

Elektroteknisk Tidsskrift

— Telefon- og Telegraf-Tidende. —

N^o. 25.

KRISTIANIA 8. SEPTEMBER 1903.

16. AARG.

Udkommer 3 gange maanedlig til en pris af kr. 250 pr. halvaar, iberegnet postporto. Forsendt til Udlandet Kr. 4.00. Betalingen erlægges forskudsvis. — Abonnement kan tegnes paa alle postanstalter, i bogladene og i expeditionen, Camilla Colletts vei no. 1. — Telefon 1605. — Indenlandske avvertissementer betales med 20 øre pr. petiline; paa 1ste side 40 øre. Udenlandske resp. 25 og 50 øre.

Indhold:

Kykkelsrudanlægget. — Ulykken paa «Metropolitain»-banen i Paris. — Kristianssands tekniske aftenscole.

Kykkelsrudanlægget.

(Ved elektroingeniør Carl Fr. Holmboe.)

Et af Europas største og mest interessante vandkraftsanlæg er nu færdigt til at tages i brug.

I henhold til kontrakten med *Schuckert & Co.* er anlægget udført for aktieselskabet *Glommens Træsliberis* regning af *E.-A. vorm. Schuckert & Co.* som generalentreprenør.

Dette lykkedes meget hurtig, og ved hr. Boes ophold i december maaned samme aar i Nürnberg, lykkedes det ham at faa det store elektriske firma *E. A. G. vormals Schuckert & Co.* til at gaa ind som aktionær i selskabet, idet aktiekapitalen blev udvidet til kr. 1 725 000; og ved kontrakt, som blev oprettet i februar maaned 1900 i Nürnberg under hr. Boes og kompagniets juridiske konsulent hr. advokat *Arthur Knagenhjelm*s nærvær, forpligtede *Schuckert & Co.* sig



Fig. 1. Situationsplan.

Det oprindelige aktieselskab *Glommens Træsliberi* blev oprettet i aaret 1885, og dette selskab byggede i de 2 følgende aar i Askim et sliberi for en aarlig produktion af ca. 7000 ton træmasse.

I aaret 1898 indkøbtes dette sliberi tilligemed *Kykkelsrudfossen* og div. flødnings- og strandrettigheder i *Glommen* for en pris af 800 000 kr. af et *Kristiania-kompagni*.

Samtidig indkøbtes diverse jordeiendomme og et mølle- og sagbrug tilligemed de ovenfor og nedenfor *Kykkelsrud* beliggende fossefald, nemlig *Dalefos*, *Vervenfos* og *Højafos*, idet aktiekapitalen blev udvidet til kr. 1 275 000.

Sommeren 1899 blev ingeniør *Harald Boe* — selskabets adm. direktør —, der i 9 aar havde været ansat som 1ste ingeniør ved aktieselskabet *Elektrisk Bureau*, engageret af kompagniet for at udarbejde planer for udnyttelsen af de selskabet tilhørende mægtige vandfald og derefter søge at faa realiseret disse planer.

til at udføre de projekterede arbejder til et 9000 eff. hk.s elektrisk kraftoverføringsanlæg med vandkraftsanlæg for 45 000 eff. hk. i Askim og kraftoverføring rundt den indre del af *Kristianiafjorden* til *Slemmestad* i *Røken* samt ligeledes til *Moss*, og at skaffe de nødvendige pengemidler tilveie hertil. Arbejdet var imidlertid, i henhold til overenskomsten af december maaned, allerede paabegyndt i januar maaned samme aar og har siden i de forløbne $3\frac{1}{2}$ aar været drevet uafbrudt med en vexlende arbejdsstyrke af fra 400—1500 mand. Anlægget er nu saapas færdigt, at det kan sættes i drift i løbet af september maaned d. a. Anlægget koster fuldt færdig efter den ovennævnte projekterede 1ste udbygning ca. 8 millioner kroner.

Vandbygningsanlægget.

Glommens nedslagsdistrikt, der omfatter Norges høieste fjelde og største lavlandsvidder, har en betydelig længde, ca. 600 km., men er forholdsvis nedbørs-

fattigt; som følge heraf forekommer inden samme høist forskellige nedbørsforholde. Denne omstændighed og navnlig de store isbræer bevirker, at der i Glommen, nedenfor dens samløb med Vormen, ikke er nogen særlig liden vandføring om sommeren.

