DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

DTU Bibliotek Danmarks Tekniske Universitet | Anker Engelunds Vej 1 2800 Kgs. Lyngby | Tlf. 45 25 72 50 | bibliotek@dtu.dk www.bibliotek.dtu.dk

DR
TER
NS
ME
OAK
AEG
03

6282 L
Pl. F.

DANMARKS TEKNISKE VIDENCENTER
& BIBLIOTEK
237400
ex. 3
300009472236

DEN TEKNISKE FORENING

KJØBENHAVNS

NYERE KLOAKANLÆG

DEN TEKNISKE FORENING

KJØBENHAVNS NYERE KLOAKANLÆG

UDGIVET VED KJØBENHAVNS KOMMUNALBESTYRELSES FORANSTALTNING

BESKRIVELSEN UDARBEJDET

AF

O. K. NOBEL

KONST. AFDELINGSINGENIØR HOS STADSINGENIØREN

MED OVERSIGTSKAART OG 23 PLANER

KJØBENHAVN

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO. (M. A. HANNOVER)

1903

FORORD

Den 20de April 1903 besluttede Kjøbenhavns Kommunalbestyrelse at lade trykke en Beskrivelse med tilhørende Tegninger og Planer af de i den sidste halve Snes Aar udførte store Kloakanlæg i Byen vedrørende Spildevandets Afskæring fra Havnen.

Den Mand, der med fremtrædende Energi og Dygtighed har udarbejdet Planerne til disse Anlæg og forestaaet Udførelsen af Projektet, tidligere Stadsingeniør *Ch. Ambt,* vilde ogsaa paa bedste Maade kunne have beskrevet Anlægene, om Forholdene ikke havde lagt Hindringer i Vejen herfor. Allerede den 1ste August 1902 udtraadte nemlig Hr. Ambt af Kommunens Tjeneste for at overtage Embedet som Generaldirektør for Statsbanedriften og dette Embede lagde fuldt Beslag paa hans Tid. Generaldirektøren har dog vist den Velvillie at gennemse Beskrivelsen forinden Trykningen.

Udarbejdelsen af nærværende Beskrivelse er da bleven overdragen til konst. Afdelingsingeniør *O. K. Nobel,* der direkte under Hr. Ambt har ledet Projekteringen og Udførelsen af samtlige Anlæg, alene med Undtagelse af Kloakerne, der udførtes i Anledning af Frihavnens Anlæg. Ved sidstnævnte Arbejder har han dog deltaget i Kontrollen ved Udførelsen.

Kjøbenhavn i Juni 1903.

Stadsingeniøren.

INDHOLD

		Side
I.	Indledning	1.
II.	Beskrivelse af den endelige Plan	9.
III.	Beskrivelse af Anlægets Detailler:	
	De afskærende Ledninger	20.
	Forbindelsen mellem Kloakerne og de afskærende Ledninger	28.
	Hjælpeledningerne	33.
	Dykkerne	34.
	Pumpestationerne	50.
	Trykledningerne	64.
IV.	Slutning	70.

I.

INDLEDNING

De Kloakanlæg, der skulle beskrives nærmere i det Følgende, er det System af *afskærende Ledninger* med tilhørende *Pumpestationer*, som Kjøbenhavns Kommune har ladet udføre i de sidste Aar for at befri Havnen for det daglige Tilløb af Spildevand og derigennem forbedre Byens sanitære Forhold. Det vil dog være nødvendigt for Forstaaelsen heraf først at give en kort *historisk Oversigt* over Kloakforholdenes Udvikling i Kjøbenhavn inden Paabegyndelsen af de sidste Anlæg.

Kjøbenhavns Beliggenhed paa begge Sider af Strømmen, der skiller Amager fra Sjælland og danner Byens udmærkede Havn, har fra gammel Tid givet gunstige Betingelser for Byens Vandafledning. Indførelsen af et ordnet Kloaksystem begyndte imidlertid først i 1860. Indtil da foregik al Vandafledning i Gadernes Rendestene, der samledes i større aabne Løb, der atter førte Vandet til Havnen og dens Sidekanaler. Paa enkelte Steder i den indre By vare de aabne Løb erstattede med lukkede Ledninger i Form af store Stenkister med rektangulært Tværsnit.

Denne Ordning medførte ingen følelige Ulemper for Havnens Vedkommende, idet Spildevandsmængden endnu var saa ringe, at Strømmen gennem Havnen var istand til at bortføre den, uden at Vandet gik i Forraadnelse. Men derimod maatte Tilstanden i Gaderne med de aabne Rendestene efter moderne Begreber betegnes som overordentlig slet, og den første Reform, der derfor paakrævedes i Byens Vandafledning, var Tilvejebringelsen af underjordiske Kloaker, der kunde føre Afløbet til Havnen.

Inden man fik begyndt herpaa, var der imidlertid fremkommen et Projekt, der tog Sigte paa videregaaende Foranstaltninger og som kort skal omtales her. Det var den i Slutningen af Fyrrerne af Kommunalbestyrelsen nedsatte »combinerede Comitee«, der skulde forberede Anlæget af Vand-, Gas- og Kloakværker i Kjøbenhavn, som foranledigede Projektet udarbejdet af daværende Brolægningsinspektør *Lindberg*, efter at der i Forvejen var afholdt offentlig Konkurrence.

Projektet, der blev gennemset og delvis ændret af Kommitteens engelske Raadgiver, Civilingeniør Simpson, er i sine Hovedtræk fremstillet paa vedføjede Plan I. Det gik ud paa at forsyne den gamle By (som det alene omfatter) med Kloaker efter Separatsystemet, ɔ: med særskilte Ledninger for Spildevand og for Regnvand eller, som man dengang sagde, for »Huusvand« og for »Overfladevand«. Regnvandsledningerne skulde have Udløb til Havnen og dens Forgreninger, medens derimod Spildevandsledningerne fra Byens Side alle skulde samles i en Brønd paa Gammelholm, hvorfra Vandet tænktes ført gennem to dykkede Ledninger under Havnen til en Brønd paa Christianshavns Siden og herfra videre ad en stor dybtliggende Kloak gennem Baadsmandsstræde til et Pumpeværk, beliggende paa Hjørnet af Baadsmandsstræde og Voldgaden, der hvor Gasstationen nu ligger. Her var det Hensigten at løfte Vandet saa højt, at det kunde løbe videre gennem den paa Planen viste Ledning langs med Christianshavns Vold til Udløbet, der var beliggende i Strandkanten paa Amagers Østkyst udfor 2den Redan. Hvis denne Plan af 1853 var kommen til Udførelse, vilde dette Udløb sikkert have vist sig meget uheldigt, da Vanddybden her indtil lang Afstand fra Kysten er ganske lille og med ringe eller ingen Strøm. Projektet, der bl. a. forudsatte almindelig Indførelse af Vandklosetter i Byen, blev stærkt debatteret, men blev dog vedtaget af Borgerrepræsentationen, hvorimod Magistratens Flertal udtalte sig imod det. Som Følge heraf blev det ikke godkendt af Ministeriet og blev derfor henlagt til bedre Tider.

Det kom imidlertid aldrig til Udførelse, idet Udviklingen kom til at gaa ad andre Veje. Man opgav foreløbig Vandklosetterne og begyndte fra 1860 at bygge Kloaker beregnede til at optage baade Spildevand og Regnvand og med Udløb til Havnen. Hele Byen deltes i en Mængde mindre Arealer, der hver fik sit særskilte Kloaksystem med eget Udløb til Havnen eller de tilstødende Kyststrækninger. Denne Inddeling i Arealer eller Kloakoplande betingedes dels af Terrænforholdene, dels af den Maade, hvorpaa Bebyggelsen skred frem. Terrænforholdene i Kjøbenhavn ere meget simple. Overalt langs med Kysten haves en lavtliggende Del, 6 à 10 Fod (2 à 3 m.) over daglig Vandstand i Sundet; indenfor hæver Terrænet sig jævnt op mod de to Højdepartier omkring Frederiksberg Have og Jagtvejen i Kloakterrænets vestlige Udkant. Terrænet gennemskæres omtrent helt i en Bue fra Øresund til Kallebostrand af en naturlig Kløft, nemlig Søerne: Sortedamssø, Peblingesø og St. Jørgenssø, og paa det Tidspunkt, da Udviklingen af Kloaknettet paabegyndtes, fandtes endnu en Kløft gennem Terrænet omtrent parallel med den første, nemlig Fæstningsgravene, hvoraf Resterne endnu findes omkring Kastellet og i Østre Anlæg, Botanisk Have, Ørstedsparken, Aborreparken og Tivoli. Kloakerne faldt derfor naturligt i tre Partier, nemlig: 1) de *udenbyes Kloaker*, der afvande Terrænerne udenfor Søerne, 2) *Fæstningsterrænets Kloaker*, der afvande Terrænerne mellem Søerne og de tidligere Fæstningsgrave og 3) *Kloakerne i den indre By og paa Christianshavn*. Paa det medfølgende Oversigtskaart ere de vigtigste af Hovedkloakerne angivne med røde punkterede Linier.

Begynder man yderst mod Sydvest og følger langs med Havnen, vil det ses, at Hovedkloakerne for de vigtigste Kloakoplande ere følgende: *Belvederekloaken*, opkaldt efter den gamle Gaard »Belvedere«, der laa i Nærheden af Kloakens tidligere Udløb i Stranden. Den afvander den yderste Del af Vesterbro og Frederiksberg

tilligemed den Del af Valby, hvor de store Bryggerier ere beliggende. *Hartmanns Kloaken,* opkaldt efter den tidligere »Hartmanns Plads«, hvorigennem den løber. Den afvander den lavtliggende Del af Vesterbro mellem Skydebanen og Vestre Gasværk. *Slagtehusenes Kloak,* der afvander Slagtehusene og Kvægtorvet og derfor fører et Afløb af meget uren Beskaffenhed, idet det for en stor Del bestaar af Blod, Tarmindhold, Fedtstoffer o. lign., der let gaa i Forraadnelse. *Kvægtorvsgades* Kloak, der er Hovedkloak for det største af alle Byens Kloaksystemer. Dens Opland omfatter nemlig en stor Del af Vesterbro og Frederiksberg samt Størstedelen af Nørrebro helt ud til Tagensvej. For Tiden fører denne Kloak mellem $^1/_4$ og $^1/_3$ af hele Byens Spildevandsmængde.

Alle de hidtil nævnte Kloaker høre til de udenbyes, hvorimod de fire næste, nemlig: *Reventlowsgades Kloak, Bernstorffsgades Kloak, Hovedkloaken for det ny Kvarter bag Glyptotheket* og *Vestre Boulevards Kloak,* afvande den sydlige Del af det tidligere Fæstningsterræn. Af disse existerer Hovedledningen ad Reventlowsgade endnu ikke, da dens Opland for Tiden hører til Bernstorffgades Kloak. Den vil først blive udført, naar den projekterede Centralbanegaard Syd for Vesterbrogade og den dybtliggende Forbindelsesbane derfra til Østerbro Station (Boulevardbanen) kommer til Udførelse og overskærer Oplandet for Bernstorffsgades Kloak i to Dele. Ved Anlæget af de afskærende Ledninger har det været nødvendigt at regne med denne Eventualitet, og den er derfor ogsaa fulgt paa Oversigtskaartet.

I den indre By findes de vigtigste Hovedkloaker i *Vestervoldgade, Frederiksholms Kanal, Niels Juelsgade, Tordenskjoldsgade, Herluf Trollesgade, Nyhavn Charlottenborgsiden, Nyhavn Byens Side, St. Annæplads, Frederiksgade* og *Toldbodvej.* Foruden disse findes der en Del smaa Kloaksystemer langs med Slotsholmskanalen paa selve Slotsholmen og enkelte andre Steder langs med Havnen.

Gaar man videre mod Nord, træffer man i *Søndre Frihavnsvej* og *Kristianiagade* de to Hovedkloaker, der danne Afløbet fra den nordlige Del af Fæstningsterrænet. Endvidere er Kastellet, som Oversigtskaartet viser, medregnet til Kloakoplandet. De hertil hørende Ledninger kunne imidlertid kun betragtes som en midlertidig Foranstaltning, som det har været nødvendigt at træffe, indtil der bliver taget endelig Bestemmelse om Kastelterrænets fremtidige Anvendelse.

Endelig afvandes den nordlige Del af det udenbyes Distrikt ved fem Kloaksystemer med Hovedledninger i *Willemoesgades Forlængelse, Nordre Frihavnsvej, Viborggade, Aarhusgade* og ved *Øresunds Hospital.* Af disse har Nordre Frihavnsvejs Kloak langt det største Opland. Kloaken ved Øresunds Hospital modtager for Tiden Tilløb fra et noget større Opland end vist paa Oversigtskaartet, idet nemlig Terrænerne omkring Jagtvejen og Vibenshus ogsaa have Afløb dertil. Disse skulle imidlertid senere afvandes til et projekteret Kloaksystem med Udløb i Sundet i Svanemøllebugten.

Christianshavn er delt i en Mængde smaa Kloaksystemer, hvis Hovedledninger have Udløb dels til Havnen og dels til Kanalen. De ere ikke viste paa Oversigtskaartet.

Den paa *Amager* udenfor Christianshavns Vold viste Del af Kloakoplandet er kun meget lidt bebygget, og de dertil hørende Kloaker ere derfor endnu ikke bragte til Udførelse.

Som ledende Principer for Anlæget af disse Kloaker blev det strax fastslaaet, 1) at Ledningerne skulde kunne holde sig selv rene uden kunstig Rensning, og 2) at de skulde være i Stand til at bortføre den Vandmængde, der er iagttaget at løbe af ved de største bekendte Regnfald i Kjøbenhavn. Det første er opnaaet ved at give Ledningerne saadanne Profilformer og Fald, at der under det dagligt indtrædende Spildevandsmaximum kan opnaas en Hastighed paa Spildevandsstrømmen af 2 à $2^1/_2$ Fod (0.63 à 0.78 m.) pr. Sekund. Erfaringen har vist, at Vandet da vil medføre alt Smuds og Sand og afledes saa hurtigt, at de organiske Stoffer i Spildevandet kun i meget ringe Grad gaa i Gæring i Kloakerne selv. Dette Princip, der nu er almindelig anerkendt, blev først fastslaaet af Kjøbenhavns tidligere Stadsingeniør, Professor *L. A. Colding,* efter de af ham foretagne Undersøgelser. Kjøbenhavn er den første By, hvor Principet planmæssigt er blevet fulgt med saa godt Resultat, at alle Byens Kloaker holde sig selv rene, med Undtagelse af nogle faa Ledninger, som det ikke har været muligt at skaffe det fornødne Fald, og som derfor renses ved Skylning eller paa anden Maade.

Medens Hensynet til Kloakernes Renholdelse altsaa betinger Kloakernes Profilformer og Fald, ere deres Dimensioner bestemte ved den afløbende Regnmængdes Størrelse. Til Grund for Beregningen af de kjøbenhavnske Kloakers Størrelse er lagt et Regnfald paa $1^1/_2$ " (40 mm.) i Timen, svarende til en afløbende Regnmængde af 2 Kbf. pr. Sekund pr. Td. Land (108 Sekundliter pr. Hektare) paa fuldt bebyggede Arealer. Med de deraf betingede Dimensioner have Kloakerne ogsaa hidtil været i Stand til at aflede alle forekommende Regnfald uden Oversvømmelser. Men flere af Kloakerne ere ikke strax blevne anlagte i fuld Størrelse, fordi deres Oplande ved Anlæget kun have været svagt bebyggede. Efterhaanden som Bebyggelsen da er skreden frem, og Kloakerne ere blevne for smaa til Regnmængden, har man anlagt supplerende Ledninger, som oftest i Form af saakaldte *Hjælpeledninger,* ɔ: Ledninger, der ved Overfald staa i Forbindelse med Kloakerne, saa at Vandet, naar det under Regn har naaet en vis Højde i disse, gaar over Overfaldene ud i Hjælpeledningerne. Disse komme altsaa kun til at føre stærkt opspædt Spildevand, og man har derfor kunnet give dem svagere Fald end Kloakerne og ladet dem faa Udløb paa Steder, hvor man ikke vilde tillade større Mængder af Spildevand at løbe ud. Som de vigtigste af disse Hjælpeledninger, der paa Oversigtsplanen ere viste med grøn Farve, kan nævnes den store Ledning, der begynder ved Aaboulevarden og følger Ørstedsvej, Alhambravej, Kingosgade, Enghavevej og forskellige nyanlagte Gader til Udløbet udfor det tidligere Belvedere. Denne Ledning, der paa sin nederste Strækning har en Diameter paa $9^3/_4$ Fod og er den største af alle Kjøbenhavns Afløbsledninger, modtager, som man vil se paa Planen, Overfaldsvandet fra flere Kloaker. Endvidere kan nævnes: Hjælpeledningen gennem Viktoriagade og Kvægtorvet, Ledningen, der fra St. Kongensgade gaar gennem Fredericiagade og det gamle Almindelig Hospitals Grund ud til Havnen, og endelig Ledningen gennem Nordre Frihavnsvej. Men foruden disse findes der, som det vil ses paa Oversigtskaartet, adskillige mindre betydende Hjælpeledninger.

Som allerede nævnt, begyndte Anlæget af Kloakerne i 1860 og fortsattes efterhaanden, saa at det i Slutningen af Firserne i det væsentlige var afsluttet for de da bebyggede Dele af Byen. Men længe inden man kom saa vidt, stod det klart,

at det næste Skridt, *at skaffe Kloakerne andet Udløb end til Havnen,* ikke kunde lade vente længe paa sig. Efterhaanden som Spildevandsmængden voxede, blev Forureningen af Havnens Vand mere og mere følelig. Værst var Forholdet naturligvis i de snevre Løb og Kanaler og særligt i den nu forsvundne Vestre Gasværkshavn, et langt smalt Havnebassin, adskilt fra Kallebostrand ved en Mole. Det strakte sig i en Bue fra Bernstorffsgade langs med den daværende Kyst helt op til Vestre Gasværk, hvis Kulskure laa umiddelbart ud til Havnen. I dette snevre Bassin, hvori der aldrig var nævneværdig Strøm, udmundede ikke alene Byens største Spildevandsledning, Kvægtorvsgades Kloak, men ogsaa det meget urene Afløb fra Slagtehusene. Om Sommeren var Vandet derfor i stadig Gæring og udsendte ildelugtende Luftarter, der med visse Vinde bleve baarne ind over store Dele af Vesterbro. Noget lignende var Tilfældet med Christianshavns Kanal, hvorigennem Strømmen til Tider ogsaa kun er ringe, og hvor Forholdene vare saa meget uheldigere, som Kanalen fører gennem et tæt bebygget og befolket Kvarter. Men selv i den brede Del af Havnen udfor Havnegade og Kvæsthusbroen kunde der om Sommeren, naar der i nogen Tid havde været Strømstille, herske ret uheldige Forhold. Det stadige Tilløb af Spildevand foraarsagede endvidere, at der bundfældedes store Mængder af Slam rundt omkring i Havnen, og Optagelsen heraf var baade til stor Bekostning for Havneväsenet og til megen Gene for de nærmeste Kvarterer, da den selvfølgelig udbredte en kraftig Stank. Selv om de her nævnte Tilstande skulde synes tilstrækkelige til at motivere Ønsket om en Forbedring af Udløbsforholdene, var det dog nok saa meget det stadigt voxende Krav om en almindelig Indførelse af Vandklosetter, der bidrog til at fremskynde Planens Realisation. Som tidligere nævnt, var Indførelsen af Vandklosetter bleven opgiven sammen med Kloakplanen af 1853, men Tidens voxende Krav til Hygiejnen gjorde, at Ønsket om deres Indførelse bredte sig i stedse større Kredse af Befolkningen, saameget mere som den tidligere stærkt paaberaabte nationaløkonomiske Værdi af Natrenovationen viste sig at være saa temmelig illusorisk, da Udgifterne ved dens Udførsel og Transport ud paa Landet langt oversteg dens Gødningsværdi. Men der kunde selvfølgelig ikke være Tale om almindelig Indførelse af Vandklosetter, saalænge Udløbsforholdene forbleve uforandrede, idet Mængden af organiske Stoffer, der derigennem vilde tilføres Havnen, vilde voxe ganske betydeligt.

Helt opgiven havde Tanken om Forbedring af Afløbsforholdene vel aldrig været. Det blev ofte, naar der søgtes Bevilling til Kloakanlæg, fremhævet, at det foreslaaede Udløb til Havnen kun kunde betragtes som en foreløbig Ordning. Men det var dog, som nævnt, først i Firserne, at Tanken blev genoptagen med stedse stigende Styrke. Da Stadsingeniørembedet i 1886 blev omdannet og fik sin nuværende Ordning med nuværende Generaldirektør for Statsbanedriften *Ambt* som Chef, blev det fra Magistratens Side fremhævet, at en af de første og vigtigste Opgaver for den nye Stadsingeniør vilde blive at udarbejde Projektet til Spildevandets Afskæring fra Havnen, og der blev ogsaa strax af Stadsingeniøren taget fat paa de vidtløftige og omfattende Forarbejder, der vare nødvendige ved Udarbejdelsen af Planen til dette store Anlæg. At Ønsket om Reformen ikke var mindre levende indenfor Borgerrepræsentationen fremgik af den Forespørgsel, der

i Juli 1889[1]) af ti af Forsamlingens Medlemmer blev rettet til Magistraten, om hvorvidt denne erkendte Ønskeligheden af, at der blev tilvejebragt et andet Hovedudløb for Byens Kloaker end de daværende til Havnen, og om Forslaget til et saadant snart kunde ventes forelagt Borgerrepræsentationen. Under Forhandlingen herom blev Ønskeligheden af Reformens snarlige Gennemførelse stærkt fremhævet, uden at der fra nogen Side fremkom Indsigelse derimod.

Projekteringen af Anlægene blev altsaa paabegyndt af Stadsingeniør *Ambt.*[2]) Som Kloakforholdene havde udviklet sig, stod det strax klart, at Opgaven maatte løses ved Anlæget af et System af dybtliggende afskærende Ledninger langs med Havnen, til at føre Spildevandet sammen til en Pumpestation, hvorfra det skulde udpumpes paa dybt Vand i tilstrækkelig stor Afstand fra Byen og Havnen. Efter forskellige andre Forprojekter blev det fastslaaet, at Pumpestationen burde lægges paa Amager, og at Udløbet burde være i Kongedybet udfor Amagers Østkyst, hvilket Sted mentes at frembyde den største Sikkerhed for, at Kloakvandet ikke ved Norden- eller Søndenstrøm atter blev ført ind i Havnen. Da Afstanden fra de fjerneste Kloakudløb til Pumpestationen var meget lang, vilde de afskærende Ledninger, begyndende derfra og anlagte med et passende Fald, ende ved Pumpestationen i en næsten uoverkommelig Dybde. Det blev derfor ogsaa fastslaaet, at de yderste Distrikter mod Nord og Syd burde have hver sin Mellempumpestation, hvorfra Distriktets Afløb gennem en Trykledning blev oppumpet til den nærmeste afskærende Ledning, der saa fik direkte Afløb til Hovedpumpestationen. Ved denne Ordning opnaaedes tillige den Fordel, at disse Dele af Anlæget kunde udføres uafhængigt af Hovedsystemet, hvad der var i høj Grad ønskeligt, da der begge Steder var Planer fremme om store Landdannelser, mod Nord til en Frihavn, mod Syd til en Godsbanegaard, uden at de dog endnu vare endeligt fastslaaede, saa at det paa det daværende Tidspunkt ikke kunde afgøres, hvordan Afløbsforholdene endeligt burde ordnes.

Inden Forslaget til Hovedsystemet endnu var fremkommet, blev Sagen imidlertid afgjort for det nordre Systems Vedkommende, saa at det blev denne Del af Anlæget, der først kom til Udførelse. Den 31te Marts 1891 udkom Loven om Anlæget af en Frihavn ved Kjøbenhavn, og den 9de November s. A. fremsatte Magistraten efter forudgaaende Forhandlinger med Havnevæsenet Forslag til Ordning af Afløbsforholdene for det nordre System. Forslaget, der blev vedtaget den 23de November s. A.[3]), gik ud paa, at der Øst for Strandboulevarden udfor Livjægerallé skulde anlægges en Pumpestation (Nordre Pumpestation), til hvilken der førtes afskærende Ledninger fra Nord og Syd. Fra Pumpestationen skulde Vandet gennem en midlertidig Trykledning pumpes mod Nord til et Udløb paa Vandarealet Nord for Frihavnen, medens det var Hensigten senere, naar Hovedpumpestationen med tilhørende afskærende Ledninger var bleven udført, at sætte Nordre Pumpestation i Forbindelse med disse ved Hjælp af en Trykledning gennem Frihavnen og Kastellet. Endvidere indeholdt Forslaget Bestemmelse om, hvorledes Udgifterne til

---

[1]) Se Borgerrepr. Forhandl. 1889/90 pag. 495—507.

[2]) Under 31te Marts 1890 blev der af Borgerrepræsentationen bevilget 10,000 Kr. til Forarbejder vedrørende Spildevandets Afskæring fra Havnen.

[3]) Se Borgerrepr. Forhandl. 1891/92 pag. 578—97 og 656—58.

Anlæget skulde deles mellem Kommunen og Havnevæsenet.[1]) Anlæget blev paabegyndt i Foraaret 1892 og fuldendt i Løbet af 1893.

I Maj Maaned 1893 fremsatte Magistraten derefter[2]) det egentlige *Forslag til Spildevandets Afskæring fra Havnen* i Borgerrepræsentationen i Overensstemmelse med det af Stadsingeniør *Ambt* udarbejdede Projekt. Forslaget omfattede imidlertid kun Hovedpumpestationen paa Amager med Trykledning til Kongedybet, afskærende Ledninger for Christianshavn og den indre By, samt enkelte Anlæg til Supplering af de da under Udførelse værende Anlæg ved Frihavnen og den omtalte Trykledning gennem Frihavnen og Kastellet. Derimod vare de afskærende Ledninger fra Vesterbro samt den vestlige Hjælpepumpestation for de yderste Distrikter mod Syd med tilhørende Ledninger ikke medtagne, da de paabegyndte Forhandlinger med Jærnbanebestyrelsen om Ordningen af Afløbsforholdene ved den projekterede Godsbanegaard endnu ikke havde ført til et endeligt Resultat. I Forslaget var der gjort udførligt Rede for Forudsætningerne for Planen og for dens Detailler, men da begge Dele ville blive nærmere omtalte ved Beskrivelsen af de udførte Anlæg, ved hvis Udførelse de i alt væsentligt ere blevne fulgte, skulle de ikke omtales her.

Forslaget fik en gunstig Modtagelse og blev henvist til et Fællesudvalg paa 8 Medlemmer. Omstændighederne førte imidlertid med sig, at der kom til at hengaa næsten 4 Aar, inden Udvalget afgav sin Betænkning. Der fremkom nemlig i Ugebladet »Ingeniøren« et Forslag fra Ingeniør cand. polyt. *C. H. D. Zahrtmann* til at naa de tilsigtede Formaal paa en helt anden Maade.[3]) Forslaget vakte en Del Opmærksomhed, og det blev derfor anset for rigtigt, at det blev gjort til Genstand for en meget indgaaende Undersøgelse. Resultaterne af denne[4]) forelaa først i Efteraaret 1894, og imidlertid var Loven af 8de Maj 1894 om Anlæget af en Godsbanegaard ved Kallebostrand vedtagen. Som Følge heraf maatte Anlægene for den vestlige Del af Staden, der, som nævnt, vare udeladte paa det oprindelige Forslag, nu komme i første Række. Projektet maatte derfor omarbejdes, og desuden maatte der føres vidtløftige Forhandlinger med Statsbanerne, Krigsministeriet, Frederiksberg Kommune og Havnevæsenet. Disse Forhandlinger kunde først afsluttes i Januar 1897, og strax efter fremkom Udvalgets Betænkning, i hvilken det foreslaaes, *at Ordningen af Kloakforholdene i Kjøbenhavn sker paa Basis af det af Stadsingeniøren udarbejdede* Projekt, og at der foreløbigt bringes til Udførelse den Del af samme, der vedrører Partiet Syd for Frederiksholms Kanal samt Christianshavn. I Mødet den 22de Februar s. A. blev Forslaget vedtaget[5]), og strax derefter blev Anlæget paabegyndt.

I Oktober 1898 fremsatte derefter Magistraten[6]), Forslag om ogsaa at bringe den resterende Del af Planen til Udførelse. Forslaget blev vedtaget den 19de December s. A., og dermed var altsaa hele Planens Gennemførelse sikret.

---

[1]) Se Borgerrepr. Forhandl. 1891/92 pag. 578—97.

[2]) Se Borgerrepr. Forhandl. 1893/94 pag. 228—98 og 307.

[3]) »Ingeniøren«s Aargang 1893 pag. 153—60.

[4]) Se Tillæg til Borgerrepr. Forhandl. 1896/97: Bilag vedrørende Kloaksagen pag. 14—23.

[5]) Se Borgerrepr. Forhandl. 1896/97 pag. 1894—1938 og 1948—55.

[6]) Se Borgerrepr. Forhandl. 1898/99 pag. 1001—11 og 1524—29.

Der var imidlertid nogle enkelte Afløb i den gamle By, som ikke vare medoptagne i Planen, nemlig Afløbene fra Slotsholmen og en enkelt lille Kloak i Nyhavn udfor Heibergsgade, da Spildevandsmængden i disse var ganske ubetydelig, hvorimod deres Tilknytning til de afskærende Ledninger vilde blive meget bekostelig. Der fremkom imidlertid fra flere Sider Ønsker om ogsaa at faa disse Afløb medoptagne, og Magistraten fremsatte derfor Forslag derom. Tilknytningen blev vedtaget for Slotsholmens Vedkommende den 6te Marts 1899 og for Nyhavnskloakens Vedkommende den 16de Juni 1902, idet det blev vedtaget at anlægge tre smaa automatiske Pumpestationer, to paa Slotsholmen og en i Nyhavn, til at pumpe Afløbet gennem Trykledninger til Hovedsystemets Ledninger.

Endelig skal det anføres, at det den 27de Oktober 1902 blev vedtaget foreløbig at stille Anlæget af den tidligere omtalte Trykledning fra Nordre Pumpestation gennem Frihavnen og Kastellet til Toldbodvej i Bero. Det har nemlig vist sig, at det midlertidige Udløb Nord for Frihavnen ingen Ulemper volder med den nuværende Spildevandsmængde. Nordre Pumpestation fungerer derfor foreløbigt som selvstændig Station og ikke som Hjælpestation for Hovedpumpestationen.

II.

BESKRIVELSE AF DEN ENDELIGE PLAN.

Der skal i det Følgende gives en Beskrivelse af Hovedtrækkene i den endeligt vedtagne Plan eller rettere sagt den udførte Plan, idet der vil blive taget Hensyn til de faa og uvæsentlige Forandringer, der bleve foretagne under Planens Udførelse. I de følgende Afsnit vil der derefter blive gjort nærmere Rede for Planens Detailler og deres Udførelse.

Paa det medfølgende Oversigtskaart i Maalestoksforholdet 1 : 10000 ere Planens Hovedtræk fremstillede. De Arealer, der have Afløb til de nye Kloakanlæg, ere anlagte med Farver paa Kaartet, og det vil ses, at de omfatte Oplandene for alle de Kloaker, der have Udløb paa Strækningen fra Godsbanegaardens vestlige Grænse til Øresundshospitalet, samt Christianshavn og den nærmeste Del af Amager.

Fra disse Arealer var det Opgaven at samle og bortlede alt det daglige Spildevand ved et System af afskærende Ledninger. Hvad derimod Regnvandet angaar, saa var det paa Forhaand givet, at det vilde være ganske uoverkommeligt at medtage alt Regnvandet til de afskærende Ledninger paa Grund af dets store Mængde, saa at Størstedelen af det, som hidtil, maatte have Afløb til Havnen gennem Overfald. Da Bestemmelsen af de Spildevands- og Regnmængder, der skulde afledes, ere af saa afgørende Betydning for hele Projektet, skal der inden Beskrivelsen af dette gøres nærmere Rede for de Forundersøgelser og Overvejelser, der førte til Fastsættelsen af disse Mængder.

For at bestemme *Spildevandsmængden* blev der foretaget Maalinger af Vandføringen i tørt Vejr i flere af Byens Kloaker. Maalingen udførtes paa den Maade, at Kloaken blev afspærret med en Dæmning, i hvilken der fandtes en Overfaldsaabning af rektangulær Form, anbragt saa højt, at Aabningens Underkant kom til at ligge over Vandspejlet i Kloaken nedenfor Dæmningen. Derefter maaltes saa omhyggeligt som muligt Vanddybden h i Overfaldsaabningen og Vandføringen blev derpaa bestemt af Formlen

$$Q = 0.42\, bh \sqrt{2gh_1},$$

hvor b er Overfaldsaabningens Bredde, medens $h_1 = h + \frac{v^2}{2g}$, idet v er Vandets Middelhastighed ovenfor Dæmningen.

Maalingerne bleve udførte med regelmæssige Mellemrum hele Døgnet igennem og gentagne paa forskellige Aarstider og paa forskellige Dage i Ugen. Af Maalingerne fremgik det for det første, at Afløbsmængden er størst i den varme Tid om Sommeren, at den er størst om Lørdagen (Rengøring) og mindst Søndag og Mandag, og at den varierer stærkt Døgnet igennem. Denne sidste Variation er efter Gennemsnittet af de foretagne Maalinger fremstillet grafisk paa Fig. 1 ved den fuldt optrukne Kurve. Maximumsafløbet er sat = 100, saa at Afløbet i Døgnets forskellige Timer er udtrykt i Procent af Maximum. Den punkterede Kurve angiver de tilsvarende Variationer i Forbruget af Vandværksvand, og, som det var at vente, viser der sig en tydelig Overensstemmelse i de to Kurvers Form, da det jo i det væsentlige er det samme Vand, som oppumpes af Vand-

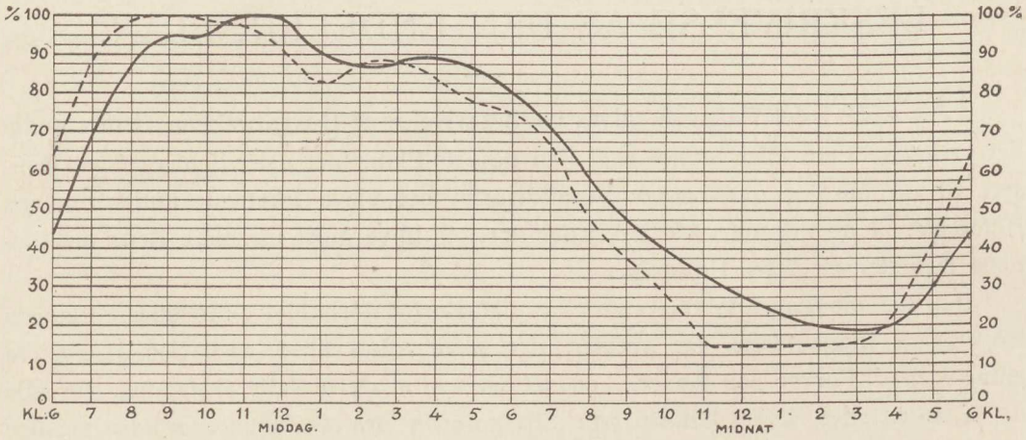


Fig. 1. Kurver for Spildevandsmængde og Vandforbrug.

værket, der igen skal afledes som Spildevand. At Afløbskurvens Maxima falde lidt senere end Vandværkskurvens, er en naturlig Følge af, at der maa hengaa en vis Tid fra at Vandet tages af Ledningerne, indtil det som urent Vand naaer ned til Kloakens Udløb.

Dernæst bleve de fundne Maximumsafløb sammenholdte med Indbyggerantallet paa de tilsvarende Kloakoplande, og det viste sig da, at den gennemsnitlige Maximumsafløbsmængde beløb sig til *0.000048 Kubikfod (0.0015 Liter) pr. Sekund pr. Individ.* Da Gennemsnitsmængden for hele Døgnet er c. $^2/_3$ af Maximum, bliver Afløbet pr. Individ pr. Døgn $= {}^2/_3 \times 0.000048 \times 3600 \times 24 = 2.76$ Kbf. (85.5 Liter). Det samtidige Vandforbrug pr. Individ beløb sig imidlertid kun til ca. 70 Liter, og Resten skyldtes altsaa Drænvand og Fabriker, der benytte andet Vand end Vandværksvand.

De afskærende Ledninger maatte selvfølgelig indrettes paa ikke blot at kunne aflede den Spildevandsmængde, der i Øjeblikket kom fra de behandlede Arealer, men ogsaa den, der vilde komme i Fremtiden. Der blev derfor foretaget et Skøn over, hvilken Karakter den fremtidige Bebyggelse kunde antages at faa paa de enkelte Dele af Oplandet, hvorefter Befolkningstætheden blev fastsat efter de Er-

faringer, der forelaa fra de allerede bebyggede Arealer. At dette Skøn rimeligvis efterhaanden vil vise sig at have været fejlagtigt paa mange Punkter, ligger i Sagens Natur; men det kan dog ventes, at mulige Fejlslutninger ville ophæve hinandens Virkninger for de store Oplandes Vedkommende, der høre til de udenbys Kloaksystemer. At der ihvertfald næppe er grebet for lavt, turde fremgaa deraf, at den samlede Befolkning paa de behandlede Arealer blev anslaaet til ca. 850000 Mennesker, medens der i 1893 kun boede ialt 317500. Spildevandsmængden, der skulde regnes med, blev fastsat til *0.00006 Kbf.* (*0.0019 Liter*) *pr. Sek. pr. Individ*, altsaa 25 pCt. mere end det ved de direkte Maalinger fundne Maximumsafløb af Hensyn til det voxende Vandforbrug For de Kloakoplande i den indre By, der allerede maatte anses for fuldt bebyggede, blev der dog regnet med de maalte Spildevandsmængder, efter at det ved gentagne Eftermaalinger havde vist sig, at Spildevandsmængden holdt sig temmelig konstant trods det voxende Vandforbrug. Dette Fænomen har sin Forklaring deri, at disse Kvarterer efterhaanden gaa over fra Beboelses- til Forretningskvarterer med mindre Befolkningstæthed.

Medens Bestemmelsen af Spildevandsmængderne altsaa kunde støtte sig paa direkte Maalinger, var derimod Spørgsmaalet om, hvor megen Regn der burde medtages til de afskærende Ledninger, afhængigt af et rent Skøn. I sin Indstilling til Magistraten af 30te November 1892 skriver Stadsingeniør Ambt herom:

»Ved Fastsættelsen af Ledningernes Størrelse spiller imidlertid ikke alene Spildevandsmængden en Rolle, men ogsaa Spørgsmaalet om den Mængde Regn, der medtages i dem. At medtage *al* den Regn, som Ledningerne i Byen ere beregnede til, vilde lede til aldeles absurde Størrelser baade af Ledninger og Pumpeværker, idet Regnmængden da vilde udgøre omtrent 40 Gange Spildevandsmængden. I Virkeligheden drejer det sig ogsaa kun om at medtage saa megen Regn, at det først afløbende Regnvand, der er tilsmudset af Gaderne, gaar til Pumperne, medens alt øvrigt Regnvand faar Afløb til Havnen eller Stranden, med andre Ord, det drejer sig om, hvor mange Gange Opspædning af Spildevandet, der skal regnes med. Ogsaa her spiller det en Rolle, at det ikke er en Flod, men et Saltvandsareal, som Byen har Afløb til, idet man aabenbart under vore Forhold ikke behøver at gaa til saa stor en Opspædning, som hvis det var en Flod, der gennemstrømmede Staden, skønt man ogsaa ved Konstruktionen af afskærende Ledninger med Pumpning for Flodbyer i alle de Tilfælde, der ere mig bekendte, anvender Overfald med Afløb direkte til Floden og ved Pumpning kun bortskaffer en ringe Mængde Regn foruden Spildevandet. En foreløbig Beregning af Ledningerne under Forudsætning af 5 Gange Opspædning gav allerede for Ledningernes Vedkommende saadanne Dimensioner, at Projektet derved maatte betegnes som uigennemførligt. Det blev dernæst undersøgt, hvordan Forholdene vilde stille sig ved 2 Gange Opspædning (1 Del Spildevand og 2 Dele Regnvand). Herved fremkom vel Ledninger, der ikke kunde siges at være urimelig store, men alene Hovedpumpestationens Maskinkraft blev da over 2,000 Hestes Kraft foruden den fornødne Reserve. Man vilde derfor ikke ret vel kunne indlade sig derpaa.

Jeg gik da til at undersøge Regnmængderne, der vare faldne i de tre Aar $^{1}/_{7}$ 1885 til $^{30}/_{6}$ 1888 i Henhold til de paa Meteorologisk Institut opbevarede Pluviografkurver.

Det viste sig da, at naar man regnede med 1 Gang Opspædning, vilde Overfaldene til Havnen kunne ventes at træde i Virksomhed paa henholdsvis 69, 73 og 54 Dage eller gennemsnitlig 65 Dage om Aaret, medens man ved 2 Gange Opspædning maatte paaregne, at Overfaldene traadte i Virksomhed paa henholdsvis 38, 47 og 31 Dage eller gennemsnitlig 39 Dage om Aaret. Denne Forskel synes ikke at være ret betydelig, naar henses til den nuværende Tilstand. I Henseende til den absolute Forurening, saaledes som den vil vise sig for Øjet umiddelbart ved Udløbene fra Overfaldene, naar disse virke, er der selvfølgelig Forskel, men det maa erindres, at »een Gang Opspædning« er regnet i Forhold til Maximumsspildevandsmængden, saa at det i Virkeligheden vil dreje sig om helt andre Opspædningsgrader, naar Regnen falder paa en Tid af Døgnet, hvor der ikke afløber Maximumsmængde af Spildevand. Ifølge Iagttagelserne over Afløbsmængderne i tørt Vejr fra 3 af de større Kloaker udgør Spildevandsmængden i Døgnets 24 Timer procentvis af Maximumsmængden:

Klokken:	Midnat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Middag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
pCt.:	28	23	20	19	20	29	43	68	87	95	95	100	99	91	87	88	89	86	80	72	58	48	40	34
»een Gang Opspædning« af Maximumsspildevandsmængden svarer da til en virkelig																								
Opspædningsgrad:	6.1	7.7	9.0	9.5	9.0	5.9	3.6	2.9	1.3	1.1	1.1	1.0	1.0	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.5	1.8	2.4	3.2	4.0	4.9

saa at Opspædningsgrad 1.0 Kl. 11 Formiddag omtrent svarer til 4 Gange Opspædning Kl. 10 Aften og til $9^1/_2$ Gange Opspædning Kl. 3 Morgen.

Det er endvidere klart, at Overfaldene om Natten først ville træde i Virksomhed ved noget stærkere Regnfald end om Dagen, fordi Spildevandsstrømmen om Natten er saa ringe i Sammenligning med om Dagen, og de afskærende Ledninger derfor ikke alene forholdsvis, men absolut taget, kunne føre mere Regn om Natten end om Dagen. Endelig maa der i denne Forbindelse ogsaa ses hen til, at Regnen, der falder paa de Punkter, der ligge fjernest fra Udløbene i de indenbyes Kloaksystemer, bruger omtrent $^1/_2$ Time, inden den naaer Udløbet, saa at Ledningerne altsaa i Begyndelsen af et Regnfald kunne optage forholdsvis mere Regn fra de nærmere Udløbene liggende Terræner, da de jo ved Begyndelsen af en Regn, selv naar Maximumsmængde af Spildevand løber af, kun ere halvt fyldte.

Efter det anførte er jeg da bleven staaende ved *at paaregne, at Ledningerne skulle beregnes til at føre det dobbelte af Maximum af den Spildevandsmængde, der ved den fremtidige Bebyggelse vil komme til at tilflyde dem.*[1])«

[1]) Sammenligner man den normalt paaregnede Opspædning med den, der er lagt til Grund i andre store Byer, vil man finde, at der i London er gaaet ud fra at modtage i de afskærende Ledninger $^1/_4$'' Regn i 24 Timer, medens der er paaregnet en næsten dobbelt saa stor Spildevandsmængde pr. Individ som i Kjøbenhavn, hvilket for hele Oplandet svarer til 1 Gang Opspædning af Spildevandet.

For Berlin opgives, at Pumpeværkerne ere konstruerede til at bortføre 0.000063 Kbf. pr. Individ pr. Sek. og for hver Kbf. Spildevand at kunne bortskaffe 0.88 Kbf. Regnvand, altsaa ikke engang 1 Gang Opspædning.

Da begge nævnte Byer ligge ved Floder, maa Forudsætningerne dér siges at være ringere end paaregnet for Kjøbenhavn.

Een Gang Opspædning blev altsaa fastslaaet som Regel. Undtagelser herfra skete dog for Slagtehusenes Kloak samt for de Kloaker, der have Udløb til Slotsholmskanalen og Christianshavns Kanal. Det første Sted er der nemlig af Hensyn til det særligt urene Afløb paaregnet at medtage til de afskærende Ledninger en Regnmængde svarende til $^3/_4''$ (20mm) Regn i Timen, saa at Overfaldet til Havnen paa dette Sted næsten aldrig vil træde i Virksomhed. For de Kloaker, der havde Udløb til Kanalerne, blev paaregnet 2 Gange Opspædning (1 Del Spildevand og 2 Dele Regn) af Hensyn til den ringe Strøm gennem Kanalerne. Endvidere blev det besluttet ved alle de større Kloakers Forbindelse med de afskærende Ledninger at anbringe Regulatorer, saaledes indrettede, at de aflukkede Forbindelsen, naar den beregnede højeste Vandstand i den afskærende Ledning var naaet. Da saadanne Regulatorer ikke ere anvendte paa Kloakudløbene til Kanalerne, er Forholdet i Virkeligheden det, at man, *saa snart den beregnede Opspædning er naaet, pumper saa at sige udelukkende fra de afskærende Ledninger langs med Kanalerne,* hvorfor det Antal Tilfælde, hvor Overfaldene til disse ville træde i Virksomhed, er yderligere formindsket.

For de i Henhold til det foregaaende bestemte Vandmængder bleve Ledningerne derpaa beregnede, idet man tilstræbte saa vidt muligt at give dem saadanne Profiler og Fald, at de kunde holde sig selv rene. Hertil krævedes, at man allerede med de ved Anlæget for Haanden værende Spildevandsmængder skulde kunne opnaa en Hastighed for Spildevandsstrømmen ved dagligt Maximum af ca. 2 Fod (0.6 m.) pr. Sekund. Hvor man ikke kunde opnaa tilstrækkeligt Fald hertil, maatte der anordnes Skylleindretninger, som nærmere skulle omtales i det følgende Afsnit.

De større afskærende Ledninger (Hovedledningerne) bleve beregnede saaledes, at de ved største fremtidige Vandføring (ɔ: Maximum af Vandføring) ville løbe omtrent fulde. Deres Beliggenhed (ɔ: Bundkoter) er bestemt saaledes, at de beregnede højeste Vandspejl ville komme til at korrespondere, hvad der har til Følge, at der paa de Steder, hvor der sker Tilløb til Ledningen, findes Nedspring i Bunden.

Ved de mindre Ledninger (Sideledningerne) er dette Princip imidlertid ikke blevet fulgt. Da disse Ledninger ere smaa med ringe Vandmængde, kræve de stærkt Fald for at holde sig rene. Deres Bundkote ved den Hovedledning, hvori de udmunde, er bestemt saaledes, at Vandspejlet ved dagligt Spildevandsmaximum korresponderer med det tilsvarende Vandspejl i Hovedledningen, hvorved Faldet paa Ledningerne bliver saa stærkt som muligt. Under Regn vil Vandspejlet i Hovedledningen da stige op over Toppen i den tilstødende Sideledning, og den nederste Strækning af denne vil derfor under Regn løbe fuld.

Hvor de afskærende Ledninger passere Havnen eller Kanalerne i Dykkere, er der ved Indsnævring af Profilet sørget for, at Hastigheden kan blive mindst 3 Fod (1 m.) pr. Sek. i Tørvejr og ca. 5 Fod (1.6 m.) pr. Sek. under Regn. Desuden er der truffen Foranstaltninger til kraftig Skylning af alle Dykkere.

Paa det her givne Grundlag blev Projektet altsaa udarbejdet og udført, som vist i Hovedtrækkene paa Oversigtskaartet.

Projektet har, som det vil ses, en *Hovedpumpestation* og to Hjælpestationer: *Nordre* og *Vestre Pumpestation.* Hovedpumpestationen modtager sit Tilløb gennem to afskærende Hovedledninger, en fra den sydlige og vestlige Del af Byen og en

fra den centrale og nordlige Del. Den pumper Vandet gennem en lang Trykledning ud i Kongedybet. Den sydlige Hovedledning modtager direkte Tilløb fra de med rød Farve anlagte Arealer og indirekte — gennem Vestre Pumpestation — fra det grønt anlagte Areal. Den nordlige Hovedledning modtager direkte Tilløb fra de gule Arealer, og vil engang i Fremtiden faa indirekte Tilløb — gennem Nordre Pumpestation — fra det blaa Areal, fra hvilket Afløbet for Tiden, som tidligere omtalt, gennem en midlertidig Trykledning pumpes ud paa Vandarealet Nord for Frihavnen.

