauneyjarfoss í Tungná einni undanskilinni. Thoroddsen og Harza reikna hins vegar með fleiri virkjunum á þessu svæði.

2) Þessi tala Jóns er hreint fræðilegs eðlis og sama gildir að mestu um tölur Thoroddsen fyrir þessar ár.

Heimildir:

- 1) Nefndarálit meiri hluta fossanefndar 1919
- 2) Íslands geologie og udnyttelse af vandkraft og jordvarme, 6. norræna rafmagnsverkfræðingamótið 1952.
- 3) Álit S. Thoroddsen til raforkumálastjóra um stórvirkjanir á Íslandi, 1954
- 4) Hvítá and Thjorsa river systems, Harza 1960

23.5.1961
E.Brien

að sama skapi þar upp frá, en þeir hafa mjög hagstæð áhrif og gera miðlunarbörfina minni. Í samræmi við þetta hef ég í þeim virkjunarágizkunum, sem hér fara á eftir, reiknað með meiri miðlunarbörf en þessar tölur benda til, nefnilega að 40% af árlegu meðalrennsli þurfi að miðla til þess að virkja árlegt meðalrennsli, og er hér auðvitað um ágizkun að ræða.

Eg hef enn fremur gengið út frá að virkja um það bil árlegt meðalrennsli á hverjum virkjunarstað, eða 60 l/sek af hverjum km² og síðan miðað við þá miðlunarbörf, sem fyrr var nefnd, 40% og loks miðað stífluþæðir við þær uppistöðustærðir, sem sú miðlun útheimti.

Ekki er hér með sagt, að sú virkjunarstærð sé sú heppilegasta, enda svo lauslegar ágizkanir og óvissar forsendur, sem á er byggt, að tilgangslaust er á þessu stigi málsins að fara út í slíkan samanburð. En forsendur þessar eru auk vatnsmælinga Sigurjóns, herforingjaráðsuppdrættir, en á þeim eru hæðalínur dregnar með 20 m hæðamismun og kannske efasamt, að þeim línum megi treysta að fullu, þó að ég á hinn bóginn telji líklegt, að í stórum dráttum megi sjá á þeim, hvað sé framkvæmanlegt, einkum þegar um stórvirkjanir eins og hér er að ræða.

Nú er það annað mál, að það er alveg óvist, að það, sem framkvæmanlegt er, sé um leið haganlegt, að það geti borið sig fjárhagslega, og til þess að ganga endanlega úr skugga um, að svo sé, þarf áætlanir, sem eru byggðar á miklu betri mælingum en hér er til að dreifa, auk jarðvegsrannsóknna og annars undirbúnings margs konar, sem ekki verður nánar tekin til greina hér.

Mér hefur þó þótt rétt að áætla kostnað við þær virkjanir, sem ég nefni hér á eftir í Þjórsá, og hef gert það; þó ekki um virkjanir, sem eru neðan við Þjórsárdal. Það má segja um þær ágizkanir, að þær geti ef til vill gefið hugmynd um stærðarstig virkjunarkostnaðarins. Ég ætla því hér, áður en lengra er farið, að gera grein fyrir þeim einingarverðum, er ég hef notað í kostnaðarágizkunum mínum, og öðru því, er máli skiptir í því sambandi.

Ég hef yfirleitt gert ráð fyrir jarðstíflum allt að 40 m háum, á einum stað þó á kafla allt að 50 m. Jarðstíflurnar hef ég gert ráð fyrir að væru 0,25xh m breiðar að ofan, þar sem h er hæð stíflunnar, hliðarhalla 1:5 beggja vegna á stíflum upp í 23 m hæð, en 1:4 báðum megin á hærri stíflum.

Ég hef gert ráð fyrir kostnaðarverði í jarðstíflunum 30/- kr. fyrir hvern m^3 að jafnaði.

Steinsteyptum stíflum hef ég gert ráð fyrir, þar sem um meiri hæð var að ræða en 40-50 m en auk þess þar, sem ég taldi þurfa yfirrennsli. Ég hef gert ráð fyrir steinsteyptum þungastíflum, og rúmmál þeirra hef ég áætlað eftir upplýsingum um stíflur frá "New York Board of Water Supply Dams" og valið þá rúmfrekustu þar. Einingarverð hef ég reiknað 300/- kr/ m^3 .

Kostnaðarverð í göngum hef ég talið 100/- kr/ m^3 . Kostnaðarverð stöðvarhúsa 200/- kr. á hvert uppsett vélahestafl og kostnaðarverð véla 500/- kr. á hvert uppsett vélahestafl. Ofan á þann kostnað, sem þannig var fenginn, hef ég bætt 60% fyrir öðru ófyrirséðu.

VIRKJUNARTILHAGANIR:

Um margar virkjunartilhaganir getur verið að ræða, en ég skal hér aðeins gera grein fyrir einni.

A. Virkjun Þjórsár.

Kaldakvísl er stífluð ofan við Þveröldu og veitt með 4,5 km löngum 25 m² göngum í Þjórsárbotna, en svo hef ég leyft mér að nefna flatneskjuna, sem Þjórsá rennur um sunnan Hofsjökuls.

Þjórsá er stífluð milli Norðlingaöldu og Þveröldu. Vatninu er síðan veitt með 4 km löngum og 90 m² víðum jarðgöngum undir Norðlingaöldu, síðan er stíflað þvert vestur yfir Miklulækjarbotna yfir hæðirnar austan Lambafellskvíslar, sem flytur vatnið í Dalsá, en hún er stífluð við Öræfahnúk. Þar sem með þarf, er stíflað milli hæðanna austan Lambafellskvíslar. Ég hef gert ráð fyrir, að þessi stíflumannvirki hafi krónuhæðina 600 m y.s. Til þess að fá næga miðlun í Þjórsárbotnum þarf stíflan við Norðlingaöldu -Þveröldu að ná upp í hæð 608 m y.s. og miðlun þarf að nýta niður í 600 m.y.s.

Með 11,5 km löngum göngum, 90 m², er vatninu síðan veitt í Fossárdrög, en neðan við þau hef ég gert ráð fyrir fyrsta eða efsta virkjunarstaðnum, en þá virkjun hef ég nefnt

Lambafellsvirkjun

Afrennslissvæði þessarar virkjunar mælist 3000 km².

Virkjað vatn verður því $\frac{60 \cdot 3000}{1000} = 180 \text{ m}^3/\text{sek.}$

Nú fæst með því að stífla upp í 590 m hæð gott lón til dægurmiðlunar, svo að gera má ráð fyrir uppsettu vélaafli,

er noti um $250 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall þessarar virkjunar er frá 590-520 = 70 m. og vélaaflið því um 175.000 hö., en grunnorkan 126.000 hö. Frárennslisgöng þessarar virkjunar verða 2,2 km á lengd, 125 m^2 víð.

Við næstu virkjun, Fossheiðarvirkjun, fæst sömuleiðis stórt lón og 40 m fall á 1 km. Þar má virkja $182 \text{ m}^3/\text{sek}$., að meðaltali eða setja upp 100000 ha. vélar, en grunnorkan verður 73000 hö.

Við neðstu virkjunina, Fossölduvirkjun, er gert ráð fyrir, að stíflað verði milli Fossöldu og Fossheiðar upp í 480 m hæð og nýtt þaðan 480-160 = 320 m fall niður í Þjórsárdal. Þarf þar 7 km löng göng, 140 m^2 víð. Ég hef gert ráð fyrir, að stóra Laxá verði stífluð við Geldingafell neðanvert með stíflu upp í 500 m hæð y.s. og veitt í uppistöðu virkjunarinnar. Þarf til þess um 6 km löng göng.

Með viðbót þeirri á afrennslissvæði, er hér^{er} orðin, má virkja um $196 \text{ m}^3/\text{sek}$, að meðaltali, en það ^{svið} verður til, að uppsett vélaafli verði um 875.000 hö, en grunnorka 627.000 hö.

Kostnaðarágizkun

Köldukvísl veitt í Þjórsá	kr. 23.000.000,00
Stíflu Þjórsá við Norðlingaöldu-Þveröldu	" 260.000.000,00
Jarðgöng undir Norðlingaöldu	" 36.000.000,00
Stíflur milli Norðlingaöldu og Öræfahnúks	" 159.000.000,00
Jarðgöng frá Öræfahnúk í Fossárdrög	" 103.000.000,00
Lambafellsvirkjun	" 193.000.000,00
Fossheiðarvirkjun	" 90.000.000,00
Fossölduvirkjun	" 741.000.000,00
Ófyrirséð 60%	" <u>965.000.000,00</u>
Samtals	<u>Kr.2570.000.000,00</u>

Uppsett vélaafl 1.150.000 hö eða 2240 kr. hvert hestafl.

Gera má ráð fyrir, að þau 826000 hö., sem hér er um að ræða í grunnafli, séu nú 10% dýrari á hvert hestafl, eða um 2460 kr.

B. Virkjun Tungnár

Neðstu virkjunina hef ég hugsað mér gerða með stíflu þvert yfir Sultartanga, en jarðgöng þaðan niður í Þjórsárdal. Afrennslissvæði er þarna 3706 km^2 , en það svarar til, eins og áður $222 \text{ m}^3/\text{sek}$. Miðlunarþörfin er, sbr. það, er áður var sagt 2800×10^6 .

Sé gert ráð fyrir miðlun í Þórisvatni frá 580-575 m. hæð, fást þar um $385 \times 10^6 \text{ m}^3$. Í veiðivötnum þarf því að miðla $2415 \times 10^6 \text{ m}^3$, en sú miðlun næst með nýttum vatnsborðsmun frá 596-576 m hæð, ef stíflað er við Vatnaöldur, en þar hef ég hugsað mér efstu virkjun Tungnár:

Vatnaölduvirkjun

Aðrennslissvæði um 1725 km^2 . $Q = 103 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall $\frac{596 + 576}{2} - 480 = 106 \text{ m}$. meðalfall. Grunnorka $106 \times 103 \times 10 = 109000 \text{ hö}$. Uppsett vélaafl 155000 hö. Frárennslisjarðgöng 6,5 km löng, 70 m^2 að þverskurðarflatarmáli.

Virkjun í Tungnárkróki

Aðrennslissvæði 1950 km^2 . $Q = 117 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall $480 - 420 = 60 \text{ m}$. Grunnorka: $60 \times 117 \times 10 = 70.000 \text{ hö}$. Uppsett vélaafl 100.000 hö. Jarðgöng 1,2 km, 80 m^2 að þverskurðarflatarmáli.

Virkjun Hrauneyjarfoss

Aðrennslissvæði 2060 km^2 . $Q = 123 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall $420 - 320 = 100 \text{ m}$. Grunnorka: $100 \times 123 = 123.000 \text{ hö}$ Uppsett vélaafl 175.000 hö. Jarðgöng 3,5 km. löng, 90 m^2 að þverskurðarflatarmáli.

Virkjun í Þóristungum

Aðrennslissvæði 3160 km². $Q = 190 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall 320-290 = 30 m. Grunnorka 57000 hö. Uppsett vélaafli 80000 hö. Jarðgöng 6,5 km löng, 130 m² að þverskurðarflatarmáli.

Sultartangavirkjun

Aðrennslissvæði 3706 km². $Q = 222 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall 290-160 = 130 m. Grunnorka 288.000 hö. Uppsett vélaafli 405.000 hö. Jarðgöng 10 km. löng. 155 m² að þverskurðarflatarmáli.

Kostnaðaráætlun

Miðlun í Þórisvatni	5.000.000
Miðlun í Veiðivötnum	220.000.000
Miðlun í Langasjó	20.000.000
Vatnaölduvirkjun	155.000.000
Tungnárkróksvirkjun	90.000.000
Hrauneyjarfossvirkjun	179.000.000
Þóristungnavirkjun	155.000.000
Sultartangavirkjun	491.000.000
Ófyrirséð 60%	795.000.000

Alls 2.110.000.000

Uppsett vélaafli 915.000 hö., eða $\frac{2110 \cdot 10^6}{915.000} = 2310 \text{ kr/ha}$.

Grunnafl má ætla að kosti um 2600 kr/ha.

Ef saman eru tekin A og B, eða virkjun Þjórsár og Tungnár ofan við Þjórsárdal, lítur það þannig út:

Grunnafl $(825 + 647) \cdot 10^3 = 1.472.000$ hö á 3.662.000.000,00

Uppsett vélaafli 2065.000 hö. á 4.680.000.000,00 kr.

C. Virkjun Þjórsár neðarHjálparvirkjun

Aðrennslissvæði 7057 km². $Q = 423 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall væntanlega um 20 m. Grunnorka 84.000 hö. Uppsett vélaafli 115.000 hö.

Skarðsvirkjun

Aðrennslissvæði 7382 km². $Q = 442 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall 13 m. Grunnorka 57.000 hö. Uppsett vélaafli 80.000 hö.

Þjórsárhoiltsvirkjun

Aðrennslissvæði 7404 km². $Q = 444 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall 18 m. Grunnorka 80.000 hö. Uppsett vélaorka 110.000 hö.

Hestfossvirkjun

Aðrennslissvæði 7482 km². $Q = 448 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall 18 m. Grunnorka 80.000 hö. Uppsett vélaorka 110.000 hö.

Urriðafossvirkjun

Ég geri ráð fyrir, að Hvítá, Tungufljóti og Brúará verði veitt í Þjórsá austan Vörðufells. Aðrennslissvæðið verður þá 11891 km². $Q = 713 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fall 30 m. Grunnorka 213.000 hö. Uppsett vélaorka 300.000 hö.

Yfirlit yfir virkjun Þjórsár og Tungnár

Virkjunar- staðir	Aðrennslis- svæði km ²	Q m ³ /sek.	Fall m.	Grunn- orka hö.	Grunnorka hö. alls
Lambafell	3000	180	70	126.000	126.000
Fossheiði	3040	182	40	73.000	199.000
Fossalda	3260	196	320	627.000	826.000
Vatnaöldur	1725	103	108	109.000	935.000
Tungnárkrókur	1950	117	60	70.000	1005.000
Hrauneyjarfoss	2060	123	100	123.000	1128.000
Þóristungur	3160	190	30	57.000	1185.000
Sultartangi	3760	222	130	288.000	1473.000
Hjálp	7057	423	20	84.000	1557.000
Skarð	7382	442	13	57.000	1614.000
Þjórsárholt	7404	444	18	80.000	1694.000
Hestfoss	7482	448	18	80.000	1774.000
Urriðafoss	11891	713	30	213.000	1987.000

Ég geri ráð fyrir, að hlutfallslega jafnmikið megi virkja miðað við afrennslissvæði á láglandi og í efri stöðunum án þess að auka miðlunina, og tel ég það ekki óvarlegt, því að hvort tveggja er, að þeir staðir eru hagstæðari hvað miðlun snertir og við alla virkjunarstaðina fást góð lón eða uppi-
stöður. Um Urriðafoss skal þess getið, að sú orka, sem þar er gert ráð fyrir, er miðuð við rennslisjöfnuð á Hvítá.

Ég hefi ráðist í það að gera um virkjanirnar lauslegar kostnaðaráætlanir, byggðar á þeim forsendum, sem fyrir lágu, vegna þess að fyrst fengju þessar bollaleggingar gildi, ef hægt væri að sýna fram á, að mannvirkin séu framkvæmanleg

á heilbrigðum fjárhagslegum grundvelli, og má segja, að þetta sé fyrsta sporið í áttina að því að leiða rök að því, þótt rökinn séu kannske hæpin.

En margt annað er öllu ótryggara. Ég hef t.d. í Þjórsá ofarlega gert ráð fyrir 50 m. hárrí stíflu og í Tungná við Vatnaöldur um 40.m. Ég er ekki hræddur um, að grunnurinn þoli ekki slíkar stíflur, en hitt er kannske vafasamara, hvort grunnurinn og hæðirnar í kring þoli slíkar vatnsborðshækkunarir.

Ég hef átt tal við jarðfróða menn um þetta og þeim hefur ekki borið saman. Stíflur þessar eru á móbergssvæðinu. Einn jarðfræðingurinn telur leka muni vera svo mikinn þarna, að slík lón mundu aldrei fyllast, en aðrir hafa ekki verið hræddir um það.