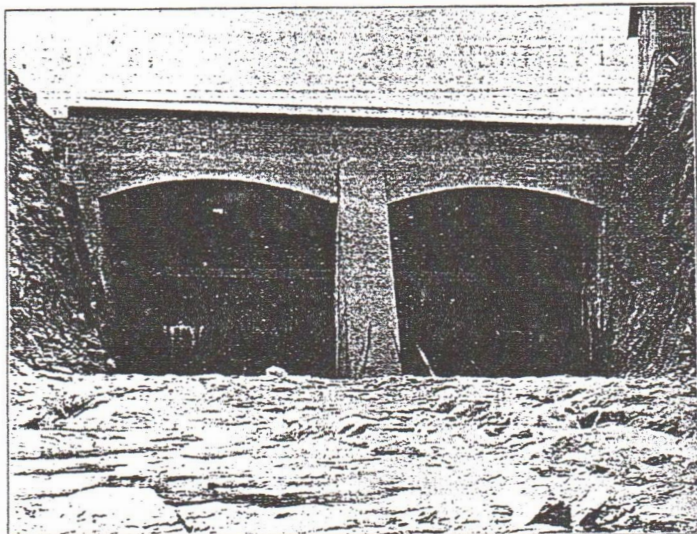


Fig. 2. Indløbssluser.

En saadan forekommer kun om vinteren og vaaren.

Ved Sarpsfossen, der ligger ca. 40 km. nedenfor Kykkelsrud, er der i en aarrække foretaget nøiagtige vandmassemaalinger og daglige vandstandsobservationer.*) Ved hjælp af disse data har man kunnet bestemme vandføringen for hver dag i 37 aar. Man har fundet, at vandføringen gennemsnitlig har været:

1 dag aarlig	100 m. ³	pr. sek.
9 dage	120 »	—
36 »	150 »	—
89 »	200 »	—
118 »	250 »	—
135 »	300 »	—

Under flommen i 1860 antages vandføringen at have været 4500 m.³ pr. sek.

Paa en strækning af ca. 20 km. nedenfor Øieren har man et betydeligt antal fosse og stryg med en samlet faldhøide paa 78 m.

Kykkelsrudfaldene, der befinder sig omtrent midt i ovenfor omtalte kaskadefald, bestaar af tre fosse: *Dalsfos*, *Kykkelsrudfos* og *Vervensfos*, der tilsammet har en faldhøide paa 19.2 m. ved lavvand.

Faldet samles ved en dam *a* (fig. 1) øverst ved Kykkelsrudfos og en 1 km. lang indtagskanal, der fører ned forbi Vervensfos, hvor kraftstationen ligger.

Afgjørende for planlæggelsen af vandbygningsarbeidet var det gode damsted øverst ved Kykkelsrudfos. Elven har her nemlig to løb, et paa hver side

af Haltorpøen, hvoraf det ene kunde afstænges ved lavvand, medens der byggedes dam over samme; ligeledes er her fjeld tvers over.

Dammen over det venstre løb er nu færdigbygget; den er et ganske betydeligt bygværk, hvis opførelse imidlertid ikke har beredt større vanskeligheder, da vandet let kunde bortledes, medens dammens fundamentering og bygning stod paa.

Dammen over høire løb er ikke paabegyndt og vil heller ikke blive bygget, førend konsumet er steget til over 12 000 lik., idet man indtil da har vand og faldhøide nok uden denne dam. Forholdene ligger forøvrigt her gunstigere end ved venstre løb, da damstedet er meget grundt og grunden bestaar af fjeld tvers over. En ikke uvæsentlig heldig omstændighed ved den valgte damplads er, at flodningens krav paa en rimelig maade kan tilfredsstilles, idet tømmeret ledes gennem høire løb ved hjælp af en lense.

Ovenfor dammen vil der opstaa et bassin med næsten stille vand, hvorpaa der let vil danne sig et isdække. Det er derfor al grund til at antage, at ishindringer ved damanlægget vil reduceres til et minimum.