Hovedpumpestationen er, som det vil ses paa Kaartet, anlagt ved Kløvermarksvej paa Amager paa en Kommunen tilhørende Grund, hvor den har faaet en heldig, central Beliggenhed, idet den ligger i nogenlunde Nærhed af Havnen og omtrent ud for Midten af denne, saa at de to Hovedledninger, der føre Vandet til den, blive omtrent lige lange.

Den sydlige Hovedledning begynder paa Slagtehusenes Terræn, hvor den dels optager Vandet fra Vestre Pumpestation gennem Trykledningen fra denne og dels Vandet fra Slagtehusenes Kloak, der, som nævnt, indtager en Særstilling, idet der medtages en betydeligt større Del af Regnmængden fra den end fra Byens andre i Havnen udmundende Kloaker, ligesom der heller ingen Regulator er paa dens Forbindelse med den afskærende Ledning. Denne begynder ved Slagtehusenes Kloak med en Bundkote ÷ 1.06′[1]) (÷ 0.33 m.) og er paa Strækningen herfra til Kvægtorvsgade en $2^3/_4$′ (0.86 m.) cirkelformet Ledning med et Fald 1 : 400. Ved Kvægtorvsgade modtager Ledningen sit største Tilløb, idet Kvægtorvsgades Kloak, som tidligere nævnt, fører mellem $^1/_3$ og $^1/_4$ af hele Byens Spildevandsmængde. Der findes derfor paa dette Sted et Nedspring i Bunden paa 2.26 Fod (0.71 m.), saa at Bundkoten lige efter Kvægtorvsgade bliver ÷ 4.4′ (÷ 1.38 m.) Fra Kvægtorvsgade til Bernstorffsgades Kloak er Ledningen dobbelt og bestaar af to 4′ (1.25 m.) cirkelformede Ledninger med Fald 1 : 1300. Ledningen er paa denne Strækning gjort dobbelt, fordi den passerer under de lavtliggende Indløbsspor (Skinnekote + 2.5′) til den projekterede Central-Personbanegaard, hvorfor det gjaldt om at trykke Højden saa meget som muligt. Fra Kvægtorvsgade fortsættes Ledningen derefter som enkelt cirkelformet Ledning med $5^1/_2$ Fods (1.73 m.) Diameter til Dykkeren ved Langebro, idet den paa den første Strækning indtil det Punkt, hvor den optager Kloaken fra Kvarteret bag Glyptotheket, har et Fald 1 : 1825 og derfra til Dykkeren 1 : 2000. Ved Dykkeren er Bundkoten ÷ 6.7′ (÷ 2.10 m.) Her forenes den med en fra den venstre Side kommende mindre Ledning, der optager Afløbene mellem Frederiksholms Kanal og Dykkeren og begynder ved Frederiksholms Kanals Kloak som en 12″ (0.3 m.) Rørledning med Bundkote ÷ 0.5′ (÷ 0.16 m.) og Fald 1 : 450. Ved Vestervoldgade fortsættes denne Ledning som en 2′ (0.63 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund og med Fald 1 : 550 paa den første Strækning indtil Vestre Boulevard og 1 : 650 derfra til Dykkeren, hvor den udmunder i Kote ÷ 2.66′ (÷ 0.84 m.)

---

[1]) Alle Koter angives i danske Fod over eller under daglig Vandstand i Øresund. Som Regel er Koten i Meter vedføjet i Parenthes. Ligeledes angives alle andre Maal i danske Fod med det tilsvarende Metermaal i Parenthes.

Dykkeren ved Langebro, der fører under Havnen over til Amager, bestaar af af to cirkulære Rør med en Diameter af henholdsvis 2 Fod 4 Tom. (0.73 m.) og 3 Fod 10 Tom. (1.2 m.) og har en Længde af ca. 600 Fod (188 m.) I Tørvejr løber Vandet gennem det lille Rør alene, idet det store Rør er afspærret derfra ved Overfaldsdæmninger ved begge Ender; først naar Vandet under Regn stiger tilstrækkeligt højt, gaar Vandet over Overfaldene, og begge Rørene tages i Brug. En lignende Ordning er truffen ved de andre Dykkere, saaledes som det nærmere skal blive omtalt under Detailbeskrivelsen i næste Afsnit. Efter saaledes at være kommen over paa Amager Siden fortsættes Ledningen langs med den dækkede Vej til Amagerbrogade som cirkelformet Ledning med en Diameter paa $5^3/_4$ Fod (1.8 m.) og Fald 1 : 2200. Kort før Amagerbrogade optages en $1^1/_4{}'$ (0.39 m.) afskærende Sideledning, der er bleven anlagt til Afløb fra den nye Tvangs- og Arbejdsanstalt, der er under Udførelse paa Amager Fælled, og fra det omliggende Terræn. Fra Amagerbrogade følger Ledningen derpaa langs med Kløvermarksvej til Pumpestationen, hvor den indmunder i Pumpebrønden (Sibrønden) med Bundkote ÷ 12.39′ (÷ 3.89 m.) Paa den sidste Strækning fra Amagerbrogade er den cirkelformede Lednings Diameter 6 Fod (1.88 m.) og Faldet 1 : 2400.

Den til den sydlige Hovedledning knyttede Hjælpepumpestation: *Vestre Kloakpumpestation*, der modtager Afløbene fra det paa Oversigtskaartet viste grønne Areal, er anlagt ved Godsbanegaardens Terræn ved den inderste Ende af den store Viadukt, der fører over Godsbanegaarden ud til Kajgaden. Stationen modtager sit Tilløb gennem to afskærende Ledninger. Den ene, der er en $2^1/_2$ Fods (0.79 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund og Fald 1 : 800, begynder ved Sønder Boulevard udfor Flensborggade i Kote ÷ 2.66′ (÷ 0.84 m.) og følger langs med Godsbanegaarden til Pumpestationen, hvor den udmunder i Pumpebrønden i Kote ÷ 6.02′ (÷ 1.9 m.). Den anden er en ganske kort 24″ (0.63 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund, der inde paa Stationens Grund fører Afløbet fra Hartmanns Kloaken [1]) til Pumpebrønden. Fra Pumpestationen pumpes Vandet gennem en dobbelt 21″ (0.533 m.) cirkulær Støbejærns Trykledning til den afskærende Ledning paa Slagtehusenes Terræn, hvorfra det, som ovenfor beskrevet, løber til Hovedpumpestationen paa Kløvermarksvej. Trykledningen er gjort dobbelt af Hensyn til den store Variation i de Vandmængder, der skulle pumpes igennem den. En enkelt Trykledning vilde nemlig enten give meget ringe Hastighed paa Vandstrømmen paa de Tider, hvor Vandmængden var lille, og derved Mulighed for Afsætninger i Ledningen, eller ogsaa vilde den ved de store Vandmængder give meget stor Modstand for Pumperne, hvis man for at opretholde en passende Hastighed til enhver Tid vilde give den et ringe Tværsnit.

---

[1]) Da denne Kloak er bleven anlagt samtidigt med Pumpestationen, har man givet den Bundkoten ÷ 6.0′ (÷ 1.88 m.) ved Pumpestationen, hvorved man i Tørvejr udnytter hele det disponible Fald for Spildevandsafledningen. Under Regn maa Vandet i Kloaken da stuve sig saa højt op, at det gennem Overfaldet kan faa Afløb til Havnen. Ved denne Ordning har man opnaaet at kunne afvande et meget lavtliggende Terræn omkring Istedgade, der tidligere maatte nøjes med aabne Rendestene.

Ved de ældre Kloaker, der alle udmundede i Havnen med Bunden lidt under dgl. Vande, gaar der derimod et Fald tabt ved Forbindelsen med de afskærende Ledninger, idet disse jo navnlig i Nærheden af Pumpestationerne ligge betydeligt under dgl. Vande. Dette Fald vil ikke kunne udnyttes, med mindre man i Fremtiden af en eller anden Grund vil lægge Kloaken om.

Den nordlige Hovedledning begynder ved Toldbodvej og følger derpaa Amaliegade og Ny Toldbodgade til St. Annæ Plads. Den er paa denne Strækning en 4′ (1.25 m.) clrkelformet Ledning med spids Bund med et Fald 1 : 1900; Bundkoten er ÷ 3.68′ (÷ 1.15 m.) ved Toldbodvej. Fra St. Annæ Plads ad Kvæsthusgade og Havnegade til Dykkeren under Havnen udfor Peder Skramsgade er Ledningens Diameter $4^1/_4$ Fod (1.33 m.); den har ligeledes spids Bund, og Faldet er 1 : 2100. Nyhavns Kanal passeres i en Dykker, bestaaende af 2 cirkulære Rør, begge med Diameter 2 Fod 4 Tom. (0.73 m.) Ledningen ender ved Dykkeren under Havnen i Kote ÷ 7.14′ (÷ 2.24 m.) Paa dette Sted forenes den med en fra den højre Side kommende afskærende Ledning, der begynder ved Frederiksholms Kanal og følger Nybrogade, Gammel Strand, Ved Stranden, Holmens Kanal og Havnegade. Da de Vandmængder, som denne Ledning skal optage langs med Slotsholmskanalen, ere ubetydelige, er den i Nybrogade lagt af 9″ (0.24 m.) og i Gammel Strand og Ved Stranden indtil Boldhusgade af 12″ (0.31 m.) glasserede Rør med Fald 1 : 750. Fra Boldhusgade til Holmensbro fortsættes den som en 15″ (0.39 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund med Fald 1 : 750, fra Holmensbro til Niels Juelsgade som 18″ (0.47 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund og Fald 1 : 1100, fra Niels Juelsgade til Tordenskjoldsgade som 24″ (0.63 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund og Fald 1 : 1200 og endelig paa det sidste Stykke hen til Dykkeren som 27″ (0.71 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund og Fald 1 : 1200. Ledningen ligger ved Dykkeren med Bunden i Kote ÷ 5.63′ (÷ 1.77 m.).

Efter at Ledningerne i Havnegade omtrent udfor Peder Skramsgade ere forenede, føres de under Havnen i en Dykker, der bestaar af to cirkelformede Rør med en Diameter af henholdsvis $31^1/_2$ Tom. eng. (0.8 m.) og $33^1/_2$ Tom. eng. (0.85 m.). De ere lagte gennem en Tunnel, der er huggen ud i det faste Kalklag under Havnens Bund i en Dybde af ca. 60 Fod (ca. 19 m.) under dgl. Vande. Der existerede allerede før Kloakanlægenes Paabegyndelse en Tunnel under Havnen, hvorigennem Gas- og Vandledninger førtes over til Christianshavn. Gennem den samme Tunnel var det fra først af Hensigten ogsaa at føre Kloakdykkerrørene. Selve Tunnelen var stor nok dertil; den skulde blot forsynes med nye Nedgangsbrønde ved Enderne. Men under Arbejdet blev det besluttet at udføre en ny Tunnel for Kloakrørene og reservere den gamle for Gas- og Vandledninger samt for eventuelle fremtidige Ledninger. Tunnelen vil iøvrigt blive nærmere beskreven i næste Afsnit. Paa Christianshavns Siden ender Tunnelen i en Brønd paa Gammel Doks Terræn. Herfra føres den afskærende Ledning videre gennem Baadsmandsstræde som en $4^1/_2$′ (1.41 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund og Fald 1 : 2300. Christianshavns Kanal passeres i en Dykker bestaaende af to cirkelformede Rør med en Diameter af henholdsvis 2 Fod $9^1/_2$ Tom. (0.88 m.) og 2 Fod $5^1/_2$ Tom. (0.77 m.), hvorefter den afskærende Ledning fortsættes gennem Baadsmandsstræde, under Christianshavns Vold og Fæstningsgraven til Hovedpumpestationen paa Kløvermarksvej som en $4^3/_4$′ (1.49 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund og et Fald 1 : 2400. Fæstningsgraven passeres uden Dykker, da Ledningen her ligger tilstrækkeligt dybt til at gaa under Gravens Bund. Ledningen udmunder i Pumpebrønden i Kote ÷ 11.65′ (÷ 3.66 m.). Paa Christianshavn optager Ledningen en Del mindre Sideledninger i Strandgade samt i Overgaderne paa begge Sider af

Christianshavns Kanal. Disse Ledninger, der opfange Afløbene fra de christianshavnske Kloaker, ere for Størstedelen udførte af glasserede Rør, da Vandmængderne jo kun ere smaa. Det gælder for Resten om disse Ledninger saavel som om Ledningen langs med Slotsholmskanalen, at de ere udførte med noget større Dimensioner end nødvendigt for at kunne føre den beregnede største Vandmængde af Spildevand + 2 Gange Regn. Som tidligere forklaret, pumpes der jo nemlig, efter at Regulatorerne have lukket for Tilløbene fra de store Kloaker, der ere forsynede med Overfald til den egentlige Havn, saa at sige udelukkende fra de her omtalte afskærende Ledninger langs med Kanalerne. For at udnytte dette Forhold saa meget som muligt er det, at Ledningernes Dimensioner ere forøgede.

Den til den nordlige Hovedledning hørende Hjælpepumpestation: *Nordre Kloakpumpestation* er anlagt i Nærheden af Strandboulevarden omtrent udfor Livjægerallé. Den modtager Afløbene fra det paa Oversigtskaartet viste blaa Areal gennem to afskærende Ledninger. Den ene af disse begynder mod Nord ved Øresundshospitalet som en 18″ (0.47 m.) cirkelformet Ledning med spids Bund og Fald 1 : 800 og Bundkote ÷ 0.72′ (÷ 0.23 m.). Den følger Vejen langs med Kystbanens Østside til Aarhusgade, hvor den gaar ind paa Frihavnens Terræn og følger den saakaldte »Gittervej« indtil udfor Pumpestationen, hvor den drejer mod Vest ind til denne. Fra Aarhusgade til Viborggade er Diametren 21 Tom. (0.55 m.) og Faldet 1 : 1000, fra Viborggade til Nordre Frihavnsvej 2 Fod (0.63 m.) og 1 : 1100 og fra Nordre Frihavnsvej til Pumpestationen 3 Fod (0.94 m.) og 1 : 1500, idet Profilet stadigt er cirkelformet med spids Bund. Ved Udløbet i Pumpebrønden paa Stationen har Ledningen Bundkoten ÷ 8.34′ (÷ 2.62 m.). Den anden afskærende Ledning begynder mod Syd ved Søndre Frihavnsvej, gaar under Frihavnens Toldbodbygning som et 12″ (0.31 m.) cirkelformet Jærnrør med Bundkote ÷ 3.08′ (÷ 0.97 m.) og fortsættes som Betonledning i »Gittervej« til Pumpestationen, idet Diameter og Fald er henholdsvis 12 Tom. og 1 : 600 til Kristianiagades Kloak, derefter 24 Tom. (0.63 m.) og 1 : 1000 til Willemoesgades Forlængelse og endelig $2^1/_4$ Fod (0.71 m.) og 1 : 1000 til Pumpestationen. Alle Betonledningerne have cirkelformet Profil med spids Bund. Ledningen udmunder i Pumpebrønden i Kote ÷ 6.59′ (÷ 2.06 m.). Fra Pumpestationen var det saa Hensigten, at Vandet skulde pumpes gennem den paa Oversigtskaartet med punkteret blaa Linie viste Trykledning, der var tænkt udført af cirkulære Støbejærnsrør med Diameter 33 Tom. eng. (0.838 m.). Ledningen skulde følge »Gittervej« og Forbindelsesvejen mellem Frihavnen og Toldboden til den afskærende Ledning i Toldbodvej udfor Amaliegade, hvorfra Vandet ved Gravitation kunde løbe til Pumpestationen paa Amager. Men, som tidligere berørt, er Anlæget af denne Trykledning foreløbig stillet i Bero, og Nordre Pumpestation fungerer da saalænge som en selvstændig Pumpestation, hvis Trykledning fører mod Nord. Denne Trykledning er altsaa kun midlertidig. Fra Pumpestationen følger den »Gittervej« til Aarhusgade, hvor den bøjer over langs med Kalkbrænderifortets Østside, og bestaar paa hele denne Strækning af en 27″ eng. (0.686 m.) cirkulær Støbejærnsledning. Fra Kalkbrænderifortet er den ført under Havbunden ca. 540 Fod (170 m.) til Søs, hvor den udmunder paa ca. 10 Fods (3.14 m.) Vanddybde. Paa denne sidste Strækning bestaar den af en 24″ (0.63 m.) Træledning med kvadratisk Tværsnit.

Endelig skal omtales *de tre smaa automatiske Pumpestationer*, der besørge Afvandingen af Slotsholmen og det tidligere omtalte Kloaksystem i Nyhavn. Som det vil ses paa Kaartet, er Slotsholmen delt i to Systemer, der gennem afskærende Ledninger af 9″ (0.24 m.) glasserede Rør sende deres Afløb til de to Pumpestationer ved Holmens Bro og Bryghusbroen. Pumpestationen *ved Holmens Bro* er helt underjordisk og pumper sit Vand gennem en 6″ (0.152 m.) Støbejærns Trykledning, der er lagt under Brodækket paa Holmens Bro, over i den afskærende Ledning ved Holmens Kirke. Pumpestationen *ved Bryghusbroen* er paa Grund af Terrænets ringe Højde kun delvis underjordisk; over Brønden er der derfor rejst en lille ottekantet Pavillon af Træ. Vandet pumpes herfra gennem en 6″ (0.152 m.) Støbejærnsledning, der er ført under Kanalens Bund over til den afskærende Ledning ved Frederiksholms Kanals Kloak. Pumpestationen *i Nyhavn*, der er underjordisk, modtager kun Afløbet fra nogle faa Ejendomme og pumper det gennem en 4″ (0.1 m.) Støbejærns Trykledning op i Gadekloaken i Nyhavn.

Som det vil fremgaa af det foregaaende, vil altsaa, naar engang i Fremtiden den endelige Trykledning fra Nordre Pumpestation gennem Frihavnen og Kastellet er bleven lagt, alt Vandet samles ved Hovedpumpestationen paa Amager. *En dobbelt Trykledning fra Hovedpumpestationen* fører det oppumpede Vand ud i Kongedybet til Udløbet, der er beliggende paa ca. 34 Fods (11 m.) Vanddybde i en Afstand af 4642 Fod (1453 m.) fra Kysten. Trykledningen paa Land, der er lagt langs med den sydlige Side af Kløvermarksvej, bestaar af to cirkulære Støbejærnsledninger med Diameter paa 4 Fod (1.25 m.). Udenfor Kystlinien bestaar Trykledningen derimod af to cirkulære Træledninger med Diameter paa 43 Tom. (1.125 m.).

Med Hensyn til *Udløbet i Kongedybet*, hvis Plads jo paa en Maade kan siges at være det vigtigste Punkt ved hele Anlæget, skal bemærkes, at det oprindeligt var Hensigten at lægge det paa kun 14 Fods Vanddybde lige udenfor Linien mellem Forterne Prøvestenen og Mellemfortet. Da der imidlertid fra forskellig Side blev ytret Frygt for, at Strømmen paa dette Sted ikke skulde være tilstrækkelig stærk, blev det bestemt at lægge Udløbet paa dets nuværende Plads ude i den egentlige Strøm gennem Kongedybet, hvorved der selvfølgelig blev opnaaet større Sikkerhed for et gunstigt Resultat med Hensyn til Kloakvandets Bortførelse med Strømmen. At Forholdene i Kongedybet i det Hele ere saa gunstige, som vel muligt, fremgaar tydeligt af de af Marinen udførte daglige Strømobservationer fra Drogdens Fyrskib, der ligger noget sydligere i Farvandet paa et Sted, hvor der er mere grundet og derfor rimeligvis ogsaa svagere Strøm end ved Kloakudløbet. Af de fra Fyrskibet 6 Gange daglig foretagne Observationer i Aarene 1880—93 viste kun 13 % Strømstille, 7 % variable Strømretninger, men derimod 49 % Sydvest og 31 % Nordøst Strøm. Det viste sig endvidere, at Strømretningen sjældent holder sig kortere end et Døgn, men at den som Regel løber flere Dage ad Gangen i samme Retning, og at det er en ret anseelig Vej, den tilbagelægger i hvert Døgn, nemlig som Gennemsnit 21.5 Sømil i Døgnet, hvilket svarer til en Hastighed af *1.5 Fod (0.47 m.) pr. Sekund.* Ved denne Hastighed er Strømmen, som bekendt, i Stand til at føre ikke alene Kloakslam, men ogsaa Ler og Sand med sig, og de Vandmasser, den bevæger gennem Kongedybet, ere saa overvældende i Forhold til den udpumpede Spildevandsmængde, at Rensningen (Iltningen) af denne foregaar let og hurtigt. For at fremme

Blandingen af Kloakvand og Søvand og derved fremskynde Iltningen er Kloakudløbet formet som en lang smal Spalte (se nærmere Detailbeskrivelsen i næste Afsnit) med sin Længderetning tværs paa de herskende Strømretninger.

Man har da hidtil heller ikke mærket den mindste Ulempe af Udløbet i nogen Retning, siden det den 1ste Juni 1901 traadte i Virksomhed, end ikke om Sommeren. Selv efter lange Perioder med Østenvind, hvor man kunde befrygte, at Kloakvandet kunde føres med Overfladestrømmen ind paa Kysten, har der ikke vist sig Tegn til noget saadant. En tydelig Forurening af Vandet spores næppe i den umiddelbare Nærhed af Udløbet; det eneste, man ser, er en blank Hinde paa Vandet, der strækker sig nogle Hundrede Alen i Retning med Overfladestrømmen. Saasnart der er nogen Bevægelse i Vandet, vilde det overhovedet være vanskeligt at finde Stedet, hvis det ikke var betegnet, dels ved et Sømærke og dels ved en Flok Maager, der stedse kredse over Stedet for at opsnappe de Fedtpartikler, der føres ud med Vandet. For at undersøge, hvorvidt der finder nogen Afsætning Sted af Slam eller Mudder omkring Udløbet, blev der i Sommeren 1902, efter at Udløbet havde været i Funktion i over et Aar, foretaget en Undersøgelse ved Hjælp af Dykker. Den gav til Resultat, at Havbunden var aldeles ren lige hen til Udløbet paa den Side, der vendte mod den ved Undersøgelsen stedfindende Strøm. Paa den modsatte Side af Udløbet, der rækker et Par Fod op over Havbunden, havde der lagt sig en ubetydelig Ansamling af Slam, der imidlertid var saa løst aflejret, at det strax førtes bort, naar Dykkeren rørte op i det, og altsaa vilde gaa bort med Strømmen, saasnart denne skiftede Retning.

Det kan altsaa siges, at som Forholdene for Tiden ere, har Anlæget fuldt ud løst sin Opgave at føre Indholdet af Byens Kloaker ud til et Sted, hvor det ingen Ulemper volder for Byen og dens Omgivelser.

III.

BESKRIVELSE AF ANLÆGETS DETAILLER

De afskærende Ledninger.

I det foregaaende Afsnit er der gjort Rede for, hvorledes man har bestemt de Vandmængder, for hvilke Ledningerne bleve beregnede, samt for Grundprinciperne for Beregningen. Her skal blot tilføjes, at Beregningen af alle Ledninger (afskærende Ledninger, Dykkere og Trykledninger) er udført efter Formlen:

$$\frac{h}{l} = \frac{4}{3}\alpha \times \frac{c}{s} \times v^2$$

hvori h er Faldet paa Længden l, c den beskyllede Del af Ledningens Omkreds, s Vandstrømmens Tværsnitsareal og v dens Middelhastighed, alt i danske Fod, medens:

$$\alpha = 0.00005428 + \frac{0.00005284}{v}$$

er en Koefficient, der er bestemt af Kjøbenhavns tidligere Stadsingeniør Professor *Colding* ved Forsøg med rent Vand, hvorfor den i Formlen ovenfor, der er anvendt paa Spildevand, er multipliceret med $\frac{4}{3}$.

Der er foretaget enkelte Maalinger af Hastighederne i de afskærende Ledninger, efter at disse ere tagne i Brug, hvoraf det fremgaar, at Virkeligheden stemmer ret godt med Beregningerne. Det synes snarest, at der opnaaes noget større Hastigheder end beregnet, i hvert Tilfælde i de større Ledninger.

Den ovenfor angivne Koefficient er anvendt ved Beregning af alle Ledninger uden Hensyn til deres Materiale (glasserede Lerrør, Betonrør, Jærnrør, Trærør). Ledningerne overtrækkes nemlig efter kort Tids Forløb med en slimet Hinde, der bevirker, at Modstanden mod Vandbevægelsen bliver ens for dem alle. For Støbejærnsrør er der dog af Hensyn til, at deres indvendige Overflade efterhaanden faar større Ujævnheder paa Grund af Rustdannelser, givet et Tillæg af 1 til 2 Tommer (0.03 til 0.05 m.) til de efter Formlen beregnede Diametre, i Stedet for, som *Darcy*, at regne med dobbelte Koefficienter for urene Rør, hvad der for de større Ledninger giver altfor store Dimensioner.

Plan II og Plan III vise de forskellige *Profiler* af afskærende Ledninger, der ere blevne anvendte. Som man vil se, ere Profilerne dels *cirkelformede* og dels *cirkelformede med spids Bund* med Konstruktion som vist paa hosstaaende Fig. 2, hvor $r = \frac{R}{4}$. Profiler som de sidstnævnte have den Fordel fremfor cirkelformede, at de give større Hastigheder for Vandstrømmen ved ringe Fyldningsgrader; naaer Vandspejlet noget op paa den af den store Cirkel dannede Del af Profilet, er Forøgelsen i Hastighed derimod kun ringe. For Ledninger, som de afskærende, hvor Spildevandsmaximum omtrent vil give halv Fyldning, vilde derfor det cirkelformede Profil være det naturligste, saafremt Ledningerne strax fik deres endelige Vandmængde. Det sker jo imidlertid ikke, da store Kvarterer af Byen, navnlig i Udkanterne, endnu kun ere delvis bebyggede. Der er derfor anvendt cirkelformede Ledninger med spids Bund for de afskærende Ledninger i de ydre Bydele, der føre til de to Hjælpepumpestationer. Endvidere er den samme Profilform anvendt for den nordlige Hovedledning fra den indre By over Christianshavn. Der var nemlig Mulighed for, at Ledningen i længere Tid kun vilde faa tilført en ganske ringe Vandmængde, da den første Bevilling, der blev given, ikke omfattede de Ledninger paa Kjøbenhavns Siden, der skulde føre Spildevandet til den her omhandlede Ledning. Da senere Ledningens Fortsættelse blev bevilget, valgte man at fortsætte med det samme Profil, hvad der har vist sig at være heldigt, idet Forbindelsen med Nordre Pumpestation, som tidligere nævnt, er bleven udsat indtil videre og Ledningens Vandføring derfor foreløbig er væsentligt mindre, end den senere vil blive.

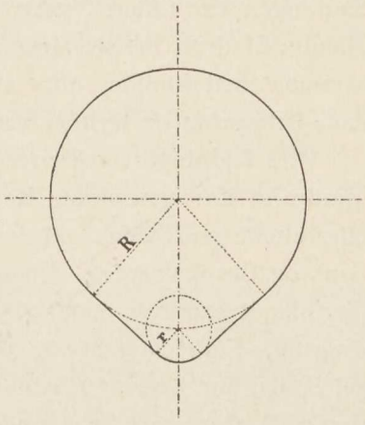


Fig 2.

De mindste af de afskærende Ledninger, nemlig alle Ledninger med en Diameter 12 Tom. (0.31 m.) og derunder[1]), ere udførte af *glasserede Lerrør*. Almindelige Lerrør samlede med Cementmørtel blive imidlertid let utætte, saasnart der sker en lille Sætning af Ledningen, og netop for de afskærende Ledninger er Tætheden af største Betydning, da de i Reglen ligge dybt under Grundvandet, og alt det fremmede Vand, der trænger ind i dem, skal oppumpes sammen med Spildevandet. Der er derfor anvendt en særlig Slags Rør med en patenteret Samling (self-adjusting joint) fra Firmaet *Doulton & Co.*, Lambeth, London. Denne Samling er fremstillet paa Fig. 3. En asfaltlignende Masse er faststøbt saavel i Rørenes Muffer

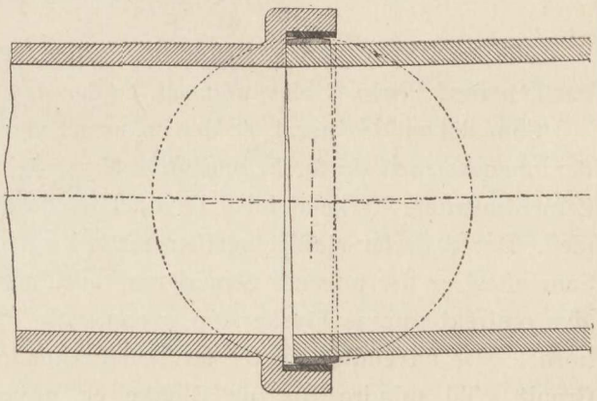


Fig. 3.

[1]) En Undtagelse herfra danner dog en Strækning 12″ cirkelformet Betonledning med spids Bund paa 558 Fods Længde i »Gittervej« paa Frihavnsterrænet.

som paa deres Spidsender. Medens Massen i Muffen er cylindrisk, er den paa Spidsenden formet som en Del af en Kugleflade, hvorved en hvis Bevægelighed af Samlingen kan tillades, uden at den bliver utæt. Samlingen foretages paa følgende Maade: Med en Pensel stryger man en Masse (den saakaldte »grease«, der leveres sammen med Rørene) efter at den ved Opvarmning er smeltet, paa Rørets Spidsende-Belægning og trykker derefter strax Røret ind i Muffen paa det sidst lagte Rør.

Alle Ledninger med over 12 Tom. Diameter ere derimod udførte af *Beton*, de mindre af iforvejen støbte Rør, de større enten samlede af iforvejen støbte Blokke eller støbte paa Stedet. Materialerne, der ere anvendte dertil, ere Portland Cement, Grus og Granitskærver. Cementen, der er leveret fra mange forskellige Fabriker (deriblandt samtlige danske), er stadig bleven kontrolleret med Hensyn til Afbindingstid, Finhed og Styrke ved Prøver foretagne af Statsprøveanstalten. Som Regel er der for hver 100 Tdr. udtaget en Prøve til Undersøgelse; medens alle indsendte Prøver ere blevne undersøgte for Styrke mod Træk efter henholdsvis 7 og 28 Dages Forløb, er kun hver 5te Prøve tillige bleven undersøgt for Styrke mod Tryk. Resultaterne have varieret en Del, dog inden for ret snevre Grænser, og de have alle betydeligt overskredet de Fordringer, der ere opstillede i »Teknisk Forening«s Normer. Som Regel har Styrken mod Træk efter 28 Dage været over 20 kg. pr. □cm. mod 16 kg., som forlangt i Normerne. Medens det har vist sig, at Anvendelsen af de forskellige Cementmærker ikke spiller nogen væsentlig Rolle med Hensyn til den færdige Betons Styrke, er dette derimod Tilfældet med de forskellige Slags Grus. Det gælder om at faa saa grov og skarp Betongrus som muligt. Som Exempel paa, hvormeget Styrken af Cementmørtel kan variere med Kvaliteten af den anvendte Grus, skal anføres, at tre Grusprøver, der samtidigt bleve indsendte til Statsprøveanstalten og prøvede med samme Slags Cement i Blandingsforholdet 1 : 3, viste følgende Styrketal:

Prøvens Art:	Styrke mod Tryk efter 28 Dage:
Prøve *A*: Meget grov Strandgrus (fra »Sorte Rende«)	299.6 kg. pr. □cm.
— *B*: Almindelig grov Strandgrus	222.8 — — —
— *C*: Almindelig Strandgrus (Sand)	123.0 — — —

Alle tre Prøver vare udtagne af Partier, leverede til Kloakanlægene. Af det Parti, hvoraf Prøve *C* blev udtagen, er der dog intet blevet anvendt.

Som det vil ses heraf, er det en meget stor Forskel i Cementmørtelens Styrke, der opnaaes med de forskellige Sorter Grus, og de smaa Variationer i de forskellige Cementmærkers Styrketal blive i hvert Tilfælde betydningsløse i Sammenligning hermed. Der er derfor stadigt lagt den største Vægt paa at faa grov og skarp Betongrus. Som oftest er der anvendt Strandgrus, sjældnere Bakkegrus, der har vist sig at give omtrent samme Styrke som ovennævnte Prøve *A*, naar den er ren og grovkornet. De anvendte Skærver have udelukkende været Granitskærver af god, haard Granit. Til mindre Rør og Blokke er anvendt $^3/_4$″ Skærver, til større Ledninger $1^1/_4$″.

Blandingen af Betonen er sket udelukkende ved Haandkraft, da Mængderne have været for smaa til Anvendelse af Maskiner. Al Blanding er foregaaet paa

glatte Bræddeflager. Det har været forlangt, at Cement og Grus først skulde blandes tørt ved Omskovling af Bunken 4 Gange frem og 4 Gange tilbage, og derefter Mørtelen med Skærverne under Overbrusning med Vand 3 Gange frem og 3 Gange tilbage. For at paase, at disse Fordringer virkelig bleve opfyldte, er der anvendt en særlig Betonkontrol ved hver enkelt Blandingsbakke.

De *mindre Betonledninger* ($2^3/_4$' (0.85 m.) Diameter og derunder) ere, som nævnt, udførte af iforvejen støbte Rørstykker paa 3 Fods (ca. 1 m.) Længde. De støbtes i Forme af Pladejærn eller af glathøvlet ferniseret Træ, staaende paa Enden. Betonens Sammensætning har været 1 Cement + 2 Grus + 3 Skærver i de mindre

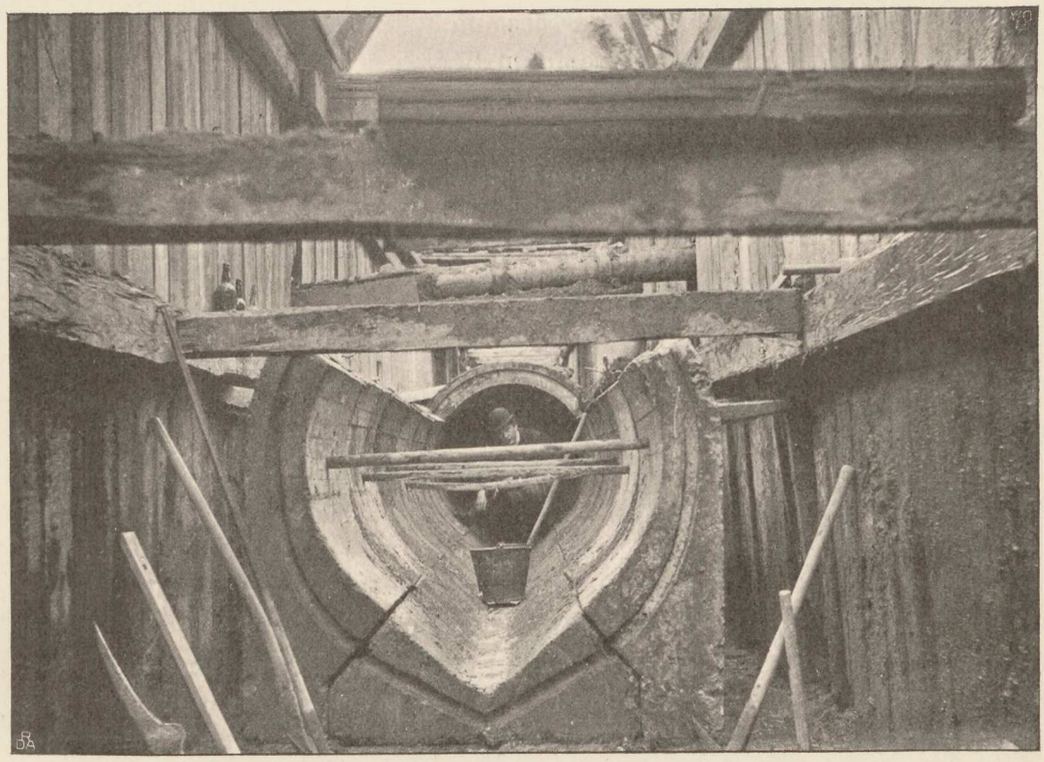


Fig. 4. Ledning i Toldbodgade fremstillet af iforvejen støbte Blokke.

Profiler og 1 Cement + 3 Grus + $4^1/_2$ Skærver i de større. Til Støbningen er anvendt smaa Skærver og temmelig vaad Beton. Efter at Rørene ere udtagne af Formen, ere de blevne afpudsede med ren Cement. Samlingen af Rørene er sket enten ved False i Endestykkerne (se Plan III Fig. 9 og 10) eller ved Udstøbning af en i begge Rør udsparet Rille (Plan III Fig. 15 og 16). I begge Tilfælde omgives Samlingen af en stor Vulst af Mørtel.

De større Betonledninger (3 Fod (ca.1 m.) i Diameter eller derover) bleve enten støbte paa Stedet eller byggede af iforvejen støbte Blokke. Ved Ledninger støbte paa Stedet (Plan II Fig. 1—8) er der dog altid anvendt forud støbte Bundblokke, for at Bundløbet kunde blive saa glat og nøjagtigt formet som muligt, medens Resten af Ledningen er støbt i Forme, dannede af glathøvlede og ferniserede Træflager. Betonen, hvis Sammensætning er 1 Cement + 3 Grus + $4^1/_2$ Skærver, paaføres i

tynde Lag, der stampes kraftigt med jærnbeslaaede Stødere. Der anvendes temmelig tør Beton, saa at den maa stødes kraftigt i nogen Tid, før den giver Vand fra sig. Efter at Flagerne ere borttagne, afrives og pudses Ledningen indvendig og afkostes udvendig med Cementmørtel.

Ledninger udførte af iforvejen støbte Blokke (Plan II Fig. 9 og Plan III Fig. 2 og 3) ere især anvendte i de stærkt befærdede Gader i den indre By, hvor det gjaldt om at komme hurtigt frem og ikke optage for megen Plads i Gaden med Blandebakker og Oplag af Grus og Skærver. Der anvendes i Reglen 4 Blokke, en Bundblok, to Sideblokke og en Hvælvingsblok. Først opstilles Bundblokken og de to Sideblokke og afstives mod hinanden, de lodrette Fuger sættes ud og udløbes med ren Cement, medens de vandrette tættes ved at lægge rigelig Mørtel paa Sammenstødsfladerne inden Blokkenes Sætning. Derefter udstøbes Mellemrummene mellem Ledningen og Gravningens Sider med mager Grusbeton af Sammensætning 1 Cement + 12 Grus. Tilsidst paalægges Hvælvingsblokken, Fugerne tættes, og den øverste Del af Grusbetonen anbringes. Paa omstaaende Fig. 4 ses en Ledning af denne Art under Udførelse.

Endelig er der ganske undtagelsesvis anvendt *Monierrør* og da navnlig til den dobbelte 4′ cirkelformede Ledning mellem Kvægtorvsgade og Bernstorffsgade (Plan III Fig 1). Grunden dertil er, at der, som tidligere omtalt, paa dette Sted kræves saa ringe Højde og saa stor Bæreevne af Ledningen som muligt, da den fører under de projekterede lavtliggende Indløbsspor til Central-Personbanegaarden. Som det vil ses af Tværprofilet, har Ledningen en Godstykkelse af 5″ (13 cm.) og dobbelt Jærnindlæg af 5 mm. Bærestænger i 4 cm. indbyrdes Afstand. Rørene bleve lagte paa et Underlag af Beton, og hele Gravningen blev udstøbt med Grusbeton indtil noget over Ledningens Centrumshøjde.

Paa Grund af den store Dybde, hvori Ledningerne ere lagte, ofte i snevre Gader med gamle slet funderede Huse, har man maattet ofre meget paa *Afstivning* af Gravningerne, ligesom Ledningernes Beliggenhed i Nærheden af Havnen og Kanalerne ofte har gjort *Vandlænsningen* ret besværlig. Inden Projektet blev opstillet, var der udført ret omfattende Undersøgelsesboringer, der under Arbejdets Gang bleve supplerede med flere. Hvor det af disse skønnedes nødvendigt, blev der anvendt tæt Afstivning af 3″ spunsede Planker, saavidt muligt rammede i en Længde. Det maatte saaledes gøres ved alle Hovedledningerne i den indre By og paa Christianshavn. For at skaffe en fast tør Bund at lægge Bundblokkene paa, lagde man i Begyndelsen to Rækker 10″ (26 cm.) tykke Betonblokke paa Bunden af Graven (ɔ: under Bundblokkene) (se Plan II Fig. 1) med et Mellemrum i Midten og i nogen Afstand fra Gravningens Sider for at lede Vandet til Pumperne. Senere under Arbejdet gik man over til i samme Øjemed at lægge en Ledning af glasserede Lerrør midt i Gravningens Bund med Sidegrene ud til Gravningens Sider og med et derover støbt Lag af mager Beton (se Plan II Fig. 2, 6 og 8 og Plan III Fig. 2). Paa enkelte Steder, hvor Bunden bestod af Flydesand med stærk Vandtilstrømning, maatte man foretage den sidste Del af Udgravningen under Vand og dernæst under Vand udstøbe et Lag Beton mellem Afstivningsvæggene for at holde Bunden nede.

Som Exempel paa et særlig vanskeligt Udgravnings- og Afstivningsarbejde skal nævnes Arbejdet ved Lægningen af den afskærende Ledning i Baadsmandsstræde udfor Søetatens Enkebolig. Forholdene paa dette Sted ere fremstillede paa hosstaaende Fig. 5. Enkeboligen er funderet paa løse Sten i et Lag af god Fyld. Men ca. 1 Fod (0.3 m.) under Fundamentet findes et ca. 3 Fod (1 m.) tykt Lag af komprimeret Mudder med meget ringe Bæreevne og derunder igen 4 Fod (1.3 m.) Flydesand. Som Følge heraf har Bygningen ogsaa i Tidernes Løb sat sig en Del og har mange Revner i Facaden. I 7 Fods (2.2 m.) Afstand fra dens Ydermur skulde Kloakgravningen føres ned til en Dybde af ca. 18 Fod (6 m.) under Gaden, hvad der vilde medføre stor Risiko for Bygningen, saafremt ikke særlige Foranstaltninger bleve trufne. Der blev derfor rammet en tæt Væg af 5″ (13 cm.) notet Halvtømmer i een Længde til fuld Dybde, inden Udgravningen blev paabegyndt, ligesom der blev anvendt meget rigelig Tværafstivning. Inden Arbejdet blev paabegyndt, blev Bygningens Sokkel omhyggeligt nivelleret, ligesom der blev taget Fotografier af Facaden med alle dens Revner for at det senere kunde konstateres, om Bygningen havde lidt noget ved Udførelsen af Kloakanlæget. Arbejdet lykkedes imidlertid saa fuldstændigt, at det var umuligt at paavise den mindste Skade paa Bygningen. Lignende vanskelige Forhold forekom forøvrigt flere Steder i Byen, men Anlæget blev dog fuldført, uden at en eneste Bygning blev beskadiget.

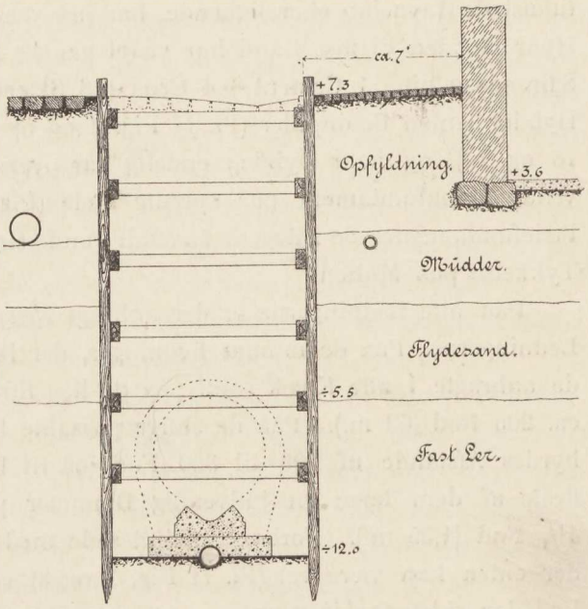


Fig. 5. Udgravning udfor Søetatens Enkebolig i Baadsmandsstræde.

Ved alle de store Hovedledninger har man ladet den nederste Del af Afstivningen, indtil noget over Ledningens Centrumshøjde, blive staaende i Graven og udstøbt Rummet mellem den og Ledningen med mager Grusbeton. De anvendte Tværprofiler ere nemlig ikke stabile for et stort Jordtryk, medmindre man kan skaffe et absolut sikkert Vederlag for Ledningens Sider. Paa nogle af de først udførte Strækninger viste det sig, at dette ikke kan ske ved almindelig Tilfyldning, selv om denne udføres nok saa omhyggeligt. Saasnart nemlig Afstivningen blev trukken, gav Vederlaget efter, og Ledningen fik en fin Revne i Toppen. Paa disse forøvrigt kun korte Strækninger maatte man derfor igen grave ned og støtte Ledningen med Piller af Beton paa begge Sider, hvorved det da ogsaa lykkedes at bevare Ledningen. Senere lod man altsaa, som nævnt, Afstivningen blive staaende indtil lidt over Centrumshøjde og udstøbte Mellemrummet med mager Grusbeton, (se Plan II Fig. 6 og 8, Plan III Fig. 2 og 8), hvad der i alle Tilfælde var mindre bekosteligt end at forøge Betonmængden i Profilerne saa meget, at Ledningerne i sig selv bleve stabile mod det store Jordtryk.

Paa Grund af de store Dybder, hvori Ledningerne ere lagte, komme de næsten alle uden Undtagelse ned i fast Bund, saa at det har været ufornødent at anvende særlige *Fundamenter*. Kun paa enkelte Steder, hvor Ledningerne passere gamle tilkastede Havneløb eller lignende, har det været nødvendigt at fundere under dem. Hvor Dybden til fast Bund har været ganske ringe, er der anvendt et Betonlag af Sammensætning 1 Cement + 4 Grus + 8 Skærver (Pl. III Fig. 5), ved noget større Dybder enten Betonpiller (Pl. II Fig. 4 og 5) eller spredte Betonpæle (Pl. III Fig. 13 og 14), og naar Dybden endelig har overskredet 5 à 6 Fod (2 m.), er der anvendt Betonfundament paa spredte Pæle (Plan III Fig. 11 og 12). Til saadanne Pælefundamenter er i Reglen anvendt runde Granpæle med ca. 8 Tommers (21 cm.) Tykkelse paa Midten.

Paa alle Ledningerne er der anbragt *Nedgangsbrønde* til Brug ved Eftersyn af Ledningerne. Paa de mindre Ledninger, der ikke kunne passeres af en Mand, ere de anbragte i alle Knæk samt paa de lige Strækninger med en største Afstand af ca. 200 Fod (63 m.). Paa de større passable Ledninger ere de anbragte med indbyrdes Afstande af 200 til 350 Fod (63 til 110 m.) efter de lokale Forhold. De fleste af dem have en indvendig Diameter paa den nederste cylindriske Del af $4^1/_4$ Fod (1,35 m.). Foroven afsluttes de med en Kegle af 5 Fods (1.6 m.) Højde, der enten kan være ret (Pl. II Fig. 2 og 3) eller skæv (Pl. III Fig. 2, 3, 6 og 7). Ved den sidste Ordning opnaaes, at den Side, hvori Stigetrinnene anbringes, bliver lodret, hvad der letter Nedstigningen. Keglens Aabning foroven er 2 Fod (0.63 m.) i Diameter, og ovenpaa den er anbragt en støbt Jærnkarm med Dæksel. Dækslet bestaar i Reglen af to trekantede Halvdele, der hvile i Karmen paa Anslag, beklædte med Bly. Herved undgaas enhver Klapren af Dækslet. Enkelte af Brøndene, de saakaldte »Rensebrønde«, have noget større Dimensioner i Ledningens Længderetning for at kunne tjene til Op- og Nedhejsning af Redskaber o. l. under eventuel Rensning af Ledningerne. De afdækkes med en Karm, der er 2 Fod × 4 Fod 6 Tom. (0.63 m. × 1.41 m.) med et Dæksel, bestaaende af 4 trekantede Stykker. I alle Gader ere Dækslerne over Nedgangsbrøndene i Reglen tætte, ved Gadekrydsninger og paa andre aabne Steder derimod gennembrudte for at tillade Luften at undslippe, naar Vandet stiger i Ledningen. Under de gennembrudte Dæksler anbringes Snavssamlere, ɔ: flade Bakker af galvaniseret Jærn.