Allar virkjanirnar byggjast á jarðgöngum. Hvernig verður með vatnsheldni þeirra, því að mikill kostnaðaruaki yrði það, ef þau þyrfti að fóðra. Á jarðgöngunum verður þó ekki svona mikill vatnsþrýstingur, en hann fer þó í sumum þeirra upp í 20-30 m. Hvernig er með efni í jarðstíflurnar, er það til-tækilegt á heppilegan hátt? Og margt fleira má til tína, sem orkar tvímælis.

Í Sultartanga og við allar virkjanir neðar í Þjórsá þarf að gera stíflur á eða við hraun, því að Þjórsárhraunið er meðfram henni allri þar neðan við, og það er óskemmtilegur grunnur undir stíflu og ekki bætir úr, að undir hrauninu mun vera deiglu-mór.

Það sem hér hefir verið sagt um virkjun Þjórsár er hluti úr erindi er'ég flutti árið 1949 á fundi í V.F.I.

Eftir það hefir verið gert jarðfræðilegt yfirlit um Þjórsár og Tungnársvæðið. Guðmundur Kjartansson hefir gert það og vísast til þess hér.

Guðmundur telur mjög ólíklegt að takast megi að gera svo mikla vatnsuppistöðu með því að stífla við Vatnaöldur vegna þess að hæðirnar í kring muni leka öllu vatninu. Verður ekki hér lagður dómur á það, en hins vegar bent á að þó svo færi væri þar með fengin fullkomin miðlun í Tungná, því væntanlega mundi vatnið skila sér aftur í hana ofan við næsta virkjunarstað í Tungnákrók. Vatnaölduvirkjunin myndi þá verða að dragast frá eða minnka all verulega.

Eins telur hann vafasamt að hæfilegt berg fáist fyrir göng.

Verður ekki frekar um þetta rætt að sinni hér.

Virkjun Hvítár

I apríl 1949 gerði ég greinargerð um virkjun Hvítár byggða á herforingjaráðsuppdráttum. Síðan hafa farið fram allmiklar landmælingar á virkjunarsvæði hennar og jafnframt hafa fengist betri upplýsingar um rennslishátt árinna. Hefir hvorttveggja orðið til þess að staðfesta þá greinargerð mína, að því leyti að henni megi treysta í aðalatriðum um virkjunarstærðir.

Fer úrdráttur úr greinargerðinni hér á eftir með þeim breytingum, sem mér hefir þótt þurfa.

Virkjun Norðlingafljóts, Lambár og Kjarrár

Vatnsmagn og virkjunartilhögun

Gert er ráð fyrir að stífla Norðlingafljót milli Kleppa og Stúts. Afrennslissvæði ofan við þá stíflu mælist 993 km^2 , sem skiptist þannig: Jökull 28,4%, Hraun 25,6%, vötn 1,5% og annað 44,5%.

Af þessari skiptingu afrennslissvæðisins má ætla, að rennsli fljótsins sé tiltölulega jafnt og að minnsta rennsli verði vart undir $20 \text{ m}^3/\text{sek}$. En meðalrennsli er talið um $50 \text{ m}^3/\text{sek}$. Gert er ráð fyrir að nýta miðlun í Arnarvatni stóra og Gunnarssonavatni. Aðrennslissvæði þessara vatna er 52 km^2 þar af vötn 12%. Afrennsli Arnarvatns má væntanlega veita, án mikils kostnaðar um Mjóavatn og Þórhallalón og væntanlega í Úlfsvatn á afrennslissvæði Lambár eða í Arnarvatni litla á afrennslissvæði Norðlingafljóts.

Kjarrá er gert ráð fyrir að stífla um 1600 m ofan við ármót hennar og Lambár og veita henni með göngum í Lambá. Þau verða væntanlega um 1 km á lengd. Lambá og Skammá, sem kemur úr Hólmavatni eru stíflaðar svo að rennsli úr því fari allt í Bæjargil.

Afrennslissvæði Bæjargils verður þá um 195 km^2 . Vötn á þessu svæði eru um 10% af afrennslissvæðinu, en auk þess eru á því víðáttumikið graslendi og mýrar.

Ég hygg, að vart þurfi að miðla meiru en 20% af framrennslinu til þess að geta virkjað meðal rennslið, sem mun um $62 \text{ m}^3/\text{sek}$. Framrennslið verður $1953 \times 10^6 \text{ m}^3$ og nauðsynleg miðlun skv. þessu um $40 \times 10^6 \text{ m}^3$. Nú eru vötn á svæðinu um 40 km^2 , en auk

Þess lítur út fyrir að talsverða miðlun megi fá með því að stífla Norðlingafljót við Álftatjörn.

Virkjunartilhögunin verður þessi. Miðlunarvirki verða gerð við Arnarvatn og í Norðlingafljóti við Álftatjörn og víðar eftir því sem þurfa þykir. Kjarrá, Lambá og Skammá stíflaðar og þeim veitt í Hólmavatn, en Bæjargil verður afrennsli þess. Norðlingafljót verður stíflað milli Kleppa og Stúts. Vatnið leitt í göngum frá stíflunni undir Bæjargil að inntakslóni sem gert yrði í Bjarnarstaðaflóa við Kinnargil og jafnframt gert inntak í Bæjargil til gangnanna. Afrennslisgöng þessi verða tæpra 17 km löng, þar við bætist 1,5 km löng frárennslisgöng. Þarna munu fást um 240 m fall og virkjunarstærðin geta orðið nálægt 110 mW.

Kostnaður

Ekki verður hér gert tilraun til þess að áætla kostnað við þessa virkjun. Sennilega verður hún heldur dýr.

Virkjun Blöndu og VatnsdalsárVirkjunartilhögun

Gert er ráð fyrir að stífla Blöndu neðan við Sandárhöfða um 100 m neðan við ármót hennar og Sandár. Bali vð þá stíflu verður aðalmiðlunarlón virkjunarinnar, upp með Blöndu upp með Sandá og í Kolkuflóa. Þarf aðra stíflu milli Kolkuhóls og Áfangafellshala og lága stíflu í geil, sem liggur norður úr Kolkuflóa. Við Kolkuhól verður vatninu veitt í Fellakvísl, sem er austust þeirra þriggja kvísla, sem mynda Vatnsdalsá. Vatnsdalsá er stífluð upp í hæð 443 m við Bótafell. Mun hún þá falla norður yfir Melbrigðuflá austan við Eyjavatnsbungu og í Eyjavatn. Skurður verður þó gerður norður Melbrigðuflá og nýttist þá miðlun þar betur. Tungnalækur, er fellur úr Eyjavatni í Friðmundará, er stíflaður upp í hæð 443 m og Eyjavatni veitt í Friðmundavatn vestara, sem stífluð eru upp í hæð 441 m, væntanlega með um 800 m löngum göngum, eða skurði með lokum í. Frá Friðmundarvatni vestara verður vatnið leitt í um 9000 m löngum göngum í Dalsbungu. Þar verður komið fyrir jöfnunarturni. Orkuverið verður sett neðanjarðar undir Dalsbungu. Frárennslisgöngin, sem verða um 1,5 - 2 km löng koma út neðan við Forsæludal í um 70 m hæð. Fæst þarna um 370 m fall á um 11,5 - 12 km lengd. Vatnsmagnið verður um $53 \text{ m}^3/\text{sek}$ að meðaltali (sjá síðar) og aflíð því um 160 MW grunnorka.

Vatnsmagn

Vatnasvæði Blöndu ofan Sandárhöfða mælist mér 1412 km^2 þar af jökull 16% og hraun 3,2%. Talið er að gera megi ráð fyrir að meðalrennsli hennar sé þarna um $42 \text{ m}^3/\text{sek}$. Vatnasvæði

Vatnsdalsár ofan við Eyjavatnsbungu 364 km^2 og gera má ráð fyrir að meðalrennsli hennar sé um $9,1 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Vatnasvæði Friðmundarvatna að Eyjavatni og Melbrigðuflá meðtalinni um 50 km^2 og meðalrennsli um $1,3 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Ársframrennsli verður því samanlagt um $1650 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Ég hefi með höndum jöfnunarlinur fjögurra ára fyrir fremri Laxá í Húnavatnssýslu. Þrjú árin 1948-49, 49-50 og 51-52 nægir 22-30% miðlun til að virkja meðalrennslið en fjórða árið 1950-51 þarf nú 38%, en þetta ár er talið eitt hið þurrasta er komið hefir undanfarna þrjá áratugi. Þykir þó rétt að miða miðlun við það ár og útheimtist því $1650 \times 10^6 \cdot 0,40 \text{ m}^3 = 660 \times 10^6 \text{ m}^3$ miðlun ef unnt á að vera að virkja meðalrennslið $54,4 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Þessa miðlun er hægt að fá með því að stífla Blöndu hæfilega hátt. Þannig fæst í kringum $600 \times 10^6 \text{ m}^3$ miðlun með því að stífla upp í hæð 480 m, en í uppistöðum þeim sem myndast í Friðmundarvötnum og flóum upp af Eyjavatni má fá á annað hundrað milljónir m^3 .

Kostnaður

Erfitt er að gera ágizkun um kostnað við miðlunarvirkin við Blöndu, vegna þess að mælingar af því svæði eru ekki fyrir hendi. Hinsvegar má fara nærri um kostnað af hinum virkjununum, því þaðan eru til mælingar. Verður þó ekki farið út í það hér, en þó látin sú skoðun í ljósi að væntanlega er hér um hagkvæma virkjun að ræða.

Stíflustæði öll hafa verið athuguð og talin heppileg út frá jarðfræðilegu sjónarmiði.

Loks skal því bætt við að tiltölulega litlar viðbótar-
mælingar þyrfti að gera til þess að hægt væri að ganga úr
skugga um heildarkostnaði þessarar virkjunar.

Aðrar virkjanir

Milli Kolkuflóa og Fellakvíslar fæst 20-30 m. virkjanlegt
fall og mætti þar fá ca. 7 MW virkjun (grunnorka).

Virkjun Skjálfandafljóts

- I. Ráðgert er að stífla fljótið við Skafhóla. Myndast með því
að stífla upp í 400 m hæð allstórt miðlunarlón. Vatnið
er leitt í göngum í Íshólsvatn. Vatnið er hækkað upp með
stíflu sameiginlegri fyrir Fiská og Mjóadalsá. Þaðan er
virkjað með göngum niður í Bárðardal 140 m fall og ætti
þá að fást hér um 50 MW.
- II. Við Goðafoss má fá 40 m. fall. Um aukna miðlun þar niður
frá er væntanlega ekki að ræða. Ætti hér að mega virkja
16 MW.
- III. Við Ullarfoss má væntanlega fá 40 m fall. Aukin miðlun
fæst nokkur í Ljósavatni. Ætti hér að fást um 17 MW.

Virkjanir þessar eru væntanlega miðlungi hagstæðar.

Laxá í Suður-Þingeyjarsýslu

Mér hefir dottið í hug að hægt sé að veita Suðará og Svartá í Kráka, sem rennur í Mývatn. Meðalrennsli þessara áa mun vera tæpir $20 \text{ m}^3/\text{sek}$.

I. Hólkotsvirkjun

Ur Mývatni má virkja um $35 \text{ m}^3/\text{sek}$ með um $1/2 \text{ m}$. vatnsborðsbreytingu í vatninu, þegar þar við bætist rennsli Svartár og Suðarár verður hér um að ræða $55 \text{ m}^3/\text{sek}$. Fallið er um 100 m . Aflið verður því um 37 MW .

II. Laxá II, sem lokið var við að virkja síðasta haust og gefur $8,5 \text{ MW}$ má auka um 5 MW .

III. Við Brúar geri ég ráð fyrir að stíflað verði það hátt að full miðlun fái á rennsli Laxár. Fæst það væntanlega með því að stífla upp í hæð 145 m . og nýta niður í 124 m . Vatnsborshæð núverandi virkjunar Laxár II er í stíflulóni 69 m . Fæst þarna þannig meðalfall um 65 m . Meðalvatnsmagn verður um $64 \text{ m}^3/\text{sek}$. og aflið því um 32 MW .

Virkjun Jökulsár á Fjöllum

Hér nægir að vísa til greinagerðarinnar frá 31. marz
þ.a.

Álitsgerð um virkjunarmöguleika í Jökulsá á Fjöllum

Álitsgerð þessi byggist á eftirfarandi forsendum:

1. Uppdrætti Íslands gerðum af herforingjaráðinu danska 1:100.000 með 20 m hæðamun milli hæðalína og sama í mælikvarða 1:250.000.
2. Skilagrein Vatnamælingadeildar Raforkumálastjóra No. 80. Jökulsá á Fjöllum - Bráðabirgðayfirlit - dags. 22. marz 1954.
3. Jarðfræðilega greinagerð í sambandi við álitsgerð um virkjunarmöguleika í Jökulsá á Fjöllum eftir Sigurð Þórarinsson, jarðfræðing dags. 19/3 1954.
4. Flugmyndir er ég hefi haft aðgang að hjá Landmælingadeild Vegamálastjóra; því miður eru þær ekki skýrar.
5. Álitsgerð er ég undirritaður gerði um virkjunarmöguleika í Jökulsá á Fjöllum árið 1951, en hvergi hefir verið birt þótt ég hafi áður getið um niðurstöður hennar.

Eins og séð verður við athugun þessara forsenda eru þær engan vegin nákvæmar svo auðséð er að álitsgerðin verður að mestu byggð á ágizkunum og líkum.

Vatnsmagn og staðhættir

Af skilagrein yðar (2) og viðtali við Sigurjón Rist vatnamælingamann, má ætla að meðalrennsli Jökulsár sé einhverstaðar milli 220-230 m³/s, miðað við rennsli hennar

hjá Selfossi. Jökulsá á upptök sín suður í Vatnajökli og rennur um það bil beint til norðurs og til sjávar í Axarfirði. Af 7920 km^2 afrennslissvæði hennar er 1680 km^2 jökull eða um 21% og nálægt 3000 km^2 hraunssvæði eða um 38%, en afrennsli undan jökli mun milli 10 og 15 l/sek/km^2 þegar það verður minnst og rennsli undan hrauni er eins allt árið í kring, eða í þessu tilfelli væntanlega 25 - 28 l/s/km^2 .

Af þessum sökum er rennsli árinna með greinilegum lindár einkennum og rennsli hennar tiltölulega jafnt; einkum vetrar rennsli hennar sem er langtímum $150 \text{ m}^3/\text{sek}$. og fer yfirleitt ekki niður fyrir $100 \text{ m}^3/\text{sek}$., en venjuleg flód í henni ekki mikil, 500 - $1000 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Hinsvegar hafa komið stórhlaup í ána fyrr á öldum og má ekki fyrir það synja að slíkt geti endurtekið sig. Þó er það bót í máli, að öll þessi hlaup, að einu undanteknu sem átti sér stað árið 1490 hafa komið á tiltölulega takmörkuðu tímabili, nefnilega milli árána 1655 og 1729.

Sigurður Þórarinsson telur allt benda til þess að hlaup þessi hafi staðið í sambandi við eldsumbrot í Vatnajökli og hvenær vænta megi næsta hlaups af slíkum rótum runnið, verður auðvitað ekkert fullyrt um. Það geta liðið aldir þangað til. Þegar undan eru skilin nokkur eldfjöll eins og Hekla, Katla og Grímsvötn, sem gjósa að staðaldri á nokkuð vissu árabili, hefir það yfirleitt verið svo með eldstöðvar hér á landi að á vissu takmörkuðu tímabili hafa verið tíð eldgos á sömu slóðum, en síðan hafa þær ekki látið á sér kræla öldum saman, eða alls ekki.

Mér finnst því ástæðulaust að gera of mikið úr þessari hættu þótt hún kunni að vera fyrir hendi.

Sigurður Þórarinnsson minnst á það að sá möguleiki sé fyrir hendi að klakastíflur geti hafa orsakað sum flóðin. Er það órannsakað mál og til þess að svo sé finnst mér þau alltof fá og jafnvel of stórkostleg. Þetta atriði er þó vert að sé athugað eftir föngum þótt efasamt sé að nokkur viðunandi skýring fáiist. Hve mikið beri að leggja upp úr þessari hættu skal ég láta ósagt, en minna má í því sambandi á að eftir árfarvegi Laxár í Laxárdal í Suður-Þingeyjarsýslu rann hraun fyrir um 1900 árum og á 18. öld rann hraun út í Mývatn, en engum datt í hug að láta það aftra því, að sú á var virkjuð. Líka er það, að hraun rann úr Sveinagjá seint á nítjándu öld (1875), en tögl þess hrauns ná norður fyrir veginn milli Grímsstaða og Reykjarhlíðar. Mitt álit er það, að þá áhættu verði að taka, sem þessu er samfara. Er þó rétt að taka að nokkru tillit til slíks í stíflugerð, en þetta verður þó að vera matsatriði hverju sinni. Jafnframt ætti svo stórt lón og hér verður um að ræða, um 180 km^2 að stærð, að draga allverulega úr áhættunni.