Indtagskanalen, der ligger paa venstre elvebred, er paa det øverste stykke — nærmest bassinet — forholdsvis bred — ca. 25 m., af hensyn til de der anbragte indløbssluser (fig. 2 og 5); ligeledes er kanalbundens fald her større end i den øvrige del af kanalen, idet den paa de første hundrede meter sænkes

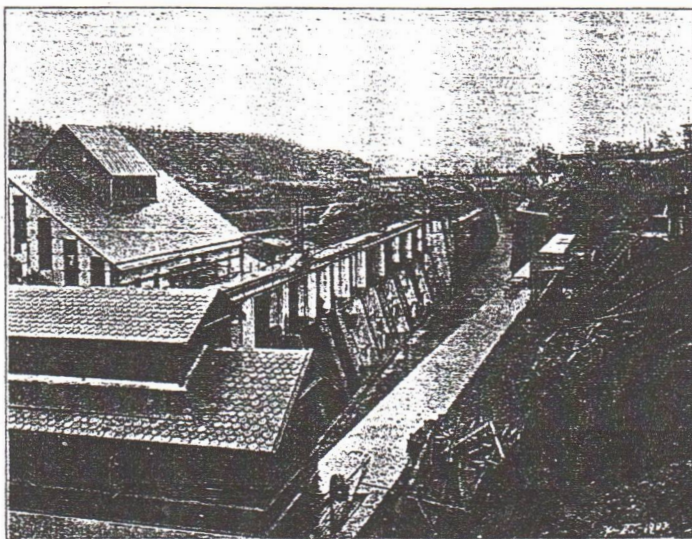


Fig. 3. Fordelingsbassin.

fra kote 66.4 til 62.5 — altsaa 3.9 m. pr. ‰. Paa den resterende længde af ca. 900 m. har den en konstant bundbredde af 8 m. Kanalvæggens skraaning udgjør 1:10, og det vandførende profil er ved maximal vandføring ca. 130 m.² stort. Kanalen er dels udgravet i jord, dels udsprængt i fjeld og er paa flere steder begrænset af betonmure. Et parti af kanalens nederste del viser fig. 4.

*) Se kanaldirektør Særens meddelelser om Glommens vandføring — med grafisk tabel — i «E. T. T.» No. 2, 1897.

Ved enden af indtagskanalen er der bygget et *fordelingsbassin* (fig. 3), hvorfra vandet fordeles til de i turbinhuset opstillede vertikale turbiner. For at kunne

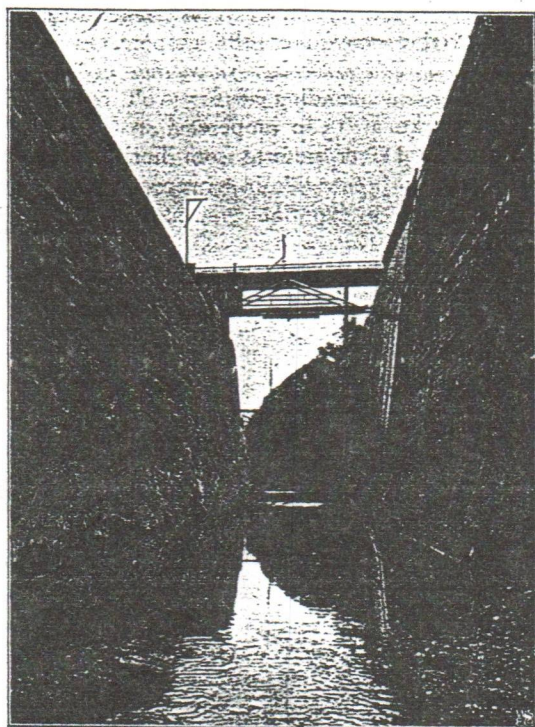


Fig. 4. Kanalen.

tømme kanalen er der ovenfor bassinet anbragt en 28 m.² stor bundluge, ligesom der ved enden af bassinet er anbragt en luge, hvorigjennem drivis etc. kan udskylles.

For at beskytte turbinerne mod sten og grus, er fordelingsbassinets bund lagt højere end kanalens.

Fra fordelingsbassinet føres vandet til turbinerne i ledninger, der dels er støbt i beton, dels udspærget i fjeld og dels udført som jernrør.

Turbinernes sugerør er for de 3000 hk.s vedkommende støbt i beton; de mindre turbiner har der imod sugerør af jern.

Turbinhusets foreløbige udbygning kan optage fire turbiner à 3000 hk. og tre mindre turbiner, hvoraf to à 280—300 hk. og en à 500 hk., til drift af ligestrømdynamoer for magnetisering og andre øiemed.

Ved fremtidig udvidelse af anlægget kan der opstilles otte turbiner à 5000 hk., der sammen med de øvrige fire à 3000 hk. udgjør 12 turbiner med en samlet ydeevne af 52 000 hk. Regner man hertil turbinerne for magnetiseringsdynamoerne, saa erholder man femten turbiner med tilsammen 53 000 hk.