Da de afskærende Ledningers *Tæthed,* som allerede berørt, er af største Vigtighed, fordi alt Vand, der trænger ind i dem, skal oppumpes, ere de alle blevne underkastede omhyggelige Prøver i saa Henseende. Hver Prøve har i Reglen omfattet Strækningen mellem to Nedgangsbrønde. Strækningen blev afspærret med Blændmure i begge Ender, hvorpaa Ledningen blev fyldt med Vand til en Højde af ca. 4 Fod over Grundvandets almindelige Højde paa det paagældende Sted. Det blev forlangt, at Vandet derefter i Løbet af et Kvarter ikke maatte synke kendeligt i Nedgangsbrøndene. Det er ogsaa lykkedes paa alle Strækninger at holde Synkningen i det angivne Tidspunkt under 10 mm. Derefter blev Ledningen pumpet læns og blev staaende tom i nogen Tid. Hvis der da ikke observeredes nogen Indtrængen af Vand i den, blev den anset for tilstrækkelig tæt.

Som allerede tidligere berørt, er der paa alle de Strækninger, hvor Ledningernes Fald ikke er tilstækkeligt til at opnaa en Hastighed af ca. 2 Fod (0.63 m.) pr. Sek.

for Spildevandsstrømmen med de ved Anlæget forhaandenværende Spildevandsmængder, truffen Foranstaltninger til *Skylning af Ledningerne.* Ved de mindre Ledninger, hvor den Vandmængde, der behøves til Skylningen, ikke er saa stor, at Oppumpningen deraf kan spille nogen Rolle, foretages Skylningen med Vand fra Havnen. De afskærende Ledninger ligge jo som Regel dybere end Vandspejlet i Havnen, og Skylningen etableres derfor let ved at føre en Ledning fra nærmeste Kajmur eller Bolværk ind til en Brønd paa den afskærende Ledning, hvor Skylleledningen forsynes med en Skydeventil. Paa Steder, hvor de afskærende Ledninger ikke ligge i umiddelbar Nærhed af Havnen, har man lagt Skylleledningen fra den nærmeste Hjælpeledning. Disse ligge nemlig i Reglen dybt under daglig Vandstand i Havnen, saa at de selv i Tørvejr staa fyldte med Vand.

Paa de store Hovedledninger, hvor den Vandmængde, der udkræves til Skylningen, er meget betydelig, anvendes derimod Kloakvandet selv til Skylning. Det sker paa den Maade, at der anbringes Stigbord i Ledningen, ved Hjælp af hvilke man kan stemme Vandet op i den ovenfor liggende Strækning. Naar Stigbordet da hurtigt trækkes, frembringes en kraftig Skyllestrøm for den nærmeste Strækning af Ledningen. Da der kræves betydelig Kraft til Bevægelsen af disse store Stigbord, er der til Sætningen af dem, der kan foregaa langsomt, anvendt en hydraulisk Mekanisme; Trækningen foregaar derimod hurtigt ved Hjælp af en Kontravægt. Paa Plan IV er der fremstillet et *Skyllebygværk* i Plan og Snit. Selve Stigbordet *A*, der er af Støbejærn, glider i et Par False, og Tætheden tilvejebringes dels ved en Kiletilspænding *B*, dels ved Vandtrykket fra det opstemmede Kloakvand. Stigbordet ophænges i Kæder, der føres over Kædeskiver og i den modsatte Ende bære en stor Kontravægt. Denne, der har en betydelig Overvægt, hviler i den normale Stilling, naar Stigbordet er løftet, paa et Par Stoppere *S*. Naar der skal skylles, løftes Kontravægten ved at der sættes Vandtryk (fra Drikkevandsledningerne) paa Stemplet i en Cylinder *C*. Paa Enden af Stempelstangen er der et Krydshoved *D*, hvortil er befæstet et Par Kæder, der have fat i Kontravægten. Idet denne langsomt løftes, glider Stigbordet ned ved sin egen Vægt, og naar Stemplet er i Bund, er ogsaa Stigbordet nede. Cylindren bliver derefter staaende med Vandtryk paa, medens Kloakvandet opstemmes til Stigbordets Overkant. Aabningen, der bør foregaa pludseligt for at give Skyllestrømmen saa megen Effekt som muligt, sker derved, at der aabnes for en stor Hane *E*, hvorved Vandet slipper ud af Cylindren, og Trykket paa Stemplet ophæves. Kontravægten vil da paa Grund af sin store Overvægt løfte Stigbordet hurtigt. For at undgaa det stærke Slag, der vilde komme, naar Kontravægten uden Bremsning tørnede mod sine Stoppere, er det indrettet saaledes, at en Medbringer *F* paa den ene Kædepart hen imod Slutningen af Bevægelsen drejer Vægtstangsarmen *G*, der atter gennem et Snoretræk lukker Hanen *E* omtrent helt, saa at den sidste Del af Bevægelsen sker med stærkt aftagende Hastighed. I Reglen ligger den hydrauliske Bevægemekanisme som paa Plan IV i et Kammer ovenover Kloaken. Paa et Par Steder, hvor Terrænhøjden var for ringe hertil, er den anbragt i et Kammer ved Siden af Kloaken.

Saadanne Skylleindretninger findes anbragte paa 9 forskellige Steder paa de to Hovedledninger, nemlig foran de 4 Dykkere samt paa de paa Oversigtskaartet med *S* mærkede Steder. Da det ved Dykkerne gælder om at kunne raade over en sær-

lig kraftig Skyllestrøm, hvis der skulde ske nogen Afsætning i Rørene, ere Skylleindretningerne her supplerede med Ledninger fra Havnen, som det nærmere skal omtales i det Følgende.

Til Slutning skal anføres, at de afskærende Ledninger (incl. Dykkerne) have en samlet Længde af ca. 40800 løb. Fod (12800 m.). Heraf ere de 30600 løb. Fod (9600 m.) Betonledninger, 8900 løb. Fod (2800 m.) glasserede Lerrørsledninger og 1300 løb. Fod (400 m.) Dykkere.

Forbindelsen mellem Kloakerne og de afskærende Ledninger.

Som nærmere udviklet i det foregaaende Afsnit, er det kun i Tørvejr, at alt Vandet fra Kloakerne gaar i de afskærende Ledninger. Under Regn maa derimod Størstedelen af Vandmængden passere over Overfald og gennem Hjælpeledninger til Havnen. Da Overfaldskanten i Reglen kun ligger lidt over daglig Vandstand i Havnen, maa der træffes Foranstaltninger til at Højvande ikke kan gaa tilbage over Overfaldene og ind i de afskærende Ledninger, og endelig skal de større Kloaker automatisk afspærres fra Forbindelse med de afskærende Ledninger, naar Vandstanden i disse har naaet den beregnede Højde. Alt dette foregaar i de »Bygværker«, der danne Forbindelsen mellem Kloakerne og de afskærende Ledninger. Paa hosstaaende Fig. 6 er et saadant Normalbygværk vist i Plansnit. Den existerende Kloak *A—A* er afbrudt paa et Stykke og erstattet med et Overfaldskammer O, hvori der findes en lav Dæmning *B—B* (Overfaldskanten), hvis Højde svarer til Dybden af Vandstrømmen i Kloaken, naar den fører den største Vandmængde, der er beregnet at skulle optages i den afskærende Ledning (altsaa i Reglen svarende til dagligt Spildevandsmaximum + en lige saa stor Regnmængde). Overfaldskanten spærrer for Kloakens Bundløb, der drejes til Siden, saa at den daglige Spildevandsstrøm gennem en Tud (Mundstykke) *C* løber ind i et Regulatorkammer, hvorfra det gennem Ledningen *D—D* løber ned i den dybere liggende afskærende Ledning *E—E*. I Regulatorkammeret findes Regulatoren, der skal aflukke for Tilløbet, naar Vandstanden i den afskærende Ledning har naaet den beregnede Højde. Regulatoren er vist i større Maalestok i Plan og Snit paa omstaaende Fig. 7. Den bestaar af en Svømmer *F*, hvis Bund og Sider for Tæthedens Skyld ere trykkede op af en Smedejærnsplade, og forsynet med et fastnittet, tætsluttende Laag. Svømmeren er anbragt i et Bassin i Kammerets ene Ende, der ved en Ledning *G* (Fig. 6) staar i Forbindelse med den afskærende Ledning. Svømmeren virker paa den ene Ende af en dobbelttoarmet Vægtstang *V—V*, paa hvis anden Ende der findes en Plade, som, naar Vandet stiger, og Svømmeren hæver sig, lukker for Tuden *C*'s skraat afskaarne Mundstykke. Lukkepladen, der er af Metal, kan ved Hjælp af Skruer indstilles, saa at den passer nøjagtigt til Mundstykket, der ligeledes er af Metal. Regulatoren er konstrueret efter et lignende Princip, som de ved Bostons Kloaker anvendte Regulatorer.

I Tørvejr gaar Spildevandsstrømmen altsaa gennem Regulatorkammeret til den afskærende Ledning, men saa snart det regner tilstrækkeligt, vil Vandet stige i den afskærende Ledning og Kloaken og begynde at gaa over Overfaldskanten. Naar den beregnede Vanddybde i den afskærende Ledning er naaet, vil Regulatoren lukke helt af for Tuden, og alt Vandet vil da gaa over Over-

faldet ud i Havnen gennem en Hjælpeledning. Denne dannes i Reglen af det Stykke af den gamle Kloak, der ligger mellem Bygværket og Havnen. Kun hvor der af andre Grunde samtidigt med Anlæget af de afskærende Ledninger er foretaget en Udrykning af Kystlinien (ved Frihavnen og Godsbanegaarden), har man maattet bygge særlige Hjælpeledninger, der nærmere skulle omtales nedenfor. Inden Vandet naaer ud i Hjælpeledningen, passerer det to Portkamre *H—H* (paa Fig. 6) og et Afdæmningskammer *K*. I Portkamrene findes to Sæt Stemmeporte, der aabne sig udad og automatisk tjene til at holde Højvande i Havnen ude fra den afskærende Ledning. Stemmeporte ere nødvendige, da der ofte indtræder Højvande paa 2 til 4 Fod (0.6 til 1.3 m.) over dgl. Vd., og alle Overfaldskanterne ligge lavere.

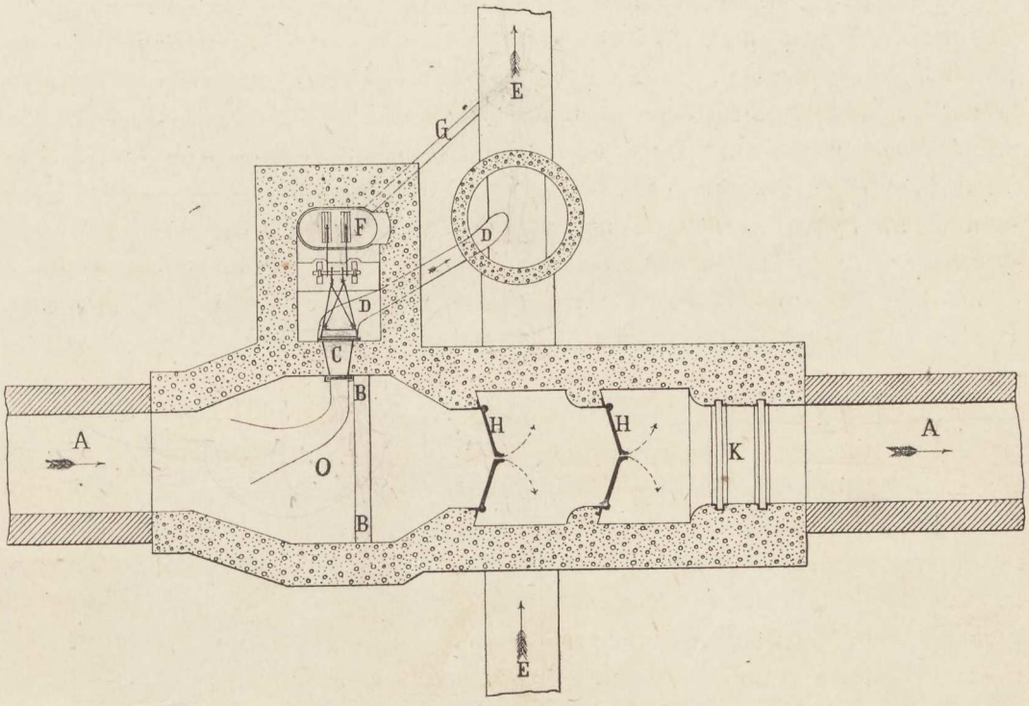
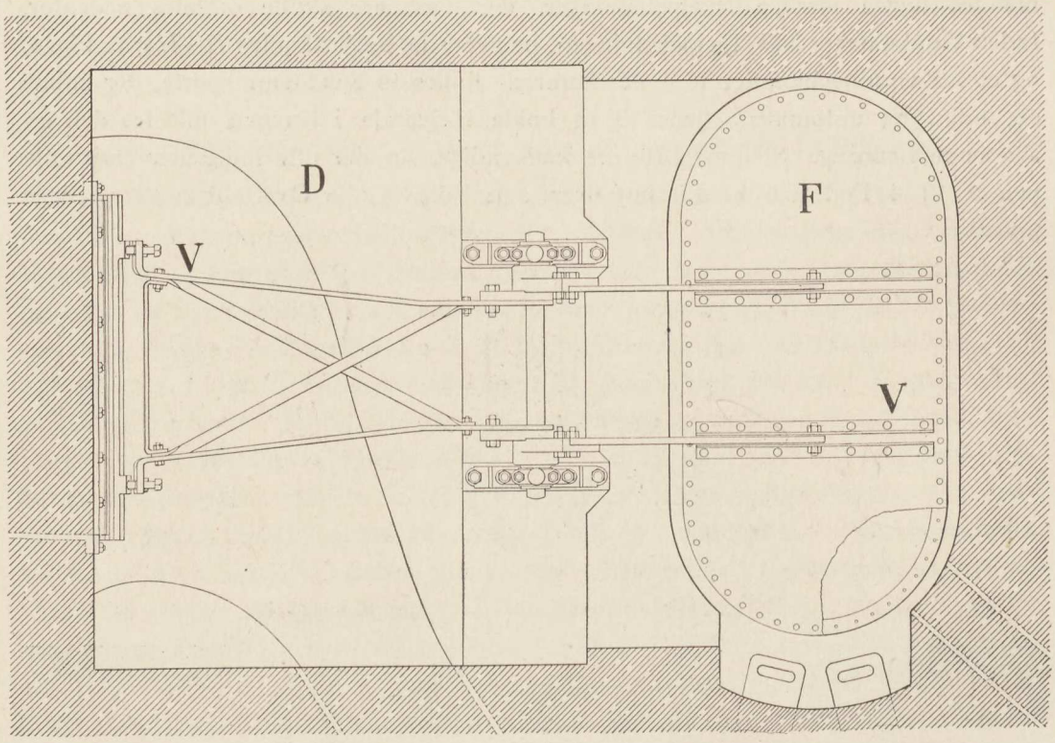


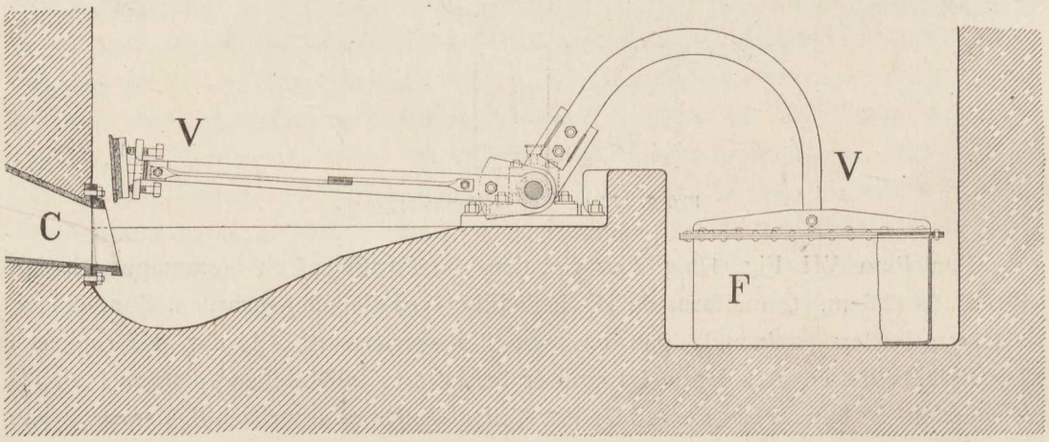
Fig. 6. Plansnit af et Normalbygværk.

Paa Plan VII Fig. 1 og 2 er vist den ene Portfløj af en Stemmeport til den $8^1/_4$ Fods (2.6 m.) tunnelformede Hjælpeledning ved Godsbanegaarden. Som det vil ses, ere Portene ophængte paa en svær Støbejærnsramme *A*, der er forankret i Bygværkets Beton. Til denne Ramme er befæstet to indstillelige Halslejer *D*, hvori Staalaxlen *B* kan bevæge sig, idet den tillige støttes af Sporlejet *C*, der staar paa Bunden af Portkammeret. Portfløjen, der er ophængt paa Axlen, er af Støbejærn. Portfløjene paa de mindre Porte ere støbte i et Stykke, medens de større ere delte i to, som vist paa Plan VII. Til Hjælp ved Monteringen af de svære Stykker, er der saavel paa dem som paa Støbejærnsrammen anbragt Øskener *H*. For at Portene kunne lukke tæt, er der i Støbejærnsrammen langs med hele Omkredsen samt i den ene Portfløjs Slagstykke i underskaarne Riller udstøbt Antimonbly (*G* og *F* paa Plan VII Fig. 2), der afrettes, efter at Portene ere ophængte. Axlerne indstilles med en lille Hældning, saa at Portene faa Tilbøjelighed til at falde i af

sig selv, dog ikke mere end at de aabnes for et Vandtryk paa 2 à 3 cm. Lejerne smøres med konsistent Fedt, der tilføres gennem Smørerør *S* af Kobber fra Smørekopper, anbragte i Nedgangsbrøndene over Portkamrene, saa at de ere let tilgængelige for Tilsynet. Paa Fig. 8 ses de største af alle Stemmeportene, nemlig de paa



Plan.



Længdesnit.

Fig. 7. Regulator.

den $9^3/_4$ Fod (3 m.) tunnelformede Hjælpeledning udfor Belvedere, under Montering, medens Fig. 9 viser en mindre Stemmeport (paa St. Annæ Plads) med Portfløjene støbte i et Stykke.

I Afdæmningskammeret *K* (Fig. 6) er der i Betonen indstøbt to Støbejærnsfalse, der skulle gøre Tjeneste ved en eventuel Afdæmning af Kloaken og Bygværket.

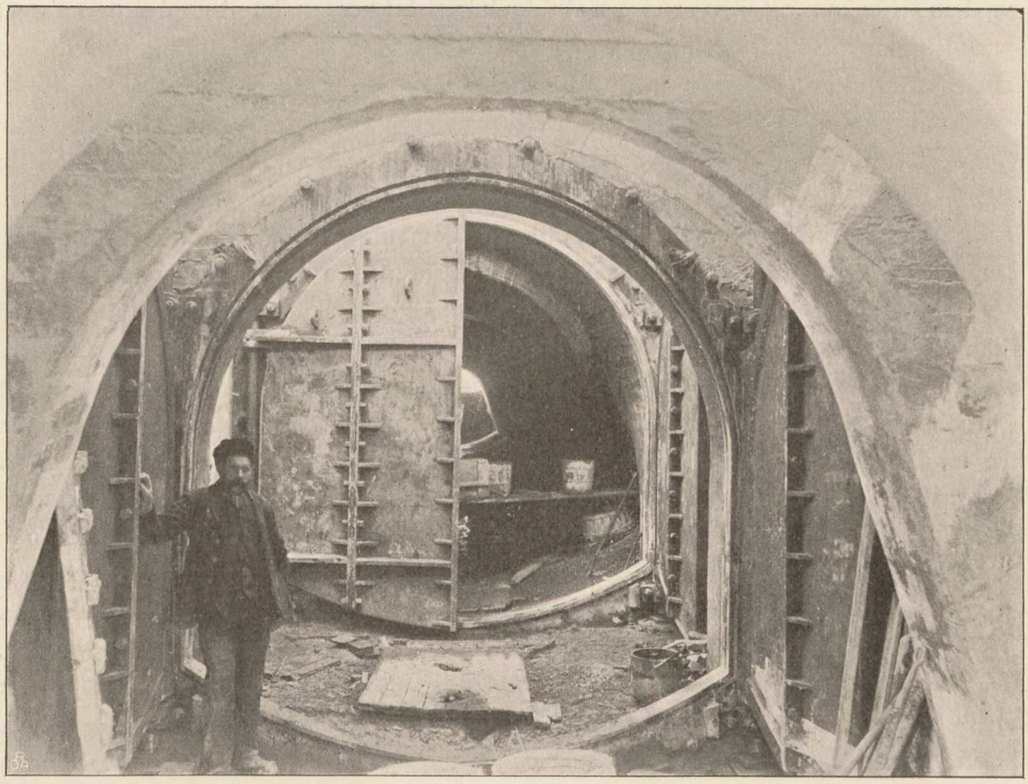


Fig. 8. Stemmeporte i $9^3/_4$ Fods Hjælpeledning udfor Belvedere.

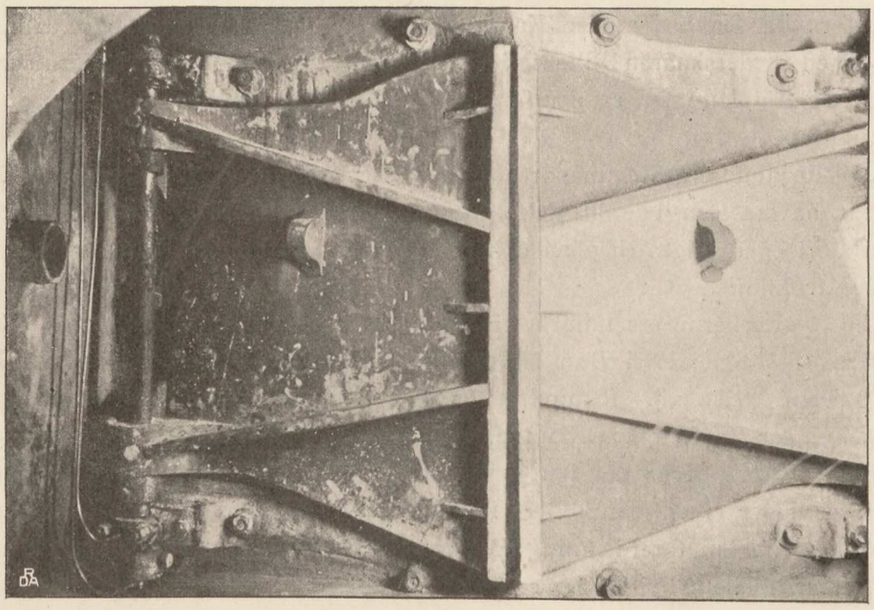


Fig. 9. Stemmeporte i Bygværk paa St. Annæ Plads.

Ved en saadan Afdæmning nedlægges da iforvejen tilpassede Tømmerstokke i Falsene, og Rummet mellem de saaledes tilvejebragte Tømmervægge pakkes med Ler eller andet Tætningsmateriale. Ønsker man derimod at afspærre Forbindelsen

mellem Kloaken og den afskærende Ledning, lukkes en Skyder, der er anbragt paa den mod Kloaken vendende Side af Indløbstuden til Regulatorkammeret. Ved nogle af de større Kloaker er Skyderen erstattet med en Afdæmningsfals.

Som nævnt er det paa Fig. 6 viste Bygværk et Normalbygværk. De udførte Bygværker have selvfølgelig maattet ændres mer eller mindre af Hensyn til de lokale Forhold. Plan V viser exempelvis det udførte Bygværk paa Niels Juelsgades Kloak. En nærmere Forklaring hertil vil formentlig være overflødig, da der er benyttet de samme Bogstavbetegnelser som paa Fig. 6.

Paa de smaa Kloaker med Udløb til Kanalerne er der, som omtalt pag. 13 ikke anbragt Regulatorer, og Bygværkerne paa disse ere derfor væsentligt simplere end de beskrevne større Bygværker. Et saadant mindre Bygværk (i Sofiegade paa Christianshavn) er vist paa Plan VI. Det bestaar af et Overfaldskammer, hvori de tre lokale Kloaker samles og afgive deres Spildevand gennem Rørledningen *D* til den afskærende Ledning *E—E*. Efter Overfaldskammeret følge de to Klapkamre *H—H*, hvori der er anbragt to Højvandsklapper. Saadanne Klapper ere ved alle Kloaker med mindre end 3 Fods (1 m.) Diameter anvendte i Stedet for Stemmeportene paa de større Kloaker. En Højvandsklap til en 18″ Ledning er vist paa Plan VII Fig. 3 og 4. Paa en vandret Axel *A* er befæstet en toarmet Vægtstang, der paa sin nederste Ende bærer en rund Støbejærnsklap *C*, forbunden med Armen ved et Kugleleje *B*. Paa den anden Ende bærer Vægtstangen en Kasse (Trug), hvori der findes tre faste Vægte *D* og en bevægelig Vægt *E*, ved Hjælp af hvilken man kan regulere Beliggenheden af det fælles Tyngdepunkt for Klap og Vægte og derigennem Klappens Bevægelighed. Det hele er ophængt paa en stor Støbejærnskarm *F*, der er fastholdt i Betonen ved 6 Ankerbolte med Ters. For at tilvejebringe fornøden Tæthed mellem Karmen og Klappen, er der langs med dennes Omkreds i en underskaaren Rille indlagt en Streng *G* af vulkaniseret Kautschuk. I det yderste Klapkammer er der foran Indløbet til Hjælpeledningen anbragt en Afdæmningsfals.

Alle Regulatorer, Stemmeporte o. l. ere leverede af *F. Mogensens* Jærnstøberi, Christianshavn. Den ene af dette Firmas Indehavere, Hr. Niels Mogensen, har lagt et stort og dygtigt Arbejde i den praktiske Udformning af Detaillerne ved disse nye Konstruktioner.

Alle Bygværkerne ere udførte af Beton. Dennes Sammensætning er 1 Cement + 4 Grus + 7 Skærver i Bundlagene og desuden overalt, hvor Betontykkelsen er over 9 Tom. (0.24 m.). I mindre tykke Betonvægge samt i alle Hvælvinger og Overdækninger er Betonens Sammensætning derimod 1 Cement + 3 Grus + $4^1/_2$ Skærver. Overalt, hvor det har kunnet lade sig gøre, ere Kamrene overdækkede med Hvælvinger, men som oftest har Højden været for ringe hertil, og man har da anvendt en plan Overdækning af armeret Beton, idet der i Betonen er indstøbt Jærnbjælker, mellem hvilke der er indskudt korte Jærnstænger, hvilende paa Jærnbjælkernes Fod, saaledes som antydet paa Plan V.

Alle Bygværkerne ere forsynede med flere Nedgangsaabninger, saa at der er let Adgang til alle Kamrene. Nedgangene ere saa store, at Portfløje og Regulatorer kunne tages op igennem dem. Nedgangen til Afdæmningskamrene dækker over hele Kammeret, for at Arbejdet ved en eventuel Afdæmning kan blive saa let som

muligt. Alle Nedgangsaabninger, der ikke ere større end 2 Fod × 4 Fod 6 Tom., afdækkes med Karme og Dæksler af Støbejærn. De større Aabninger afdækkes derimod med Trædæksler i Karme af huggen Granit. Trædækslerne bleve udførte af Bøgetræ paa Grund af dette Materiales store Modstand mod Slid. Da de næsten alle ligge i de med stærk Vognfærdsel befærdede Kaigader langs med Havnen, gik man ud fra, at de dog maatte fornyes saa ofte af Hensyn til Slittage, at den uheldige Indflydelse fra Vejrligets Side, mod hvilken Bøgetræ kun besidder mindre Modstandsevne, ikke vilde faa Tid til at gøre sig gældende. Det viste sig dog snart, at Undersiden, der er udsat for Kloakluftens Paavirkning, hurtigt blev angreben af Svamp, saa at Dækslernes Varighed blev ringere end antaget. De ere derfor efterhaanden blevne ombyttede med Dæksler af Egetræ; i enkelte Tilfælde er dog Pitch-Pine forsøgsvis anvendt.

Alle Bygværkerne tilses i Reglen dagligt af dertil ansatte Folk, der rense og spule dem, overbevise sig om, at Regulatorer og Stemmeporte lukke tæt, forsyne Jærndelene med ny Maling, naar det kræves o. s. v. Bygværkerne ved Nordre System have nu funktioneret i ca. 9 Aar og paa de øvrige Strækninger i 1 til 4 Aar og have hidtil virket fuldstændig tilfredsstillende.

Hjælpeledningerne.

Som ovenfor nævnt, benyttes i Reglen de gamle Kloaker nedenfor Afskæringspunktet som Hjælpeledninger til under Regn at føre Vandet, der gaar over Overfaldene, ud til Havnen. Men ved Nordre og Vestre System, hvor Kystlinien er bleven rykket ud samtidig med Anlæget af de afskærende Ledninger, har man imidlertid været nødt til at bygge særlige Hjælpeledninger i Forlængelse af de gamle Kloaker eller til Forlængelse af de allerede existerende, pag. 4 omtalte, Hjælpeledninger.

Da det gjaldt om, at disse Ledninger fik saa svagt Vandspejlsfald som muligt for ikke under Regn at stemme Vandet i Kloaknettet mere end højst nødvendigt, ere mange af dem blevne udførte med meget store Profiler. Ledningen udfor Belvederekloaken er saaledes $9^3/_4$ Fod (3.05 m.) indvendig, og Ledningen i Forlængelse af Viktoriagades Hjælpeledning bestaar af to $8^1/_4{}'$ (2.6 m.) tunnelformede Ledninger, Side om Side.

Med Undtagelse af nogle enkelte Smaaledninger, der ere cirkelformede, have alle Hjælpeledningerne tunnelformet Profil, som vist paa Plan VIII. Der blev først anvendt et Profil med lodrette Sider (Plan VIII Fig. 6 til 12), men senere gik man over til et Profil med hældende Sider (Fig. 1 til 5), da det giver samme Tværsnitsareal og Styrke af Konstruktionen med betydelig mindre Betonmængde.

Da disse Ledninger ere byggede paa Terræner, indvundne fra Havet, har man ofte maattet fundere dem paa Pælefundamenter paa Steder, hvor Vanddybden tidligere har været stor. Plan VIII Fig. 4, 5, 11 og 12 viser forskellige Anordninger af saadanne Fundamenter. Hjælpeledningerne ere udførte af Beton af Sammensætning 1 Cement + 4 Grus + 7 Skærver under Centrumshøjde og 1 Cement + 3 Grus + 5 Skærver over Centrumshøjde. Fig. 8, 9 og 10 vise en almindelig Nedgangsbrønd og Fig. 2 og 3 en større Brønd, til Brug ved Oprensning af Ledningerne.

Ved disse Hjælpeledninger ere Port- og Afdæmningskamrene i Reglen ikke sammenbyggede med Overfaldskamrene ved Afskæringspunkterne, som forhen beskreven, men derimod anbragte saa nær ud til Hjælpeledningernes Udløb som muligt.

Dykkerne.

Som det vil fremgaa af Oversigtskaartet og den forudgaaende Beskrivelse, ere begge de afskærende Hovedledninger førte under Havnen i Dykkere. Desuden har den nordlige Hovedledning maattet føres under Nyhavn og Christianshavns Kanal, saa at der ialt findes 4 Dykkere.

Da dykkede Kloakledninger jo som Regel ville være vanskeligt tilgængelige efter Lægningen og Oprensning af dem saa at sige umulig paa Grund af deres Form, gælder det om at træffe særlige Foranstaltninger for at beskytte dem mod Aflejringer i Rørene. Som tidligere berørt, sker det navnlig ved at give dem mindre Tværsnitsareal end de tilsvarende afskærende Ledninger og derved forøge Hastigheden af Vandstrømmen gennem dem. Tryktabet i Rørene voxer imidlertid stærkt med Hastigheden, hvorfor der er en praktisk Grænse for det, man kan opnaa i saa Henseende, hvis man ikke skal ende altfor dybt med de afskærende Ledninger og derigennem ikke alene forøge Anlægsudgifterne men ogsaa faa for stor Løftehøjde ved Pumpestationerne, saa at tillige Driftsomkostningerne ville voxe. Man er ved de her udførte Dykkere bleven staaende ved en Hastighed af ca. 3 Fod (1 m.) pr. Sekund for Spildevandsstrømmen (ved Anlæget) og ca. 5 Fod (1.6 m.) for den største fremtidige Vandføring. Med disse Hastigheder bliver det største Tryktab ca. 2 Fod (0.65 m.) for de lange Dykkere under Havnen og ca. $^3/_4$ Fod (0.25 m.) for de korte Dykkere under Nyhavn og Christianshavns Kanal. Et tilsvarende Stykke maa de afskærende Ledninger paa Dykkernes Afløbsside altsaa lægges dybere end paa Tilløbssiden. Naar Forskellen i Hastighed mellem den nuværende Spildevandsstrøm i Tørvejr og den fremtidige største Vandføring under Regn ikke er større end ovenfor angivet, ligger det i, at man, som omtalt i det foregaaende Afsnit, har gjort alle Dykkerne dobbelte, saaledes at den ene af Ledningerne først træder i Virksomhed, naar Vandet under Regn er steget til en vis Højde i den afskærende Ledning.

Paa det oprindelige Projekt var det endvidere til Beskyttelse mod Aflejringer i Dykkerne paatænkt at anbringe en større Brønd med Rist og Samlegrube foran Indløbet til hvert Dykkerrør. Risten skulde tilbageholde større svømmende Genstande som Pinde, Træstykker o. l., medens Sand og Grus skulde bundfældes i Brønden, hvorfra det da maatte oprenses, saa ofte det gjordes fornødent. Dette gik man imidlertid bort fra ved Udførelsen og bestræbte sig tværtimod for at gøre Overgangen mellem den afskærende Ledning og Dykkerrørene saa jævn og uhindret som muligt og uden Rist, saa at alt, hvad Kloakvandet fører med sig, ogsaa gaar med gennem Dykkerne. For det første vilde Rensningen af Riste og Optagning af Sand og Slam fra Brøndene være til stor Gene, da de jo maatte foregaa paa aaben Gade midt i bebyggede Kvarterer, og dernæst gik Erfaringerne fra Udlandet mere og mere ud paa at foretrække den her fulgte Ordning, der paa flere Steder havde vist sig ikke at medføre nogensomhelst Ulempe, naar blot Strøm-

hastigheden gennem Dykkeren ikke var for ringe, og man med Mellemrum kunde foretage en kraftig Skylning af den. De indvundne Erfaringer her vise ogsaa, at Dykkerledningerne holde sig udmærket rene, og at selv Jernstykker føres med Spildevandsstrømmen igennem dem.

I det følgende skulle nu de fire Dykkere beskrives hver for sig, idet de frembyde visse Forskelligheder navnlig med Hensyn til Udførelsen.

Dykkeren ved Langebro. Denne, der fører den sydlige Hovedledning over til Amager, er beliggende umiddelbart Syd for den nye Langebro. Afstanden mellem Bolværkerne er paa dette Sted 522 Fod (164 m.) og Havnens nuværende Vanddybde er ca. 20 Fod (6.3 m.) i Sejlløbet og paa Kjøbenhavns Siden, medens den paa Amager-Siden aftager til ca. 8 Fod (2.5 m.). Der blev imidlertid af Havnevæsenet opstillet den Fordring, at Dykkeren skulde lægges saa dybt, at Havnen fremtidig kan uddybes til 26 Fod (8.2 m.) i hele sin Bredde.

Dykkeren er fremstillet paa Plan IX. Fig. 1 viser Længdesnit gennem det sydlige (store) Dykkerrør. Fig. 2 og 3 vise Længdesnit og Fig. 4 og 5 Plansnit af Bygværkerne, der danne Forbindelsen mellem Dykkeren og de afskærende Ledninger ved begge Sider af Havnen, og Fig. 6—12 forskellige Tværsnit af Bygværker og Dykkerrør. Som det vil ses paa Fig 2 og 4, gaar den afskærende Ledning jævnt over i det lille Dykkerrør; gennem dette, hvis indvendige Diameter er 28 Tom. (0.75 m.), løber Spildevandsstrømmen altsaa i Tørvejr. Overgangen mellem Dykkerrøret og den afskærende Ledning paa Afløbssiden er ligeledes ganske jævn. Under Regn vil Vandet derimod stige saa højt, at det tillige gaar over Overfaldskanten *A* ind i det store Dykkerrør, hvis Diameter er 46 Tom. (1.2 m.). Paa Afløbssiden træder det igen over en Overfaldskant *B* ud i den afskærende Ledning.

Skylningen foregaar ved Hjælp af Kloakvandet, der opstemmes ved Skyllestigbord med hydraulisk Bevægemekanisme af den tidligere beskrevne Konstruktion. Der er Skylleapparat foran begge Kloakrørene, og hvert af dem har dobbelt Stigbord, der hæves og sænkes samtidigt. Grunden til, at der er anvendt dobbelte Stigbord, er den, at Stigbordene eventuelt skulle kunne tjene til Afdæmning af et af Rørene, hvis det skulde vise sig nødvendigt at pumpe det læns. Stigbordene kunne i saadanne Tilfælde sættes, Kontravægten holdes løftet ved Stivere, og der pakkes mellem de to Stigbord med Ler eller andet Tætningsmateriale. Man har da en solid og fuldstændig tæt Fangedæmning. Paa Afløbssiden sker Afspærringen ved at lægge Tømmer i de to paa Plan IX Fig. 3 og 5 viste Støbejærnsfalse og anbringe Pakning mellem Tømmervæggene. Røret vil da kunne pumpes læns og efterses, medens Vandet midlertidigt ledes gennem det andet Rør alene.

I Tilfælde, hvor Skylning alene med Kloakvand paa den ovenfor beskrevne Maade ikke skulde være tilstrækkelig effectiv, kan desuden til Skylningen anvendes Vand fra Havnen, der indtages gennem Ledningen *S* (Plan IX Fig. 4). Denne, hvis Diameter er 18 Tom. (0.47 m.), er ført ud gennem Kaimurens Pæleværk i en Dybde af ca. 5 Fod (1.58 m.) under dgl. Vande og passerer en særlig Brønd *D*, hvori der findes anbragt en Skydeventil til Aflukning af Ledningen.

Forøvrigt vil Konstruktionen af Bygværkerne ved Enden af Dykkeren fremgaa af de forskellige Figurer paa Plan IX.

Den Del af det her beskrevne Arbejde, der frembyder særlig Interesse, er selvfølgelig Konstruktionen og Nedlægningen af selve Dykkerrørene under Havnen, da dette Arbejde paa Grund af de særlige Omstændigheder var forbundet med adskillige Vanskeligheder, og da navnlig den, at Havnen af Hensyn til Trafiken ikke maatte afspærres mere end højst nogle faa Timer ad Gangen. I det oprindelige Projekt var det paatænkt at udføre Rørene af sammennittede Smedejærnsrør, der skulde nedsænkes i en i Bunden udgraven Rende. Inden Sænkningen skulde der udstøbes et Betonlag paa Bunden af Renden og, efter at Rørene vare bragte til at hvile paa dette, skulde hele Renden udstøbes med Beton sænket under Vand, saaledes at Rørene paa alle Sider bleve omgivne af Beton. Man gik da ud fra, at hvis Smedejærnsrørene efterhaanden bleve fortærede, skulde Betonen omkring dem danne et tilstrækkeligt tæt og stærkt Rør. Sikkerheden herfor vilde dog kun være ringe, idet det næppe kunde undgaas, at der fremkom Hulheder i den under Vand udstøbte Beton, særligt under Rørene. Endvidere vilde Betonstøbningen kræve Foranstaltninger, der vilde være generende for Trafiken i Sejlløbet, hvad der saa meget mindre kunde tilstedes, som det efterhaanden blev klart, at Arbejdets Udførelse vilde falde samtidig med Bygningen af den nye Langebro umiddelbart Nord for Dykkeren, hvorved Trafikens frie Rørelse i Sejlløbet allerede vilde være betydelig indskrænket. Man maatte derfor være betænkt paa at finde en bedre Konstruktion, hvis Udførelse vilde volde mindre Gene for Trafiken. Da det var indlysende, at et heldigt Resultat i første Række vilde være afhængigt af den praktiske Udførelse af Arbejdet, blev der konfereret med den bekendte Vandbygningsentreprenør, Ingeniør *N. C. Monberg,* og ved Samarbejde med ham blev efterhaanden Konstruktionens Detailler og Planen for Arbejdets Udførelse fastslaaet, hvorefter Arbejdet blev overdraget Hr. Monberg i Entreprise.

Som det vil ses af Plan IX Fig. 13 og 14, gik man over til at anvende Rør med dobbelte Vægge. Mellemrummet mellem disse skulde da efter Lægningen pumpes læns og udstøbes med Cement i en enkelt Støbning, hvorved man vilde opnaa betydelig større Sikkerhed for at faa et stærkt og tæt Rør, naar Jærnrørets Vægge engang fortæredes, end efter den oprindeligt paatænkte Metode. Rørene ere udførte af Staalplader, samlede ved Dampkedelnitning med dobbelte Nitterækker i Tværsømmene og enkelte i Længdesømmene. Rørenes indre og ydre Væg afstives mod hinanden ved Propper af haardt Egetræ (Plan IX Fig. 15—17), indsatte i støbte, underskaarne Sko paa den indvendige Rørvæg, medens Proppens anden Ende er ført gennem et Hul i den ydre Rørvæg og dækket med en Smedejærnshætte, fastboltet til Rørvæggen. Inden Indsætningen blev hver Træprop forsynet med en Krydskile i begge Ender, der ved Inddrivningen spændte Træproppen fast i Skoen og i Hullet i den ydre Rørvæg. Man valgte Træpropper til Afstivningen i Stedet for Stagbolte af Jærn, da man frygtede for, at disse skulde ruste bort og derved efterlade Huller i Cementrøret. Ved den nedre Ende af hvert Rør blev dette ved Overgangen til den skraat opadgaaende Gren forsynet med en »Hæl«, en skaalformet Fordybning, dannet af en opdreven Staalplade. Fordybningen skulde under en eventuel Lænspumpning af Røret tjene til at optage Sugerøret fra den dertil anvendte Pumpe, saaledes at alt Vandet kunde udpumpes. Af samme Grund bleve Rørene lagte med et ringe Fald over mod den Side, hvor Hælen fandtes.

Rørene bleve byggede paa Bedding, saaledes som det ses paa omstaaende Fig. 10, hvor man ser tre Stykker af det store Rørs vandrette Del under Arbejde. De to Stykker tilvenstre ere allerede lukkede for Enderne med Træbunde og færdige til at sættes i Vandet, medens det tredie endnu er under Arbejde. Udsætningen i Vandet foregik paa samme Maade som et Skibs Løben af Stabelen. De skraa opgaaende Grene ved Enderne bleve samlede med de tilstødende vandrette Stykker i Tørdok, hvorefter de forskellige Stykker bugseredes igennem Havnen ud til Estakaderne ved Vestre Gasværkshavn (se Fig. 11), hvor den endelige Samling af hvert Rør til et Hele foregik. Samlingen af to Stykker blev udført som det fremgaar af Fig. 12 i en Trækasse med Bund og Udskæring i de to Sider efter Rørets udvendige Form. Kassen førtes, fyldt med Vand, ind under Rørene, saaledes at Enderne af de to Stykker, der skulde samles, kom til at hvile i Udskæringerne, hvorefter Kassen blev pumpet læns og Samlingen foretagen med Nitter eller, hvor Nitning ikke kunde anvendes, med Skruebolte. Efter at Røret saaledes var samlet i hele sin Længde, blev det rejst op, saa at de skraa Grene ved Enderne kom til at ligge i en lodret Plan. Rejsningen skete paa den Maade, at der ved hver Ende af Røret blev lagt to store Pramme, fast forbundne indbyrdes; paa disse blev der da opsat en Buk (»Saks«) af svært Tømmer med en Tallie, hvormed den skraa Gren blev rejst op. Endelig blev der langs med hele Rørets vandrette Del fastsurret tomme Petroleumstønder i et saadant Antal, at deres samlede Opdrift omtrent vilde svare til hele Rørets Vægt. Denne Foranstaltning blev truffen dels for at forhindre, at Røret skulde synke for hurtigt med den ene Ende, naar det ved Sænkningen paa Plads blev fyldt med Vand, og dels for let at kunne hæve det igen, hvis det kom til at ligge galt. Idet Petroleumstønderne nemlig bare det meste af Rørets Vægt, vilde Røret kunne hæves igen ved blot at udpumpe en ringe Mængde Vand.

Røret var nu færdigt til Nedlægning, og samtidigt med Udførelsen af Rørene var der udgravet en Rende i Bunden af Havnen. Denne Udgravning, der for Størstedelen blev foretagen med Uddybningsmaskine, voldte forøvrigt en Del Besvær, idet man paa Amager-Siden naaede ned i den faste Kalkklippe, der maatte bortsprænges med Dynamit. Paa begge Sider af Havnen var Renden gravet saa langt ind i Land, at Røret med sine Pramme kunde flyde ind i Hullet.

Nedlægningen maatte selvfølgeligt foretages paa en Dag med nogenlunde stille Vejr og ringe Strøm i Havnen. Den var oprindelig bestemt til at skulle foregaa en Søndag, for at Trafiken i Havnen skulde generes saa lidt som muligt; men efter at man længe forgæves havde ventet paa en Søndag med passende Vejr- og Strømforhold, blev der fra Havnevæsenets Side givet Tilladelse til at foretage Nedlægningen paa en Hverdag, idet man gik ud fra, at den kunde tilendebringes paa nogle faa Timer, hvad der ogsaa lykkedes for begge Rørenes Vedkommende.

Den 9de Oktober 1900 om Morgenen indtraf endelig det spændende Øjeblik, da man kunde skride til Nedlægningen af det store Dykkerrør. Paa Fig. 13 ser man Røret under Bugsering fra Estakaderne til dets endelige Plads. Denne Bugsering, der forløb uden Uheld, tog kun ca. en halv Time fra det Øjeblik, da Fortøjningerne kastedes los, til Røret var paa Plads (omstaaende Fig. 14). Strax efter blev Sænkningen paabegyndt, idet der fra Havnevæsenets Damper »Grane« gennem udlagte Slanger blev fyldt Vand saavel i det indre Rør som i Mellemrum-

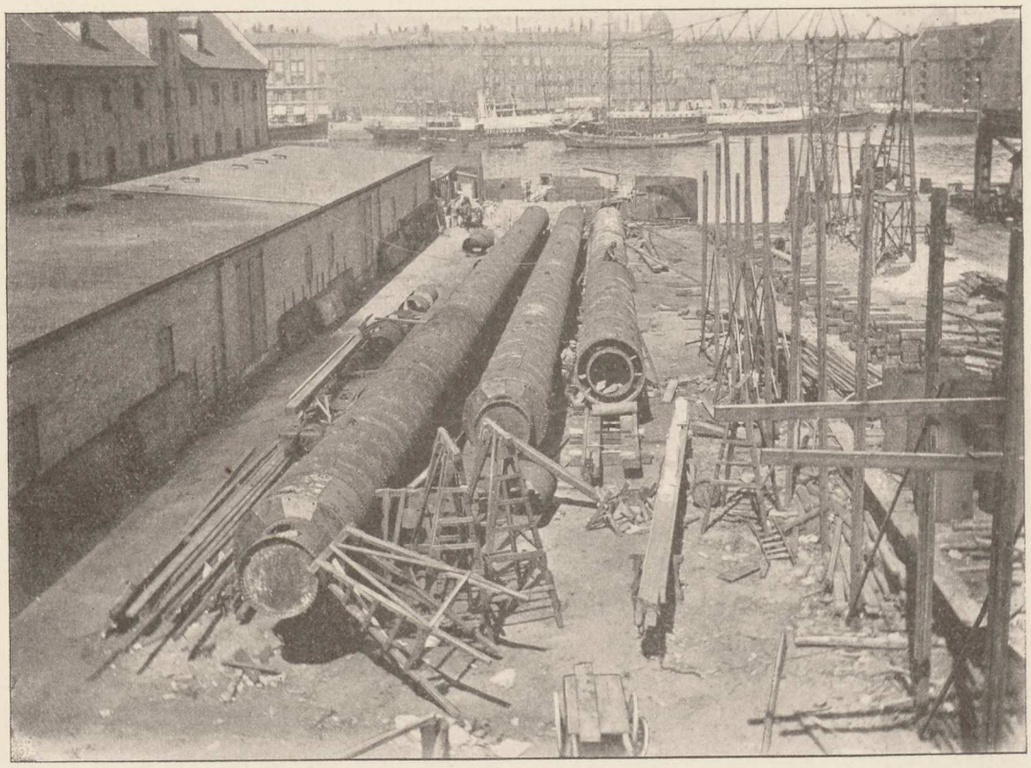


Fig. 10. Dykkerrør til Dykkeren ved Langebro under Bygning.

Fig. 11. Dykkerrør til Dykkeren ved Langebro liggende ved Estakaderne.

