



292672284

101 Københavns kommune

09.6231

KBH

40 AAR I KØBENHAVNS  
ELEKTRICITETSVÆRKERS  
TJENESTE

PRO MEMORIA  
AF  
FHV. OVERINGENIØR C. HENTZEN

---

TRYKT SOM MANUSKRIFT  
TIL 70 AARS FØDSELSDAGEN

KØBENHAVN MCMXXXIII

MAG

RHB

09.6231 he

MAG kbh

ex 2

KØBENHAVNS  
RÅDHUSBIBLIOTEK

**40 AAR I KØBENHAVNS  
ELEKTRICITETSVÆRKERS TJENESTE**



# 40 AAR I KØBENHAVNS ELEKTRICITETSVÆRKERS TJENESTE

PRO MEMORIA

AF

FHV. OVERINGENIØR C. HENTZEN

X

---

*TRYKT SOM MANUSKRIFT  
TIL 70 AARS FØDSELSDAGEN*

KØBENHAVN MCMXXXIII

J. JØRGENSEN & Co., KØBENHAVN

## FORORD

Efter at den elektriske Glødelampe var opfundet af Edison i 1879 og demonstreret ved Pariserudstillingen 1881 og Udstillingen i Krystalpaladset i London 1882, kom Spørgsmaalet om dens praktiske Anvendelse i Konkurrence til de andre Belysningsmaader frem.

Mange troede, at nu var det ude med Gasbelysningen, og i England — Gasbelysningens Land par excellence — begyndte Gasværkernes Aktier at falde stærkt paa London Børsen. Megen Svindel og mange slet funderede Projekter til elektrisk Belysning fremkom, og det engelske Parlament vedtog en Lov, som i høj Grad gjorde det besværligt at anlægge Elektricitetsværker, saa Loven hæmmede den naturlige Udvikling i England.

I Amerika gik Udviklingen sin jævne Gang. Edison havde ikke alene konstrueret den første brugelige Glødelampe, han byggede ogsaa det første Elektricitetsværk til offentlig Elektricitetsforsyning. Hver Ting, hver Anordning indenfor denne nød godt af hans Opfinder- og Skaberevne. Dynamoen blev konstrueret til Glødelampernes Fordeling i »multiple parallel« og til dens Regulering ved vekslede Belastning for at holde Spændingerne i Nettet konstant. Han fastsatte efter omhyggelige Overvejelser Lampespændingen til 110 Volt, opfandt Treledersystemet og Anordningen med elektriske Fødeledninger ud fra Værket. Han konstruerede underjordiske



Kabler og Muffer til deres Samling. Ved elektrolytiske Maalere maalte han Konsumenternes Forbrug.

Ogsaa Lampefatningen med Edison Gevind, Smeltesikringen og Knivafbryderen opfandt han.

Det første regulære Elektricitetsværk blev bygget under hans Auspicer i Pearl Str. New York for Edison Electric Illuminating Co. New York 1882.

I Tyskland dannedes under Ledelse af Emil Rathenau Deutsche Edison Gesellschaft — senere Allg. Elektr. Gesellschaft — som i 1884 erholdt Koncession i Berlin paa Anlæg af Værker til offentlig Elektricitetsforsyning. Det første Elektricitetsværk kom i Drift i Berlin i 1885, men hurtigt fulgte Anlæg af offentlige Elektricitetsværker efter i de større tyske Byer.

I København begyndte man fra Midten af Firserne at følge Udviklingen. Min Forgænger Ib Windfeld Hansen, som den Gang var Fuldmægtig ved Gasværkerne, foretog flere Studierejser, og efter en stor Rejse i Begyndelsen af 1889 anbefalede han at bygge et kommunalt Elektricitetsværk.

## DEN ELEKTRISKE STATION

Om Værkernes tekniske Udvikling fra 1889—1929 foreligger der i Tidens Løb, som de forskellige større Arbejder er bleven fuldførte, en Række Artikler i »Ingeniøren« eller »Elektroteknikeren«, dels af min Forgænger, dels af mine Medarbejdere, dels af mig selv. Nærværende Skrift er da heller ikke tænkt som et Opkog af, hvad der tidligere har været berettet, men kun at samle Hovedpunkterne i den stedfundne Udvikling samt de Motiver, der har været bestemmende for Placering af Værkerne, for Valg af System og Materiel og meddele de Erfaringer, der indhøstedes under Driften.

Da jeg har været med i denne Udvikling fra første Begyndelse som assisterende Ingeniør for Ib Windfeld Hansen, som Underbestyrer fra det første Værks Igangsætning 1892 til 1896 og som Driftsbestyrer og ledende Ingeniør fra 1896 til 1929, da H. C. Ørstedværkets 2den Udbygning var afsluttet, kommer Værkernes Opbygning derved til at ses under samme Synsvinkel, og Udviklingslinien forhaabentligt til at ligge klar.

Efterat Københavns Kommunalbestyrelse havde vedtaget selv at overtage Byens Elektricitetsforsyning, begyndte i 1889 Projekteringen af det første Elektricitetsværk under Ledelse af Windfeld Hansen.

Medens det private Konsortium, som et Par Aar tidligere havde søgt Kommunalbestyrelsen om Koncession paa Elektricitetsforsyningen, havde til Hensigt at bygge et Værk i Nær-

heden af Raadhuspladsen, tog Windfeld Hansen sit Udgangspunkt for Bedømmelsen af det rette Sted for Anlægget af den første Central i den indre Bys Gasforbrug, idet han regnede med, at det nærmest var Butikker, Forretningslokaler, Banker og lignende, som i første Omgang vilde melde sig som Forbrugere. Ved Undersøgelsen af Fordelingen af Gasforbruget i denne Bydel fandt han Gasforbrugets Tyngdepunkt liggende tæt ved Kongens Nytorv, og de første Overvejelser gik derfor ud paa at finde en passende Byggegrund ikke langt fra dette Tyngdepunkt. Paa Købmagergade, i Nyhavn, i Gothersgades nederste Del blev flere Ejendomme undersøgt gennem Skitseprojektering, førend man valgte Grunden Gothersgade 30 og Adelgade 10 som den mest hensigtsmæssige. Herunder spillede ogsaa Mulighederne for Udvidelse ind ligesom Adgang til at faa Kølevand til Maskinernes Kondensationsanlæg. Grunden, som var paa ca. 6000 Kv. Alen med Beboelsesbygninger baade til Gothersgade og Adelgade, men iøvrigt benyttedes som Tømmerplads, erhvervedes for ca. 350.000 Kroner.

Værket var oprindeligt tænkt at skulle forsyne 10000 Stk. 16 Lys Lamper à 55 Watt. Ved Henvendelse om Tegning af Lamper til Ejerne af Ejendommene i de vigtigste Gader i den indre By indenfor en Radius af ca. 1 Kilometer, søgte man ved Løfte om gratis Stikledning til Ejendommen at faa et værdifuldt Skøn for det kommende Elektricitetsforbrug, og Tilslutningen fra Borgernes Side gav et saa gunstigt Udfald, at det blev vedtaget af Kommunalbestyrelsen at bygge det første Anlæg til at kunne yde 14000 samtidigt brændende 16 Lys Lamper med Strøm altsaa paa 840 KW.

Ved Overslaget over Udgifterne til det første Anlæg blev Gadeledningerne beregnede efter de saaledes anmeldte Lamper, men iøvrigt under Hensyn til det daværende Gasforbrugs Fordeling.

Det blev straks slaaet fast, at Værket skulde producere Jævnstrøm  $2 \times 110$  Volt og drives af opretstaaende Compound-Dampmaskiner med direkte koblede Dynamoer, lige-

som Kedeltypen skulde være den dengang ret nye »explosionsfri« Vandrørskedel. Til Sikring af Driften skulde der opstilles et Akkumulatorbatteri.

Bevillingens Størrelse var 2,5 Mill. Kr.

Aar 1890 fandt saa Udbydningen af Anlægets Hoveddele Sted: Bygningsarbejdet under Statsarkitekt Fengers og Stadsingeniør Amts Ledelse, det øvrige Anlæg under Windfeld Hansens. Kedler, Maskiner, elektriske Anlæg incl. Ledningsnettets Levering og Nedlægning blev udbudt i en Generalentreprise ved offentlig Licitation i danske og udenlandske Blade og tekniske Tidsskrifter. Ved Udarbejdelse af det tekniske Grundlag for Maskin- og Kedelanlægget var Ingeniør Ivar Knudsen, som senere i 1891 ansattes som Maskiningeniør ved Værkets Bygning og Drift, behjælpelig.

Ved Licitationen var Siemens & Halske, Berlin, i Forbindelse med C. P. Jürgensens mek. Etabl. i København, billigst og fik Generalentreprisen tilstaaet for en Sum af 1.430.000 Kr. Der var flere Alternativer med Hensyn til Dampmaskinleverancen at vælge imellem — særlig fra tysk Side fra Schickau, Elbing, men Ønsket om at faa danske Maskiner var naturligvis stærkt, — ogsaa Tietgen som Direktør for Privatbanken lagde sit Lod i Vægtskaalen derfor —, og Burmeister & Wain fik derfor overdraget Dampmaskinerne og Rørledningsanlægget. Kedelleverancen deltes med 3 Kedler til Babcock & Wilcox, England, og 3 Kedler til Steinmüller, Tyskland.

Allerede i 1890 blev Kølevandsledningen fra Nyhavn til Gothersgade 30 lagt som en Tyngdeledning af 30" Betonrør, og samme Aar frigjordes Windfeld Hansen for Gasværket og udnævntes til Driftsbestyrer af Elektrisk Station, Værkets første officielle Navn.

Den store Dybde under Grundvandsspejlet, hvori Betonrørledningen skulde ligge, nødvendiggjorde Ramning af Spundsvægge langs Udgravningens Sider for den nederste Dels Vedkommende. Efterat Rørene var nedlagt, og der atter var udfyldt over og ved Siden af dem, trak Entreprenørfirmaet Hans & Jørgen Larsen Spundsvæggens Planker op igen. Da Ar-

Un  
bejdet var fuldført, og Rørledningen indvendig fra blev synet, viste det sig imidlertid, at en stor Del af Rørene i Gothersgade var revnede i den vandrette Midterplan som Følge af Vederlagets Svigten efter Spundsplankernes Fjernelse.

Nogen Betydning for Driften af Ledningen fik dog Revnerne ikke.

I 1891 nedlagdes Kablerne til Ledningsnettet i Gaderne. Naar det var lykkedes Siemens-Halske at blive billigst ved Licitationen laa det utvivlsomt i dets omhyggeligt gennemarbejdede Ledningsberegninger og Ledningskonstruktioner.

Firmaet havde, som stipuleret var, beregnet Ledningsnettet efter et maximalt Spændingstab af 14 pCt., men det havde opdelt sit Fødeledningssystem i 2 Dele, nemlig en Række Hovedledninger, som førte Strømmen fra Værket ud til en tilsvarende Række Hovedpunkter, og i secundære Hovedledninger, som i et Antal af 2 eller flere forgrenede ud fra disse Hovedpunkter til de egentlige Knudepunkter, hvorfra Fordelelingsnettet med Stikledningerne til Forbrugerne udgik. I disse secundære Hovedledninger var Spændingstabet indtil max. 5 pCt., indenfor hvilken en automatisk Udligning af Spændingen mellem Knudepunkterne forudsattes muligt.

I Hovedledningernes Forbindelse til Værkets Samleskinner indsattes automatiske Modstandsregulatorer.

Selve Kablerne var i Almindelighed jernbaandsarmerede Blykabler, nedlagte i Sand og beskyttede ved et Dække af Mursten paa Fladen, dog var de fra Værket udgaaende Kabler gennem Værket og i selve Gothersgade ligesom alle Kablerne i Gothersgade, Østergade og Købmagergade juteomspundne Blykabler nedlagte i Betonkasser fyldte med Sand.

Udgravning for Kabler og Kasser for senere Retablering af Gadebelægningen var en særlig Entreprise udenfor Kontrakten med Siemens.

Maskinsalen præsenterede sig smukt, da den var færdig. Afdelingsarkitekt Clausen, som for Stadsarkitekten havde forestaaet Byggearbejdet, havde i et Kloster fra en Rejse til Italien taget Ideen til den smukke Dekorering af Loftsbjælkerne,

som igennem Aarene pietetsfuldt er bleven vedligeholdt. Ogsaa det smukke Flisepanel, som endnu findes, skyldes Arkitekt Clausen. Kedelhuset fik udmærket Ovenlys fra Shedtagedækning, men denne Dækning gav i Tidens Løb Anledning til mange Reparationer.

Værket kom i Drift den 5. Marts 1892 og bestod for Kedelanlæggets Vedkommende af:

3 Babcock Wilcox Vandrørskedler 240 m<sup>2</sup> Hdf. 10 Atm. o. T.  
3 Steinmüller — 210 — —  
alle til Haandfyring. Fødningen skete ved 3 Worthington horizontale Fødepumper.

Maskinanlægget bestod af:

1 Kompound opretstaaende Dampmaskine max 300 HK eff.  
2 Kompound opretst. Dampmaskiner hver max 550 HK. eff.

Hver Maskine var direkte koblet til 2 Siemens Dynamoer med indvendige Magnetpoler.

Ved et Centralkondensationsanlæg paa 2 dampmaskindrevne Aggregater med Overfladekondensatorer blev Maskinernes Damp fortættet og atter efter Olieudskilning tilført Kedlerne som Fødevand.

En 10 Tons Løbekran til Haandkraft tjente til Maskinanlæggets Montering og Demontering.

I Entreprisen var alle Rørledninger for Vand og Damp samt alle elektriske Ledninger paa selve Værket indbefattet.

Til Reserve for Kølevandet blev der ved Værkets egen Foranstaltning noget senere fra Vandværkets Hovedledninger i Gothersgade indlagt en 6" Stikledning.

I Kælderen under den store Værksgaard opstilledes et Tudor Akkumulatorbatteri fra Müller og Einbeck, Hagen/W. paa 2 × 136 Stk. Elementer à 365 Amp. i 3 Timer.

Kælderen blev ventileret ved Aftræk til Dampskorstenen.

Under Bygningen af Værket og Montering af Anlægget indtraf iøvrigt enkelte Uheld.

Under Skorstenens Opmuring slog Lynet ned i den dog uden at gøre anden Skade end lidt Ravage paa Stilladset.

Et Uheld, der forsinkede Igangsætningen nogle Maaneder, var derimod Kassationen af de første Maskinfundamenter, som paa Stadsarkitektens Foranstaltning blev opførte af Mursten i Kalkmørtel. Da Dampmaskinerne skulde opstilles og Axellejerne rettes op, viste det sig, at Murværket gav efter for Tilspændingen af Fundamentsboltene. Kalken kunde ikke binde af saa hurtigt i de tykke Fundamenter, og Burmeister & Wains Direktør, Halley, nægtede da under disse Forhold at tage Ansvaret for Maskinernes Gang. Uheldet gav Anledning til Angreb i Dagspressen.

Efter afholdt Samraad blev det saa besluttet at fjerne de murede Fundamenter og under Stadsingeniørens Ledelse at støbe nye Fundamenter af stærk Granitbeton (1:2:4).

Efter de saaledes vundne Erfaringer er alle vore senere Dampdynamoers og Turbogeneratorers Fundamenter støbte af Beton i en stærk Blanding. De blev næsten saa stærke som Granit og har senere, da de ifølge Udviklingen maatte give Plads til Fundamenter for nye Maskinanlæg, maattet fjernes ved Dynamitsprængninger.

Nogle faa Dage før Værkets Igangsætning indtraf den første alvorlige Kortslutning i det endnu ikke færdigt monterede elektriske Anlæg ved Fejl fra en Montørs Side. Akkumulatorbatteriet var opstillet og opladet. Celleregulatorerne med deres Forbindelser, de mange Celleskifteledninger var monterede. En Montør var i Færd med at udføre nogle Skinnearbejder mellem Celleregulator og Samleskinner, da en saadan Skinne, hvorpaa der var Spænding, hængende ved en Bolt under Tavlegulvet gled ud af Haanden for ham, svingede over paa Celleskifteledningen af den modsatte Polaritet og gav Kortslutning. Den svingede under stærke Detonationer nogle Gange frem og tilbage, inden det blev muligt med en Træplanke at standse Svingningerne. Disse Kortslutninger — viste det sig — havde voldet stor Ravage paa Skinneanlægget i Akkumulatorrummet, Skinnerne var bøjedede og hoppede op af Isolatorerne etc.

Jeg blev samme Dag sendt paa Studierejse til Tyskland for

at undersøge, hvorledes man i de større Værker der garderede sig mod katastrofale Følger af saadanne Uheld.

Resultatet, jeg bragte med hjem, var Nødvendigheden af at isolere blanke Skinner i saa stor Udstrækning som muligt udenfor Akkumulatorrummet ved Bevikling med Lærredsbaand; i Akkumulatorkælderens, hvor saadan Bevikling ikke kunde holde for Syredampene, blev Celleskifteledningerne derimod i større eller mindre Grupper holdt sammen i Meterafstand med Træklemmer, der skulde støtte Skinnerne gensidigt ved eventuelle Kortslutningsvirkninger.

Iøvrigt blev der jo en hel Del Erfaringer at gøre i de første Driftsaar baade med Dampmaskinerne, med Dynamoerne og med Instrumentanlægget.

### ERFARINGER.

Dampmaskinerne var rene Skibsmaskintyper og gav hyppigt Anledning til Sammenbrænding af Axellejerne. Det blev nødvendigt at gøre et Par af de vigtigste Bærelejer længere og iøvrigt smøre Lejerne med Rapsolie istedetfor med Mineralolier.

Dynamoerne gav Anledning til mange Kvaler: De var byggede til Akkumulatorernes højeste Ladespænding ca. 180 Volt paa hver Side af Treledersystemet, men skulde tillige yde maximal Strømstyrke ved laveste Byspænding 110 Volt. De arbejdede derfor med meget svagt magnetiserede Feltmagneter ved den lave Spænding. Følgen deraf var et relativt stærkt Ankerfelt, som bevirkede en meget stor Børsteforskydning til gnistfri Gang. Ved lidt varierende Belastning kunde Ankerreaktionen faa Magt over Feltmagneterne og ompolarisere dem med den Virkning, at Batterierne, som laa i Parallel, blev kortslettet.

Man var dog den Gang ikke strax klar paa denne Ankerreaktionsvirkning, og Siemens & Halske søgte Forklaring i et for ringe Spændingstab fra Samleskinner til Dynamo i Forbindelse med »Innenpol«-Dynamoernes ringe ohmske Anker-



modstand. Der blev ved Hjælp af jærnbandsarmerede Kabelruller lagt Modstand ind i de som Kobberskinner under Galleriet førte Forbindelser mellem Dynamoerne og Samleskinnerne, og det syntes at hjælpe noget uden dog helt at fjerne den labile Tilstand.

Langt om længe blev dog baade vi og Firmaet klar paa den virkelige Aarsag, og alle Dynamoerne kom successive tilbage til Fabriken og fik nye Ankerbeviklinger, idet Fordringerne til Dynamoerne reduceredes derhen, at de:

1) ved 140 Volt skulde kunne præstere den garanterede Ydelse,

2) skulde yde den maximale Strømstyrke ved 115 Volt.

I de sjældnere Tilfælde, hvor der i den daglige Drift blev Brug for mere end 140 Volt til Akkumulatorladningen, skulde det være muligt ved Forstilning paa Dampmaskinernes Regulator at forhøje dens Omdrejningstal og dermed Dynamo-spændingen under 10 pCt.

Med Instrumenteringen paa Tavlen gjordes ogsaa Erfaringer. Viserne paa de leverede Dynamoampèremetre svingede stærkt under Drift og voldte Ulempe for Kontrol af Belastningen. Ivar Knudsen fandt da paa ved en Afbalancering af Visernaalene at gøre Udslagene aperiodiske. Han tog Patent paa sin Opfindelse, og Siemens købte Patentet og førte bl. a. Konstruktionen igennem paa vore første Tavleinstrumenter.

Det varede ikke længe, forinden der mærkedes Ulemper af for ringe Udledningsevne i selve Ledningsnettet. Naar saaledes Børsen mørke Vinterdage midt om Eftermiddagen satte fuldt Blus paa, medens Belastningen i andre Bykvarterer endnu var ringe, var det ikke muligt at holde normal Spænding i Knudepunktet for Fødekablet til Børsen.

Vi søgte naturligvis at forhøje Samleskinnespændingen og samtidig at skyde de dertil indrettede Hovedstrømsmodstande ind i de øvrige Hovedledninger, men da der ingen synderlig Belastning var paa disse, nyttede denne Regulering ikke stort. Der var ingen anden Udvej end at skaffe kraftige Udlignings-

ledninger fra Børs kvarteret til Kvartererne paa den anden Side Børsbroen.

Hovedreguleringsmodstandene var iøvrigt kun i Drift nogle faa Aar, og tilsidst gik det helt galt med dem.

En Sommer Søndag-Aften med meget ringe Belastning paa Nettet opstod der pludselig Kortslutning til »Jord« fra Kontakt til Stel paa en af Modstandenes Reguleringsapparater.

Det saa strax meget farligt ud, idet baade Reguleringsstavle-trægulvet begyndte at blive antændt af det smeltede Metal, ligesom andre Dele af Hovedledningsmodstande begyndte at gløde.

Brandvæsenet blev alarmeret, men inden det kom, hørte Kortslutningen af sig selv op, den havde brændt sig selv fri.

Uheldet skete i 1894. Det fik store Konsekvenser. Hovedmodstandene blev sat ud af Funktion, idet Isoleringen i deres Apparater havde været for ringe. De havde iøvrigt vist sig kun at være til ringe Nytte, idet man klarede sig bedre ved at beregne Hovedledningerne til mindre maksimalt Spændingstab og ved at have stærkere Udligningsledninger i Nettet.

Da Reguleringspodiets Trægulv ogsaa syntes at kunne frembyde en vis Fare paa Grund af de mange strømførende Ledninger under det, blev det besluttet at erstatte selve Trægulvet med et Gulv af Betonplader. Tavlen Stel blev isoleret ved Træmellemlæg eller Porcelænsisolatorer fra »Jord«, og dette blev senere indført som Princip ved alle nye Tavlestel paa Værkerne.

Ved Maskinhusets Opførelse var der ikke taget Hensyn til dets Ventilation. I de store Vinduer, som den Gang fandtes mod den store Gaard, var kun nogle enkelte smaa Ruder til at aabne, Ulemperne mærkedes efter et Par Aars Forløb og blev søgt afhjulpne ved flere og efterhaanden større Luftskorstene i Maskinhustaget, men det var vedblivende utilstrækkeligt. Først efter at Gothersgade 28 var erhvervet 1895, blev det muligt ved Vinduer i Maskinhuset ogsaa ud imod denne Ejendoms Baggaard at iværksætte et ordentligt Luftgennemtræk ved store oplukkelige Vinduespartier i begge Salens Sider.

Med Kedelanlæget blev der gjort flere vigtige Erfaringer. Som omtalt tidligere var Fyrstederne indrettede til Haandfyring. Der var tænkt Fyring med Koks som værende røgfrit Brændsel.

Allerede Aaret efter Idriftsætningen forsynedes imidlertid Ildstederne paa Ivar Knudsens Initiativ med Meldrum Blæsere til ved Hjælp af Dampinjektor at forøge Lufttrykket under Ristene, hvis frie Areal samtidigt blev betydelig formindsket (forced draught). Det blev derved muligt at anvende fin-kornet Kokssmuld til Brændselsmateriale for Kedlerne.

Dette Smuldmateriale var den Gang vanskeligt for Gasværkerne at faa afsat, saaledes at det blev solgt til Elektricitetsværket til meget billige Priser. Det var en glimrende Forretning for Elektricitetsværket, og den varede Halvfemserne ud.

Mangelfuld Udskilning af Olien af det kondenserede Vand gav os i Begyndelsen en Del Kvaler. Der maatte opstilles et stort Koksoliefilter for at blive fri for Ulemperne.

Et meget alvorligt Driftsuheld fandt Sted i Foraaret 1895 paa Grund af en Fyrbøders Uagtsomhed.

Under for høj Vandstand i Kedlerne og samtidig stærk Overfyring fandt en Aftenstund Overkogning af Kedlerne Sted, hvorved de to største Maskiner, som netop var i Drift, fik en betydelig Vandmængde ind i Cylindrene og blev betydelig beskadigede.

Ivar Knudsen, som kort Tid forinden var indtraadt i Burmeister & Wains Tjeneste, men endnu havde sin Bolig i Gothersgade, var strax ved Haanden og foranledigede, at der strax fra dette Firma kom en betydelig Arbejdsstyrke for at tage fat paa Reparationerne samme Nat.

Hvis Værkets Drift ikke skulde standse, var det nødvendigt, at Maskinerne igen var til Tjeneste næste Aften. Det lykkedes virkelig at faa dem reparerede saavidt, at de den næste Dags Eftm. Kl. 4 kunde gaa rundt. Borgmester Øllgaard og Belysningsdirektør Therkelsen var personlig tilstede i Maskinsalen, da Maskinerne igen startedes, og alle trak Vejret lettere.

Æren for det dygtige energiske Arbejde tilkom Ivar Knudsen og Burmeister & Wains Værksteder.

Den følgende Sommer blev Maskinerne gjort fuldstændig i Orden.

I 1895 bevilgede Kommunalbestyrelsen Penge til Udvidelse af Gothersgade Anlægget. Værksbygningerne var fra første Anlæg saa store, at der uden store Bygningsudgifter kunde opstilles flere Kedler og Dampdynamoer, ligesom Akkumulatorrummet tillod Udvidelse af Akkumulatorbatteriet.

Maskinanlægget blev ved direkte Forhandling overdraget Burmeister & Wain i Forbindelse med Siemens & Halske, og paa Ivar Knudsens Forslag, der nu efter Direktør Halleys Død var bleven Maskindirektør ved Burmeister & Wain med Kommandør Nielsen som administrerende Direktør, blev anskaffet en 3 Gangs Dampmaskine med Frikarts Ventilstyring. Denne Maskine blev i Lavtryksenden direkte koblet til én Siemens indpolet Dynamo paa 225—280 Volt, og mellem Maskine og Dynamo blev indskudt et stort Svinghjul, som sikrede Dynamoen en høj Regelmæssighedsgrad. Aggregatet ydede iøvrigt ved 80 Omdr. p. M. 760 KW. Medens de andre Dampdynamoer var opstillede med Maskinaxlen vinkelret paa Maskinsalens Længderetning, blev den nye Tregangsmaskine opstillet i Salens østre Side med Axlen parallel med Salens Længderetning. Der blev derved Plads i Salen til fremtidig endnu en Dampdynamo af samme Størrelse.

Frikartmaskinen skulde ligesom de ældre Dampmaskiner arbejde med Overfladekondensator, og Centralkondensationsanlægget blev udvidet dels med en dampmaskindreven Centrifugalpumpe til Kølevandet dels med en dampmaskindreven Luftpumpe, det hele tilstrækkelig stort til, at den senere kunde tage Dampen fra den 5te Dampdynamo i Salen.

De høje Frikartmaskiner nødvendiggjorde en Løftning af Løbekranens Dragere, hvad der med ret smaa Omkostninger lod sig gøre.

Erfaringen med de første Kedler havde vist, at Babcock &

Wilcox Kedlerne var Steinmüllerkedlerne overlegne i enhver Henseende baade i Vedligeholdelse og i Ydelse, og der blev derfor kun forhandlet med Babcock & Wilcox om den forestaaende Kedeludvidelse, som Maskinanlæggets store Udvidelse nødvendigvis maatte foranledige.

Man havde oprindeilig forudsat begge de to Kedelrækker forlængede ved fremtidige Udvidelser (de 6 første Kedler var anbragte 3 og 3 paa hver Side af Fyrpladsen). Det lykkedes imidlertid ved Forhandling med Babcock & Wilcox at faa de 3 nye Kedler, der skulde opstilles i Kedelhusets søndre Side i Forlængelse af de eksisterende Babcock & Wilcox Kedler gjorde saa store, særlig med væsentlig større Hedeflade, at senere Udvidelse af Kedelanlægget ikke blev paakrævet.

Ved Afslutningen af Kontrakten i 1890 med Siemens & Halske som Generalentreprenør for hele Anlægget var der samtidigt givet Kommunen mod en aarlig fast Præmie en 10aarig Vedligeholdelsesgaranti for Akkumulatorbatteriet gaaende ud paa Opretholdelsen af den garanterede Kapacitet. I Begyndelsen af 1886 viste denne Kapacitet Tegn til stærk Nedgang, og Nedgangen blev i Løbet af Sommeren saa stor, at en Pladefornylse maatte finde Sted. Dette skete saa 1897 samtidigt med, at Batteriernes Ydelse blev gjort  $2\frac{1}{2}$  Gange større.

Medens Batteriet jo hidtil havde bestaaet af 2 parallelle Rækker hver paa 136 Elem., blev nu disse Elementer opstillede i 5 parallelle Rækker hver paa 54 Elem., og Batteriet blev ved begge Ender afsluttet med 41 Elementer hver af den femdobbelte Kapacitet. 3 Timers Kapaciteten af det udvidede Batteri var saaledes ca. 5400 Amp. T.

For at udligne Forskelligheder i de parallelt arbejdende Rækkers indre Modstand blev der i Nulledningerne indsat regulerbare Modstande og tillige Ampèremetre.

Ved Prøverne med den nye store Dampdynamo viste det sig, at Kommutatorerne blev betydelig varmere end  $40^{\circ}$  over den omgivende Lufts Temperatur, som Kontrakten forudsatte. Da Siemens & Halske imidlertid ikke nærede nogen Betænkelighed ved den ca.  $90^{\circ}$  C. Temperatur, som Dynamoer erholdt

under Drift, blev Aggregatet med Forbehold fra vor Side overfor den høje Temperatur alligevel overtaget.