Ef ekki er tekið tillit til þessara hlaupa er rennsli árinna, eins og áður gat, tiltölulega jafnt og til þess að virkja meðalrennsli árinna útheimtist tiltölulega lítil miðlun. Ársrennsli Jökulsár er væntanlega milli $6900 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sek.}$ og $7200 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sek.}$ og er það ágizkun mín að um 20% af því, eða 1380×10^6 til $1440 \times 10^6 \text{ m}^3$ miðlun nægi til þess að tryggja virkjun á meðalrennsli árinna.

Bót er það í máli, að á næsta ári verður fenginn rennslislykill að ánni og vatnshæðarmælingar eru til í henni fyrir árin 1937 - 1954 og milli árana 1918 - 1925 þótt þær mælingar séu ekki eins ótvíræðar, svo að þá verður hægt að fá yfirlit yfir vatnsmagn árinna þó þessi árin.

Á blaði nr. 1 hefi ég gert tilraun til þess að draga upp "profil" árinna frá brúnni, sem á ánni er í Axarfirði og upp að ármótum Kræppu og Jökulsár. Prófillinn er dreginn eftir kótum á herforingjaráðsuppdrætti (1), en þó stuðzt við mælingar Guðm. Hlíðdal, póst- og símamálastjóra, af fallhæðum Selfoss, Dettifoss og Hafragilsfossa og flúðanna milli þeirra og gengið út frá, að hæðarpunkturinn 308 á (1) sé á brún Dettifoss. Hæðir Réttarfoss og Vígabergsfoss hefi ég fengið hjá Sigurjóni Rist, vatnamælingamanni raforkumálastjóra.

Annar hæðamunur norðan fossa og milli Réttarfoss og Hafragilsfoss hefi ég dregið sem beina línu með jöfnum halla og styðst þar einnig við sögn manna, því sjálfur hefi ég aldrei farið með ánni á þessu svæði. Halli er á ánni milli Jökulsárbrúar í Axarfirði og upp fyrir Selfoss 300:30000 eða 1:100. Úr því kemur upp fyrir Selfoss, dregur úr halla árinna og er hann þar ofan við um 1:470.

Virkjunarmöguleikar

Ef um stórvirkjun í Jökulsá á að vera að ræða, verður hún að byggjast á miðlun. Með stíflum í henni má fá allmikla miðlun.

1. Með því að stífla á brún Selfoss.
2. Með því að stífla ána milli Ferjuáss og Fremri-Grímsstaðagnúps.
3. Með því að stífla milli Miðfells og Lambafjalla og ef um meiriháttar miðlun ætti að vera að ræða, þyrfti þá líka að stífla Skarðsá hjá Núpakoti.
4. Með því að stífla við Ferjufjall og veita ánni yfir í ána Lón og stífla í Vatnsskarði milli Sauðfells og Geldingafells eða í Núpakoti.

Hefi ég á meðfylgjandi blöðum no 2 - 8 dregið upp stærð miðlunar lóna þessara, gerða eftir hæðarlínum á (1). Jafnframt hefi ég dregið upp prófíla stíflustæðanna gerða eftir (1).

Af blaði no: 2 af miðlunarlóni er myndaðist með stíflu á Selfossbrún sézt að þar fæst næg miðlun með því að stífla upp í hæð 365 m og að nýta vatnið niður í hæð 345 m. Er mikils virði ef hægt er að notast við eitt miðlunarlón alveg ofan við aðalfall árinnar. Hér verður ekki fullyrt um það, hvort rannsókn muni sýna að talið verði fært að stífla svo hátt þarna, en vitað er sbr. álitssgerð Sig. Þórarinssonar (3) að jarðsprunga (gangur) er í stefnu Hafragil - Rauðhólar, sem sker árgljúfrið rétt neðan við Hafragilsfoss og að yngri hraun eru milli þess gangs og Grjótháls, og eru þau vafalítið eitthvað lek. Þessi gangur sést greinilega á flugmyndum (4). Hins vegar er ekki óhugsandi að stífla á hrauni, (sbr. að 10 m há stífla var gerð í Laxárgljúfri á 1900 ára gömlu hrauni), því ekki verður hér um mjög háa stíflu að ræða þegar að hrauninu kemur og eins er það vitað og bein reynsla fyrir því, að jökulár þetta hraun með tímanum. Frekari rannsóknir verða að skera úr um þetta atriði, en hér mun ég ganga út frá því að þetta megi takast og ég tel það ekki ótrúlegt. Er heldur ekki fráleitt að hugsa sér að gera þéttivegg í gegnum hraunið eða þetta það með "innsprautum" og það því fremur sem það er væntalega tiltölulega þunnt af hrauni að vera og mjög gamalt eins og sést á því, að tota af því nær austur fyrir árgljúfrið, þ.e. það er runnið áður en gilið varð til. Sú tota er mjög þunn.

Þarf þá ekki í bili að hugsa til hinna miðlunarlónanna, en þá er nægja að vita að aðrir möguleikar en þessi eru til og fyrir hendi.

Eitt atriði verður að minnast á í þessu sambandi, en það er framburður árinna. Skv. yfirliti vatnamælingadeildarinnar (2) hefir hann verið mældur í eitt skifti þ.e.a.s. framburður sá sem í vatninu flýtur og flutti áin því með sér 0,35 gr. þurr-efni pr. lítra, en þá var rennsli hennar $180 \text{ m}^3/\text{sek}$. Þessa framburðar gætir langmest að sumri til, meðan áin tekur við miklu vatni frá jökli, enda segir á skýrslunni (2). "Að vetrinum er mikið sjóndýpi á árvatninu" þ.e. hún er því sem næst tær á vetrinum. Nú er langt frá því að allur þessi framburður botnfalli þótt um langt og mjög straumlítið lón sé að ræða eins og sýnir sig í Lagarfljóti, þar sem jökullitur mjög greinilegur er á árvatninu þótt það hafi runnið gegnum Löginn, sem mun um 30 km^2 að stærð og á annað hundrað metrar á dýpt.

Ég hygg, að ekki þurfi að hafa áhyggur í bráð út af framburði þessum, því fullyrða má, að það skifti hundruðum ára áður en honum tekst að fylla slíkt lón, sem hér um ræðir. Þó þykir mér rétt að vekja athygli á því. Um annan fínan framburð t.d. foksand verður ekkert hægt að segja hér, en líklegt má telja að einhver brögð séu að honum. Hinsvegar má ætla að ekki verði mikið um malar framburð að ræða. Til þess rennur áin ofantil og hallalítið og hefir þar hlaðið undir sig langa og flata aura. Verði hinsvegar brögð að því, gagnstætt því sem ég hér ætla, að lónið vilji fyllast af framburði, er það ráð fyrir hendi að stífla hana ofantil á einhverjum þeim stað sem ég hefi hér áður bent á og fengist þá þar um leið minni virkjun. Komi aftur á móti hlaup í ána hlýtyr að fylgja því mikill framburður. Um

áhrif framburðarins á slit vatnssnælduhjóla get ég ekki dæmt, en reynsla í því efni er sjálfsagt á takteinum í Sviss og víðar þar sem jökulár hafa verið virkjaðar.

Að þessu athuguðu tel ég líklegt að heppilegast verði að athuga þann möguleika að virkja fallið frá Selfossbrún niður á sand í tveimur virkjunarstigum, efri og neðri virkjun. Hefi ég rissað þessar virkjunartilhaganir inn á meðfylgjandi herforingjaráðsuppdrætti, blað no. 9. Efri virkjunina, sem um leið yrði fyrsta virkjunar stig, hugsa ég mér framkvæmda með stíflu ofan við Selfoss upp í hæð 365 m, en með því fæst um $1780 \times 10^6 \text{ m}^3$ miðlun blað no. 2. með nýtingu vatnsins ofan í 345 m hæð. Orkuverið verður neðanjarðar með rúmlega 3 km. löngum frárennslisgöngum út í árgljúfrið neðan við Hafragilsfoss. Fæst hér því frá $365 - 208 = 157 \text{ m}$ til $345 - 208 = 137 \text{ m}$ virkjanlegt fall, en það myndi svara til frá 280 MW til 245 Mw, ef nýttir eru $225 \text{ m}^3/\text{sek.}$ og reiknað með nýtni - 0,81 í göngum og vélum.

Neðri virkjunina hugsa ég mér gerða með því að stífla ána rétt ofan við Réttarfoss upp í 205 m hæð, leiða vatnið í göngum að inntaki, sem gert yrði með stíflugörðum um 1,5 km frá bænum Austaraland. Þau göng yrðu um 11,5 km að lengd. Hér yrði orkuverið gert neðanjarðar og frárennslisgöng um 2,7 km löng út í árfarveg Jökulsár. Þessi göng má ef til vill stytta að mun, ef hægt er að nota árgljúfur Landsár. Í þessari virkjun ætti að fást $190 - 30 = 160 \text{ m}$ fall og er þá gert ráð fyrir 15 m falltapi í aðalrennslisgöngunum. Virkjunin ætti því að verða um 290 Mw. Með þessum tilhögunum liggja göngin í eldri jarðlögunum og þau skera ekki ganginn,

sem áður var á minnst, sem sker árgljúfrið neðan við Hafra-
gilsfoss. Vegna þessaganga tel ég t.d. óheppilegt að fara
með göng efri virkjunarinnar vestan við ána, þó að þau þar
verði styttri þeim megin. Tel líka heppilegt að hleypa
hugsanlegu framhjá rennsli þar.

Erfitt er að gera sér í hugarlund kostnað við mannvirki
þessi á þessu stigi málsins, en ég hygg að hér sé um hagkvæmar
virkjanir að ræða. Hinsvegar kann það að þykja nokkursvert
að hafa hugmynd um kostnaðinn og mun ég þess vegna hér reyna
að gera grein fyrir honum, en ekki verður um neina áætlun að
ræða, til þess bresta allar forsendur, ber því frekar að líta
á eftirfarandi sem kostnaðarágizkun.

Aðalmannvirkið verður að sjálfsgöðu stíflan ofan við
Selfoss. Undirstaða undir henni er væntanlega eins góð og
á verður kosið hér á landi þegar þó er gerður fyrirvari um
vesturenda hennar. (Hraunið) Um stíflurnar ofan við Réttar-
foss og við Austaraland gegnir sama að undirstaða er þar góð.

Jarðgöngin verða væntanlega í sámlaga göðu bergi, eftir
því sem um er að ræða hér á landi. Ekki geri ég ráð fyrir
að þau þurfi að fóðra nema þrýstleiðslurnar frá inntökum til
véla.

Ég hefi gert ráð fyrir stíflunum úr steinsteypu, svo-
nefndum "lamel" stíflum, en vitað er að mikið grjót fellur
til við spreningar svo ekki er ólíklegt að stíflurnar geti
orðið ódýrari með öðru sniði.

Vart verða þessi mannvirki framkvæmd nema með vegalagningu
eða vegabótum að höfn, þar sem tækjum og efni yrði skipað upp.
Næstu hafnir eru Húsavík annarsvegar í um 150 km fjarlægð
og Raufarhöfn í um 100 km fjarlægð. Hugsanleg er líka dýpkun

innsiglingarinnar í Leirhöfn á Melrakkaslétu. Til þessara hluta hefi ég gízkað á 20.000.000 króna.

Kostnaðarágizkun mín er þessi:

Kostnaðarágizkun

Stífla á Selfossbrún	400.000.000,-	
Orkuver aðrennslisgöng, frárennslisgöng vélar og rafbúnaður	320.000.000,-	
Vegir og hafnarbætur	20.000.000,-	
	<hr/>	
Efri virkjun alls	740.000.000,-	kr.
Stífla ofan við Réttarfoss	55.000.000,-	
Aðrennslisgöng 125 m ³ /m	215.000.000,-	
Inntaksmannvirki	125.000.000,-	
Orkuver, aðrennslis og frárennslisgöng vélar og rafbúnaður	305.000.000,-	
	<hr/>	
Neðri virkjun alls:	700.000.000,-	

Báðar virkjanirnar, sú efri og sú neðri kr. 1.440.000.000,- eða um kr. 2500 á hvert kw.

Aðrir virkjunar möguleikar.

Ég minntist á það hér á undan að minni virkjun myndi fást með því að stífla ána hið efra, í þeim stíflustæðum sem áður hafa verið talin upp. Ég treysti mér tæplega til að gera neina kostnaðarágizkun um þá virkjun. Þó virtist heppilegasta stíflustæði í því skyni að vera við Ferjuás, milli hans og Fremra-Grímsstaðagnúps (blað 6). Fallhæð má væntanlega fá

þar með stífluhæð upp í 433 m um 50 m með 4 - 6 km löngum göngum, hve löngum verður ekki ráðið af uppdráttum. Ef þarna væri gert ráð fyrir t.d. $150 \text{ m}^3/\text{sek.}$ virkjanlegu vatnsmagni ættu þar að fást um 60.000 kW.

Reykjavík, 31. marz 1954

Sigurður Thoroddsen
(sign)

./.

Skilagrein Vatnamælingadeildar Raforkumálastjóra nr. 80.

Jarðfræðileg greinagerð Sigurðar Þórarinssonar

Fylgiskjöl 1. - 11. blað.

JARÐFRÆDILEG GREINARGERÐ

í sambandi við álitsgerð um virkjunar-
möguleika í Jökulsá á Fjöllum.

Eftirfarandi greinargerð er samin að tilmælum Sigurðar Thoroddsens, verkfræðings. Það skal fram tekið, að enda þótt ég hafi síðustu sumrin einkum unnið að jarðfræðirannsóknunum í Norður-Þingeyjarsýslu og þekki nokkuð af eigin athugunum sum þeirra svæða, sem hér er um að ræða, hefi ég ekki framkvæmt þar neinar rannsóknir með sérstöku tilliti til þess, sem hér skiptir máli. Þá fyrst, er athuguð hafa verið nánar öll þau svæði, sem hér koma til greina, getur orðið um sámilega áreiðanlega greinargerð að ræða, og verður því sú greinargerð, sem hér er gerð, að teljast bráðabirgðagreinargerð.

A. Stíflustæði:

Út frá því, sem vitað er í stórum dráttum um berggrunn á svæðum þeim, sem um er að ræða, - en sú vitneskja byggist einkum á rannsóknunum Þorv. Thoroddsens og jarðfræðikortum hans - er berggrunnurinn ýmist móberg eða basalt (grágrýti og blágrýti). Svæðið norðan Dettifoss er sundurskorið af gossprungu, er gengur frá Sveinum suðvestur af Dettifossi yfir gljúfrið rétt sunnan Hafragils og áfram til norðausturs austan ár norður fyrir Kvensöðul. Úr þessari sprungu hefir runnið hraun. Þar sem ég hefi athugað það austan ár, er það helluhraun, yfirleitt mjög þunnt.

Um aldur þess verður ekkert sagt með vissu enn, en unnt mun verða að finna nokkurn veginn aldur þess með öskulagarannsóknunum. Mér virðist þó líklegast, þótt ekki geti ég fullyrt það að svo komnu máli, að hraun þetta hafi runnið áður en Jökulsá hafði grafið gljúfur sitt suður að þeim stað, þar sem gossprungan liggur yfir, og víst er, að hraunið er runnið áður en sá litli hraunbleðill myndaðist, sem liggur austan Jökulsár um 400 m norður af Dettifossi, því að sá hraunbleðill er kominn vestan yfir ána. Þykir mér líklegast, að hraunið sé mörg þúsund ára, og víst er, að eina eldstöðin norðar með gljúfrinu, Rauðhólar við Hljóðakletta, er meir en 5000 ára gömul.