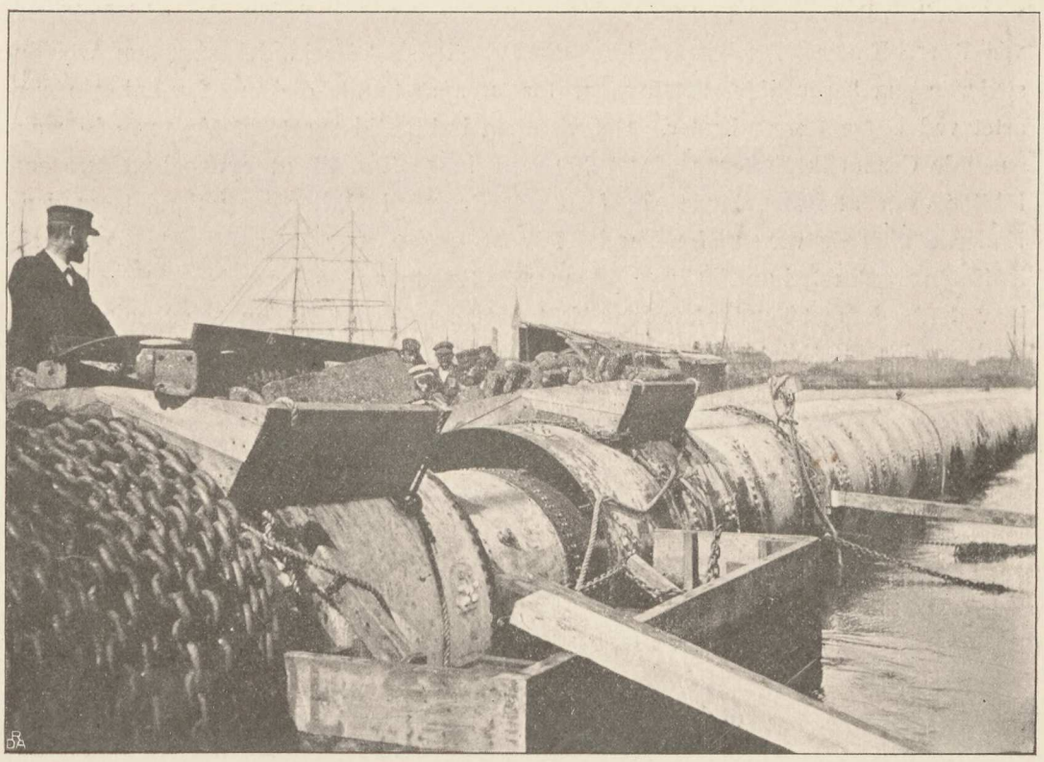


Fig. 12. Samling af Dykkerrør til Dykkeren ved Langebro.

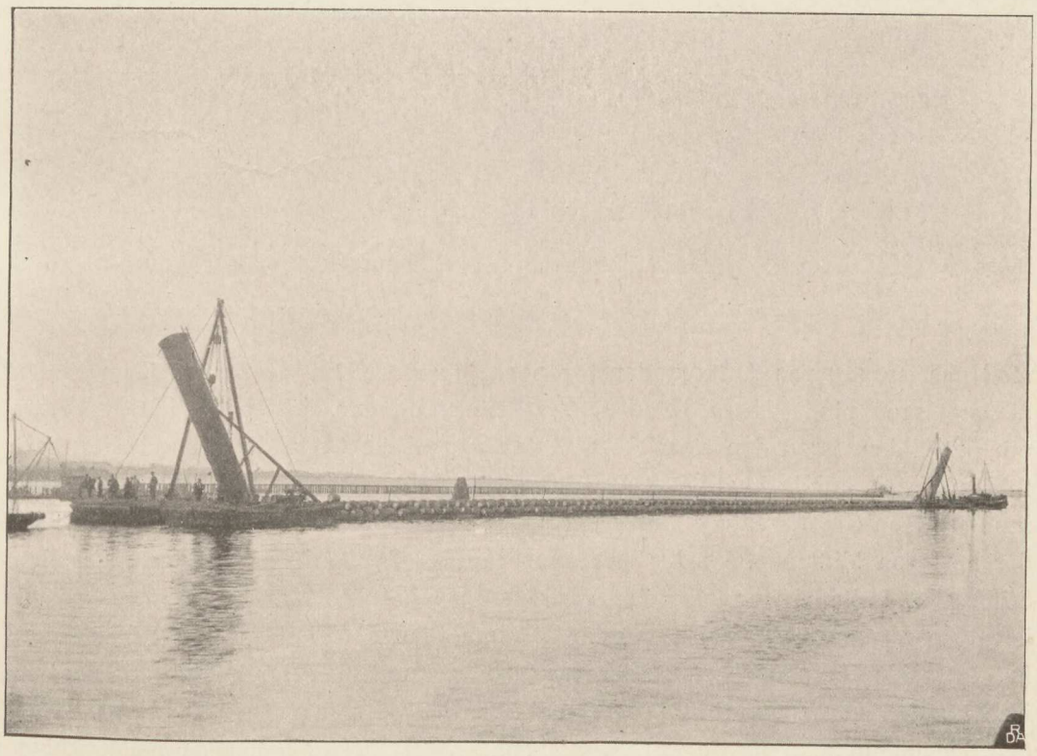


Fig. 13. Dykkerrør til Dykkeren ved Langebro under Bugsering fra Estakaderne.

met mellem Rørvæggene. Efterhaanden som Vandet steg, firedes der af i Tallierne ved Rørets Ender. Der var etableret direkte telefonisk Forbindelse mellem Arbejdsstederne paa begge Sider af Havnen, for at man kunde dirigere Sænkningen ensartet ved begge Rørets Ender. Det viste sig imidlertid snart, at Vægten af de opgaaende Grene fik Enderne af det 600 Fod lange Rør til at synke hurtigere end Midten, saa at Røret lagde sig i en stor Bue med Midten over Vandet, medens Enderne allerede vare under Vand. For at Luften, der altsaa havde samlet sig i Midten af Røret, kunde slippe ud, maatte Røret bringes i en skraa Stilling. Der blev derfor kappet Tønder bort paa Midten og hevet op i Tallien paa Amager-Siden, medens der samtidigt blev firet af paa Kjøbenhavns Siden. Men bedst som dette

Fig. 14. Dykkerrør til Dykkeren ved Langebro anbragt paa Plads parat til at sænkes.

stod paa, sprang paa Amagersiden Stroppen, hvori Tallien var fastgjort, og Enden af Røret sank pludseligt ca. 3 Fod ned mellem Prammene, heldigvis uden at kæntre om paa Siden, hvad den store Vægt af den opgaaende Gren, der allerede var halv fuld af Vand, kunde have givet Anledning til. I Løbet af 20 Minuter blev Tallien imidlertid ophængt i en ny forsvarlig Strop, og efter at der var kappet flere Tønder bort paa Midten, lykkedes det snart at faa Røret til at indtage en saadan Stilling, at Luften i Røret kunde undslippe. Sænkningen foregik derefter ganske jævnt og regelmæssigt, saa at man, $5^1/_2$ Time efter at Røret var bragt paa Plads, kunde melde Havnevæsenet, at der var 20 Fod Vand over Røret, hvorfor Sejladsen igen kunde foregaa uhindret. En Time senere laa Røret paa sin Plads paa Bunden, og efter at man havde overbevist sig om, at det laa nøjagtigt, som det skulde, bleve de resterende Tønder kappede af ved Hjælp af Dykker. Tre Uger senere blev

det lille Rør sænket paa samme Maade, men endnu hurtigere, idet hele Arbejdet fra Bugseringen blev paabegyndt, til Røret laa paa Bunden, kun varede $4^1/_4$ Time. Efter at begge Rørene vare paa Plads, blev Renden, hvori de laa, fyldt med Sand, hvorover der senere blev lagt et ca. 1 Fod (0.3 m.) tykt Lag Beton, sænket i Sække, til Beskyttelse for Rørene mod Ankerfald el. lign.

Tilbage stod nu Udstøbningen af Mellemrummet mellem Rørvæggene med Cement. Det var klart, at, for at Udstøbningen skulde lykkes, maatte den foretages paa en Gang og saaledes, at man kunde være sikker paa, at Luften kunde undslippe. For at komme paa det rene med den bedste Fremgangsmaade hertil, blev der foretaget en Mængde Forsøg. Disse bleve foretagne, forinden Staalrørene vare færdige, for at der eventuelt kunde foretages mindre Ændringer ved dem efter de Erfaringer, Forsøgene maatte give. Der blev først experimenteret med, hvor ringe en Vandmængde man kunde udrøre Cementen i, naar den udrørte Masse dog skulde bevare en passende flydende Konsistens. Efter forskellige Forsøg blev man enig om, at man ikke burde gaa længere ned end til en Vandmængde af 30 % (efter Vægt). Men da Massen med denne Vandmængde indeholder et stort Overskud af Vand, der maa udskilles igen under Afbindingen, blev der for at undersøge, hvorledes dette vilde foregaa, udført et kort Stykke Prøverør, der blev udstøbt med Cement under Forhold, der saa nær som muligt svarede til dem, hvorunder den egentlige Udstøbning skulde foregaa. Det viste sig herved, at Cementstøbningen blev tæt og god i hele Rørets Omkreds med Undtagelse af 1 à $1^1/_2$″ (2 à 4 cm.) foroven langs Rørets øverste Frembringer. Her var Cementgodset fuldt af Blærer og Hulheder, frembragte af udskilt Vand og Luft. Da en saadan Blæredannelse neppe vilde kunne undgaas helt, maatte man paa anden Maade søge at modvirke dens skadelige Indflydelse paa Rørets Styrke, og man besluttede derfor at forøge Cementlagets Tykkelse foroven ved at gøre Mellemrummet mellem Rørvæggen 2″ (5 cm.) større foroven end forneden, saa at man, selv om det øverste Parti af Udstøbningen blev blæret, dog havde tilstrækkelig Godstykkelse i tæt og sund Støbning. Som det vil ses paa Plan IX Fig. 13 og 14, er dette opnaaet ved at lægge det indre Rør exentrisk i Forhold til det ydre. Endvidere blev det besluttet ved Udstøbningen at anbringe 3″ (8 cm.) Luftrør for hver 30 Fod (10 m.) af Rørets Længde, hvorigennem udskilt Vand og Luft kunde undslippe (et saadant Rør var forøvrigt ogsaa anbragt paa Prøverøret, for at Luften kunde undslippe af dette, der var lukket tæt i begge Ender). Endelig blev der for nogenlunde at bedømme, hvor stor Modstanden mod Bevægelsen af en Masse af den angivne Konsistens gennem en Rørledning vilde være, paa Land udført en 164 Fod (51.5 m.) lang Ledning af 4″ (10 cm.) Rør, der blev udstøbt med Cement, og det viste sig herved, at der kun behøvedes en ringe Trykhøjde for at drive Cementen gennem Røret.

Forberedelserne til Udstøbningen bleve derefter trufne saaledes som vist paa Plan X og paa omstaaende Fig. 15. Paa Amager-Siden mellem Langebro og Kigkuren og umiddelbart ved Dykkerens østlige Ende blev der rejst et langt Cementskur, der kunde rumme hele den Cementmængde, der behøvedes til Udstøbningen af det store Rør. Paa begge Sider af Skuret opstilledes otte store Slemmekar *A*, ca. 17 Fod (5.3 m.) i Diameter med Bund af Beton og forsynede med Røreapparater, trukne af 7 Lokomobiler. Paa Kanten af hvert Kar blev anbragt en Rist, hvorover Cementen kunde udstyrtes og Klumperne i den knuses. Fra Bunden af

hvert Slemmekar førte en Trærende med Skod ud til en fælles Rende *B* under Cementskuret, hvorigennem Cementvællingen kunde løbe ned i Dykkerrørene. Disse vare forlængede noget op over dgl. Vande, for at Udstøbningen kunde foregaa under det fornødne Tryk. Som ovenfor nævnt var der for hver 30 Fod (10 m.) af Dykkerrøret anbragt et 3″ (8 cm.) Luftrør, der bestod af et kort Stykke Rør fastskruet i Dykkerrøret, et Stykke Gummislange og et længere Rør med Hane, der holdtes oprejst af en svømmende Bøje. Gummislangen var indskudt, for at Røret ikke skulde beskadiges ved eventuelle Paasejlinger.

Til Udstøbningen anvendtes Sandcement i Blandingsforholdet 1 : 1. Det havde oprindeligt været paatænkt at anvende ren Cement, men dette blev opgivet, da det

Fig. 15. Arrangement af Slemmekar m. m. ved Udstøbningen af Dykkerrørene til Dykkeren ved Langebro.

imidlertid ved de foretagne Forsøg havde vist sig, at Afbindingen af saa store Mængder ren Cement var ledsaget af en betydelig Temperaturstigning, og man frygtede for, at denne skulde bevirke en for hurtig Afbinding af Cementmassen, hvis Udstøbningen af en eller anden Grund skulde trække noget ud. At anvende en Blanding af Cement og almindeligt Sand kunde ikke lade sig gøre, da Stofferne vilde skilles under Udstøbningen og aflejre sig hver for sig. Dette sker derimod ikke med Sandcementen, der som bekendt fremstilles ved at male Sand og Cement sammen paa Rørmøller, saa at begge Dele opnaa samme Finhed.

Udstøbningen foregik med stor Præcision. Efter at der iforvejen var fyldt den beregnede Vandmængde i Karrene, blev der udstyrtet 400 Sække Sandcement à 85 kg. i hvert Kar under kraftig Omrøring, der fortsattes omtrent en Time. Derefter blev

der lukket op for Karrene et efter et, og i Løbet af $1^1/_2$ Time var Udstøbningen tilendebragt, idet Cementmassen da var dreven igennem Røret og stod helt op i Forlængelsesstykkerne baade paa Amager-Siden og paa Byens Side og omtrent til samme Højde. Luftrørene gjorde god Nytte under Udstøbningen, idet der foruden den uddrevne Luft henimod Slutningen af Udstøbningen strømmede en Mængde udskilt Vand og Cementslam ud af dem. Udstrømningen af Vand gennem dem vedblev forøvrigt flere Timer efter, at Udstøbningen var hørt op, idet Cementmassen i Forlængelsesstykkerne efterhaanden sank efter og trykkede det mindre vægtfyldige Vand og Cementslam ud gennem Luftrørene. En Pejling, der blev foretagen efter Cementens Afbinding i alle Luftrørene, gav til Resultat, at den faste Cement stod op i de fleste af disse. Kun i de fire midterste Luftrør, hvortil Trykket af Cementmasserne i Forlængelsesrørene under den begyndende Afbinding ikke havde kunnet forplante sig, pejledes der et lille Hulrum paa 1 til 3″ i Toppen af Dykkerrøret. Efter at Vand og Slam var blæst ud heraf med komprimeret Luft, blev der foretaget en lille Efterstøbning, hvorved Hulrummet udfyldtes. Efter at senere alle Luftrørene vare afskruede, viste det sig, at den Del af Cementstøbningen, der var trængt op i dem, var god og tæt. Man kan derfor sikkert gaa ud fra, at Udstøbningen i sin Helhed er lykkedes fuldstændigt.

Saavidt bekendt har den her anvendte Konstruktion og Fremgangsmaade ved Nedlægningen af Dykkerrørene ikke tidligere fundet Anvendelse andetsteds. Naar Udførelsen lykkedes saa godt, skyldes det i første Række Ingeniør *Monbergs* store Erfaring og den Dygtighed, hvormed han planlagde og ledede Arbejdet.

Dykkeren ved Langebro har ialt kostet ca. 250,000 Kr., hvoraf 220,000 Kr. for selve Dykkerrørene og Bolværksarbejdet og 30,000 Kr. for Bygværkerne i Land.

Dykkeren under Nyhavn. Afstanden mellem Bolværkerne i Nyhavn er ca. 100 Fod (31 m.), og den nuværende Vanddybde 16 Fod (5 m.). Det blev fra Havnevæsenets Side forlangt, at Dykkeren skulde lægges saaledes, at en fremtidig Vanddybde af 20 Fod (6.3 m.) i Sejlløbet og paa Havnegade-Siden blev mulig.

Dykkeren er fremstillet paa Plan XI, og, som det vil fremgaa af denne, er den i Konstruktion ikke væsentlig forskellig fra Dykkeren ved Langebro, naar bortses fra de mindre Dimensioner. Bygværkerne, der danne Overgangen mellem Dykkeren og de afskærende Ledninger, adskille sig kun derved fra de ovenfor beskrevne Bygværker, at de begge ere sammenbyggede med Overfaldskammeret *O* og Klapkamrene *K* for de lokale Gadekloaker paa begge Sider af Nyhavn.

Konstruktion og Nedlægning af Dykkerrørene er ogsaa udført ganske som ved Langebro. Oprindelig var det Hensigten at udføre Dykkeren af Støbejærnsrør omstøbte med Beton under Tørlægning af Kanalen i to Halvdele, men man gik over til den anvendte Konstruktion for at faa Lejlighed til at prøve denne paa et mindre Arbejde, inden man skred til det store Arbejde ved Langebro. Af samme Grund ere begge Dykkerrørene blevne lige store, idet man, for hurtig at faa Arbejdet udført, anvendte de allerede færdige Stykker af det lille til Dykkeren ved Langebro bestemte Rør. Begge Dykkerrørene have derfor en indvendig Diameter af 28 Tom. (0.75 m.). Rørene bleve ikke samlede i Vandet som Langebrorørene, men bleve

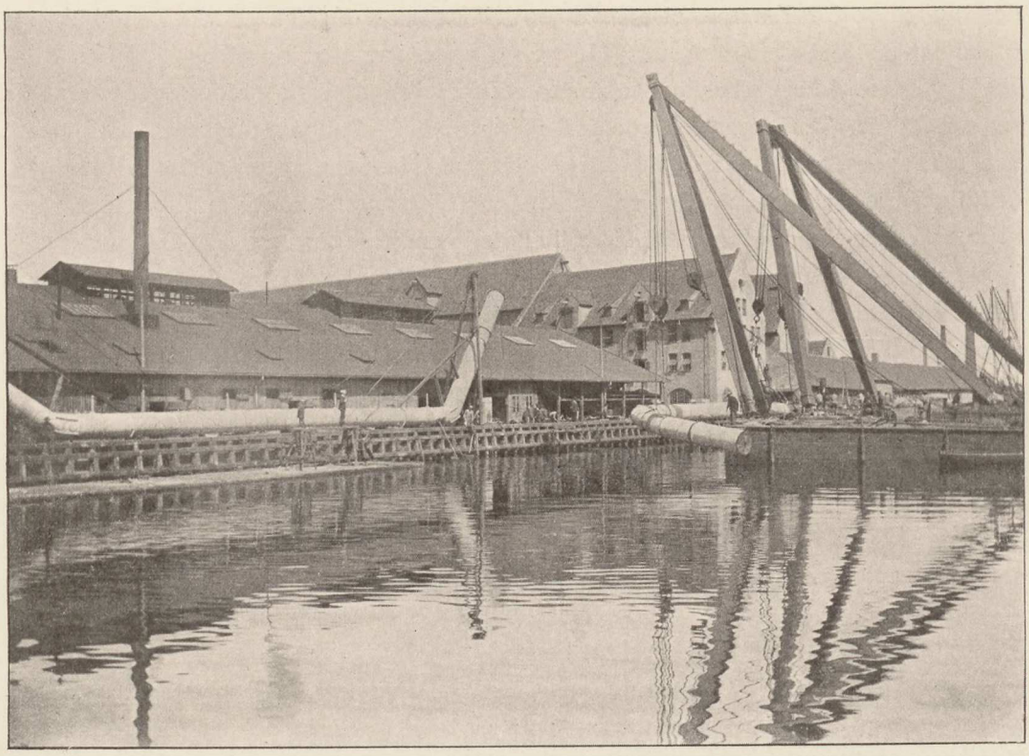


Fig. 16. Dykkerrør til Dykkeren under Nyhavn under Transport til Anbringelsesstedet.

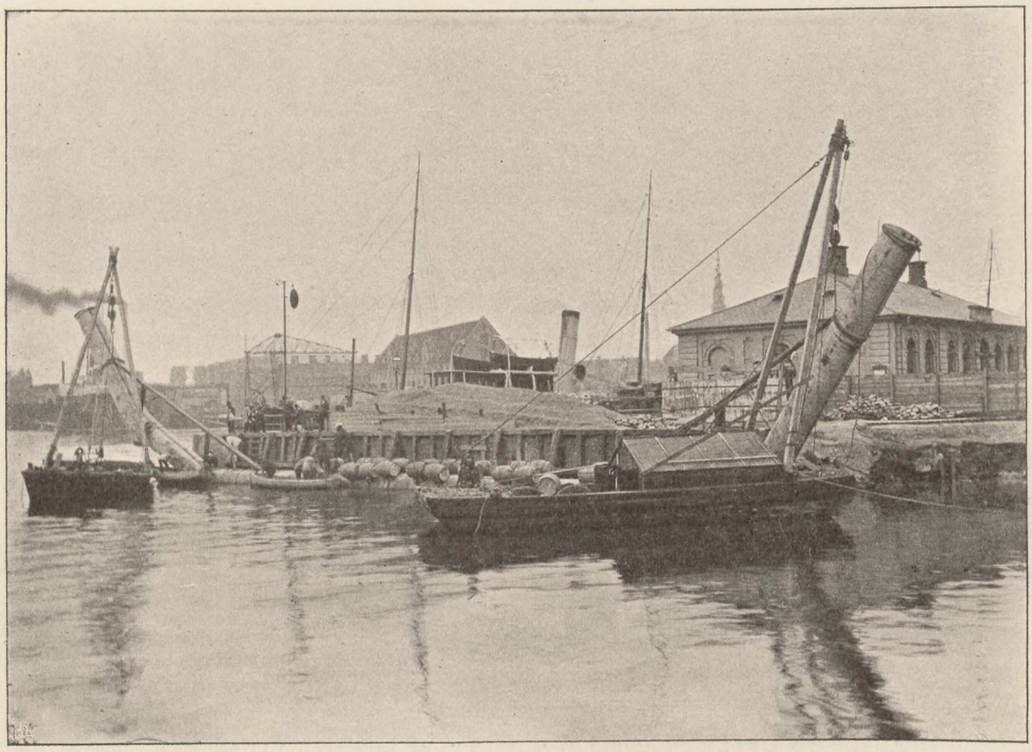


Fig. 17. Dykkerrør til Dykkeren under Nyhavn ifærd med at blive forsynet med tomme Petroleumstønder.

færdigt monterede paa Land og satte i Vandet af to flydende Dampkraner som det ses paa omstaaende Fig. 16. Nedlægning og Udstøbning foregik iøvrigt ganske som ved Langebro. Paa omstaaende Fig. 17 ser man det ene Dykkerrør ifærd med at blive forsynet med tomme Petroleumstønder.

Dykkeren mellem Havnegade og Gammel Dok. Denne, der fører den nordlige Hovedledning under Havnen over til Christianshavn, er beliggende omtrent udfor Peder Skrams Gade, som det vil fremgaa af Situationsplanen paa Plan XII. Afstanden mellem Bolværkerne er her ca. 310 Fod (100 m.). Havnens Dybde er ca. 21 Fod (7 m.), men spiller iøvrigt ingen Rolle for Dykkeren, da denne, som tidligere berørt, er ført gennem en Tunnel i den faste Kalk ca. 60 Fod (19 m.) under daglig Vandstand i Havnen.

Bygværkerne, der danne Overgangen mellem de afskærende Ledninger og Dykkeren, ere paa Situationsplanen betegnede med Bogstaverne *L* og *N*, men ere forøvrigt ikke viste i Detailler, da de i alt væsentligt ere ganske lig dem, der høre til Langebrodykkeren.

Som tidligere nævnt, fandtes der fra gammel Tid en Tunnel under Havnen paa dette Sted (*A B* paa Plan XII). Den blev anlagt i Aarene 1856—58 af de engelske Ingeniører, der forestod Anlæget af det første Gas- og Vandværk i Kjøbenhavn. Den havde ved hver Ende en Nedgangsbrønd med en indvendig Diameter af 7 Fod (2.2 m.). Selve Tunnelen, hvis Tværprofil ses paa Plan XIII Fig. 2, havde indvendig en Højde af 12 Fod (3.8 m.) og en Bredde af 10 Fod (3.1 m.). Igennem Tunnelen var der ført en 10″ eng. (0.25 m.) Gasledning og en 12″ eng. (0.30 m.) Vandledning til Christianshavn. Foruden disse to Ledninger indeholdt Brønden *A* paa Havnegade-Siden tillige to 18″ eng. (0.46 m.) Pumperør, hvori der kunde anbringes Stempelpumper, naar Tunnelen skulde pumpes læns. Tunnelen staar nemlig under almindelige Forhold fuld af Vand og pumpes kun læns, naar der foretages Eftersyn af Rørledningerne. Disse Pumper bleve gennem en Vinkelvægtstangsforbindelse trukne af to gamle særligt konstruerede Lokomobiler (*H* paa Planen), der, naar de skulde bruges, bleve opstillede paa et Fundament (antydet paa Planen med punkterede Linier), der til daglig Brug laa skjult under Brolægningen i Havnegade.

Tunnelen er udhuggen i den faste Saltholmskalk, der hører til den yngre Kridtformation og overalt danner Underlaget under Kjøbenhavn og Omegn, hvor den træffes i større eller mindre Dybde. Som det vil fremgaa af Plan XIV, der viser Profil af Jordbundslagene i Havnegade, begynder Kalken her ca. 22 Fod (7 m.) under dgl. Vande, men de øverste Lag ere meget løse og usammenhængende og bestaa hovedsageligt af løse Kalkbrokker med Sand og Flint. Først omtrent i Kote ÷ 29′ (÷ 9 m.) begynder den egentlige Kalkklippe afvexlende med flere tynde Lag af haard, graa Flint. Selve Kalken er af vexlende Haardhed, navnlig findes der et Lag meget haard Kalk, som man i sin Tid benyttede til at danne Loft i Tunnelen, idet man udhuggede denne umiddelbart under det haarde Kalklag. Da alle Lag helde fra Christianshavn over mod Havnegade, fik Tunnelen ogsaa Heldning i denne Retning. Bundkoten paa Gammel Dok er saaledes ÷ 55′ (÷ 17.3 m.), men i Havnegade ÷ 65′ (÷ 20.4 m.), og Pumperne bleve, som ovenfor nævnt, anbragte

i Brønden i Havnegade. Det havde oprindeligt været Hensigten at udmure Tunnelen i hele sin Længde, men, som det er antydet paa Situationsplanen, blev Udmuringen kun udført paa to korte Strækninger nærmest Nedgangsbrøndene. Det viste sig nemlig, at Tunnelen med det haarde Kalklag som Loft udmærket kunde staa uden Udmuring. Paa Fig. 18 ses denne gamle Tunnel; Gasledningen og Vandledningen ere dækkede af en Løbebro; i Baggrunden ses den i 1858 paabegyndte Udmuring paa Kjøbenhavns Siden.

Arbejdet ved Fremstillingen af denne Tunnel var forbundet med mange Vanskeligheder og voldte de engelske Entreprenører et stort pekuniært Tab. Sænkningen af Brøndene var meget vanskelig paa Grund af den enorme Vandtilstrømning gennem de øvre løse Lag, og Udhugningen af selve Tunnelen besværliggjordes navnlig ved, at der i Kalken udvikledes forskellige Luftarter (Svovl- og Arsenbrinte), der angreb Arbejdernes Øjne saa stærkt, at de kun kunde arbejde kort Tid ad Gangen. Men det lykkedes dog at gennemføre Arbejdet, trods Datidens mangelfulde Hjælpemidler. Vandtilstrømningen var forøvrigt ogsaa betydelig i den faste Kalk, idet denne overalt er gennemfuret af Revner, hvorigennem Vandet sivede ned.

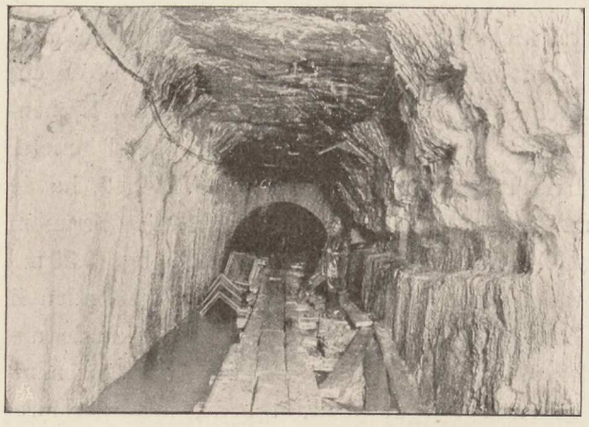


Fig. 18. Den gamle Tunnel under Havnen.

Da de to gamle Nedgangsbrønde vare for snevre til, at Kloakdykkernes to Rør kunde føres ned derigennem, gik Planen ud paa at anbringe to nye større Nedgangsbrønde *C* og *D* (Pl. XII) med en Diameter af henholdsvis 12 Fod (3.8 m.) og 13 Fod (4.1 m.) og forbinde dem med den existerende Tunnel ved to Sidetunneler *C E* og *D F*. Foruden de to Kloakrør, hvis Dimensioner vare henholdsvis $33^1/_2$ Tom. eng. (0.85 m.) og $31^1/_2$ Tom. eng. (0.8 m.), skulde der endvidere samtidigt lægges en 24 " eng. (0.61 m.) Gasledning og en 18 " eng. (0.46 m.) Vandledning gennem Tunnelen, da de gamle Ledninger efterhaanden vare blevne for smaa til Christianshavns Forsyning. Alle disse Ledninger kunde kun finde Plads i den gamle Tunnel, naar de bleve anbragte i to Etager, Kloakrørene øverst paa en Tømmerkonstruktion og Gas- og Vandrørene neden under. Men derved vilde ogsaa Tunnelen være fuldt optagen og Muligheden for fremtidige Udvidelser udelukket. Dels af denne Grund og dels fordi det, efter at Arbejdet var paabegyndt, viste sig betydeligt lettere end forudsat at arbejde i den faste Kalk, besluttede man at benytte Lejligheden, medens Arbejdet var i Gang, til at anlægge en helt ny Tunnel mellem de to nye Nedgangsbrønde, hvad der paa Grund af Omstændighederne kunde gøres for en forholdsvis ringe Bekostning (41,300 Kr.). Det samlede Anlæg fik derved det Udseende, som fremgaar af Plan XII. Gennem den nye Tunnel bleve Kloakrørene lagte, medens den gamle Tunnel blev forbeholdt Vand- og Gasrørene og derfor nu har Plads til nye fremtidige Rørledninger.

Arbejdet, der udførtes af Ingeniør- og Entreprenørfirmaet *Fr. Johannsen & J. Saabye*, blev paabegyndt med Udhugning af Sidetunnelerne fra den gamle Tunnel. Vandlænsningen af denne blev besørget af de omtalte to 18″ Pumper i Brønden i Havnegade. Da de gamle Lokomobiler snart viste sig meget medtagne, og de desuden generede Beboerne i Havnegade ved den Røg, de udsendte, bleve de erstattede med en 30 H. K. Elektromotor, forsynet med Strøm fra Byens Elektricitetsværker. Foruden Pumperne trak Motoren tillige en stor Centrifugalblæser, der besørgede Ventilationen af Tunnelen. Udhugningen af Sidetunnelerne gik rask fra Haanden. Der blev i stor Udstrækning anvendt Sprængning med Dynamitpatroner paa $^1/_8$ ℔ (65 gr.) for at løsne Kalken, saa at den kunde bearbejdes med Hakke og

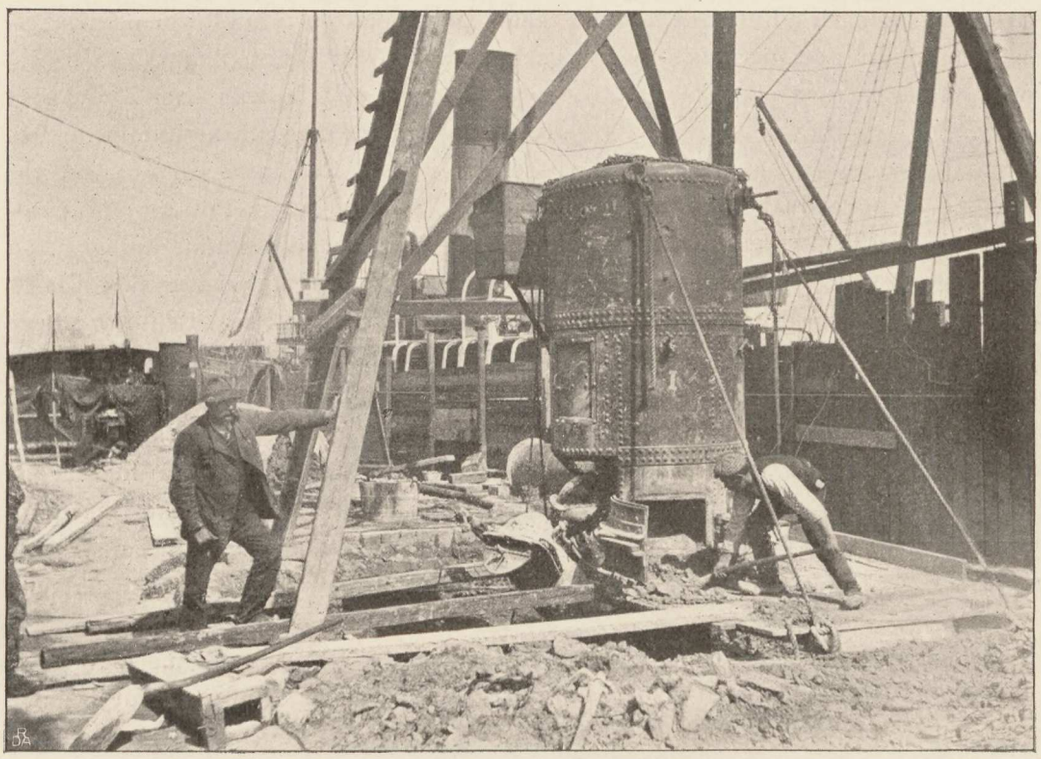


Fig. 19. Den ny Tunnelbrønd i Havnegade under Udførelse.

Skovl. Der blev foretaget 100—200 Sprængninger i Døgnet og udhugget ca. 2 Kbfvn. (13 cbm.) med en Arbejdsstyrke paa gennemsnitlig 15 Mand Døgnet rundt. Arbejdet foretoges ved elektrisk Belysning (Glødelamper). Efter at Sidetunnelerne vare fuldførte, blev der taget fat paa den nye Tunnel fra begge Ender. For at skaffe flere Angrebspunkter blev der udført to Stoller (*G G* paa Plan XII) fra den gamle Tunnel, og herved lykkedes det at fuldføre hele Tunnelen i en Arbejdstid af ca. 60 Døgn à 24 Timer med en gennemsnitlig Arbejdsstyrke paa 22 Mand. Paa Plan XIII viser Fig. 4 Tværprofil af den nye Tunnel (Kloaktunnelen) og Fig. 5 Tværprofil af Sidetunnelerne.

Under Arbejdet paa den nye Tunnel bleve Folkene vel angrebne af Øjensygdom, ligesom under Arbejdet ved den gamle Tunnel i Halvtredserne, men paa Grund af

den kraftige Ventilation, der anvendtes, antog Sygdommen ikke noget større Omfang.

De nye Tunnelbrønde bleve, for at overvinde Vanskelighederne ved den stærke Vandtilstrømning i de øvre løse Lag, efter Entreprenørernes Forslag førte ned til den faste Kalk under Anvendelse af fortættet Luft. Paa Plan XIV er Brønden i Havnegade fremstillet under Arbejdet. Paa en svær Smedejærnskrans *A* med en skarp Kant forneden blev der bygget et Arbejdskammer af Beton. Betonen indfattedes udvendigt af en Cylinder, dannet af sammennittede Pladejærnsbælter med Forstærkningsringe af Vinkeljærn. Loftet i Arbejdskammeret, der ligeledes var af Beton, var forstærket ved forskellige Jærnindlæg, som antydet paa Planen. Fra Arbejdskammeret førte et Passagerør, lukket forneden med en lufttæt Dør, op til et større cylindrisk Kammer foroven, paa hvilket der dels fandtes en Indgangsaabning *B* for Personer, dels to særlige Luftkamre *C* til Udtømning af de udgravede Materialier. Ophejsningen af disse foregik ved et Spil, hvis Axel *E* var ført lufttæt ud gennem Kammeret foroven. Nedenunder Kammeret var der en særlig Luftsluse *D*, hvorigennem der kunde føres Beton og andre Materialier ned til Arbejdskammeret. Den fortættede Luft leveredes af en Luftkompressor, der blev trukken af den samme Motor, der trak Pumperne og Ventilatoren. Paa omstaaende Fig. 19 ses det cylindriske Kammer med den ene af Luftsluserne *C* under Udtømning. Efterhaanden som Brønden sank, forhøjedes Passagerøret og den udvendige Pladejærnscylinder, og inden for denne blev Brønden støbt op af Beton med en Godstykkelse af $2^1/_2$ Fod (0.8 m.). Efter at Brønden paa denne Maade var ført ca. 3 Fod (1 m.) ned i den faste Kalk, blev der støbt Grusbeton under Kransen for at tætte for Vandet, der løb ned langs med Brøndens Yderside. Der blev derpaa udhugget yderligere ca. 4 Fod (1.25 m.) i Dybden, hvorpaa Arbejdskammerets Vægge udstøbtes med Beton, til det fik den rette indvendige Diameter. Plan XIV fremstiller netop Arbejdet paa dette Stadium, og, som man ser, er Sidetunnelen samtidigt ført ind under Brønden. Derefter blev Kalklaget, der adskilte Sidetunnelen fra Arbejdskammeret, gennemboret, saa at Vandet kunde løbe ned i Tunnelen, og Resten af Brønden blev udhuggen uden Anvendelse af fortættet Luft, efter at Passagerøret var fjernet og Loftet i Arbejdskammeret bortsprængt og bortmejslet. Den nederste Del af Brønden blev ikke beklædt med Beton, men stod i den faste Kalk uden Beklædning ligesom Tunnelerne. Tilsidst bleve Brøndene afdækkede foroven (efter at Rørene vare lagte) med Hvælvinger af Beton med forskellige Nedgangsaabninger, som fremstillet paa Plan XIII Fig. 7—10. Med en gennemsnitlig Arbejdsstyrke af 10 Mand blev Brønden i Havnegade fuldført i 120 Arbejdsdøgn og Brønden paa Gammel Dok i 90 Arbejdsdøgn à 24 Timer.

Fig. 20. Den nye Tunnel under Havnen med Kloakrørene.

Alle Rørledningerne bleve lagte af Støbejærns-Mufferør med særlig svær Godstykkelse nemlig 32 mm. for Kloakrørene og 38 mm. for Gas- og Vandrørene. De samledes ved Blystøbninger med en Blydybde af $3^1/_2$″ (9 cm.). De vandrette Strækninger bleve oplagte paa Understøtninger af Træ (Pitch-Pine), medens de lodrette bleve understøttede af Stole, støbte i et med Bøjningerne, og fastholdtes med Halsbaand af galvaniseret Jærn, forankrede i Betonen i Brøndenes Sider. Paa de forskellige Figurer paa Plan XIII ses, hvorledes Rørene ere anbragte i Brønde og Tunneler. Det femte Rør i Brønden i Havnegade er et 10″ eng. (0.25 m.) Rør, hvorigennem Vandet optages af en Syphon paa Gasledningen. Paa begge Kloakrørene er der paa den vandrette Strækning nede i Tunnelen anbragt to Mandehuller for

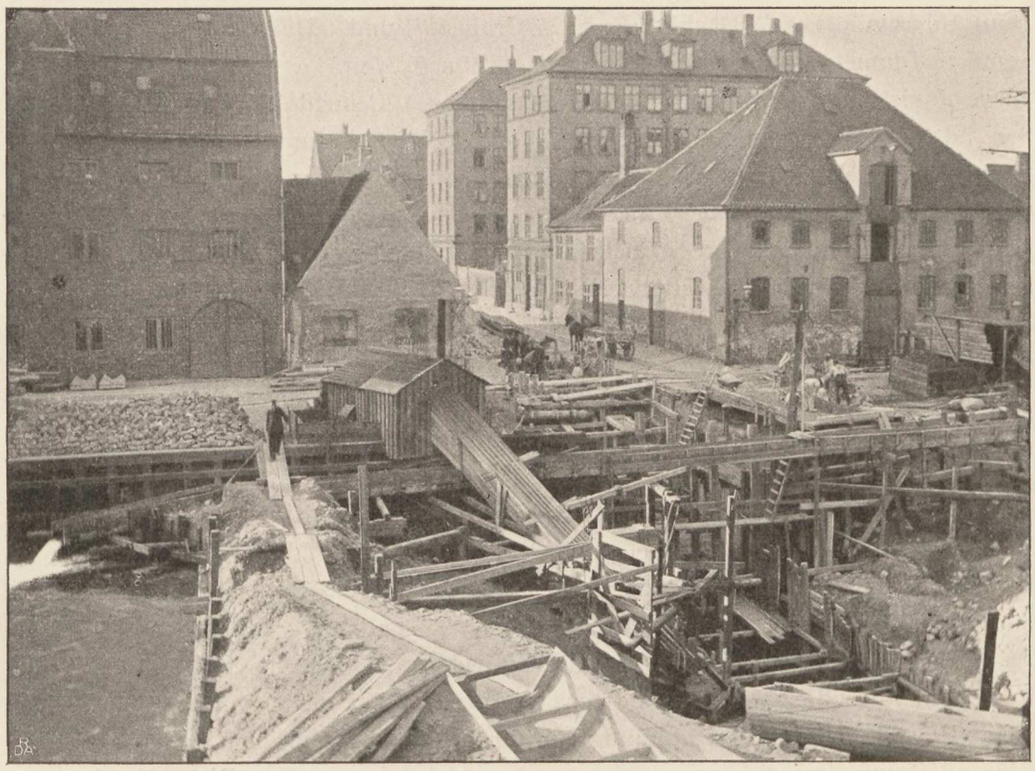


Fig. 21. Dykkeren under Christianshavns Kanal under Udførelse.

eventuelt at kunne efterse og rense dem indvendigt. Efter at Rørene vare lagte, bleve Kloak- og Vandrørene prøvede med 5 Atmosphærers Vandtryk (foroven, altsaa 7 Atmosphærer forneden i Tunnelen), medens Gasrøret blev prøvet med Lufttryk, svarende til 1 m. Vandsøjle. Paa omstaaende Fig. 20 ses den ny Tunnel med de to Kloakrør efter Lægningen.

Selve Arbejdet ved Tunneler og Brønde indbefattet Lægning, men ikke Levering af Rørene, medførte en Bekostning af ialt ca. 190,000 Kr. Det blev fuldført uden Uheld eller Standsninger af nogen Art i den forholdsvis korte Tid af 8 Maaneder.

Dykkeren under Christianshavns Kanal. Afstanden mellem Bolværkerne i Kanalen er kun ca. 66 Fod (21 m.). Den nuværende Vanddybde er ca. 13 Fod (4 m.), men Havnevæsenet forlangte, at Kanalen skulde kunne uddybes til 18 Fod (5.7 m.).

Samtidigt med Kloakdykkeren skulde der føres en ny 18″ Vandledning under Kanalen.

Dykkeren er fremstillet paa Plan XV. Bygværkerne, der danne Overgangen mellem den afskærende Ledning og Dykkeren, ere begge sammenbyggede med Overfaldskammeret *O* og Klapkamrene *K* for de lokale Kloaker paa begge Sider af Kanalen, men adskille sig ellers ikke fra de andre Dykkerbygværker.

Da Sejladsen i Kanalen kun er af meget ringe Betydning, blev Dykkeren udført under Tørlægning. Kanalen afdæmmedes med to Kassefangedæmninger, der havde en Bredde foroven af 8 Fod (2.5 m.). Efter at der imidlertid var forefaldet en delvis Udskridning af den ene, maatte dennes Bredde forøges til 14 Fod (4.4 m.). Omstaaende Fig. 21 viser Byggegruben med Pumpeværket og den ene Fangedæmning samt Udgravningen for Dykkerrørene i Grubens Bund. Dykkerrørene, hvis indvendige Diameter var henholdsvis $29^1/_2$ Tom. (0.77 m.) og $33^1/_2$ Tom. (0.88 m.), bleve udførte af Stampebeton af Sammensætning 1 Cement + 3 Grus + $4^1/_2$ Skærver, udstøbt over Træforme, saaledes at begge Rørene dannede en Betonblok (se Tværsnittet Pl. XV Fig. 4). I den samme Blok blev den 18″ Vandledning indstøbt. De to andre Ledninger, indstøbte i Beton, der ses paa Planen og i Tværsnittet umiddelbart Nord for Dykkeren, ere to Gasledninger, der tidligere vare førte under Kanalen.

Dykkeren, indbefattet Bolværksarbejdet, men ikke Bygværkerne, kostede ca. 20,000 Kr.

Pumpestationerne.

Hovedpumpestationen er, som det vil ses paa Oversigtskaartet og paa Situationsplanen paa Plan XVI, anlagt paa en Grund ved den sydlige Side af Kløvermarksvej paa Amager. Grunden, der iforvejen tilhørte Kjøbenhavns Kommune, har en Størrelse af 1.7 Td. Ld. (0.94 ha.), hvoraf de 0.7 Td. Ld. ere anvendte til Funktionærbolig med tilhørende Gaardsplads og Haver, Resten til selve Pumpestationen.

Stationens Hovedtræk, som ere fremstillede paa Planerne XVI og XVII, ere i Korthed følgende: Vandet fra Byen kommer til Stationen gennem de to afskærende Hovedledninger, der udmunde i en foran Hovedbygningens Facade beliggende Sibrønd (Pumpebrønd), der er delt efter Længderetningen af en Rist. Vandet passerer gennem Risten og oppumpes derefter, idet Pumpernes Sugerør ere førte ned i Sibrønden paa den anden Side af Risten. Hovedbygningen bestaar af et Maskinrum og et Kedelrum, og umiddelbart op til det sidste findes Dampskorstenen. I Maskinrummet ere Stationens tre Pumper med tilhørende Dampmaskiner opstillede. Trykrørene fra Pumperne føres ud af Bygningen til samme Side som Sugerørene og ere imellem Sibrønden og Bygningen forbundne med de to Trykledninger, hvorigennem Vandet pumpes ud i Kongedybet. Alle Rørledningerne og deres Forbindelser udenfor Bygningen ere overdækkede med en Betonhvælving, som danner en let tilgængelig Rørkælder.

Paa Grunden er der foruden Hovedbygningen opført en Funktionærbolig og et Redskabshus med Folkerum for de Folk, der besørge Oprensning af Sibrønden. Det hele omgives af et højt Plankeværk. Omstaaende Fig. 22 viser Stationen set fra Vest. Dens enkelte Dele skulle nu i det følgende beskrives hver for sig.

Sibrønden, der er vist i Detailler paa Plan XVIII, er indvendig 121 Fod (38 m.) lang og 15 Fod (4.8 m.) bred; Bunden ligger i Kote ÷ 15.5′ (÷ 4.86 m.) Brønden er udført af Beton. Dens Vægge dannes af vertikale Betonbuer, 11 paa hver Langside og en for hver Ende, hvorved Brønden deles i 11 Fag, hver paa 11 Fod (3.5 m.). For at skaffe Vederlag for Betonbuerne ere Brøndens Sider afstivede mod hinanden ved store Rammer af I-Jærn, der foruden Forbindelsen foroven have to mellemliggende horizontale Afstivninger, ligeledes af I-Jærn. Paa omstaaende Fig. 24 ses disse Rammer under Opstilling. Risten, der gaar midt igennem Brønden efter Længderetningen, skal tjene til at tilbageholde alle grovere Urenheder, der kunde beskadige Pumperne. Den er delt i 33 Fag efter Længderetningen, altsaa 3 i hvert

Fig. 22. Hovedkloakpumpestationen paa Kløvermarksvej.

af Brøndens Fag. Hvert Ristefag er igen efter Højden delt i to Stykker (se Plan XVIII Fig. 9) over hinanden for at lette Optagelsen. Ristene glide i False af U-Jærn, befæstede til de store Afstivningsrammer. Der findes overalt dobbelte False (Fig. 8, *A* og *B*) for at man, inden man trækker en Rist op, kan sætte en anden ned foran. Ristestykkerne ere dannede af Stænger med 16 mm. × 16 mm. kvadratisk Tværsnit, indsatte i Rammer af Vinkeljærn (Fig. 8 og 9). Mellemrummene mellem Stængerne ere 13 mm. Hvert af Brøndens 11 Fag er overdækket med en Betonhvælving med Vederlag i Afstivningsrammernes øverste I-Jærn. Oven over Ristene findes der dog en $4^1/_2$ Fod (1.41 m.) bred Nedgangsaabning i hele Brøndens Længde med Sidemure af Beton, hvilende paa Hvælvingerne. Aabningen afdækkes foroven med Trædæksler, hvilende i Karme af huggen Granit. For at optage Sidetrykket fra de to yderste Hvælvinger er der opført tre Stræbepiller ved hver Ende af Brønden.