1897 blev yderligere et tilsvarende Aggregat bestilt hos Burmeister & Wain, saaledes at Maskinsalen hermed var fyldt. Det nye Aggregat var neppe kommen paa Plads, da Dynamoen til den i 1896 leverede Maskine »brændte af«. Der var ingen Tvivl om, at Aarsagen til Kortslutningen var den høje Varmegrad, som efterhaanden havde forkullet Isolationslagene mellem Kobberstavene og Jernkernen samtidig med, at Vindingslagets Bevægelser ved Temperaturforandringerne havde slidt Hul paa Mekanitlærredslaget ind mod Kærnen.

Siemens & Halske tog straks Konsekvensen af vort Forbehold overfor den for høje Temperatur og ombyttede ikke blot den afbrændte Dynamo men ogsaa Dynamoen paa det sidste Aggregat (No. 5), som lige var kommen i Drift og ogsaa viste for høj Ankertemperatur.

Med de nye Frikartmaskiner opnaaede Værket vel en forbedret Økonomi, men den ret komplicerede Ventilstyring gav Anledning til mange Vedligeholdelsesudgifter.

I 1897 kom Gothersgade Værket ind paa at levere Strøm til Opladning af Sporvognsakkumulatorer til den til elektrisk Drift med Akkumulatorer ombyggede Nørrebro Sporvej (se senere Linie 7).

Opladningen af Akkumulatorerne fandt Sted i Vognene, medens disse holdt paa Kongens Nytorv. Der var til dette Formaal paa Torvet opstillet 2 Opstandere, hvortil underjordiske Kabler var ført fra Gothersgades Elektricitetsværk, og hvorfra Vognenes Opladning skete ved Hjælp af bevægelige Kabler.

Spændingen til Sporvognsbatteriernes Opladning blev tilvejebragt ved, at det mindste Dampdynamoaggregat fra Værket blev brugt som Tillægsmaskine til Spændingsforhøjelse af Strømmen taget fra Samleskinnerne.

Denne Ordning bestod, indtil Elektrificeringen af den københavnske Sporvejsdrift gennemførtes i 1902.

Omkring Aarhundredskiftet fandt 2 betydelige Driftsuheld

Sted: det første af saa katastrofal Karakter, at den indre Bys Forretningskvarter i 5 Dage var uden Strøm.

Det var Natten mellem 5te og 6te Decbr. 1899, at en voldsom Kabelbrand ødelagde alle Udføringskablerne mod Gothersgade. Som tidligere anført var alle disse Kabler lagte som juteomspundne blyklædte Kabler uden Jernarmering. Kabelbranden blev indledet ved en »Jordfejl«, som har givet Flamme og antændt Jutespindingen paa de andre Kabler i den Kabelgrav i Maskinkælderen, hvori de laa hobede sammen. I selve Gaden viste de blyklædte Kabler sig at være stærkt tærede af Chlor dannet ved Elektrolyse i Strandsandet, hvori Kablerne var nedlagte.

Den første Jordfejl udløste Overspændinger (et Fænomen man den Gang stod uforstaaende overfor), og disse Overspændinger gennemsløg svage Steder i Kabelnettet og foraarsagede baade her og der Kortslutninger eller Jordfejl.

Det var et vanskeligt og omfattende Retableringsarbejde. Det havde regnet hele Dagen den 5te Decbr., men om Natten derefter slog Vejret over til stræng Frost, som gjorde det vanskeligt at komme gennem Brolægningen til Kablerne.

Alle Blykabler uden Jernbaandsarmering blev i den følgende Tid — senest Sommeren derefter — udvexlede med jernbaandsarmerede Kabler, og disse blev nedlagte i plastisk Ler, som skulde beskytte Kablernes ydre Lag mod Angreb af Fugtighed og Luft.

Det tog 6 Dage at komme nogenlunde i Orden igen. Det var Kvarteret imellem Gothersgade og Nytorv indbefattet Kongens Nytorv Kvarteret, som havde været uden Strøm; i Amalienborg- og Bredgade-Kvarteret samt i Kvarteret imod Sølvtorvet var Forsyningen hele Tiden bleven opretholdt gennem et Par Hovedledninger, som fra Værkets Samleskiner ud imod Borgergade. Her var Aaret forud en mindre Ejendom — Nr. 15 — bleven erhvervet til dette Formaal.

Kommunen fik Værdien af Kablerne gennem Værket ÷ Kobberværdien erstattet af Brandforsikringen, hvis tekniske Expert ved denne Lejlighed var Oversøminemester Jespersen.

Foraaret og Sommeren derefter undergik hele Udføringen mod Gothersgade en Omkonstruktion, idet der i Forhuset mod Gothersgade blev indrettet en »brandfri« Kælder, hvorfra de enkelte Hovedledninger udgik fra en ny Fordelingsstavle med Ampèremeter, Sikringer, Afbrydere.

Det var — kan man sige — Samleskinnerne paa Værket, som gennem forholdsvis faa Stk. 1000 mm<sup>2</sup> Kabler blev forlængede til Kælderens Fordelingstavle. Naturligvis blev disse Samleskinnekabler oplagt særlig omhyggeligt i den nye udvidede Kabelgrav, der blev udført i Maskinsalskælderens. Kablerne, som var jernbaandsarmerede, blev befriede for den ydre Juteomspinding og oplagte paa Tverbukke af Støbejern paa smaa med Træ paaforede Konsoler.

Man lagde ved denne Lejlighed som senere ved Jævnstrømskabernes Udføring fra Stationerne Vægt paa, at Kablerne ikke havde tænkelig Mulighed for indenfor Stationens Omraade at faa Jordfejl og, at hvis en saadan alligevel skulde indtræffe, der dog ikke opstod Fare for de andre Kablers Ødelæggelse ved Brand. Jævnstrømskabernes Blykappe og Jærnbaandsarmering beholdt fremtidig en Afbrydelse ved Udgangen til Jorden, saa at der ingen alvorlig »Jord« kunde opstaa paa disse Kabelstrækninger indenfor selve Værkerne. Princippet har i de forløbne 30 Aar staaet sin Prøve.

Det andet store Uheld fandt Sted vistnok i 1901.

Det var den i 1897 samtidigt med Akkumulatorbatteriets Udvidelse opstillede store 2000 Ampères dobbelte Celleskifter, hvori der en Dag fandt Gennemslag Sted til Stellet; da Stellet ikke var bleven isoleret mod »Jord«, opstod der en voldsom Kortslutning, som varede indtil der blev afbrudt for Batteriet. Nogen Virkning paa Forsyningen udadtil fik dog Uheldet ikke.

Efter Reparationen blev ogsaa Celleskifterens Stel isoleret fra Jord.

Jeg skal slutte denne Del af Gothersgade Værkets Historie med at omtale, at Kommunen i Aarenes Løb indkøbte en



Række Naboejendomme, som kunde blive af Værdi ved fremtidige Udvidelser.

Det første Køb skete allerede 1895 af Gothersgade 28. Senere fulgte Adelgade 12, 14 og 16. Helsingørgade 3, 5 og 7 og Borgergade 15. Kommunen disponerede hermed over den væsentlige Del af hele Karéens Areal.

---

## VESTRE ELEKTRICITETSVÆRK

Den voxende Interesse for elektrisk Belysning og den stigende Belastning paa Elektricitetsværket bevirkede, at der maatte tænkes ikke alene paa Værkets Udvidelse som allerede omtalt, men ogsaa paa Elektricitetsforsyning af andre Bydele.

Af andre Bydele laa Vesterbrokvarteret med Raadhuspladsen og Frederiksberggade nærmest for, da det ikke havde været muligt med Spændingen  $2 \times 110$  Volt økonomisk at strække sig længere end til Nytorv.

Allerede 1894 begyndte Undersøgelserne af Beliggenheden og Projekteringen til et Værk i denne Bydel. Kommunen stillede her Grunden  $3600 \text{ m}^2$ , hvorpaa Vestre E. skulde ligge til Disposition, men en Tyngdepunktsberegning af Vesterbrokvarterets Gasforbrug gav egentligt, at Beliggenheden af et nyt Værk her burde være noget længere ude paa Vesterbro.

Med den Udvikling, Kvarteret ved Raadhuspladsen senere har undergaaet, ved Flytningen af Hovedbanestationen umiddelbart opad Vestre E. og ved det vældige Knudepunkt for den elektriske Sporvejstrafik, som Raadhuspladsen blev, maa det imidlertid erkendes, at Vestre E. har faaet den bedst mulige Placering.

1895 blev Projekt og Overslag indsendt til Magistraten, men Gothersgades E.'s Rentabilitet laa endnu ikke saa klar for Dagen, at Magistraten ønskede at forelægge Bevillingsforslag for Borgerrepræsentationen. Først da Regnskabet for 1895

forelaa og viste et sikkert Overskud til Forrentning og Af-skrivning, blev Forslaget fremmet af Magistraten.

I første Halvdel af 1896 forelagde Magistraten da Forslaget til et Elektricitetsværk paa 8000 Lamper à 55 Watt for Borgerrepræsentationen. Under Udvalgsbehandlingen her blev Bygningsplanen, som var udført i Samarbejde med Stadsarkitekten og hans første Mand Arkitekt Clausen noget ændret, særlig blev Værkets Skorsten trukket længere tilbage fra Gadelinien.

Store administrative Forandringer skete i Forsommeren 1896. Den daværende Belysningsdirektør cand. polyt. & jur. A. Therkelsen døde i Slutningen af Maj, og fra 1. Juli udnævntes Windfeld Hansen til Belysningsdirektør og jeg til Driftsbestyrer.

Der blev nu sat Fart paa Udarbejdelsen af Betingelserne for Udbydning af den maskinelle og elektriske Del af Stationsanlægget, og Magistraten opnaaede Borgerrepræsentationsudvalgets Bemyndigelse til denne Udbydning, inden Udvalget havde endt sine Overvejelser.

Omkring November 1896 indkom Tilbudene, og samtidig forelaa Borgerrepræsentationens Tilslutning til Bevillingen for det nye Elektricitetsværk.

Hovedudbudet af Værkets Materiel bestod af

- 3 Vandrørskedler à 200 m<sup>2</sup> 11 Atm. o. T.
  - 2 Tregangsmaskiner 120 Omdr. pr. Min. med direkte koblede Dynamoer à 200 KW. Maskinerne forsynede med Indsprøjtningsekondensator.
  - 1 Akkumulatorbatteri 864 Amp. 3 Timer.
- Tavle og Reguleringsapparater til det hele Anlæg samt Værkets egen Belysning.
- Desuden 1 Udligningsmaskine for skæv Belastning i Treleder-systemets 2 Halvdele.

Tilbudene fra Burmeister & Wain og Siemens & Halske i Forening blev antagne. Der forelaa vel billigere Tilbud med udenlandske Maskiner, men Magistraten ønskede saa meget af Arbejdet som muligt udført her i Landet.

Ogsaa i Licitationen om Ledningsnettets Kabler blev Siemens & Halskes Tilbud foretrukket. Der var stipuleret 5 Aars Garanti, men medens Siemens & Halske vilde overtage denne Garanti med Kabler med kun én Blykappe, holdt Felten & Guillaume det for nødvendigt for at overtage den fleraarige Garanti, at Kablerne fik dobbelt Blykappe. Dette bevirkede imidlertid saa megen Fordyrelse, at Siemens & Halske fik Leverancen. Ledningsnettet svarede til Forsyning af 10000 samtidig brændende 55 Watts Lamper med et Spændingsfald af 10 pCt.

Kedelleverancen blev overdraget til Babcock & Wilcox, England, Akkumulatorleverancen til Tudorfabrikken i Hagen som Underentrepriser under Hovedkontrakten.

Arealet, hvorpaa Værket skulde opføres laa udimod den daværende Tømmerpladsgade. Værkbygningskomplekset omfattede en Akkumulatorbygning i 3 Etager mod den senere Bernstorffsgade, til hvis Udvidelse der blev skaaret en betydelig Strimmel af Grunden, et Maskinhus og et Kedelhus, parallele med og sammenbyggede med Akkumulatorbygningen og med Længdeaxen vinkelret paa Tietgensgade. Mellem Kedelhusets og Vestre Hospitals (Rudolf Berghs Hosp.) Grund blev endnu Plads til en god bred Opkørsel til Værksgaarden. For Enden af Opkørslen og paa den anden Side af Værksgaarden blev den murede 8-kantede Skorsten opført sammen med en lille Bygning til Smedie og Toilet.

Langs Bernstorffsgade ved Grundens sydlige Ende blev opført en Administrations- og Tjenestebolig, og her blev den normale Indkørsel til Værket.

Bygningens Façade mod Tietgensgade blev opført i pyntelig Stil med smuk Sandstens Udsmykning. Kedelhuset var ligesom i Gothersgade Værket dækket med et Shedtag, medens Maskinhus var et Saddeltag af pommerske Bjælker. Med Erfaringerne fra Gothersgade E. for Øje blev der over Maskinsalen bygget en »Rytter« til Lys og Luft. Adgang til Vinduerne skete gennem et smukt anbragt Trappetaarn i Nærheden af Tietgensgade ved Maskinhusets østre Side. Men yderligere

kunde højtsiddende Vinduer over Kedelhus og Akkumulatorbygning give baade Luft og Lys til Salen.

Akkumulatorbygningen havde fladt Tag med Asfaltdækning paa Beton. Selve Etage- og Tagkonstruktionen her var Jernbjælker med Murstenskapper.

Mellem Kedelhus og Tietgensgade blev der Plads til en lille Bygning i 2 Etager med Værksted, Folkelokaler og Bade m. m.

Fra Rejser i Udlandet var jeg bleven opmærksom paa den Fare, der laa i de fra Værket gaaende Kablers Sammenhobning, og ved Kabeludføringen fra Vestre E. blev derfor Kablerne i de forskellige Polariteter holdt adskilt, hver Polaritet lagt paa sin Hylde af Træ ind til Ydermuren. Her blev Kablerne førte gennem hver sit Rør ud, og ligeledes i hvert sit 4" Smedejernsrør førte tværs over Tietgensgade, førend de skiltes ad til de forskellige Sider.

Denne Ordning gav i de forløbne 30 Aar ingen Anledning til Uheld.

Arbejdet med Bygningernes Opførelse blev meget hurtig paabegyndt, men den lange Smedestrejke i 1897 forsinkede i høj Grad Arbejdet paa Værkbygningerne, saa at disse først i Sommeren 1898 blev fuldførte.

For Kølevandets Til- og Afgang blev der fra Havnen ført en Dobbeltledning af Jernbeton til det nye Værk. Ledningens indv. Diameter var 700 mm. Dette Arbejde blev iøvrigt udført i to Tempi, idet det permanente Anlæg ved selve Havnen maatte vente, indtil Gasværkshavnen var færdig; de første Aar maatte man hjælpe sig med interimistisk Indtag og Udløb. Hele dette Arbejdes Projektering, Udbydning og Udførelse skete iøvrigt gennem mit Byggekontor.

Værket kom i Drift ved November 1898 og fik til Leder cand. polyt. Carl Lund, som i 2 Aar havde været Underbestyrer ved Gothersgades Elektricitetsværk. Titlen blev foreløbigt Driftsinspektør.

Kedlerne var ligesom i Gothersgade indrettede til Forbrænding af Koks og Smuld og straks forsynede med Meldrum Blæsere.

Dampmaskinerne havde Frikarts Ventilgliderstyring. Hver Maskine havde kun én Dynamo til 225—280 Volt Spænding, og Typen var Siemens indiv. Poltype. En Kørekran til Haandkraft beherskede hele Salen.

Værkets Økonomi var efter Forholdene — den gennemsnitlige ringe Belastning — god. Det varede ikke længe, inden der maatte tænkes paa Udvidelse af Materiellet, og Værkbygningerne var alle opførte til at kunne modtage en saadan.

Denne Udvidelse fandt Sted i 2 Trin 1901—1902 med 3 store opretstaaende Tregangsdampmaskiner af Burmeister & Wains nye Typemaskine med Cylindergliderstyring og til let Overhedning. Hver af Maskinerne var direkte koblede til en Dynamo af Siemens og Halskes nye Type med udvendige Poler, idet dette Firma nu helt havde forladt Dynamotypen med indvendige Poler som ikke rationel. Dynamoerne var max. paa 500 KW og til en Spænding 450—560 Volt; da Værkernes Overgang til den dobbelte Driftspænding i Mellemtiden var vedtaget, (herom nærmere i et efterfølgende Afsnit), og da Levering af Sporvejslektricitet stod for, blev Kedelanlægget udvidet med 2 Tischbeins Kedler paa 250 m<sup>2</sup> Ildpfl. Disse Kedler — Dobbeltkedler med underliggende Lancashirekedel og overliggende Røgrørskedel — ydede 4000—5000 kg Damp i Timen og var i Tyskland komne stærkt frem paa Grund af deres høje Virkningsgrad. De blev til Vestre E. leverede af Firmaet Borsig, Berlin.

Lysbatteriets Størrelse blev fordoblet og et Pufferbatteri anskaffet til Brug for Levering af Strøm til de elektriske Sporveje, som jo i 1902 kom i Drift i København.

### OVERGANG TIL 2 × 220 VOLT SPÆNDINGEN.

I Slutningen af Halvfemserne var Spørgsmaalet om Overgang til den dobbelte Glødelampespænding altsaa 220 Volt i Stedet for 110 bleven rejst og havde vakt megen Opmærksomhed paa flere Steder i Udlandet.

Den dobbelte Driftspænding vilde jo for de eksisterende

Jævnstrømsværker betyde en Flerdobling af Ledningsnettets Ydeevne og Muligheden af Elektricitetsforsyning fra samme Station til en væsentlig større Rayon.

Manglen ved Systemet var den ca. 10 pCt. mindre Nyttevirkning i Glødelampen, og at Kulbuelamperne skulde have 4 Lamper i Serie paa 220 Volt for at kunne udnytte hele Strømkredsens elektriske Energi; af Betydning for disse Forhold blev imidlertid den samtidige Opfindelse af Nernstlampen som arbejdede med en bedre Økonomi end den almindelige Kultraadsglødelampe og tilmed havde sin største Nyttevirkning som 220 Volt Lampe.

Mange Steder veg man dog tilbage for Ombygning af de ældre Ledningsnet til den højere Driftspænding af Frygt for, at Konsumenternes Installationer ikke med Sikkerhed taalte en Fordobling af Spændingen. Denne Frygt nærede jeg ikke, og da vort Ledningsnet begyndte at trænge til væsentlige Forstærkninger, og der ved Spændingsforhøjelser vilde spares ca. 2 Mill. Kroner i kommende Ledningsnetsudvidelser blev det foreslaaet og af Kommunalbestyrelsen vedtaget at stille ca. 500.000 Kroner til Raadighed til Ændringer paa Værkerne, i Nettene og i Installationerne til at kunne arbejde med en Driftspænding af  $2 \times 220$  Volt i Stedet for med  $2 \times 110$  Volt.

Af Betydning for denne Afgørelse var iøvrigt ogsaa Overvejelserne angaaende hele Byens (excl. Indlemmelserne) Elektricitetsforsyning samt Strømlevering til elektriske Sporveje.

Allerede i 1897 havde jeg begyndt at arbejde med Spørgsmaalet om Øster- og Nørrebros Elektricitetsforsyning, og i 1898 erhvervede Kommunen til dette Formaal Ejendommen Øster Allé Nr. 6 og paa Nørrebro Fælledvej 12, Ravnsborggade 13 og 15. Senere kom for Østerbros Vedkommende Østerbrogade 37 og 39.

Da  $2 \times 220$  Volt blev fastslaet som den fremtidige Jævnstrømsspænding i København, kunde Østre E. projekteres som Elektricitetsforsyningsværk baade for Nørre- og Østerbro, og de indkøbte Ejendomme paa Nørrebro reserveres for frem-

tidige Anvendelser; denne Anvendelse kom som bekendt først ca. 20 Aar efter som Omformerstation, men i de første Overvejelser 1897 spillede den nære Beliggenhed ved Sortedamsøen en betydelig Rolle for nemlig derfra at erholde Kølevand til et eventuelt Dampkraftanlæg.

I Overvejelserne om den højere Spænding var jo ogsaa den betydelige økonomiske Fordel, der laa i ved den kombinerede Drift af Strøm til Lys og Sporveje, man fremtidigt vilde komme ind paa, ved at de to Forsyningsarter kunde have fælles Maskinreserve, saa Dynamoerne afvekslende kunde arbejde med 450—500 Volt Spænding til Lys og 550 Volt Spænding til Sporveje.

Den rigtige Disponering paa dette Tidspunkt tør nok siges at have lagt Grunden — i Forbindelse med det rette Tidspunkt for Højspændingens Indførelse — til de københavnske Elektricitetsværkers senere Stilling som Rigdomskilde for Kommunen.

Da ingen Takstnedsættelse i Anledning af Overgangen til den højere Glødelampespænding fandt Sted, kunde det synes, som om Konsumenterne havde maattet betale Gildet, men i Begyndelsen af det nye Aarhundrede bragte Elektricitetsudviklingen Metaltraadsglødelampen frem, som med sit Elektricitetsforbrug af indtil kun  $\frac{1}{3}$  af de gamle Kultraadsglødelamper, gav Konsumenterne rigelig Erstatning og muliggjorde Elektricitetens Anvendelse til Lys i alle Befolkningslag.

De Arbejder, der maatte udføres paa selve Gothersgade- og Vestre E. for at kunne producere den forhøjede Spænding, var paa Gothersgades Elektricitetsværk nye Dynamoer resp. Ombygning af dem for de 3 ældste Dampdynamoers Vedkommende. De 220 V. Dynamoer med indiv. Magnetpoler i Gothersgade og paa Vestre E. forbleve uforandrede. Tavleanlægene maatte ændres til den højere Spænding og Akkumulatorbatterierne ombygges; det sidste skete i Forbindelse med en Kapacitetsforøgelse. I Gothersgades E. blev ved denne Lejlighed de 5 parallelle Rækker i Stambatteriet opgivet og i



Stedet for indført den høje Celletype, som muliggjorde i Akkumulatorkælderens under Gaarden at opstille 272 Elementer à ca. 2000 Ampère i 3 Timer.

I Ledningsnettet var det særlig Omskiftning af Lamper og Ombygning af gamle eller Levering af nye Motorer til Konsumenterne, som voldte de overvejende Udgifter, og kun successivt kunde Arbejdet skride frem. Det var for Vestre E.'s Vedkommende færdig samtidig med Paabegyndelsen af Strøml levering til Sporvejene.

I Gothersgade foretoges de væsentlige Ændringsarbejder først i 1904, efter at Gothersgade E. Anneks var bygget, og samtidig med at Anneks' 440 Volts Maskiner og dets Tavle- og Batterianlæg blev taget i Drift (herom nærmere senere).

---

## ØSTRE ELEKTRICITETSVÆRK

Ejendommen Øster Allé Nr. 6, der — som tidligere berørt — erhvervedes i 1898 og i Forbindelse med de lidt senere erhvervede Ejendomme Østerbrogade 37 og 39 havde et Grundareal paa 6400 m<sup>2</sup>, frembød gode Muligheder for Anlægget af et stort Elektricitetsværk og for dettes fremtidige Udvidelser.

Placeringen var gunstig for Elektricitetsforsyningen af selve Østerbro lige indtil Bygrænsen, og Forsyningen af Nørrebro kunde ogsaa effektueres fra samme Sted, naar man under Lysforsyningens Maksimum foretog en extra Spændingsforhøjelse af de til denne Bydel førende Ledninger.

For Forsyningen af elektrisk Strøm til Sporvejene laa Grunden Øster Allé 6 ogsaa særdeles godt, saaledes at man paa daværende Tidspunkt kunde nøjes med kun 2 Værker — et i Vest og et i Øst — for Produktion af Sporvejs elektriciteten. Afstanden mellem Vestre og Østre E. var 3200 m.

Kølevandet til Dampmaskineriet, som det var givet, at det nye Værk ligesom de 2 ældre skulde forsynes med, skulde tages igennem Ledninger fra Sortedamssøen.

Brændselsmaterialet, som var tænkt Koks eller røgfattige Kul, maatte vel pr. Vognaksel tilføres Værket, men Udgiften hertil var dog den Gang ikke saa stor, at den kunde være af Betydning overfor et Jævnstrømsværks gunstige Plads i Forsyningsomraadet.

Skulde man have taget Hensyn til Beliggenhed for Kultil-

førsel ad Søvejen, som Direktør Hagemann ved Udvalgsbetænkningens Fremlæggelse i Salen berørte, maatte Værket være anlagt som Højspændingsværk, men hertil var Tiden efter min Mening endnu ikke moden. Der var endnu ved Aarhundredskiftet noget embryonisk over Højspændingscentralanlægene, og først under Udviklingen nogle Aar ind i det nye Aarhundrede fik man — med Amerika i Spidsen — Øjnene op for Løsningen af de mange nye Problemer og Vanskeligheder, som fremkom ved Indførelse af Højspændingen i store Elektricitetsværker.

Men mange dyre og bitre Erfaringer maatte først gøres, og de Højspændingstavleanlæg, som ved Aarhundredskiftet bragtes til Udførelse, fik ikke mange Aars Levevarighed.

Bevillingen til Østre E.'s Anlæg blev givet Aar 1900 og lød paa 2.850.000 Kr. Anlægget omfattede Bygningen af et Kedelhus og et Maskinhus med parallelle Længdeakser vinkelrette paa Østre Allé samt en Akkumulatorkælder under en Del af Pladsen.

Paa den ene Side af Maskinhuset sprang en to Etagers Apparatsbygning frem, og Akkumulatorbatterierne blev anbragte i en stor Kælder, indrettet dels under Apparatsbygningen, dels under det frie Areal mellem Maskinhuset og Nabo-grunden mod Øst.

Bevillingen omfattede — foruden de egentlige Arkitekt- og Ingeniørarbejder — 3 Dampdynamoer paa 5 à 600 KW, 5 Kedler til 12 Ato., 1 Lys- og 1 Pufferbatteri, forskellige Hjælpemaskiner, de fornødne Tavleinstrumenter og Reguleringsapparater og det elektriske Lysledningsnet for Øster- og Nørrebro.

Medens Stadsarkitekten ledede Værkbygningernes Opførelse og Stadsingeniøren de egentlige Ingeniørarbejder — herunder Nedlægningen af Til- og Afgangsledningerne for Kølevandet fra Sortedamsøen — blev de øvrige Arbejder ved dels offentlig, dels bunden Licitation udstykket, en stor Mængde Entrepriser gennem vort eget Byggekontor. Ledningsnettet lagdes

under Kontrol af Elektricitetsværkernes Ingeniørkontor, som i 1901 var bleven dannet.

Kedelhuset blev bygget lavt i Forhold til Maskinhuset med 2 Etager under Gaardens Niveau, og Fyrpladsen laa ca. 3,2 m under Maskinsalens Gulv. Grunden hertil var Ønsket om en god Føring med Dampledninger saa korte som muligt til Dampmaskinerne samt Hensynet til en god Ventilation af Maskinhuset ved paa begge Længdevægge at have en Række store oplukkelige Vinduer.

Over Fyrpladsen blev ovenpaa Kedelhuset opført Kulsiloer baaret af en Række Gitterdragere. Mange Overvejelser havde fundet Sted om den hensigtsmæssigste Maade at faa Kullene ad mekanisk Vej til Kedlerne, og de resulterede i Kullenes Aflæsning fra Vogn til en Grube for Enden af Kedelhuset, hvorfra en lodret Spandkædelevator førte Kullene tilvejs og afleverede dem paa et vandret Transportbaand. Denne Anordning, som viste sig god og praktisk, blev indført ved de Kedelhuse, som senere byggedes af Københavns Elektricitetsværker.

Denne Transportbaand-Ordning var den Gang ret ny; jeg havde set den paa Pariserverdensudstillingen Aar 1900.

Kedlerne, 2 Vandrørs- og 4 Røgrørskedler à 250 m<sup>2</sup> Ildpfl., forsynede med Overhedere leveredes af Borsig, Berlin.

Medens Vandrørskedlerne blev haandfyrede, forsynedes Røgrørskedlerne med Underfeed-Stokere med Underblæst fra Nyeboe & Nissen.

I Røgrækkene blev anbragt Economisere; for Vandrørskedlerne én Greens Economiser, for Røgrørskedlerne én Calverts Economiser. Spjæld i Kedelunderbygningens Røgkanaler tillod at føre Røgen uden om Economiserne direkte til Skorstenen.

Forbindelsen mellem Kulsiloerne og Kedlernes Fyrplads skete gennem en langsløbende Kranvægt til Vejning af de fra Siloerne tagne Kul.

Om Economiserne var der iøvrigt ved Forslagets Behand-

ling i Kommunalbestyrelsen Divergens. De var foreslaede fra Belysningsvæsenets Side, men Magistraten strøg dem efter Stadsingeniør Ambts Erklæring i Sagen.

Borgerrepræsentationens Udvalg, i hvilket Hagemann fik Sæde, indsatte imidlertid igen Bevillingen til Economi-serne.

Maskinhuset blev projekteret og bygget efter de herhjemme og ude indhøstede Erfaringer. Dets Ventilation blev straks ved Projekteringen underkastet en omhyggelig Behandling og fik ikke alene højtsiddende store Vinduer til at aabne men ogsaa en Række Volpertske Hætter i Taget.

Tagkonstruktionerne var iøvrigt af Jern, da der mod de svære Spærfag af Træ havde gjort sig Betæneligheder i Retning af Brandfare gældende. For at hindre Ulemper af kondenseret Vand blev Tagets indvendige Flade beklædt med isolerende Plader af brandfrit Materiale. Det var Faren for Drypvand fra Jerntagspærværk, som i de 2 først byggede Værker havde ført til Trætagkonstruktionerne der.

Maskinsalen forsynedes med en elektrisk Kørekran til 30 Tons Løfteevne, leveret af A/S Titan.

Medens Dampmaskinerne ligesom ved de tidligere Værker blev leveret af Burmeister & Wain, blev Dynamøerne og det elektriske Tavleanlæg m. m. leveret af Schuckert & Co., Nürnberg.