Stíflustæðið ofan við Selfoss hefi ég athugað lauslega, og er það hið ákjósanlegasta upp í c:a 350 m hæð, grágrýti, sem virðist tiltölulega heillegt. En verði stíflað upp í 365 m hæð, eins og Sigurður Thoroddsen gerir ráð fyrir, nær vestasti hluti stíflunnar yfir hraun það, er fyrr getur. Ég geri ráð fyrir, að þetta hraun sé ekki þykkt þarna, frekar en austan ár, og ætti því að vera vel gerlegt að þetta það undir stíflu. En þetta þarf að athugast nánar.

Stíflustæðin í Jökulsárgljúfri og ofan við Réttarfoss og stíflustæðið hjá Austaralandi hefi ég ekki athugað, en sé ekki ástæðu til að ætla annað, en að á báðum stöðum sé berggrunnurinn hið ákjósanlegasta undirlag undir stíflu.

Ræddir eru möguleikar á miklum uppistöðulónum sunnan Ferjuáss og þar með stíflu í Jökulsárgljúfri austan við Ferjuás, stíflu í farveg Jökulsár milli Lambafjalla og Miðfells, stíflu milli Meðalfells og Fremsta-fells og stíflu í Skarðsá við Núpskot. Hæðir þær og ásar, sem hér skal stíflað milli, eru yfirleitt úr ungu móbergi. Munu stíflustæðin sem slík líklega sáamleg frá jarðfræðilegu sjónarmiði, en ekki er hægt að úti-

loka þann möguleika, að einhvers staðar geti orðið nokkur leki gegnum þá ungu hryggi, sem halda að því stóra lóni, sem hér er um að ræða; þó er lítil vafi á því, að framkvæmanlegt sé að fá þarna mikil uppistöðulón.

B. Jarðgöng

Þau jarðgöng, sem um er að ræða frá stíflustæði ofan við Selfoss niður fyrir Hafragilsfoss, myndu aðallega ganga gegnum grágrýti, en e.t.v. að litlu leyti gegnum móberg. Munu aðstæður til gangagraftar þarna heildarlega vera sízt verri en við Neðri Fossa í Soginu og væntanlega betri. Annars mun mega fá góðar upplýsingar um þennan berggrunn með nánari athugun á berglagaskipun í Jökulsárgljúfri frá Dettifossi og norður úr. Eins og jarðgöngin eru nú dregin á korti, skera þau ekki gossprungu þá, sem fyrr var nefnd. Að því er ég fæ ályktað af lauslegum athugunum á berglögum í norðurhluta Jökulsárgljúfurs, virðist ekkert því til fyrirstöðu að grafa aðrennslisgöng frá stíflunni ofan við Réttarfoss til inntakslóns við Austaraland, né heldur að grafa frárennslisgöng frá stöð við Austaraland norðvestur í Jökulsárgljúfrið.

Syðstu jarðgöngin, frá Njúpskoti norður í Jökulsá norðvestan Barkarstaða, liggja gegnum móbergsfjall, Grímsstaðanúp, með einhverju af basalti í, og er aðstaða til gangagraftar þar væntanlega nokkuð svipuð og við Neðri Fossa í Soginu.

C. Hlaup í Jökulsá

Eitt er það, sem taka verður tillit til, þegar ræddir eru möguleikar til virkjunar Jökulsár á Fjöllum, en það eru þau hlaup, sem komið hafa í þessa á fyrr á öldum og ekki er

hægt að synja fyrir, að komið geti að nýju.

Ég hefi áður í ritgerð (Jökulhlaup og eldgos á jökulvatnasvæði Jökulsár á Fjöllum, Náttúrufræðingurinn 1950, bls. 113-133) reynt að rekja sögu þessara hlaupa eftir því, sem auðið er, og er það, sem hér fer á eftir um þessi hlaup, byggt á þeirri ritgerð.

Þau stórhlaup, sem vitað er um nokkurn veginn með vissu, og er þó ekki fullöruggt um öll þeirra, eru þessi:

1490	óvíst hvenær á árinu
1655	að vorlagi eða snemma vetrar
1684	snemma í nóvember
1711/12	einhvern tíma vetrar
1716	mánaðarmót sept. - okt.
1717	snemma í september
1726	um veturinn og vorið
1729	í ágúst

Hér má við bæta, að í desember 1902 og í júní 1903 komu mikil hlaup í Jökulsá, en munu þó ekki hafa verið svipað því eins stór og áðurgreind hlaup.

Hver er nú orsök þessara hlaupa? Um það er ekkert vitað með fullri vissu. Hugsanlegt er, að einhver af þessum hlaupum hafi orsakast af jakastíflum og þá líklegast vegna stíflu í gljúfurþrengslunum við Ferjuás. Stíflist gljúfrið þar, getur myndast geysimikið lón sunnan við. Mér þykir þó ótrúlegt, að stórhlaupin geti stafað af slíkri stíflu, og þykir mér langlíklegast, að þau stafi af eldsumbrotum í Vatnajökli, séu með öðrum orðum sama eðlis og Kötluhlaup. Bæði er það, að tvö þessara hlaupa a.m.k., hlaupin 1717 og 1729, eru á þeim árs-tíma, að ekki getur verið um jakastíflu að ræða, og svo er það vart tilviljun, að fjögur af þessum hlaupum (1684, 1716, 1717, og 1726) eru sannanlega samfara eldsumbrotum í Vatnajökli.

Eldstöðvarnar eru að öllum líkindum undir Dyngjujökli, norðan undir Kverkfjallahrygg, á framhaldi þeirrar sprungulínu, sem Grímsvötn liggja á. Hugsanlegt er og, að eldgos í Kverkfjöllum hafi getað valdið hlaupi, Þau hlaup, sem orsakast af jakastíflu við Ferjuás, hafa engin áhrif á umrædd mannvirki, ef byggð verður sú stífla, sem gert er ráð fyrir við Ferjuás, einmitt á þeim stað, þar sem líkur eru fyrir því, að jakastíflurnar verði.-

Um hlaup af völdum eldgosa gegnir öðru máli. Erfitt er að segja nokkuð nálægt vissu um það, hversu stór þessi hlaup geta orðið. Þó má draga þá ályktun af þeim óljósu lýsingum, sem til eru af þessum hlaupum og usla þeim, sem þau hafa gert í Axarfirði og Kelduhverfi, að ekkert þeirra muni hafa verið svo stórt, að það hafi flætt yfir allan sand Jökulsár, þ.e. bæði Austur- og Vestursand. Stórhlaupið 1684 fór aðallega yfir Vestursandinn, stórhlaupið 1711/12 aftur á móti yfir Austursandinn og hlaupið 1729 aftur yfir Vestursandinn. Án þess að geta fullyrt nokkuð þar um, þykir mér ekki líklegt, að rennslið í þessum hlaupum hafi farið yfir 15 þús. m³ á sek. og þar eð hlaupin eru að líkindum minna en sólarhring nærri slíku hámarki, virðist mér líklegt, að með því stóra uppistöðulóni, sem gert er ráð fyrir sunnan Selfoss (180 km²), ætti að vera hægt að ráða við slík hlaup, án þess að mannvirki saki. Ekki virðist mér ólíklegt, að með athugunum á farvegi Jökulsár, t.d. við Ferjuás, væri hægt að komast að einhverri niðurstöðu um það, hversu hátt vatnið hefir komið í hlaupum Jökulsár, svo og að sjá, hvort möguleikar eru fyrir því, að jakastíflur þar hafi getað valdið stórhlaupum.

Á það skal að endingu bent, að öll stórhlaupin að undanteknu einu (um 1490), sem raunar er óvíst, að hafi verið stór-

hlaup, komu á mjög takmörkuðu tímabili, nfl. tímabilinu 1655 -1729. Það er því ekkert svipað um þessi hlaup og um Skeiðarárhlaup og Kötluhlaup, sem koma með tiltölulega reglulegu millibili. Það má telja næsta öruggt, að Kötluhlaup og Skeiðarárhlaup komi á næstu áratugum, en vel geta liðið aldir, áður en stórhlaup kemur í Jökulsá af völdum eldsumbrota.

Reykjavík,

Sigurður Þórarinnsson

Jökulsá á Fjöllum

- Bráðabirgðayfirlit -

Saga mælinganna.

Fyrstu rennslismælingu í Jökulsá á Fjöllum gerði norsk jarðfræðingurinn A.Helland í júlímánuði árið 1881 á ferjustaðnum hjá Grímsstöðum á Fjöllum. Rennslid var $450 \text{ m}^3/\text{sek}$. Þetta sumar var veðráttan mjög köld, ís lá fyrir landi. Sennilegt er því, að er Helland mældi, hafi ekkert verið farið að leysa úr jöklinum, en vatnið komið að mestu af Örfæflákunum norðan jökulsins. Í venjulegu árferði er snjór þar horfinn í júlí og orðið þurrt.

Næst var Jökulsá á Fjöllum athuguð 1907 af Guðmundi Hlíðdal, verkfr. Á fundi Verkfræðingafél. Ísl. 1. maí 1917, skýrði Guðmundur frá athugunum sínum og var erindið prentað í T.V.F.Í. Það ár og heitir "Nokkrir fossar á Íslandi". Varðandi mælingar á Jökulsá á Fjöllum komst fyrirlesari þannig að orði:

"Vatnsmagnið í Jökulsá á Fjöllum mældi ég 31. okt. 1907 á ferjustaðnum hjá Grímsstöðum. Breiddin var 72 m. Þverflötur vatns 80 m^2 og vatnshraðinn að meðaltali $1,38 \text{ m}/\text{sek}$. Hann var mældur með flotholti (svömmer). Samkvæmt þessu var þá vatnsmagn árinna $80 \times 1,38 = 110 \text{ m}^3/\text{sek}$. Kunnugir menn sögðu ána þá um það bil hið minnsta, sem hún gæti orðið.

Hæðin á Dettifossi mældist 58 m. Hér um bil 1 km fyrir ofan Dettifoss er 10 m hár foss í ánni, er ég hef nefnt Selfoss, en um 2 km fyrir neðan Dettifoss er Hafragilsfoss,

um 24 m hár. Hallimí ánni milli Dettifoss og Selfoss og aftur frá Dettifossi niður að Hafragilsfossi, er um 30. m. Öll fallhæð árinna á þessu 3 km svæði, er þá um 122 m og ætti að mega fá þar með mældu vatnsmegni $\frac{1000 \times 122 \times 110}{75}$ - 179.000 hö óbundin, eða um 135.000 hö á túrbínásana sé gengið út frá notagildi vatnsvélanna sé 75%". "Vatnsmagnið er mjög breytilegt, að jafnaði mun það vera mikið meira, en þegar ég mældi hana og stundum margfalt meira. Nokkrar athuganir, sem Páll bóndi Jóhannesson á Austara-Landi í Axarfirði gerði að tilhlutan minni um nokkurt skeið við brúna í Axarfirði, sýna að rennslið hefur verið meira allan veturinn 1907 - 08, heldur en þegar ég mældi. Það byrjaði fyrir alvöru að vaxa í marzmánuði og helst úr því mjög mikið það sem eftir er vetrar og yfir sumarið 1908, þó verður það mjög lítið snöggvast nokkra daga í miðjum júnimánuði, en vex strax aftur".

Þetta var skýrsla Guðm. Hlíðdal. Leið nú fram til 1918 en þá voru hæðarmælingar hafnar að undirlagi Fossanefndarinnar. Með bréfi nefndarinnar 5. marz 1918 til stjórnarinnar er óskað eftir rennslismælingum á Jökulsá á Fjöllum. Vegamálastjórninni var falið að sjá um framkvæmdir. Í bréfi Vegamálastj. 8. apr. 1919 til stjórnarráðsins skýrir hann frá mælum, sem komið var á laggirnar 1918. Um Jökulsá á Fjöllum farast honum orð á þessa leið:

"Mælirinn er aðeins neðan við brúna. Vatnshæðin athuguð af Jakob Sigurðssyni á Skinnastað tvisvar í viku síðan 1. okt. (1918). Umsamið gjald er kr. 1,50 fyrir hverja athugun".

Þessum hæðarmælingum var haldið áfram til 23. ág. 1925. Engar rennslismælingar voru gerðar. Hinn 1. nóv. 1937 voru mælingarnar hafnar að nýju, en þá á öðrum mæli, sem lesið hefur verið á fram á þennan dag. Hann mun ekki hafa haggast, var mældur inn sumarið 1947 við F.M. á brúnni. Ei er loku fyrir það skotið, að hægt sé að vinna úr eldri mælingum frá 1918 - 1925, því að norskur verkfræðingur mældi kvarðann inn við brúna.

Nú standa málin þannig, að lykill að vatnshæðarmælinum er í uppsiglingu, og er nú hægt að sjá hvað rennslið er eins og það er flesta daga ársins. Lægstu rennslin verða ekki ákveðin nákvæmlega og sömuleiðis ekki stærstu flóðin. En lykillinn ætti að verða tilbúinn á vetri komanda. Áður en lengra er haldið er rétt að athuga staðhætti.

Landslag og rennsli

Jökulsá á Fjöllum hefur stærsta úrkomusvæði (vatnasvið) allra áa á Íslandi. Stærðin er 7920 km^2 þar af jökull 1680 km^2 eða 21%. Hæð jökulsins er frá 800 til 1900 m.y.s. svo að ekki er hægt að vænta leysinga þar nema um hásumarið. Jökullinn veit mót norðri. Leysing verður þar af leiðandi ekki eins ör og á jökulsvæðum skaftfellsku ána. Vatnasvið Jökulsár vestan ár eru hraun (Ódádahraun). Þaðan falla nokkrar vatnsmiklar lindár. Stærstar eru Svartá við Vaðöldu og Lindaá, sem fellur úr Herðubreiðarlindum, minni eru Grafarlandaá og smáar í Hólmatungum. Þessar ár eru jafnar allt árið um kring. Í þessu sambandi má benda á að vatnaskil Jökulsár á Fjöllum og Laxár (Mývatns) liggja saman á 80 km löngum kafla. Ekkert mælir á móti því, er ég vil veit, að svæðið Jökulsár megin við skilin

hafi ekki eins greinileg lindahéinkenni sem það er að Mývatni veit. Þetta hraunasvæði frá jökulrótum og norður að Dettifossi er nálægt 3000 km^2 að stærð, eða sem næst tvöfalt lindasvæði Laxár. Ef þetta svæði skilaði rennsli í réttu hlutfalli við rennsli Laxár, ætti rennslið af því að vera $80 \text{ m}^3/\text{sek}$. Hvað rennslið er undan jöklinum að vetri til, verður ekki sagt um með neinni vissu, en ef hliðsjón er tekin af þeim fáu mælingum af jökulám upp við jökuljaðar (veturna 1951 og 1952) þá er ekki langt frá $10 \text{ l}/\text{sek. pr. km}^2$, þ.e.a.s. um $15\text{-}20 \text{ m}^3/\text{sek}$. Austan árinna eru foksandsflákar, sem hafa mikinn vatnsjöfnunar hæfileika, landið er sundurskornara þar en vestan ár, svo að afrennslið gengur þar hraðar. Klaki er þar venjulega mikill í jörðu (snjóflétt), svo að vorleysingavatnið rennur fram ofanjarðar á skömmum tíma. Af þessu leiða nokkur flóð í Jökulsá, venjulegast í maímánuði, en svo þverr vatnið, þótt hitar aukist, þar til sumarhitinn er orðinn það mikill að leysa tekur á jöklinum, þá vex áin á nýjan leik.

Úrkoman er lítil á svæði Jökulsár. Jafnvel svo að þótt Jökulsá á Fjöllum hafi stærst vatnasvið hér á landi, þá eru bæði Þjórsá og Ölfusá vatnsmeiri.