Foran Risten udmunder som nævnt de to afskærende Hovedledninger. Foruden den direkte Udmunding *C* (Plan XVIII Fig. 7) have de begge et Omløb gennem en rund Brønd *D*, den saakaldte »Mixerbrønd«, i hvilken der findes opstillet et Omrøringsapparat, en »Gabbett Patent Rapid Mixer«, der bestaar af en Pladejærnskegle med Ledeflader paa den indvendige Side. Keglen er monteret paa en lodret Axel, og naar denne drejes hurtig rundt, sættes Vandet i en stærkt hvirvlende og malende Bevægelse. Det hele er bestemt til at udrøre større Fækaliemasser i Spildevandet, inden dette gaar til Pumperne. Vandklosetsystemet er nemlig endnu langtfra almindelig indført i Byen, saa at Størstedelen af Fækalierne endnu udføres i Tønder. Denne Udførsel, der foretages af Kjøbenhavns Grundejeres Renholdningsselskab, sker til Selskabets Station, der er beliggende umiddelbart bagved Kloakpumpestationen. Herfra afsættes Latrinen til Landboerne, men naar Afsætningen ikke er tilstrækkelig til at skaffe Tilførslerne bort, ledes den overskydende med noget Skyllevand opspædte Latrin fra Selskabets Beholdere gennem en paa Situationsplanen (Plan XVI) vist Ledning ud i de afskærende Hovedledninger noget før Sibrønden. For at man da kan være sikker paa at Fækalierne blive ordentlig udrørte, inden de naa Pumperne, ledes de sammen med Spildevandsstrømmen gennem Mixerbrøndene. For at kunne lede Spildevandsstrømmen enten den ene eller den anden Vej findes der i Brønden *E* (Plan XVIII Fig. 7) to store Støbejærnsspjæld *F* og *G*, hvoraf det ene lukker for det direkte Udløb til Sibrønden, det andet for Indløbet til Mixerkammeret. De ere ophængte hver i sin Ende af en Kæde, der gaar over et stort Kædehjul, og saaledes, at det ene er oppe, naar det andet er nede. Deres Stilling skiftes ved Omdrejning af Kædehjulet, hvilket sker ved Haandkraft gennem en Udveksling med koniske Tandhjul. Endelig findes der, saavel foran de direkte Indløb som foran Aabningen fra Mixerkamrene ind til Sibrønden, dobbelte Afdæmningsfalse i særlige Nedgangsbrønde *H* for helt at kunne afspærre Ledningerne fra Sibrønden. Mixerne trækkes af to Elektromotorer, opstillede i et særligt, lille Motorhus, der er opført mellem de to Brønde. Kraften overføres gennem Remtræk og Tandhjulsudvekslinger.

I Sibrøndens forreste Halvdel udmunder endvidere en 18″ Drænledning, der tilfører Drænvandet fra 100 Td. Ld. (55 ha.) af Christianshavns Fælled, der er meget lavt beliggende ude ved Kysten. Ved Overenskomst med Staten har Kommunen paataget sig Forpligtelse til at holde det nævnte Areal drænet. Ved Foraarstid tilføres der ikke ubetydelige Vandmængder gennem denne Ledning.

Udførelsen af Sibrønden var forbunden med en Del Vanskeligheder paa Grund af den store Udgravningsdybde ca. 26 Fod (8.3 m.), igennem Lag med stærk Vandtilstrømning. Til Transport af Jord, Beton og andre Materialier til og fra den dybe Udgravning blev benyttet en Kommunen tilhørende amerikansk Transport-Maskine af Carson-Lidgerwood Typen. Maskinen ses paa omstaaende Fig. 23 og 24, hvoraf den første viser Udgravningen, den anden de store Afstivningsrammer under Opstilling. Den bestaar af en Kabelbane af Staaltraadstov ophængt over to høje Træbukke og forankret med Enderne i Jorden. Paa Bæretovet løber en lille let Vogn, hvorunder Spandene ophænges i et Tov, der gaar over en paa Vognen ophængt Tridse. I et Maskinhus ved Kabelbanens ene Ende findes et Dampspil med to Tromler. Over den ene af disse er ført det Tov, der haler Vognen frem og tilbage

Fig. 23. Udgravning for Sibrønden ved Hovedkloakpumpestationen med Anvendelse af Transportmaskinen.

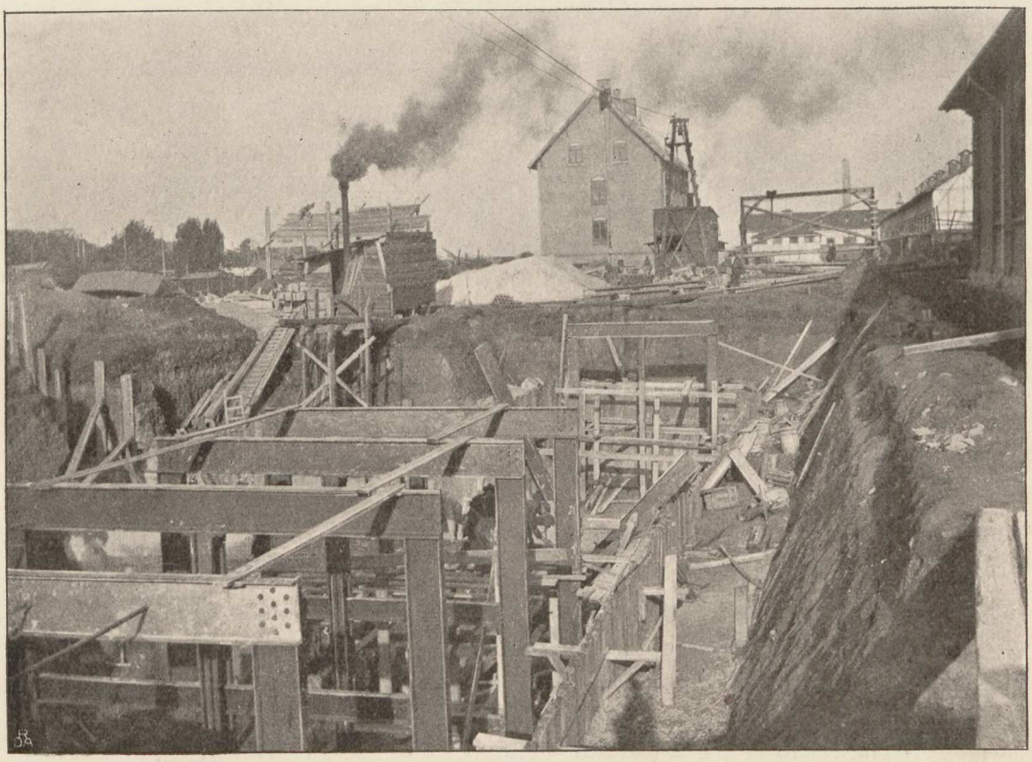


Fig. 24. Opstilling af Jærnrammerne til Sibrønden ved Hovedkloakpumpestationen.

paa Bæretovet, over den anden det Tov, hvori Spanden er ophængt. Ved at bevæge den sidste alene hejses Spanden op og ned, medens man ved at bevæge begge Tromler med samme Hastighed flytter Vognen henad Tovet med Spanden hængende i samme Højde. Spandene ere indrettede til at kippe og rumme 20 eller 27 Kbfod. Kabelbanens største Spændvidde er ca. 300 Fod (100 m.) og dens største Bæreevne ca. 2.5 Tons. Den har ogsaa med Fordel været benyttet ved dybe Udgravninger i snevre Gader, hvor det gjaldt om at optage saa lidt Plads i Bredden som muligt.

Imellem Sibrønden og Hovedbygningen findes *Rørkælderen,* der er dannet af en stor Betonhvælving med Bund. I denne ligger, oplagte paa murede Piller,

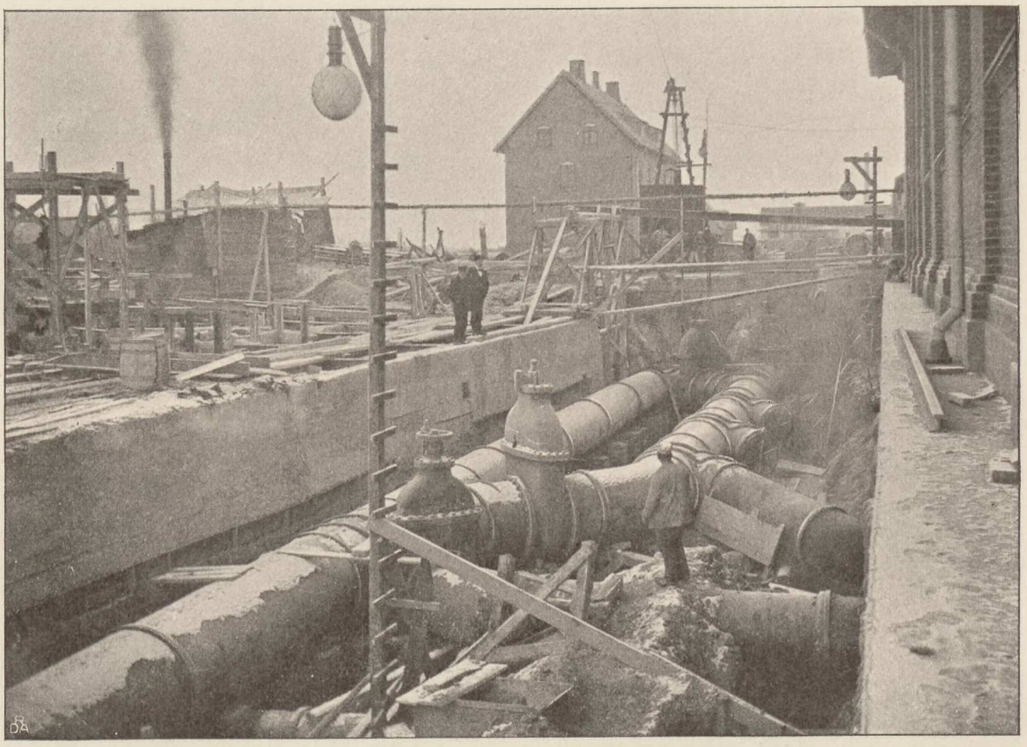


Fig. 25. Systemet af Trykledninger mellem Maskinbygningen og Sibronden paa Hovedkloakpumpestationen.

Sugerørene nederst og derover Trykrørene med deres Forbindelser til de to store Trykledninger til Kongedybet. Som det vil ses paa Planerne XVII og XVIII, ere disse Forbindelser indrettede saaledes, at man efter Behag kan pumpe til den ene eller den anden af Trykledningerne. De forskellige Forbindelser kunne afspærres ved store Skydere af Glenfields Konstruktion. Over hver Skyder er der en Nedgangsbrønd med Dæksel, samt et Viserapparat, der angiver Skyderens Stilling i Øjeblikket. Paa ovenstaaende Fig. 25 ses det omtalte Rørsystem under Udførelse.

Hovedbygningen, der er opført af røde Mursten og med Skifertag, bestaar af et Maskinrum og et Kedelrum. Maskinrummet er 134 Fod × 54 Fod (42 m. × 17 m.) med en Højde af 30 Fod (9.5 m.) fra Gulv til Underkant af Tagbjælkerne. Gulvet er lagt i Kote ÷ 2.0′ (÷ 0.6 m.) for at formindske Sugehøjden for Pumperne. Tagkonstruktionen er af Træ med en stor Tagrytter med Trækruder, der ere tilgænge-

lige fra et udvendigt omløbende Galleri, hvortil man har Adgang gennem et lille Trappetaarn ved Maskinrummets sydvestlige Hjørne. Adgangen til Maskinrummet sker gennem en stor Port i Bygningens østre Gavl. Indenfor denne findes en Platform i samme Højde som Terrænet udenfor, og fra denne fører en Trappe ned i Rummet. Under Platformen er der et større Rum for Stationens elektriske Lysanlæg samt to mindre Rum, hvoraf det ene bruges til Materialrum, det andet til Styrtebad for Personalet.

Kedelrummet er 47 Fod × 73 Fod (14.7 m. × 22.9 m.) med en indvendig Højde af 22 Fod (6.9 m.) over Fyrpladsens Gulv, der ligger i Kote + 1.0′ (+ 0.3 m.). Rummet er overdækket med et Shedtag med Vinduer vendende mod Nordøst. I den ene Ende af Rummet findes der et mindre Værksted, hvor Personalet kan foretage forefaldende Smaareparationer. I den anden Ende, der egentlig er bestemt til fremtidige Udvidelser af Kedelanlæget, er der foreløbigt ved et Skillerum af Bølgeblik afskilret et Kulrum. Naar Rummet engang skal indtages til Kedelanlæget, er det da Hensigten at bygge et særligt Kulrum ude i Gaarden op til Kedelrummets østre Gavl.

Stationens *Maskinanlæg* bestaar af to Sæt liggende Dampmaskiner med dobbelte Stempelpumper til Spildevandspumpningen og en staaende Dampmaskine med Centrifugalpumpe til Regnvandspumpningen. Grunden til, at man har valgt Maskiner af forskellig Type, er den, at Spildevandspumpningen foregaar uafbrudt Dag og Nat Aaret igennem, medens Regnpumpningen kun finder Sted i 3—400 af Aarets 8760 Timer. Til Spildevandspumpningen gælder det derfor om at faa Maskiner og Pumper med god Økonomi selv ved variable Vandmængder, idet Spildevandsmængden, som tidligere omtalt, varierer stærkt Døgnet igennem (se Spildevandskurven Fig. 1 pag. 10). Til Regnvandspumpningen kan det derimod være fordelagtigt at anvende mindre økonomiske, men ogsaa mindre kostbare Maskiner, som tage mindre Plads op og ere lettere at betjene.

Hele Maskinanlæget er konstrueret og udført af *Aktieselskabet Burmeister & Wain*, for hvem atter den bekendte Specialist i Pumpekonstruktioner, Professor *Riedler* ved den tekniske Højskole i Berlin, har konstrueret Spildevandspumperne. Disse ere begge dobbelte Plungerpumper med delvis styrede Ventiler efter Riedlers System. De trækkes af liggende Tregange-Expansionsmaskiner med fire Cylindre (idet der er to Lavtrykscylindre), men kun to Krumtappe, anbragte under en indbyrdes Vinkel af 90° paa Svinghjulsaxlen, idet Højtryks- og Mellemtrykscylindrene have fælles Stempelstang med hver sin af de to Lavtrykscylindre. Hver af de derved fremkomne Maskinhalvdele trækker direkte sin dobbeltvirkende Plungerpumpe, idet Stempelstængerne ere forlængede bagud til Pumpen. Den Maskinhalvdel, hvortil Højtrykscylindren hører, kan benyttes som selvstændig Tandem-Maskine med en enkelt Pumpe, naar den anden Halvdel frakobles. Pumpernes Ventiler have tvungen Lukning, men aabnes derimod af Vandtrykket. De Trækstænger, der foretage Lukningen, have indskudte Spiralfjedre for at forhindre Brud, hvis der kommer et Træstykke eller lignende i Klemme i Ventilen. Ventilstyringen trækkes af en Excentrik paa Svinghjulsaxlen. Pumpernes Konstruktion er forøvrigt udførligt beskreven i det af Prof. Riedler udgivne store Værk »Schnellbetrieb« (Berlin 1899).

Hoveddimensioner for Maskiner og Pumper ere:

Diameter af Højtrykscylinder	225	mm.
Diameter af Mellemtrykscylinder	355	—
Diameter af hver Lavtrykscylinder	395	—
Slaglængde	750	—
Største indiceret Hestekraft	150	
Plungerens Diameter	600	mm.
Sugerørenes Diameter	600	—
Det fælles Trykrørs Diameter	850	—

Omdrejningsantallet kan varieres fra 30—60 pr. Minut, men Maskinerne have deres mest økonomiske Gang ved 45 Omdrejninger med en Oppumpning af 20 Kubikfod (0.62 cbm.) pr. Sekund. Ved 60 Omdrejninger oppumpes 27 Kbf. (0.84 cbm.) pr. Sekund. Pumpernes Størrelse er bestemt saaledes, at de tilsammen skulle kunne magte den største fremtidige Spildevandsmængde (ca. 54 Kbf. pr. Sek.). Der haves da ingen særlig Reserve for Spildevandspumperne, men Regnvandspumperne maa tjene som saadan.

Regnvandspumpningen besørges af Centrifugalpumper trukne af direkte koblede staaende Tregange-Expansionsmaskiner af Skibsmaskintypen. Det er Hensigten, at Stationen, naar den har naaet sin endelige Størrelse, skal have tre af disse Pumper, hvoraf hver kan oppumpe 60 Kbf. (1.9 cbm.) pr. Sekund. Da den største paaregnede Vandmængde er ca. 120 Kbf. pr. Sek., ville to Pumper altsaa kunne magte denne, og den tredie vil da være i Reserve. Foreløbigt er der imidlertid kun opstillet en Pumpe, som det vil ses paa Plan XVII, hvor de to endnu manglende ere angivne ved punkterede Linier. Som Reserve for Regnvandspumpen maa da indtil videre Spildevandspumperne tjene.

Hoveddimensionerne for Dampmaskinen og Centrifugalpumpen, der saa vidt vides er den største her i Landet, ere følgende:

Diameter af Højtrykscylinder	390	mm.
Diameter af Mellemtrykscylinder	600	—
Diameter af Lavtrykscylinder	970	—
Slaglængde	600	—
Omdrejninger pr. Minut	135—160	
Største indiceret Hestekraft	620	
Diameter af Pumpens Løbehjul	2000	mm.
Diameter af Pumpens Sugerør	1000	—
Diameter af Pumpens Trykrør	1000	—

Da Pumpens Sugehøjde er 10—12 Fod (3.1—3.8 m.), og der ingen Bundventil findes paa Sugerøret, maa den, før den gaaer i Gang, fyldes med Vand paa særlig Maade. Dette sker ved Hjælp af en mindre Luftfortyndingspumpe, trukken af en encylindret Dampmaskine. For at forhindre, at Vandet suges over i Luftpumpen, er Røret, der forbinder denne med Centrifugalpumpen, ført i en Bue op under Taget til en Højde af ca. 35 Fod (11 m.). Som Reserve for Luftpumpen findes der en Damp-Ejektor, der ogsaa er i Stand til at suge Vandet op i Centrifugalpumpen.

Saavel de liggende Dampmaskiner som den staaende arbejde med Indsprøjtningskondensation. Vandet tages fra Christianshavns Voldgrav, og det varme Vand afgives igen til Forgraven foran denne, hvorfra det kun ad en stor Omvej kan slippe tilbage til Voldgraven igen. Som Til- og Afgangsledninger er der lagt to 18″ (0.47 m.) Betonledninger, der udmunde i en Dobbeltbrønd ved Hovedbygningens Vestside. Herfra føres Vandet til og fra Pumperne i Jærnledninger, der, ligesom de øvrige Rørledninger i Maskinrummet, ere lagte i Kanaler under Gulvet, dækkede med riflede Jærnplader.

Stationens elektriske Lysanlæg er, som nævnt, installeret under Platformen ved Maskinrummets østre Gavl. Det bestaar af to Dampdynamoer, der arbejde med

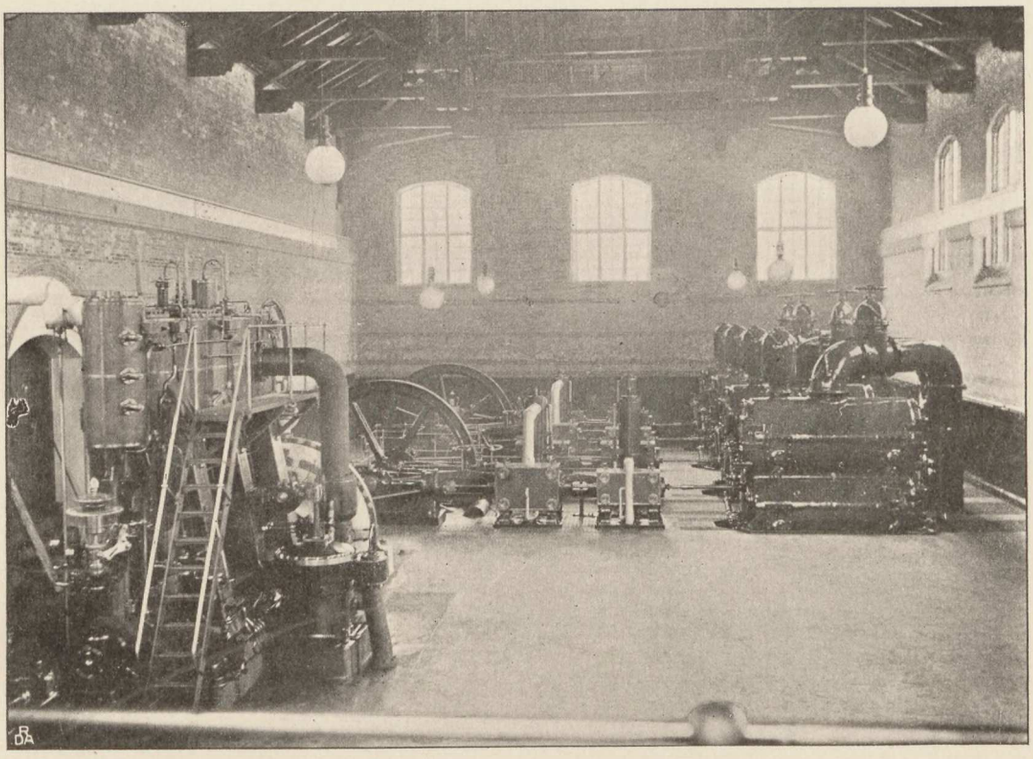


Fig. 26. Maskinrummet i Hovedkloakpumpestationen.

120 Volts Spænding og kunne præstere 112 Ampère hver. Foruden til Stationens ud- og indvendige Belysning levere de tillige Strøm til de Motorer, der trække Mixerne, samt til Renholdningsselskabets Station efter Overenskomst.

Endelig findes der i Maskinrummet en Løbekran, der kan beherske Rummet i hele dets Længde og Bredde. Den bevæges ved Haandkraft og har en Bæreevne af 12 Tons.

Paa ovenstaaende Fig. 26 ses Maskinrummet indvendig. Til venstre i Forgrunden ser man den store Centrifugalpumpe med tilhørende Maskine og i Baggrunden de to Spildevandspumper.

Kedelanlæget bestaar af to Stkr. Lancashire Kedler, hver paa 750 □ Fod (75 □ m.) Hedeflade, og to Stkr. Babcock & Wilcox Vandrørskedler, hver paa 1500 □ Fod

(150 □ m.) Hedeflade. Som antydet paa Plan XVII er der endnu Plads til to Stkr. Vandrørsdampkedler ved fremtidige Udvidelser af Stationen.

Lancashire Kedlerne ere nærmest beregnede til at anvendes under den daglige Spildevandspumpning, hvorfor deres Præstationer maa kunne varieres stærkt uden væsentlig Nedgang i Økonomien. De to indvendige Ildkanaler ere derfor forsynede med tætsluttende Døre, saa at man, naar Dampforbruget er ringe, kan fyre i den ene, medens den anden sættes ud af Virksomhed. Dampmængden kan atter hurtigt forøges, naar der fyres op i denne anden Ildkanal.

Vandrørskedlerne ere beregnede til Anvendelse ved Regnvandspumpningen, idet de paa Grund af deres forholdsvis lille Vandrum hurtigt kunne levere Damp af

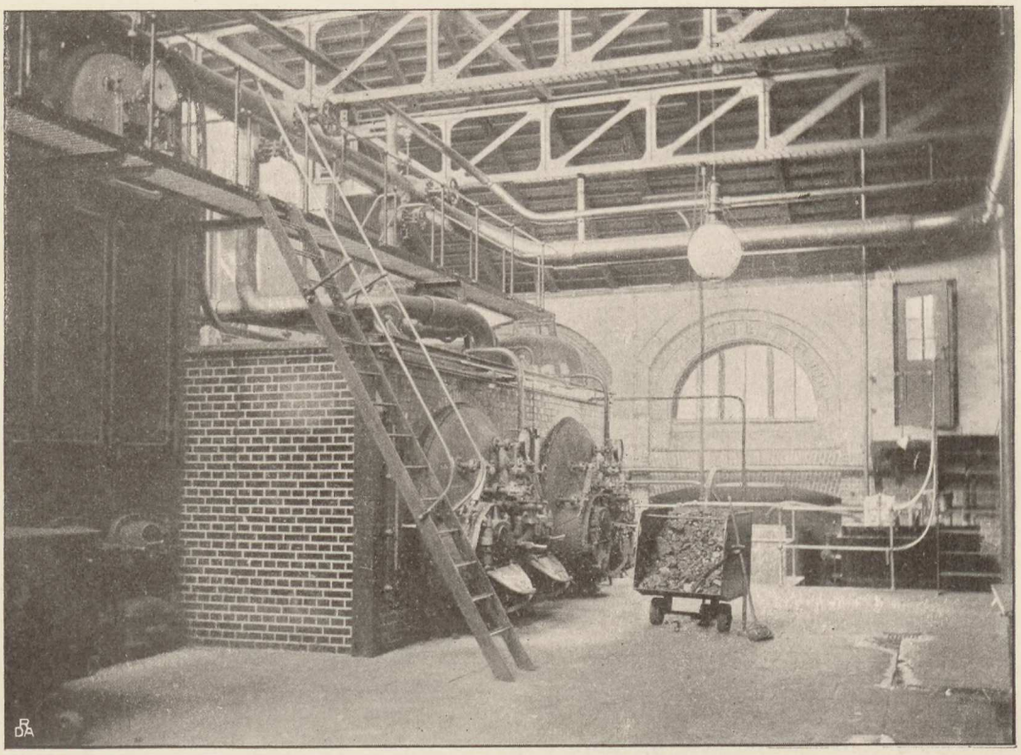


Fig. 27. Kedelrummet i Hovedkloakpumpestationen.

fornøden Spænding. Ved stærke Regnskyl maa Regnpumpningen nemlig sættes igang 20—30 Minuter efter, at Regnen er begyndt at falde, da Spildevandspumperne saa ikke længere ville kunne magte Tilstrømningen.

Der arbejdes med et Damptryk paa 11 Atmosphærer. Lancashire Kedlerne ere forsynede med Overhedere, der ere anbragte i et af Kedlernes Sidetræk.

I Kedelrummet findes desuden installeret en Fødevandsrenser af Bruuns Patent til 4000 kgr. Vand pr. Time, en stor Beholder for renset Fødevand samt 4 Stkr. Dampfødepumper, hvoraf de to kunne oppumpe hver 6000 kgr., de to andre hver 2000 kgr. Vand pr. Time. Fødevandsbeholderen, i hvilken Vandet opvarmes ved Spildedampen fra Fødepumperne, er tilstrækkelig stor til, at man kan fylde Vandrørskedlerne med varmt Vand ved Opfyringens Begyndelse og derved hurtigt opnaa tilstrækkelig Dampspænding. Alt Fødevandet pumpes igennem en

Smid's Vandmaaler, og da Kullene vejes før Indfyringen, har man altsaa Midler til stadig Kontrol med Fyringens Økonomi. Alle Damp- og Fødeledninger ere lagte som Ringledninger. Foranstaaende Fig. 27 viser Kedelrummet set fra Fyrpladsen foran Kedlerne.

Dampskorstenen er 144 Fod (45 m.) høj og har en Diameter foroven af $6^1/_4$ Fod (2 m.). Den omgives indtil 20 Fod (6.3 m.) fra Toppen af en muret Kappe. Mellemrummet mellem denne og Skorstenen er ved en lang muret Kanal, der ses paa Plan XVII, sat i Forbindelse med Sibrønden. Idet Luften i Mellemrummet opvarmes af den varme Skorsten, stiger den tilvejrs og ventilerer derved Sibrønden.

Funktionærboligen, der er opført i 2 Etager af røde Mursten ligesom Hovedbygningen, indeholder to 4-Værelsers og fire 3-Værelsers Lejligheder for de to Maskinmestre, Maskinassistenten og de tre faste Fyrbødere. Som det vil ses paa Situationsplanen, har hver af Funktionærerne sin Have paa Stationens Grund.

Hele Pumpestationen er udført med en samlet Bekostning af ca. 850,000 Kr.

Nordre Pumpestation er anlagt paa en Grund paa Hjørnet af Østbanegade og Præstøgade, lige midt for Frihavnen. Paa Grunden er opført en Hovedbygning, indeholdende Maskin- og Kedelrum, Dampskorsten, Funktionærbolig og Redskabsskur. Anordningen er i det væsentlige som paa Hovedstationen; Sibrønden har dog en anden Konstruktion. Som det fremgaar af Plan XIX, er Sibrønden nemlig halvcirkelformet og anbragt ved Maskinrummets østre Gavl. Fra Brønden fører en Pumpekanal ind under Bygningen, og i denne ere Pumpernes Sugerør førte ned. Omstaaende Fig. 28 viser Stationen set udvendig fra.

Stationen, der er bygget 1893—94, er, som Plan XIX viser, monteret med tre ens Pumpemaskiner, der benyttes baade til Spildevands- og Regnvandspumpning. Da nemlig Vandmængderne, der skulle oppumpes, ere forholdsvis ringe (mellem $^1/_4$ og $^1/_5$ af Hovedpumpestationens), vilde den Besparelse, der kunde opnaaes i Anlægssummen ved Anvendelse af mindre økonomiske Regnvandspumper, være forsvindende. Man har derfor valgt ensartede Pumper, hvad der med Hensyn til Betjeningen ogsaa byder visse Fordele. Hver Pumpemaskine bestaar af en horizontal Compound Dampmaskine, hvis to Dampcylindre ligge ved Siden af hinanden, og to Stempelpumper. Dampfordelingen sker ved Ventilstyring. Hvert Dampstempel er direkte forbundet med et dobbeltvirkende Plungerstempel i en af Pumperne. Pumperne have ikke styrede Ventiler.

Hoveddimensionerne af Maskiner og Pumper ere:

Diameter af Højtrykscylinder	249 mm.
Diameter af Lavtrykscylinder	404 —
Slaglængde	814 —
Største indiceret Hestekraft	56.5
Diameter af Plunger	412 mm.
Diameter af Sugerør	389 —
Diameter af Trykrør (fælles f. 2 Pumper)	546 —
Omdrejninger pr. Minut	20—40

Med 40 Omdrejninger kan hver Maskine (to Pumper) oppumpe 9 Kbf. (0.28 cbm.) pr. Sekund. Da den største fremtidige Vandmængde er anslaaet til 27 Kbf., kræ-

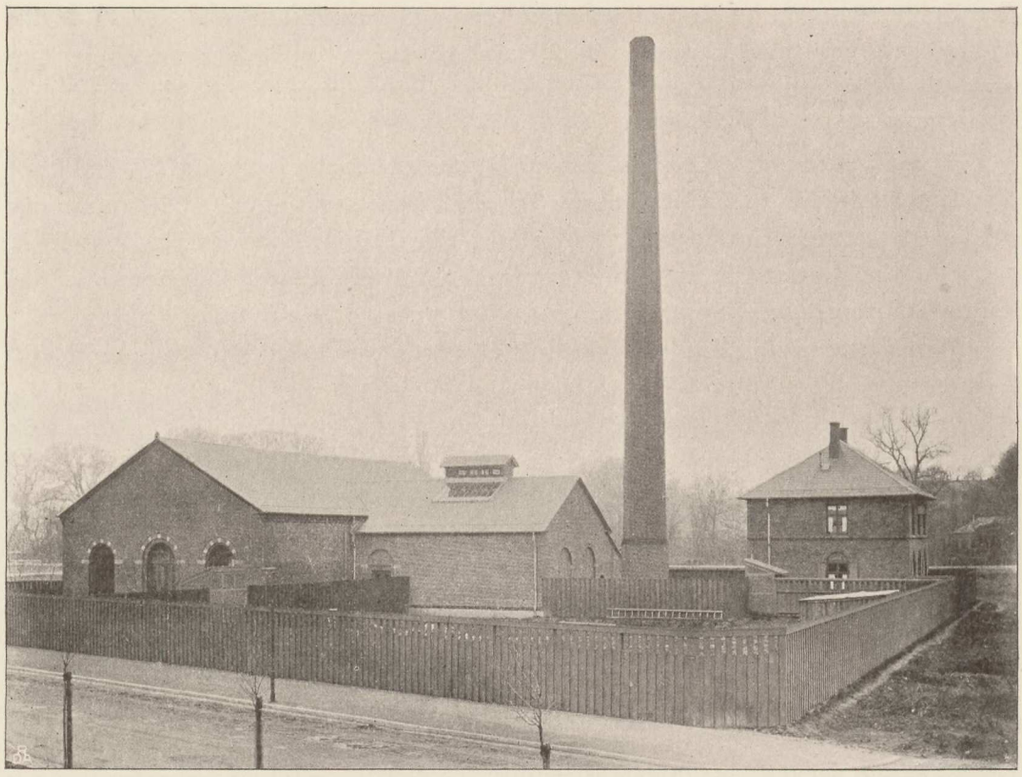


Fig. 28. Nordre Kloakpumpestation ved Strandboulevarden.

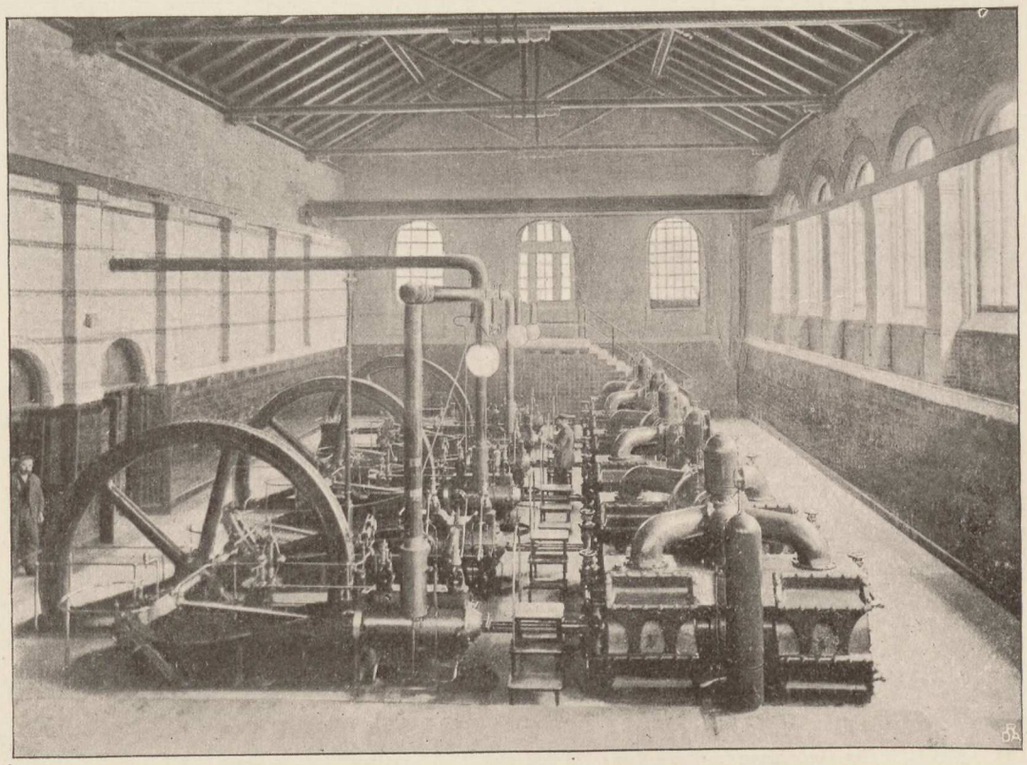


Fig. 29. Maskinrummet i Nordre Kloakpumpestation.

ves der altsaa til Oppumpning af denne 3 Maskiner, og naar den naaes, maa der derfor opstilles en fjerde Maskine til fornøden Reserve. Paa det nuværende Stadium ere to Maskiner fuldt tilstrækkelige til at magte Regnpumpningen. Foranstaaende Fig. 29 giver et Billede af Maskinrummets Udseende.

Maskinerne arbejde med Overfladekondensation. Kondensationsvandet tilføres gennem en 9″ (0.24 m.) Ledning fra Frihavnens Mellembasin, hvorimod Afgangsledningen er ført ud i en af de store Hjælpeledninger, der gaar lige forbi Stationen.

Kedelanlæget bestaar af to Vandrørsdampkedler af *Burmeister & Wains* Konstruktion, hver paa 700 □′ (70 □ m.) Hedeflade. Damptrykket er 10 Atmosphærer. I Kedelrummet er der Plads til at indlægge en tredie Kedel, naar Stationen skal udvides. Til Kedelanlæget hører en Fødevandsrenser af Bruuns Patent og to Worthington Fødepumper.

Stationen belyses ved Elektricitet, der frembringes af en Dynamo paa 65 Volt og 67 Ampère, trukken gennem Remtræk af en encylindret Dampmaskine.

Nordre Pumpestation har i Anlæg kostet ca. 360,000 Kr. Maskin- og Kedelanlæget er udført af *Aktieselskabet Burmeister & Wain* og konstrueret af Firmaets nuværende Maskindirektør *I. Knudsen*, der paa det daværende Tidspunkt var i Kommunens Tjeneste.

Vestre Pumpestation, der er beliggende ved den nye Godsbanegaard, umiddelbart ved Viadukten, der fører over denne, er endnu mindre end Nordre Pumpestation, idet de Vandmængder, den skal oppumpe, kun beløbe sig til $^2/_3$ af dem ved Nordre Pumpestation og mellem $^1/_6$ og $^1/_7$ af dem ved Hovedpumpestationen.

Paa Plan XX er Stationen fremstillet ved en Situationsplan samt Plan og Tværsnit af Hovedbygningen. Som det fremgaar af Situationsplanen, er der paa Grunden foruden Hovedbygningen opført en Funktionærbolig, et Folkerum samt et Redskabsskur. Inde paa Stationens Grund ligge Bygværkerne for den tidligere omtalte »Hartmannskloak«. De bestaa af et Overfaldskammer *O*, fra hvilket en stor $7^3/_4$′ (2.43 m.) tunnelformet Hjælpeledning under Regn fører Overløbsvandet ud til Vestre Gasværkshavn, medens Spildevandet gennem Regulatorkammeret *R* og en kort afskærende Ledning løber til Stationens *Sibrønd*, der er beliggende udenfor Hovedbygningens nordre Langvæg. Sibrønden er konstrueret og udført ganske efter de samme Principer som Hovedpumpestationens.

Stationens *Maskinanlæg* adskiller sig fra de andre Pumpestationers derved, at baade Spildevands- og Regnvandspumpning besørges af Centrifugalpumper, drevne ved direkte koblede Elektromotorer, der forsynes med Strøm fra det nærliggende kommunale Vestre Elektricitetsværk. Trods den ringere Økonomi, som Centrifugalpumper give, er denne Ordning dog fordelagtig, dels paa Grund af det simple og billige Anlæg og dels paa Grund af den ringe Betjening, det kræver. Naar Nordre Pumpestations Maskinanlæg ikke er udført paa samme Maade, ligger det i, at der ikke fandtes noget Elektricitetsværk paa Østerbro, da Stationen blev anlagt.

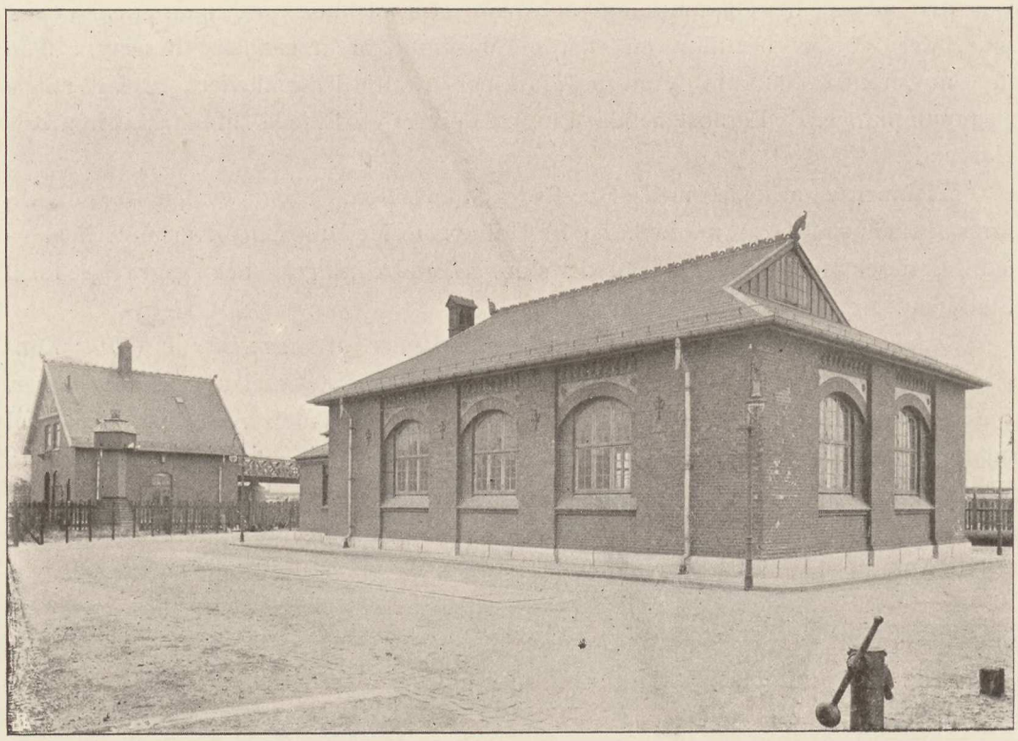


Fig. 30. Vestre Kloakpumpestation ved Godsbanegaarden.

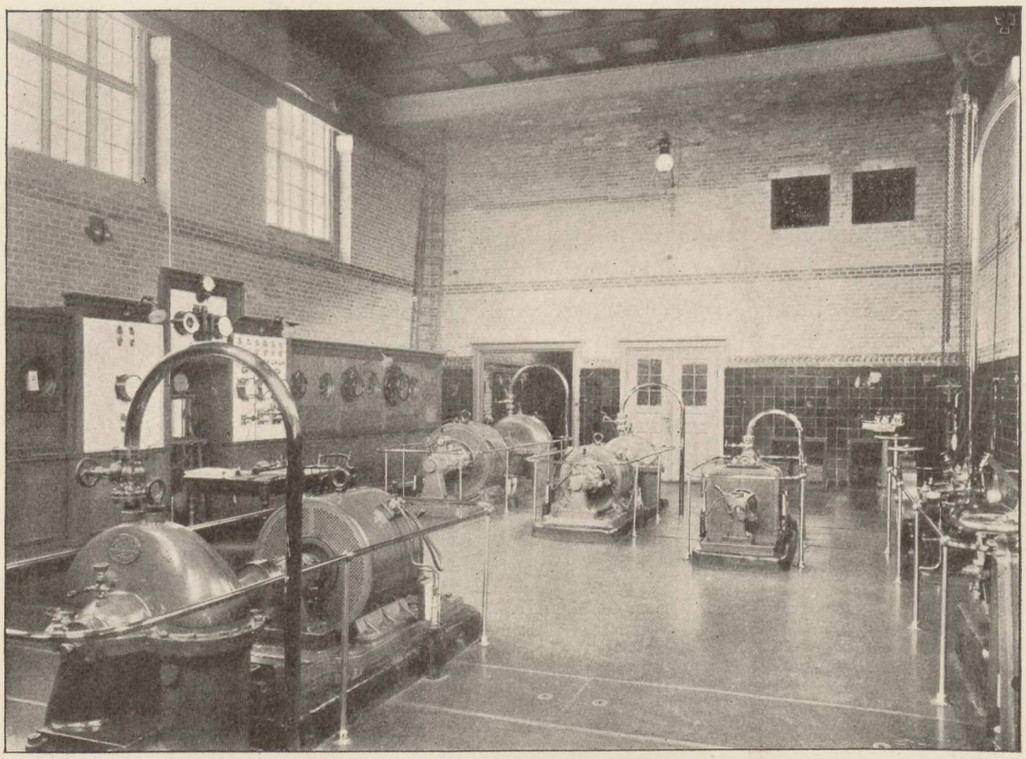


Fig. 31. Maskinrummet i Vestre Kloakpumpestation.

Som det vil ses paa Plan XX Fig. 1, er der opstillet følgende Pumper:

1 Pumpe (*A*),	der gør	520	Omdrejninger	pr. Min. og	oppumper	9.7 Kbf. (0.3 cbm.)	pr. Sek.
2 Pumper (*B*),	—	620	—	—	—	4.85 — (0.15 cbm.)	—
1 Pumpe (*C*),	—	780	—	—	—	1.6 — (0.05 cbm.)	—

De tilsvarende Elektromotorer ere paa respektive 53, 25 og 8 H. K. Desuden findes en Luftfortyndingspumpe *D*, der trækkes ved Rem af en 2 H. K. Elektromotor. Den tjener til at suge Vandet op i Centrifugalpumperne, naar de skulle sættes igang. Den lille Pumpe *C* bruges om Natten, naar Spildevandsmængden er ringe. En af Pumperne *B* er tilstrækkelig til at besørge Spildevandspumpningen om Dagen, medens den store Pumpe *A* maa anvendes under Regn. Naar Stationens Tilløb have naaet deres endelige Størrelse, maa der opstilles endnu en Pumpe som *A*. Paa foranstaaende Fig. 31 ser man de fire Pumper med Motorer. De store bøjede Rør, der ses paa Billedet, føre fra Pumperne til Luftfortyndingspumpen. De ere førte under Gulvet i de samme Kanaler, hvori Pumpernes Suge- og Trykrør ere lagte. Den paa Plan XX Fig. 1 viste Brønd *E* er en Drænbrønd, fra hvilken Vandet kan slippes ud i Sibrønden ved Aabning af en Skyder paa Forbindelsesledningen.

Stationen arbejdede oprindeligt med 220, nu med 440, Volts Spænding og er forbunden med Vestre Elektricitetsværk ved et direkte Kabel med Tværsnit 310 × 150 × 310 □ mm. Som Reserve er Stationen desuden forbunden med det nærmeste Knudepunkt paa Elektricitetsværkets almindelige Forsyningsnæt. Kablerne ere førte ind til *Strømbordet* (Reguleringstavlen), der er opstillet paa Maskinrummets ene Langvæg, og paa hvilken der findes Ampère- og Voltmetre, Afbrydere, Barometer m. m. Paa Siderne flankeres Bordet af Teaktræs-Skabe, indeholdende Regulerings- og Igangsætningsmodstande. Under Midten af Strømbordet findes en *selvregistrerende Vandstandsmaaler*, der bevæges af en Svømmer i Sibrønden. Svømmeren bevæger tillige Viseren paa et højt Vandstandsbrædt med tydelig Inddeling, der er anbragt paa Maskinrummets nordlige Væg. For at den Vagthavende ogsaa tydeligt i Mørke kan aflæse Vandstanden, er der til Viseren befæstet en Glødelampe. Lignende Vandstandsmaalere findes ogsaa paa de to andre Stationer.

Paa Grund af det simple Maskinanlæg og det ringe Personale, der kræves til dets Pasning, ere Stationens Bygninger kun smaa, som det vil ses paa foranstaaende Fig. 30. Bekostningen ved Anlæget af Stationen har da ogsaa kun været lidt over Halvdelen af, hvad Nordre Pumpestation kostede, uagtet Forholdet mellem de Vandmængder, der oppumpes paa de to Stationer, er som 2 til 3.

De tre automatiske Pumpestationer, to paa Slotsholmen, henholdsvis ved Holmens Bro og ved Bryghusbroen, og en i Nyhavn udfor Heibergsgade, ere i det væsentlige ens, idet dog, som tidligere nævnt, Stationen ved Bryghusbroen er overbygget med en lille Træpavillon, medens de to andre ere helt underjordiske. Pumpestationen i Nyhavn er tillige noget mindre end de to andre.

Paa Plan XXI er Pumpestationen ved Holmens Bro fremstillet. Den bestaar af en rund Betonbrønd, 10 Fod (3.1 m.) i Diameter, med en Sidenedgang *B*. Da

Tilløbene ligge i Kote ÷ 6.5′ (÷ 2.04 m.) og Bunden af Brønden i Kote ÷ 11.0′ (÷ 3.45 m.), er der et Beholderrumfang af ca. 350 Kbf. (11 cbm.). Brønden er delt tværs igennem ved en tredelt Rist (*R* paa Plan XXI Fig. 4), for hvilken der findes dobbelte False. Rummet foran Risten, i hvilket de to Tilløbsledninger udmunde, er overdækket med et Gulv *G*, der ligger lidt under dgl. Vande. I Rummet bag Risten er der forneden i Brønden opstillet to liggende 5″ (0.13 m.) Centrifugalpumper (Skruepumper) *P*, hvis Trykrør foroven i Brønden forenes til en 6″ (0.16 m.) Trykledning, der, som tidligere omtalt, er ført under Brodækket paa Holmens Bro over til den afskærende Ledning ved Holmens Kirke. Pumperne ere direkte koblede til to Elektromotorer *M* med lodret Axel, der ere opstillede foroven i Brønden paa en Konstruktion af Jærnbjælker, og som kunne betjenes fra Gulvet *G*. De ere indesluttede i vandtætte Støbejærnskasser. Motorerne, der ere paa 4.7 H. K., gøre 500 Omdrejninger ved 440 Volts Spænding, og Pumperne oppumpe da 0.83 Kbf. (26 Liter) pr. Sek. med ca. 20 Fods (6.3 m.) Løftehøjde.