Heraf vil imidlertid kun ca. 43 600 hk. kunne udnyttes samtidig, medens de øvrige 10 000 hk. staar som reserve.

Anlægget vil altsaa ved fuld udbygning have en kapacitet over dobbelt saa stor som det største nuværende vandkraftsanlæg paa dette kontinent.

Kraftstationen,

der er beliggende nederst ved Vervenfos og ligger tæt op til fordelingsbassinet, har en længde af 46.5 m. og en bredde af 26.5 m. (se fig. 6 og 7).

I stationens kjælderetage er samtlige turbiner monterede. Fra disse fører vertikale axler med en længde af 8.5 m. til de over turbinerne i maskinsalen monterede generatorer.

I kjælderetagen er endvidere opstillet de for regulering af turbinerne nødvendige oliepumper med 30 atm. tryk, der drives ved hjælp af elektromotorer.

Fra de i maskinsalen (fig. 8) opstillede dreiestrømgeneratorer føres den elektriske energi til apparatrummet og videre til transformatorrummet, der ligger ved siden af maskinsalen. Herfra føres den transformerede energi, hvis spænding her omsættes i forhold 5000 : 200 00 volt atter tilbage til apparatrummet, der ligger over transformatorrummet. I apparatrummet er foruden spændings- og strømtransformatorer anbragt samtlige høispeningsstrømbrydere og smeltestykker.

Foruden de her omtalte rum er der i kraftstationen magasinrum, fyrrum for centralopvarmningen og kontorer for maskinbetjeningen.

Ved fuld udbygning vil kraftstationens længde udgjøre 120 m.

Turbinerne.

I turbinrummet er der foreløbig opstillet 4 Francis-turbiner: 2 à 3000 hk. og 2 à 280 hk. Den ene

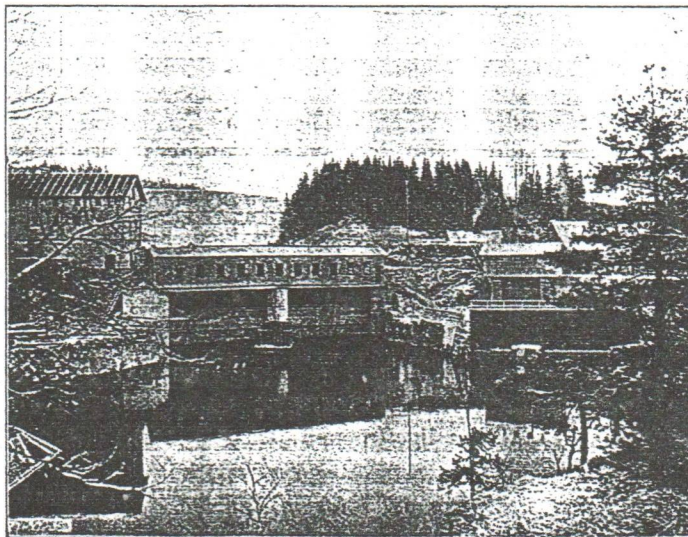


Fig. 5. Indløbssluser.

3000 hk. turbine er leveret af firmaet *Escher-Wyss i Zürich*, den anden 3000 hk. og de to mindre turbiner af *J. M. Voith i Heidenheim Württemberg*.

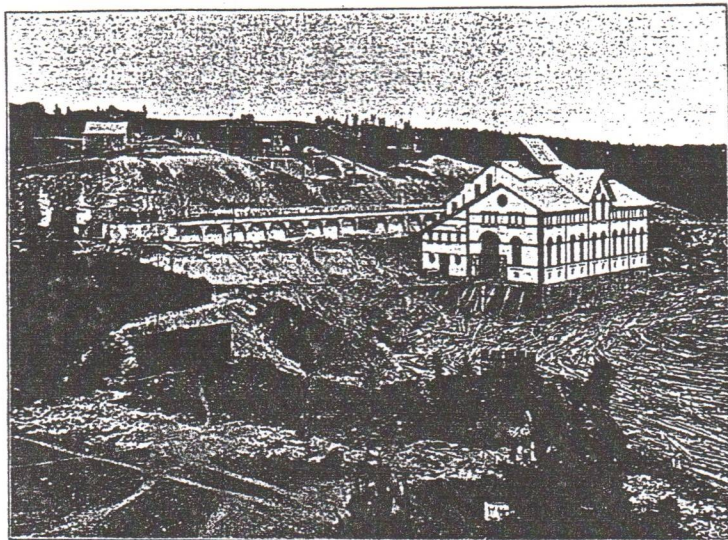


Fig. 6. Kraftstationen.