Lindaréinkenni Jökulsár gera það að verkum, að rennsli hennar er furðu jafnt út veturinn eftir að jökulvatnið hefur sett niður að haustinu. Áhrifa frostavetra, sem valda vatnsþurrð í dragám, gætur vart í Jökulsá á Fjöllum. Enda liggur vatnasviðið það hátt yfir sjó að sjaldan er þar leysing um miðja vetur. Nú í des. s.l. kom stórflóð í ár víða á landinu. Jökulárnar í Skaftafellssýslum voru eins að sumarlagi og stórkostlegir vatnavextir voru í Lagarfljóti, en á sama tíma óx Jökulsá á Fjöllum

aðeins lítið eitt, flutti 225-250 m³/sek. Vetrarflóð hafa ekki komið síðan 5. marz 1948, en þá varð rennslið 375-400 m³/sek. Á sama tíma var stórflóð um land allt, Ölfusá flæddi inn í hús á Selfossi og Þjórsá var 3500 m³/sek. Stórflóð kom í Jökulsá 20. júní 1949. Rennslið hefur þá verið nálægt eða yfir 1000 m³/sek. Vorið 1949 var óvenjulega kalt. Norðanlands snjóaði mikið í maí og ekkert leysti að ráði fyrr en eftir miðjan júní en þá kom snögg hitabylgja með um 20 stiga hita, svo að leysa tók á öllu svæði Jökulsár, þ.e.a.s. dala- og fjallaflóð féllu saman.

Venjuleg sumarflóð, það sem kalla mætti eins árs flóð, eru um 500 m³/sek. Stærstu flóðin í Jökulsá eru jökulhlaupin, sem getið er um í annálum og orsakast af eldsumbrotum í Kverkfjöllum og er jökullón hlaupa fram. Þorv. Thoroddsen getur um þau í Lýsingu Ísl. I.b. í kaflanum Ár og Vötn. Ólafur Jónsson segir í bók sinni Ódáðahraun 2.b. bls. 46 frá minjum eftir þau. Og loks hefur dr. Sigurður Þórarinnsson skrifað grein um þau í Náttúrufr. 1950 bls. 113.

Þegar haustar að og rennslið þverr úr jöklinum, rýrnar áin úr 250/m³/sek. niður í 175, en lækkar svo hægar úr því og er langtímum saman nálægt 150 m³/sek og kemst niður undir 100 m³/sek., en ekkert að ráði þar niður fyrir nema að rennslið sé truflað, en það er sjaldan og stendur skamma stund.

Upp hjá Grímsstöðum er Jökulsá alþiljuð á veturnum, þegar frost eru hörð og bólgnar þá oft nokkuð upp. Að öðrum kosti eru miklar skarir að henni og auður áll í miðju. En neðan fossa er hún venjulegast landahrein. Grunnstingull og kraðaför trufla vatnshæðar álesturinn örsjaldan og vart meir en einn sólarhring í einu.

Að vetrinum er sjóndýpi mikið í árvatninu. Athugun á framburði steinefna er skammt á veg komin. Hinn 6. okt. s.l. var rennslið $188 \text{ m}^3/\text{sek.}$ hjá Grímsstöðum, þá flutti áin $0,35$ gr. þurrefna pr. lítra eða $5,65$ þús. smálestir á sólarhring. Deginum áður var rennslið á rennslismælistað 100 m neðan við brúna í Axarfirði $200 \text{ m}^3/\text{sek.}$, vatnshæðin í ánni var stöðug, svo að ætla verður að áin taki í sig $15,20 \text{ m}^3/\text{sek.}$ á þessari leið. Einn þriðji af þessum mun er Hólskíll, sem fellur til Jökulsár ofan við Dettifoss. Tölurnar sem gefnar eru upp í þessari skýrslu miðast við rennslið um Selfoss nema annars sé getið.

Þegar lokið hefur verið við lykilinn og eldri og yngri hæðarmælingar samræmdar, þá verður gerð safnlína yfir rennsli Jökulsár á Fjöllum.

Reykjavík, 22 marz 1954

Sigurjón Rist

Virkjun Jökulsár á Brú

Engar vatnsmælingar eru til í ánni.

Ég geri ráð fyrir að stífla ána um 1,5 km fyrir neðan Brú með allhárri stíflu, svo þar fáið næg miðlun, leiða síðan vatnið í jarðgöngum þvert undir Fljótsdalsheiði neðan við Hól í Fljótsdal. Á þeirri leið taka jarðgöngin við vatni frá Gilsárvatnum, Eyvindará og Hölkná svo allt rennsli í þeim ám nýtist. Afrennslissvæði verður þetta og áætlað rennsli:

Jökulsá niður að Brú	1319 km ² á 60 l/sek/km ²	79 m ³ /sek.
Gilsárvatn	78 km ²	2 - / -
Eyvindará og Hölkná	234 km ² á 30 l/sek/km ²	7 - / -
Þverá	121 km ² á 20 l/sek/km ²	2,2 - / -
Samtals	1752 km ² á 51,5 l/sek/km ² n	90,2 m ³ /sek.

Ég geri ráð fyrir að virkja meðalrennslið og töl miðlunarþörfina 40% af því, en það samsvarar $\frac{90,2 \cdot 31,53 \cdot 10^6 \cdot 40}{100} = 1140 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Sú miðlun fæst með því að stífla hjá Brú upp í hæð 426 m.y.s. og verður stíflan þá um 60 m há, lónið hugsist nýtt niður í 380 m. hæð. Hugsanlegt er að draga úr stífluhæðinni með því að gera uppistöður í Þverá og Fiskidalsá, en rennslið þeirra er þó ónóg, nema til lítils hluta miðlunarinnar.

$$\text{Meðalfall ætti að verða } \frac{426 - 380}{2} - 40 = 363 \text{ m}$$

Grunnorka ætti þarna að fást $363 : 10 \cdot 90,2 = 328.000$ hö eða um 220 MW.

Kostnaðarágizkun

Stífla	418.000.000,-	kr
Jarðgöng 25 km ² 60 m ² víð	150.000.000,-	
Vélar og stöðvarhús 460.000 á 700/-	322.000.000,-	
Ófyrirséð 60%	530.000.000,-	
	<hr/>	
	Samtals	1.420.000.000,-
	<hr/> <hr/>	

Þá $\frac{1.420 \cdot 10^6}{328 \cdot 10^3} = 4329$ kr. á hvert ha af grunnorku, 36% dýrari en Þjórsá.

Virkjun Lagarfljóts

I. Jökulsá í Fljótsdal er stífluð um 2 km ofan við Eyjabakkafoss.

Vatninu veitt í Fólavatn, sem hefir afrennsli í Kelduá.

Kelduá stífluð á mótum hennar og Grjótár og veitt með um 15 km löngum göngum í Fossárvatn sem eru yzt á Múla. Þaðan er virkjað niður í Fljótsdal um 540 m fall.

Gera má ráð fyrir að þarna megi virkja um 85 MW. Ekki verður sagt um hvort hér verði um hagkvæma virkjun að ræða.

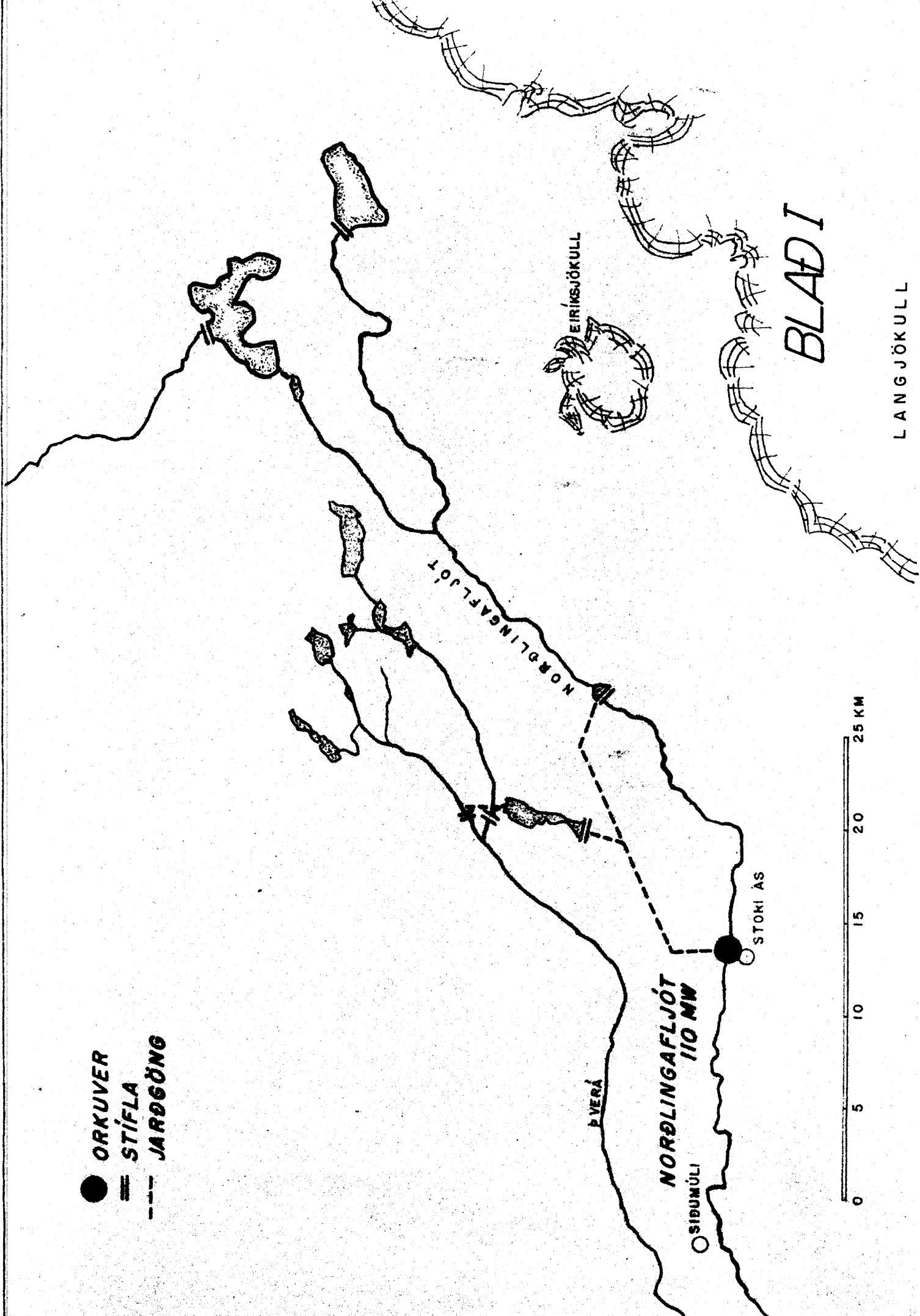
II. Virkjun Lagarfoss

Hér má væntanlega virkja 20 m fall og um $150 \text{ m}^3/\text{sek}$. Þar af $90 \text{ m}^3/\text{sek}$ úr Jökulsá á Brú. Virkjunin verður hagkvæm.

Reykjavík, í maí 1954

Sigurður Thoroddsen

- ORKUVER
- ≡ STÍFLA
- - - JARÐGÖNG



LANGJÖKULL

BLAÐI

EIRÍKSJÚKULL

NORÐLINGAFLJÓT

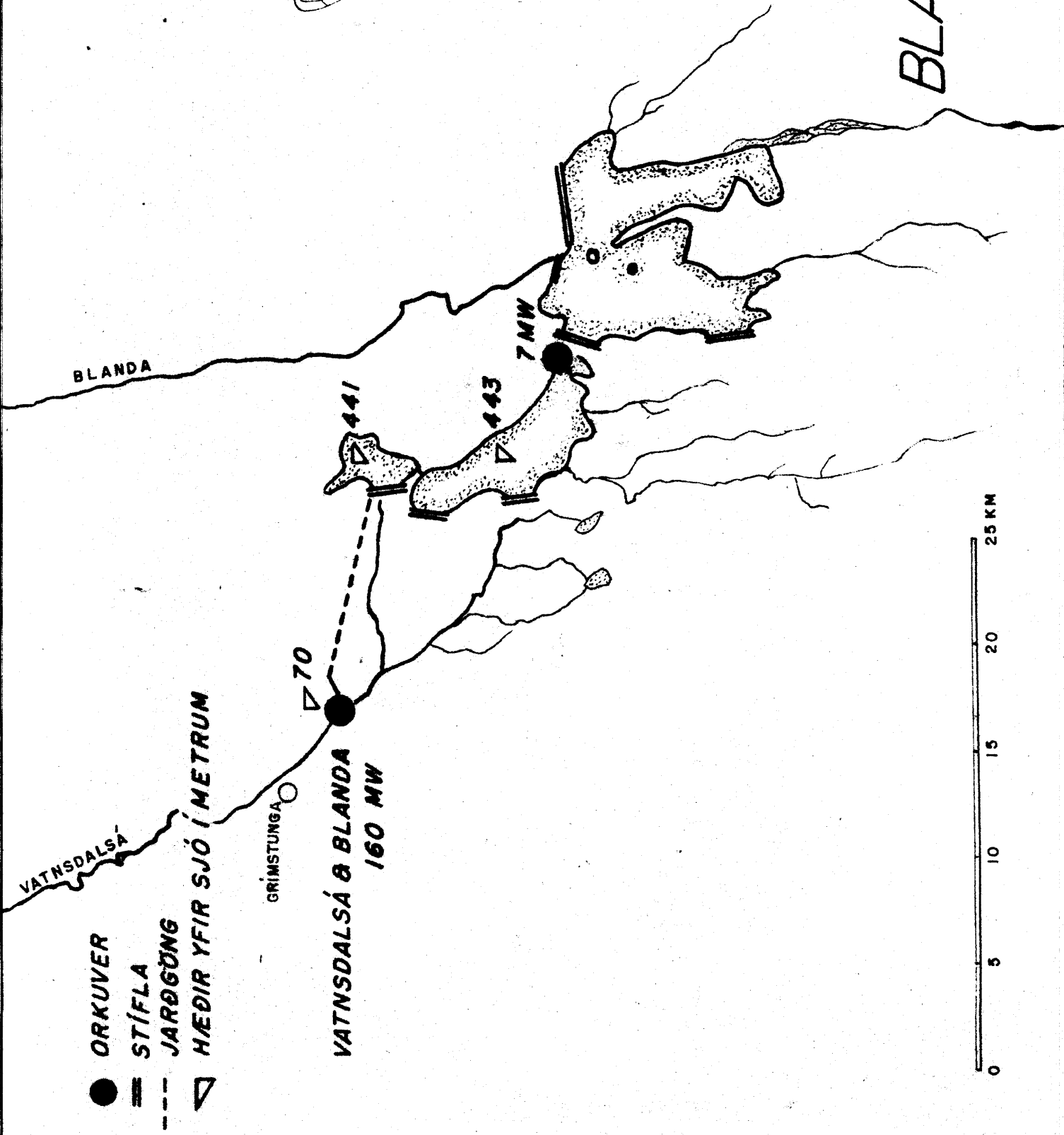
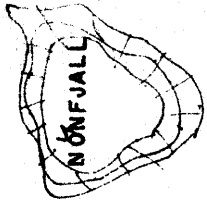
NORÐLINGAFLJÓT
110 MW