Igangsætningen sker ved Hjælp af Svømmeren *S*, der slutter Strømmen, naar Vandet i Brønden er steget op i Højde med Indløbene, og atter afbryder den, naar Brønden er pumpet læns. Afbrydere, Modstande og Blysikringer ere indesluttede i vandtætte Kasser, der ikke ere viste paa Planen. Alle Ledninger i Brønden ere lagte af blyarmerede Kabler med særlig Isolation for at beskytte dem mod Fugtigheden.

Pumpestationen ved Holmens Bro har kostet ialt ca. 11,500 Kr.

Trykledningerne.

Trykledningen fra Hovedpumpestationen til Kongedybet har en samlet Længde af 8950 Fod (2.8 Kilometer), hvoraf 4350 Fod (1352 m.) paa Land og 4600 Fod (1443 m.) udenfor Kystlinien.

Trykledningen er dobbelt i hele sin Længde. En enkelt Trykledning maatte nemlig, for at Tryktabet i Ledningen, naar Tilløbene til Pumpestationen engang have naaet den fulde Størrelse, ikke skulde overskride en passende Grænse, bestemt af Hensyn til Pumperne og Driftens Økonomi, have saa store Dimensioner, at man med de nu forhaandenværende mindre Vandmængder vilde faa saa ringe Hastighed i Ledningen, at der vilde ske Afsætninger i den. For at undgaa dette har man da gjort Ledningen dobbelt, saa at man i Tørvejr kun benytter en af Ledningerne. Ledningerne paa Land have en indvendig Diameter af 48 Tom. (1.25 m.), medens Ledningerne udenfor Kysten ere 43 Tom. (1.12 m.). Med disse Dimensioner vil der inde ved Pumpestationen kræves en Trykhøjde paa ca. 26 Fod (8.2 m.) over dgl. Vande for at drive den beregnede største fremtidige Vandmængde ud gennem Ledningerne.

Ledningen paa Land er lagt af 1.25 m. Støbejærns Mufferør fra *compagnie générale des Conduites d'Eau* i *Liège*. Paa Plan XXII forneden Fig. 8 er fremstillet en Muffesamling, der er udført paa sædvanlig Maade med Hampepakning og Blystøbning. Den indvendige Fuge blev sat ud med en Blanding af Cement og Asfalt. Rørenes Godstykkelse var 21 mm., Nyttelængden 4 m. og Vægten af et enkelt Rør ca. 2.5 Tons. Den ringe Godstykkelse var fuldt tilstrækkelig for det ind-

vendige Tryk. Dette beløber sig nemlig kun til ca. 1 Atmosphære, medens Rørene ere prøvede med 9 Atmosphærers Tryk. Derimod medførte den, at Rørene ikke kunde taale et Tryk af 6 Fod (2 m.) Jord eller derover, medmindre der blev truffen særlige Foranstaltninger til at hindre den ved Trykket fremkaldte Formforandring af Rørene. Paa alle Steder, hvor Jordtrykket nærmede sig denne Grænse, blev Gravningen derfor i en Højde af 3 Fod fyldt med mager Grusbeton, saaledes som vist paa Plan XXII.

For hver 300 Fod (95 m.) ere Ledningerne forsynede med Renseaabninger (Mandehuller) omgivne af murede Brønde, som vist paa Plan XXII Fig. 1 og 2. Den yderste af disse (nærmest Kysten) er større end de andre, idet Mandehulsstykket

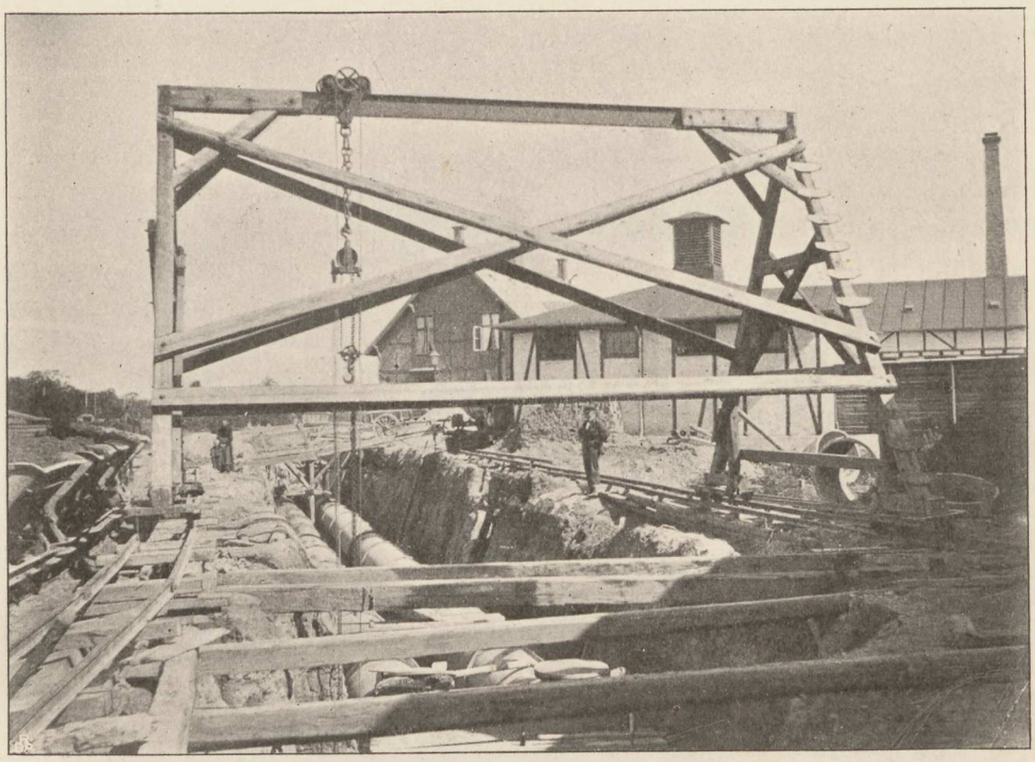


Fig. 32. Trykledningen langs med Kløvermarksvej under Udførelse.

her er udformet til et Afdæmningskammer med dobbelte False (Plan XXII Fig. 3, 4 og 5), for at man eventuelt skal kunne afdæmme Ledningen fra Søen. Da Ledningen her har sit højeste Punkt, findes der paa Siden af Afdæmningskammeret en Stuts til et 6″ Luftrør, hvorigennem Luften i Vandet kan undslippe. De to Luftrør ere førte ca. 26 Fod (8.2 m.) tilvejrs og omgivne med en Trækasse med Isolation til Beskyttelse mod Frost. Trykledningernes Forbindelse inde ved Pumpestationen med Pumpernes Trykrør er vist paa Plan XVII og omtalt under Beskrivelsen af Pumpestationen.

Ved Nedlægningen af Trykledningen i Land blev der benyttet en Portalkran, der kørte paa Spor paa begge Sider af den 20 Fod (6.2 m.) brede Gravning. Kranen ses paa ovenstaaende Fig. 32.

Ledningen udenfor Kysten er udført af Trærør lagte i en udgravet og senere tilfyldt Rende, saaledes at Rørene overalt ere dækkede af mindst 3 Fod (1 m.) Sand. Man har valgt Træ som Materiale, dels paa Grund af Holdbarheden og dels paa Grund af den lette Nedlægning. Trærør, der som disse altid ville være under Vand og ikke ere udsatte for Angreb af Pæleorm, have jo nemlig ubegrænset Varighed. Plan XXIII viser et Længdeprofil af Ledningen samt forskellige Længde- og Tværsnit af Ledningen og Udløbet.

Rørene ere byggede af 3″ (75 mm.) Planker af 1ste Sort amerikansk Pitch-Pine. Plankerne ere skaarne paa Kanten med Smig efter Rørets Radius. De sammenholdes med udvendige Ringe af Bøgetræ. Hver Ring bestaar af to 4 Tom. (105 mm.)

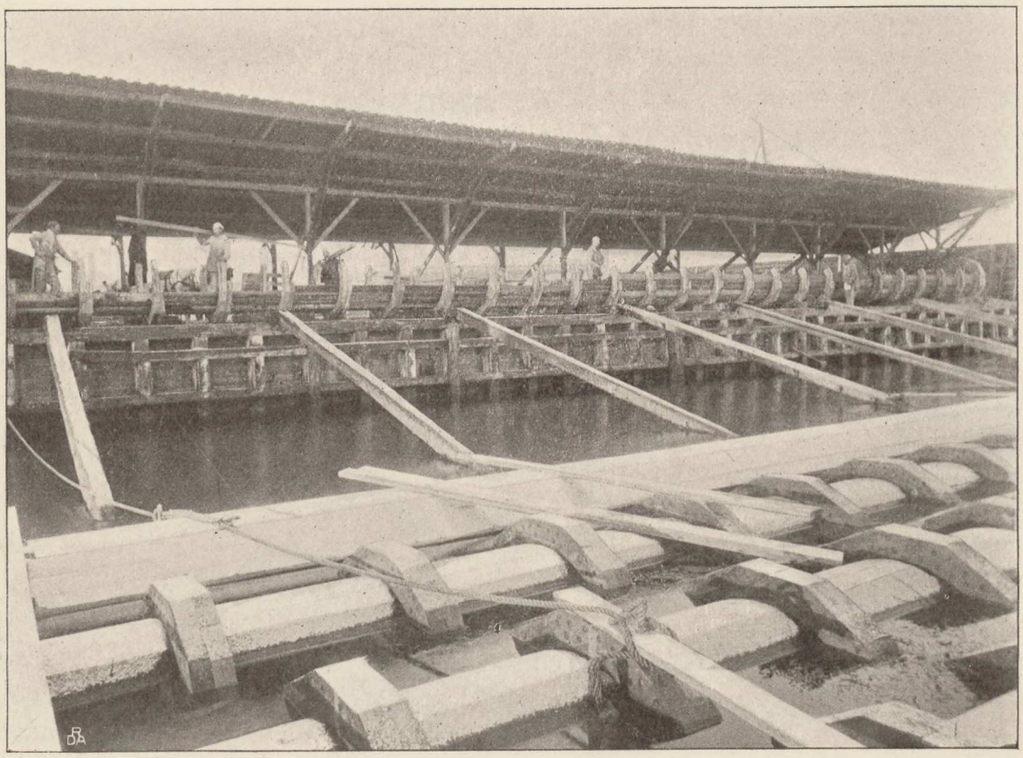


Fig. 33. Fremstilling af Rørstykker til Trælednigen i Kongedybet.

tykke Lag. I hvert Lag er der 6 Stykker, hvis Stød ere forsatte for hinanden. De to Lag sammenholdes med 1″ Nagler af Akacietræ, ialt 84 Stkr. i hver Ring. Afstanden mellem Ringene er 4 Fod (1.25 m.).

Rørene samles ved Muffer. Den yderste Ring paa den ene Ende af hvert Rør bestaar nemlig af to Lag, henholdsvis 4 og 8 Tom. (105 og 210 mm.) tykke, af hvilke det sidste rækker halvt ud over Enden af Røret, saa at der derved dannes en 4 Tom. dyb Muffe. Paa den anden Ende af Røret er den sidste Ring holdt 4 Tom. tilbage, saa at den frie Ende af Røret kan føres ind i det foregaaende Rørs Muffe.

Rørene bleve byggede paa Land ved Østre Gasværkshavn i Længder paa 100 Fod (31.4 m.). Ovenstaaende Fig. 33 viser Byggepladsen med et Rør under Bygning og en Del færdige Rør liggende i Vandet.

Ledningerne bleve, som nævnt, nedlagte i en 8 Fod (2.5 m.) dyb Rende i Havbunden. Inde paa det flade Vand, indtil en Vanddybde af ca. $4^1/_2$ Fod (1.4 m.), blev Renden udgravet under Tørlægning, indenfor en let Fangdæmning, dannet af den opgravede Fyld; længere ude foretoges Udgravningen med Uddybningsmaskine. Da Vanddybden ved den yderste Ende af Udløbet var 34 Fod (10.7 m.), maatte Renden her udgraves til en Dybde af 42 Fod (13.2 m.) under dgl. Vande. Ved den yderste Ende af Udgravningen traf man paa Tørvejord i en Dybde af ca. 40 Fod (12.8 m.). Laget blev af Geologer bestemt som en tydelig Ferskvandsdannelse, et Bevis for, hvormeget Terrænet her er sunket, siden Tørven blev dannet (se Danmarks geologiske Undersøgelse, III. Række, Nr. 2, pag. 242—43).

Nedlægningen af Trærørene foregik ved Hjælp af en 80 Fod (25 m.) lang Pram, der er fremstillet paa Plan XXII Fig. 1 og 2 foroven. Prammen var rigget med to langskibs Udlæggere *A* i hver Ende og to tværskibs *B* paa hver Side. Rørene bleve bugserede fra Østre Gasværkshavn ud til Arbejdsstedet og lagte ved Siden af Prammen, efter at de først vare forsynede med to »Lommer« *C*, dannede af Bræder, spigrede uden paa Rørets Ringe. Naar Rørene kom paa Siden af Prammen laa de i Stillingen *D* (Fig. 2) med Lommen opad. For at faa denne vendt, blev der lagt Stropper om Rørene paa en saadan Maade, at man ved at hugge Tallierne under Udlæggerne *B* i Enden af Stroppen og hive op i dem fik Røret vendt i den rigtige Stilling *E*. Der blev nu fyldt Sand i Lommerne til Røret akkurat kunde synke. Samtidigt vare Tallierne under Udlæggerne *A* huggede i Stropperne, saa at Rørene, efter at de vare sunkne ned under Prammen, kom til at hænge i Stillingen *F*, hvorfra de efterhaanden bleve firede omtrent helt ned til Bunden. Prammen, der laa med 6 Drægankere ude, blev nu halet overlang til Enden af Rørene stødte mod de allerede lagte Rørs yderste Ende. Denne blev hævet lidt ved Hjælp af Tallier, hvorpaa Røret af Dykkere blev ført ind i Muffen. For at tætte Muffesamlingen havde Dykkeren iforvejen i Bunden af Muffen lagt en $1^1/_2$ Tom. tyk Pølse af løst tjæret Garn.

Udløbene (Plan XXIII Fig. 2 og 3) dannes ved, at den yderste Rørlængde af hver Ledning paa en Længde af ca. 27 Fod (8.5 m.) er aabnet i Toppen. Over Aabningen er der bygget to konvergerende Vægge, der foroven lade en 6 Tom. (16 cm.) vid Spalte fri. Udløbets Sidevægge ere for hver 4 Fod (1.25 m.) afstivede ved Tværvægge af svært Tømmer, der indgaa som tredie Lag i de udvendige Ringe om Røret. Udløbet er hævet lidt over den omgivende Havbund og beskyttet af en Kastning af Beton i Sække. Som allerede tidligere omtalt er den nordlige Ledning ført saa meget længere ud end den sydlige, som Udløbet er langt, for at Havstrømmen, der løber tværs paa Rørenes Længderetning, kan faa saa stor en Angrebsflade paa Spildevandsstrømmen som muligt.

Arbejdet med Nedlægningen af Trærørene tog ialt ca. 100 Arbejdsdage, men paa mange af disse maatte man ligge stille paa Grund af Vind og Strøm. Saalænge man var i Læ af Kysten, kunde der gennemsnitlig lægges 4 Rørlængder om Dagen, men længere ude kunde der kun lægges to, naar Vejret var godt. Hele Arbejdet med Udgravning og Nedlægning blev udført

af Entreprenør *N. C. Monberg,* medens Trærørene bleve byggede af *Aktieselskabet Oscar Køhler.*

Efter at Ledningerne vare tagne i Brug, viste der sig efterhaanden en Del mindre Utætheder paa den inderste Strækning, hvor Trykket er størst. Disse Utætheder skyldes ikke Samlingerne, der som Regel synes at være tætte og gode, men snarere, at Plankerne fjedre en lille Smule mellem Ringene, hvorved Fugerne imellem dem aabne sig ganske lidt. De fine Vandstraaler, der pine sig ud herigennem, samle sig foroven og bane sig Vej op gennem Sandet. Man valgte det fede amerikanske Fyrretræ til Materiale for Rørene, fordi man var bange for, at almindeligt Fyrretræ skulde bulne saa stærkt ud i Vandet, at det kunde sprænge Ringene, men man mente dog, at ogsaa Pitch-Pine vilde udvide sig saa meget, at Rørene derved bleve helt tætte. Dette synes imidlertid ikke at have været Tilfældet. Et andet Forhold, der muligt har medvirket til at gøre Rørene noget utætte, er det, at de paa Grund af deres meget store Længde arbejdede stærkt, naar de vare udsatte for Søgang under Bugseringen, saa at Planker og Ringe forskøde sig lidt og maatte rettes inden Nedlægningen. Den store Længde af Rørene blev valgt, fordi man ansaa Samlingerne for det vanskeligste Punkt ved Arbejdet, og derfor tilstræbte at faa saa faa som muligt af dem. Havde man vidst, at Samlingerne vilde volde saa lidt Besvær, som de gjorde, burde Rørene hellere have været byggede i kortere Længder, og Erfaringerne for Udløbsledningen fra Nordre Pumpestation tale for, at man vistnok fuldt saa godt som Pitch-Pine kunde have anvendt almindeligt godt Fyrretræ. For at hindre Plankerne i at fjedre sig, har man nu paa den inderste Strækning nærmest Land efterhaanden inddæmmet Ledningen og udgravet den saa dybt som muligt og derefter omstøbt den med Grusbeton mellem lette Spunsvægge, og herved ere efterhaanden de væsentligste Utætheder fjærnede.

Hele Trykledningen har kostet ca. 880,000 Kr., og heraf falder de 400,000 Kr. paa Ledningen i Land og 480,000 Kr. paa Ledningen udenfor Kysten.

Trykledningen er afmærket ved to Baaker i Land, der holdte over Et angive dens Retning. Om Natten brænder der en grøn Lanterne paa hver Baake. Desuden er Udløbet betegnet ved en Vager med Koste, og mellem Vageren og Land er der udlagt 3 Bøjer over Ledningen.

Trykledningen fra Vestre Kloakpumpestation har en Længde af 1820 Fod (572 m.). Den er ligeledes dobbelt og er lagt af 21 " (0,533 m.) Støbejærns-Mufferør fra *Hauts-Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson.* Som det vil ses paa Oversigtskaartet, er Ledningen lagt uden om den gamle Gasværkshavns Svajebassin, dels for at undgaa at fundere under Ledningen og dels for at kunne lægge den, inden den gamle Gasværkshavn blev fyldt. Den har to Højdepunkter, hvor den passerer de to Hjælpeledninger udfor Viktoriagade og inde paa Pumpestationens Grund. Begge Steder er der Luftrør til Udluftning af Vandet. Kassen om Luftrøret inde paa Pumpestationen er benyttet til Anbringelsen af et Dueslag, der ses paa Fig. 30.

Trykledningen fra Nordre Pumpestation. Den endelige Trykledning fra Pumpestationen til den afskærende Ledning i Toldbodvej er, som før nævnt, foreløbigt

opgiven. Den midlertidige Trykledning, der fører mod Nord ud forbi Kalkbrænderifortet, bestaar paa Land af en 27″ eng. (0.686 m.) Ledning af Støbejærns-Mufferør, medens Ledningen i Vandet bestaar af en kvadratisk Trækasse med 24 Tom. (0.63 m.) Sidelinie. Den udmunder paa 10 Fod (3.1 m.) Vanddybde. Udløbet bestaar af en enkelt opadvendende Aabning, der er ført noget op over Havbunden.

IV.

SLUTNING

Udførelsen af de i det foregaaende beskrevne Kloakanlæg blev af Magistratens 4de Afdeling, under hvem Byens Kloakvæsen sorterer, overdraget til *Stadsingeniørens Kontor,* hvis daværende Chef, *Ch. Ambt,* havde foretaget alle Forarbejder og Projekteringer lige fra den første Begyndelse, og ogsaa naaede i alt væsentligt at faa Udførelsen afsluttet, forinden han fra 1ste August 1902 gik over i Statens Tjeneste som Generaldirektør for Statsbanedriften.

Udførelsen faldt i to Afsnit, idet Nordre Pumpestation med tilhørende Ledninger, som tidligere berørt, maatte udføres før den øvrige Del af Planen. Arbejdet paa dette Afsnit blev paabegyndt i Sommeren 1892 og var afsluttet i Begyndelsen af 1894, da Pumpestationen blev tagen i Drift. Under denne Periode var den daglige Ledelse af Arbejderne af Stadsingeniøren betroet til nuværende Afdelingsingeniør ved Kjøbenhavns Vej- og Kloakanlæg *V. Nohr.*

Derefter hvilede Arbejdet i tre Aar, indtil den første Bevilling blev given i Februar i 1897. Et halvt Aarstid forinden var man dog begyndt paa de store Hjælpeledninger ved Godsbanegaarden, til hvilke der ingen Bevilling krævedes, da de skulde betales helt af Statsbaneanlægene, og deres Udførelse ikke kunde udsættes længere af Hensyn til Statsbanernes Arbejder. Men efter at Bevillingen var given (se nærmere herom pag. 7), blev Arbejdet nu optaget med fuld Kraft. Der blev oprettet Anlægskontorer ved Godsbanegaarden og paa Amager, begge Steder paa de fremtidige Pumpestationers Plads, og i Løbet af kort Tid blev der taget fat paa tre Strækninger af de afskærende Ledninger, nemlig Strækningen fra Belvedere til Vestre Gasværk, Strækningen fra Slagtehusene til Indløbet til den gamle, nu tilfyldte, Tømmergrav (der laa mellem Vestre Hospital og Havnen) og Strækningen langs med den dækkede Vej paa Amager, medens samtidigt Arbejdet ved Hjælpeledningerne ved Godsbanegaarden blev fortsat. De fleste af disse Arbejder bleve afsluttede i Begyndelsen af 1898. Opmærksomheden var særligt rettet mod at faa det vestre System og Strækningen fra Slagtehusene til den gamle Tømmergrav helt færdige, saa at de kunde tages i Brug, da det paa Grund af de fremadskridende Arbejder

ved Godsbanegaarden efterhaanden blev meget vanskeligt at opretholde de gamle Udløbsforhold paa denne Strækning. Der blev derfor taget fat paa Udførelsen af Vestre Pumpestation, og da Forbindelsen over Havnen til Amager og Pumpestationen paa Kløvermarksvej ikke kunde ventes færdige i de første Aar, blev der endvidere opført en interimistisk Pumpestation (*I P* paa Oversigtskaartet) ved Indløbet til den gamle Tømmergrav. Denne Pumpestation, der var monteret med en 16 Tom. og en 13 Tom. Centrifugalpumpe med direkte koblede Højtryks-Dampmaskiner og to Lokomobilkedler i et Træskur, pumpede Vandet ud i Havnen lige ved Pumpestationen. Den kom i Drift i Løbet af Sommeren 1898 og befriede derved den gamle Gasværkshavn for sine Tilløb, saa at den helt kunde tilfyldes. Vestre Pumpestation blev derimod først færdig i April 1899, samtidigt med at Trykledningen fra Stationen til den afskærende Ledning ved Slagtehusene blev fuldført.

Paa Amager Siden var der i 1898 bleven begyndt paa Udgravninger og Funderinger til Hovedpumpestationen samt paa den afskærende Hovedledning fra Christianshavns Kanal til Pumpestationen, hvilke Arbejder bleve afsluttede i Begyndelsen af 1899. Kort efter indtraf den store Lock-out, der sinkede Arbejdet betydeligt, idet hele den bedste Sommertid gik tabt. Det lykkedes dog i 1899 at faa nedlagt Trækledningen i Kongedybet, samt en stor Del af Trykledningen langs med Kløvermarksvej, medens man paa Byens Side fik udført de afskærende Ledninger mellem den gamle Tømmergravs Indløb og Frederiksholms Kanal, samt endvidere paabegyndt Forarbejderne til Dykkeren ved Langebro og til Anlægene i den indre By, hvortil der (se pag. 7) var givet Bevilling i Slutningen af 1898.

I Aaret 1900 naaede Arbejdets Omfang sit Højdepunkt, idet det lykkedes at udføre følgende Arbejder: Tunnelarbejdet under Havnen med Rørlægningen, Nedlægningen af Dykkeren under Nyhavn samt sidst paa Aaret Dykkeren ved Langebro, Udførelsen af Dykkeren under Christianshavns Kanal med tilhørende Bygværker, endvidere Sibrønden og Bygningerne paa Hovedpumpestationen og Størstedelen af Maskinanlæget sammesteds, Resten af Trykledningen langs med Kløvermarksvej, de afskærende Ledninger fra Peder Skrams Gade til Toldbodvej og endelig den afskærende Ledning i Overgaden oven Vandet paa Christianshavn.

Det, der herefter stod tilbage, var ikke meget. Tidligt paa Aaret 1901 blev Dykkeren ved Langebro udstøbt med Cement, og Bygværkerne gjorte færdige, saa at Forbindelsen til Amager kunde etableres. Endvidere blev Maskinanlæget paa Hovedpumpestationen fuldført, og efter at der var foretaget en Del foreløbige Pumpeforsøg, blev *Stationen tagen i Drift den 1ste Juni 1901.* Hermed var Spildevandets Afskæring fra Havnen i det væsentlige etableret, idet de Strækninger, der endnu ikke vare afskaarne, vare faa og uden større Betydning. Af dem blev forøvrigt i Aarets Løb i det væsentlige fuldført: Strækningen fra Peder Skrams Gade til Frederiksholms Kanal og de afskærende Ledninger i Overgaden neden Vandet og i Strandgade og Brogade.

I Aarene 1902 og 1903 ere endelig de automatiske Pumpestationer paa Slotsholmen og i Nyhavn med tilhørende Ledninger blevne udførte og hermed ere Anlægene i det væsentlige afsluttede.

Pumpestationen ved Holmens Bro blev tagen i Drift den 1ste Oktober 1902,

Stationen ved Bryghusbroen den 1ste Januar 1903 og endelig Stationen i Nyhavn den 1ste April 1903.

Under hele det sidste Afsnit af Arbejdet fra 1896 til Afslutningen har Ingeniør *O. K. Nobel* haft den daglige Ledelse af Arbejderne under Stadsingeniøren.

Efterhaanden som Anlægene ere blevne færdige, er Driften af dem bleven overtagen af *Direktoratet for Kjøbenhavns Vej- og Kloakanlæg.*

Alle Arbejderne ere blevne udførte ved Hjælp af Entreprenører med Undtagelse af Ledningerne paa Slotsholmen samt Jord- og Betonarbejdet ved de tre automatiske Pumpestationer, der ere udførte ved Kommunens egne Folk. I det Foregaaende er nævnt de Entreprenører, der have udført de større Arbejder, til hvilke der knytter sig særlig Interesse. Men foruden dem have næsten alle Byens større Entreprenørfirmaer haft større eller mindre Strækninger af Ledningerne i Entreprise. Det bør fremhæves, at alt Arbejde er udført af danske Firmaer.

Hvad Bekostningen ved Udførelsen af Anlægene angaar, da kan denne for Øjeblikket ikke angives nøjagtigt. Hidtil ere nemlig kun Regnskaberne vedrørende de først udførte Arbejder ved Frihavnen og Godsbanegaarden afsluttede, medens Regnskabet for de øvrige Anlæg ikke har kunnet afsluttes, da der endnu mangler forskellige mindre Efterarbejder, saasom Reparation af Brolægning i Gader o. desl. Opgives den samlede Bekostning imidlertid som nedenfor angivet, vil Fejlen ikke være større end, at den ingen Betydning vil have — undtagen rent regnskabsmæssigt — ved Bedømmelsen af Anlægenes Omfang.

Afskærende Ledninger med Pumpestation og Trykledning ved Frihavnen	Kr.	616 988.07
Afskærende Ledninger med Pumpestation ved Godsbanegaarden .	—	509 143.43
Afskærende Ledninger med Pumpestationer og Trykledninger samt særlige Bygværker for den indre By med Christianshavn og Slotsholmen . . . . . ca.	—	4 399 868.50
Ialt ca.	Kr.	5 526 000.00

I ovenstaaende Summer er medregnet Udgifterne til Erhvervelsen af det fornødne Areal til Nordre Pumpestation fra Kjøbenhavns Havnevæsen, derimod intet for Værdien af Arealerne til de øvrige Pumpestationer. For vestre Stations Vedkommende blev Arealet stillet til Raadighed af Statsbaneanlægene, og Hovedpumpestationen er opført paa et Kommunen tilhørende Areal.

Som allerede tidligere anført er der samtidigt med de afskærende Ledninger ved Frihavnen og Godsbanegaarden bleven udført forskellige Hjælpeledninger som Forlængelse af forskellige existerende Kloaker over de ved disse to Anlæg foranledigede nye Landdannelser. Hertil er medgaaet:

Ved Frihavnen	Kr.	174 552.63
— Godsbanegaarden . .	—	374 581.83
Ialt . .	Kr.	549 134.46

Da en stor Del af Anlægene bleve nødvendige som en naturlig Følge af de Forandringer, der skete ved Kystlinierne i Anledning af Frihavnens og Godsbanegaardens Udførelse, har Kjøbenhavns Havnevæsen og Statsbaneanlægene deltaget i Udgifterne. Kjøbenhavns Kommune har paa denne Maade ialt faaet refunderet et Beløb af Kr. 1 289 733.30, deraf Kr. 445 946.14 for Hjælpeledninger.

Desuden have Statsbaneanlægene ved Frihavnen afholdt Omkostningerne ved Forstærkninger af diverse Ledninger under Jærnbanesporene, ialt Kr. 7 268.82, hvilken Sum ikke er indbefattet i den ovenfor angivne Bekostning, ligesom enkelte Strækninger af Hjælpeledningerne over Godsbanegaardens Terræn ere udførte som aabne stensatte Grøfter ved Statsbaneanlægenes Foranstaltning og paa disses Bekostning. Udgifterne ved disse Strækninger indgaa derfor heller ikke i ovennævnte Summer.

De store Kloakanlæg, der skulde tilvejebringe Spildevandets Afskæring fra Havnen ere altsaa afsluttede, og det maa siges, at Anlægene fuldt ud have løst de Opgaver, der stilledes, nemlig at forbedre de sanitære Forhold i Havnen og lede Byens Spildevand ud til et Sted, hvor det ingen Ulemper vilde volde for Byen og dens Indbyggere.

Forandringen i Havnen er paafaldende, hvad enhver, der kan erindre Forholdene, som de vare for 5 Aar siden, vil kunne overbevise sig om. Selv i Kanalen er Vandet nu altid rent og klart, saa at man som oftest ser Bunden, noget der tidligere kun hændte med Aars Mellemrum under særlige Strømforhold. Og Udløbet i Kongedybet har, som allerede omtalt, fungeret i to Aar, uden at der er sporet nogen som helst Ulempe deraf.

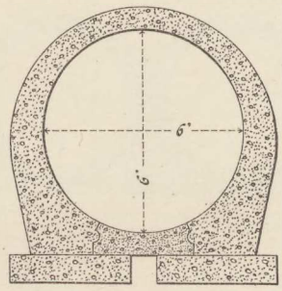
Med Udførelsen af disse Anlæg ere Kloakforholdene for Størstedelen af det gamle Kjøbenhavn og Frederiksberg formentlig ordnede for en overskuelig Fremtid. Men udenfor det behandlede Areal er der fremstaaet nye Kvarterer, der navnlig ved de sidste Aars Indlemmelser af Nabokommunerne ere forøgede med betydelige Arealer. At tilvejebringe en ordnet Vandafledning for disse vil være den næste store Opgave for Kjøbenhavns Kloakvæsen. De første Skridt hertil ere gjorte ved Anlæget af Kloakværket paa Scherfigsvej ved Strandvejen med Udløbsledning i Sundet samt ved Paabegyndelsen af Hovedkloaken for Brøndshøj-Vandløse med foreløbig Udmunding i Harrestrup Aa. Men for den aller største Del af Arealerne befinder Sagen sig endnu paa Forberedelsens Standpunkt, og det vil blive Fremtidens Sag at løse de her henhørende Spørgsmaal muligvis under udstrakt Anvendelse af de i de sidste Aar fremkomne nye Metoder til Rensning af Kloakvandet.

AXEL E. AAMODT, KJØBENHAVN.

---------- *Husvands Cloaker.* ---------- *Overfladevands Cloaker.*

P1. I.

Fig. 1
Tværsnit af 6' cirkelf. afsk. Ledning



5¾' cirkelf. afsk. Ledning – med Nedgangsbrønd

Fig. 2
Tværsnit

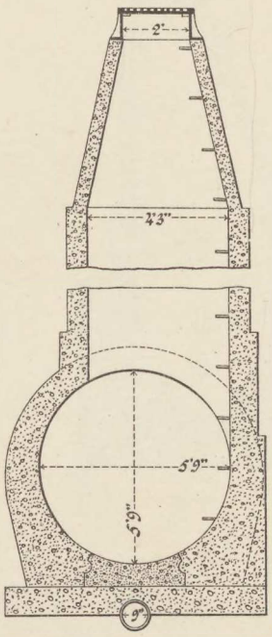
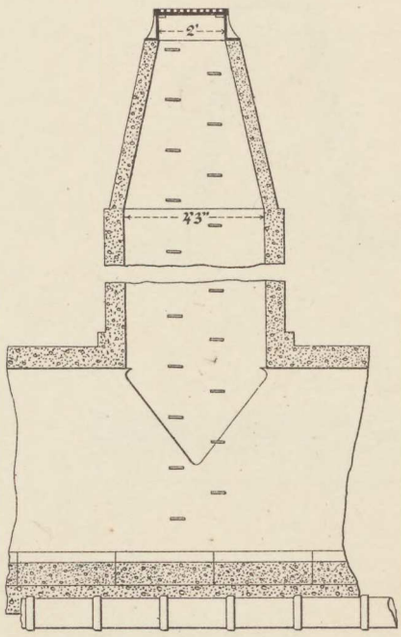
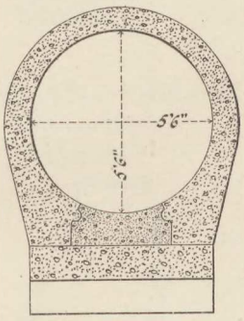


Fig. 3
Langdesnit



5½' cirkelf. afsk. Ledning –
Fig. 4
Tværsnit –



4½' cirkelf. afsk. Ledning m. sp. Bd. – med Nedgangsbrønd

Fig. 6 –
Tværsnit

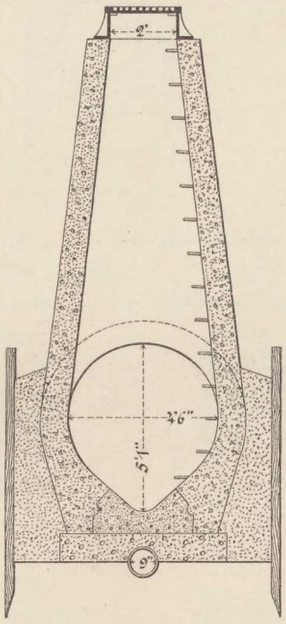


Fig. 7
Langdesnit

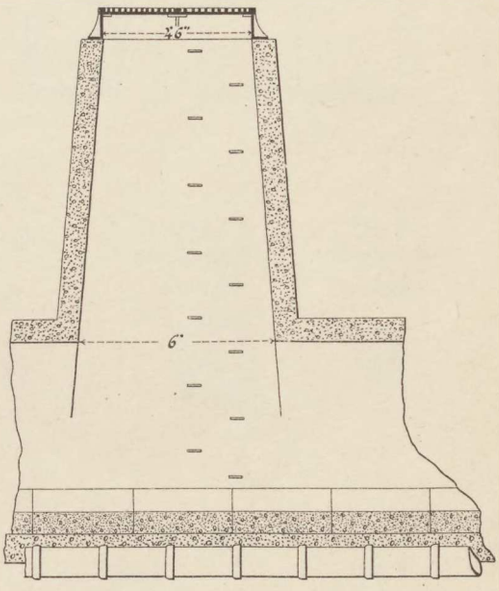


Fig. 5
Langdesnit

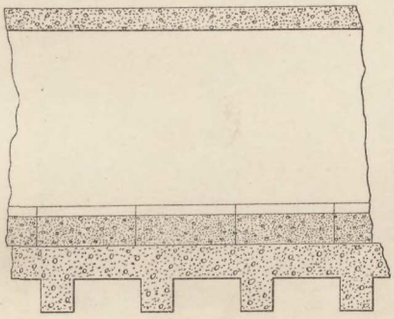
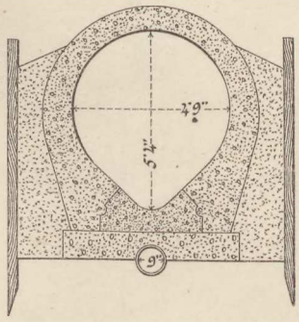


Fig. 8
Tværsnit af 4¾' cirkelf. afsk. Ledning
m. sp. Bd.



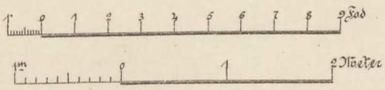


Fig. 9
Tværsnit af 4¼' cirkelf. afsk. Ledning
m. sp. Bd.

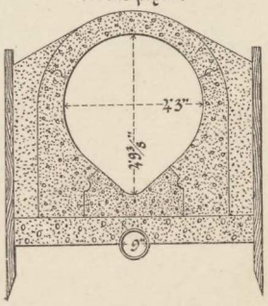
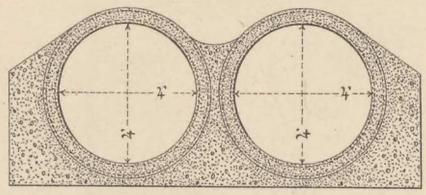


Fig. 1
Tværsnit af 4+4' cirkelf. Ledning
Betonrør



4' cirkelf. afsk. Ledning med op. Bd. - med Bedgangbrønd

Fig. 2
Tværsnit -

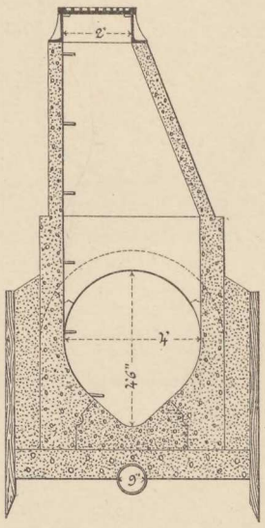


Fig. 3
Længdesnit -

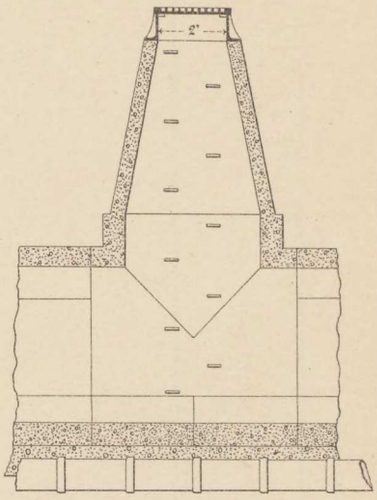


Fig. 4
Tværsnit af 3' cirkelf.
afsk. Ledn. m. op. Bd.

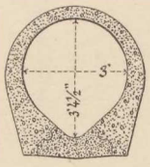
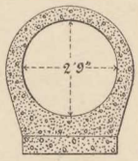
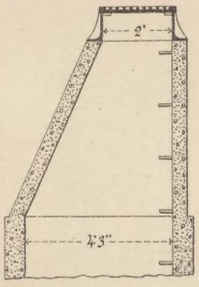


Fig. 5
Tværsnit af 2¾' cirkelf.
afsk. Ledn.



2½' cirkelf. afsk. Ledn. m. op. Bd. - med
Bedgangbrønd
Fig. 6. Tværsnit -



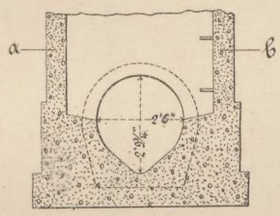


Fig. 7, Snit a - b

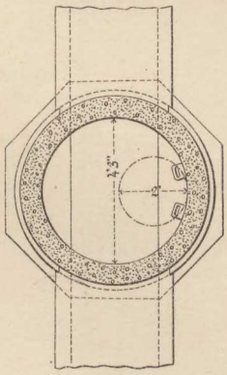
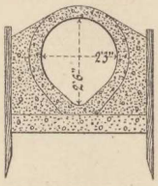


Fig. 8
Tværsnit af 2'3' cirkelf. afsk. Ledn.
m. op. Bd.



2'3' cirkelf. afsk. Ledn. m. op. Bd.

Fig. 9
Tværsnit -

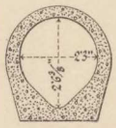


Fig. 10
Længdesnit

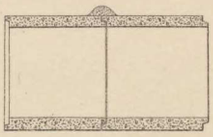


Fig. 11
15' cirk. afsk. Ledn. m. op. Bd.
Pælefundament

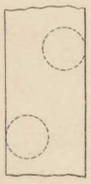
Fig. 13
- 15' cirk. afsk. Ledn. m. op. Bd.
Svært Profil
Betonfundament

Fig. 17
21' cirk. afsk. Ledn.
m. op. Bd.

Fig. 18
12' cirk. afsk. Ledn.
- m. op. Bd.

Fig. 12
Plan af Fundament

Fig. 14
Plan af Fundament



2' cirkelf. afsk. Ledn. m. op. Bd.

Fig. 15
set fra Enden

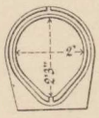
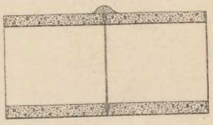
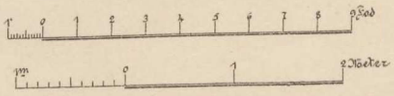


Fig. 16
Længdesnit





Skyllebygværk

Fig. 1 Længdesnit c-d

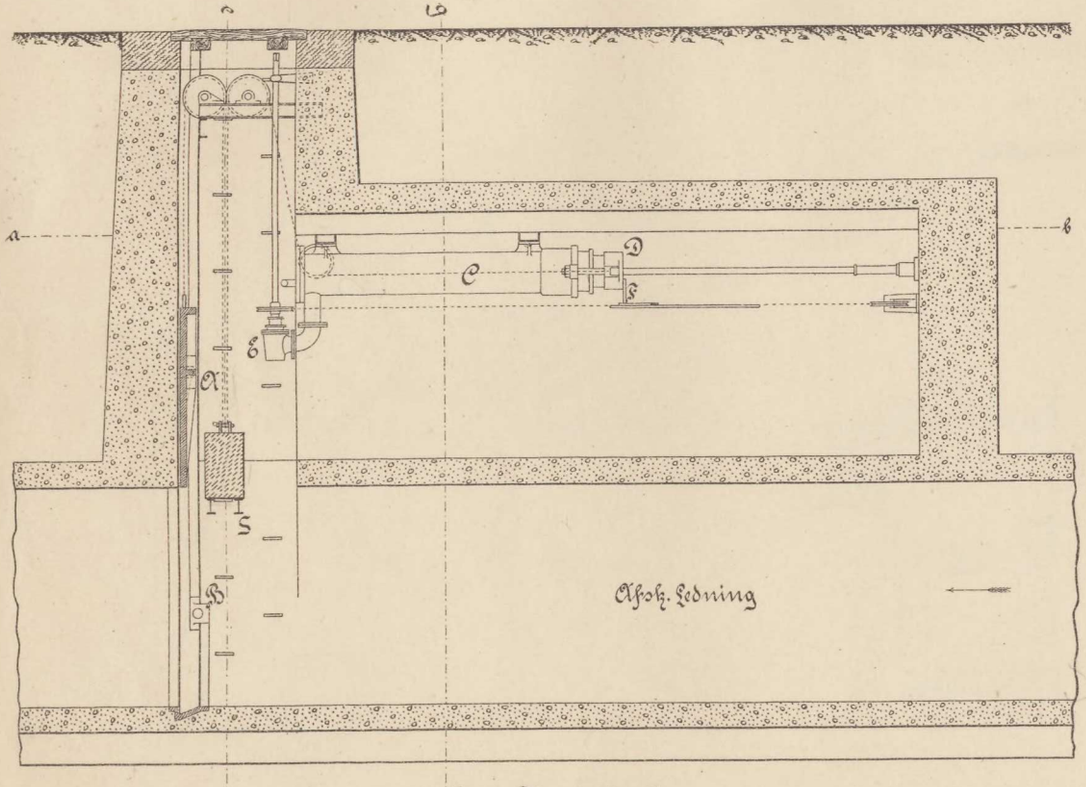


Fig. 2 Tværsnit g-h

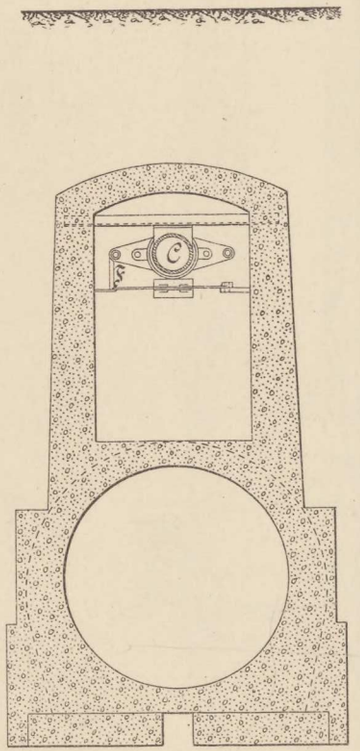


Fig. 3 Tværsnit e-f

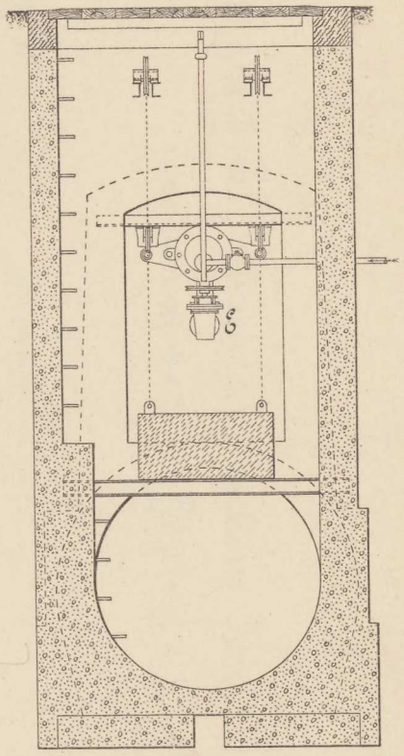
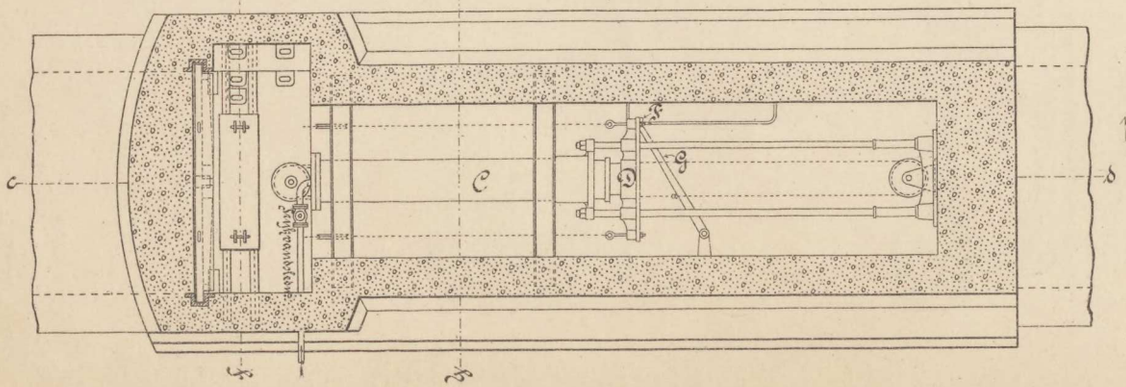
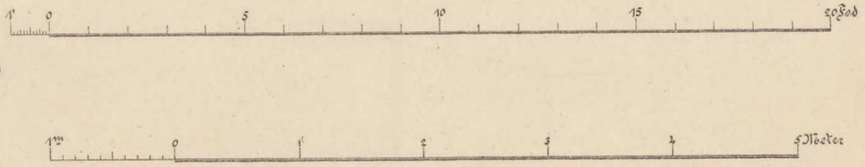


Fig. 4 Plansnit a-b





Axel E. Aamodt, Kjøbenhavn.

Pl. IV.

