

B.2.M. 276. B1.

Gagnasafn

MÁLASAFN

442. B3

FRUMÁÆTLUN UM VIRKJUN SANDÁR

(Tilhögun 1,2 og 3)

B.D.

VIRKJUN SANDÁR

Sandá í Þistilfirði kemur upp í hálendinu upp af Þistilfirði og rennur til sjávar í sk. Sandvík, um tvo km. frá bænum Ytra Áland.

Tíu km. frá sjó er um 25 m fall í ánni á 600 m löngu bili. Sumarið 1948 voru að tilhlutun Raforkumálaskrifstofunnar gerðar tachymetermælingar á þessum stað, og er frumáætlun sú, sem hér fer á eftir byggð á þeim mælingum ásamt þeirri vitneskju, sem fyrir hendi er um vatnsmagn árinna.

a) Vatnsmagn.

Þrjár vatnsmælingar eru til úr Sandá. Samkvæmt þeim reynist vatnsmagnið vera $7,85 \text{ m}^3/\text{sek}$, $9,9 \text{ m}^3/\text{sek}$ og $10 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Undanfarin fjögur ár hefir verið lesið á vatnshæðarmælir í ánni, og sýna þeir álestrar að vatnsrennslið hefir ekki farið niður fyrir $7,85 \text{ m}^3/\text{sek}$ þann tíma.

Samkvæmt uppdrætti Herforingjaráðsins er aðrennslissvæði árinna ofan ventanlegrar stíflu um 240 km^2 .

Veðurstofan telur meðalársúrkomu á Þórshöfn vera um 500 mm. en það svarar til 16 sekundlitra afrennsli á km^2 . Eftir því atti meðalvatnsmagn Sandár við stíflustæðið að vera $0,016 \times 240 = 3,85 \text{ m}^3/\text{sek}$ að tæplega helmingur af minnsta rennsli samkvæmt vatnsmælingunum.

Vatnshæðarmælingarnar sýna að rennslið er lengst af talsvert meira en $7,85 \text{ m}^3/\text{sek}$ og getur orðið mörgum sinnum meira í flóðum á vorin. Ástæðan til þessa ósamræmis hlýtur að vera sú, að úrkoma er þarna mæld á láglandi (fáeina metra yfir sjó), en meðalhæð aðrennslissvæðisins er lauslega áætlað um 4 - 500 m yfir sjó. Úrkoman eykst um 1 - 2 mm (sennilega nær tveim mm.) við eins meters hækkun yfir sjó, og getur því hæglega verið talsvert á annað þúsund mm. á ári á aðrennslissvæðinu. Þar við bætist svo, að úrkomumælarnir mæla aðeins regn en ekki snjó.

Á efsta hluta aðrennslissvæðisins hleður niður feiknamiklum snjó. Snjór þessi bráðnar smá saman allt sumarið og veldur því, að rennslið árinna er tiltölulega jafnt á heitari hluta ársins, og mun sjaldan

vera minna en $8\text{m}^3/\text{sek}$, jafnvel ekki í langvarandi þurkum.

Minnst mun áin verða seinni part vetrar.

b) Vatnsmiðlun.

Engin vötn eða uppistöður er um að ræða, sem hægt væri að nota til meiriháttar vatnsmiðlunar.

Fyrir ofan fossbrún er áin hér um bil hallalaus á löngum kafla. Með því að byggja stíflu á fossbrún, væri því hægt að fá talsvert stórt lón. Í áætlun þessari er gert ráð fyrir um 8 m hárrí stíflu á þessum stað (Tilhögun 1) Miðlunarháð er um 2,1 m og miðlunarforðin um 90000 m^3 . (lauslega áætlað).

Ef gert er ráð fyrir að minnsta rennsli árinna sé $7,5\text{m}^3/\text{sek}$ og mesta vatnsnotkun stöðvarinnar $10\text{ m}^3/\text{sek}$, þá endist miðlunarforðin $\frac{90000}{2,5 \times 3600} = 10$ klst. Verður það að teljast samileg dagurmiðlun.

Lýsing á mannvirkjum.

Tilhögun 1.