Dampmaskinerne var Tregangstypemaskiner med 100 Omdr. p. M. forsynede med Ventilstyring paa Højtrykcylindren og med Olieseparator for Olieudskillelse af Spildedampen. Jeg vil gerne nævne her, at Burmeister & Wain til en Begyndelse var betænkelig ved vort Krav om en Overhedningstemperatur af 320° C.; det maatte dog gaa ind derpaa, og der kom ejheller Ulemper af Betydning deraf.

Kondensationsanlægget omfattede 2 Sæt separate elektriske Centrifugalpumper til Kølevandets Cirkulation, elektriske Stempelpumper til Luftpumper og separate Kondensatorer.

Paa Axlen mellem Elektromotoren og Luftpumpen var an-

bragt Svinghjul, hvad der sikrede Pumperne en paalidelig Gang.

Dynamoerne var Schuckerts normale Type og ydede ved 100 Omdr. pr. M. max. 600 Kw ved en Spænding fra 450 til 570 Volt.

Dynamoerne skulde tjene baade til Lysdrift, Sporvejsdrift og Lysbatteriets Opladning.

Tavleanlæget var meget omfattende for at kunne opfylde ikke alene disse Krav men ogsaa Kravet om at kunne sætte forhøjet Spænding paa de enkelte Hovedledninger.

Som tidligere anført blev der til Opstilling af *Akkumulatorbatterierne* udgravet Kælder under Arealet mellem Maskinhuset og Naboejendommen mod Øst. Kælderen havde stor Loftshøjde og strakte sig ind under Tavlebygningen, som der ved fik en fortrinlig Føring af Forbindelsesledningerne mellem Reguleringscellerne og Lysbatteriets Celleskiftere. Opad Nabogrunden blev opført en enetages Bygning, som indeholdt Trappe og Elevator til Kælderen samt Lager- og Reparationsrum for Akkumulatormateriale og Udvaskningsrum for Akkumulatorluften.

Akkumulatormummets Opvarmning og Ventilation skete efter Samraad og i Samarbejde med Stadsingeniøren.

Ad Luftsakker fra Gaarden førtes den friske Luft over dampopvarmede Radiatorer til Kælderen, medens Luften udsugedes af en elektrisk dreven Centrifugalventilator og gennem Udvaskningsrummet for medrevet Svovlsyre førtes til en lav Skorsten i den lille Akkumulatormaterialebygning.

Kælderne indeholdt et Lysbatteri paa 272 Elementer ca. 900 Ampère i 3 Timer samt et Pufferbatteri til Sporvejsdriften paa ca. 900 Ampère i 1 Time.

Batterierne blev efter en offentlig Licitation overdragne til Accumulatorfabrik Hagen/Westfalen, som jo havde leveret de tidligere Batterier. Firmaet var vel ikke billigst ved denne Lejlighed, men det tilbød under Forhandlingerne en for os meget gunstig Vedligeholdelses- og Reparationskontrakt for

samtlige vore nuværende og fremtidige Batterier. Denne Kontrakt varede med Forlængelse  $2 \times 10$  Aar, men ønskedes i 1922 af Accumulatorfabriken paa Grund af Tidernes Ugunst ikke fortsat.

*Ledningsnettet* blev ved Licitation overdraget til Callender & Co., England. Det blev lagt efter et ret nyt af ovennævnte Firma patenteret System og bestod af bitumenisolerede Kabler nedlagte i Trærender paa Bærere af Træ og omstøbte i Renderne med Bitumen.

Efter den store Ledningsnetskatastrofe i Slutningen af 1899 var der kommen en vis Ængstelse hos os for Følgen af Kortslutninger eller Jordslutninger i Kabelnet med jernbaandsarmerede Kabler, og de bitumenisolerede Kabler frembød i saa Henseende en Sikkerhed for store Forstyrrelser i Elektricitetsforsyningen.

Skønt Kabler af dette System havde været flere Aar i tilfredsstillende Drift i en stor engelsk By, inden vi anskaffede dem, faldt dette Kabelsystem ikke i Længden ud til Værkerne Tilfredshed; det gav i Aarenes Løb Anledning til mange mindre lokale Forstyrrelser, og Kablerne er efterhaanden af Elektricitetsværkernes Ingeniørkontor bleven udvekslede med jernbaandsarmerede Kabler.

Kablerne førtes ud fra Værket dels mod Østerbrogade, dels til Østerbros Triangel ad en stor Tunnel, som liggende langs med Maskinhusets østre Langside direkte kunde optage de fra Tavlebygningen til Byen førende Kabler. Tunnelen førtes dels ad Østre Allé til Trianglen, dels gennem Ejendommen Østerbrogade 37 til Østerbrogade.

Tunnelen blev omhyggeligt udført, for at ikke Kablerne ved Dugvand eller indtrængende Grundvand skulde lide Skade ved Fugtighed. Der blev saaledes ført varm Luft frem til Tunnelens Ende ved Trianglen og ved Sugningen fra Maskinsalen atter draget tilbage gennem hele Tunnelens Længde.

I Tunnelen blev Kablerne oplagte isolerede gennem Træunderlag fra »Jord« og — ligesom omtalt ved Gothersgade E. iøvrigt sikrede mod »Jordslutning«.

Østre E. kom i Gang i Oktober 1902 med Gothersgade E.'s Underbestyrer O. Engholm som Driftsinspektør senere Driftsbestyrer, og allerede Aaret efter blev den 4de Dampdynamo af samme Størrelse og Ydelse som de 3 første opstillet.

Til denne nye Dampdynamo var Burmeister & Wain ligeledes Leverandøren af Dampmaskinen, medens A/S Titan blev betroet Leverancen af Dynamoen.

#### UHELD OG ERFARINGER.

Det mekaniske Fyringssystem paa de 4 Dobbeltkedler med Sneglen, som skruer Brændslet op i Fyret, gav Anledning til mange smaa Forstyrrelser og mange Vedligeholdelsesudgifter. Nogle Aar senere, da ogsaa de 2 Vandrørskedler fra Borsig forsynedes med Underfeedstokere og Underblæst, blev Brændslets Indføring ved Stempel foretrukket.

Regulering af Dampens Overhedning gennem Spjæld i Keldrøgrækket viste sig ikke praktisk og maatte opgives.

Efter en Kortslutning i en af de Schuckerske Dynamoers Kommutatorer fandt man det rigtigt at have en hel Kommutator liggende i Reserve. Den blev dog — saavidt mig bekendt — aldrig taget i Brug.

De anbragte Olieseparatorer paa Dampmaskinernes Spildedampsledning viste sig utilfredsstillende, saa det blev nødvendigt at supplere dem med Fødevandets Filtration gennem et Koksfilter. Ca. 10 Aar senere blev iøvrigt anskaffet et engelsk Filteranlæg baseret paa Oliens Udfældning ved Elektricitet, en Metode, der viste sig særdeles god.



## GOTHERSGADES ANNEXVÆRK

Som tidligere berørt blev Ændringen af Driftsspændingen til  $2 \times 220$  Volt gennemført i Sammenhæng med Opførelsen af det nye Anneksværk til Gothersgade E.V. i 1904.

Dette Værk blev projekteret til 4 Stk. 1000 KW Jævnstrøms Dampdynamoer og 8 Dampkedler og 1 Akkumulatorbatteri af en Ydelse ca. 2000 Amp. i 3 Timer, men første Bevilling omfattede kun 2 Dampdynamoer og 5 Kedler.

I Modsætning til vore tidligere Byggeforetager skete Projekteringen og Opførelsen af de nye Bygninger ikke ved Stadsarkitektens Foranstaltning, men direkte ved egen Arkitekt — in casu Arkitekt Frøhse — som af Stadsarkitekten var udlaant til os, og som kun til det rent arkitektoniske skulde indhente Stadsarkitektens Approbation.

Samarbejdet med Stadsarkitekten havde for Belysningsvæsenet vist sig tungt arbejdende og lidet fremmende for hurtig Fremme af Byggearbejderne. Samarbejdet med Stadsingeniøren fortsattes endnu ved dette Byggeri. For Arkitekten, hans Medhjælpere og vore Ingeniører var der da ved Byggepladsen oprettet en Tegnestue, hvor et udmærket Samarbejde fandt Sted.

Paa de frigjorte Arealer af Adelgade 12 og 14 samt paa den dybe Baggrund til Adelgade 16 blev det nye Kedel- og Maskinhus opført: Kedelhuset langs Adelgade med en Montageport i Husets Midte og Maskinhuset vinkelret derpaa begge mod det gamle Værk begrænset af den gamle Akkumulator-

kælders ydre Sider. Mod Helsingørgade opførtes en ny Akkumulatorbygning i 4 Etager.

Kedelhuset dækkedes af et Shedtag med Opbygning i Midten til en Række Kulsiloer baaret af Gitterdragere og Profiljernssøjler. I det nordøstlige Hjørne opførtes den ca. 66 m høje runde Skorsten efter Custodis System og under Ledelse af en tysk Montør fra Custodi. Der blev under Opførelsen taget Vare paa, at Skorstenen, som jo svinger i Storm, ikke fik Forbindelse til Kedelhusets Tag. Skorstenen har gennem de mange Aar holdt sig usædvanlig godt og først for nylig efter min Afgang givet Anledning til Anbringelse af et Par enkelte Bandager i Toppen.

Fra Kulsiloernes tilspidsede Bund førtes Kullene over en »Averys« automatiske Kulvægt, anbragt paa en Løbekran paa Skinner langs Kedelgalleriets ydre Side, til Kedlernes »Hop-pere«.

I Kedelhuskælderen blev der Plads til Røgkanalerne og til en afgrænset Askegang, hvori en Rysterende til autom. Transport førte Kedlernes Aske og Slagger til en lille Elevator og Askebeholder, hvorfra de pr. Vogn kørtes bort.

Kedlerne blev levere af Stirling Boiler Co., Skotland, og var vistnok de første af denne Stejlrørstype paa det europæiske Kontinent. Vi var bleven bekendt med den særlige Skibstype af denne Kedelkonstruktion gennem dens Installation paa en lille Lystdamper, som fra Skotland med Chefen for Stirling Comp. ombord kom her til København. Efter at Maskininspektøren Holger Hansen havde haft Lejlighed til paa en Rejse til England at anstille nærmere Undersøgelser over Kedeltypens Funktionering i bestaaende Anlæg, nærrede vi ingen Tvivl om dens Hensigtsmæssighed. Skønt ikke billigst blev den ved Licitationen alligevel valgt.

Det var 5-drum Typen med ca. 300 m<sup>2</sup> Hedeflade, der blev valgt. Ristefladen var ca. 6 m<sup>2</sup>; de forsynedes med Overheder til 320° C. Overhedningsgrad. 4 Kedler fik mekaniske Kæderiste, den 5te foreløbig Haandfyring.

Opstillingen var 4 nærmest Skorstenen, den 5te — den

haandfyrede — yderst til venstre mod Adelgade. Bag de 4 Kedler blev én »Calverts« Economiser opstillet.

Der var nogle Vanskeligheder ved Kedlerne den første Tid, idet de var sensible for Overkogning overfor ringe Mængder af Saltvand i Kondensatet. Manglen blev afhjulpet dels ved Anbringelse af en ekstra Dampbeholder over Kedlerne, dels ved at indskrænke Cirkulationen mellem de to nederste »drums«.

Iøvrigt viste Kedlerne sig udmærkede, gav uden Vanskelighed ved 13 Atm. o. T. 6000 kg Damp i Timen med god Økonomi.

Det store og godt disponerede Fyrrum viste god Forbrænding af Kul uden Røgulemper.

Kedlerne var ejheller ved godt Fødevand vanskelige at rense, og Vedligeholdelsesudgifterne i det Hele ikke store.

Med Startningen af Stokerfyring paa Østre E.'s Kedelanlæg var Elektricitetsværkerne kommen ind paa Kulfyring. Gasværkernes Kokssmuld, som Gothersgade og Vestre Elektricitetsværk havde været en væsentlig Aftager af, blev efterhaanden optaget af alm. Forbrugere og praktisk set forladt af Elektricitetsværkerne omkring Aarhundredskiftet. Hertil bidrog — ved Kedlernes efterhaanden stærkere Forcering Ulemperne ved Askeregn i Værkernes nærmeste Omgivelser. — Klager særlig fra Gothersgades E.'s Kvarter var mange.

Paa Østre E. optoges Fyring med skotske Antraciter, saaledes var Aitken Navigation Smalls bl. a. en meget søgt og god Vare, og hele Koks paa de haandfyrede Vandrørskedler.

I det nye Gothersgade Anneks kom man fortrinsvis ind paa Benyttelsen af vaskede skotske Smaakul (Singles), som med sine ca. 6000 Cal. pr. kg Kul viste sig at være det rigtige Brændsel for Kæderisten.

Kedel- og Maskinhuset var adskilte ved en lav Portbygning, som gav Mulighed for Gennemkørsel fra den egentlige Værksgaard til Gaarden Adelgade 16, og som ovenover denne Gennemkørsel afgav Pladsen for Opstillingen af Olieudskilnings-

anlægget for Kondensatet. Selve Blødgøringen af Spædevandet skete i 2 lodrette cylindriske Beholdere i Kedelhuset.

Medens de tidligere byggede Maskinhuse over Panelhøjde havde de indvendige Vægflader beklædte med fugede Façademursten, blev Maskinsalen i Annexet beklædt indvendig med hvide glacerede Mursten for at have Mulighed for Væggens Afvaskning.

Da kun den langs Gaarden løbende Façade tillod Adgang for Lys og frisk Luft, blev der over Maskinsalen bygget en meget stor Rytter med oplukkelige Vinduer til alle Sider. Maskinhustaget blev gjort fladt og dækket med »Holzement« over Murstensbuer mellem  $\perp$  Bjælker. For at hindre Dugdannelser under Maskinsalens Loft, blev der over Jernbjælkerne lagt Strimler af Jernfilt, som har svaret til Hensigten.

Taget blev baaret af en Række Gitterdragere, og Loftet ligesom Salens Vægge beklædt med glacerede hvide Sten. Det hele har i det forløbne Tidsrum funktioneret tilfredsstillende. (1)

En elektrisk 30 ts Løbekran blev opstillet til Maskinernes Montage.

Der blev i den nye Maskinsal strax opstillet 2 Stk. Dampdynamoer à 1000—1250 KW med et Omdrejningstal af 100 p. Minut.

Dampmaskinerne var Burmeister & Wains Tregangstype-maskiner. Dynamoerne Siemens-Schuckerts normale udvendige Poltype. Imellem Dynamo og Dampmaskiner anbragtes et kraftigt Svinghjul med dækkede Eger.

Spørgsmaalet om Svinghjulsdynamoer havde ved flere Værker i Udlandet været fremme og vakt en Del Interesse. Tanken at indbygge Svinghjulsmassen i Dynamoens Anker var ret tiltalende og vilde jo bl. a. bevirke et væsentlig kortere Dampdynamoaggregat.

Efter at jeg havde undersøgt dette Spørgsmaal ved en Rejse til Vesttyskland, hvor der f. Ex. i Dortmund Elektricitetsværk var saadanne Svinghjulsdynamoer, blev det dog opgivet hos os. Det viste sig ved Bygningen af saa store Svinghjulsankere

nødvendigt at foretage Ankerbeviklingen paa Stedet, hvad der baade var besværligt og forringede Arbejdets Kvalitet.

Vendepoler var endnu ikke kommen frem, saa Børsteforskydning paa Kommutatoren ved varierende Belastning var stadig nødvendigt, men Udlignings- eller Ækvipotentialforbindelser mellem Ankerets Viklinger til Sikring af en gnistfri Gang blev indført. Hver Dampmaskine havde sin egen Overfladekondensator og Luftpumpe, medens Kølevandspumpeanlægget var centraliseret og bestod af 2 elektrisk drevne engelske Centrifugalpumper.

Det nye Tavle- og Apparatanlæg blev placeret i en Udbygning til Maskinhuset og i samme Højde for Reguleringspodiets Vedkommende som det tilsvarende i det gamle Værk. Idet en Dør indsattes her til Forbindelse mellem Tavlerne, kunde den daglige Betjening indskrænkes til én Mand. Fra et Ovenlys i Udbygningen fik Tavleanlægget fortrinligt Dagslys. Mellem Dynamoer og Tavlen Samleskinner skete Strømføringen gennem jernbaandsarmerede Blykabler lagte mellem Træklemmer. Reguleringspodiets Gulv havde Mettlacher Fliser nedlagte i Goudron og derover en Løber af Linoleum. Det gav en udmærket Isolering mod »Jord«, men Fliserne havde lidt Tilbøjelighed til at forskyde sig.

Kølevandsledningen fra Nyhavn ad Gothersgade til Værket forslog kun til den gamle Sals Maskinanlæg. Yderligere viste det sig, at Ledningen — ganske vist under et ekstraordinært Lavvande — kunde løbe tør. Det blev derfor nødvendigt samtidigt med Bygningen af Annexværket at lægge en ny Ledning fra Havnen til Værket og indrette denne til i paakommende Tilfælde tillige at være Reserve for den gamle Ledning. Men tillige maatte der samtidigt etableres Tilbageførsel af det benyttede Kølevand til Havnen udenom Kloakerne baade fra det gamle og Annexet, da det afskærende Kloaksystem for Byen imidlertid var bleven indført.

Det var naturligt at anmode Stadsingeniøren, som gennem de senere Aars store Kloakarbejder laa inde med betydelige Erfaringer paa dette Omraade, om at forestaa Projekteringen

og Udførelsen af en ny Til- og Afgangsledning for Kølevand mellem Værket og Havnen. Begge Ledninger førtes parallelt i samme Udgravning fra Kvæsthusbroen ad Sct. Annæ Plads, Bredgade, Dronningens Tværgade og Borbergade og for Tilgangsledningens Vedkommende til en Brønd i Kælderen af det nye Værk.

Arbejdet ved Nedlægningen blev for største Delen udført som Tunnelarbejde, og Ledningerne lagdes med Fald mod Værket svarende til det beregnede Tryktab ved fuld Belastning.

I den ca. 10 m dybe Tilgangsbrønd blev Sugeledningernes Bundventiler og Riste opstillede. Det varme Vand gik fra Kondensatorerne til en Samleledning, som gennem en Rørgrav i Kælderen under Borbergade 15 førte ud i Gaden og paa Hjørnet af Helsingørsgade stødte til den fælles Grav med Tilgangsledningen. Disse Ledninger maa i det store og Hele siges at have funktioneret tilfredsstillende, men det viste sig dog under Driften at være en Fejl, at Indtaget for Kølevandet var taget fra Kvæsthusgraven og Udløbet ført til Havneløbet, medens det omvendte burde have været Tilfældet. Ved østlige Vinde samlede der sig i Vinterhalvaaret i Bunden af Kvæsthusgraven megen Tang, som under den haarde Drift 2 Gange daglig maatte fjernes fra Indtagbrøndens Risteværker.

Paa Grundene Helsingørsgade 3 og 5 samt Borbergade 15 blev der dels mod Helsingørsgade opført en 4 Etages Akkumulator- og Lagerbygning, dels mod Borbergade en Kabel- og Rørgennemføringskælder og en Porthbygning med 2 Etager over Indkørslen.

I Flugt med Maskinhuset bag Reguleringstavlen byggedes et rummeligt Værksted i Stueetagen og Folkelokale og Laboratorier paa 1ste og 2den Sal.

Akkumulatorbygningen forsynedes med en Vareelevatør, og Taget dækkedes af et fladt Dække af Murstenskapper mellem Jernbjælker; over Kapperne udlignedes med Beton med Holcementtætning over.

Der blev heri opstillet et Batteri paa 136 Elementer à ca. 1900 Amp. i 3 Timer, som i Serie med det gamle Batteri i

Kælderens under det gamle Værks Gaard skulde danne et samlet  $2 \times 220$  Volt Batteri reguleret ved den i 1896—97 opstillede Celleregulator.

Allerede 3 Aar efter blev Kedel- og Maskinanlægget kompletteret med Opstillingen af 2 Stk. 1000 à 1250 KW Dampdynamoer og 3 Stirling Vandrørskedler.

Kedlerne tilligemed den haandfyrede Kedel i det første Anlæg fik Kæderistestokerfyring, og de nye Dynamoer fik Vendepoler.

Akkumulatorbygningen mod Helsingørsgade blev udvidet 1909, hvorved det lykkedes ved en tættere Sammenstilling af Elementrækkerne og Flytning af de i 1904 opstillede 136 Elementer til den gamle Akkumulatorkælder under Værkets Gaard at faa Plads til et helt nyt Batteri paa 272 Elementer à ca. 4000 Ampère i 1 Time. Batteriet fik sin særlige Celle-regulator med »Sparschalter« og Elektromotorer paa alle 4 Axler, og denne Celleregulator fik sin Plads i en lille overdækket Lysgaard mellem Maskinhuset og Akkumulatorbygningen.

Med Anlægget blev der i de følgende Aar nogle *Erfaringer* gjort, som maaske er værd at notere.

Det første Dampledningsanlæg i Annexet var bleven udført af Franz Seiffert & Co., Berlin, et stort tysk Specialfirma paa dette Omraade. Ordningen var vel i det hele taget god, men Flangesamlingerne og Hoveddampledningens faste Støttepunkter var ikke tilfredsstillende. De kun paavalsede Flanger kunde ikke holdes tætte, ejheller de patenterede Expansionssamlinger.

Allerede et Aars Tid efter Idriftssætningen 1904 maatte vi ved egen Foranstaltning forstærke de faste Støttepunkter, og ved den senere Udvidelse i 1907 gik vi over til Flangernes Paanitning paa Damprørene og til Expansionsbøjninger paa disse.

## DRIFTSUHELD.

Det viste sig en Efteraarsaften ved flere Kedlers Indsætning til Aftendriften, at Labeyriventilerne pludselig lukkede af for Dampen formentlig paa Grund af for hurtigt Oplukning. Kedlerne, som var under stærk Opfyring, sprang hurtigt op paa eet betydeligt Overtryk, og Sikkerhedsventilerne brølede af fuld Hals, saa de kunde høres langt omkring.

Det var ikke muligt at faa Kedeltrykket ned ved Paafyldning af mere Vand, og Kuglerne i Labeyriventilerne lod sig ikke skyde ned.

Først efter et Par Timers Forløb, hvorunder Akkumulatorbatterierne havde maattet alene opholde Driften, faldt Trykket saa meget, at Kuglerne igen faldt fra.

Situationen var meget kritisk, og jeg havde allerede forberedt Borgmester Marstrand, som netop var til Møde i Borgerrepræsentationen, at Faren for Standsning af Værket var overhængende.

Efter dette Uheld blev Labeyriventilerne forsynede med Omløb, saa der under lignende Forhold i Fremtiden hurtigt kunde skaffes Trykudligning til Veje.

Kedelanlæggets Spædevand blev som tidligere omtalt blødgjort ved Tilsætning af Kalk og Soda til et Par Beholdere i Kedelhuset. Imidlertid bevirkede Fremgangsmaaden, hvorved de blødgørende Stoffer tilsattes noget paa Slump, at der i Kedlerne alligevel dannedes et lille Overtræk af Sten, som ved direkte Rensning maatte fjernes. Skønt Ulempen kun var ringe og ret uskadelig, mente man dog at fuldkommengøre Rensningsprocessen ved at opstille et »Bruun & Løweners« automatisk Udfældningsapparat.

Det opfyldte ogsaa sin Hensigt, men efter et Aars Forløb viste der sig særlig i Kedlernes underste Beholdere fremtrædende Tæring.

Opdagelsen deraf voldte stor Ængstelse, og Aarsagen blev tilskrevet flere Ting, dels Luft i Fødevandet, dels Overskud af Soda og Alun i det rensede kondenserede Vand, som ved



at virke paa rene indvendige Kedelflader angreb Jernmaterialet.

Afhjælningen skete ved at frembringe et tyndt Stenovertræk igen i Kedlen, og efter at Bruun & Løweners Fødevandrensers var sat ud af Drift, og den gamle skønsvisse Tilsætning af Udfældningsmidler atter taget op sammen med en nøje Regulering af Alun og Sodatilsætningen, fik vi efterhaanden Bugt med yderligere Tæringer.

### INDFØRELSE AF HØJSPÆNDT VEKSELSTRØM.

Den trefasede Vekselstrøm — Drejestrømmen — som primær Elektricitetskilde havde fra de første Forsøg paa Frankfurterudstillingen i 1891 til henimod Slutningen af det 19de Aarhundrede og Begyndelsen af det 20de Aarhundrede faaet Indpas mange Steder. Det var mig ved Aarhundredeskiftet klart, at Fremtidens Udvikling for Elektricitetsværkerne maatte baseres herpaa. I Parsons Damp turbine, som paa dette Tidspunkt fremkom, kom Midlet til stor Kraftkoncentration. Store Gasmaskiner var ogsaa en Tid paa Tale.

Det kunde anes, at de gamle Anlæg efterhaanden vilde komme i Støbeskeen.

Efter at jeg paa en Rejse i 1904 havde studeret de nyeste Kraftværker i U. S. A. og i Europa, bragte jeg Spørgsmaalet om højspændt Vexelstrøm ved fremtidige Udvidelser af de københavnske Værker frem. Og det trængte snart paa med Udvidelser, thi Elektricitetsforbruget og Værkbelastningerne steg stærkt, saaledes fra 1905 til 1908 omtrent til det dobbelte.

En Udvidelse kunde ske med Vexelstrømsmateriel paa Østre E., men man kunde ogsaa tænke strax at tage Tyren ved Hornene og bygge et helt nyt Kraftværk, som i saa Tilfælde skulde ligge ved Kalvebodstrand.

I en Indstilling om nye Udvidelser af Værkerne i 1906 drøftede jeg begge Muligheder, men sluttede med Forslag om foreløbig at foretage Udvidelsen paa Østre Elektricitetsværk. Heri var imidlertid Belysningsdirektør Windfeld Hansen ikke enig

med mig — det var en af de faa Gange, vi var uenige om tekniske Spørgsmaal. Vi diskuterede Sagen baade i Breve og mundtligt, men jeg kunde forstaa paa ham, at han var bleven irriteret over ved flere Lejligheder i Borgerrepræsentationen fremsat Kritik gaaende ud paa, at Belysningsvæsenet saa for smaat paa Udviklingen. Han indrømmede overfor mig, at det vilde være mest økonomisk at udvide først paa Østre E., men at Udviklingen utvivlsomt hurtigt vilde kræve et nyt Kraftværk.

Belysningsdirektørens Indstilling til Magistraten gik da ud paa straks at bygge et Vekselstrømkraftværk. Stadsingeniøren støttede imidlertid mit Forslag, og Magistraten indstillede mit Forslag til Gennemførelse til Borgerrepræsentationen. Opfattelsen i Borgerrepræsentationen var delt, og det nedsatte Udvalg kunde ikke blive enig. Saa mødte jeg en Dag Alfred Benzon, som var Medlem af Udvalget. Han sagde rent ud, at Udvalget ikke vilde tage Stilling til Sagen, førend Windfeld Hansen og jeg var bleven enige.

Foranlediget heraf arbejdede jeg Østre Elektricitetsværksprojektet endnu en Gang igennem, og det lykkedes mig at finde en Løsning af dette, som gav en billigere Udvidelse af Kedelanlægget. Dette accepterede W. H., og hurtigt efter fik vi Magistratens og Borgerrepræsentationens Tilslutning til Kompromiset og den fornødne Bevilling.

Det blev fastslaaet, at Generatorernes Vekselstrømsspænding skulde være 6000 Volt og Periodetallet 50. 6000 Volt kan med Nutidens Erfaringer ikke synes højt, men den Gang var man baade i Amerika og Europa ængstelig for at gaa højere. Periodetallet blev lykkeligt fastsat til 50. For 25 å 30 Aar siden var der megen Tvivl om, hvilket det rigtige Periodetal skulde være. 25 Perioder var der meget, der talte for, og 42 blev benyttet i England af det største private Selskab udenfor London, som tillige havde elektrisk Jernbanedrift. U. S. A. benyttede almindeligt 60 Perioder.

Ikke lang Tid efter — i 1907 — kom Spørgsmaalet om de indlemmede Distrikters Elektricitetsforsyning. Ved Lov af

19. April 1907 kunde der af Ministeriet gives Tilladelse til tvungne Erhvervelse af Adgang til at benytte offentlige Gader og Veje til Fremføring af elektriske Ledninger, for saa vidt den eller de paagældende Kommuner ikke allerede havde tilvejebragt eller stillede en efter Ministeriets Skøn tilstrækkelig Garanti for inden en passende Tidsfrist at ville tilvejebringe et Anlæg, som i det væsentlige tilfredsstillede de tilsigtede almennyttige Formaal.

Man var i Københavns Kommune ret tidligt klar over, at denne Lov vilde komme og over en saadan Lovs Betydning for Elektricitetsforsyningen af de indlemmede Distrikter.

Nordsjællands Elektricitets- og Sporvejs A/S havde allerede langs Slangerupbanelinien ført en Fangarm indtil denne Banes Endestation paa Nørrebro, og det vilde herfra være let at strække Forsyningen ud til Siderne.

Spørgsmaalet om disse Distrikters Elektricitetsforsyning blev derfor i stor Hast taget op, og Bevilling givet til denne Forsyning.

Det blev vedtaget, at denne Forsyning skulde ske ved Vexelstrøm. Efter omhyggelige Overvejelser og en Rejse, som Windfeld Hansen og Kontorchef Leth foretog, blev det bestemt, at der skulde distribueres lavspændt Vexelstrøm efter 4 Ledersystem med 127 Volt mellem Faseledninger og Nulleder og 220 Volt mellem Faseledningerne. N. E. S. A. havde jo valgt 380/220 Volt, og efter Erfaringerne gennem de forløbne 25 Aar vilde det have været rigtigt ogsaa i København at have valgt denne Spænding, men af Frygt for Ulykkestilfælde ved den højere Spændings Indførelse i Hjemmene blev man den Gang staaende ved 220/127 Volt.