Turbinernes vigtigste data er følgende:

	Voith	Escher Wyss
Ydeevne ved 16 m. fald og ca. 18 m. ³ vand pr. sek.	3000 hk.	3000 hk.
Omdreining pr. minut....	150	150
Skovlhjulets diameter.....	1800 mm.	1800 mm.
Tilførselsrørets diameter ..	3000 »	3000 »
Garanteret total-nytteeffekt.	75 pct.	75 pct.
Reguleringssystem	Finck'ske balanceskovler der reguleres automatisk	Cylindrisk ring, der kan hæves og sænkes mellem løbe- og lede- hjul; regulering automatisk

Vægten af det roterende system udgjør ved begge aggregater ca. 30 000 kg.

De 2 mindre turbiner for ligestrømsdynamoerne har et fælles tilførselsrør med 2 m. diameter. Den tredje 500 hk. turbin vil ligeledes faa sit vand gennem dette rør.

Hastigheden reguleres ogsaa her ved hjælp af olietryk. Den garanterede hastighedsdifference mellem fuld belastning og tomt løb er ca. 4 pct.

Trykolien, der ledes til turbinernes regulatorer og lagere, erholdes fra olietrykpumper, der er leverede af *Escher Wyss, Zürich*; af saadanne er der opstillet to, hvoraf den ene tjener som reserve. Til drift af pumperne anvendes 2 ligestrømmotorer paa 40 eff. hk.

Den elektriske del i turbinstationen.

Dreistrømsgeneratorerne, der er leveret af *E.-A. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg*, er horisontalmaskiner, hvis polhjul, der har en diameter à 5 m., er anbragt direkte paa turbinaxen. De yder ved 150 omdr. pr. min. 2500 kilo-volt-ampère med 5000 volt hovedspænding og har en nytteeffekt = 96 pct.

Da periodetallet er fastsat til 50 pr. sek. har maskinerne 40 poler, hvorpaa der er anbragt blanke kobberviklinger. Statoren, der er forsynet med spoleviklinger, har tre nutter pr. fase og pol.

Den maximale ydelsesevne i strømstyrke ved 5000 volt er 288 ampère.

Magnetiseringsdynamoerne er konstrueret for en spænding af 115 volt ved en strømstyrke af 1580 ampère.

De er udførte som horisontalmaskiner og er direkte tilkoblet hver sin Francisturbin.

I transformatorrummet er opstillet 6 transformatorer à 950 kw., der transformerer spændingen fra 5000 volt til 20 000 volt.

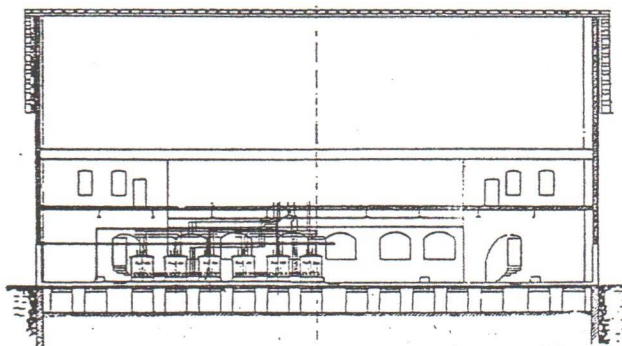
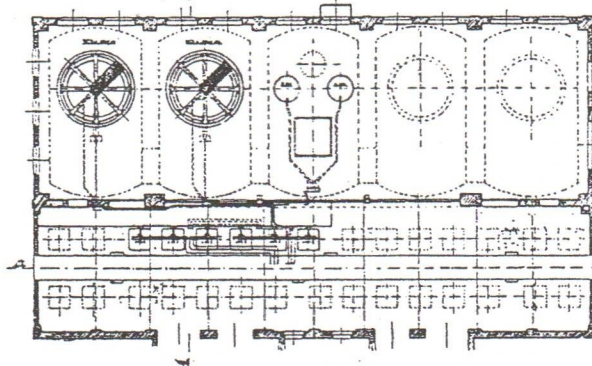
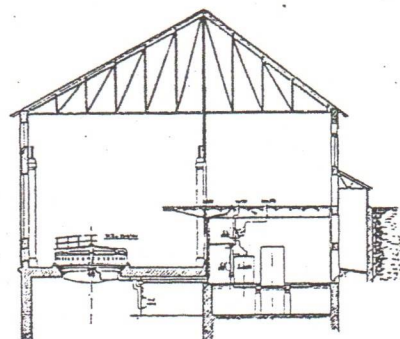


Fig. 7. Grundrids og snit af kraftstationen.