Stíflan: (Teikn F nr. 1208)

Stíflustaðið á fossbrún er allgott. Slétt klöpp er í botni árinna og grunnt á klöpp á báðum bökkum.

Miðhluti stíflunnar er úr steinsteypu en jarðstíflur með þétti-kjörnum til beggja enda. Stíflan er um 8 m. há í árfarveginum. Hæðar-tala stíflubrúnar er 20,5 og yfirfallsbrúnar 18,9. Breidd aðalflóð-gátta er 30 m.

Meðfram vesturvegg inntaksþróar er 4 metra breið ísrás. Hæðar-tala yfirfallsbrúnar er 118,4 m. Aðal botnrás er tvískipt, samtals 8 m^2 . Auk þess er svo lítil botnrás úr inntaksþró, sem nota skal til skulpar.

Samtals geta farið um stífluna $110\text{ m}^3/\text{sek}$. án þess að vatnsborðið hækki nema í kóta 120.4 m. Á stíflunni eru skýli yfir loku-vindunum. Þensluraufir eru með 10 m. millibili.

Inntaksbró. (Teikn. Fnr. 1208)

Þrjú innrennslisop eru á vesturhlið þróarinnar hvort um sig $7,2 \text{ m}^2$.

Innrennslishraði við $10 \text{ m}^3/\text{sek}$ vatnsnotkun er því $10 : (3 \cdot 7,2) = 0,46 \text{ m}/\text{sek}$.

Opunum má loka með bjálkalokum. Ristarnar eru grófar. Hraði vatnsins gegnum þær við mestu vatnsnotkun er $0,63 \text{ m}/\text{sek}$.

Yfir ristunum er pallur, sem hægt er að standa á við að hreinsa þær.

Til þess að minnka innstreymistapið í pípuana er pípuendinn trektlagður. Úr pípunni er loftop upp í gegnum stífluna til þess að fyrirbyggja undirþrýsting, ef hún skyldi tæmast snögglega, t.d. vegna krapstíflu í ristunum. Fyrir pípuendanum er renniloka, sem lyft er með spili.

Lítil botnrás með lyftanlegri loku liggur úr norð-vesturhorni þróarinnar gegnum stífluna. Botnrás þessi er atluð til skolunar.

Pípulína. (Teikn. Fnr. 1207 og 1209)

Pípulínan er um 600 m löng trépípa innra þvermál $2,20 \text{ m}$. Fyrstu 550 metrarnir eru því sem næst hallalausir, en þá tekur við allbrött brekka niður að stöðvarhúsinu. Á brekkubrúninni er 12 m . há og 6 m . við jöfnunarbró úr járnbentri steinsteypu.

Í lóðréttum fleti er aðeins ein beygja á pípunni. Hún er á milli jöfnunarbróar og stöðvarhúss.

Í láréttum fleti eru þrjár beygjur á pípunni. Sú efsta er við stífluna. Stálhné $\lambda = 153^\circ$. Önnur er um 270 m fyrir neðan stífluna. $\lambda = 142^\circ$, $R = 140 \text{ m}$.

Þriðja beygjan er við jöfnunarbróna. Hornið milli aðrennslis og frárennslispípu þróarinnar er 123° .

Mesti vatnshraði í pípunni er : $10 : 1,1^2 \sqrt{11} = 2,63 \text{ m}/\text{sek}$.

Mótsvarandi falltap er um $1,4 \text{ m}$.

Pípuundirstöður eru úr járnbentri steypu, fjarlægð 3,5 m. Alstaðar skal grafa þannig fyrir pípunni að rigninga og leysingavatn geti runnið óhindrað burt.

Stöðvarhús.

Stöðvarhúsið er úr járnbentri steinsteypu. Þar er komið fyrir einni Francis-spiral túrbínu með ástengdum rafal.

Gert er ráð fyrir 4 metra löngu sogröri við túrbínuna. Hæðartala gólfs er + 94,0. Í húsinu er einnig gert ráð fyrir melaborði rofum, verkstæði, geymslu og klefa fyrir gæslumenn.

Véldrifinn lyftikrani, sem fara má fram og tilbaka er í húsinu. (travers).

Virkjunarstærð.

Samkvæmt teikn Fnr 1207 er hæðartalan meðalvatnsborðs ofan við stíflu + 118,9 m.