Da det projekterede Højspændingsanlæg paa Østre Elektricitetsværk først kunde blive færdigt i 1908, men da det allerede var paakrævet at give Forsyning til Distrikterne i 1907, blev der installeret et midlertidigt Højspændingsapparat anlæg paa Værket og opstillet 2 Stk. 200 à 250 KW reversible Motorgeneratorer, som i første Omgang skulde levere Vexelstrøm  $3 \times 6000$  Volt til de ydre Distrikter, senere, naar Vexel-

strømproduktionsanlægget var fuldført, omforme Vexelstrømmen til Jævnstrøm 450 Volt.

Det midlertidige Apparatanlæg og de to Motorgeneratorer leveredes af Allg. Gesellschaft og gjorde udmærket Fyldest. Ogsaa efter at Hovedanlægget var kommen i Drift, blev de i nogle Aar anvendte til Omformning til Vexelstrøm i de smaa Nattetimer, naar Belastningen var for ringe til økonomisk Drift af Hovedmaskinen.

Omformerne er begge endte paa Valby Gasværk, den ene efter i en lang Aarrække at have gjort Tjeneste fra 1914 paa Bragesgade Understation.

## ØSTRE ELEKTRICITETSVÆRKS UDVIDELSE I 1908

Bevillingen til Produktion af højspændt Vexelstrøm omfattede 2 Turbogeneratorer 2500—3100 KW ved 1500 Omdr. p. M. Turbinerne byggedes af Burmeister & Wain paa Brown & Boveris Licenz, og Brown & Boveri leverede selve Generatorerne. Frygten for »Skovlesalat« foranledigede Fordringen fra vor Side om en Deling af Skovlerækkerne i en Høj- og en Lavtryksdel.

Hjælpemaskineriet i Luft- og Cirkulationspumper var elektrisk drevet og placeret i Kælderen. Der maatte lægges ny Kølevandsstikledning ind til Turbinerne, og jeg erindrer, at der under Arbejdet herved blev antruffet Flydesand, saa der maatte arbejdes med stor Forsigtighed paa Fundamenteringen.

Til dette Turbineanlæg blev knyttet 4 Stirling Kedler à 500 m<sup>2</sup> Hedeflade, som skulde levere 10 Tons Damp hver i Timen. Kedelrammerne forsynedes med Søjler til eventuel senere Anbringelse af store Dampbeholdere til Dampakkumulering: en Tanke, der var fremme, men senere paa Grund af mindre gode Erfaringer i England atter blev forladt.

British Westinghouse, som havde Erfaringerne fra Westinghouse Comp. i Pittsburg U. S. at støtte sig til, havde Højspændingsapparatet i Entreprise. De amerikanske Højspændingsanlæg var absolut foran de tyske i Sikkerhed. Systemet var en saa vidt mulig Adskillelse mellem Faserne indenfor

Tavleanlæget. De mægtige Olieafbrydere, som var konstruerede til en Brydningseffekt af 20000 KW (en som det syntes os, egentlig urimelig stor Effekt), var 3-delte og fjernstyrede. Jeg anfører, at Oliekasserne var indvendig træbeklædte, hvad den Gang ikke var tilladt efter *tyske* Normer, men utvivlsomt rigtigt.

Problemet Overspændingsbeskyttelse kom vi alvorligt ind paa ved dette første Højspændingsanlæg.

Jeg mente bedst at møde Faren for Gennemslag ved i Udbygningens betingelserne at forlange Konstruktionernes Isolation sikret for den 3 à 4 dobbelte af normal Spænding, medens de tyske Normer endnu paa dette Tidspunkt havde ganske utilfredsstillende Prøvespændinger. Jeg tror, at denne Sikkerhedsmargin igennem Aarene har friet os for mange Uheld. Men Westinghouse installerede desuden et Opladningssystem for at undgaa Overspændinger ved Indsætning af Kabler m. m. paa Spænding samt Würtzske Rullelynafledere for Overspændinger, som iøvrigt kunde opstaa i Anlægget. Vi supplerede iøvrigt dette med Siemens-Schuckerts kendte Hornlynafleder-system.

Til Optagelse af Højspændingsanlægget maatte Tavlebygningen forlænges imod Syd.

Hovednøglerne til Olieafbrydernes Fjernstyring blev paa en skraa Pultflade monteret sammen med et »Dummy-bar« System efter Westinghouse Praxis: Strømretningsvisere og forskelligt farvede Signallamper angav hvilke Samleskinner og Afbrydere, der var under eller uden Spænding.

#### ERFARINGER.

Erfaringerne med Stirling Kedlerne var kun gode. Tæring og Overkogninger fandt ikke Sted, da der ikke til Kondensatet tilførtes Olie, og Kølevandet var ferskt Vand.

For at forbedre Skovlematerialet til Turbinerne var Fabrikerne gaaet til at sætte 25 pCt. Nikkel til Staalblandingen. Det viste sig imidlertid at være altfor stor Nikkeltilsætning,

idet Skovlene blev skøre, og inden der endnu hos os var forekommen nogen Kalamitet af denne Grund, bad Brown & Boveri om Tilladelse til at ombytte disse Skovle med Staal-skovle med kun 5 pCt. Nikkel. Disse Skovle holdt sig ret godt.

En Gennembrænding af en af Generatorernes Statorviklinger faa Aar efter viste sig at skyldes Ozondannelse i Luftrum mellem Isolationslagene. Dette nødvendiggjorde en Omisolering af Kobbermaterialet i begge Generatorers Statorviklinger.

Den stærke Ventilation, som Generatorerne krævede, viste sig ogsaa at nødvendiggøre en Filtrering af Generatorluften, som ved Værkets egen Foranstaltning derefter blev indført.

Muslinger fra Sortedamssøen gav efter nogle Aars Forløb Anledning til Forstyrrelser i Kølevandsforsyningen. Paa Driftsbestyrerens Initiativ blev der i Rørene indsat rørformede Riste, som let kunde udtages og renses.

Medens selve Højspændingeanlæggets Montage var særdeles god, var derimod Montagen af Styre- og Kontrolledninger mindre god saa disse maatte omlægges. Viserinstrumenterne maatte hyppigt justeres.

#### PLAN OM STRØM FRA SVERRIGS VANDFALD.

I 1909 traf jeg ved »Vereinigung der Elektrizitätswerke's« Aarsmøde i Nürnberg Overingeniør Torsten son Holmgren, som var Chef for den nybyggede Trollhättan Kraftstation. Vi kom til at tale om Kraftoverføring paa lange Afstande, og han mente det muligt at sende Kraft i Form af 3 Fas Strøm de ca. 400 km fra Trollhättan til København, saa det kunde lønne sig for København at aftage Strømmen. Der nævnedes ca. 90 Kr. pr. KW plus en lille Pris pr. KWT.

Jeg fik ham den følgende Vinter til at holde Foredrag i Elektroteknisk Forening om Trollhättans Kraftanlæg, og i Slutningen af Foredraget kom han ind paa Muligheden af Kraftoverføring til København. Projektet vakte offentlig en betydelig Opsigt. Igennem en Skrivelse fra Magistraten til

Vattenfallsstyrelsen i Stockholm blev der indledet Forhandlinger om et eventuelt Køb af elektrisk Energi fra Trollhättan. Der gik flere Aar, inden der hørtes afgørende fra Sverrig om Muligheden for at kunne købe, saa kom Svaret, at Kommercekollegiet ikke mente det tilraadeligt at binde sig for en saa lang Aarrække, som der her maatte være Tale om. Det var fra Københavns Side ønsket, at der kunde erholdes 20000 KW.

Faa Aar efter fik Nesa Forbindelse med Sydsvenske Kraftaktiebolaget, og gennem Nesa fik København ogsaa en lille Del i den svenske Vandkrafftelektricitet, hvad der senere omtales nærmere.

---



## VESTRE ELEKTRICITETSVÆRKS UDVIDELSE MED OMFORMER- MATERIEL 1908

Den højspændte Vexelstrøm skulde jo ogsaa tjene til Driftens Koncentration, og i første Omgang var det da Vestre Elektricitetsværk, som fik Omformermateriel og ved 3 Stk. Trefaskabler 95 mm<sup>2</sup> blev forbundet til Østre Elektricitetsværks Højspændingssamleskinner.

Det blev af den Grund nødvendigt at forlænge Maskinhuset og Akkumulatorbygningen, det første til Opstilling af Omformere, den sidste til et Højspændingsanlæg i 3 Etager. Vor Arkitekt ved disse Arbejder var Arkitekt Vald. Schmidt.

Den forlængede Maskinsal blev i Karakter uforandret, kun at Tagværket i Stedet for blev bygget af Jernbeton. Denne Del fik ogsaa sin egen »Rytter« til frisk Luft og Lys. Salen blev bygget til 6 Omformere — 3 paa hver Side af Midtlinien, og der opstilledes strax langs Tavlebygningen 3 synkroner Motorgeneratorer paa 1000 max 1250 KW. De synkroner Motorer var paa  $3 \times 6000$  Volt Spænding, hver tilkoblet uden Mellemeleje en Jævnstrømsdynamo til 440—550 Volt, som baade var i Stand til at gaa i Paralleldriftpaa Lyssamleskinnerne, til at oplade Akkumulatorbatterierne — Pufferbatteriet gennem en Piranimaskine — og til at give Strøm til de elektriske Sporveje med 550 Volt Spænding.

De blev leverede af Siemens-Schuckert og var af en robust og god Konstruktion.

I Forbindelsen mellem Højspændingssamleskinnerne og de synkron Motorer var af Siemens-Schuckert indsat Dæmpespoler for at beskytte Motorerne mod Overspændinger, idet Firmaet havde Mistillid til de Würtzske Rullelynafledere og mente, at de kunde frembringe Overspændinger!

Højspændingsapparatet blev leveret og monteret af British Westinghouse — ligesom det tilsvarende paa Østre Elektricitetsværk — og de samme principielle Konstruktioner blev bragt til Anvendelse her som paa Østre Elektricitetsværk. Dog var Olieafbryderne selvfølgelig af væsentlig mindre Brydningseffekt, men 3-Kasseprincippet var dog bibeholdt.

I 20 Aar, indtil 1928, under en enorm Udvikling fik disse Højspændingsapparatanlæg Lov til at gøre Tjeneste, og de faa Uheld, der har været paa Anlægene viser, at disse Konstruktioner har været gode.

Først langt senere, da Kortslutningsstrømmene ved Kraftanlæggenes Udvidelser vilde blive meget store, og særlig da Faren for saadanne stærke Paavirkninger ved 30 KV Systemets Indførelse paa Omformerstationerne blev overhængende, blev det gamle Højspændingsanlæg paa Østre Elektricitetsværk fjernet og erstattet med moderne Materiel (herom nærmere senere). Paa Vestre Elektricitetsværk nøjedes man endnu i 1928 med at beskytte det gamle Højspændingsanlæg ved Induktionspoler.

### BATTERIUDVIDELSER.

Samtidigt med de omtalte Udvidelser af Østre og Vestre Elektricitetsværk med Turbine- resp. Omformermateriel blev Lysbatterierne paa begge disse Værker forøgede i Kapacitet til at yde — hvert Batteri — 2000 Ampère eller ca. 1000 KW i 3 Timer.

I 1910 blev paa Østre og Vestre Elektricitetsværk Pufferbatterierne til Sporvejsdriften forstærkede ved, at det forhaandenværende Pufferbatteris Elementer paa Vestre Elektricitetsværk blev sammenbygget med Østre Elektricitetsværks

Batterielementer, saa derved fremkom et Batteri paa 1554 Amp. i 1 Time, medens 270 nye Elementer à 2000 Amp. i 1 Time blev opstillet paa Vestre Elektricitetsværk.

Samtidigt med disse Udvidelsesarbejder blev Jævnstrømsproduktionen i den indre By udvidet — som tidligere omtalt — ved Opstilling af 2 Stk. Tregangs Dampmaskiner med tilhørende Kedler.

Elektricitetsforbruget steg i Aarene fra 1905 til 1908 som tidligere omtalt meget stærkt, og da ogsaa Værkernes maximale Belastning var tiltaget i samme Grad, maatte der baade med Hensyn til Produktionsmateriellet og Omformeranlægene tænkes paa nye Udvidelser.

Inden man gik til Bygning af et nyt Kraftværk ved Kalvebodstrand, hvortil Projekteringsbevilling tidligere var givet, ønskede man imidlertid fuldt ud at udnytte Mulighederne af Udvidelsen af Østre Elektricitetsværks Dampanlæg. Opfyldningen i Kalvebodstrand, hvorpaa Værket eventuelt skulde anlægges, var endnu heller ikke tilstrækkeligt fremmet.

Og paa Østre Elektricitetsværk var Muligheden for en saadan Udvidelse tilstede. Kedelanlægget kunde udvides ved Forlængelse af Kedelhuset, og i Maskinhuset lod det sig gøre at opstille endnu en Turbogenerator, naar Kontor- og Folkelokalerne, som fandtes ved Gavlen ud imod Østre Allé, blev fjernede derfra.

Oprindelig var der Tale om en 2500 à 3000 KW Turbine, men ved Undersøgelser, som Stadsingeniørens Kontor udførte, viste det sig, at ved at indføre Sugning i Tilgangskølevandledningens Brønde, kunde dennes Føringsevne forøges 50 pCt. til at give ca. 1 m<sup>3</sup> Vand pr. Sec., saa at det vilde være forsvareligt at opstille en 4—5000 KW Turbogenerator.

Herom blev da endeligt Forslag forelagt og vedtaget.

#### ØSTRE ELEKTRICITETSVÆRKS UDVIDELSE 1911—12.

For at skaffe Plads til nye Folkelokaler blev Portnerboligen flyttet til et tilgrænsende lille Hus, som blev købt. Den gamle

Portnerbolig blev da paabygget en Etage, som forlængedes udover Indkørslen, som hidtil havde været aaben. I Kælderen blev der skabt Plads til Baderum.

Til Værksted og Lager blev der langs Værkets nordvestlige Grænseskel opført en 2 Etages Bygning. Værkskontoret fik Plads midlertidigt i det til Østerbrogade 37 hørende Havehus. Kedelhuset forlængedes og gjordes lidt bredere til at kunne modtage 3 Stirlingskedler med tilhørende Pumpe- og Economiseranlæg og afsluttedes med en Custodis Skorsten af omtrent samme Dimensioner som den første Skorsten. Over Fyrpladsen forlængedes Rækken af Kulsiloer. Maskinhuset fik ogsaa en betydelig Forlængelse. Østre Elektricitetsværk skulde jo nemlig ikke blot være Kraftstation, men ogsaa Omformerstation for Øster- og Nørrebro, og Forlængelsen skulde kunne optage 6 Omformere.

Kultransportanlægget, som jo matte flyttes sammen med Kedelhusets Forlængelse, blev samtidigt udvidet og forbedret. Rysterende anlagt til Askens Transport i Askekældere, en Aske-elevator og en udvendig Askesilo af Jernbeton blev opstillet.

De 3 Stirling Kedler havde ligesom de 4 tidligere Kedler af denne Type til Østre Elektricitetsværk 500 m<sup>2</sup> Ildpfl. og en 2delt Babcock & Wilcox Kæderist.

I Røgkanalen blev en Krügers Economiser installeret.

Paa den aabne Plads udfør Skorstenen blev 3 Dampfødepumper af Weirs Konstruktion opstillet, lidt senere blev et elektrisk Rensningssystem, System Davis Perrett, for Olie i Kondensatet fra de 4 Dampmaskiner opstillet.

Den 4000 max 5000 KW Turbogenerator blev leveret af Siemens-Schuckert, som overlod Maschinenfabrik Augsburg, Nürnberg (M. A. N.), en af de Turbinefabriker, hvormed S. S. den Gang samarbejdede, at bygge Turbinen. Denne var som Aktionsturbinen af kort Byggelængde, saa der blev god Plads i Salen til dens Anbringelse. Da det kneb lidt med Kælderhøjden til Kondensatorens Anbringelse, blev Turbogeneratorens Bundrammer hævet noget op over Maskinsalsgulvet. Maskinens Omdrejningstal var 1500 p. M. og Generatorspæn-

dingen  $3 \times 6000$  Volt. Af Hjælpemaskineriet skal fremhæves en roterende Kapselpumpe til Luftpumpe.

Der blev strax sørget for Filter for Generatorens Køleluft og særligt Luftindtag. Til Højspændingsapparaturen og Instrumenteringen var der forudset fornøden Plads i Højspændingsbygningen og paa Reguleringsgalleriet, og Delene blev leveret af British Westinghouse i Forbindelse med de tilsvarende Dele til de nye Omformere.

### OMFORMERUDVIDELSERNE PAA ØSTRE OG VESTRE ELEKTRICITETSVÆRKER 1911—12.

Ved Etableringen af Omformeranlægget til Vestre Elektricitetsværk i 1908 valgtes, som forhen omtalt, synkron Motor-generatorer. Ved den offentlige Licitation for denne Anskaffelse var der Tilbud paa synkron Motor-generatorer, asynkron Motor-generatorer og Etankeromformere.

Etankeromformere var meget foretrukne i Amerika (U. S.) og meget anvendt i England. I Berlin var denne Type ogsaa den fremherskende ved Berlins Elektricitetsværker.

Asynkron Motor-generatorer havde indtil da fundet udelukkende Anvendelse ved Stockholms Elektricitetsværk, som nogle Aar før København var kommen ind paa højspændt Vexelstrøm og Omformerstationer til Jævnstrømsproduktionen.

Omtrent paa det Tidspunkt, da vor Licitation i 1907 fandt Sted, havde der imidlertid i Berlin fundet en betydelig Ildsvaade Sted i en Etankeromformerstation foranlediget ved, at en Etankeromformers oliekølede Transformator var exploderet og kommet i Brand. Dette Tilfælde bevirkede, at vi tiltrods for Etankeromformernes større Nyttetvirkning ikke paa det Tidspunkt turde gaa i Lag med Etomformere paa Vestre Elektricitetsværk, hvor Trætaget formentes at frembyde stor Fare for hele Værkets Ødelæggelse ved en oliekølet Transformators Brand.

Asynkron Motor-generatorers Virkningsgrad var den lave-

ste af de tre Omformertypers, og Faseforskydningen i Nettet paa Grund af disses watløse Strømme var ogsaa en Mangel.

Den synkrone Motorgeneratortype blev derfor den Gang principielt foretrukken. Noget senere kom imidlertid J. L. la Cours Cascadeomformerkonstruktion frem, og denne Type forekom os at forene Etankeromformernes høje Virkningsgrad med Motorgeneratorernes sikre og enkle Drift. Netop for vor 6000 Volts Spænding syntes den nye Omformertype at være den ideale Løsning, naar stor Spændingsvariation ikke var krævet.

Der blev saa 1911—12 anskaffet fra Asea i Vesterås 4 Cascadeomformere: 2 til Østre Elektricitetsværk og 2 til Vestre Elektricitetsværk, alle af samme Størrelse 1000 KW normal og med en Spændingsvariation mellem 440 og 500 Volt, som den almindelige Anvendelse til Lys krævede.

British Westinghouse fremkom imidlertid med et meget billigt Tilbud paa en Etankeromformer, og under Garanti af meget høj Virkningsgrad blev én 1000 KW Etankeromformer til Sporvejsdriften paa Vestre Elektricitetsværk anskaffet fra dette Firma. For at undgaa Faren for Oliebrand blev den tilhørende Transformator gjort luftkølet uden Olie.

Paa Østre Elektricitetsværk blev Cascadeomformerne opstillet i den udvidede Maskinsals østlige Side. Paa Vestre Elektricitetsværk blev de 3 nye Omformere opstillet vis à vis de ældre Synkronmotorgeneratorene i Salens Længderetning.

I Kælderetagen blev begge Steder ved og i Omformerfundamentterne de til Fjernbetjening indrettede Apparater opstillede.

Paa Østre Elektricitetsværk blev, som allerede tidligere var sket paa Vestre Elektricitetsværk, Jævnstrømskinneanlægget oplagt i Kælderen umiddelbart ved Omformeren, og Samleskinners Føring med Forbindelserne til Ledningsnettet gjort saa enkel som muligt. Ligesom paa Vestre Elektricitetsværk blev Afbryderne og Reguleringsmodstandene styret fra Tavleanlægget, hvorved baade en enklere Anordning opnaaedes og tillige, at der ikke umiddelbart ved Tavlen fand-

tes Stærkstrøm. Lysnettets Samleskinner blev forlænget i passende Dimensioner til Kælderen i den samtidig paa vor Grund byggede *Forretnings- og Beboelsesejendom Østerbrogade 37 og 39*, hvorfra et Kabel- og Fordelingskammer for en Del af Ledningerne til Bynettet blev indrettet.

Med de saaledes beskrevne Anlæg blev der gjort en Del *Erfaringer*.

*Kedlerne* viste sig vedblivende som værende af en fortrinlig Type, og Kæderistene funktionerede godt med vaskede eller harpede ikke bagende Smaakul, men da Kedlerne to og to var sammenbyggede, kunde man ikke under Driften rage op i Fyret paa de midterste Stokere (disse var todelte), saa at det var vanskeligt med uensartet Brændsel — særlig naar dette var bagende — at opnaa fuld Nyttevirkning af Brændslet og fuld Ydeevne af Kedlerne.

Med selve *Turbogeneratoren* af M. A. N.s og Siemens-Schuckerts Fabrikat er der kun høstet de bedste *Erfaringer*, derimod gav den med dette Anlæg leverede elektrisk drevne Kapselluftpumpe Anledning til megen Klage paa Grund af Varme i Pumpen og hyppige Reparationer.

*Kascadeomformeren* vilde ikke strax gaa gnistfrit; La Cour, som den Gang var Overingeniør ved Asea, havde kun for hveranden Pol indsat Hjælpepol; efter at der overalt var bleven indskudt Hjælpepoler, og forskellige andre mindre Mangler afhjulpne, maa denne Omformertype siges at have gjort udmærket Tjeneste hos os.

*Etankeromformeren* fra British Westinghouse, som først noget hen i Aaret 1913 blev klar til Drift, blev aldrig fuldt tilfredsstillende og gav hyppig Anledning til partielle Forstyrrelser af Sporvejsdriften.

Det lykkedes heller ikke Firmaet ved Afleveringen at paa- vise den høje Nyttevirkning, saa det maatte betale en Erstatning derfor.

Den var utvivlsomt for lille for den Ydelse 1000 KW max 1250 KW, hvorfor den var bestemt, særlig for den stærkt varierende Sporvejsstrøm.

Magneterne blev ved 1000 KW normal Belastning for stærkt mættet, saa at Aktionen fra Hjælpepolernes Side ved Variationerne ikke kunde blive effektiv. Der kom derfor stærke Gnistdannelser ja undertiden Overslag mellem Børsterne.

Transformatoren var mindre omhyggeligt lavet, saa at den en Del Aar efter paa Grund af en Overspænding i Højspændingssystemet blev slaaet igennem i Højspændingsviklingen. Dens Nybevikling skete ved vor egen direkte Foranstaltning.

### 1000 KW OMFORMER TIL GOTHERSGADES ELEKTRICITETSVÆRK.

Der var paa et vist Tidspunkt (1909) givet Bevilling til Bygning af en Omformerstation i Forbindelse med Driften af Gothersgades Elektricitetsværk, og Gothersgade 28, som allerede i 1894 blev indkøbt til Sikring af eventuelle Udvidelsesmuligheder for Gothersgade Værket, skulde til dette Formaal afgive sin Baggrund, som med sine Bygninger til Beboelser og Lager indtjente en god Leje.

Imidlertid viste i de følgende Aar Udviklingen af Elektricitetsforbruget for den indre By, at Stigningsprocenten her var kendelig aftaget, og det blev da besluttet at se Tiden an med Hensyn til Bygningen af en større Understation og foreløbigt at indskrænke sig til at opstille en 1000—1250 KW Kascadeomformer i Annexværkets Maskinsal. Dette skete i 1913, efter at Erfaringerne fra Vestre og Østre Elektricitetsværker med Kascadeomformere var kendt, saa det viser, at baade Typen har passet godt til vore Forhold, og Leverancen fra Asea Vesterås har været i det hele tilfredsstillende.

Det kneb at finde Plads til Højspændingsanlægget for denne Kascadeomformer. I Celleskifterrummet for det nye Batteri lykkedes det imidlertid at opstille et Par Højspændingsceller afskildrede med aflaaede Traadgitre fra selve Lokalet, hvortil jo hele Personalet almindeligt havde Adgang.

Cellerne byggedes af Duroplader, og Siemens-Schuckert leverede Apparaterne.



Dette noget provisorisk opstillede Omformer- og Højspændingsanlæg og det tidligere omtalte 1000 KW Akkumulatorbatteri var de eneste Udvidelser, Gothersgade Værket fik i mange Aar, men gennem de sammenbyggede Ledningsnet hjalp Værkerne i ikke ringe Grad i mange Aar hinanden. Først i 1922, efter at H. C. Ørstedværket var kommen i Drift, blev det atter udvidet, men herom senere.

### EN KAJKRAN VI IKKE FIK.

Under den store Kulstrejke i England 1912 følte Elektricitetsværkerne stærkt Manglen ved ikke at have egne Kullagre og Kullosseapparater. Efter Strejken blev derfor Spørgsmaalet taget op, og Forslag udarbejdet til Kulkran i Frihavnen, som kunde losse dels til Vogn og dels til den af Belysningsvæsenet af Frihavnsselskabet lejede store Plads ved Kajen.

Forslaget mødte imidlertid uventet Modstand i det af Borgerrepræsentationen nedsatte Udvalg, hvis Formand blev Gasværksarbejder Johansen, Tillidsmand paa Østre Gasværk. Han ønskede formentlig af Hensyn til Østre Gasværks Arbejderes Interesser at faa Elektricitetsværkernes Hovedlager af Kul ind paa Østre Gasværk. Ordningen var økonomisk ret umulig, men Udvalgsbehandlingen trak ud til i Begyndelsen af 1914, da Sagen kom til Afstemning i Salen. Stemningen i Udvalget havde været delt. Belysningsvæsenet blev støttet af Ingeniør J. Rump, medens til vor Forbavselse daværende Havnebygmester H. C. V. Møller gik imod vort Projekt og trak mange med sig.

Ved Afstemningen faldt Belysningsvæsenets Forslag med 1 Stemme. Ingeniør Rumps Svigermoder var død Natten forinden, og Rump var derfor ikke tilstede ved Sagens Afgørelse. Hans manglende Stemme gjorde Udslaget. Liden Tue væltede Læsset!

Hans Ordførerskab maatte overtages den Gang af den nye Borgerrepræsentant Hedebo, som talte varmt for vort Forslag.

Manglen af Kranen følte stærkt i de efterfølgende Krigs-  
aar med de uregelmæssige Tilførsler og vanskelige Arbejds-  
forhold og høje Arbejdslønninger. Den vilde have indtjent  
sin Udgift til Anskaffelsen ca. 95000 Kr. mange Gange.

#### BRAGESGADE UNDERSTATION.

Nørrebro blev i over 10 Aar forsynet med Strøm gennem  
Kabler direkte fra Østre Elektricitetsværk. Forbruget langs  
Nørrebrogade, men særlig Kvartererne ved og udenfor Jagt-  
vejen var imidlertid efterhaanden tiltaget saa stærkt, at der  
maatte gøres noget alvorligt for at imødekomme det. Ejen-  
dommen Fælledvej 12 og Ravnsborggade 13 og 15 var jo ind-  
købte til Elektricitetsværkernes Formaal, og det var derfor  
naturligt, at man forsøgte Projektering af en Understation paa  
dette Sed til Forsyning af hele Nørrebro. Men ogsaa fra dette  
Sted var Forsyningsafstandene til det yderste Nørrebro ret  
stor, saa at Tanken begyndte at sysle med et særligt Værk  
for denne yderste Bydel indenfor Jævnstrømsforsyningens  
Rayon. Hertil kom Sporvejselctricitetsforsyningen for denne  
yderste Del af Nørrebro. Sporvejen havde Planer om flere  
nye vigtige Linier herude, ja om en Forlængelse helt ud til  
Husum.

Til Forsyning af denne Forlængelse og af andre Sporvejs-  
strækninger der ude præsenterede de os Forslaget til en lille  
Omformerstation lange ude i Periferien.

Under Indtrykket af disse forskellige Forhold foreslog jeg  
da at bygge en kombineret Omformerstation for Lys og Spor-  
vej paa Nørrebros Sporvejsremises Grund, saaledes at det til  
Stationen nødvendige Areal *lejedes* af Sporvejene.

Tanken vandt Bifald, og saa haardt tiltrængte Lysforsynin-  
gen Hjælp derude, at der allerede i Efteraaret 1913 proviso-  
risk maatte opstilles en Omformer derude; det blev en af de  
250 KW AEG Omformere paa Østre Elektricitetsværk, som  
blev flyttet derud og i kortest mulig Tid i provisorisk Bygning  
inden Vinteren taget i Drift.

Paa Østre Elektricitetsværk havde denne lille Omformer ikke mere Betydning for Forsyningen.

Den nye Understation døbt *Bragesgades Understation*, idet den kom til at ligge ud imod Bragesgade, og kom i Drift i 1915. Den første Udbygning bestod af en Værkbygning, i hvis Stueetage 4 Omformere blev opstillet, og Plads reserveret til yderligere Udvidelse af Materiellet. Bygningen opførtes af Murværk med Etageadskillelse af Jernbeton. Det vandrette Tagdække var ligeledes af Jernbeton med Holzcementtætning. Arkitekt Vald. Schmidt var Bygningens Arkitekt.

I Etage over Maskinsal samt over Højspændingsrummet blev Lys- og Pufferbatterierne opstillede.

Ved Gavlen mod Nørrebrogade blev Højspændingsanlæggets Olieafbrydere, Samleskinner m. m. monteret, og foran Skillevæggen mellem Maskinsal og Højspændingsrummet blev i Salen Tavleinstrumenter og Manøvrehaandtagene opstillede.

Der blev Plads i Stueetagen til et Mester-Kontor m. m. Paa 1ste Sal til Lager og til Celleskifterne, der fjernbetjentes fra Manøvrepladsen i Stueetagen.

Til Akkumulatorbatteriernes Montering og Vedligeholdelse opstilledes en Elevator.