SÍÐUMÚLI

STÓMI ÁS

PVERÁ

BLAÐ II



- ORKUVÆR
- ▬ STÍFLA
- - - JARÐGÖNG
- ▽ HÆÐIR YFIR SJÓ Í METRUM

GRIMSTUNGA ○
 ▽ 70 ●
 VATNSDALSA & BLANDA
 160 MW

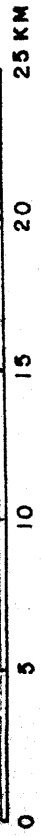
▽ 443

7 MW ●

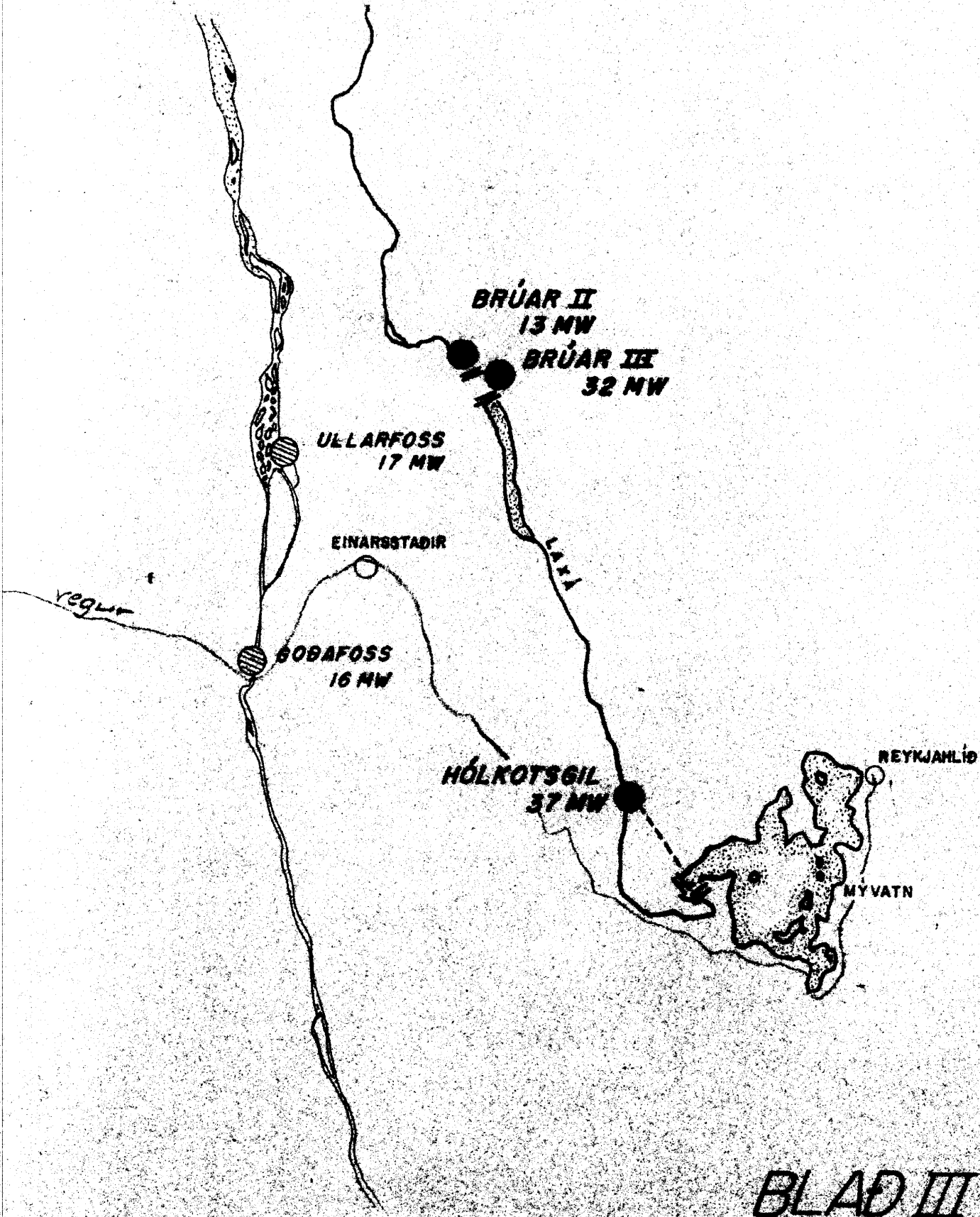
▽ 441

BLANDA

VATNSDALSA



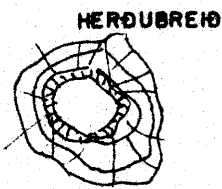
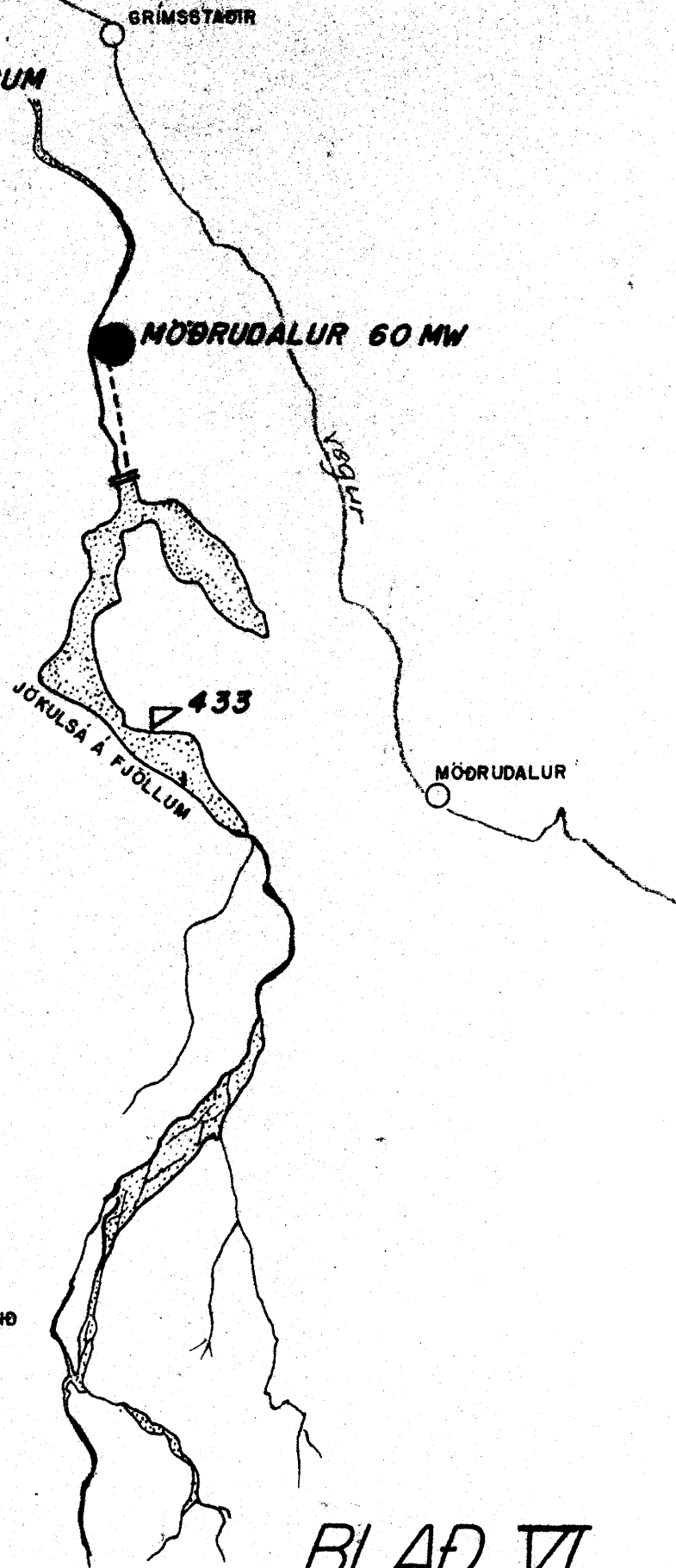
- ORKUVER
- ≡ STÍFLA
- JARÐGÖNG
- ▽ HÆÐIR YFIR SJÓ Í METRUM