Hæðartala frárennslisvatnsins er + 89,5 m.

Brúttó fallhæð er því $118,9 - 89,5 = 29,4$ m.

Eins og áður er sagt er falltapið við mesta vatnsnotkun ($10 \text{ m}^3/\text{sek}$) um 1,40 m. Innstreymis og útstreymisþöp eru um 0,90 m.

Þöp samtals eru því $1,40 + 0,90 = 2,30$ m.

Nettofallhæð = $29,4 - 2,30 = 27,10$ m.

Orkunýtingalína túrbínunar skal vera þannig að hún skili beztri nýtni við $7,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ vatnsnotkun. Ef gert er ráð fyrir að nýtnisstuðull hennar við $10 \text{ m}^3/\text{sek}$ vatnsnotkun sé 0,8 verður mesta áfl virkjunarinnar : $0,8 \frac{10000 \cdot 27,1}{75} = 2900$ túrbínuhestöfl.

Tilhögun 2.

Teikn. Fnr. 1209, Fnr. 1210 og Fnr 1211.

Í þessari áætlun (tilh. 2.) er gert ráð fyrir að stíflan komi um 230 m. neðar í ánni en samkvæmt áætlun 1. Fall árinna á þessu bili er um 4 m. Stíflustæði er þarna gott, þó er klöppin ekki eins

slétt og í stíflustæði 1.

Þarna verður ekki um neina miðlun að ræða, enda er stíflan frekar lág.

Yfirfallsbrún aðalflóðgáttar er í kóta + 113,4. og stíflubrúnar + 115,0.

Allt fyrirkomulag stíflunar er með sama sniði og stíflunar í tilhögun 1. Flóðgáttirnar geta flutt samtals um $15 \text{ m}^3/\text{sek}$ við vatnshæð + 114,9 m.

Mesti innstreymishraði í inntaksþró er $0,43 \text{ m}/\text{sek}$ og mesti vatnshraði gegnum ristarnar er $0,60 \text{ m}/\text{sek}$.

Pípulínan (sjá teikn. Fnr. 1210) er um 430 m löng trépípa, innra þvermal 2,0 m.

Mesta vatnsnotkun er $8,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ og mesti vatnshraði $8,5 : \pi \times 1 = 2,70 \text{ m}/\text{sek}$. Mótsverandi falltap er um 1,0 m.

Jöfnunarþró er á sama stað og í tilh. 1, en er nú aðeins 6 metra h
Stöðvarhús.

Öll tilhögun í því er eins og í áætlun 1.

Virkiunarstærð.

Gert er ráð fyrir að mesta vatnsnotkun verði $8,5 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Samkvæmt teikn Fnr. 1210 er kóti vatnsborðs fyrir ofan stíflu + 113,5.

Kóti frárennslisvatnsins er + 89,5.

Brúttófallhæð er því : $113,5 - 89,5 = 24,0 \text{ m}$.

Falltap í pípu er 0,90 m og innrennslis og útrennslistöpin 0,70 m.

Nettofallhæð er því : $24,0 - (0,90 + 0,70) = 22,40 \text{ m}$.

Orkunýtingarlína túrbínunar skal vera þannig að nýtnin sé bézt við $7,5 \text{ m}^3/\text{sek}$. Ef gert er ráð fyrir að nýtni túrbínunar við $8 \text{ m}^3/\text{sek}$ vatnsnotkun sé 80% verður mesta virkjanlegt afl.

$$0,8 \frac{8500 \times 22,40}{75} = 2000 \text{ túrbínuhestöfl.}$$

Tilhögun 3.

Kostnaðarreikningar sýna að með tilhögun 1 er stíflan um níu hundruð þúsund krónum dýrari en með tilh. 2. Ástæðan til þess er sú, að stífla 1 er um tveimur metrum hærri en stífla 2 og þessvegna talsvert lengri. Með því að hafa enga dægurmiðlun geti stífla 1 orðið tveimur metrum lægri og yrði þá heldur ódýrari en með tilhögun 2.

Virkjunin yrði að söru leyti eins og í tilhögun 1, nema það, að nú yrði mesta vatnsnotkun $8,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ og innra þvermál pípulínu 2,0 m.