I Kælderen under Maskinsalen var der i Forbindelse med Kabelkælder under en Del af Bragesgades Fortov Plads til ind- og udgaaende Kabler samt til Omformernes Ledningsforbindelser og deres Reguleringsapparater.

Kontor-, Folkerum og Akkumulatorrummene kunde opvarmes fra en Centralvarmekedel opstillet i Kælderen.

Omformeranlægget bestod, foruden af den fra Østre Elektricitetsværk overflyttede synkrone Motorgenerator, af 3 Cascadeomformere, byggede af A/S Titan efter J. L. la Cours Beregninger.

Kascadeomformerne var paa 300 à 400 KW og tillod en Spændingsvariation fra 550 til 450 Volt, d. v. s. de kunde bruges til Sporvejsdrift, direkte til Opladning af Lysbatteriet og til Lysforsyning 440 Volt. Til Pufferbatteriets Opladning fandtes en Hjælpedynamo.

Akkumulatorbatterierne leveredes af A/S Accumulatorfabriken og Celleregulatorerne af Dansk Aktieselskab Siemens Schuckert, som efter Tegninger fra Hovedfirmaet i Berlin tilvirkede dem paa Firmaets Fabrik i København. Selve Tavleanlægget og Højspændingsapparatet leveredes af Laur. Knudsens mek. Etabl., som dog for selve Højspændingsapparaternes Vedkommende købte disse af AEG.

Strømmen sendtes med en Spænding af 6000 Volt fra Østre Elektricitetsværk til Understationen.

*Erfaringerne* med Anlægget under Understationens Drift var i det hele og store tilfredsstillende. Dog fandtes der enkelte Mangler, som efterhaanden maatte rettes. Saaledes gav Forbindelserne mellem Kommutatorlamellerne og Viklingen i Kascadeomformernes Jævnstrømsankre Anledning til mindre Driftsforstyrrelser. Aarsagen var Udførelsen af Lodningerne.

Hjælpedynamoen, som havde faaet Opstilling umiddelbart paa Maskingulvet mellem Motorgeneratoren og Tavlens Pultanlæg foraarsagede under sin Drift saa generende Rystelser, at det blev nødvendigt at flytte den ned i Kælderen. Den blev her placeret mellem 2 Omformerfundamenter, og ovenover Hjælpedynamoen blev lavet en Aabning i Maskingulvet, saa Tilsyn og Eftersyn af den let kunde ske.

I Slutningen af Aaret 1915 etablerede Nordsjællands Elektricitets- og Sporvejs A/S (Nesa) Strømovertøring fra Sydsvenska Kraftaktiebolagets 50000 Volts Ledningsnet, idet der fra en Transformatorstation ved Helsingborg førtes et 25000 Volts 3 Fas-Kabel 70 mm<sup>2</sup> under Øresund og fra en Transformatorstation ved Helsingør en overjordisk 3 × 50000 Volts Ledning videre til Selskabets Transformatorstation Ørnegaarden. Gennem dette Søkabel kunde overføres 7000 KVA.

Mellem Københavns Kommune og Nesa, som allerede nogen Tid gennem en Kabelforbindelse til Østre Elektricitetsværk fra Selskabets Transformatorstation i Emdrup kunde understøtte hinanden, blev nu oprettet en ny Overenskomst, der sikrede Selskabet Reserve og muliggjorde gensidig Udvexling af elektrisk Energi.

Til den Ende blev der paa Bragesgades Understation i 1917 opstillet en Transformator paa 3000 KVA  $\frac{10000 \text{ V}}{6000 \text{ V}}$  og gennem en Koblingsstation ved Slangerupbanens Nørrebrostation (ved Rosagade) etableret Forbindelse mellem Ørnegaarden, Bragesgade Understation og Finsen Værket paa Frederiksberg. Leverancen af denne Transformator i den hedeste Krigstid skete fra AEG Berlin gennem Nesa over Sverrig. Forbindelsen var i de for Kulforsyning vanskelige Krigsaa ogsaa til Nytte for Københavns Elektricitetsværker, idet derved en Del svensk Strøm til rimelige Priser blev aftaget.

Efter Krigen er Understationen flere Gange bleven betydelig udvidet, men herom vil senere meddeles nærmere.

---

## H. C. ØRSTEDVÆRKETS ANLÆG

Efter at Østre Elektricitetsværk med Opstillingen af den 4—5000 KW Turbogenerator var fuldt udbygget, maatte der for Alvor tænkes paa Opførelsen af et nyt Kraftværk. Med de Erfaringer, som i Mellemtiden omkring i Verden var bleven indhøstet, blev det ældre Projekt helt omarbejdet, og et nyt Forslag i Samarbejde med Arkitekt Fussing indsendt i Juni 1914.

Dette Forslag havde Tavlebygningerne liggende adskilt fra Kedel- og Maskinkomplekset ved en bred Vej, hvorover en overdækket Bro dannede Forbindelse mellem Tavlesalen og Maskinsalen. Ordningen gav Maskinsalen udmærket Dagslys og let Adgang for frisk Luft til Generatorernes Luftfiltre og isolerede Tavlesalens Betjeningsmandskab fra direkte Lydoverføring fra Maskinsalen.

Forslaget indeholdt en særlig Villa til Bolig for Driftsbestyreren. Denne Villa blev strøget af Borgerrepræsentationen, samtidigt med at der føjedes en 2den Sal paa Administrationsbygningen, hvis Beliggenhed ogsaa ændredes fra at være ved Kulpladsen til at være udfor Tavlebygningen ved den vestlige Indgang til Værket. Saaledes som Stigningen af Forbruget af Elektricitet vedblivende synes at ligge i den nærmeste Fremtid, maatte det paaregnes, at det nye Kraftværk kunde tages i Brug til Efteraaret 1916.

Værkets Placering var i Henhold til Overenskomst mellem Kommunen, Havnevæsenet og Statsbanerne bestemt paa Eng-

havebrygge, hvor der indtil 1914 var opfyldt tilstrækkeligt Areal til, at Værkets 1ste Anlæg kunde bygges. Til fremtidig Udvikling var der sikret Kommunen efterhaanden opfyldt Areal af ialt 53000 m<sup>2</sup>. Arealet laa vel ikke direkte ved Kaj, hvad der var en Mangel, men der var forbeholdt Kommunen første Ret til at losse sine Kul fra Damper ved et nyt Kajanlæg, der skulde bygges ved Enghavebrygge, og til at etablere en overjordisk Transportbane til Værkets Kulplads.

Værket kunde her desuden faa Spor fra Jernbane indlagt, hvad der under hele Bygningen af Værket og Montering af Maskiner og Kedler m. m. var af stor Betydning. Et af Jernbanesporene førtes lige ind i Maskinhuset, saa at Maskinsalskranen kunde losse de svære Maskingenstande direkte fra Jernbanevognene.

Krigens Indtræden 1. August 1914, de usikre Forhold paa Pengemarkedet i det første Aar og visse Betænkeligheder fra enkelt Side i Borgerrepræsentationens Udvalg bevirkede, at Bevillingen til Anlægget deraf først i Begyndelsen af 1916 — og endda i amputeret Tilstand — blev givet.

Forslaget forudsatte Udviklingen af Værket bygget paa en Række ialt 6 Sektioner à 24000 KW, hvoraf første Sektion skulde omfatte 3 Turbogeneratorer à 8000 KW, de efterfølgende Sektioner 2 Turbogeneratorer à 12000 KW. Det fremsatte Forslag fra Belysningsvæsenets Side omfattede 2 Aggregater à 8000 KW, men Kommunalbestyrelsen bevilgede kun strax 1 Turbogenerator med Tilbehør, hvorved Værkets Karakter som Grundbelastningsværk gik bort, og det ny Værk i første Omgang reduceret til assisterende Værk til Østre Elektricitetsværk.

Den samme Generatorspænding 6000 Volt, som paa Østre Elektricitetsværk, blev lagt til Grund, medens Damptrykket blev sat til 15 ato. altsaa en Del højere end ved de tidligere Værkers Kedelanlæg. Spørgsmaalet om eventuelt endnu højere Spænding blev drøftet mellem Konsulenten Professor Thomsen og mig. Prof. Thomsen mente imidlertid ikke, at den

noget forbedrede Økonomi, der kunde vindes ved at gaa højere op med Trykket, kunde forsvare de Vanskeligheder, som der paa det paagældende Tidspunkt vilde blive for at faa Kedler og Maskiner m. m. til højere Tryk, og de forøgede Anlægsudgifter, det vilde medføre.

Ved Udbydningen af Kedler og Maskiner i 1916 fremkom der fra Brown, Boveri & Co. et gunstigt alternativt Tilbud paa 1 Turbogenerator paa 6—8000 KW og med 3000 Omdrejninger p. M. noget den Gang nyt for saa store Turbiner. Under Indtrykket af Kommunens Betænkelighed paa det angivne Tidspunkt overfor store nye Kapitalanlæg blev dette Tilbud tilligemed Kedelanlæggets tilsvarende Reduktion og Indskrænkning af Kedelhusbygningen indstillet til Magistraten og approberet.

Højspændingsapparater, Tavleanlæg, Hustransformatorer, elektriske Forbindelsesledninger m. m. blev givet i Ordre til Asea Västerås.

Det blev paa Grund af Krigsforholdene ude i Verden og urolige Arbejdsforhold herhjemme en lang, besværlig og dyr Byggeperiode. Bygningskonstruktionerne var i det væsentlige af Jernbeton og Konsulenten var her Professor Suenson.

I Begyndelsen af 1917 kunde Værkbygningerne efter stedfunden Licitation gives i Entreprise til Murermester E. Rothe. Prisstigningen paa Materialer og af Arbejdsløen var endnu paa dette Tidspunkt ret moderat, vel ca. 40 pCt., men alle Tilbud indeholdt Forbehold overfor fremtidige Prisstigninger paa Arbejdsløen og paa Materialier.

Kølevandsledningerne fra og til Havnen blev allerede i 1916 i det væsentlige lagt, og Administrationsbygningens Opførelse ogsaa godt fremmet i dette Aar.

Ved Enghavebrygge var samtidigt Bygningen af Kajanlæg, Tilvejebringelsen af Indtag for Kølevandet og Uddybning af en Sejlrende med Dybde 6,3 m til Bryggen under Udførelse ved Havnevæsenets Foranstaltning.

I Løbet af 1917 indtraadte de meget store Prisstigninger,



og med de Forbehold for Øje, som alle Tilbud indeholdt, blev Tavlebygningen opført efter Regning med Tillæg af 10 pCt. i Mestersalær af Firmaet Jørgensen & Plenge.

Det tog ca. 3 $\frac{1}{2}$  Aar at bygge det første Anlæg! Først efter Krigen, altsaa i 1919 kom de i England gennem Burmeister & Wain hos Babcock & Wilcox bestilte 3 Kedler hertil, og efter flere Vanskeligheder bl. a. ved Leverancen af Staalstøbegods til Hoveddampledningen kom saa Anlægget endelig i Drift i Januar 1920.

Næsten 2 Aar havde Sagens Behandling gennem Administrationen og Kommunalbestyrelsen taget, 2 kostbare Aar, der kom til at betyde Millioner af Kroner i Merudgift ved Anlægget.

Der havde ved Bortgivelsen af Kedelleverancen været en Del Betæneligheder ved Anvendelsen af Economiserrør af Staal istedetfor som tidligere af Støbejern.

Firmaet Steinmüller, med hvem jeg i 1916 længe forhandlede om Kedelordren, fraraadede meget stærkt at anvende Staalrør til Economiserrør, da saadanne var udsat for hurtig Tæring. For derfor at kunne imødekomme en eventuel senere Indbygning af Støbejernseconomisere bag Kedlerne, blev Bredden af Kedelhuset strax gjort flere Meter bredere end oprindeligt projekteret. Ved et Besøg i Berlin umiddelbart efter Krigen i et ældre ombygget Elektricitetsværk i den indre By (vistnok Mauerstrasse) fik jeg bekræftet, at Firmaets Betæneligheder ikke havde været uden Grund. Firmaet Babcock & Wilcox, som imidlertid fik Leverancen af Kedlerne overdraget, nærrede dog efter sine Erfaringer ingen Betæneligheder ved at bruge galvaniserede Staal-economiserrør, for hvilke de havde Erfaring for, at de kunde holde i 5 Aar.

Det blev saa vedtaget, at Economiserrørene skulde være galvaniserede, og det var derfor med Forbavelse, da Kedlerne kom fra England, at vi saa, at der var leveret ikke galvaniserede Staalrør.

Mr. Spyer, som nogle Aar senere blev administrerende Di-

rektør for Babcock & Wilcox, kom herover og forklarede, at Galvaniseringen ikke betød meget.

Vi tog dog ikke dette for gode Varer, men forlangte Rørene galvaniserede.

Erfaringen med 5 Aars Holdbarheden bekræftede sig under Driften af H. C. Ørstedværket, men øjensynligt var Holdbarheden heller ikke længere. Efter 5 Aars Forløb maatte der gøres Skridt til Economiserrørenes Fornyelse.

Kedlerne var iøvrigt forsynede med Babcock & Wilcox almindelige Kæderist, og Aftrækket for Forbrændingsprodukterne skete ved Sugetræksblæsere af Dr. Schwabacks System, som »Gesellschaft für künstlichen Zugs« leverede direkte til os. Konstruktionen gik ud paa ved Injektorvirkning af en af Blæserne fremkaldt Luftstrøm at frembringe tilstrækkelig Sugning i de i den Anledning særlig formede indsnevrede Jernskorstene, som hørte med til Sugetrækleverancen. Fordelen ved Systemet skulde være, at man undgik at faa Hovedmængden af de varme Forbrændingsprodukter, som tilmed altid indeholder megen Aske, igennem Blæserne, som derved skaaledes. Firmaet opfyldte ikke helt de af det stillede Garantier, og da det nægtede at anerkende de stedfundne Prøver, maatte det finde sig i, at dets Resttilgodehavende ikke blev udbetalt. Paa Grund af den tyske Valutas Sammenbrud efter Krigen var det dog kun et lille Erstatningsbeløb, vi derved erholdt.

Med det kun halvt udbyggede Kedelhus maatte Kultilførslen fra Pladsen til Kedlerne ske ad interimistiske Transportanlæg, som baade var besværlige og kostbare i Arbejdskraft.

Iøvrigt forløb Startningen af det nye Værk tilfredsstillende, og ved fuld Belastning og med gode Kul naaedes en termisk Virkningsgrad af over 16 pCt.

Under Forberedelserne i 1919 til H. C. Ørstedfestlighederne i 1920 blev det af Dansk Elektroteknisk Komité henstillet til Belysningsdirektøren at foreslaa Kommunalbestyrelsen at kalde det nye Værk *H. C. Ørstedværket*. Kommunalbestyrelsen tiltraadte Forslaget.

*Kultransportanlægget* fortjener nærmere Omtale.

Som tidligere omtalt havde Kommunen i Henhold til Overenskomsten med Havnevæsenet og Statsbanerne Ret til at føre en Lufttransportbane for Kultilførsel fra Enghave Brygge til Værket ad den nye Hovedvej til Bryggen, nuværende Tømmergravsgade. Ønsket om ikke at disponere i første Omgang over mere Kaj end nødvendigt, bevirkede imidlertid, at Kullosningskajen blev henlagt til Nord for Tilførselsvejen — samme Sted, hvor Indtaget til Kølevandsledningen skulde være. Denne sidste kunde her ad korteste Linie tværs over det af os lejede Areal føres til Kraftværket, og paa dette Areal førtes Kultransportbanen langs Hovedvejen ned til Kajen.

Her opstilledes en Brokran paa 125 ts Kapacitet i Timen, som lossede Kullene direkte fra Skib til Vogn paa en Kabelbane baaret af Bro af Jernbeton, som Christiani & Nielsen byggede. Paa Værket beherskedes Kulpladsen af en tværs over den spændende Kørebro med Svingkran. Idet Kulvognen førtes ud paa Kørebroen kunde Vognens Indhold tippes overalt paa Pladsen og ved Svingkranen og Kørebroen atter flyttes hen paa Pladsen foran Kedelhusgavlen, hvor en Skrabe-transportør førte Kullene til en Skakt indenfor Kedelhusgavlen; her befordrede atter en Spandkædeelevator og et vandret løbende Transportbaand Kullene til Kulsiloerne over Kedelhusets Fyrplads. Hele dette Kultransportanlæg leveredes af A/S Titan.

Fra Kedelhussiloerne gled Kullene gennem automatiske Vægte til Fyrapparaternes Kultragte.

Det hele Transportsystem ligefra Havnen til Kedlen maa siges gennem ca. 10 Aar at have bestaaet sin Prøve.

Askebortfjernelsen fra Kedlerne skete i Modsætning til Ordningen i de andre Værker ved Askevogne, som paa Spor kørt ind i den i Terrænhøjde liggende Askekælder. Slaggerne blev brugt til Opfyldning i Søen eller solgt til Vejarbejder.

I Forbindelse med denne Askeudtagning af Kedlerne maatte Vandslukning af Gløderne og særlig Ventilation af Kælder-rummet indrettes. Det sidste blev en ret besværlig Opgave.

Spædevandet til Kedlerne udover Kondensatet fra Turbi-

nerne fremstilledes af Evaporatorer, og Fødepumperne var alle Centrifugalpumper drevne enten af Damptrubiner eller trefasede Elektromotorer.

I Tavle- og Reguleringsbygningens Kælder var Akkumulatorbatteriet til Manøvrestrømmen installeret. I Stueetagen, som blev lagt et Par Meter over Terrænet, var Hustransformatorerne, Værksted for Elektrikerne og Højspændingssamleskinnesystemet med Maaletransformatorer og Koblingsafbryderen anbragte. Paa 1ste Sal fandtes Tavlesalen med Pulte for Fjernbetjeningen og Reguleringen af Generatorerne og lodrette Tavler for Kablers Viserinstrumenter.

Endvidere var Hovedolieafbryderne for Generatorer og Kabler anbragte her. En Gang med Ovenlys førte fra Tavlesalen midt gennem Bygningens Etage og indeholdt — foruden Haandbetjeningsapparaterne til Olieafbryderens Indsætning — alle Relaisstavlerne.

I Maskinsalen, hvor Turbogeneratorerne var bestemt til at anbringes med deres Axe paa tværs af Salens Længderetning, blev af A/S Titan leveret og opstillet en elektrisk Kran til 50 ts Bæreevne.

---

Midt i Sommeren 1918 kom der Forespørgsel fra Brown & Boveri, som jo havde den 6000 KW Turbogenerator i Ordre, om Kommunen ikke vilde afkøbe Firmaet en 10,000 KW Turbogenerator til 15 Atm. Tryk 1500 Omdr. p. M. og 6000 Volt Trefasespænding.

Det blev angivet, at Aggregatet oprindeligt var bestilt til Rusland, men ikke kunde aftages der paa Grund af det bestaaende Regeringssystemes fuldstændige Sammenbrud.

Aggregatet passede saa udmærket til vore Forhold, at der hurtig kom en Forhandling om Køb i Gang. Efterat Magistraten havde drøftet Sagen med Førerne for Borgerrepræsentationens Grupper, blev det meddelt Firmaet, at Magistraten efter Sommerferien vilde indstille det af Firmaet fremsatte Tilbud til Borgerrepræsentationens Godkendelse. Med dette

lille Forbehold blev Turbogeneratoren købt paa meget rimelige Vilkaar.

Under samme Forbehold fra Kommunens Side blev den til Turbogeneratorens nødvendige Kedeludvidelse bestaaende af 3 Vandrørskedler uden Konkurrence bestilt hos Jønkøping mek. Werkstads A/B. Forøgelse af det elektriske Apparat-anlæg herunder af Højspændingsmateriellet fik Asea Sverrig ogsaa uden Licitation.

Efter Sommerferien gav Borgerrepræsentationen uden Udvalgs Nedsættelse de fornødne Bevillinger til disse Anlæg.

Da Krigen var endt, og det kunde indses, at der vilde komme en stor Stigning i Elektricitetsforbruget, som kunstigt var bleven holdt nede, blev der yderligere stillet Forslag om og i Januar 1920 vedtaget at opstille den 3die Turbogenerator, som hørte til Værkets 1ste Udbygningsplan.

Efter stedfunden Licitation fik atter Brown, Boveri & Co. og Jønkøping mekaniske Werkstads A/B Ordrene resp. paa en Turbogenerator 10—12,500 KW 3000 Omdr. p. M. og paa 4 Kedler af samme Størrelse som de, Firmaet allerede havde i Ordre. Den Ængstelse, jeg havde faaet for Staaleconomiser-rør, bevirkede imidlertid, at disse 4 Kedler fik Støbejernsrør i Economiserne, men placeret ligesom Staaleconomiserne.

Under en Rejse til Wien i Juni 1914 havde jeg i Byens Kraftværk set de store Kondensationspumper drevne baade af en Elektromotor og en Dampturbine alle tre Dele paa samme Axel. Der laa heri en betydelig Sikkerhed, men først ved Turbine 3's Hjælpemaskineri fik jeg Lejlighed til at indføre Systemet hos os. Ved alle 3 Turbogeneratorers Fundamenter blev der indbygget Filtre (Delbag) til Rensning af Køleluften til Generatorerne. Princippet var Køleluftens Passage gennem Kasser med oliede Staalringe, paa hvilke da Støvet i Luften satte sig. Tilførsels- og Afgangskanalerne for Ventilationsluften krævede store bygningsmæssige Foranstaltninger.

Samtidig med det sidste Anlæg maatte Kedelhuset udbygges til sin oprindelig forudsatte Størrelse.

Den første 10,000 KW Turbogenerator kunde allerede i Slut-

ningen af 1920 tages i Brug, medens den sidste foreslaede Udvidelse først blev fuldført i Slutningen af Sommeren 1922.

H. C. Ørstedværkets 1ste Sektion kom altsaa til at indeholde 3 uligestore Turbogeneratorer med tilsammen 25 à 30,000 KW, dog kunde Kedelanlægget højst yde 25,000 KW med 2 Kedler af de 10 i Reserve. Det var ved Tidernes Ugunst blevet et ret heterogent Anlæg.

### ERFARINGER.

Med Turbogenerator 2 var der faa Dage efter Idriftssætningen allerede Ulemper paa Grund af Tæring af Kondensatorrørene. Som omtalt var Maskinen købt af Lager. Paa Grund af Knapheden paa Kobber under Krigen, en Knaphed, der voxede henimod Slutningen, var Kondensatorrørene og Endebundene af Staal.

For at modvirke Staalrørenes Tæring i Saltvand var der tilføjet et Anlæg »System Cumberland« til at frembringe en contraelektromotorisk Kraft i Kondensatoren til Afbalancering af den elektrolytiske Virkning af de forskellige i Forbindelse med Saltvandet værende Metaller.

Dette System, skønt installeret og kontrolleret af Brown, Boveri & Co. slog imidlertid fuldstændigt fejl. Efterat det var sat fra og utætte Rør foreløbigt tilproppede, kunde endog Turbinen uden Vanskelighed bruges i nogle faa Maaneder.

Vi enedes med Brown & Boveri om, at Elektricitetsværket betalte for nye engelske Messingrør af Admiralitetslegering og for Endebunde af Muntz Metal, og at Firmaet bar Tabet for Staalrørene og hele Udgiften til Montagen. Kommunalbestyrelsen gav den fornødne supplerende Bevilling til Ordningens Gennemførelse.

Med Turbine 3 hændte det, at den ved en Prøvekørsel under Brown & Boveris Kontrol sprængtes og dræbte en Mand. Et Stykke af Turbinen slyngedes gennem Taget langt bort! Det var Sprængning af et Højtryksskovlhjul, som indledede Katastrofen, da Hastigheden til Prøve af Overhastighedslukke-

ventilen var sat op over de 3000 pr. Minut. Der blev nedsat en teknisk Kommission af Ingeniører udenfor Kommunen, som konstaterede, at Aarsagen, som undergravede Skivernes Styrke, var Svingningsfænomener.

En hel ny Turbine skulde leveres, og den eksisterende Generator paany i Fabriken i Baden/Sweitz underkastes Sprængprøve af Hensyn til de stærke Rystelser, hele Aggregatet havde været udsat for ved Explosionen.

Firmaet, som ved Turbinebygning hidtil havde anvendt Tromle til Skovlenes Befæstelse, var endnu uden synderlig Erfaring i de med meget høje Omløbstal undertiden fremkomne Svingningsfænomener i Skiverne.

Indtil nye Turbiner kunde blive tilvirket i Fabriken stillede Firmaet en 8000 KW Turbine til vor Disposition.

Først to Aar efter kunde den nye Turbine afleveres fra Firmaets Side.

Kedlerne gav Anledning til mange Reparationer. Efter et Par Aars Drift med Babcock & Wilcox Kedler viste disse mange utætte Samlinger paa Grund af for ringe Pladetykkelse, hvor Kedelrørene var indvalsede i Zigzagkasserne. Det skyldtes mangelfuldt Arbejde i Krigsperioden. Der blev ved elektrisk Svejsning i 1922 paalagt mere Materiale og derved forøget Valseflade ved saadanne svage Steder.

Stokerne til de svenske Kedler leveredes af Nyeboe & Nissen, København i Form af Vandreriste med Underblæst. Med disse Stokere havdes til Begyndelsen meget daarlige Erfaringer med Hensyn til Holdbarheden. Det var ikke selve Princippet, der var galt; det var Konstruktionen, der var for svagt bygget og bevirkede uafledelige Reparationer. Det var særligt Stokerne til de 3 første svenske Kedler, som ikke kunde holde, og de blev saa i 1924 kasserede. For at vinde Erfaringer til den 2den Udbygning af Værket, som da stod for Døren, blev det besluttet at prøve nye Stokertyper. En af Kedlerne fik en *Erith Roe* Retort-Stoker bygget af Smith, Mygind & Hütte-meier, Kbhvn., den anden fik en original *Illinois* Kæderist-

stoker, og den 3die fik Firmaet Nyeboe & Nissen Lov til at prøve sig paa igen.

Med Fødepumperne var Erfaringerne daarlige og deres Kapacitet delvis utilstrækkelig; de mindste maatte helt kasseres, og tilsidst blev en stor Turbopumpe bestilt hos AEG.

Evaporatorsystemet var for saa vidt godt og gav jo oliefrigt Fødevand, men Stenafsætningen krævede hyppig Rensning. Det blev nødvendigt at udvide Anlægget med en 3die Evaporator, men iøvrigt blev der fundet et Middel, som tilsat Spødevandet holdt Stenafsætningen løs og lettere at fjerne.

I Kedelhuskælderen var opimod Maskinhusvæggen opstillet 2 Varmvandsbeholdere for Kedelfødevandet. Kostbarheden af Kedelplademateriale og Vanskeligheden i at fremskaffe dette Materiale i 1918 bevirkede, at de efter Samraad med Prof. Suenson blev bygget af Jernbeton. Hermed blev imidlertid Erfaringerne daarlige. De var oprindeligt ikke bestemt til at skulle isoleres. Der viste sig dog hurtig Ridser i Jernbetonen, som maatte hidrøre fra Varmenspændingen i Materialet. De blev saa isolerede med Filt og Asbest, men gav stadig Anledning til Kvaler for Driften særlig paa Grund af Utætheder ved Rørtilslutningerne til Beholderen.

Alle Midler blev forsøgt, saaledes Paasprøjtning af Cement ved Hjælp af »Cementkanon«, men 1924 maatte man gaa til Udveksling af dem med Beholdere af Pladejern.

Som omtalt tidligere fandt Vejningen af Kullene til Kedlerne Sted gennem en for hver Kedel i Nedløbet fra Siloerne anbragt automatisk Kulvægt (System »Lebra« tysk Patent). Ordningen var ikke helt tilfredsstillende, idet disse Vægte kostede en Mands stadige Pasning for at holdes i god Orden. Maaske var der taget en for lille Type, men efter Firmaets egen Angivelse skulde Størrelsen for det Kvantum Kul, der skulde vejes, være fuldt tilstrækkelig.

Ved den anden Udbygning gik man bort fra Kullenes Vejning ved hver Kedel og nøjedes med Maaling af den til Siloerne førte Kulmængde og ugentlig Afstemning af Siloernes Kulbeholdning.



Under Udvalgsbehandlingen af den sidste Udvidelse i 1ste Udbygning blev Spørgsmaalet om *Fyring med Raolie* istedetfor Kul under Kedlerne bragt frem. Kulpriserne var paa det Tidspunkt uhyrlige, Oliepriserne en kort Tid relativt lave. Spørgsmaalet blev omhyggelig undersøgt af os med Beregninger af Udgifter til Olietankanlæg ved Enghavebrygge og Forslag fremsat. Fra Havnevæsenets Side vakte Spørgsmaalet om Damptransport gennem Havnen af store Olieladninger meget store Betæneligheder, skønt de Brændselolier, der var Tale om, havde et højt Antændelsespunkt; ogsaa Brandvæsenet stillede store Fordringer til Sikring af, at ikke en Brand i disse Tankbeholdninger skulde brede sig videre.

Bevillingen blev givet og omfattede tillige Anlæg af saadant Olietankanlæg samt Reserveoliefyling for de 4 Kedler, der skulde opstilles.

Det varede ikke længe, inden Oliepriserne begyndte at stige, og Fordelen ved Fyring med Olie blev illusorisk, og man nøjedes derfor med at indrette 2 Kedler til som Reserve at have Olieindfyring *bag* i Kedlerne samt med at opstille 2 Olietrykpumper af James Howdens Fabrikat til dette Formaal. Paa det frie Terræn, Værket havde udimod Hovedvejen (Tømmergravsgade), blev der bygget en underjordisk ca. 200 m<sup>3</sup> Oliebeholder, med Indretning til at varme den tykflydende Olie og med Pumpeanlæg i en lille Kælder ved Siden af Oliebeholderen for at pumpe Olien op i en foroven i Kedelhuset opstillet lille Oliebeholder, hvorfra Pumperne til Oliefyling fik Olien.