Transformatorerne, der er monterede i riflede oliekanter, er delt i to grupper à 3 transformatorer med hver sine samleskiner.

Den fra generatoren kommende strøm passerer først de i kjælderen anbragte maskinsmeltestykker og

saa til apparatrummet, hvor der er anbragt en venter, ved hvis hjælp hver generator kan tilsluttes det den tilhørende sæt transformatorer, eller en sammentilslutning af maskinens transformatorgruppe. Fra transformatorernes 20 000-volt-klemmer føres ledningerne til samleskinner, hvoraf der ogsaa er anbragt et sæt for hver transformatorgruppe; disse kan betjenes saaledes, at enten begge grupper samtidig kan sættes i drift eller alene — uafhængig af den anden — kan sættes i drift.

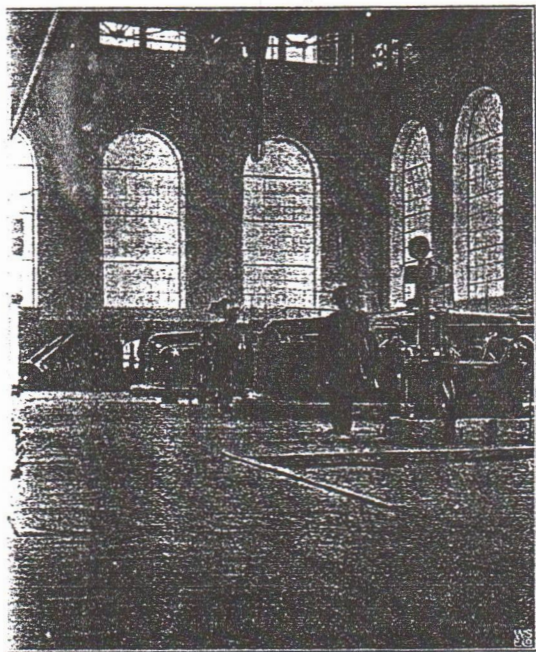


Fig. 8. Maskinsalen.

Paa apparatvæggen, hvis podium ligger 5 m. over salens niveau, er anbragt samtlige de til regulering og aflæsning af maskinernes energi nødvendige og kontrolapparater samt faseindikator, haandbrydere osv. Samtlige maaleapparater er instruerede for og fører lavspændt strøm. Dreiestrømgeneratorernes feltregulatorer er saadan indrettede, at samtlige kan bevæges fra et sted, eller fra et andet.

Magnetiseringsdynamoernes apparattavle er fritliggende og anbragt under apparatvæggens podium maskinsalens gulv.

Ligesledes er der, forat maskinmesteren fra hovedapparatvæggens podium skal kunne iagttage magnetiseringsdynamoernes strøm- og spændingsforhold, midt imellem disse, et stykke foran apparattavlen, paa en pult anbragt ampère og voltmetre, der staar i forbindelse med magnetiseringsdynamoernes samleskinner; endvidere er der ved pulten anbragt to haandhjul, der ved justering af spændingen staar i forbindelse med hver dynamoshuntregulator, saaledes at maskinmesteren kan regulere eventuelle belastningsforskelle ved parallel- eller serieforbindelse resp. reducere magnetiseringsdynamoenes spænding. Disse shuntregulatorer kan ogsaa sættes fra magnetiseringsdynamoernes apparattavle i drift.

Fjernledningen.

Tracéen for fjernledningen Kykkelsrud—Slemmestad viser kartskissen fig. 9.

Efter med et spænd paa 128 m. at have krydset Glommen, fører ledningen gennem Spydeberg til Krogstad station, hvor den krydser Smaalensbanen. Ved Bryn station fører ledningen over hovedbanen.

I Østre-Aker krydser den Alnabanen og nordbanen, og i Vestre Aker Holmenkolbanen.