Bygværk ved Forbindelsen mellem Niels Juels Gades Kloak og den afskærende Ledning i Havnegade

Fig. 1
Længdesnit a-a

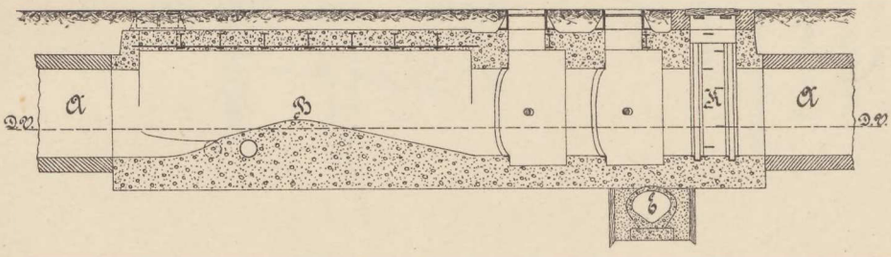


Fig. 2 –
Tværsnit b-b

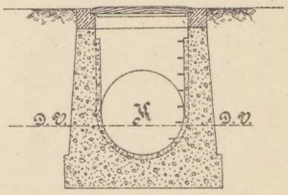


Fig. 3
Plansnit

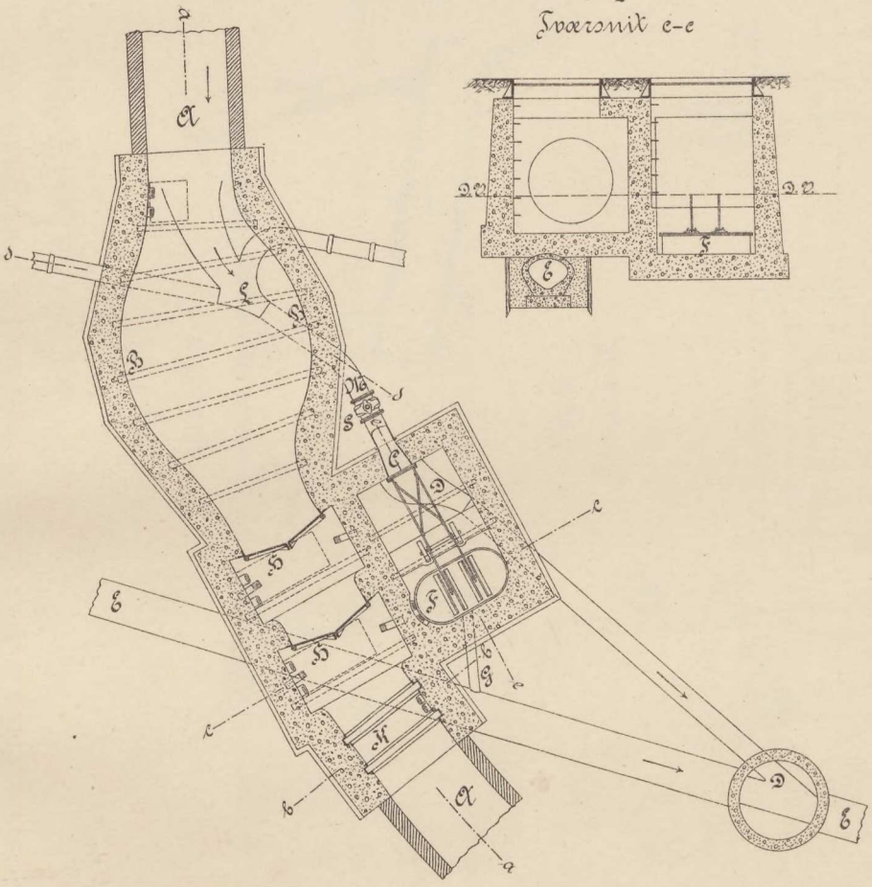


Fig. 4
Tværsnit c-c

Fig. 5
Tværsnit d-d

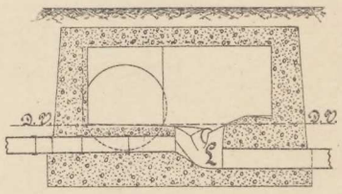
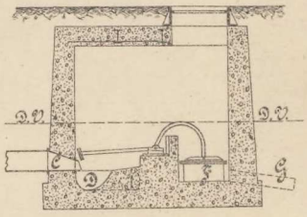


Fig. 6
Tværsnit e-e



Bygværk ved Forbindelsen mellem Sophiegades Kloak og den afskærende Ledning i Overgaden oven Vandet

Fig. 1
Længdesnit a-a

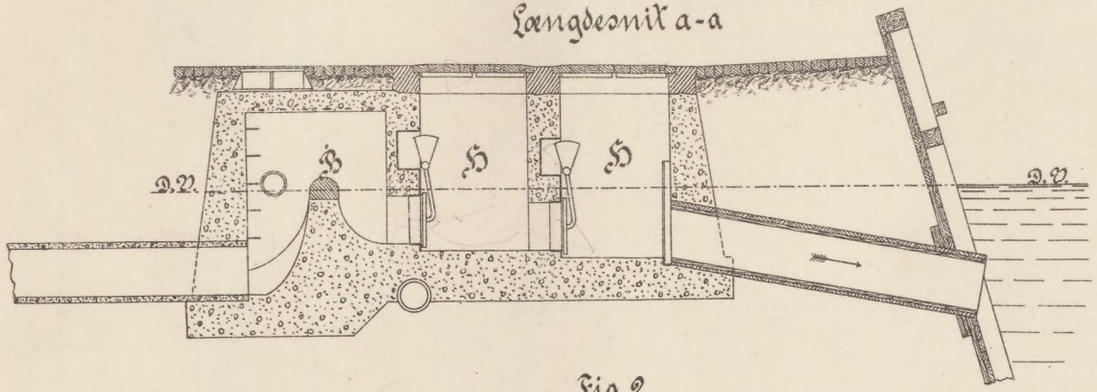


Fig. 3
Tværsnit b-b

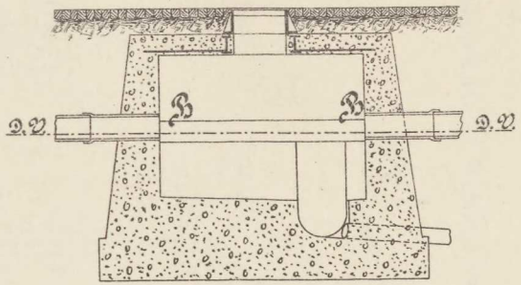


Fig. 2
Plansnit

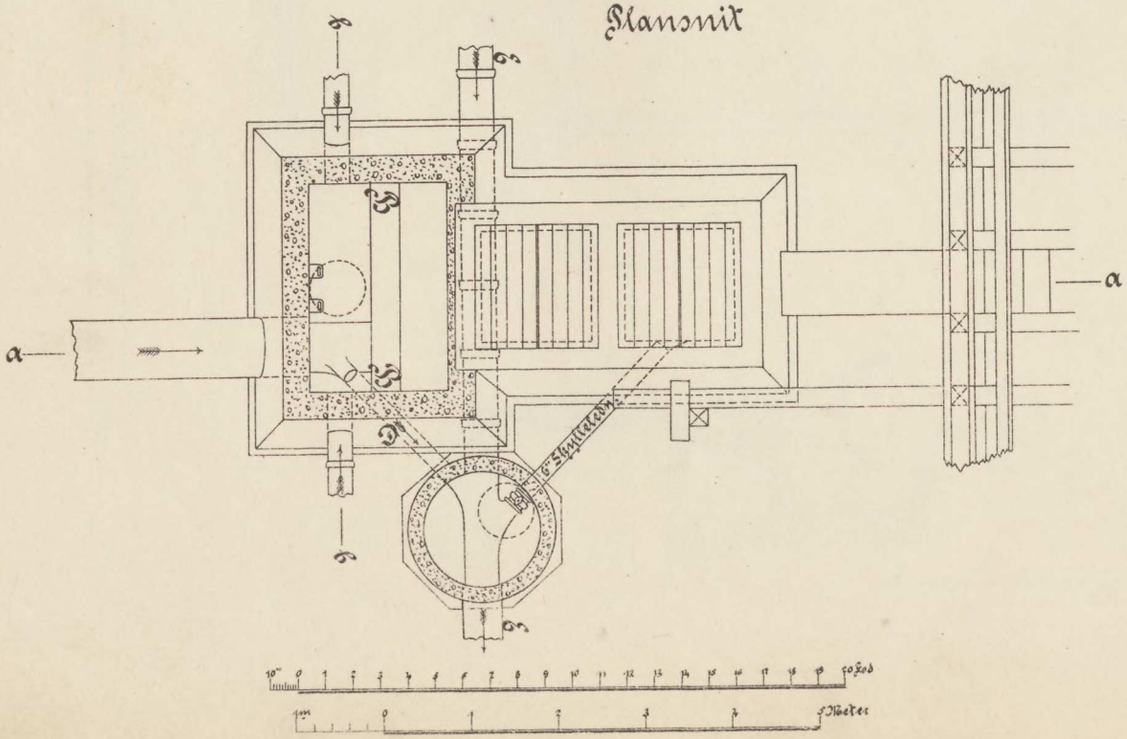
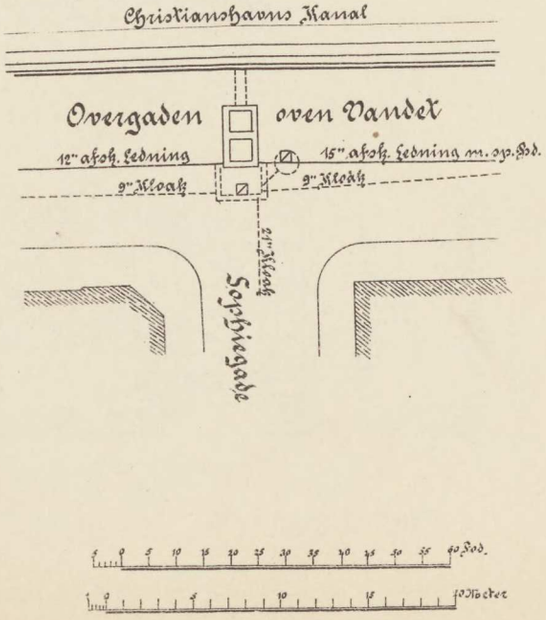


Fig. 4
~Situationsplan



Axel E. Aamodt, Kjøbenhavn.

Stemmeport til 8½' tunnelformet Ledning

Fig. 1
set udvendig fra

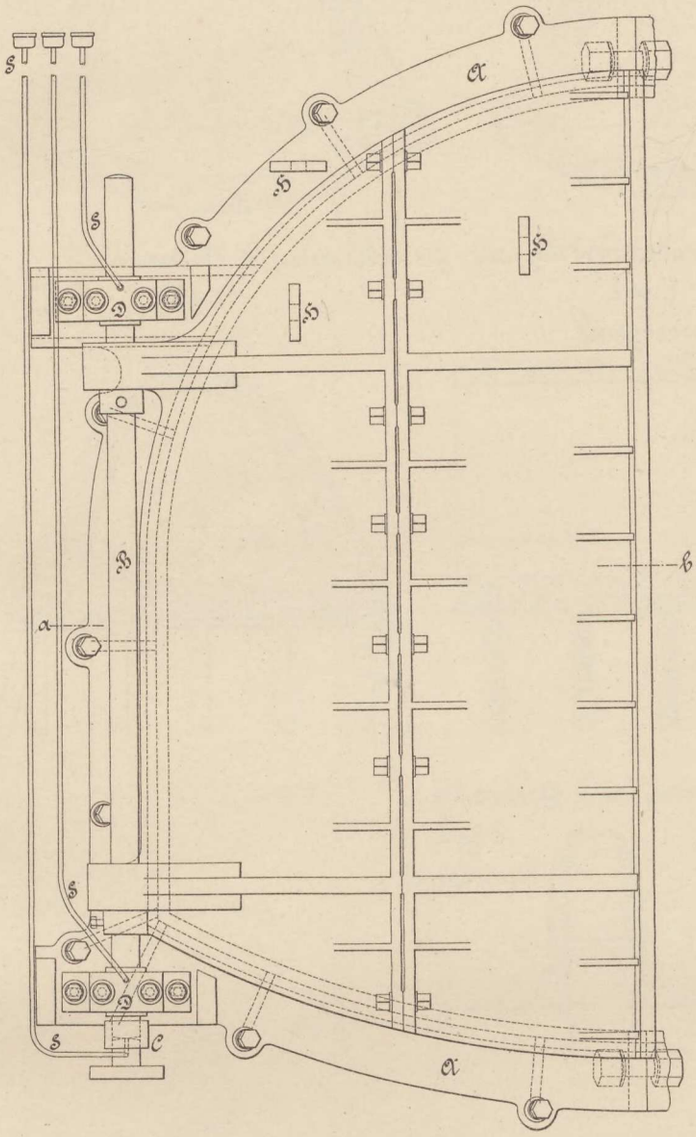
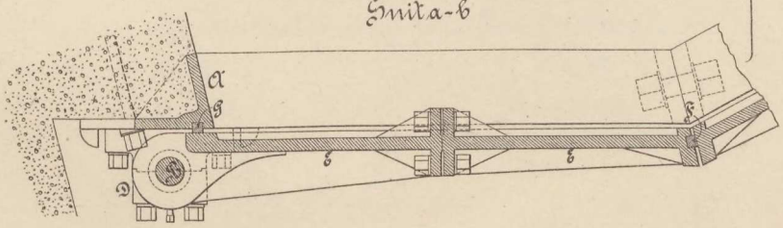


Fig. 2
Snit a-b



Klap til 18" Ledning

Fig. 3
set udvendig fra

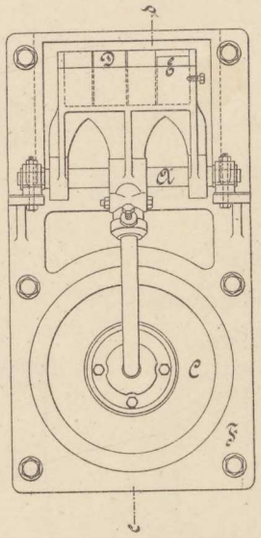
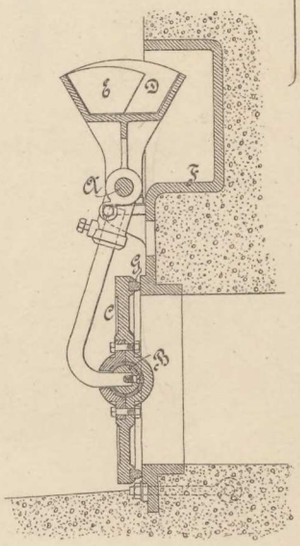


Fig. 4
Snit c-d



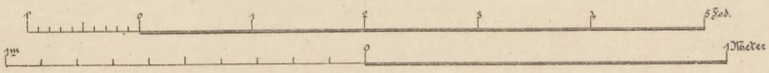
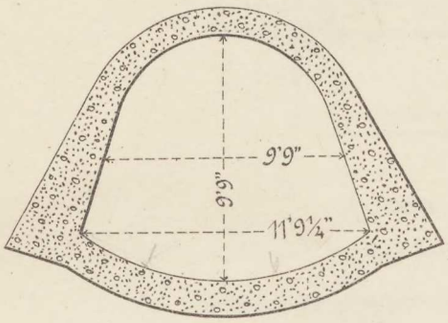


Fig. 1
9¾' tunnelf. Hjælpeledning



7¾' tunnelf. Hjælpeledning med Nedgangsbrönd

Fig. 2
Tværsnit

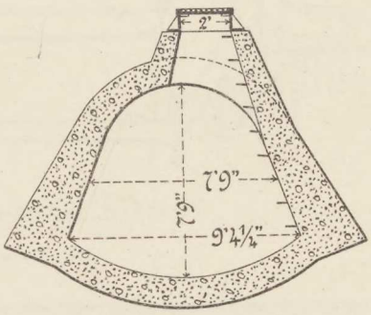
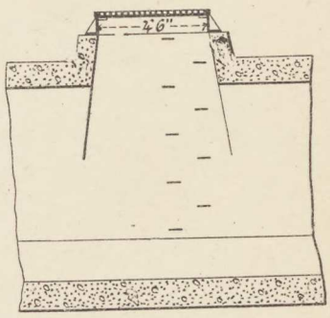


Fig. 3
Længdesnit



7¼' tunnelf. Hjælpeledning paa Pælefundament

Fig. 4
Tværsnit

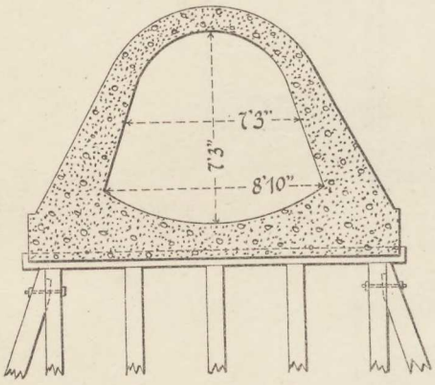


Fig. 5
Længdesnit

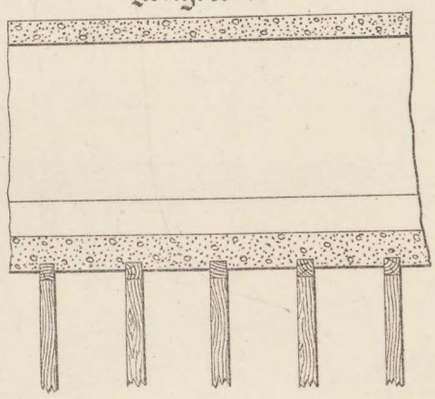


Fig. 6
5¾' tunnelf. Hjælpeledning
svært Profil

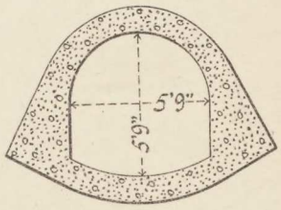
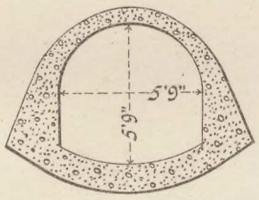


Fig. 7
5¾' tunnelf. Hjælpeledning
~let Profil



6' tunnelf. Hjælpeledning med Nedgangsbrönd

Fig. 8
Længdesnit

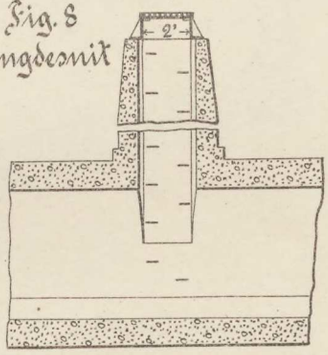
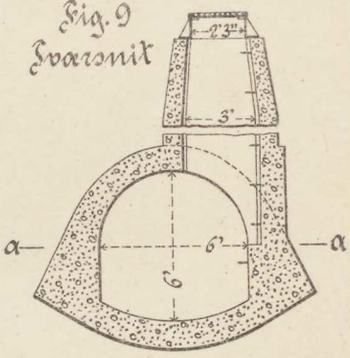


Fig. 9
Tværsnit



4½' tunnelf. Hjælpeledning paa Pælefundament

Fig. 11
Tværsnit

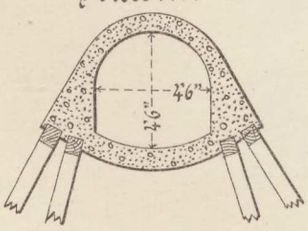


Fig. 12
Længdesnit

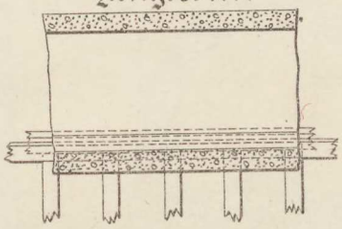
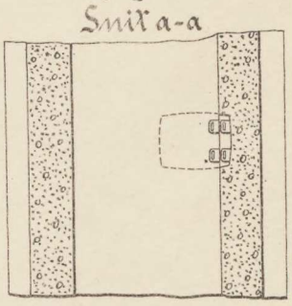
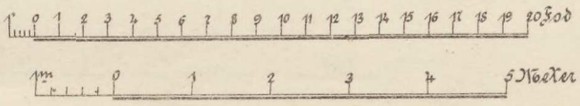


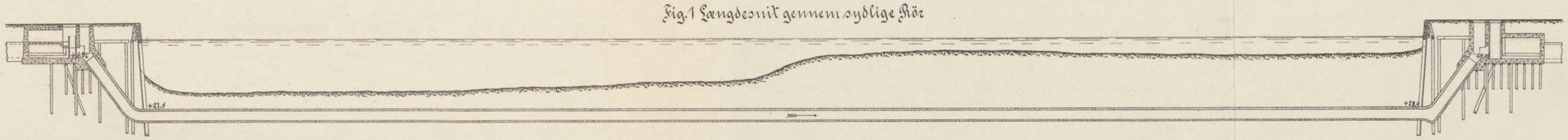
Fig. 10
Snit a-a





Dykker ved Langebro

Fig. 1 Længdesnit gennem sydlige Mör



Bygværk paa Kjöbenhavns Siden –

Fig. 2 Længdesnit a-b

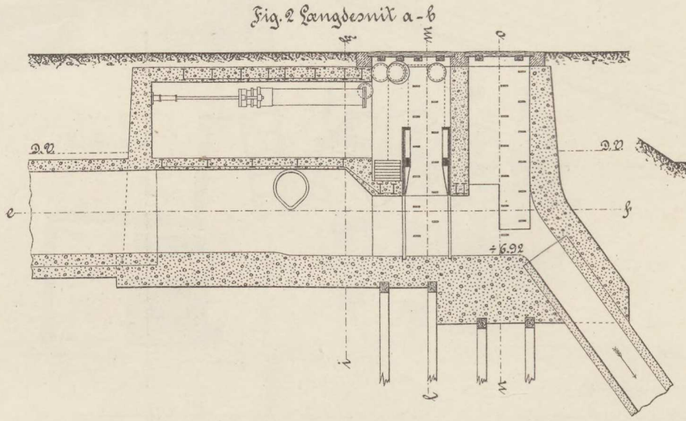
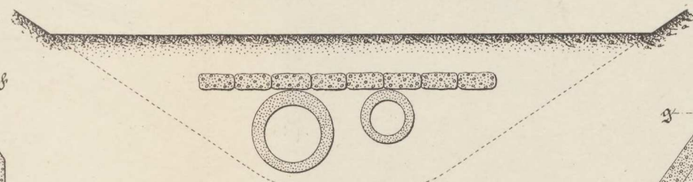
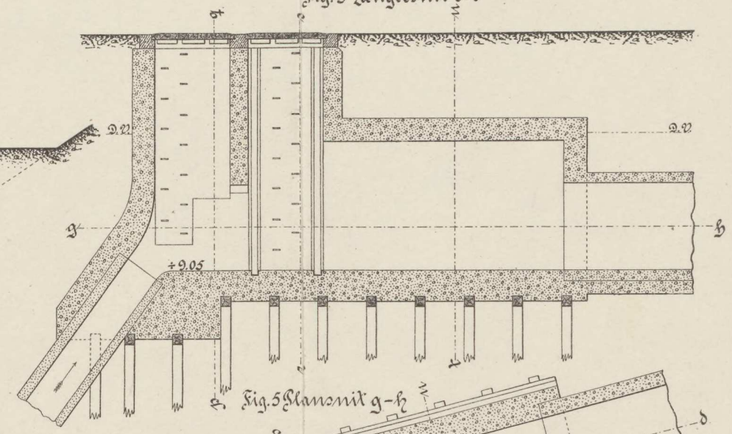


Fig. 12 Tværsnit af Dykkeren



Bygværk paa Amager Siden

Fig. 3 Længdesnit c-d



Afstivningsprop for Jernör

Fig. 15 Fig. 16 Fig. 17

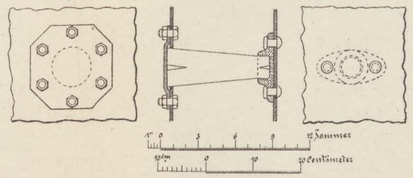


Fig. 4 Planснit e-f

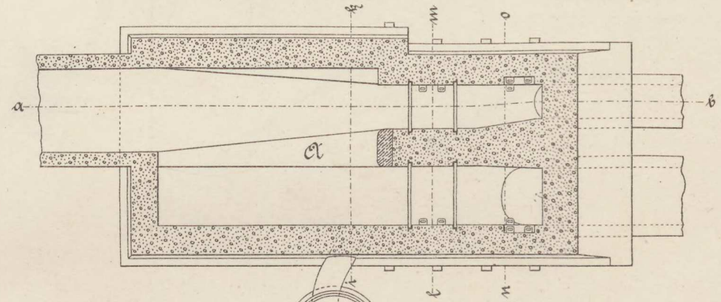
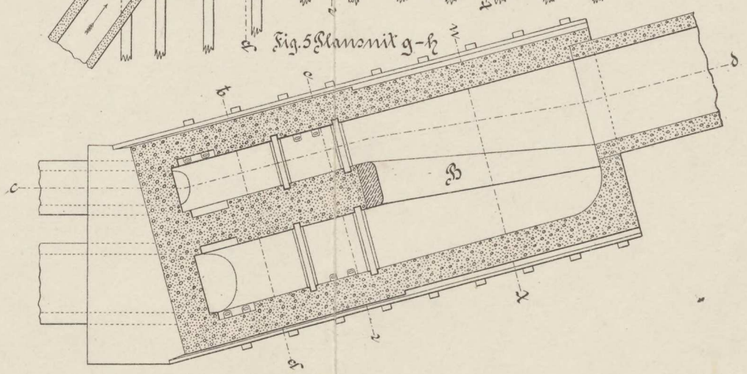


Fig. 5 Planснit g-h



Skematisk Fremstilling af et Jernör

Fig. 13 Fig. 14

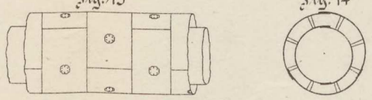


Fig. 6 Tværsnit i-k

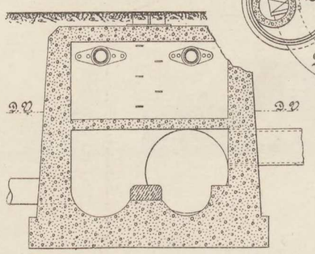


Fig. 7 Tværsnit l-m

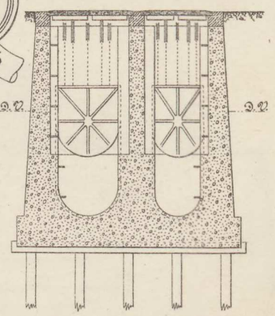


Fig. 8 Tværsnit n-o

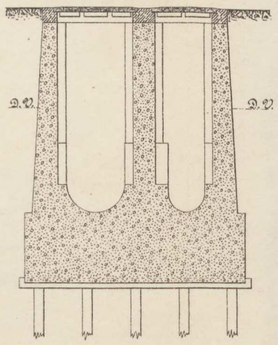


Fig. 9 Tværsnit p-q

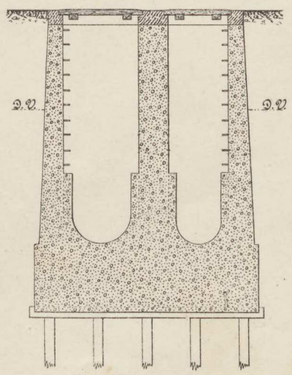


Fig. 10 Tværsnit r-s

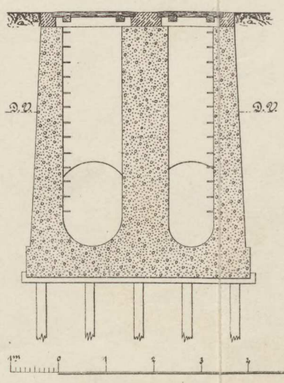
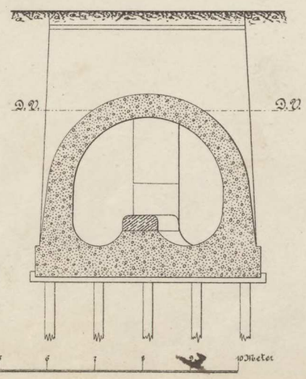
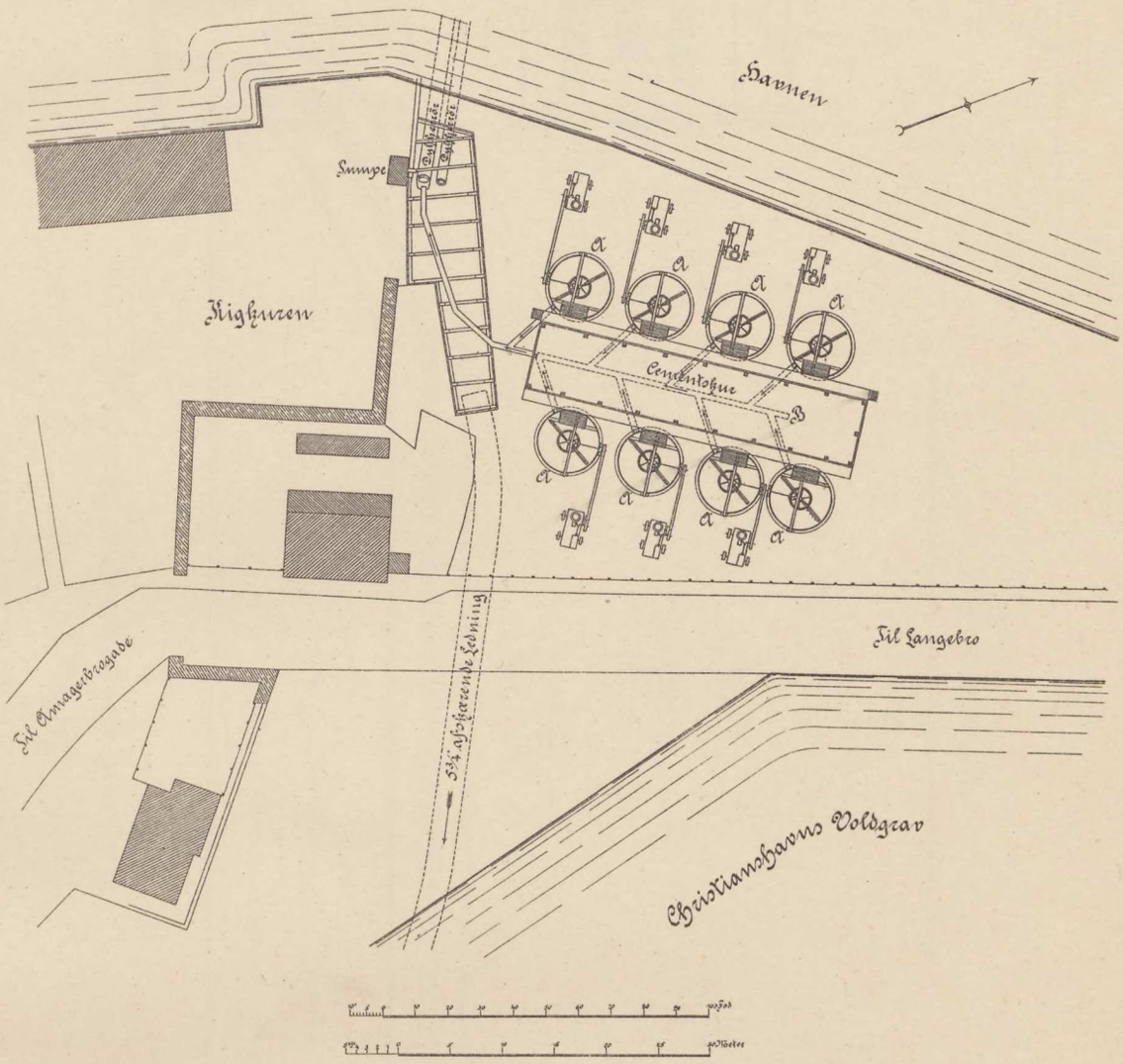


Fig. 11 Tværsnit t-u

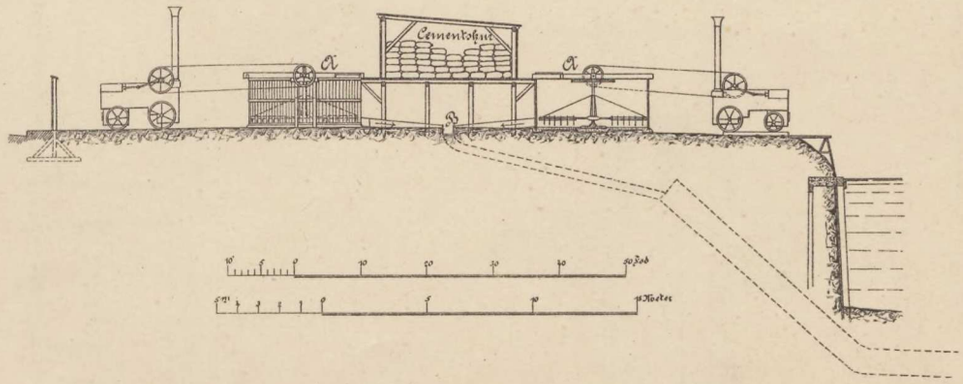


Udstøbning af Dykkerrör ved Langebro.

Plan



Tværsnit



Dyksker under Nyhavn

Fig. 1
Langdesnit gennem vestlige Rör

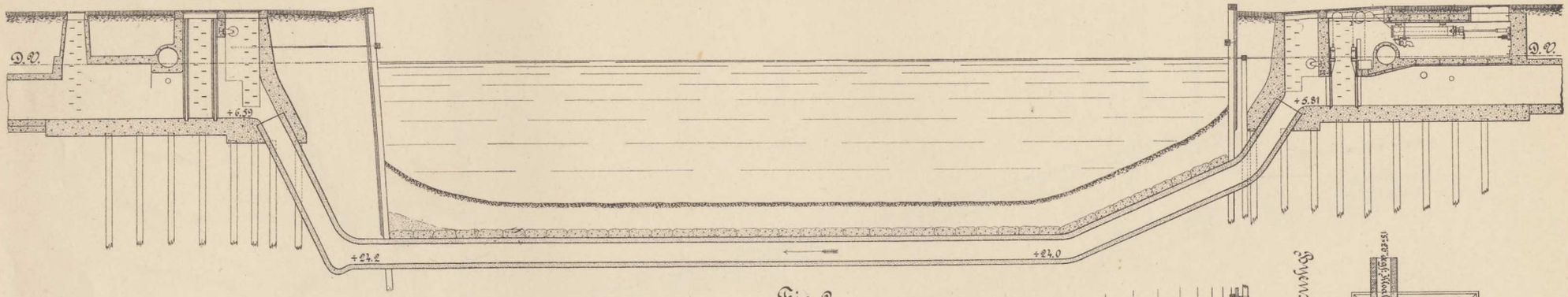
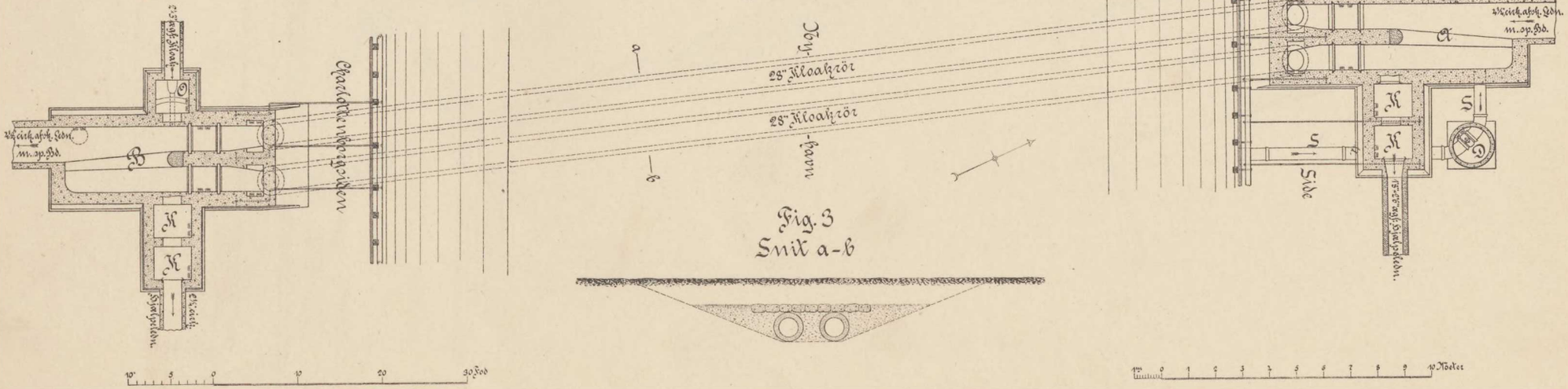
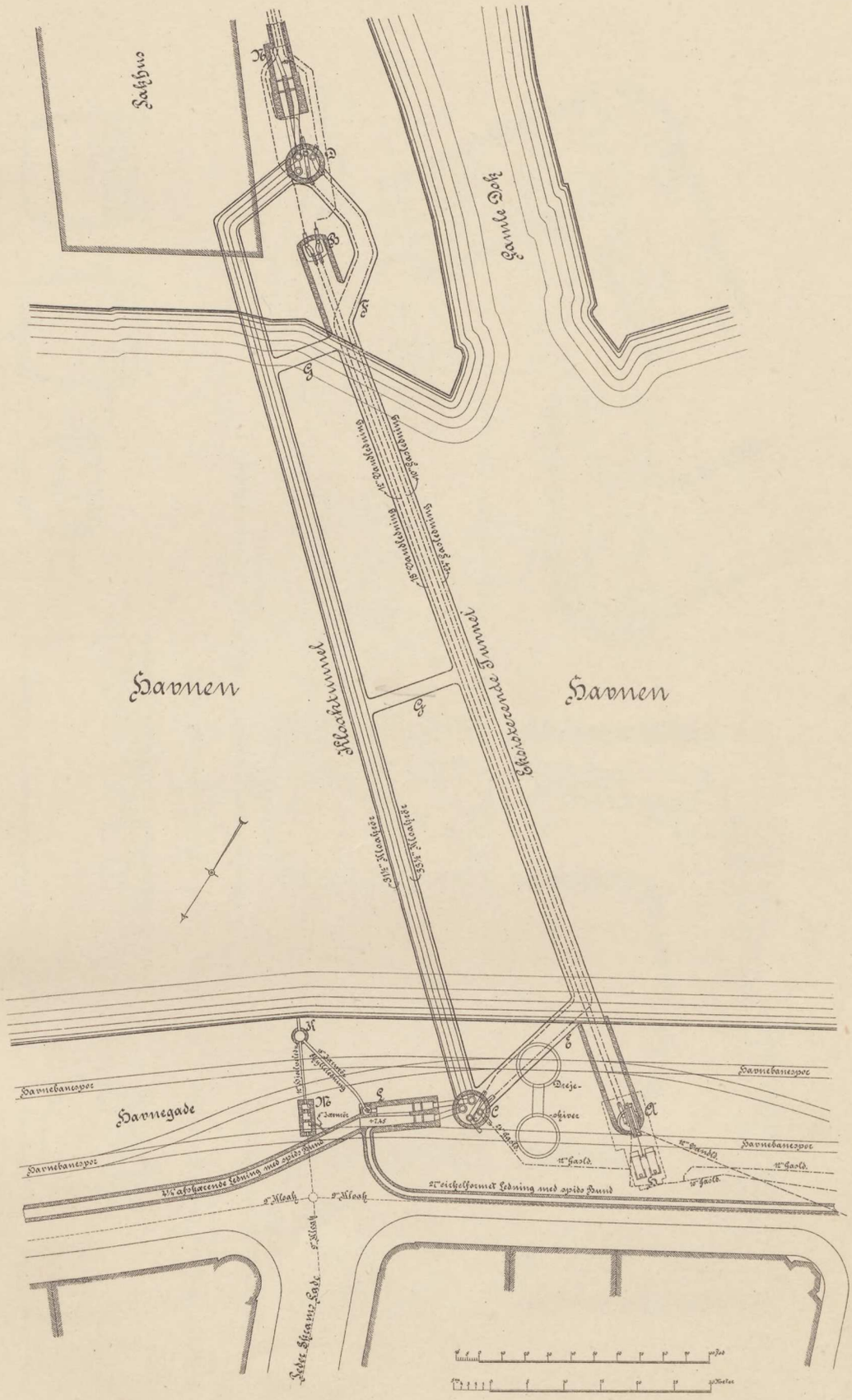


Fig. 2
Planesnit


Charlottenhøjpilen
Nyhavn
28" Kloakrör
28" Kloakrör
Side
Vandhøj
Vandhøj
Vandhøj



Axel E. Aamodt Kjøbenhavn

Fig. 1.
Tværsnit
af Forbindelsestunnel.

Fig. 2.
Tværsnit
af ekvistlerende Tunnel.

Fig. 3.
Længdesnit
af ekvistlerende Tunnel.

Fig. 4.
Tværsnit
af Kloaktunnel.

Fig. 5.
Tværsnit
af Sidetunnel.

Fig. 6.
Tværsnit af Betonafslivninger
for Vandrør i Sidetunnel.

Fig. 7.
Tværsnit af Nedgangsbrønd i Havnegade.
Snit a-b.

Fig. 8.
Tværsnit af Nedgangsbrønd paa Gl. Dok.
Snit c-d.

Fig. 9.
Plan foroven af Nedgangsbrønd
i Havnegade.

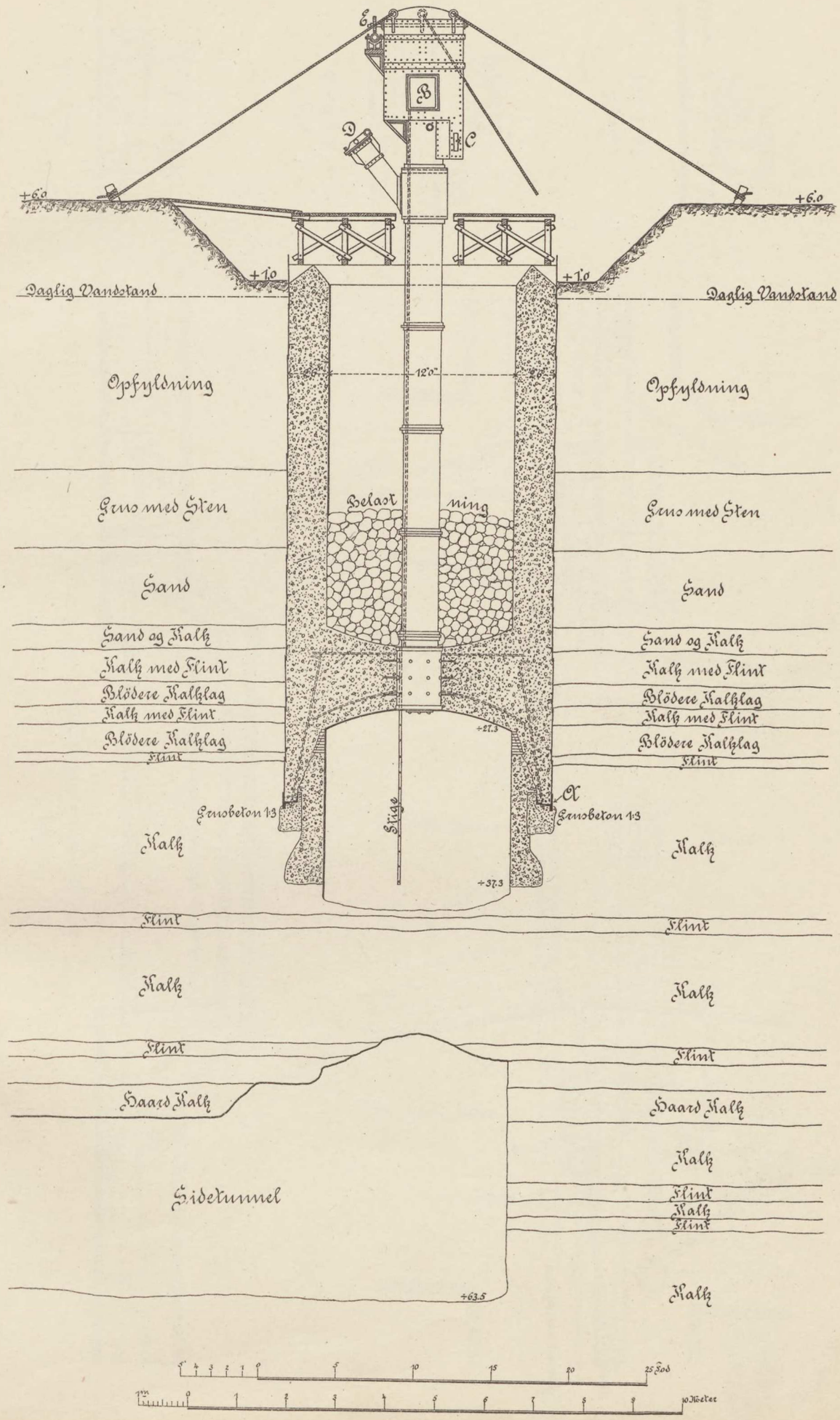
Fig. 10.
Snit e-f.

Fig. 11.
Planvnit af Nedgangsbrønd
paa Gl. Dok.

Fig. 12.
Planvnit af Nedgangsbrønd i Havnegade.

Axel E. Aamodt, Kjøbenhavn.