Anlægget har været prøvet og vist Muligheden af at kunne bruges til Reserve ved Indsprøjtning af Olien paa Stokerriste, naar disse dækkedes af ildfaste Sten. Virkningsgraden var dog ikke god.

*Kølevandstilførslen* til Værket har hyppigt i Aarenes Løb givet Anledning til megen Besvær og Uro. Ordningen er saaledes, at Vandet gennem dykkede Aabninger i Kajmuren løber ind i flere Kamre langs Kajen, hvori en Række lodrette

Riste er anbragt for at holde Tang m. m. tilbage, som føres med Vandet.

Det viste sig, at ved stærke sydlige og sydøstlige Vinde førtes særlig om Efteraaret store Tangmasser fra Kalvebodstrands udstrakte Flader ind i Havnen og pressedes mod Enghavebryggesiden. Trods de dykkede Aabninger kunde Kamrene fyldes saa meget, at der hurtigt kunde blive 1 m's Forskel i Vandhøjden paa Ristenes For- og Bagside.

En saadan Trykforskel maatte snart blive truende for Driften af Værket og fordrede øjeblikkelig Hjælp af Mandskab for med River at fjerne Tangen fra Ristene. Men en Del Tang gik alligevel med gennem Ristene og kunde i Sugekurve og i Kondensatorerne give yderligere Anledning til Driftsvanskeligheder. Opstilling af yderligere Riste i en Brønd paa Ledningen umiddelbart ved Værket forbedrede vel Forholdene noget, men først da der — efter Forslag af Havnebygmester Lorenz — var stoppet i det væsentlige for Tangmassernes Passage gennem Dæmningens Stigbord og Aabninger, indtraadte der en afgjort Bedring i Tangsituationen ved Værkets Indtag. Men Forholdene tvang dog stadig Værket til under stor Belastning at være parat til hurtig Udrykning for at fjerne Tangen fra Ristene i Kamre og Brønde.

I Forbindelse med Forlængelsen af Enghavebryggens Kaj, som blev udført i 1927 blev der truffet Foranstaltninger til Etablering af et nyt Kølevandsindtag og Bygning af et selvrensende Risteanlæg for en ny til Værket førende Kølevandsledning.

Med *Turbogeneratorerne* var der flere Uheld, som bl. a. gav Anledning til Omisoleringer af Rotor 2. Det skyldtes Olieindtrængning i Vindingerne fra den mod Turbinerne vendende Side.

Tavleanlægget leveret af Asea har i det hele og store funktioneret godt, og det samme kan vel siges om nuværende Overingeniør R. Johs. Jensens Relaisystem, som blev gennemført baade paa Kraftværk og Understationerne; naturligvis har

mindre Fejl og Mangler ved enkelte Instrumenter og Apparater maattet rettes, og Relaiserne blev stadig forbedrede ved smaa Ændringer, men Anledning til Driftsforstyrrelser af Betydning gav Apparatanlæget ikke. Ved omhyggelig Pasning og Eftersyn funktionerede saaledes Aseas Olieafbrydere, som de skulde i de Tilfælde, det blev paakrævet. De var til en Brydningseffekt af 75,000 KW beregnet til 3 dobbelt af den maximale Effekt af 1ste Sektions Generatoranlæg.

Dette Forhold — 3 dobbelt — forudsætter imidlertid, at Olieafbryderen ikke udløses momentant eller indsættes paa en Kortslutning, men at Relaiset faar Tid at virke. Da en Olieafbryder som Laur. Knudsens mek. Etabl. leverede til Apparatudvidelser m. m. paa H. C. Ørstedværket, i Anledning af Tilslutningen af den nye automatiske Omformerstation paa Enghaveplads blev indsat for Haanden, medens Forbindelseskablets Ender paa Værket endnu var kortsluttede og lagte til Jord, sprængtes Olieafbryderen. Explosionen foraarsagede en kortvarig Driftsstandsning af Værket, men selve den brændende Olie paa Gulvet i Olieafbryderrummet blev slukket med megen Aandsnærværelse med Tetraklorkulstofsprøjten af Driftsbestyrer Kjær.

Explosionen af Olieafbryderen her gav Firmaet Anledning til en gennemgribende Undersøgelse og Studium i Forbindelse med Experter i Udlandet, hvilket fik Betydning for Firmaets fremtidige Leveringer og strax fik Anvendelse paa de store Ordre til os, Firmaet havde til Apparatanlæget til 2den Sektion. Overspændingerne, der ledsagedes denne direkte Kortslutning, gav os Lejlighed til at finde Svagheder i Ledningsmontagen og Relaisolationen.

I Stedet for ca. 6 Mill. som 1ste Section før Krigen var anslaaet til at ville koste, kom Udgifterne under de ekstraordinære Forhold op paa ca. 13 Mill.

## H. C. ØRSTEDVÆRKETS 2DEN SEKTION.

Efter at H. C. Ørstedværkets 1ste Udbygning i det væsentlige var fra Haanden, foretog jeg i Efteraaret 1922 en Studiereise til England.

Den stærke Stigning i Elektricitetsforbruget efter Krigsaarenes Restriktioner bevirkede, at der snart maatte tænkes paa Bygning af H. C. Ørstedværkets 2den Sektion, paa Udvidelse af ældre Omformerværker og Anlæg af nye.

Jeg havde ikke siden 1912 været i England, og der var meget at se og drage Lære af.

I en Række af Englands og Skotlands store Byer var mest efter amerikansk Forbillede bygget moderne Kraftværker, som paa en Række Punkter viste betydelige tekniske Fremskridt til Forøgelse af Økonomien.

Jeg skal for Kedelanlæggets Vedkommende nævne 1) Større Kedler, 2) Højere Tryk, 3) Opvarmning af Forbrændingsluften, 4) Fødevandets Opvarmning ved Aftapningsdamp fra Turbinerne, 5) Indgaaende Fyringskontrol og Økonomikontrol i Kedelhuset, 6) Luftfrit Fødevand for Turbogeneratorernes Vedkommende, 7) Rustfri Skovle, 8) Højere Overhedningsgrad af Dampen, 9) Ringkøling af Generatorluften.

For Højspændingsapparatets Vedkommende var det interessant at faa at vide, at kontrollerende Ingeniører forlangte, og de ledende Firmaer byggede Olieafbryderne til at kunne taale den momentane Kortslutningsstrømstyrke.

Ved de nye Værker baade Edinburgh, Glasgow, Manchester, Birmingham og Newcastle/Tyne indførte man for Anlæg paa ca. 100,000 KW Olieafbrydere med en Brydningseffekt paa 1.5 Mill. KVA.

Ved flere af Kraftværkerne saa jeg Reyrolles »Enclosed ironclad oil-immersed system«, som jo er specifikt engelsk.

I den sidste By, jeg besøgte, Newcastle/Tyne fik jeg Telegram om Explosion af Turbine 3 paa H. C. Ørstedværket og gik med først afgaaende Baad fra Harwich hjem.

I Foraaret 1923 fremsatte jeg Forslag om Bygning af H. C.

Ørstedværkets 2den Sektion, og Forslaget var baseret paa følgende Hovedforhold.

Damptrykket ved Kedlerne forhøjet til 22 Ato, ved Turbinerne til 20 Ato. Tiltrods for, at Turbogeneratorydelsen blev sat op til 2 Stk. à 12,500 à 15,000 KW, blev Dampproduktionen fordelt paa 8 istedetfor 10 Kedler. Der indførtes Luftforvarming af den under Kedlerne indblæste Luft, og medens Economisere ligesom i tidligere Anlæg bibeholdtes, erholdt Kondensatet og det tilførte Spædevand en Varmetilførsel ved Aftapningsdamp fra Turbinerne.

Turbinernes Generatorer blev foreslaaet forsynet med Ringkøling og med Bibeholdelse af 6000 Volts Spænding ved Generatorerne. Distributionsspændingen blev foreslaaet forhøjet til 30,000 Volt. Allerede længe havde denne forhøjede Distributionsspænding været drøftet mellem mig og Ingeniørerne, efterat jeg i Wien i Juni 1914 havde studeret dette Spørgsmaal nærmere, men Forholdene under Krigen, da H. C. Ørstedværket skulde anlægges, laa ikke gunstigt for en saadan Plans Udførelse. Nu ved 2den Sektions Udbygning blev det endvidere undersøgt, om man ikke burde vælge 50,000 Volt som Distributionsspænding og saaledes undgaa en Transformator mellem København og Oplandet (Nesa).

Vore Overvejelser i Forbindelse med de Oplysninger Afdelingsingeniør v. Holstein-Rathlou havde samlet paa en udsendt Studierejse resulterede imidlertid i, at 30,000 Volt vilde være den passende Spænding for København, og at der af Hensyn til Sikkerhed for Byens Elektricitetsforsyning alligevel burde være en Transformator mellem det nordsjællandske 50,000 Volts Net og Byens Kraftværk.

Efter at Maskininspektør Borch havde været en Studierejse til U. S. A. i Sommeren 1923, og de foreslaaede Udvidelser var bleven drøftet med det af Borgerrepræsentationen nedsatte Udvalg, blev Hovedmateriellet med Udvalgets Billigelse udbudt i Licitation, og Fundamenteringsarbejderne for det nye Værk paabegyndt.

Indenfor Udvalget var der fra enkelt Side rejst Diskussion

om Kedelstørrelsen — større og færre Kedler — og den Stokertype der burde anvendes, og Udvalget besluttede da sammen med Borgmesteren for 5te Afdeling, Belysningsdirektøren og Overingeniøren for Gas- og Elektricitetsværkerne at foretage en Studierejse i Januar 1924 til England.

Da det af Dampøkonomien for de ved Licitationen fremkomne Tilbud paa Turbogeneratoren fremgik, at de foreslaaede 8 Kedler med 2 i Reserve kunde give den fornødne Damp til 2 Turbogeneratorer à 16—20,000 KW altsaa til 25 pCt. mere end forudsat, blev denne Ændring i Programmet foreslaaet Udvalget, og Kommunalbestyrelsen gav da Bemyndigelse til foreløbig at købe 4 Kedler og 1 Turbogenerator med Tilbehør, og Kontrakterne afsluttedes da saaledes med de paagældende Firmaer, at de reserverede Kommunen Ret til paa de samme Betingelser indenfor ét Aar at supplere Anlægget til fuld Størrelse. Denne Ret blev benyttet.

Kedeltilbudet, der blev valgt, var fra det engelske Firma »Vickers-Spearing« i Forbindelse med A/S »Vølund« her. Det var en Seksionalkedel (Marinetype) af forbedret Konstruktion, som blev foretrukket, de 4 første Kedler forsynet med Illinois Kasterist, de 4 sidste med Nyboe & Nissens forbedrede Vandreristtype, hvormed Prøven i Sektion 1 var falden heldig ud. Naar denne Kedeltype blev foretrukket fremfor Stejlrørkedeltypen af Stirlings Konstruktion, som i mange Aar efter Erfaringen paa Østre og Gothersgade E. var de bedste, var det, fordi der ved engelske Anlæg med meget brede Kedler af Stirlingtypen havde vist sig vanskeligt at holde Tværsamlingen paa Midten af den underste Beholder tæt.

Kedlernes Arbejdstryk blev iøvrigt 25 Atm. og Overhedningsgraden 375° C. De fik Economisere af Staal og Rørluftforvarmere. Forbrændingsrummet i Kedlerne var efter amerikansk moderne Praxis stort — in casu 100 m<sup>3</sup> — til ca. 32 m<sup>2</sup> Risteareal og ca. 950 m<sup>2</sup> Ildpaavirkningsflade af selve Kedelrørene. Luftforvarmerne gav Forbrændingsluften en Opvarmning indtil 120° C.

Brown, Boveri & Co. bar atter denne Gang Sejren hjem

med en ny 3 cylindret Turbinetype, som bød paa en meget høj Økonomi, gode Afbalanceringsstrykforhold og Tætningsforhold ved Turbineaxel og paa — ved Deling af Lavtryksdelen i 2 parallelt virkende — en forholdsvis mindre Diameter af Skiverne, hvorpaa Turbineskovlene var befæstede.

Medens B. B. C. ved Turbine 3 var gaaet over til den almindeligt anvendte Turbinetype: Aktionsturbinen med et Hastighedshjul foran, vendte Firmaet med den nye Type tilbage til Reaktionsturbinen, hvormed Firmaet havde de mange Aars Erfaring bag sig, dog med et Hastighedsskovlehjul foran. Hvad Omdrejningstallet angaar nærrede Firmaet ingen Betænkninger ved 3000 pr. Minut trods den væsentlig forøgede Ydelse af den nye Turbinetype.

Med Typen *uden* Aftapning og med den angivne Ydelse garanterede B. B. C. et Dampforbrug af under 4.1 kg pr. KWh incl. Kondensationsanlæggets Kraftforbrug.

Generatorernes Anordning med Ringkøling af Generatorluften krævede langt mindre Plads end den tidligere Ordning med Filtre og muliggjorde ikke alene, at de lange Turboaggregater kunde faa Plads paa tværs af Salen men ogsaa, at der ved Siden af Ringkøleordningen i Maskinkælderen blev Plads til en 6000/30,000 Volt Transformator til hver Generator. Der blev endogsaa Plads i Kælderen mellem Generatorerne til et Omkoblingsanlæg for Generatorerne dels til 6000 Volt Samleskinne, dels i Forbindelse med Transformatorerne til 30,000 Volt Skinnerne.

Først efter, at Tegninger vedrørende Kedlernes og Maskinernes derunder Ledninger og Hjælpemaskinernes Placering var godkendt, kunde Udarbejdelsen af Bygningstegningerne med tilhørende Jernbetonkonstruktioner ske i Samarbejde med Arkitekt Vald. Schmidt og Ingeniør Moe (laant fra Stadsingeniørens Kontor) og derefter offentlig Udbydning finde Sted. Specifikationen for denne Udbydning var saa fuldstændig, at der kun i ringe Grad fandt Ændringer Sted under Arbejdets Gang og derfor kun forholdsvis faa Extrakrav, og Byggearbejdet fuldførtes hurtigere, end det af Tilbudene paa

Hovedentreprisen kunde forventes; hertil bidrog en betydelig Præmie pr. Dag, at Entreprenøren indvandt i Leveringstiden.

Derimod blev Kedelanlægget væsentlig senere færdigt, end det var fastsat i Kontrakten. Det mægtige Arbejde med Montering af de 8 Kæmpekedler med Tilbehør af Economisere, Luftforvarmere, Jernskorstene, Sugetræk og Underblæst laa maaske nok paa det paagældende Tidspunkt vel meget paa Grænsen, hvad »Vølund« kunde præstere, men gennemført blev det og forsaauidt uden Uheld.

Et meget højt Kedelhus var nødvendigt, og Taget paa Overbygningen over Kulelevatorerne laa omtrent paa Højde med Rundetaarns Top.

Paa Kedelhuset — kun med lette Vægge adskilt fra fri Luft — blev Sugetræksblæserne opstillede og med Rem drevne af Elektromotorer. I Modsætning til Princippet for Sugetrækket i første Anlæg førtes i det nye Anlæg hele Røgmængden gennem Blæserne (Byepass i forekommende Tilfælde var dog forudset). Underblæstens Ventilatorer med tilhørende Motorer var derimod opstillet i Kælderen og gennem store Kanaler blev den af Luftforvarmeren opvarmede Tilførselsluft ført til Blæserne i Kælderen.

To og to Kedler var knyttede til en Skorsten.

For at komme til disse Installationer paa Taget var der dels en elektrisk Elevator fra Kælder til Top, dels en flerløbet bred Trappe omsluttende Elevatorskakten. Desuden var der Leitere fra Kedeltoppen derop.

Den Tilfredshed, der havde hersket med Skrabetransportør-systemet, som indførtes ved det første Anlæg fra Kulplads til Kedelhusgrube, bevirkede, at man atter bragte Systemet i Anvendelse ved Sektion 2 og ikke alene installerede 2 Skrabetransportører til 2 Bægerelevatorer i det nye Kedelhus men ogsaa Transportører til Flytning af Kullene paa langs af selve Kulpladsen.

Til Fjernelse af en Del af Asken og Soden fra Kedlerne nemlig hidrørende fra Underfyr (Nedfald fra Ristene) og fra Sodblæsning af Economiser, Luftforvarmer og Skorsten indførtes



et pneumatisk Transportsystem, medens den store Mængde Aske og Slagger fra selve Fyret ligesom ved første Anlæg med Tipvogne førtes ud til Stranden.

Kedlernes Fødning skete ved 4 store Sulzercentrifugalpumper, de 2 drevne af Dampturbiner, de to af Elektromotorer med Kortslutningsanker.

De store Kortslutningselektromotorer, vi indførte i Sektion 2, var overhovedet en ny Ting herhjemme.

Kondensatpumpen leverede normalt Kondensatet opvarmet af Dampen fra 2 af Aftapningerne paa Turbinen til Fødepumpernes Sugeseide, men mellem Fødepumperne og Kedlerne passede Føde vandet endnu en Forvarmer med Damp fra en Aftapning paa Turbinen med 6 Ata.

Kedlerne var forsynede med enten Copes eller Crossbys automatiske Regulatorer for Føde vandet.

For under Driften at kunne rense Kedelrørene udvendig for Sod var der installeret et fast Sodafblæsningssystem af Fabrikat Diamond Soot Blower Co. Med den amerikanske Maaler »Bailey« var Fyringen under udmærket Kontrol, ligesom der fandtes Viserinstrumenter for Trækket, for Temperaturfaldet gennem Kedel og Economiser og for Føde vandets- og Dampens Temperaturer m. m.

Hoveddampledningerne, som under Driften med Sektion 1 havde givet Anledning til hyppige Ompakninger ved Flangerne, blev udført med en ny ikke tidligere anvendt Flangekonstruktion, som var en Forbedring af en amerikansk Konstruktion.

Mellem Sektion 2 og Sektion 1 blev i Dampforbindelsen indskudt en automatisk reguleret Reduktionsventil af Brown & Boveris Konstruktion.

Den store Kølevandskanal langs Kedelhusvæggen mod Maskinhuset blev gjort dybere i Fortsættelsen forbi de nye Maskiner.

Den betydelige Forøgelse af Værkets eget Forbrug af Elektricitet særlig til de mange store Motorer gjorde Udvidelse af Hustransformatoranlægget nødvendigt.

Det skete dels ved Opstilling af en 1200 KVA 30,000/380 V. Transformator, dels ved særlige Transformatorer, én for hver Turbine til dens Hjælpemaskineri; disse sidste Transformatorer tilsluttedes direkte gennem Olieafbrydere til de respektive Turbogeneratorers Klemmer.

I Forlængelse af den eksisterende Højspændingsbygning blev i 3 Etager Højspændingsapparaterne til Sektion 2 anbragt. En overbygget Bro mellem Maskinhus og denne Forlængelse af Reguleringsbygningen gav ligesom ved Sektion 1 dels Passage for Personalet fra Maskinsal til Tavlesal, dels — i en Etage under Passagen — Ledningsføring for 6000 Volt og 30,000 Volt Skinneforbindelserne mellem det tidligere omtalte Omkoblingsanlæg i Maskinhuset.

Betjeningsgangen i den gamle Tavlebygnings Midte med bl. a. Relai-tavlerne for Generatorer og Kabler — blev forlænget gennem den nye Bygning.

Men iøvrigt blev Apparatanordningen m. m. forskellig fra det første Anlæg. Medens i dette Samleskinneanlægets Strøm- og Spændingstransformatorer havde Plads i Etagen under Betjeningsgangen og Olieafbryderne Plads i Tavlesalsetagen paa begge Sider af Betjeningsgangen, blev i Udvidelsen de 30,000 Volt Samleskinners Strømstransformator m. m. placeret i Tavlesalsetagen og Olieafbryderne i Etagen derunder.

#### TRANSFORMATORSTATION 50/6 K.V.

Samtidigt med Bygningen af H. C. Ørstedværkets 2den Sektion fandt Anlægget af en Transformatorstation paa Kraftværket Sted til Forbindelse med Nesa, som samtidigt mellem Helsingør og Helsingborg lagde et Søkabel til 50,000 Volt i Stand til at overføre ca. 17,000 KVA fra Lagans Vandkraftstationer. Fra Nesas Transformatorstation ved Ørnegaarden blev over Frederiksberg til H. C. Ørstedværket et 50,000 Volt Kabel nedlagt.

I Transformatorstationen, som opførtes ved Tavlebygningens nordostlige Hjørne, forbundet dermed ved en overdækket Luftbro, var der foreløbigt kun indrettet Plads til én

Transformator 50/6 KV af maximal Ydelse 16,000 KVA, men der var Mulighed for Udvidelse. Transformatoren, som var olie- og vandkølet med Saltvand fra Værkets Kølevandsledning, var forsynet med Viklingskobler til 10 pCt. Spændingsregulering, og ligesom Generatortransformatorerne leveret af Asea. Transformatorstationen havde desuden Plads til en »Petersens Nulpunktspole«, som Nesa bekostede og opstillede.

### ERFARINGER.

Kun en kort Tid efter, at Sektion 2 og Transformatorstationen kom i Drift, har jeg jo haft Lejlighed til at følge disse Anlæg, og de Erfaringer, der høstedes i de ca. 2 Aar, og som jeg herefter skal meddele, er ikke fuldstændige eller endelige.

Jeg vil strax sige, at Kedlerne ikke svarede til Forventningerne, og at der i de første 2 Aar var mange Vanskeligheder med dem, og det lykkedes heller ikke Leverandørerne at præstere den garanterede Virkningsgrad ved Afleveringsprøverne.

Det var utætte Kedel- og Overhederrør og særligt utætte Economiserrør, som gav Anledning til mange Forstyrrelser i Kedeldriften; ogsaa Illinois Stokerne, som jo ikke var originale amerikanske, gav en Tid mange Kvaler.

Baade Vickers og Vølund gjorde sig imidlertid al mulig Umage for at rette Manglerne, saa at der kunde gives dem en tilfredsstillende Attest ved Afslutningen.

Efterhaanden lærte Værket jo ogsaa at omgaas meget forsigtigt med det sensible Anlæg saaledes navnlig at undgaa stærke Svingninger i Fødevandstemperaturen og mere jævn Fødning af Kedlerne, end det i Begyndelsen var muligt, fordi Fødepumperne havde et for stort Overtryk over Kedeltrykket.

Turbinernes Mellemptryksskovle maatte paa Grund af Skørhed — fremkaldt af Lodning ved for høj Temperatur af den afstivende Ring til Skovlen — udvexles med andre. Forvarmerne var vanskelige at holde tætte, Evaporatorerne var temmelig smaa. Vor egen Hoveddampledningskonstruktion viste sig virkelig god, derimod maatte B. B. C.'s Hovedledningstil-

slutning fra Separatorerne til Turbinerne forsynes med andre Flanger, som bedre kunde holde tæt.

Blæsemotorerne paa Taganlæget var ikke bleven forsynede med særlig Beskyttelse for Støv, hvad der navnlig i Begyndelsen var meget af. Paa Anlæggets Bekostning maatte der nye Lejeskaale indsættes paa disse Motorer, som Thrige havde leveret.

Med en af de store Generatortransformatorer skete et betydeligt Uheld med Explosion og Beskadigelse af Oliekassen. Grunden var Kortslutning mellem Tilførselsskinner til Tapninger paa Transformatorviklingen foranlediget af fremmed Metal, som ved mindre omhyggelig Paamontering af den senere paasatte Buchholtz Sikkerhedsrelais var dryppet ned i Oliekassen.

Med Pumperne til Transformatorernes Vand- og Oliekøling var der en Del Kvaler, særlig gjaldt dette Vandpumpen til den 50 KV Transformator.

Ved den næste forestaaende Udvidelse af Nesatransformatoranlæget, som var under Forberedelse ved min Afgang, var det Meningen at ombygge dette Pumpeanlæg helt.

Højspændingsmateriellet til Udvidelsen var baade for 6000, 30,000 og 50,000 Volts Vedkommende leveret af A/S Lauritz Knudsens mek. Etabl. De 30,000 og 50,000 Volts Olieafbrydere var med Explosionskammer og skulde tilsvare en Brydnings-effekt af mindst 300,000 KVA. Ligesom ved de 6000 Volts Afbrydere var hver Fase i sin Oliekasse.

Det nye Højspændingsapparat anlæg havde indtil min Afgang ikke givet Anledning til Klage.

De gunstige Erfaringer med Ringkøling af Generatorluften bevirkede, at der blev søgt og givet Bevilling til at indføre denne Kølemaade ogsaa paa de 3 ældre Generatorer. Medens B. B. C. havde indført Luftkøling ved Generator 4 og 5 ved Systemer af Vandrør, blev Ringkøling af de 3 ældre Generatorer udført af det danske Ingeniørfirma Glent & Co. ved ringformede Ripper fastloddede til Messingrør, hvorigennem Saltvand passerede.

I 1928 blev der sluttet *ny Overenskomst med Nesa* om Samarbejde udover 1931. I dette Samarbejde indgik Lægningen af et nyt 50 KV Kabel, direkte mellem Ørnegaarden og H. C. Ørstedværket samt Udvidelse af Transformatorstationen paa H. C. Ørstedværket med én ca. 17,000 KVA Transformator. Disse Arbejder forudsatte fra Nesas Side Lægning af et nyt 50 KV Søkabel mellem Helsingborg og Helsingør og Forstærkning af Luftledningsforbindelsen mellem Helsingør og Ørnegaarden.

---

Vi vender nu tilbage til

### UDBYGNINGEN AF OMFORMERSTATIONERNE.

1) *Udvidelse af Batterikraften paa Vestre Elektricitetsværk.*  
Allerede paa et tidligt Tidspunkt var det til *Vestre E.* hørende Grundstykke blevet betydeligt udvidet ved med sin fulde Bredde at forlænges ud til den nye Gade Stoltenbergsgade; det var kommunale Arealer, som saaledes ved denne nye Gades Gennemførelse lagdes ind under Belysningsvæsenet.

Der var mange Projekter til Udnyttelse af Grunden, saaledes til Opførelse af en Garage- og Servicestation for elektriske Automobiler i Stue og højere liggende Etager et stationært Batteri til Udvidelse af *Vestre E.'s* Akkumulatorkapacitet i Kælderen. Jeg forsøgte at interessere Accumulatorfabrik A/G's herværende Repræsentant og Direktør for den lokale Filial for Projektet, men det var paa det paagældende Tidspunkt — midt under Krigen — ikke muligt at gennemføre Tanken.

Det blev saa vedtaget af Kommunalbestyrelsen at bygge en stor kommunal Kontorbygning paa Hjørnegrunden af Bernstorffsgade og Stoltenbergsgade og anvende Kælderen under Bygningen og under dens Gaard til Akkumulatorkælder.

I 1917 blev der givet Bevilling til at bygge Akkumulatorkælderen og til at opstille et Akkumulatorbatteri paa ca. 1700 KW i 3 Timer. Den store og højloftede Kælder blev ved en

Tunnel under Værkets Gaard sat i Forbindelse med Maskinhusets Kælder. Tunnellen skulde tjene dels til Skinneføring af de svære Lade-, Aflade- og Nulskinner, dels til bekvem Passage for Betjeningen. Gennem Tunnellen førte ogsaa en Luftkanal med varm Luft taget fra Maskinsalen over til Akkumulatorrummets Opvarmning. Sugningen af den varme Luft skete gennem en elektrisk Ventilator i et Kammer i Kælderens anden Ende mod Hospitalets Grund og Udluftningen af Kældereren gennem store saltglacerede Rør under Kældergulvet.

Medens Accumulatorfabrik A/G havde Leveringen af Batteriet i Entreprise, leverede Dansk Aktieselskab Siemens-Schuckert de store Celleregulatorer og byggede dem paa egne Værksteder efter Tegninger af Hovedfirmaet i Berlin. Siemens-Schuckert havde ligeledes Skinnelægningen i Entreprise. Fremskaffelsen af Kobberet hertil var paa det Tidspunkt meget vanskeligt, saa Belysningsvæsenet maatte kompensere med gammelt Kobber. Regulatorerne var forsynede med »Sparschalter« efter nyeste af vor Ingeniør senere Driftsbestyrer Kjærs forbedrede System.

Det store Batteri kom i Drift 1920 og forøgede i høj Grad Sikkerheden for Værkets Drift.

Først et Par Aar efter, samtidig med at Vestre E.'s Overgang til ren Omformerdrift fandt Sted, blev *Kontorbygningen* over Akkumulatorkældereren opført. Bygningen blev udlejet dels til Stats- og kommunale Institutioner, dels til Private.

2) *Arbejdet med Vestre E.'s Nedlæggelse som Dampværk og dets Udvidelse som Omformerstation* begyndte 1921. Tidligere kunde det ikke ske, idet H. C. Ørstedværket maatte være i Drift, før der kunde tænkes paa at nedlægge ældre Maskin-anlæg. Paa relativ gunstige Vilkaar blev Maskiner og Kedler afhændede. En af de ældre Vandrørskedler forblev dog i vor Besiddelse og blev delt i 2 mindre Kedler à ca. 100 m<sup>2</sup> Hedeflade for at anvendes til Varmeværk for Omformerstationen i den nye Kontorbygning og for Rudolf Berghs Hospital.

Senere 1928 er de omliggende Ejendomme bleven centralvarmeforsynede fra dette Varmeværk, efter at det fik en Kedel mere.

Delvis paa de gamle Maskinfundamenter blev der opstillet 2 Stk. 2000 KW Kascadeomformere fra Siemens-Schuckert men kun til Lysdrift 450 Volt.

Til det nye Højspændingsanlægs Installering blev en Del af det frigjorte gl. Kedelhus anvendt. S. S. havde Leverancen dertil.

Olieafbryderens Brydningseffekt var 75,000 K.V.A. Alle 3 Faser var i samme Oliekasse.

Til Jævnstrømsmaximalafbryderen blev der en noget kneben Plads for Enden af Fundamenterne for Omformerne.