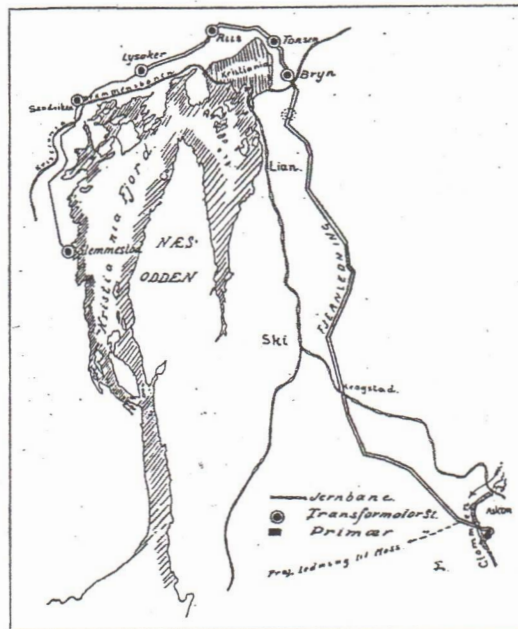


Fig. 9. Kykkelsrudanlæggets Tracé.

Herpaa fører ledningen gennem Bærum, og krydser vestbanen i nærheden af Hvalstad st.

Paa strækningen Kykkelsrud—Lysaker er fjernledningerne, hvis tværsnit er 50 mm.², udført med dobbelt stolperække, med en gjensidig afstand af 10 m., medens strækningen Lysaker—Slemmestad er udført med enkelt stolperække og 35 mm.²s ledninger.

I samtlige vinkelpunkter og ved jernbaneovergange er anbragt jernmaster, medens ledningen paa rette linjer er monterede paa træstolper.

Ved krydsning af hoved- eller større brugsveje, er der af sikkerhedshensyn for begge stolperækker anbragt to stolper paa hver side af veien, ligesom der under ledningerne er anbragt beskyttelsesnet.

Langs veie er der paa stolperne anbragt jernbøiler med jordledning, der tjener til at sætte en eventuelt nedfaldende ledning i god forbindelse med jord. Ved krydsning af stier og mindre gaardsveje anvendes intet beskyttelsesnet. Krydsningsstolperne er her anbragt i 3—4 m. afstand fra hinanden, saaat en eventuelt nedfaldende ledning ikke kan naaes af forbipasserende, idet ledningerne er monterede ca. 8 m. eller høiere over marken. Krydsning med rigstelegrafen er udført saaledes, at fjernledningen fører over denne. Fjernledningens stolper paa begge sider af telegraflinien er anbragt saa nær hinanden, at en ned-

faldende ledning ikke vil komme i berøring med telegraftaadene. Beskyttelsesnet er ikke anbragt.

Stolpebeslaget, der bærer ledningerne, er anordnet saaledes, at hver stolperække kan føre to trefaseledninger, alsaar tilsammen 6 ledere; disse, der er oplagte paa delta-isolatorer, er monterede i triangel, og har en indbyrdes afstand paa 700 m/m. Ved den belastning, anlægget erholdes ved fuld udnyttelse af de oplagte ledninger udgjør spændingen ved Kristiania ca. 18000 volt og i Slemmestad ca. 16200 volt. Belastningens tyngdepunkt svinger i forhold ± 1 km. fra Lysaker understation.

Understationer.

Der er foreløbig projekteret 7 understationer, hvoraf en i nærheden af *Nordstrand*, en ved *Bryn*, *Tonsen*, *Riis*, *Lysaker*, *Sandviken* og *Slemmestad*.

Stationerne ved Slemmestad og Lysaker er færdige. Sandviken, Riis, Tonsen, Bryn og Nordstrand er under bygning.

Transformatorstationerne, der er opførte af mur, har en længde af 10.5 m. og en bredde af 8.5 m.

De kan hver optage transformatorer for tilsammen ca. 1500 kw. med tilhørende apparater. Spændingen omsættes her i forhold ca. 18000:5200 volt. Energien føres derpaa med 5000 volt ledninger til transformator-kjosker, hvorfra den med en spænding paa ca. 150—250 volt fordeles til lyskonsumenterne og konsumenter med mindre motorer.

Større motorer drives med fra 250—5000 volt.

Lavspændte fordelingsnet vil blive byggede i Bestum og i Sandviken, ligesom i Østre og Vestre Aker, Nordstrand og Lian. Endvidere er der projekteret lavspændte net paa Fornebo og Bækkelaget. Disse vil imidlertid først blive udført, naar tilladelse til stolpeopsætning er erholdt, og naar tilstrækkelig konsum er tegnet.