BLAÐ III



- ORKUVER
- ≡ STÍFLA
- - - JARÐGÖNG
- ▽ HÆÐIR YFIR SJÓ Í METRUM



BLAÐ VII

● ORKUPER
= STÍFLA

HÉRAÐSFLÓI

KIRKJUBER

LAGARFOSS 80 MW

LÖKULSÁ Á BRÚ

LAGARFLJÓT

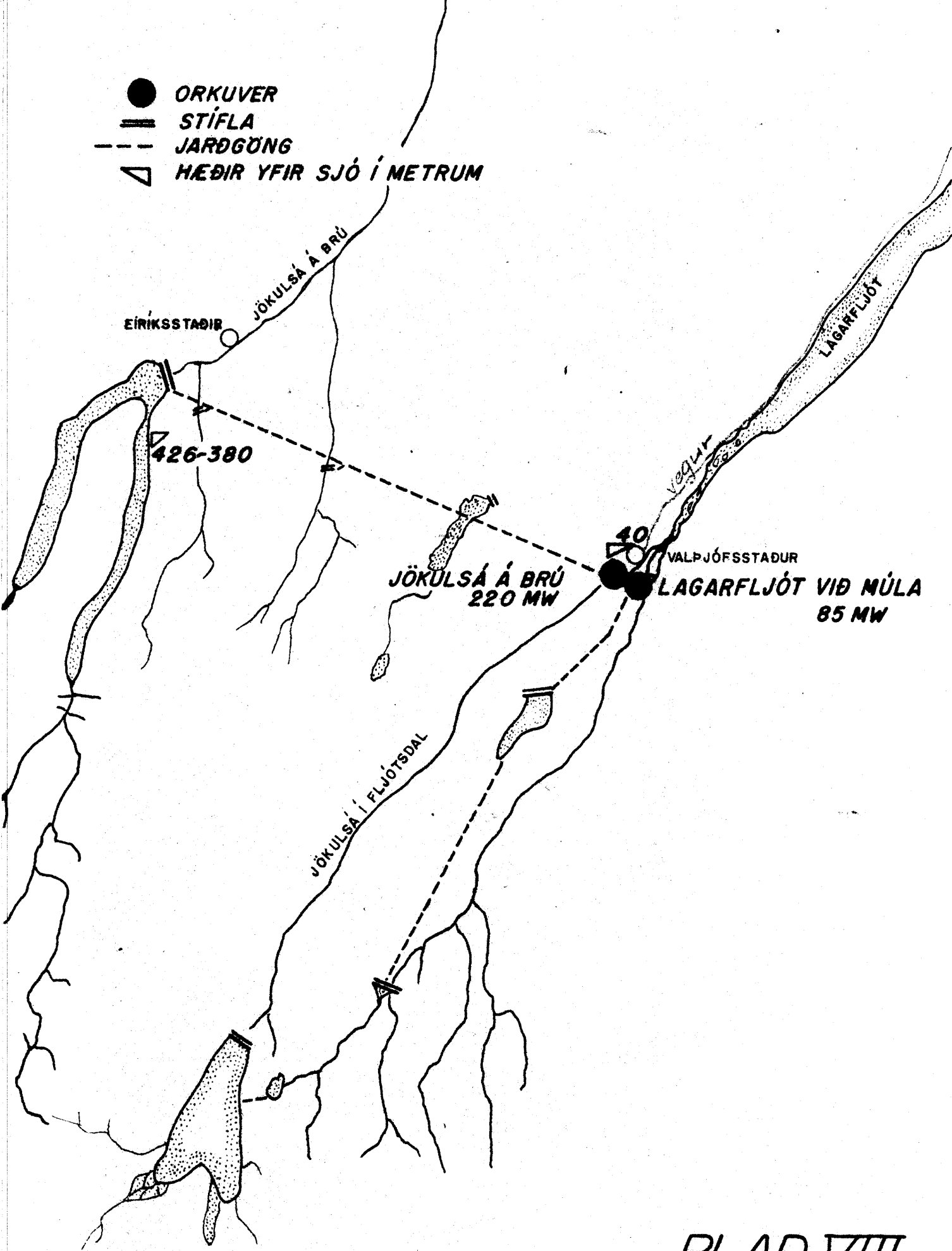
VEGUR

VEGUR

0 5 10 15 20 25 KM

BLAÐ VII

- ORKuver
- == STÍFLA
- - - - - JARÐGÖNG
- ▽ HÆÐIR YFIR SJÓ Í METRUM



BLAÐ VIII

- ORKUPER
- ≡ STÍFLA
- JARÐGÖNG
- ▽ HÆÐIR YFIR SJÓ Í METRUM

ULLARFOSS
17 MW

EINARSSTAÐIR

LJÓSAVATN

GODAFOSS
16 MW

SKJÁLFAFARFLÓT

vegrin

LUNÐABREKKA

ÍSHÓLSVATN
50 MW

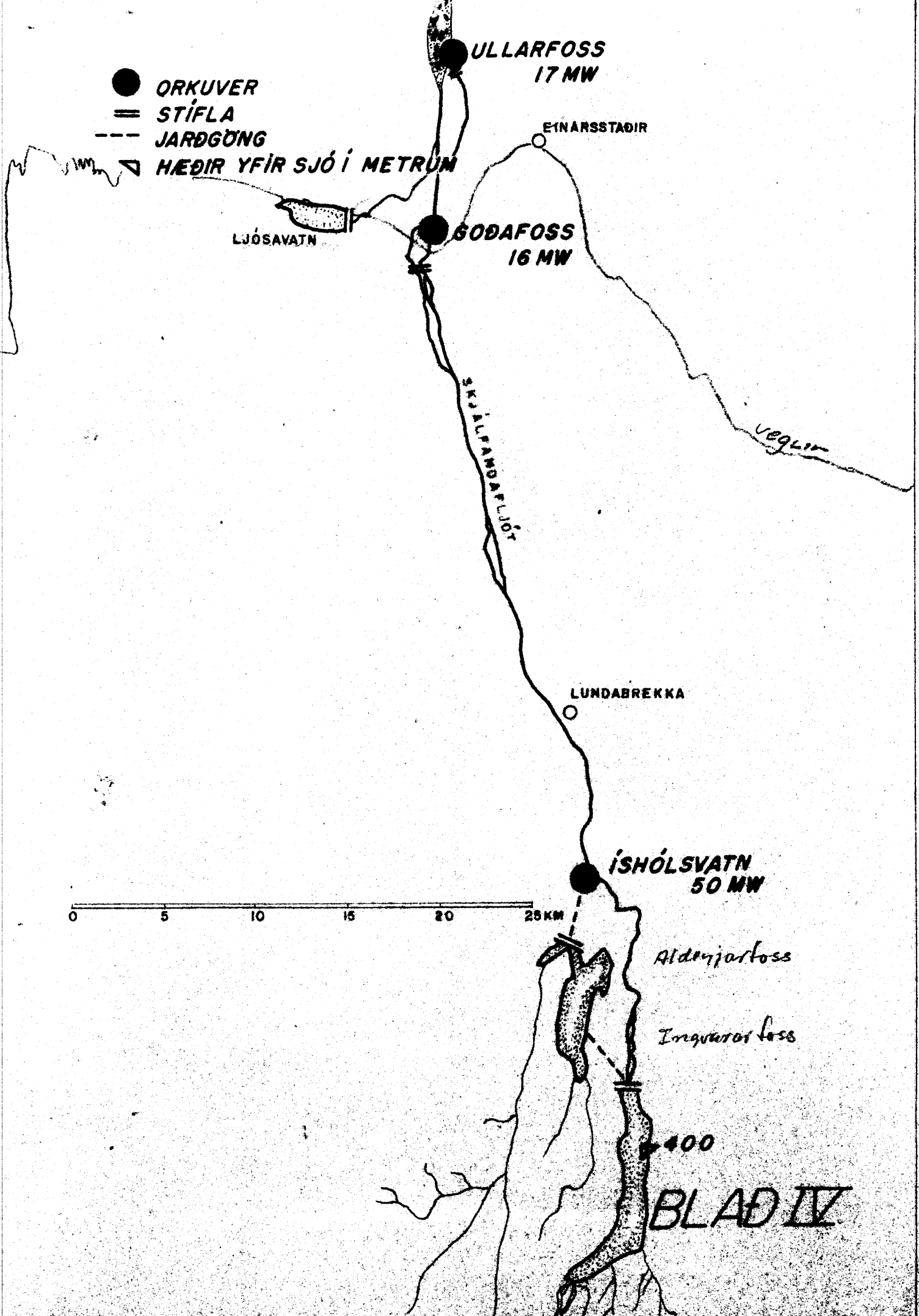


Aldingjartoss

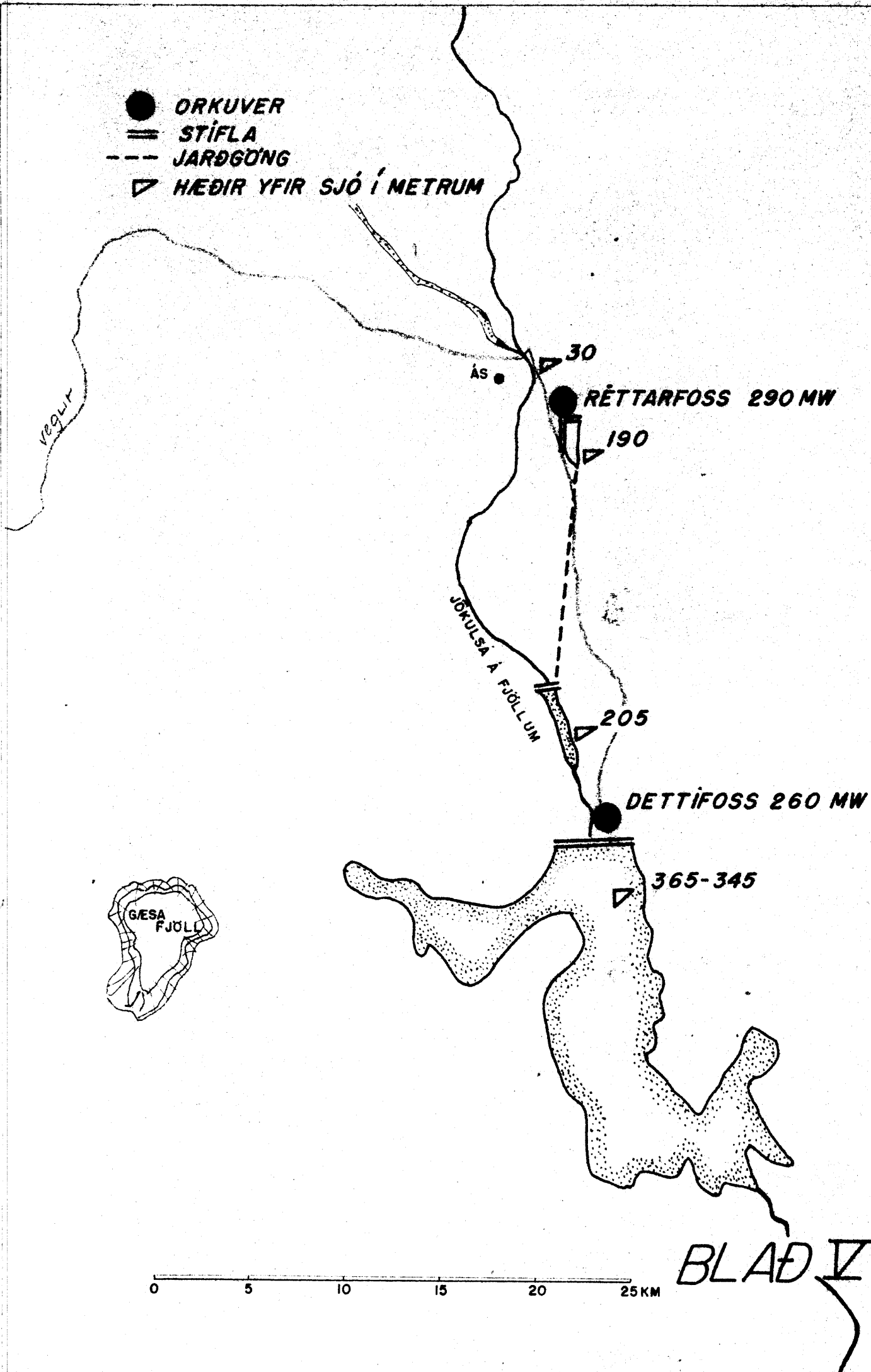
Ingvartar foss

400

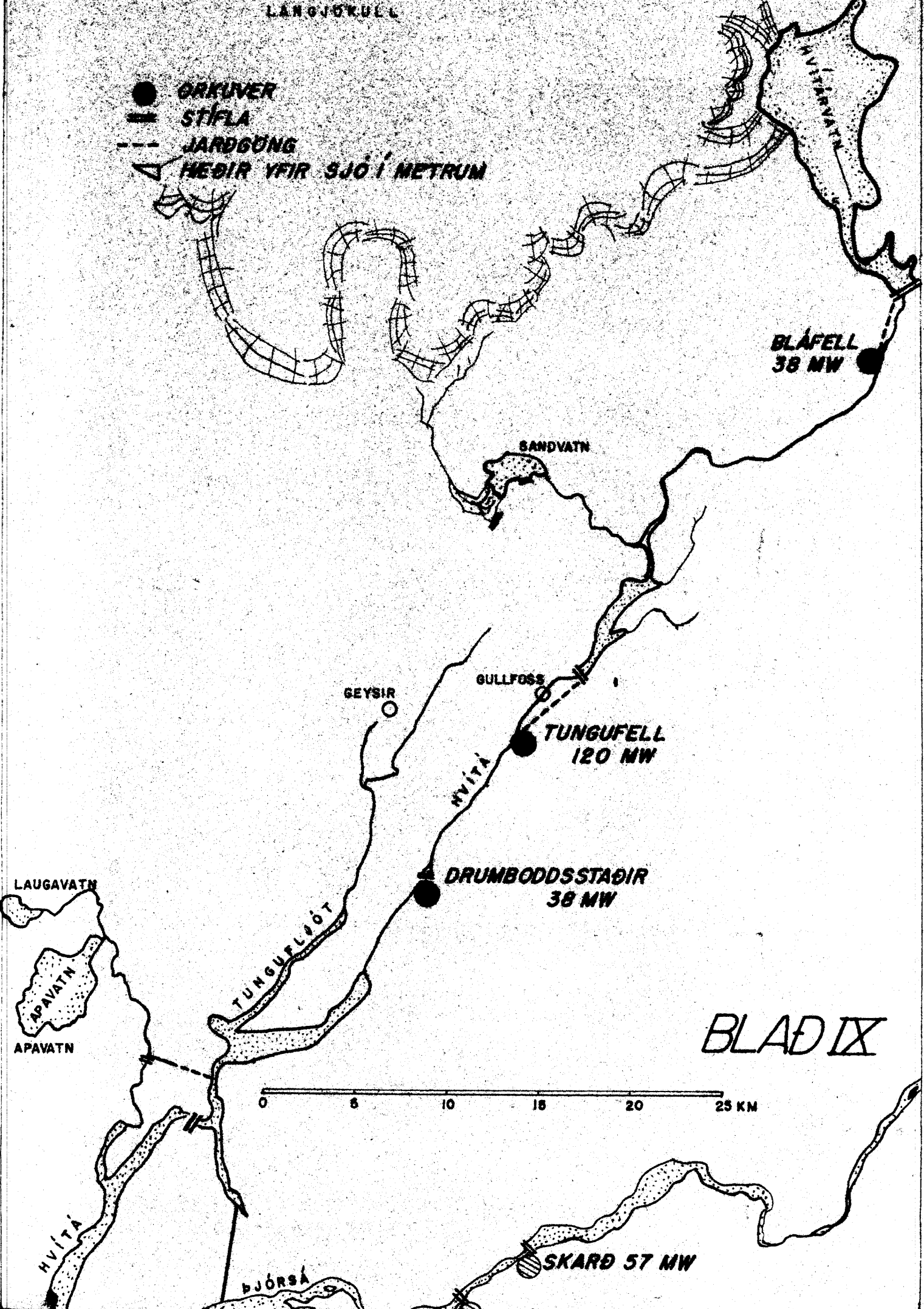
BLAÐ IV



- ORKUVER
- == STÍFLA
- JARÐGÖNG
- ▽ HÆDIR YFIR SJÓ Í METRUM



- ORKUVAR
- STÍFLA
- - - JARÐGONG
- ▽ HEBIR YFIR SJÓ Í METRUM



BLÁFELL
38 MW

SANDVATN

GEYSIR

GULLFOSS

TUNGUFELL
120 MW

DRUMBODDSSTAÐIR
38 MW

LAUGAVATN

APAVATN

BLAD IX

0 5 10 15 20 25 KM

SKARÐ 57 MW

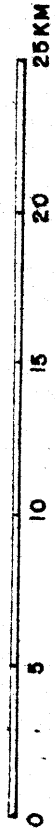
BJÖRSA

HVÍTA

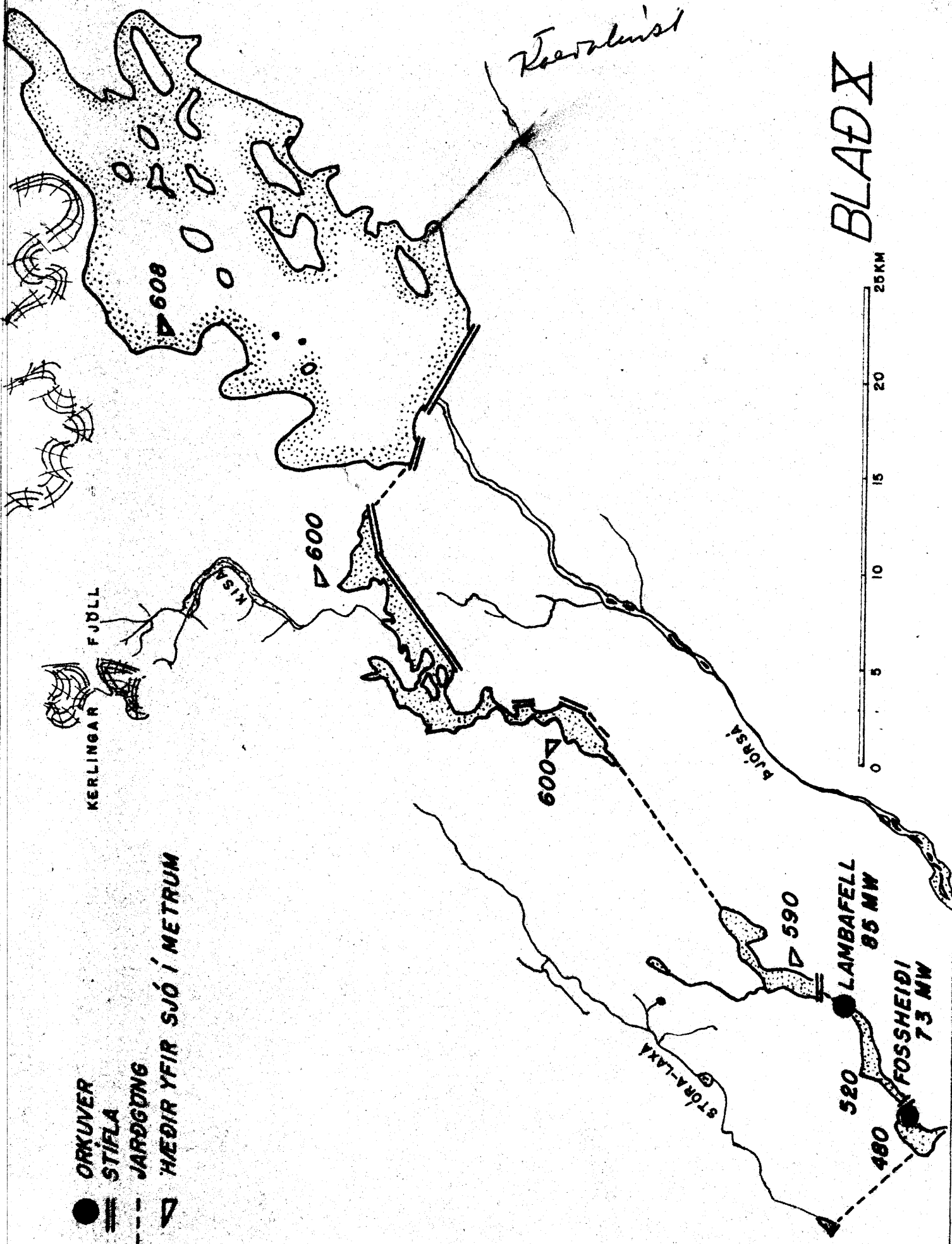
TUNGUFLJÓTT

HVÍTA

BLAÐ X



Keisluhlut



- ORKUVAR
- == STÍFLA
- JARÐGÖNG
- ▽ HÆDIR YFIR SJÓ Í METRUM

KERLINGARFJÖLL

KISA

STÓRA-LAXA

ÞJÓRSÁ

LAMBAFELL
85 MW

FOSSHEIDI
73 MW

608

600

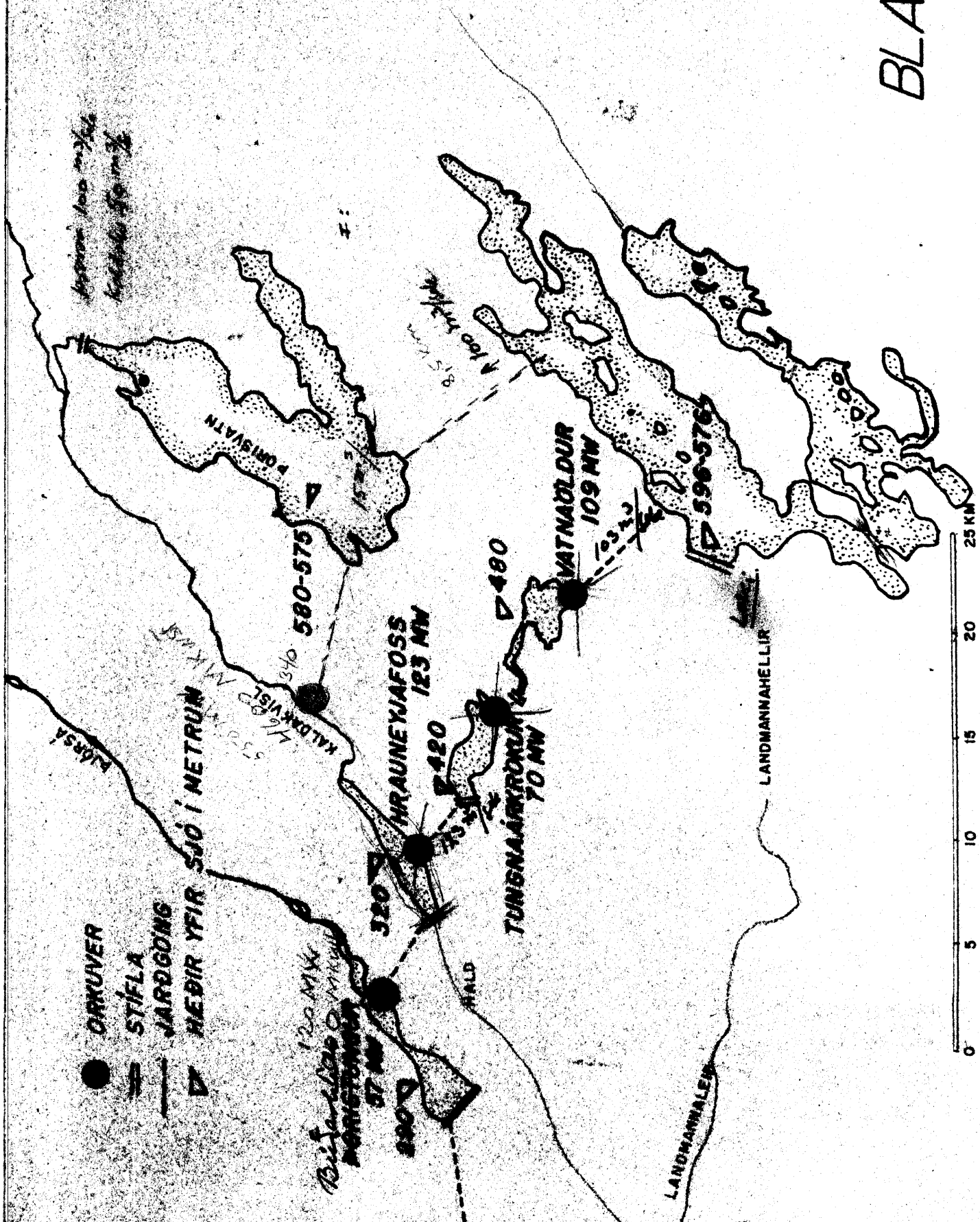
600

590

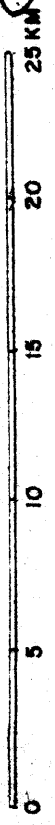
520

480

BLAÐ XI

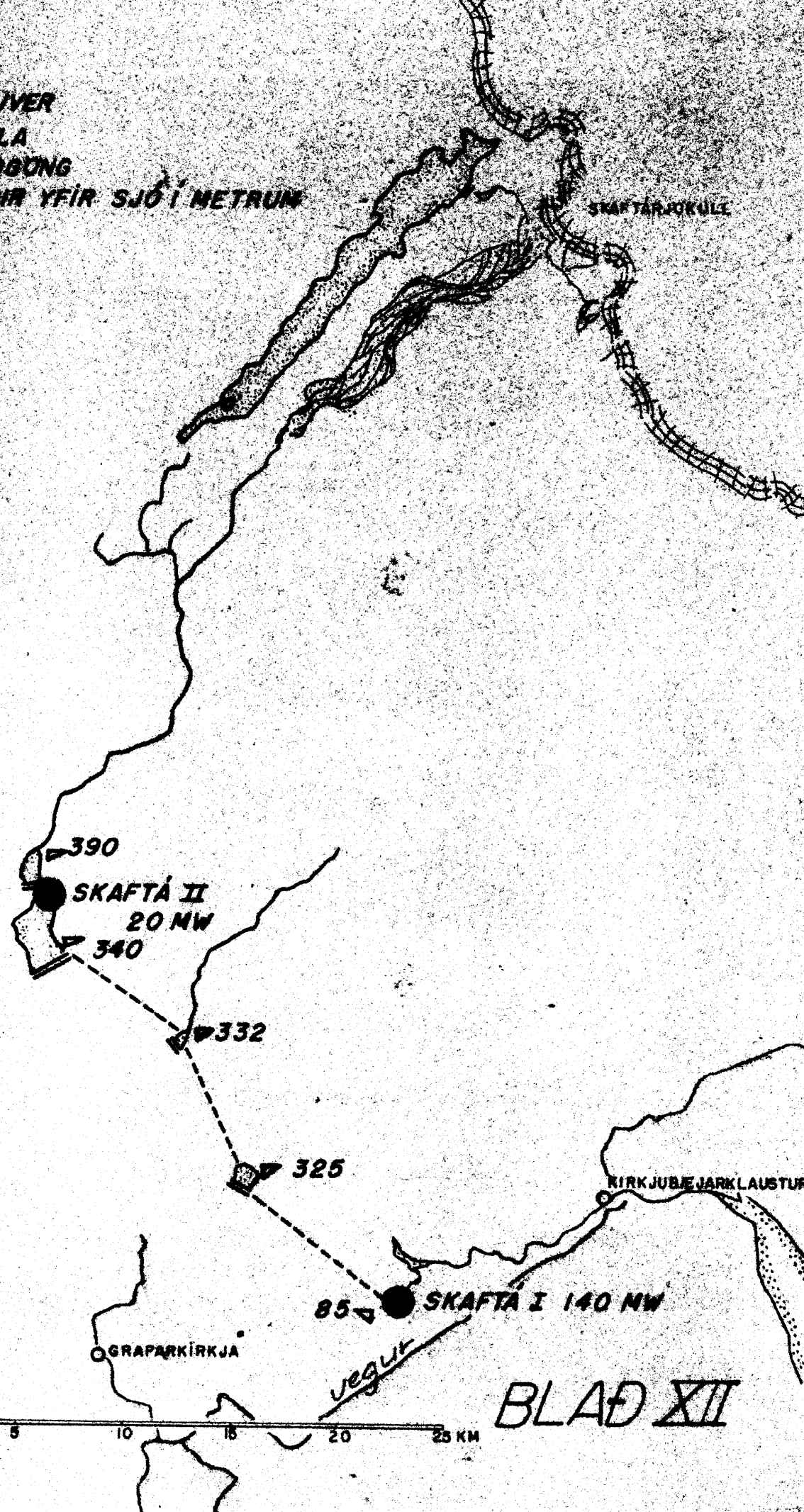


- ORKUVÆR
- STÍFLA
- JARÐGÖNG
- ▽ HEDIR YFIR SJÓ I NETRUM



Toofajöfnull.

- ORKUVER
- STÍFLA
- - - JARDBÖNG
- ▽ HIEDIR YFIR SJÓ Í METRUM



SKAFTÁRÞORVÖLL

390
 ● SKAFTÁ II
 20 MW
 340

▽ 332

▽ 325

85 ▽ ● SKAFTÁ I 140 MW

○ GRAPARKIRKJA

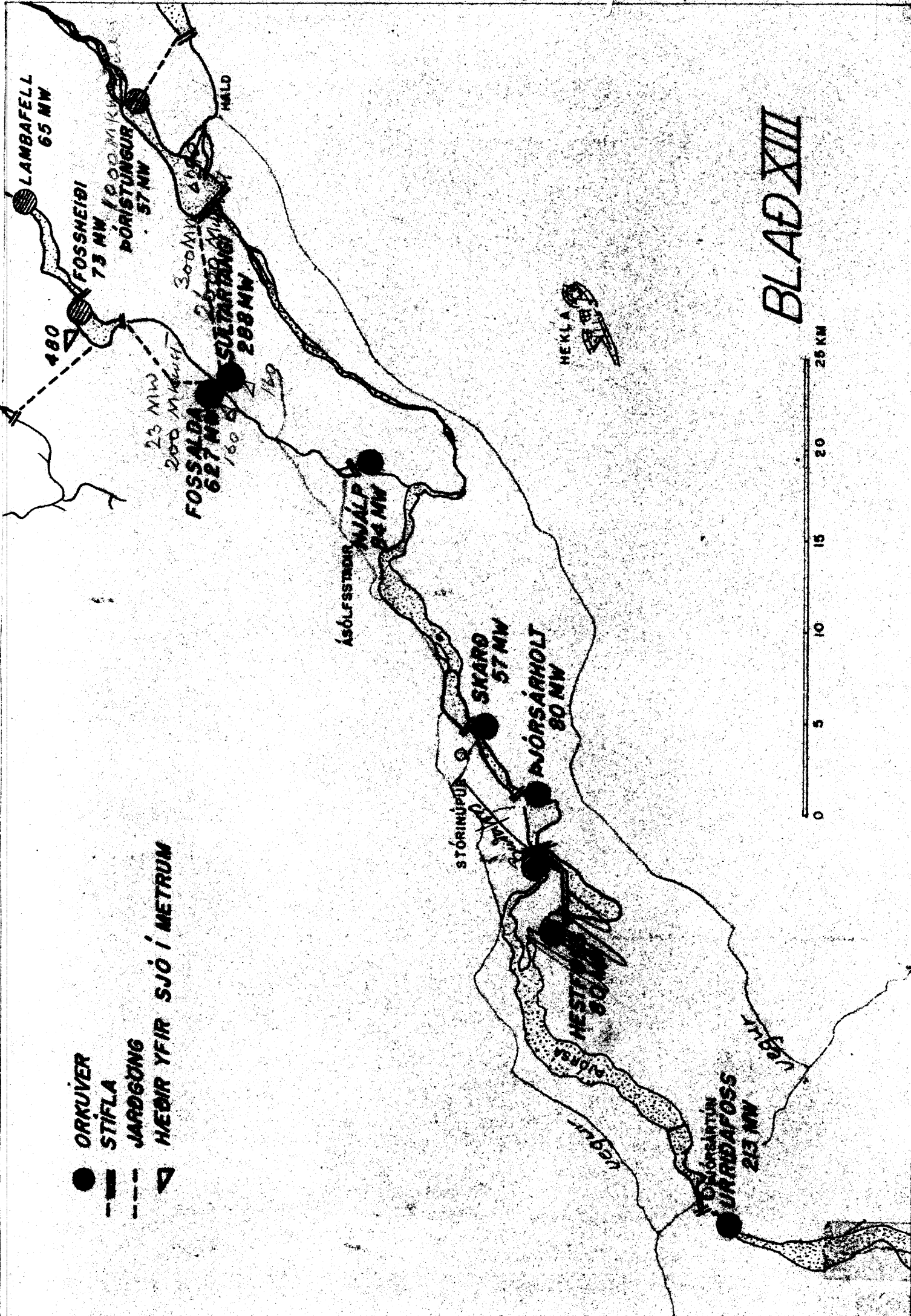
○ KIRKJUBJARKLAUSTUR

Vegur



BLAÐ XII

- ORKUIVER
- STÍFLA
- - - JARÐGÖNG
- ▲ HÆÐIR YFIR SJÓ Í METRUM

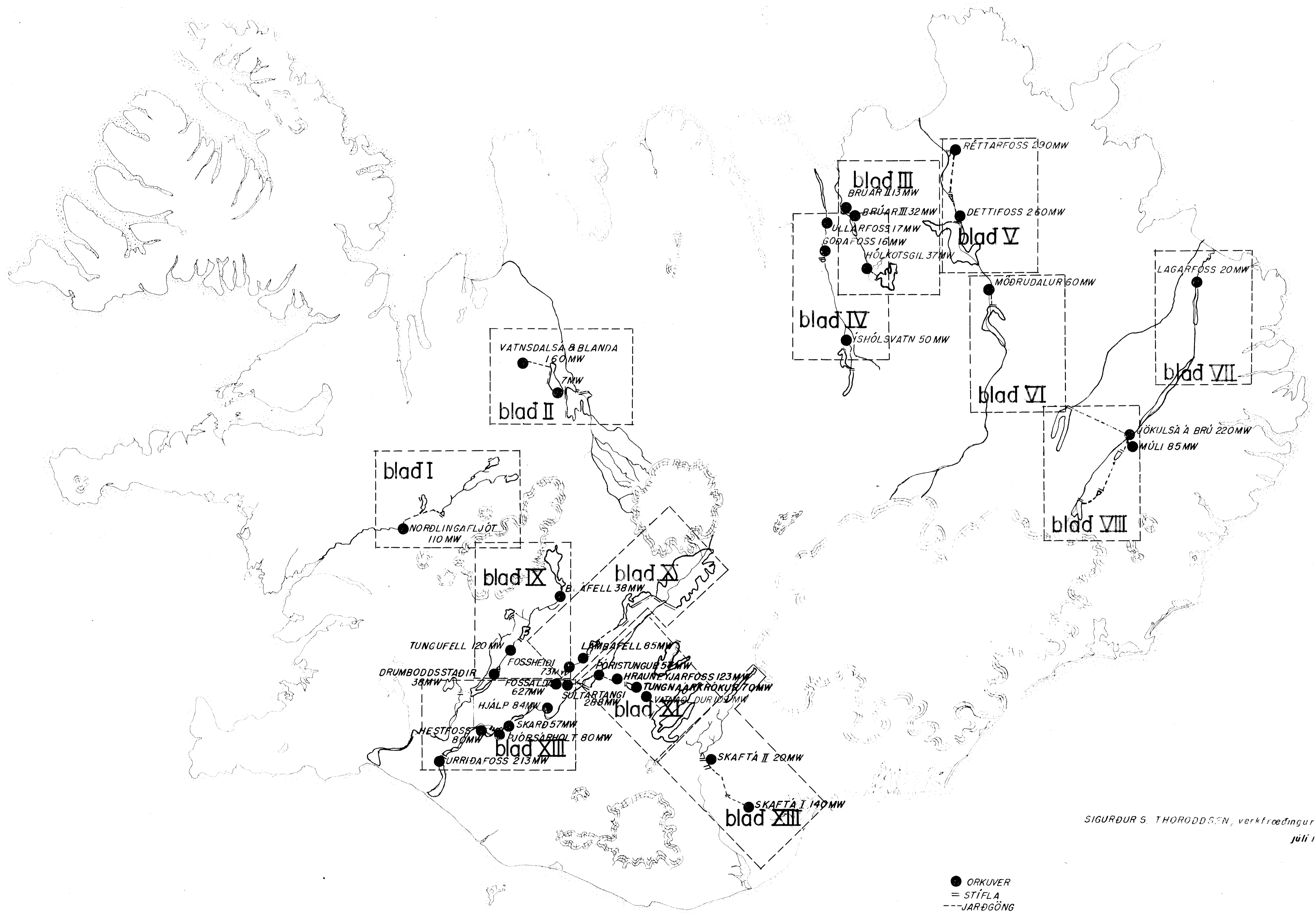


BLAD XIII



STÓRVIRKJANIR Á ÍSLANDI

YFIRLITSMYND



SIGURÐUR S. THORODDSEN, verkfræðingur M.V.
júli 1959

RAFORKUMALASTJÓRI.

MKV.	13.12-55
1:750000	B2M-0
	TNR-66
FNR. 3059	

Áætlanir um tæknilegt vatnsafl á Íslandi

GWh í meðal vatnsári

	J. Þorláksson Ár 1919	Sigurður Thoroddsen Ár 1952	Harza Ár 1954	Harza Ár 1960
Skafthá	-	-	1400	870
Þjórsásvæðið	6100 ⁽¹⁾	13000	16000	10850
Hvítársvæðið	3900	2700	3200	2820
Norðlingafljót	-	-	900	920
Blanda og Vatnsdalsá	-	1600	1400	800
Skjálfandafljót	1300	-	700	470
Laxá	600	700	700	800
Jökulsá á Fjöllum	3300	5800	5300	4100
Jökulsá á Brú	-	2200	2000	2160
Jökulsá í Fljótsdal og Lagarfljót	-	800	800	960
Ár, ótaldar að framan	10800 ⁽²⁾	11200	5600	644
Allt landið	26000	38000	38000	-

- 1) Jón tekur þessa tölu frá Sætersmoen, en áætlanir hans ná ekki til hugsanlegra virkjana á svæðinu fyrir ofan Búrfell, að virkjun Hrauneyjarfoss í Tungná einni undanskilinni. Thoroddsen og Harza reikna hins vegar með fleiri virkjunum á þessu svæði.