### *3) Nedlægning af det ældste Dampanlæg til Gothersgade E. og Etablering af en stor Omformerstation her.*

Som det vil erindres, var der i den nye Maskinsal i Gothersgade E. bleven installeret en 1000 KW Kascadeomformer fra Asea. Der trængtes nu stærkt til mere Jævnstrømsmateriel for Forsyningen i den indre By, ligesom Værket i det Hele maatte ind under den Koncentration af Produktionen, som var bleven mulig ved Anlægget af H. C. Ørstedværket og de Udvidelser, det hurtigt havde faaet. At bygge en helt ny Omformerstation paa det bageste Grundstykke af Gothersgade 28, som tidligere var planlagt, og lade det gamle delvis 30-aarige Damp-Materiel blive staaende og stadig vedligeholdes kunde ikke mere lønne sig. I den gamle Maskinsal i Gothersgadeværket, hvor der fandtes ca. 2400 KW Dampdynamomateriel, kunde der mindst blive Plads til norm. 10,000 KW Omformere, og saa indvandt endda — disponibel for Fremtiden — hele Kedelhusbygningen.

Førend den forud omtalte Omformerudvidelse paa Vestre Elektricitetsværk blev der da i 1921 taget fat i Gothersgade paa Fjernelse af de 6 Babcock & Wilcox Kedler og af Dampdynamoerne; Steinmüllerkedlerne var under Krigsaarene fjernede og solgt til Vestre Gasværk, som havde Brug for dem.

Det var et betydeligt Bygningsarbejde, som derefter forestod med det gamle Maskinhus, under Ledelse af Stadsarkitekt Wright med Frehse som Arkitekt. Alle Fundamenterne blev sprængte med Dynamit og hele Maskinsalsgulvet fjernet. Nyt Gulv i Salen blev lagt i Højde med Gaarden, hvorved en højere Kælderetage opnaaedes. I Stedet for Skifertaget blev Hallen dækket med Zink, fordi Tagfladens Hældning havde vist sig for lille til at sikre Tætning i stærke Regnskyl eller under Tøbrud. Den smukke Trækonstruktion blev bibeholdt, da jeg efter en Konsultation med Prof. Suenson var bleven beroliget med Hensyn til Brandfaren.

I den nye Sal blev 2 Stk. 2000 KW Kascadeomformere fra S. S. af samme Størrelse og Spænding som de til Vestre E. Anlægget blev fuldført før Vestre E.'s Udvidelse.

Indeni og ved Fundamenterne blev der Plads til Regulerings- og Startmodstande samt for Jævnstrømsmaximalafbryderne, Maalershunter m. m.

Langs Maskinsalens østre Side og derunder i Kælder blev der i en Række Celler dækket med Jernporte og med Gitterværk ud imod Salen og mod Kælderen opstillet Højspændingsmateriellet fra S. S. til Kascadeomformerne samt til Forbindelse med Kraftværkerne. Allerede ved Installationen af den 1000 KW Omformer var der bleven etableret Forbindelse over Vestre E. fra Østre E. til Gothersgade E. med 3 Højspændingskabler à 95 mm<sup>2</sup>, skønt der strax kun skulde bruges ét Kabel, fordi Opgravning i de smalle Forretningsgader senere vilde volde megen Forstyrrelse (de maatte lægges i selve Kørebanen) og for at have Reserver tilstede i Tilfælde af Kabelfejl samt Mulighed for at føre Højspænding ud fra Værket. Dette var ogsaa allerede sket med en Højspændingsledning til Orlogsværftet. Nu kunde ogsaa de andre to Kabler tages i Brug, og Tavleanlægget med Fjernbetjeningen og Instrumenteringen anbragtes paa det gamle Reguleringspodium.

De tidligere Forbindelser ved Jævnstrømskabler fra Tavlen til Fordelingskammeret mod Gothersgade 30 blev nu fjernede og erstattede med svære Samleskinner, udgaaende fra An-



nexets Tavleanlæg, ført gennem den nye Omformerkælder under Gothersgade 30's Gaard til Fordelingskammeret. Salens Ventilation blev forstærket gennem et Par elektriske Ventilatorer i Maskinhusets Tag.

Det nye Omformeranlæg kom i Drift 1922 og maatte allerede faa Aar efter udvides. Udvidelsen fandt Sted samtidigt med Bygningen af H. C. Ørstedværkets 2den Sektion og med Udvidelser af Omformeranlægene paa Vestre- og Østre Elektricitetsværk og vil blive nærmere omtalt i Sammenhæng med disse sidste.

Hvad *Erfaringerne* angaar, som erholdtes ved Driften af de store Siemenske Kascadeomformere og de nye Højspændingsanlæg i Forbindelse med dem, er der i det væsentlige kun godt at notere. Der var vel i Begyndelsen nogle Vanskeligheder ved at opnaa helt gnistfri Gang ved Kommutatorerne, men ved Tilkaldelse af Specialister fra Hovedfirmaet blev Ulemperne fjernede.

4) I 1923 blev 2 synkronne Motorgeneratorer norm. 1000 KW, leveret af A/S Titan, opstillet paa Østre Elektricitetsværk. Naar der her blev valgt Synkronmotorgeneratorer, var det for tillige at kunne benytte dem til Fasekompensering. Motorgeneratorerne skulde iøvrigt tjene til Sporvejs- elektricitetsforsyningen. Bygningsudvidelse fandt ikke Sted.

Foruden de omtalte store Udvidelser efter Krigsaarene af de gamle Værkers Omformeranlæg, blev der bygget to nye Omformerstationer, nemlig: Fælledvejens Understation og den automatiske Omformerstation paa Enghaveplads.

### FÆLLEDVEJENS UNDERSTATION.

Ved Anlægget af Bragesgade Understation var Bygningen af en Understation for det egentlige Nørrebro bleven udskudt, men umiddelbart efter Krigen maatte der tages fat derpaa.

Af de tidligere omtalte Ejendomme Fælledvej 12 og Ravns-

borggade 13 og 15, som i 1898 var erhvervede, havde Fælledvej 12 et stort ubebygget Areal.

Administrationen af disse Ejendomme havde siden da været underlagt Magistratens 2den Afd.s Ejendoms kontor, som havde udlejet Fælledvej 12 til Skolevæsenet. Denne Skole havde udnyttet det ubebyggede Areal til Skolegaard og Skolehaver.

Den store Baggrund vilde give udmærket Plads til en ret stor Omformerstation, som baade kunde faa Udgang til Fælledvej og til Ravensborggade.

Fra Skolevæsenets Side blev der vel gjort en Del Indvendinger over Beslaglæggelsen af Skolehaven og mulige Ulemper for Skolen ved den tiltænkte Anvendelse, men da vi hævdede, at der ikke ved Stationens Drift vilde blive Ulemper af Betydning for Skolen, godkendte Kommunalbestyrelsen vore Planer.

Hovedindgangen for Personale og for Maskiner blev gennem Ravensborggade 13, og kun for Tilkørsel af Akkumulatormateriale, som kun sjældent fandt Sted, gennem Fælledvej 12.

Gennem Ravensborggade 13 skulde Højspændingskablerne føres ind, og gennem Fælledvej 12 blev et Rørbloksystem etableret til Udføring af Jævnstrømskablerne; ved senere Jævnstrømskabler Tilkomst behøvede man da ikke at grave op i Skolegaarden.

Planerne for Anlægget var udarbejdede sammen med Arkitekt Vald. Schmidt, og det lykkedes under dette Samarbejde at faa en godt disponeret og godt indrettet Understation, som baade tilfredsstillede Skolevæsenets rimelige Krav og ogsaa gav Muligheder for store fremtidige Udvidelser.

Administrationen af Ejendommen Fælledvej 12 overgik samtidigt til Belysningsvæsenet.

Med de Lejesummer, vi fik ind fra Skolen og Beboelsesbygningerne mod Ravensborggade, kunde Ejendommenes Indkøbspris dækkes, saa at vi saa at sige havde selve Grundarealet til Stationen gratis.

Selve Stationen opførtes i Aarene 1920—21 med det meget høje Prisniveau.

Understationens Bygninger indrettedes til 3 Omformere à 1000 KW, et Akkumulatorbatteri paa 1000 KW i 3 Timer og Højspændingsrum; endvidere indrettedes Folkerum og Centralvarmeanlæg. Til Akkumulatorbatteriet var 3 Etager forbeholdt, ligesom der var forbeholdt Plads til Opstilling af en Elevator til Brug for Akkumulatormontagen. Ved Maskinhusets Forlængelse kunde der yderligere opstilles 2 Omformere.

I første Omgang blev dog kun 2 Cascadeomformere à norm. 1000 KW installeret, idet Lysbatteriet paa Østre Elektricitetsværk f. T. formentes tilstrækkeligt til ogsaa at dække Nørrebrodistriktets Natforbrug.

A/S Titan leverede Cascadeomformerne, som var byggede til en stor Spændingsdifferens for eventuelt senere at kunne benyttes til Ladning af Akkumulatører, og A/S Lauritz Knudsen Højspændings- og Apparatanlægget, idet dog Firmaet købte de fjernstyrede Maximalafbrydere fra AEG.

Højspændingsanlægget var installeret i 3 Etager for Enden af Maskinsalen, og Reguleringspodiet var paa et Galleri udfor øverste Højspændingsrum.

Stationen var de første Aar nærmest at betragte som et Supplement til Østre Elektricitetsværk og kunde ved Sommer tidens svagere Forbrug og om Natten sættes ud af Drift.

I Efteraaret 1923 fandt et stort Driftsuheld Sted paa Østre Elektricitetsværk, som ved sin nære Tilknytning til Fælledvejens Understation ogsaa drog denne med under Driftsstyrrelsen.

I flere Timer var Østerbro og Nørrebro uden Lys og elektrisk Kraft.

I 1924 blev en 3die 1000 KW Cascadeomformer fra Titan opstillet paa Understationen.

I Vinteren 1926 fandt atter en længere Standsning af Lysforsyningen Sted paa Østerbro og Nørrebro, og Spørgsmaalet om Opstilling af det manglende Lysakkumulatorbatteri blev

da aktuelt. Der blev givet Bevilling til at opstille et Batteri paa 2500 KW under én Times Udladning. Hertil og til de fornødne fjernstyrede Celleregulatorer var der god Plads, og samtidigt blev den ved Understationens Anlæg forudsatte Elevator til Transport af Materiel til Akkumulatorbygningens Etager opstillet.

A/S Accumulatorfabrikken overtog Leveringen af Akkumulatorbatteriet, som bevirkede en betydelig Styrkelse af Værkernes Øjeblikksreserver.

---

Da Grænserne mellem Vexelstrøms- og Jævnstrømsdistrikter i 1908—09 blev fastlagt, kom den paa Vesterbro temmelig langt mod Vest. Kvarteret paa det yderste Vesterbro var den Gang endnu kun svagt udbygget, hvorfor Grænsens Beliggenhed i de første Aar ingen videre Rolle spillede, men under og efter Krigen voxede der langs Sønderboulevard og Ingerslevgade og mellem Enghavevej og Vesterfælledvej mange og meget store Byggekarrere op, hvorved der skabtes et stort Jævnstrøms-Elektricitetsforbrug ret langt fra Vestre Elektricitetsværk, hvorfra Forsyningen skulde ske.

Endnu et Par Aar efter Krigen var Bydelen ikke moden til en ny Understation, man kunde endnu i nogle Aar nøjes med under Hovedforbrugstiden at forhøje Spændingen for de herud særlig gaaende Hovedledninger fra Vestre Elektricitetsværk og iværksætte denne Forhøjelse *enten* ved under Max. at slutte disse Hovedledninger til Celleskifternes Ladeskinne *eller* ved at lade en af Synkronmotorgeneratorerne arbejde med forhøjet Spænding alene paa dette Forsynings Kvarter.

## DEN AUTOMATISKE UNDERSTATION PAA ENGHAVEPLADS.

I 1924 maatte der imidlertid skrides til Bygning af en Understation for de yderste Distrikter i denne Bydel, og efter en Række Undersøgelser blev det bestemt at placere denne

Understation ret langt imod Vest nemlig paa selve Enghaveplads og at gøre den hel automatisk.

Den blev lagt paa Hj. af Enghavevej og Istedgades Forlængelse og strax helt udbygget med 2 Stk. 1000 KW Omformere og uden Akkumulatorbatteri.

Af de forskellige Forslag, som gennem Tilbudene fremkom, blev British Westinghouses Forslag med 2 Etankeromformere foretrukket. Neppe noget andet europæisk Firma havde paa dette Tidspunkt saa gode Erfaringer med helt automatiske Stationer som nævnte Firma. Gennem det oprindelige Moderfirma Westinghouse i Amerika var det samtidigt i Kontakt med den betydelig amerikanske Praxis paa dette Omraade. British Westinghouse eller — som det nu hed — »Metropolitan Vickers Ltd.« havde desuden som stor Specialitet Fabrikationen af Etankeromformere.

Selve Omformerstationens Bygning blev projekteret i Samarbejde med Stadsarkitektens Kontor, og Afdelingen for Stads Bygningsvedligeholdelse fik Bygningens Opførelse, som skulde stærkt forceres, i Entreprise.

Det lykkedes Afdelingen at holde de fastsatte Tidsfrister.

Samtidigt med Tilførselskablet  $3 \times 6000$  Volt var der fra H. C. Ørstedværket ført et særligt Jævnstrømskabel med Forbindelse til Kraftværkets Akkumulatorbatteri for at være Reserve for Understationens Manøvrestrøm.

I Løbet af Vinteren 1924—25 kom Stationen delvis i Drift.

Den automatiske Understation paa Enghaveplads skylder for en stor Del sin konstruktive Opbygning nuværende Overingeniør R. Johs. Jensen, og den har i de forløbne Aar gjort udmærket Fyldest. De mindre Mangler, som der viste sig de første Aar, blev rettede, og det viste sig flere Gange, at Automatikken i Tilfælde af Driftsforstyrrelser arbejdede paalideligere og hurtigere, end Mandskabet i de for Haanden betjente Understationer almindeligt er i Stand til.

## 30000 VOLT KABELNET.

Det var Fordele ved Elektricitetens Distribution fra Kraftværket, som foranledigede Indførelsen af 30000 Volts Spænding. Sammen hermed maatte da nødvendigvis følge et nyt Kabelnet til 30000 Volt fra Kraftværket til Omformer- og Transformatorstationer. Og Kabeltekniken havde fulgt Trit med de andre Grene af Elektrotekniken. Medens man omkring 1904, da jeg foretog min store Studierejse, ikke følte sig sikker paa Trefas-Kabler til højere Spænding end ca. 10000 Volt, var flere Firmaer 20 Aar efter inde paa at tilbyde Trefas-Kabler til 50000 Volt. Da jeg i 1922 var i England, besøgte jeg ogsaa Kabelfirmaet »Callender Cable and Construction Comp.«, og en af Firmaets Overingeniører meddelte mig her, at det havde 50000 Volt Trefas-Kabler i Ordre og under Udførelse i Holland. Saavidt jeg senere har hørt, skal Firmaet dog have haft mindre gode Erfaringer med dette til Holland leverede Kabelanlæg. Men Kabler til omkring 30000 Volt havde været udførte i ikke saa faa Aar; baade Wien og Berlin havde saadanne Anlæg allerede før Krigen, hvorved der i det hele og store var høstede gode Erfaringer, og hvorpaa der kunde bygges videre.

Et betydeligt Fremskridt bragte Opfindelsen omkring de enkelte Korers Isolation at lægge en tynd Metalhinde til ensformig Fordeling af de elektrostatiske Kraftlinier. Af Opfinderen, Ingeniør Höchstädter, erhvervede forskellige store Kabelfirmaer efterhaanden Licenz til at bygge Kabler efter dette System.

Felten & Guillaume var vel det første Firma og fik bl. a. fra Nesa vistnok uden Konkurrence Leverancen af Trefas-Sø-kablet til 50000 Volt mellem Helsingborg og Helsingør. Det tjener Direktør Angelo til stor Ære, at han dømte rigtigt, da han vovede at bygge dette Kabelanlæg under Øresund.

Ved Licitationen paa 30000 Volt Kablerne til København var vel Felten & Guillaume Favorit med sin nye Kabelkonstruktion, men AEG havde saa mange Aars gunstige Erfarin-

ger med sine 30000 Kabel- og — hvad der ogsaa var meget vigtigt — Kabelmuffekonstruktioner, at Belysningsvæsenet 1925 delte Leverancen mellem de to Firmaer. For at støtte dansk Arbejde fik dog Nordisk Kabelfabrik ogsaa en lille Ordre paa 400 m til at prøve Kræfter paa. Den anvendte Höchstädterprincippet til denne Strækning.

Paa alle Omformerstationer undtagen Bragesgade og Enghaveplads skulde 30000 Volts Spændings Materiel opstilles og for flere Stationers Vedkommende være rede til at tage imod, naar H. C. Ørstedværkets Sektion 2 kom i Drift. Thi vel kunde der med de nye Turbogeneratorer leveres Strøm til 6000 Volts Nettet, saaledes som tidligere berørt, men kun af én ad Gangen; for fuld Udnyttelse af det nye Kraftanlæg var derfor samtidige 30000 Volts Installationer til Distribution paa krævet.

Først udvidedes Gothersgades Elektricitetsværk og Østre Elektricitetsværk med 30000 Volts Omformer- og Transformatoranlæg, dernæst kom Vestre Elektricitetsværk med en meget stor Udvidelse. Ved min Afgang 1929 var Fælledvejens Understation i Færd med at udvides med de 30000 Volt for Øje.

*Bragesgade Understation* kom ogsaa med under Udvidelsen af Materiellet, endog en forholdsvis betydelig, men de 30000 Volt skulde ikke føres direkte til Stationen, men til en ny 30000 Volts Transformatorstation, som Elektricitetsværkernes Ingeniørkontor skulde bygge i den yderste Nørrebro Bydel.

Denne Transformatorstation, som endnu ikke var færdig i Foraaret 1929 skulde ikke blot tjene til Forstærkning af det eksisterende 6000 Volts Højspændingsnet, men ogsaa med en 6000 Volts Ledning føre yderligere Kraft til Bragesgade Omformerstation.

Paa Amager, hvor det 6000 Volts Ledningsnet i høj Grad trængte til Forstærkning, kom samtidigt med, at H. C. Ørstedværkets 30000 Volt Produktion begyndte en af Elektricitetsværkernes Ingeniørkontor projekteret og bygget 30000/6000 Volt Transformatorstation i Drift.

Værkerne havde i en lang Aarrække ved Omformning af

Vexelstrøm af 6000 Volt til Jævnstrøms 440 Volt holdt sig til Kascadeomformertypen. Med Indførelsen af 30000 Volt kunde denne Type ikke anvendes direkte fra 30000 Volt til 440 Volt, men man maatte have en Transformator imellem.

Herved gik imidlertid en Del af de Fordele tabt i Forhold til Etankeromformerne, som man havde ved 6000 Volts Spænding, nemlig at kunne tilføre Kascadeomformerne denne Spænding direkte uden Mellemed.

Etankeromformertypen blev nu økonomisk Favorit fremfor Kascadeomformeren og Motorgenerator typerne — det være sig Synkron- eller Asynkrontyperne — og efter stedfunden Licitation i 1925 blev der til Gothersgade Elektricitetsværk og Østre Elektricitetsværk bestilt 4 Stk. normal 2000 KW Etankeromformere — 2 Stk. til hvert Værk — fra *Titan* i Forbindelse med »Elektromekano« i Helsingborg, saaledes at »Elektromekano«, hvor Dr.-Ing. I. L. la Cour var Direktør, skulde lave den første Etankeromformer, og naar denne paa Fabriken var godkendt, skulde overlade Titan sine Konstruktions- og Værkstedstegninger samt Beregninger til Udførelse af de 3 sidste Maskiner og Transformatorer. Højspændingsisolationsmaterialet skulde Titan anskaffe fra »Elektromekano«. Det var Meningen, at den første Etankeromformer skulde være færdig til Kampagnen 1925, men det lykkedes ikke. Ildsvaade i Fabriken i Helsingborg, Streike og Lockout i Danmark bevirkede, at det nye Anlæg først i 1926 kom i Drift.

Medens Omformerbygningen i Gothersgades Elektricitetsværk forholdsvist hurtigt uden store Ombygninger kunde gøres i Stand til at modtage de 2 Etankeromformere med tilhørende Transformatorer og det nye 30000 Volt Højspændingsanlæg, maatte der paa Østre Elektricitetsværk foretages store Bygningsarbejder.



## STOR OMFORMERUDVIDELSE PAA ØSTRE ELEKTRICITETSVÆRK 1925—27.

I Maskinsalen skulde 2 af de gamle 600 KW Dampdynamoer fjernes for at give Plads for de 2 Etankeromformere, og ud imod Østre Allé i Tilslutning til den eksisterende Højspændingsbygning skulde der bygges dels for at kunne optage 2 store Transformatorer 30/6 KV med tilhørende Viklingskoblere, Vand- og Oliepumper, dels en Højspændingsbygning til 30 KV Apparatanlægget.

Instrumenter og Manøvrehaandtagene m. m. fik iøvrigt Plads paa en Udvidelse af det eksisterende Reguleringsgalleri.

Det var oprindelig Tanken, at Stadsarkitekten skulde have hjulpet os med dette betydelige Bygningsarbejde, og der var forhandlet en Del med hans Kontor derom ved Skitsernes Udarbejdelse. Det kom imidlertid til Gnidninger med hans Kontor, fordi dette ikke mente at kunne acceptere det Overslag over Bygningsudgifterne, som vi efter vore Erfaringer fra udførte Arbejder de senere Aar og iøvrigt med Kontrol af en paalidelig Bygningshaandværkers Kalkulation havde udarbejdet.

Da vi saaledes selv maatte tage Ansvaret for, at vort Overslag under Udførelsen af Arbejdet kunde holde, ønskede vi ikke ved Udførelsen at benytte Stadsarkitekten, men have vor egen private Arkitekt.

Efter forskellige difficile Forhandlinger, som Belysningsdirektøren maatte føre med Magistraten og Stadsarkitekten derom, fik jeg for dette Arbejde knyttet en yngre dygtig Mand, Arkitekt Espersen, til mit Bygningskontor, dog saaledes at han med Hensyn til Façadens Udseende mod Østre Elektricitetsværk skulde være underkastet Stadsarkitektens Afgørelse.

Mod fast maanedlig Gage udarbejdede Arkitekt Espersen da i Samarbejde med Afdelingsingeniør v. Holstein Rathlou og Ingeniør Moe fra Stadsingeniørens Direktorat Planerne i Details for den nye Højspændings- og Transformatorbygning og ledede Opførelsen, og han fik et overmaade smukt og godt Re-

sultat ud deraf, uden at Bevillingen paa nogen Maade blev overskredet. Arbejdet blev paabegyndt i Sommeren 1925 og fuldført i det væsentlige i Løbet af 1926.

Efter Vinteren 1925 blev der taget fat paa Nedtagelsen af de to gamle Dampdynamoer, som var overtagne af Maskinfabriken »Atlas« A/S for Scrapværdien; det var kun Kobbermaterialet af Dynamoernes Vindinger, som her betød noget. Jernværdien kunde vel knap dække Nedbrydnings- og Transportudgifterne.

Saa maatte Dampdynamoernes Fundamenter helt fjernes; det skulde ske ved Sprængning, og heri var der jo ved tilsvarende Arbejder i Gothersgade- og Vestre Elektricitetsværk indvundet en hel Del Erfaringer. Det var et ret vanskeligt Arbejde, fordi Sprængningen skulde foregaa midt i Maskinhuset, uden at Driften af Værket maatte forstyrres eller Materiellet iøvrigt lide Skade. Firmaet Hans & Jørgen Larsen, som havde udført Sprængningsarbejderne i Gothersgades gamle Maskinsal, overtog det. Under udmærket Samvirken mellem Værkets Driftsbestyrer, vor Arkitekt og vore Ingeniører, blev det farlige Arbejde tilendebragt og nye Fundamenter støbte i Beton.

Saa kunde da i Sommeren 1926 de to Etankeromformere opstilles. Deres Transformatorer fik Plads i et dertil indrettet Rum for Enden af hvert Etankerfundament og Olie- og Vandpumper til Transformatorøkølingen i Kælderen ved Siden af Fundamenterne. Kølevandet baade hertil og til den store Transformator 30/6 KV skulde tages fra Kølevandsledningen fra Sortedamssøen.

### TRANSFORMATORSTATION PAA ØSTRE ELEKTRICITETSVÆRK.

Den nye store Transformator paa 5000 KVA, som samtidigt skulde opstilles paa Værket, havde *dels* til Opgave at forsyne Værkets 6000 Volts Omformere (ialt 5 Stk.) og det fra Østre Elektricitetsværk udgaaende 6000 Volts Ledningsnet med

Strøm fra 30000 Volts Anlægget paa H. C. Ørstedværket og saaledes eventuelt aflaste det ældre 6000 Volt Produktionsanlæg og Hovedledningsnet *dels* reversibelt fra Østre Elektricitetsværks 6000 Volts Samleskinner understøtte 30000 Volts Forsyningen fra H. C. Ørstedværket.

Transformatoren med Tilbehør blev givet Asea i Entreprise.

Siemens fik Montagen af Højspændingsanlægget i Entreprise, men bundet til at tage Højspændingsmateriellet fra Laur. Knudsens mek. Etablissement (dansk Arbejde). Relaiserne var her ligesom paa de andre Værker af R. Johs. Jensens Konstruktion og blev udførte af egne Mekanikere under Afdelingsingeniørens Ledelse paa Mekanikerværkstedet i Gothersgades Elektricitetsværk.

Højspændingsanlæggets Olieafbrydere var af samme Type som paa H. C. Ørstedværkets Sektion 2 og af samme Brydningseffekt.

Arbejdet maa siges at have virket godt, kun mindre Fejl har der været at rette.

Det eneste Punkt, der har givet Anledning til Klage, var Spændingsreguleringsgrænserne for den 30/6 KV Trf.; de skulde have været lagt paa et noget højere Niveau. Ved en Misforstaaelse var de lagt principalt for 6/30 KV istedetfor principalt 30/6 KV.

#### OMFORMERUDVIDELSE GOTHERSGADE ELEKTRICITETSVÆRK 1926.

Paa Gothersgades Elektricitetsværk skulde som omtalt 2 Etankeromformere med de hertil hørende Transformatorer og et 30 KV Højspændingsanlæg for disse Transformatorer og for Hovedledningerne opstilles.

Jeg har omtalt, at Etankeromformerne var af samme Størrelse 2000 KW som de paa Østre Elektricitetsværk. Transformatorerne var dog noget forskellige, idet de til Gothersgades Elektricitetsværk skulde bygges for Luftkøling af Transformatorolien i Modsætning til for Vandkøling af samme paa Østre

Elektricitetsværk. Det gav her et noget billigere Anlæg uden at forringe Virkningsgraden.

Omformerne blev ligesom de tidligere Cascadeomformere opstillet paa tvers af Salen med Transformatorerne i Kælder-  
ren for Enden af Omformerfundamentet. For at faa tilstræk-  
kelig Højde maatte Transformatorrummene dog gaa lidt over  
Maskinsalsgulvet, hvad der egentlig ikke prydede Salen. Trans-  
formatorluften fik sit eget Indtag fra den store Gaard og  
sugedes af en Blæser gennem Transformatorrummene.

Naar det blev muligt at undgaa store Byggearbejder for at  
skaffe Plads til 30 KV Højspændingsapparat anlæget paa Go-  
thersgades Elektricitetsværk, skyldtes det Anvendelsen af  
*Reyrolles* lukkede pansrede System til dette Formaals. Dette  
kunde installeres langs Maskinsalens Sidevæg uden iøvrigt at  
indskrænke den til Etankeromformerne og deres Transformato-  
rer nødvendige Plads.

Til Instrumenterne og Manøvrehaandtagene m. m. var der  
god Plads paa det gamle Reguleringspodium.

Etankeromformerne særlig den i Helsingborg byggede havde  
vel i Begyndelsen enkelte mindre Mangler, men i det store og  
hele har de funktioneret godt.

#### UDVIDELSE AF BRAGESGADES UNDERSTATION 1926—28.

Den vedblivende stærke Udvikling af Sporvejs elektricitets-  
forbruget paa det yderste Nørrebro nødvendiggjorde i 1926  
en større Udvidelse af Bragesgades Understation.

Ved Imødekommenhed fra Københavns Sporvejes Side blev  
det muligt at forlænge den eksisterende Omformerbygning ret  
betydeligt langs Bragesgade, saa der ikke alene blev Plads for  
de 2 Ensrettere à 500 KW med Transformatorer og Højspæn-  
dingsanlæg, men ogsaa til fremtidig 2 Stk. 800 KW Ensrettere.

Værkbygningen udførtes i 2 Etager ligesom den eksisterende  
Bygning, for at Lysbatteriet eventuelt senere kunde erholde  
en ønskelig Udvidelse; samtidigt med at dette da skete, var  
det Tanken at nedlægge Pufferbatteriet for Sporvejsdriften,

idet dette ved Indførelse af Ensretterdrift vilde blive ret overflødig.

Bygningsarbejdet maatte stærkt forceres for at muliggøre at faa Ensretteren inden Vintertiden 1926—27, og det lykkedes Entreprenøren Murermester Kaj Rothe at overholde Terminerne. Arkitekt Vald. Schmidt var som sædvanligt vor Arkitekt, og Siemens-Schuckert havde Leverancen af Ensrettere, Transformatorer og Højspændingsapparaturen samt af det automatiske Tavle- og Relaisanlæg. Det første Arbejde, der skulde gøres, da Grunden var udgravet og Kælderen til den nye Bygning udføres, var iøvrigt at skaffe den fornødne Plads i denne Kælder for Transformatorerne til Forbindelse med Nesa.