Jöfnunarþróin yrði um 10 m á hæð.

Hæðartala vatnsborðs ofan við stíflu yrði + 117,5 m.

Brúttofallhæð $117,0 - 89,5 = 27,5 \text{ m}$.

Falltöpp eru samtals um 2,0 m.

Nettofallhæð $27,5 - 2,0 = 25,5 \text{ m}$.

Ef gert er ráð fyrir að virkjaðir verði $8,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ verða mestu afköst. $0,8 \frac{8500 \times 25,5}{75} = 2300 \text{ túbínuestöfl.}$

Virkjunarkostnaður.

Tilhögun 1. (2900 túbínuestöfl.)

Stífla	1720.000,-	
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	172.000,-	
Lánskostnaður 9%	171.000,-	2.063.000,-
Pípulína	1280.000,-	
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	128.000,-	
Lánskostnaður 9%	122.000,-	1.530.000,-

Jöfnunarþró	120.000,-	
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	12.000,-	
Rentur og lánskostnaður 9%	11.000,-	143.000,-
Stöðvarhús	390.000,-	
Undirbúningur og yfirumsjón	39.000,-	
Rentur og lánskostnaður	35.000,-	464.000,-
		<hr/>
	<u>Alls Kr.</u>	<u>4.200.000,-</u>

Kostnaður á túrbínuhestafl. 420000 : 2900 = 1450 Kr.

Virkjunarkostnaður.

Tilhögun 2. (2000túrbínuhestöfl.)

Stífla	930.000,-	
Undirbúningur og yfirumsjón. 10%	93.000,-	
Rentur og lánskostnaður 9%	92.000,-	1.115.000,-
Pípulína	862.000,-	
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	86.000,-	
Rentur og lánskostnaður 9%	85.000,-	1.033.000,-
Jöfnunarþró	50.000,-	
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	5.000,-	
Rentur og lánskostnaður 9%	5.000,-	60.000,-
Stöðvarhús	380.000,-	
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	38.000,-	
Rentur og lánskostnaður 9%	34.000,-	452.000,-
		<hr/>
	<u>Alls Kr.</u>	<u>2.600.000,-</u>

Kostnaður á túrbínuhestafl. 2660000 : 2000 = 1330,- Kr.

Virkjunarkostnaður.Tilhögun 3. (2300 túrbínuhestöfl.)

Stífla	900.000,-		
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	90.000,-		
Rentur og lánskostnaður 9%	90.000,-	1.080.000,-	
Pípulína	1.200.000,-		
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	120.000,-		
Rentur og lánskostnaður 9%	120.000,-	1.440.000,-	
Jöfnunarþró	100.000,-		
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	10.000,-		
Rentur og lánskostnaður 9%	10.000,-	120.000,-	
Stöðvarhús	390.000,-		
Undirbúningur og yfirumsjón 10%	39.000,-		
Rentur og lánskostnaður 9%	31.000,-	460.000,-	
			=====
			Alls Kr. 3.100.000,-

Kostnaður á túrbínuhestafl. $3100000 : 2300 = 1350$ Kr.

Í sambandi við áætlun þessa skal það tekið fram, að mælingar þær sem hún er gerð eftir eru ekki fullnægjandi.

Þetta kemur sérstaklega að sök við tilh. 1, því ekki er hægt að ákveða nákvæmlega miðlunarforðan, þar sem mælingar vatnar lengra uppmeð ánni. Við stíflustæðið vantar mælingar lengra upp á bakkana báðumegin árinna.

Jarðvegsrannsóknir vantar algjörlega, þó er talið að þarna sé víðast hvar grunnt á klöpp. Í kostnaðaráætluninni er því gert ráð fyrir að nokkuð þurfi að sprengja fyrir pípulínu. Það sem mestum skekkjum getur valdið í kostnaðarútreikningum er þó það, að ekkert

er vitað um hvað hægt er að ná í steypuefni þarna. Mál og sandur er því áætlaður mjög dýr.

Kostnaður við vegagerð vegna virkjunarinnar er ekki meðreiknaður í áætluninni.

Reykjavík, 26. febrúar 1949.

Bartur Daníelsson