Af konsum er der foreløbig paa strækningen Nordstrand—Slemmestad tegnet ca. 1320 installerede effektive hk. og ca. 3000 lamper.

Fra Moss kommune foreligger tilbud om køb af energi mindst indtil 450 hk., hvorfor der skal betales i aarlig afgift kr. 80 pr. elektrisk hk. i 25 aar.

Glommens træsliberis direktion bestaar af d'hr. høiesteretsadvokat *Arthur Knagenhjelm* (direktionens formand), statsraad *Thilesen*, bureauchef *Schjøtt* samt ingeniør *Harald Boe* (selskabets adm. direktør).

Paa „Métropolitain“-banen i Paris indtraf, som man gennem dagspressen har erfaret, den røde d. m. en rædselsfuld ulykke, ved at der gik ild i et tog, hvorved over 100 personer omkom. Dødsårsagen har for manges vedkommende været kvælning ved den voldsomme røg, der udvikledes ved brænden, og adskillige tør være dræbt af den elektriske strøm, der under katastrofen vedblivende stod paa ledningerne. —

Nærmere detaljer angaaende ulykkens årsag foreligger endnu ikke.

«Le Métropolitain» er ikke nogen enkelt jernbanelinie; det er et helt system af bybaner, som for tiden dels er i drift, dels under bygning, dels blot projekterede, og hvis bestemmelse er at besøge persontrafikken mellem Paris' forskellige kvarterer. I indværende foraar indviedes den nordlige halvdel af en ringbane, gaaende fra Place de l'Étoile langs de nordlige boulevarder under Place de la République til Place de la Nation. Denne bane er ikke tunnelbane i hele sin længde. Paa midten er den paa en strækning af omtrent 2 km. bygget som viaduktbane for at undgaa at skulle føre den nedenunder nord- og østbanerne, som udgaar paa dette sted, og paa den østlige og vestlige tunneldel er der ogsaa hist og her afbrydelser, hvor banen forløber i aaben eller tagdækket grav. Det var i den vestlige tunneldel af denne banelinie mellem stationerne Rue des Couronnes og Rue de Ménilmontant, at ulykken indtraf. «Ingeniøren», hvorfra disse oplysninger er hentede, meddeler efter «Le Génie Civil», at paa enkelte forgreningstunneller ved stationerne nær er samtlige tunneler er dobbeltsporede med normal sporvidde, de afgrænses ovenfor af en elliptisk hvælving af 7,10 m. spændvidde og 2,07 m. pilhøide; de svagt opadskraanende sidevægge er 2,95 m. høje, og bunden dannes af en omvendt hvælving, hvis laveste punkt er 0,70 m. under skinneoverfladen, saa at den indvendige høide paa midten er 5,20 m. Banens drift er elektrisk, og som kjørestrøm anvendes ligestrøm af 600 volts spænding, der tilføres gennem en «tredie skinne», som ligger tæt udenfor kjøreskinnerne, og tilbageledes gennem disse sidste. — Om det for den foreliggende situation saa aktuelle spørgsmaal om tunnelens ventilation indeholder den meget indgaaende beskrivelse i «Génie Civil» kun en antydning af, at den elektriske drift blandt andet er valgt, fordi den hverken udvikler lugt eller røg, «ce qui facilite singulièrement la ventilation des tunnels». — Om den elektriske belysning, som svigtede i det afgjørende øieblik, oplyses, at den sker ved hjælp af glødelamper, som paa de første 75 m. til begge sider fra hver station er anbragte med 12,5 m. mellemrum, og paa resten af strækningerne mellem stationerne med 25 m. indbyrdes afstand; naturligvis er selve stationerne stærkere oplyste.

••

Efter ulykkesdagen er der atter indtruffet et par brandskader paa den uheldige bane.

Kristianssands tekniske aftenskole har efter sidste beretning i skoleaaret 1902—03 havt 179 elever i den tekniske afdeling. Examen ved de tekniske kurser bestod resp. 37, 13 og 5 elever (i forr. skoleaar resp. 25, 15 og 2). — Ved maskinist-skolen absolveredes examen af 10 elever.

Redaktionen sluttet 5. september.

Telefon 1605. — Redaktør: Berg-Jæger. — Camilla Colletts vei 1.

Morten-Johansens bogtrykkeri.