1 d  
Det lykkedes vel, ingen Vinteren kom, at faa Ensretteren til Brug, men Anlægget viste saa mange Mangler og var iøvrigt paa flere Punkter i Uoverensstemmelse med Kontrakten, at Driften af den hen paa Foraaret maatte indstilles. Transformatorerne maatte efter hinanden sendes til Nürnberg for at omvikles for at tilfredsstille Kontraktens Fordringer med Hensyn til Spændingsforskellen mellem fuld Belastning og Tomgang, og for at bekæmpe de farlige Tilbagetændinger maatte Firmaet gaa ind paa at levere Hurtigaflbrydere for Jævnstrømmen fra Ensretteren. Selvfølgelig vilde det gamle hæderkronede Verdensfirma sætte alt ind paa ogsaa her at levere et tilfredsstillende Anlæg, og dette lykkedes ogsaa i Løbet af 1927.

Det kunde imidlertid ikke nægtes, at med Hensyn til Ensrettere havde Brown, Boveri & Co. under Krigen faaet et teknisk Forspring, som Firmaet vedblivende bestræbte sig for at fastholde overfor de to andre Konstruktører og Byggere af store Staalensrettere: Siemens og A. E. G., og netop i disse Aar fremkom B. B. C. med nye epokegørende Fremskridt, som baade muliggjorde Bygningen af Ensrettertyper til meget store Ydelser (op til 16000 Amp.), og som syntes at eliminere den Kilde til Usikkerhed i Ensretterdriften, som Tilbagetændingerne virkelig var.

I Løbet af 1928 blev 2 af de mindre Omformere — nemlig

en af de 300 KW Kascadeomformere og den 250 KW Motor-generator til Lysdrift — flyttede til Østre Gasværk resp. Valby Gasværk og paa deres Plads omstillet en 1000 KW Kascadeomformer flyttet hertil fra Vestre Elektricitetsværk.

#### VESTRE ELEKTRICITETSVÆRKS UDVIDELSE 1927—29.

I Efteraaret 1927 paabegyndtes en stor Udvidelse af Vestre Elektricitetsværk. Belastningen paa denne fortrinligt beliggende Omformerstation tiltog stadig meget stærkt, og foruden Opstilling af flere Omformere og Stationens Tilknytning til 30000 Volt Systemet skulde nu Værket tillige gøres til en *stor Transformatorstation*, hvorfra 6000 Volts Distributionsledninger til direkte Vexelstrømforsyning og til nye Omformerstationer kunde udgaa.

Ude i Verden begyndte i mange Byer den Tanke at vinde frem, at de store Byer ikke i Længden kunde fastholde Jævnstrøm som Distributionssystem. Man var klar paa, at skulde man begynde paa bar Bund, vilde man strax gaa til Distribution af Vexelstrøm, men Ændring i Systemet fra Jævnstrøm til Vexelstrøm, vilde jo for de bestaaende Jævnstrømsanlæg — Gadeledninger og Husinstallationerne — betyde store Udgifter, og det var et Spørgsmaal, om disse Udgifter kunde forsvares under Hensyn til Vexelstrømsystemets større Elasticitet og billigere Drift. Flere store Byer har decideret lagt Roret saaledes, at de styrer mod en endelig Afvikling af Jævnstrømmen, og det var ogsaa min Opfattelse, at dette vilde være rigtigt for Københavns Vedkommende.

I alle Tilfælde blev Udvidelsen paa Vestre Elektricitetsværk saaledes planlagt, at der kunde opstiles 4 Stk. 10000 KVA Transformatorer foruden Transformatorer til Etankeromformerne. Herpaa blev altsaa Bygningerne baseret, idet dog i første Omgang kun blev opstillet 1 Stk. 10000 KVA Trf. 30/6 KV.

Bygningsudvidelsen omfattede en Parallelbygning til Maskinhuset af samme Bredde som det gamle Kedelhus og i

Forlængelse af den Del, der var til Rest endnu som Kedelhus. Resten af det ældre Kedelhus maatte nedrives. I Maskinsalen blev allerede i Sommeren 1927 gamle Fundamenter fjernede ved Sprængning for at kunne give Plads strax til 2 Etankeromformere à 2500 KW med tilhørende Transformatorer og senere til yderligere en Omformer.

Planen for Bygningsudvidelsen var baseret paa, at Højspændingsmateriellet baade for 30 og 6 KV blev det lukkede pansrede System; derved blev megen Plads indvunden og en god Disposition af Anlægget sikret.

Højspændingsanlægget blev i 2 Etager ordnet langs Maskinhusets Side samt lette Løbekraner monteret i hver Etage, og i Kælderen derunder var der Plads til Kabelfremføring samt til eventuelt senere at indsætte Reaktansmodstande i Kablerne. Saadanne Reaktansspoler blev ogsaa strax indsat i Forbindelsen mellem det nye 6 KV Skinneanlæg og det faa Aar forinden opstillede Højspændingsanlæg for de 2000 KW Cascadeomformere for at dæmpe eventuelle Kortslutningsstrømme i 6 KV Systemet.

Ud imod Opkørslen fra Tietgensgade var Pladsen forbeholdt den første og de senere Transformatorer samt — for Enden af Transformatorrækken med Port ud imod Værksgaarden — et Transformatorreparationsrum, som beherskedes af en Løbekran.

Midt gennem den nye Bygning løb en bred Gang med Porte for Transformatorrummene og med en Skinnebro, udpaa hvilken Transformatorerne kunne forfares og bringes til eller fra Eftersynsrummet.

Transformatorernes Olie køledes med Luft fra et Indtag for Enden af den nye Bygning i Værkets Gaard.

A/S Titan fik efter en offentlig Udbydning overdraget de 2 Etankeromformere, som var af samme Type som de til Gøthersgades Elektricitetsværk og Østre Elektricitetsværk tidligere leverede 2000 KW Etankeromformere. Disse havde nemlig vist sig at være meget rigelige og svare til mere, end de var solgt for.

Hos A. E. G. blev den 10000 KVA Transformator med aaben Viklingskobler bestilt.

Det lukkede pansrede System (enclosed ironclad system) blev ogsaa offentlig udbudt, og Kampen stod særlig mellem Reyrolle og to andre engelske Systemer, men A/S Laur. Knudsens Tilbud med Reyrolle Materiel blev foretrukket som det sikreste.

30 KV Olieafbryderne skulde mindst have 350000 KW Brydningseffekt, 6 KV Afbryderne 150000 KW.

Medens 30 KV Systemet blev tilvirket paa Reyrolles Fabrik i England, byggede A/S Lauritz Knudsen efter Reyrolles Tegninger og Anvisninger 6 KV Materiellet med Tilbehør paa dets egen Fabrik.

Før at faa Plads til Tavleinstrumenterne og Styrenøglerne m. m. maatte Reguleringsgalleriet betydelig udvides i Længden og paa en Strækning ogsaa i Bredden for at give Plads til en pultformet Instrumentering ud imod Salen. Montagen heraf samt af Fjernstyreledningerne, Maale- og Relaisledninger var overdraget lokale Firmaer.

Forhøjelsen af Sikkerheden i Omformerdriften under Variationer i Højspændingen og i Frekvensen havde længe internationalt været diskuteret. Ved Berliner Elektrizitätswerke var der et Par Aar, før vi begyndte paa Vestre Elektrizitetsværks sidste Udvidelse, i Forbindelse med Allg. Elektr. Gesell. gjort en Række Undersøgelser og Forsøg gaaende ud paa ved automatiske Indskydelser af Drosselspoler at søge at hindre, at Etankeromformeren ved kortvarig Bortbliven af Vexelstrømspændingen faldt ud. Det gunstige Udfald af disse Forsøg bestemte os til at prøve den af AEG. patenterede meget komplicerede Anordning paa de 2 Etankeromformere, der skulde opstilles paa Vestre Elektrizitetsværk.

Helt glat gik det ikke, en Del Vanskeligheder var der, og endeligt Resultat forelaa ikke før min Afgang.

Den nyeste Omformertype Ensretteren har ikke de roterende Omformeres mere eller mindre Kildenhed overfor Variationer i Højspændingen. Efter en eventuel momentan Afbry-



delse i Højspændingsforsyningen er Ensretteren ved Spændingens Tilbagevenden strax til Rede og er ogsaa ufølsom overfor Frekvensvariationer. Da deres Størrelse i væsentlig Grad er afhængig af den kontinuerlig afgivne Strømstyrke og i mindre Grad af den afgivne Jævnstrømspænding, og da Ensretterne taaler meget betydelige stærke momentane Belastningsvariationer, er det hidtil mest til Sporveje og Baner, at de store Ensrettere er bleven anvendt. Her ved de relativ høje Jævnstrømspændinger faar den ogsaa forholdsvis sin bedste Virkningsgrad.

Vi var meget interesserede i B. B. C.s tidligere berørte sidste tekniske Fremstød paa Ensretterområdet, og da Sporvejelektricitetsforsyningen ogsaa trængte til Forstærkning af Produktionsmateriellet — de nye Etankeromformere var ikke byggede til at afgive Strøm til Sporvejene — erholdt Belysningsvæsenet under Udvidelsen af Vestre Elektricitetsværk, som her er omtalt, Bevilling af Kommunalbestyrelsen til at flytte en af Cascadeomformerne — som tidligere ved Bragesgade Understationens Udvidelse er berørt — til denne Station og i dens Sted at opstille en 4000 Ampère  $\times$  550 Volt Ensretter af B. B. C.s nye Type.

Arbejdet hermed var ikke tilendebragt i Foraaret 1929.

### SPREDTE ANLÆG.

Ind imellem de store Arbejder kom en Række mindre, som tjente til Sikring eller mindre Udvidelse.

Jeg skal nævne: 1) Opstillingen paa *H. C. Ørstedværket af 3 Reaktansspoler* for det direkte Vexelstrømsnet fra dette Værk. For dette Net fandtes nemlig et sekundært Højspændingsanlæg med A/S Laur. Knudsens Materiel, hvortil de enkelte udgaaende Ledninger var knyttede gennem en mindre Olieafbryder indstillet til Afbrydelse efter L. K. Relaisystem. Da disse Gruppeafbrydere ikke var byggede til at taale en Kortslutning, bag hvilken Værkets hele Energi laa, var dette

secundære Højspændingsanlæg forbundet med Hovedsamleskinnerne (6 KV) ved en af Værkets normale Hovedolieafbrydere af Aseas Konstruktion.

Ved stærke Kortslutninger i Nettet blev da i Reglen samtlige fra det sekundære Højspændingsfelt udgaaende Ledninger spændingsløse, idet Hovedafbryderen jo maatte indstilles til at virke i kortere Tid end de mindre Gruppeafbrydere.

Samtidig med at der da blev opsat nye noget større Gruppeafbrydere, blev et Sæt Reaktansspoler, leveret af Metropolitan Vickers, indskudt mellem Hovedafbryderen og den sekundære Gruppe. Derved skulde den momentane Kortslutningsstrøm reduceres saa meget, at Gruppeafbryderne kunde besørge Afbrydelsen.

Nyordningen virkede tilfredsstillende. Nogle Betæneligheder, der havde været for, at Reaktansspolerne under normale Forhold skulde trykke Spændingen i det direkte Vexelstrømsnet, viste sig ubegrundet.

2) De paa Østre Elektricitetsværk værende Olieafbrydere af British Westinghouse Konstruktion, som var opstillede 1908, havde i den forløbne Tid gjort god Tjeneste og altid i paakommende Tilfælde gjort deres Skyldighed, men de var nu blevne for smaa. Efter at 30000 Volt Forbindelsen med H. C. Ørstedværket var kommen i Stand, var Kraftværkets Energi elektrisk set kommen nærmere paa Livet af Østre Elektricitetsværks Højspændingssystem — kun dæmpet ved 2 Transformatorreaktanser og Modstanden i 30 KV Kablet — i Tilfælde af Kortslutning. De var i sin Tid jo angivne til 20000 KVA Brydningseffekt, men Undersøgelse deraf alene paa Beregning hvilede paa et spinkelt Grundlag. Det blev undersøgt og drøftet med det engelske Firma, som i sin Tid havde leveret dem, om de kunde ombygges til væsentlig større Effekt, men det var ikke muligt; de maatte kasseres og erstattes med nye moderne Konstruktioner af stor Brydningseffekt. Men dette medførte, at hele det ældre Anlæg maatte fjernes. Det nye Anlæg blev bygget af Laur. Knudsens Materiel og monteret af Siemens i Sommeren og Efteraaret 1928 indenfor den

existerende Bygningsramme med mindre Bygningsændringer. Olieafbryderens Brydningseffekt var 150000 KVA.

3) Jævnstrømsforsyningen ud imod Hellerup strækker sig helt til Bygrænsen.

For at støtte denne Forsyning og samtidig sikre *Østre Gasværk* Reserve i Tilfælde af Kabelforstyrrelser, blev der under Samvirken mellem *Østre Gasværk*, Elektricitetværkernes Ingeniørkontor og Afdelingsingeniør R. Johs. Jensen i en mindre Bygning, Gasværket stillede til vor Disposition, indrettet en lille *Omformerstation*, hvortil som tidligere berørt 2 af Bragesgades smaa Omformere paa 3 à 400 KW blev flyttet.

Højspændingsinstallationen leveredes af A/S Lauritz Knudsen med Reyrolle Materiel. Et hollandsk Firma med lignende Materiel gjorde sig store Anstrængelser for at faa Leverancen.

Stationen fik 2 Stk. 6000 Volts Ledninger til Forbindelse med *Østre Elektricitetsværk*, hvoraf den ene blev sløjftet ind for at fortsættes videre til Kalkbrænderihavnen.

Værket havde iforvejen jo Forbindelse med Kvarterets elektriske Fordelingsnet; nu blev denne Forbindelse mere til Reserve, medens Fordelingsnettet ved Fødeledninger fra denne *Omformerstation* fik den ønskede Forstærkning.

4) *Til Sikring af Akkumulatordriften*, naar Akkumulatorbatterierne for Lysdriften i en Nødssituation blev anstrængt til yderste Evne, blev der i 1928 givet Bevilling til Opstilling af store Maximalafbrydere i Nullederne. Der kunde her blive Tale om en kort Tid at afgive 8000 à 10000 Ampère, og hertil kunde man ikke uden Fare for Personale og Omgivelser bygge Smeltesikringer. De fjernstyrede Maximalafbrydere gjorde Betjeningen til Herre over det rette Tidspunkt til at afbryde Batteriet. De kom i Drift i Vinteren 1928—29.

5) En lille *Omformer* blev 1928 opstillet i Maskinsalen paa H. C. Ørstedværket for i Tilfælde af Driftsforstyrrelser at kunne afgive Vexelstrøm til Drift af Kedelhusblæserne en kort Tid.

6) 1928 blev nogle mindre Arbejder udførte ved Bygningerne Ravnsborggade 13 og 15 til Forberedelse af en betydelig

Udvidelse af Fælledvejens Understation. Bevilling til denne Udvidelse forelaa kort Tid før min Afgang.

### VARMEFORSYNINGEN FRA KOMMUNENS ELEKTRICITETSVÆRKER.

Med de enorme Kulpriser i nogle Aar efter Krigens Afslutning maatte naturligvis Spørgsmaalet fremkomme om større Brændselsøkonomi.

Ved Dampelektricitetsværker med den forholdsvis ringe termiske Nyttevirkning — op til 15 à 16 pCt. — blev saaledes Spørgsmaalet om Udnyttelsen af Dampens potentielle Energi før dens Anvendelse til Varmeformaal drøftet; Udgifterne, der var forbundne dermed, enten det skete ved Ombygning og Udvidelse af bestaaende Anlæg eller ved Anskaffelse af Modtrykturbiner, var imidlertid store og maatte indgaa i Rentabilitetsberegningen. Hertil kom, at Modtryksturbiner ved de relativt lave Damptryk, f. Ex. i København fra 11—16 Ato krævede et flere Gange større Forbrug end ved Kondensationsturbinen, et Dampforbrug som Kedelanlægget altsaa skulde præstere. Det bevirkede, at ved eksisterende Kedelanlæg blev Turbinen for lille til rationel Elektricitetsforsyning eller ved Turbogeneratorer, der svarede til Elektricitetsværkets Behov, blev et væsentlig større Kedelanlæg nødvendigt.

Elektricitetsværkets Driftskurve og Varmeforbrugskurven for Centralvarmeforsyning svarede ikke heller til hinanden, saa der ved en Sammenkobling vilde komme Tab.

I Virkeligheden er Spørgsmaalet om Udnyttelsen af Dampens potentielle Energi til Varmeformaal først nu ca. 10 Aar efter for Elektricitetsværksdriftens Vedkommende løst ved at gaa til meget høje Damptryk — op til ca. 100 at. Ved saa store Damptryk er Modtryksturbinens Dampforbrug ikke større end Kondensationsturbinens ved 20 at, og Merudgifterne i Anlægsudgifter ved det forhøjede Tryk er ikke store.

Vi begyndte at sysle med Spørgsmaalet offentlig Varmeforsyning fra vore Værker i 1922. Paa Vejen hjem fra et Kur-

ophold i Wiesbaden i Efteraaret 1921 besøgte jeg Hamborg for bl. a. at se det under Krigen byggede nye Kraftværk Tiefstaek. Under Samtalen med Generaldirektør Bannwarth meddelte denne, at Hamburgische Elektrizitätswerkes ældste Værk i Poststrasse nu var taget i Brug som Varmecentral, hvorfra en Del større Bygninger i Nærheden bl. a. Raadhuset blev forsynet med Varme.

Et privat Selskab havde overtaget Driften af Poststrasse Stationen og Varmeleveringen derfra. Selskabet, hvori Hamburgische Elektrizitätswerke var stærkt økonomisk interesseret som Storaktionær, ejede Varmeledningsnettet, hvorigennem Varmen i Form af Damp distribueredes. Det gamle Maskinanlæg i Poststrasse forblev som Reserve for Elektrizitetsværket, og det var med direkte Kedeldamp, at Varmecentralen arbejdede.

Sagen vakte min Interesse. Vore ældre Dampværker vilde jo efterhaanden gaa over i Reserven, de ældste var vel allerede som forhen omtalt sløjfede, men baade paa Østre Elektrizitetsværk og i Gothersgades Elektrizitetsværk fandtes jo de fra 1902 resp. fra 1904 og senere installerede Kedelanlæg, som kunde tænkes at danne Grundlaget for offentlig Forsyning af Varme.

Jeg drøftede efter min Hjemkomst Spørgsmaalet med Maskininspektør Borch, som gennem sin mangeaarige Virksomhed som Ingeniør paa Stadsingeniørens Kontor og Deltager i Arbejdet for Varmeforsyningen i en stor Del kommunale Bygninger var fuldt fortrolig med alle derhen hørende tekniske Spørgsmaal.

En Tidsskriftartikel om offentlig Varmeforsyning af en af Berlins Forstæder — jeg tror det var Neuköln — med Plan og nærmere Beskrivelse af Anlægget sendte jeg til Stadsingeniør Karsten, og han læste den med stor Interesse.

Der kom da et Samarbejde i Stand mellem Stadsingeniøren og Belysningsvæsenet, saaledes at Stadsingeniørens Kontor overtog de egentlige Forundersøgelser, Projekteringer og Be-

regninger i Samvirken med Maskininspektør Borch og mig, idet det var Meningen, at en eventuel Indstilling til Kommunalbestyrelsen skulde ske i Enighed mellem Stadsingeniøren og Belysningsdirektøren.

Det skal jo ikke nægtes, at Stadsingeniøren og hans Ingeniør Carl Bruun havde stærkere Tiltro til en potentiel Udnyttelse af Dampen enten ved Omdannelse af de eksisterende Maskiner paa Værkerne eller ved Opstilling af Modtryksturbiner, end vi havde. Og det var jo naturligt. Stadsingeniør Karsten — i mange Aar Landets første Specialist paa Varmeforsynings Omraade — havde i en Række Anlæg paa Hospitaler og andre store offentlige Bygningskomplekser som Foregangsmand vist smukke og praktiske Løsninger af Kombinationen Maskinanlæg til Elektricitetsproduktion og Varmeforsyning af de paagældende Anstalter.

Man enedes imidlertid om en Indstilling, som i første Omgang tog Sigte paa direkte Damp men senere forudsaa Muligheden af en potentiel Udnyttelse af Dampen i Gothersgade E. enten ved Ombygning af 3 Gangs Dampmaskinerne eller ved en Modtryksturbiner Opstilling, i Østre E. ved Ændring af de ældste Dampmaskiner til Dampudtag mellem Cylindrene evt. ved Opstilling af Modtryksturbiner.

Da Forslaget om fremtidig Forsyning fra Elektricitetsværkerne fremsattes, var Kulprisen mindst 40 Kr. pr. Ton, men alternativt blev dog Rentabilitetsberegningerne ogsaa udførte paa Grundlag af en Kulpris af 25 Kr. pr. t.

Det konkrete Forslag, hvortil søgtes Bevilling, var Varmeforsyningen af de 3 nybyggede Karreer i Vognmagergade, Illums Forretningsbygning, Belysningsvæsenets Administrationsbygning og det Egmont Petersenske Trykkeri og Forretningshus. Det blev baseret paa Varmens Levering i Form af varmt Vand fra Gothersgades E., dog at der til Fremstilling af Brugsvand i de paagældende Ejendomme tillige blev ført en Damp- og Returnvandsledning til dem.

Tilligemed disse Ejendomme blev Belysningsvæsenets egne

Forretnings- og Beboelsesejendomme mod Gothersgade forsynet med Centralvarme og varmt Brugsvand fra den nye Varmecentral.

Paa udmærket Maade løste Ingeniør Carl Bruun Spørgsmaalet om de store Ledningers Gennemføring gennem Ejendommene mellem Adelgade og Kronprinsessegade og Krydsningen gennem et Hjørne af Kongens Have over til Illums Ejendoms Kælder.

Arbejdet blev udført i 1925. Kulpriserne var da nede under 20 Kr. pr. Ton leveret i Gothersgade E.

Det kan siges, at Varmeforsyningen har fungeret til Kundernes Tilfredshed.

I Aaret 1926 blev der Tale om at overtage Varmeforsyningen af Blegdamshospitalet, Almindeligt Hospital og Johannesstiftelsen istedetfor at sætte nye Kedler op paa Blegdamshospitalet. Den paagældende Ingeniøraftdeling under Stadsingeniøren var imidlertid bleven henlagt til Stadsarkitektens Direktorat med Ingeniør Carl Bruun som ledende Ingeniør for Varmeafdelingen.

Forslaget, som var udarbejdet derfra, foreslog Varmen leveret fra Østre E. i Form af Damp af 10 Ato — paa Grund af de store Afstande til de paa den anden Side af Fælden liggende Anstalter.

Trods den lave Kulpris viste Beregningerne Mulighed for en tilfredsstillende Rentabilitet, og Kommunalbestyrelsen bifaldt Forslaget, som iøvrigt forudsatte Muligheden af Tilslutning af ogsaa private Kunder paa Vejen; saaledes blev strax den store nye Frimurerloge paa Blegdamsvej erhvervet som Kunde.

Helt tilfredsstillende har Ledningsanlægget til 10 Atm. med tilhørende Returvandsledning af Kobber ikke virket. Der var det første Aar mange utætte Samlinger paa Kobberrørene, hvilket undertiden var ligefrem generende for Driften.

Paa Værket maatte ogsaa træffes Foranstaltninger til at sende mættet Damp istedetfor overhedet Damp i Varmelednin-

gerne, da Overhedningen af Dampen medfører forøget Tryk-  
tab paa Grund af den overhedede Damps større Volumen.

---

Ogsaa hele Idrætsparkkomplekset blev inddraget i Varme-  
forsyningen fra Østre E.V. gennem en Ledning ad Østre Allé.

I 1927 blev de ældste Kedler paa Østre E.V. kasserede af  
Fabrikstilsynet, og der blev da stillet Forslag om istedetfor  
disse Kedler at opstille 2 *store Kedler paa ca. 20,000 kg Damp*  
*hver*. Medens de gamle Kedler ialt havde haft ca. 22,000 kg  
Damp normalt, betød de to Kedler en Forstærkning ogsaa af  
Varmecentralens Forsyningsevne, selv om Opretholdelsen af  
Østre E.s Dampkraftreserve for Elektricitetsforsyningen var  
det vigtigste Moment.

Kedlerne af Sterlings Konstruktion blev leveret af Helsingør  
Skibsværft, men Anlægget var ikke fuldført ved min Afgang.

Der blev iøvrigt af os under dette Anlægs Projektering fore-  
taget Beregning af Rentabiliteten ved eventuelt at bygge de  
to Kedler til 35 Ato og i Forbindelse dermed opstille en 1000  
KW Turbodynamo til Modtryk af ca. 12 Ato for at kunne ar-  
bejde parallelt med de andre Dampgeneratorer og levere  
enten disses Dampledninger sin Spildedamp eller sende denne  
Damp i Varmeledningen.

Kalkulationen viste, at Ordningen *ikke* var rentabel.

I 1927 blev ogsaa vedtaget *Kommunehospitalets Varmefor-  
syning* fra Gothersgade Varmecentral gennem en højspændt  
10 Ato Dampledning i Gothersgades nordre Fortov (den senere  
udvidede). Man kunde nu ved Udførelsen bygge paa de fra  
Østre Varmecentral høstede Erfaringer med Hensyn til Led-  
ningsanlægget. Anlægget kom for en Del i Drift inden Vinte-  
ren 1928—29.

Samtidig med Varmeforsyningen til Kommunehospitalet  
fandt en stor Udvidelse af Varmtvandsledningsanlægget Sted  
for at levere Varme til Berlingske Tidendes nye Trykkeri med  
Mulighed for Fortsættelse i Kvarteret.



Jeg havde paa et tidligere Tidspunkt henledt Opmærksomheden paa, at skulde Gothersgade E. med sit Maskinanlæg opretholdes som Reserve for Elektricitetsforsyningen, kunde dets Kedelanlæg ikke anspændes yderligere. Der kom nu Krav om ogsaa Forsyning af Kongens Nytorv Kvarteret med Varme, særlig af det kgl. Teater og den nye Statsradiofonibygning og Magasin du Nord, og med Forhandlingen herom og med Forslag til Ledningsanlægget afsluttede jeg min Ger-ning paa dette Felt. Varmeforsyningen til Kongens Nytorv Kvarteret var egentlig oprindelig tænkt med varmt Vand, men af det kgl. Teater blev der stillet Krav om Varmeforsyning ved Damp.

Det blev min Efterfølger forbeholdt at konsolidere igen Dampkraftreserven i Gothersgade Elektricitetsværk.

#### DE SAMLEDE VÆRKER.

*Ydeevnen af Værkernes Anlæg* ved min Afgang var ca. 80,000 KW og Anlæggenes Belastning i den forløbne Vinter ca. 65,000 KW. Bruttoproduktionen 159 Mill. KWh.

Værdien af de Anlæg, jeg i min Tjenestetid havde haft at gøre med som Ingeniør, senere som Driftsbestyrer og Overingeniør, udgør ca. 60 Mill. Kroner.

#### LØN- OG ARBEJDSFORHOLD.

Gagen som Underbestyrer var i 1892 2100 Kr. + Fribolig, Lys og Brændsel, senere som Driftsbestyrer i 1896 3200 Kr. + Emolumenterne.

For Arbejdet som Anlægsingeniør, der betragtedes at ligge noget udenfor mine direkte Embedspligter, blev ydet et mindre Honorar, i Begyndelsen efter Borgmesterens Skøn, senere gennem en Konto paa Anlægsbevillingen, som hed »3<sup>0</sup>/<sub>100</sub> af Overslagssummen til de Embedsmænd, hvem det udenfor deres Embedsgerning paalægges at udføre Arbejder ved Anlægene«. Honoraret oversteg dog igensinde 2000 Kr. aarlig.

Et Par Aar før Krigen var selve Gagen steget til 6000 Kr., hvorfra dog gik vedtægtsmæssig Fradrag for Bolig. I 1914 blev Stillingen som Anlægsingeniør vedtægtsmæssig knyttet sammen med min Stilling som ledende Driftsbestyrer for Værkerne og benævnt Overdriftbestyrer. Herfor blev et Tillæg af 3000 Kr. aarligt givet til den normerede Gage som Driftsbestyrer.

Fra 1915 hed Stillingen Overingeniør, som den »de facto« altid havde været fra 1896.

Ved Omordningen i 1922 af Stillingen forhøjedes Tillæget til den normerede Gage til 3500 Kr., hvorved den samlede Løn blev den samme som Lønningerne i 1ste Lønklasse. Med Dyrtidstillæg og Konjunkturtillæg naaede den 15,000 Kr. aarlig.

1901 gennemførtes for Elektricitetsværkernes Vedkommende den samme Ordning, som ved Belysningsdirektoratets Danelse i 1890 var bleven indført ved Gasværkerne, nemlig Oprettelsen af Elektricitetsværkernes Ingeniørkontor, hvorunder Ledningsnet, Maalere og Installationer hørte, og min hidtidige Fuldmægtig Fr. Leth blev dette Kontors Chef i direkte Rapport til Belysningsdirektøren. Jeg har altid betragtet denne Udskillelse som mindre heldig — tilsvarende fandtes heller ikke andre Steder ved større Værker —, men mit nære Venskab med Leth gjorde iøvrigt Samarbejdet mellem vore resp. Afdelinger upaaklageligt.

Min Stilling til Værkernes Driftsbestyrer var »primus inter pares«, saaledes at de havde selvstændigt Ansvar for deres resp. Værkers Drift, men udadtil med Hensyn til Produktionen og indadtil med Hensyn til Vedligeholdelsen m. m. var underkastet min Afgørelse.

Ordningen var ikke god og gav Anledning til Gnidninger og Misstemninger, og først ved Ordningen i 1922 kom der klare Forhold i Kompetencespørgsmaal, og Overingeniøren blev overordnet samtlige Værker uden at være direkte knyttet til et enkelt af dem. Dette at Overingeniøren skulde have et Værk direkte under sig var af Windfeld Hansen altid principielt bleven fastholdt.

1929, i en lille Pause i Værkernes Byggevirksomhed, trak jeg mig med mine fyldte 65 Aar tilbage.

De 40 Aar havde gennemgaaende været strænge Arbejdsaar men alligevel fyldte med Arbejdsglæde ved at se Virksomheden, jeg har været med til at grundlægge og føre videre frem, blomstre og trives til Gavn for Byen og til Støtte for Kommunens Økonomi.

---