- 2) Þessi tala Jóns er hreint fræðilegs eðlis og sama gildir að mestu um tölur Thoroddsen fyrir þessar ár.

Heimildir:

- 1) Nefndarálit meiri hluta fossanefndar 1919
- 2) Íslands geologie og udnyttelse af vandkráft og jordvarme, 6. norræna rafmagnsverkfræðingamótið 1952.
- 3) Álit S. Thoroddsen til raforkumálastjóra um stórvirkjanir á Íslandi, 1954
- 4) Hvítá and Thjorsa river systems, Harza 1960

23.5.1961
E.Briem

Reykjavík, 25. maí 1961

E. Briem, rafmagnsveitustjóri,
Laugaveg 118,
Reykjavík.

Frá þér móttók ég nýverið;

Aætlanir um tæknilegt vatnsafl á Íslandi GWh í meðalvatns-
ári

Taflan í bréfinu er réttari svona:

Nafn:	J. Þorl.	Sigurður Thoroddsen			Harza
	1919.	1952	1954	1957-61	1960
Skafthá				870	
Þjórsársvæði	6100	12800 ²⁾	11100 ²⁾	10850 ¹⁾	9650
Hvítársvæði	3900	2060 ²⁾	2060 ²⁾	2820 ¹⁾	3750 3150
Norðlingafljót			960	920	
Blanda Vatnsdalsá		1560	1400	800 ⁴⁾	
Skjálfandafljót	1300		720	470 ⁴⁾	
Skjálfandafljót					
Laxá	600	640	720	800 ³⁾	
Jökulsá á Fjöllum	3300	5800	5300	4100	
Jökulsá á Brú		2060	1930	2160	
Jökulsá í Fljóts- dal og Lagarfljót		960	960	960	
Ytri-Rangá				35	
Eystri-Rangá				40	
Botnsá í Hvalf.				63	
Grímsá				116	
Skáfnavötn				87	
Hvalá				203	

- 1) Sogið og Brúará með. 2) Hvítá veitt í Urrðafoss.
3) Suðurá með. 4) An Suðurár.

Eins og þú sérð er til enn seinni heimild frá mér um þetta efni þer sem eru uppdrottirnir A-1565 og A-1566; þeir sendast hér með.

Um heimildina frá 1954: Stórvirkjanir á Íslandi er þetta að segja.

Handritið er stórgallað og væri réttast að taka það úr umferð. Það er þannig til komið að Raforkumálastjóri tók að sé að safna saman og setja í eitt ýmsar greinargerðir frá mér, sem þá lágu fyrir. Þessar greinargerðir voru

sumar hverjar það gamaldags að talið var í hestöflum. Þessvegna var vissum manni fengið þetta í hendur til "redaktionar" og var meiningin að hann breytti hestaflinu í kw etc. Sánnilega hefir hann misskilið uppgáfuna, því úr þessu varð einn óskapnaður sem sest á því að þú færð útúr þjórsársvæðum 16000 GWh í stað 11100 er rétt væri eftir mínum plöggum.

Mín tillaga er það að árlega eða annað hvort ár verði lögð nokkur vinna í að færa slíka áætlun um theoretískt og tæknilegt vatnsafl á Íslandi "ajour" .

Væri eðlilegast að Raforkumálastjóri hefði það verk með höndum og gæti "passandi" birt niðurstöðurnar í Orkumálum, þætti mér þó rétt og sjálfsagt að leggja mitt vit til slíkra áætlunargerða ef þess væri óskað.

Ath.

Vatnsafl þeirra vatnsfalla, sem ekki eru nefnd í töflunni, hefi ég ekki nú talið henta að áætla.

Með kveðjum.

=====

Sigurður Thoroddsen
verkfræðingur.