Tværsnit af Tunnelbrönd i Havnegade under Arbejdet.–



Dykker under Christianshavns Kanal

Fig. 1
Snit gennem nordlige Rör

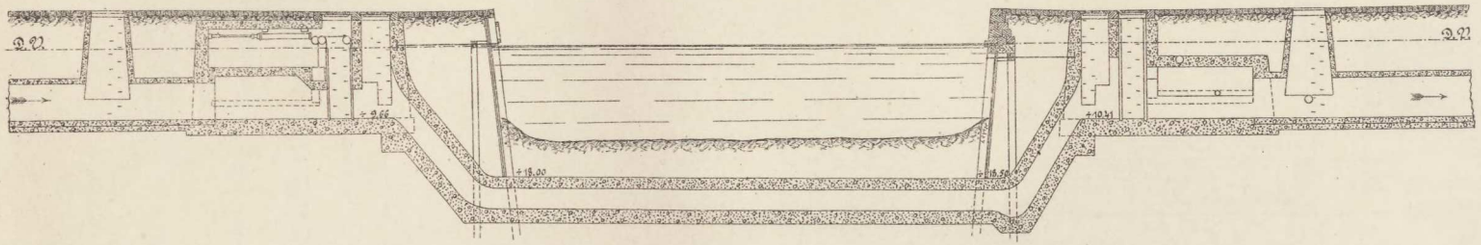


Fig. 3
Snit a-b

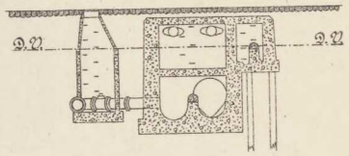


Fig. 2
Plansnit

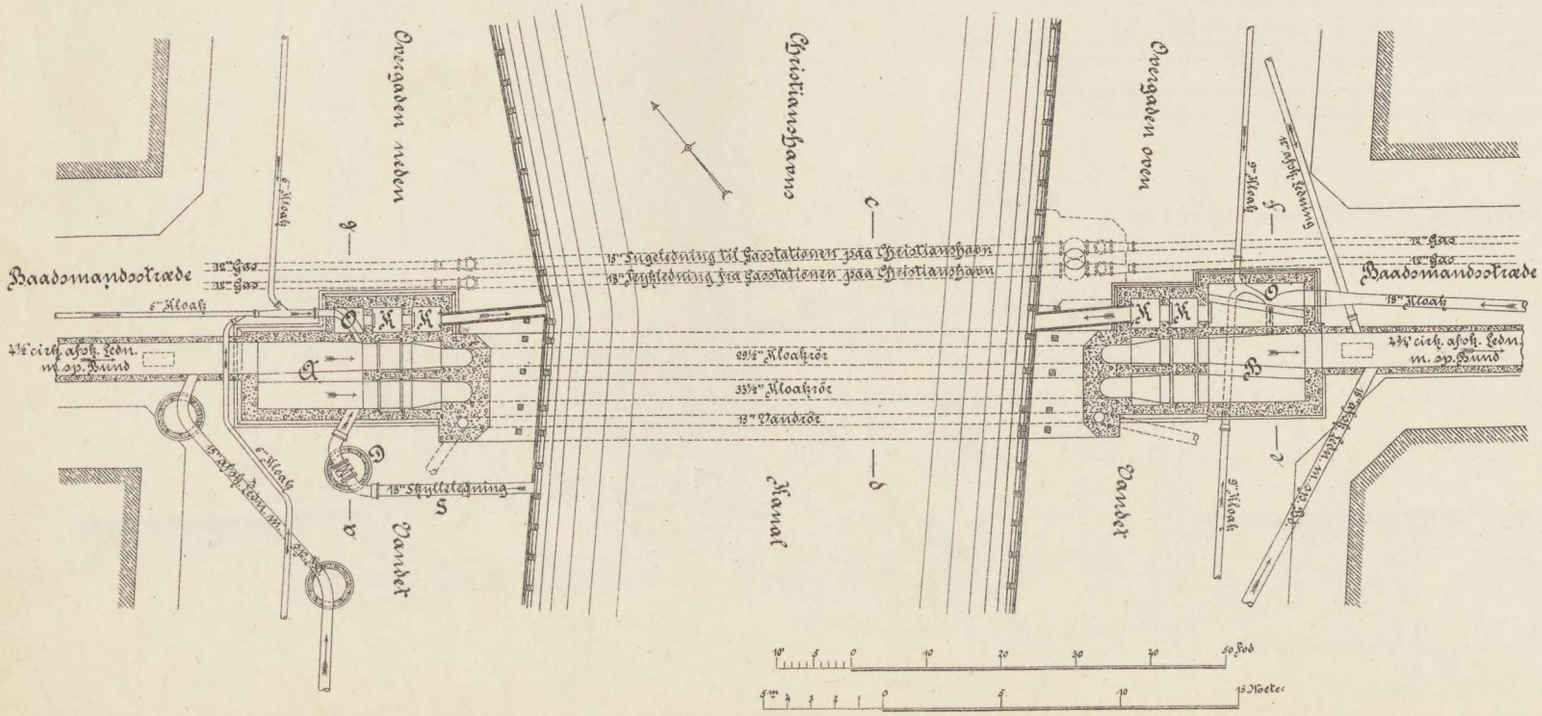


Fig. 4
Snit c-d

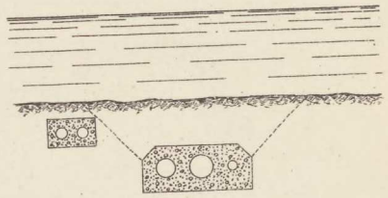
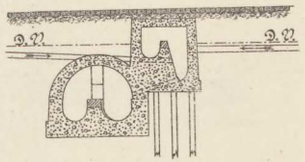
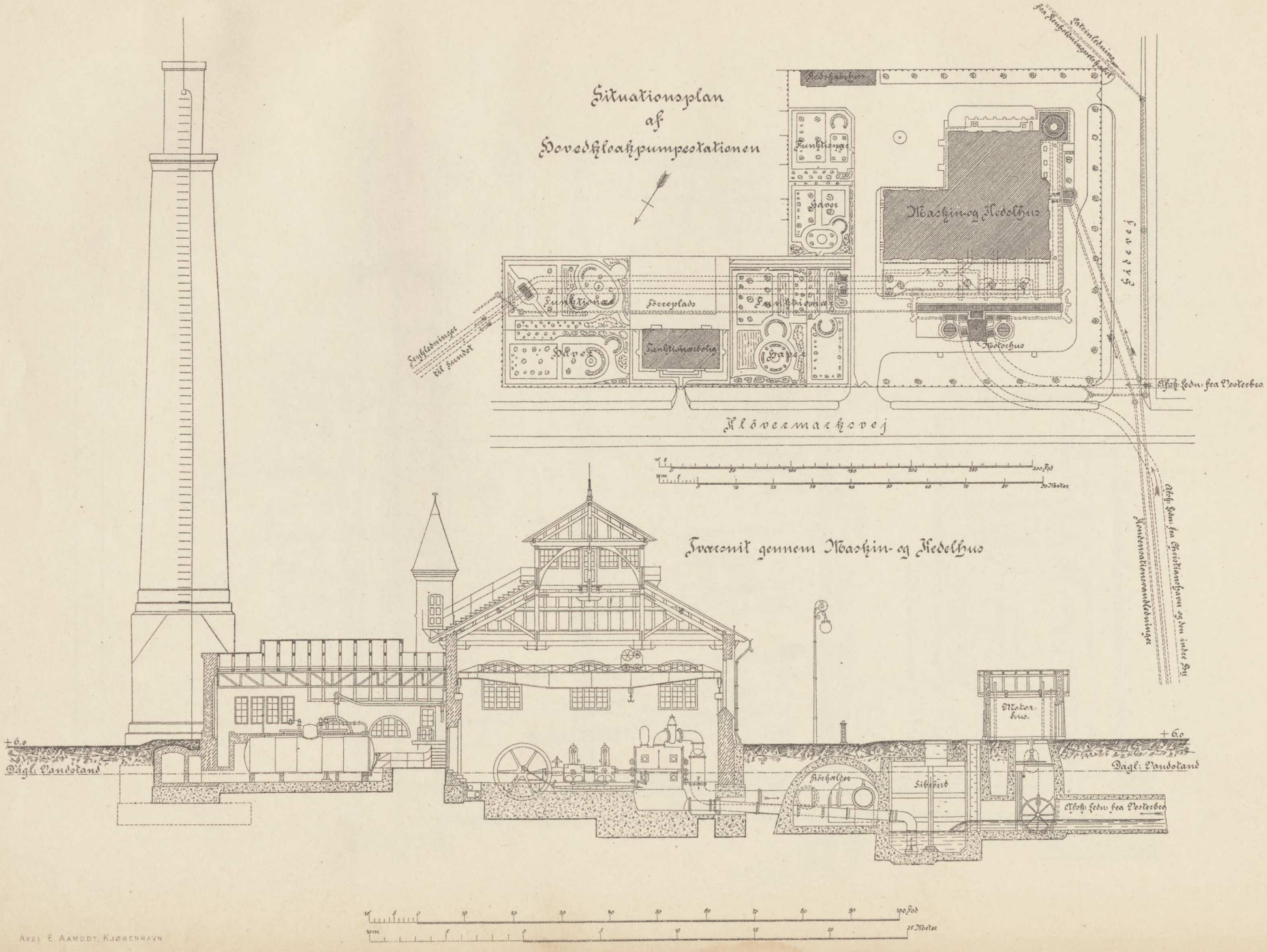


Fig. 5
Snit e-f



Pl. XV.

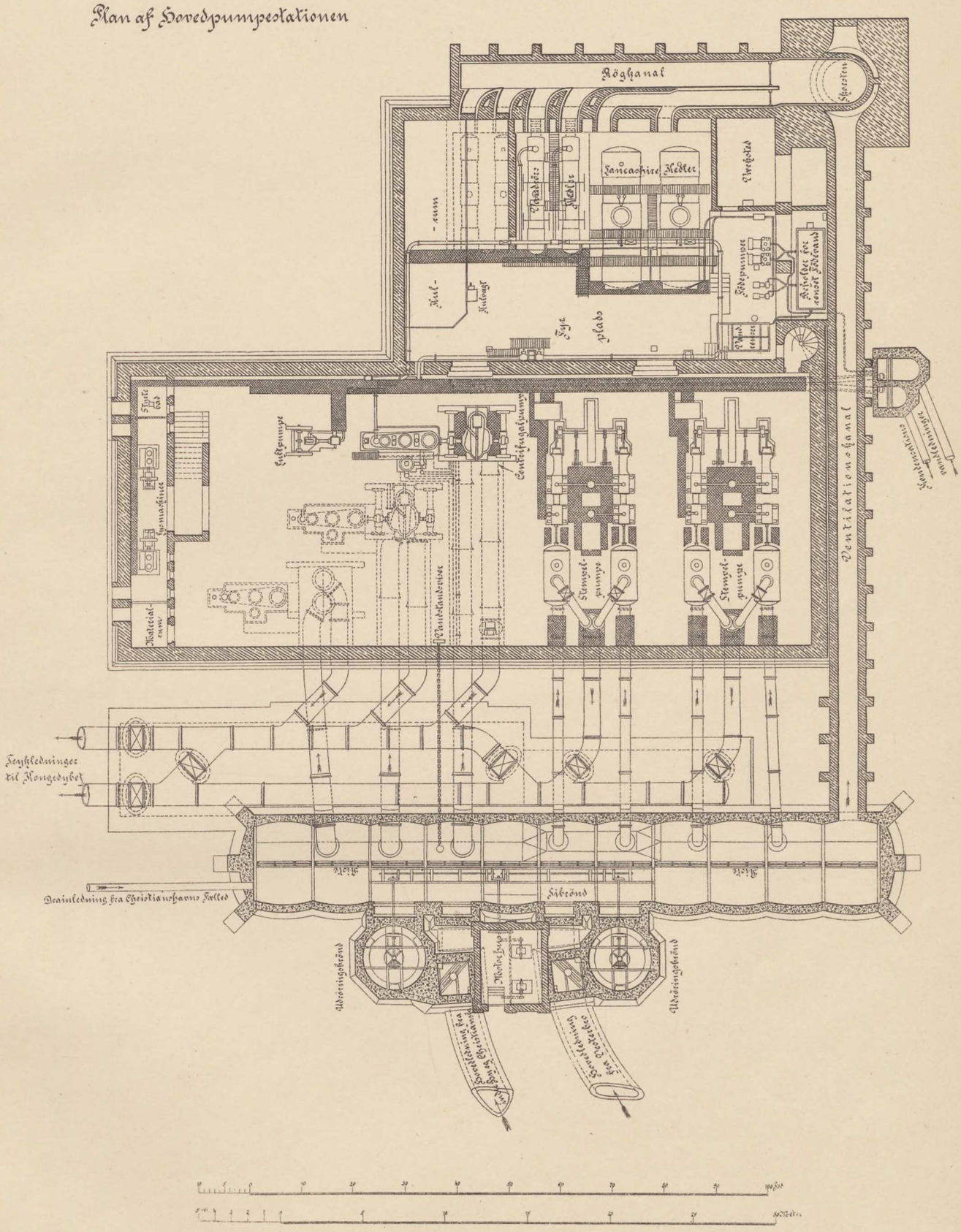
Axel E. Aamodt, Kjøbenhavn.



Axel E. Aamodt, København

Pl. XVI.

Plan af Hovedpumpestationen



Axel E. Aamodt, Kjøbenhavn

AXEL E. AAMODT, KJØBENHAVN.

Sibrönd ved Hovedkloakpumpestationen

Fig. 1
Snit a-b

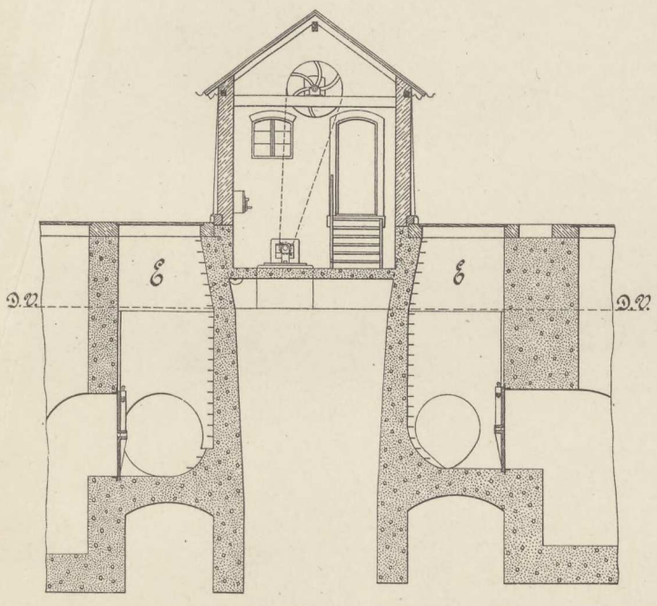


Fig. 2
Snit c-d

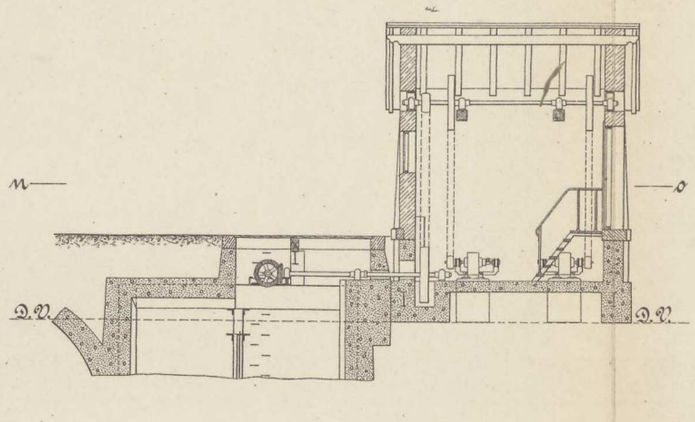


Fig. 3
Snit e-f-g-h

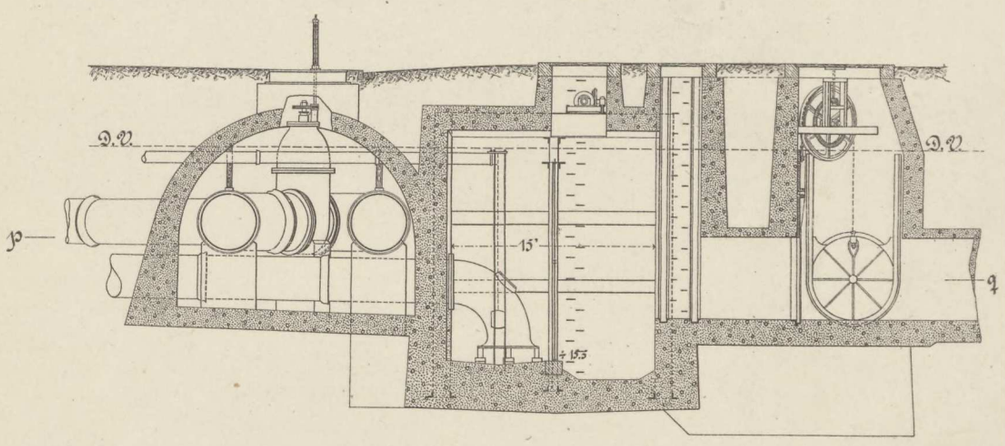


Fig. 4
Snit i-k

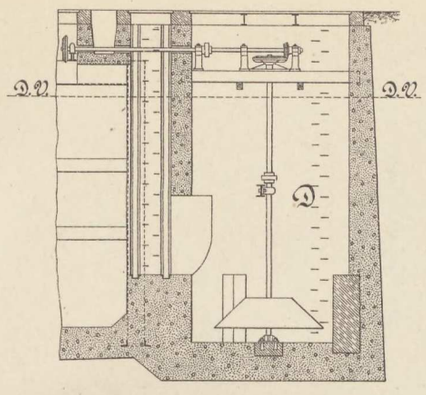


Fig. 5
Snit l-m

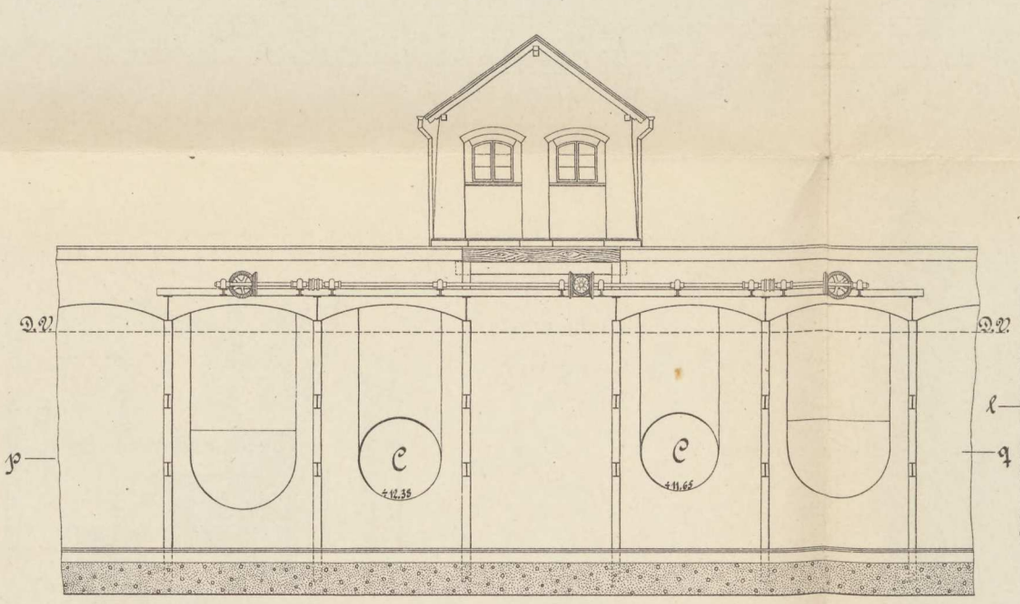
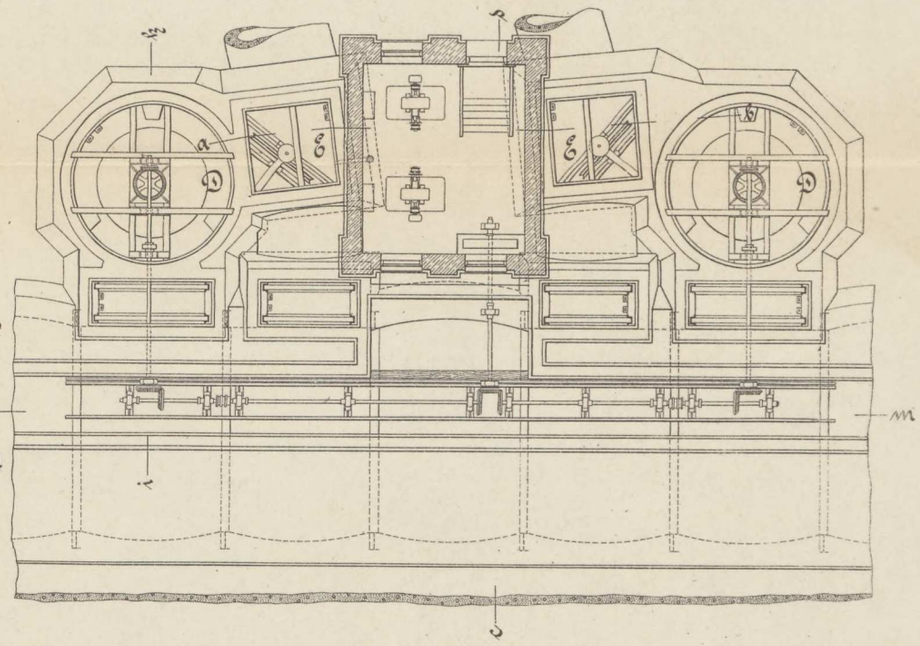
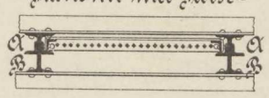


Fig. 6
Planснit n-o



Detailler af Riste

Fig. 8
Planснit med False-



Maaleстokke for Detailler af Riste

Fig. 9
set forfra

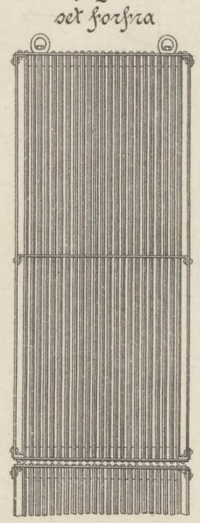
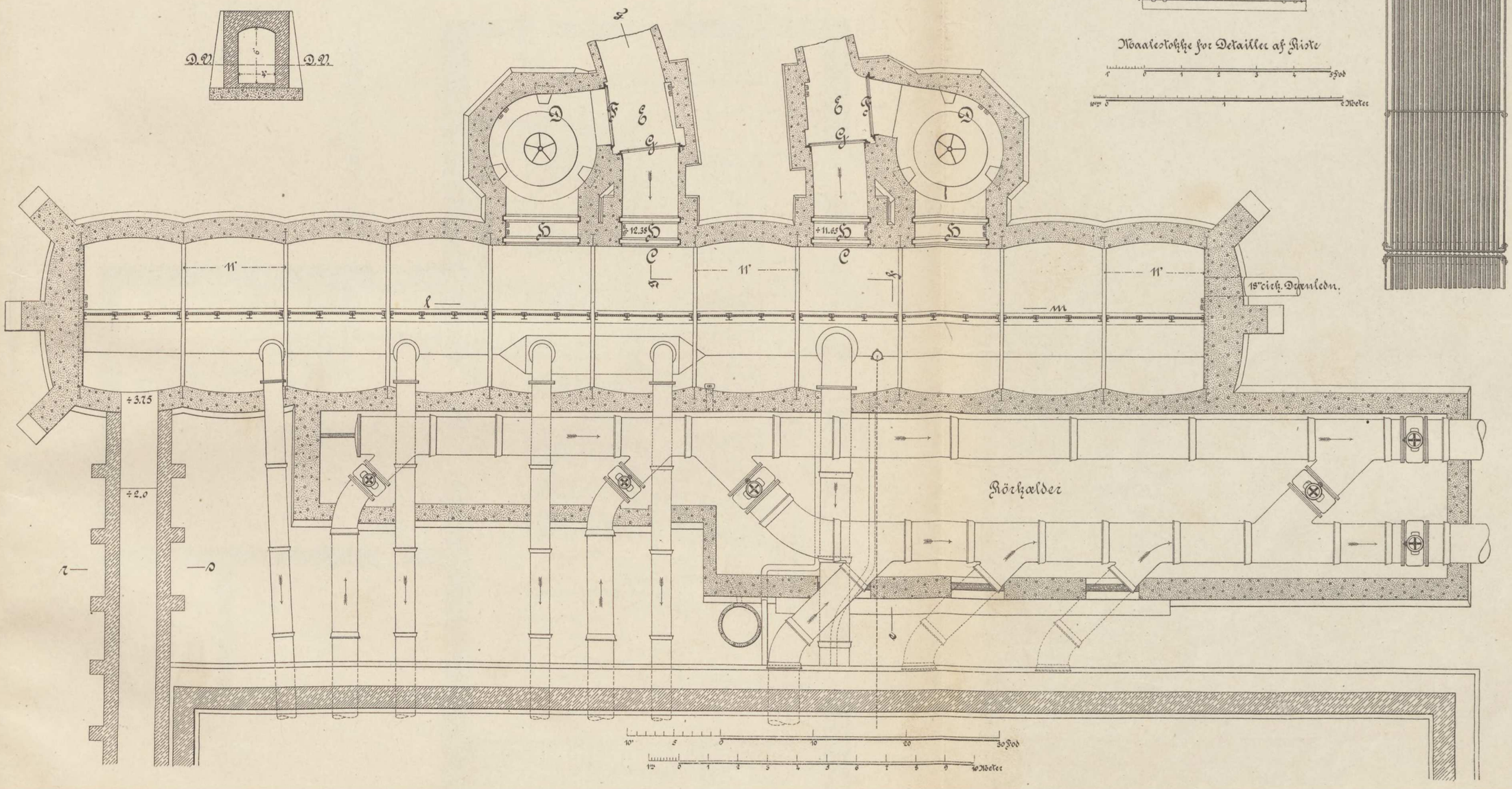


Fig. 10
Snit r-s

Fig. 7
Planснit p-q



Axel E. Aamodt, Kjøbenhavn

Nordre Kloakpumpestation

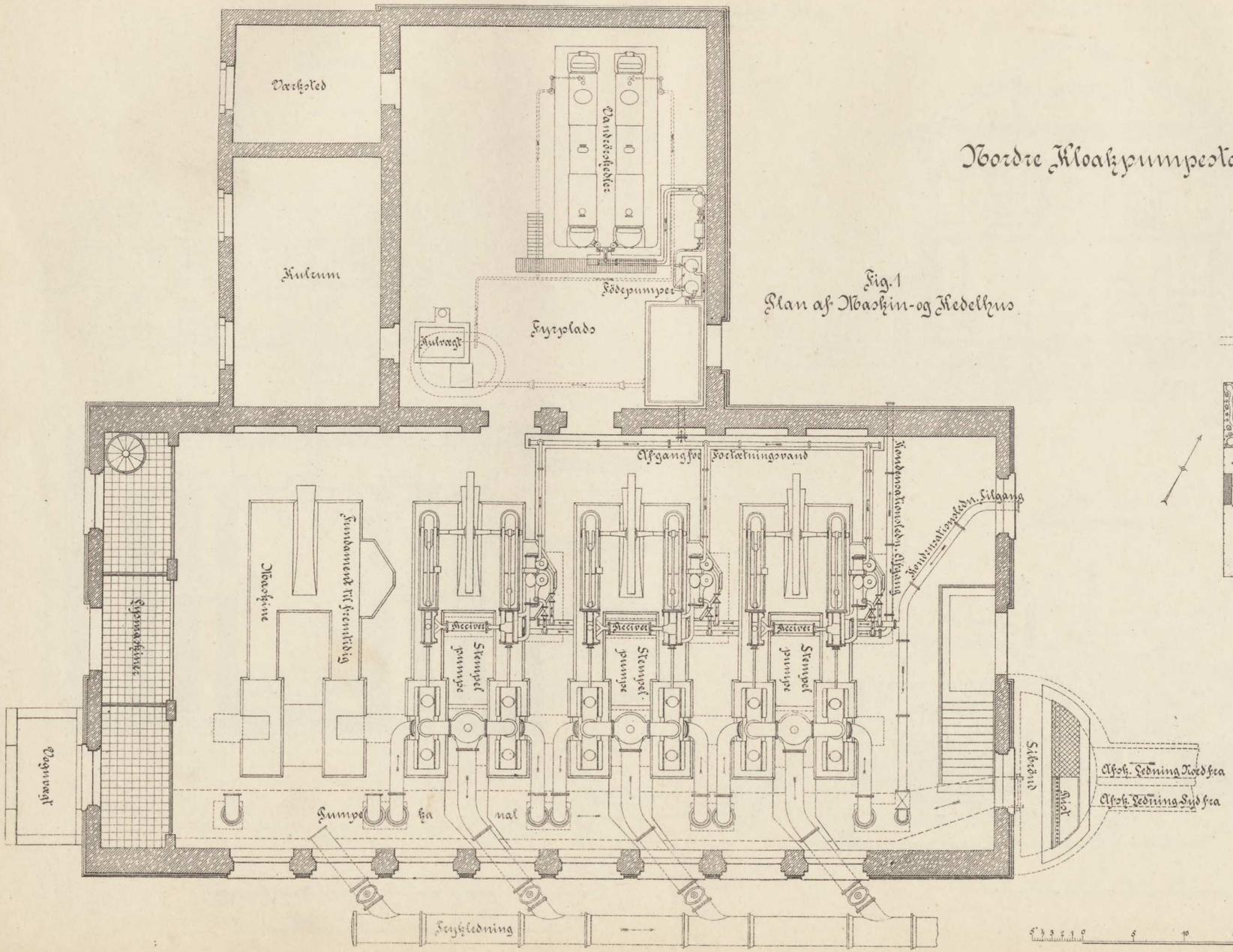
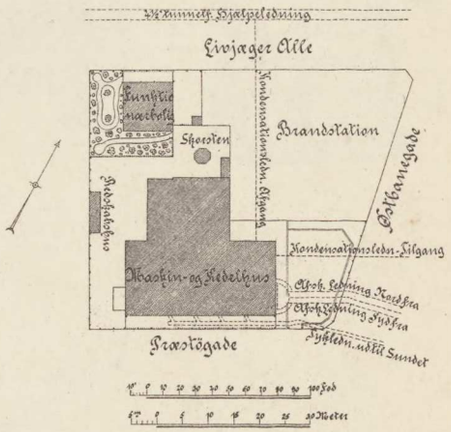


Fig. 1
Plan af Maskin- og Kedelhus

Fig. 2
Situationsplan



Axel E. Aamodt, Kjøbenhavn.

Vestre Kloakpumpestation

Fig. 1
Planen

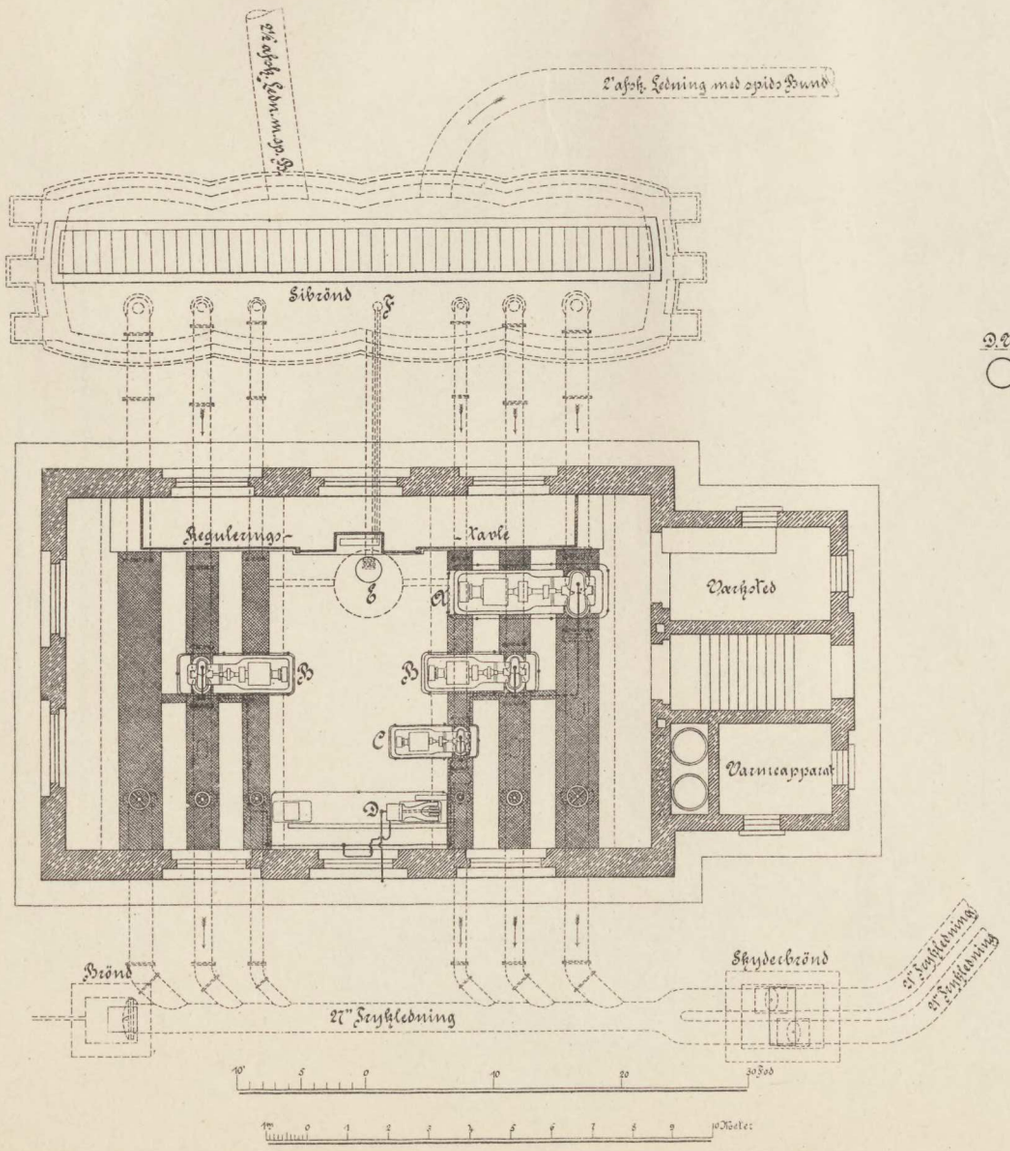


Fig. 2
Fremstillet

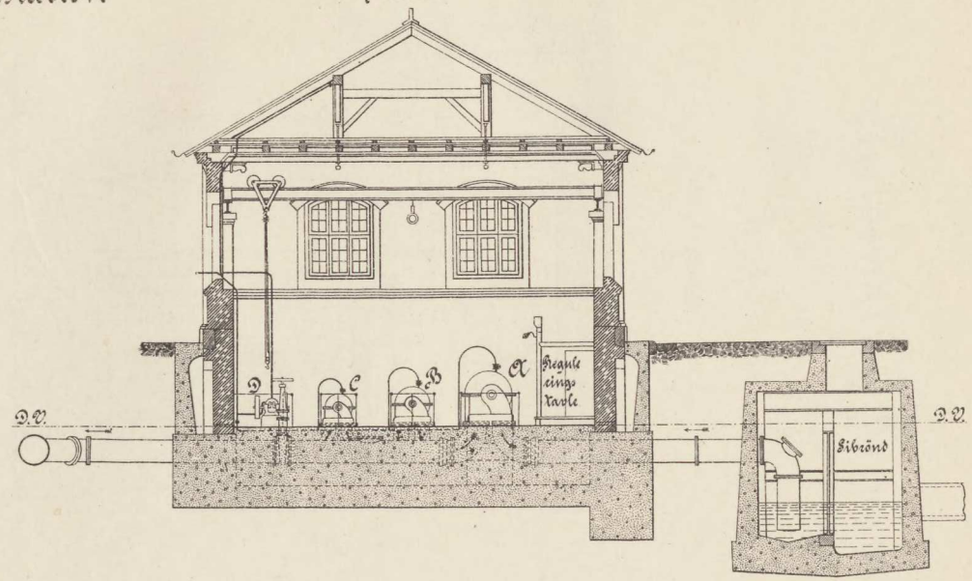
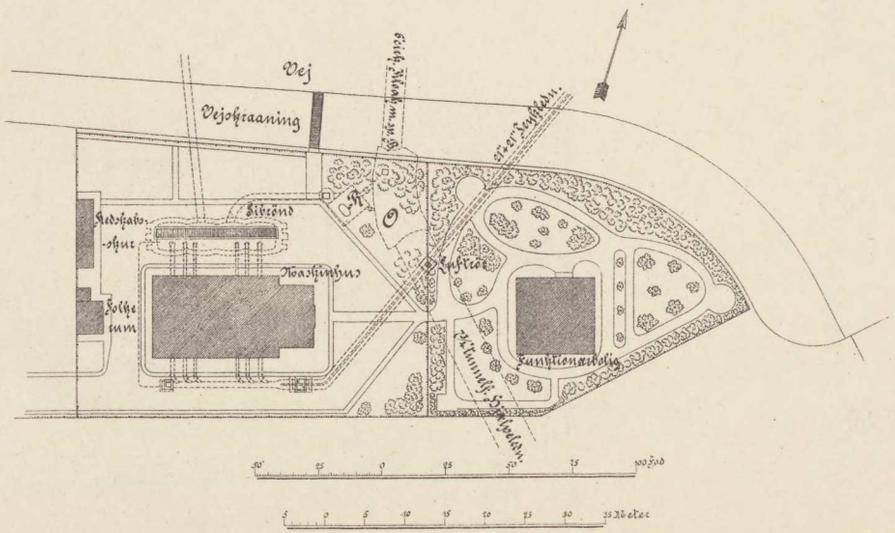


Fig. 3
Situationsplan



Axel E. Aamodt, København

Pl. XX.

Automatisk Pumpestation ved Holmens Bro

Fig. 1
Snit a-b

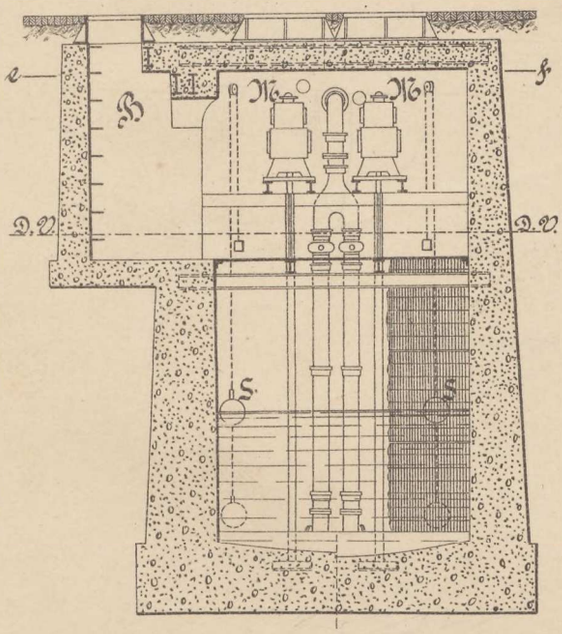


Fig. 2
Snit c-d

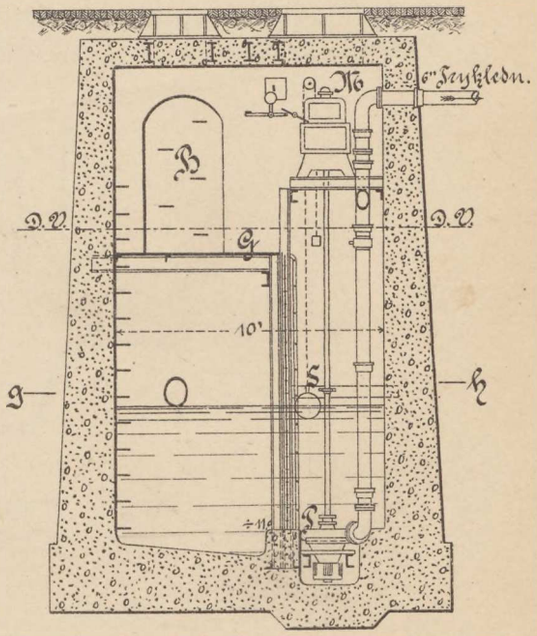


Fig. 3
Planovnit e-f

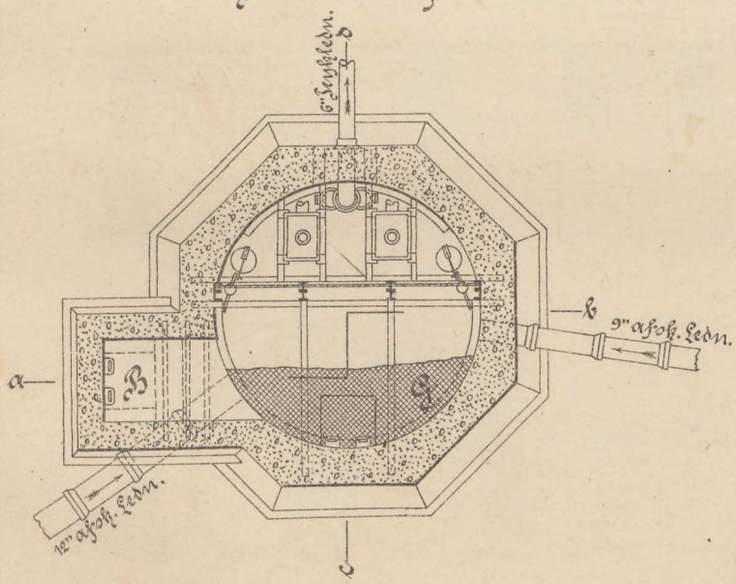
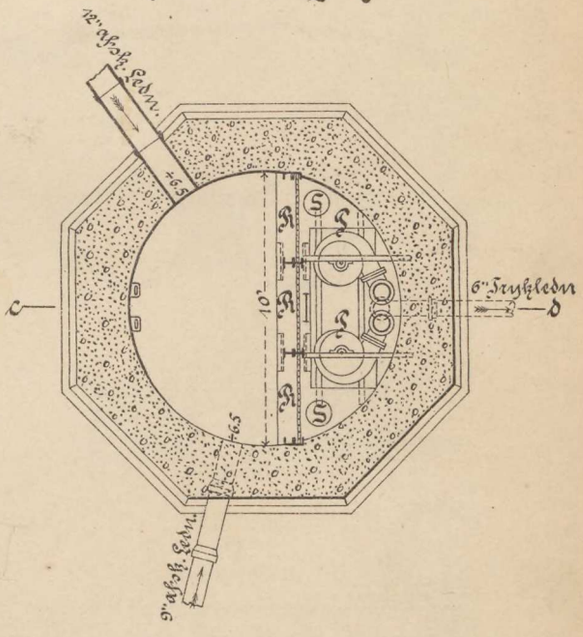
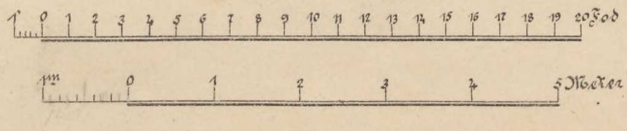


Fig. 4
Planovnit g-h





Nedlægning af Frælednin i Kongedybet

Fig. 1
set fra Siden

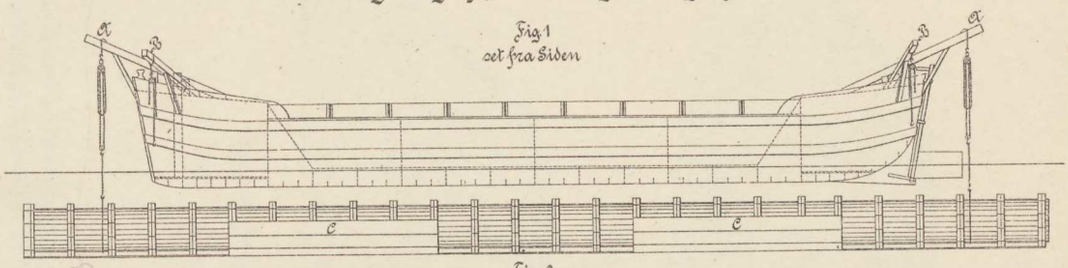
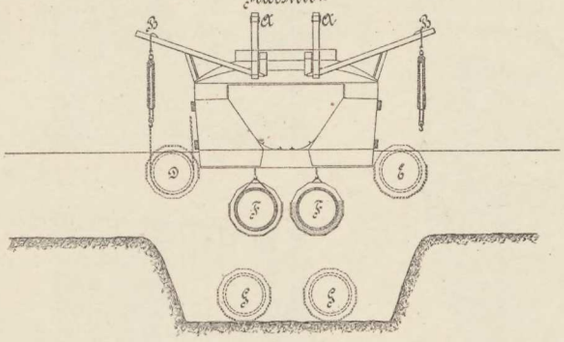


Fig. 2
Tværsnit.



Ströbjærns Trykledning i Klövermarkvejen

Brönd over Renseaabninger
Fig. 1
Tværsnit

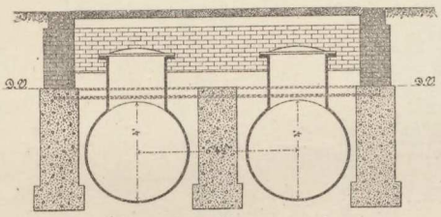
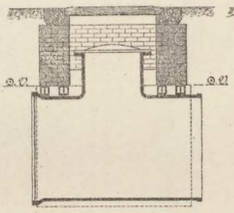
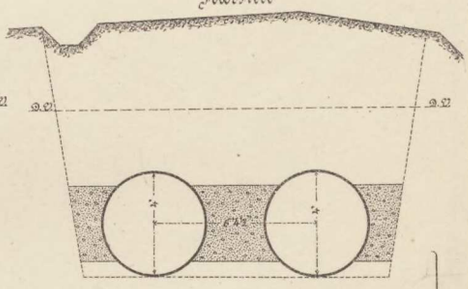


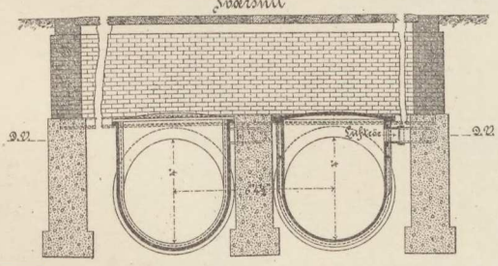
Fig. 2
Længdesnit



Betonafstivning af Trykrör
Fig. 6
Tværsnit



Brönd over Afdæmningshammer
Fig 3
Tværsnit



Afdæmningshammer
Fig. 4
Længdesnit

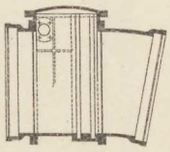


Fig. 7
Længdesnit

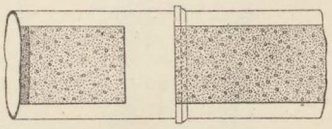


Fig. 5
set fra oven

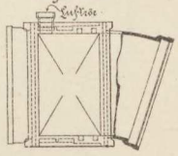
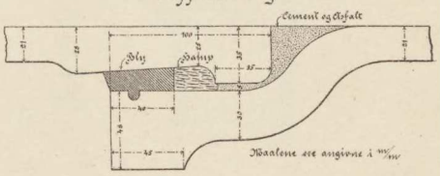


Fig. 8
Muffesamling.



Trykledning og Udløb i Kongedybet

Fig. 1
Længdesnit af nordlige Rör –

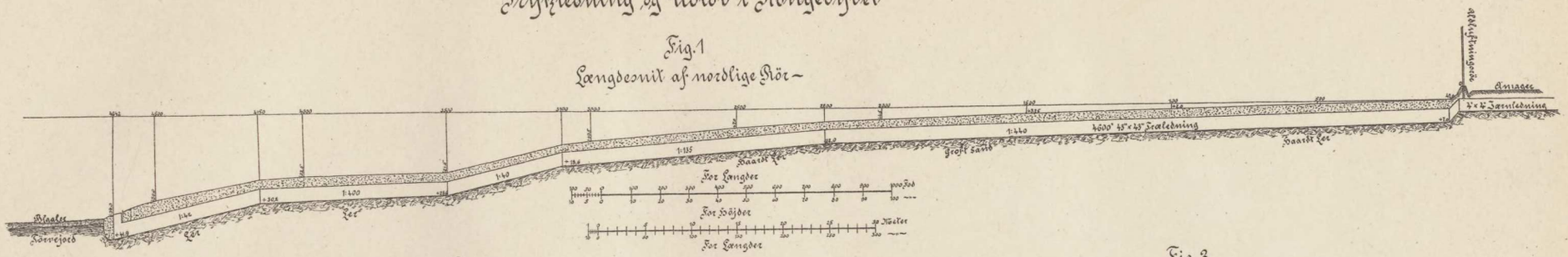


Fig. 2
Længdesnit gennem Udløbet for det nordlige Rör

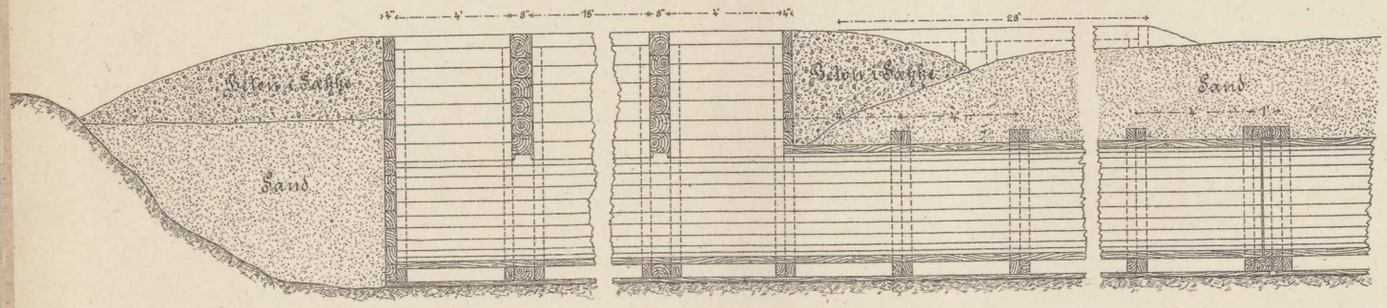


Fig. 3
Tværsnit af Ledning

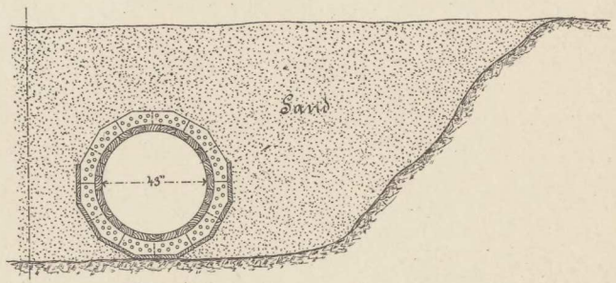


Fig. 4
Forbindelse mellem Træ- og Jærnledning

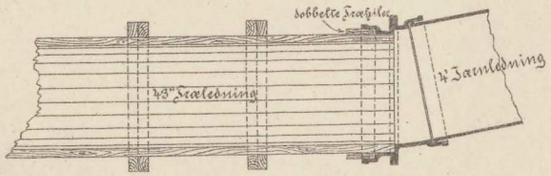
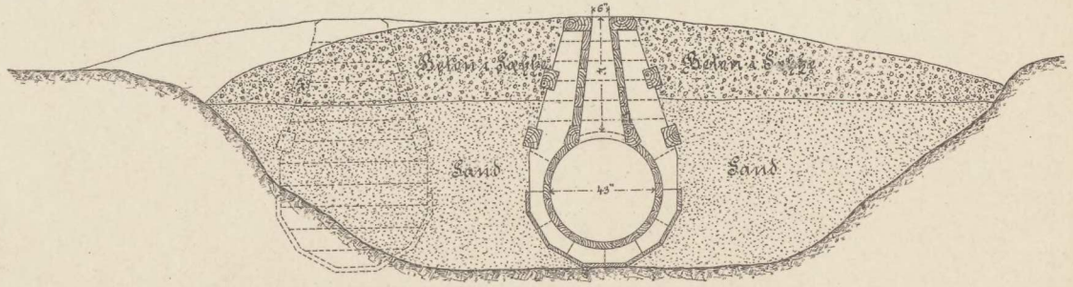
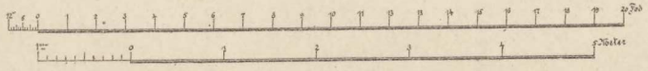


Fig. 5
Tværsnit af Udløb





Pl. XXIII.

Axel E. Aamodt, Kjøbenhavn.

OVERSIGTSKAART
til
Kjøbenhavns nyere Kloakanlæg.
1:10000
4000 Fod
400 Meter.
AFSKÆRENDE LEDNING MED BYGVÆRK.
TRYKLEDNING.
KLOAK.
HJÆLPELEDNING.
PROJEKTERET TRYKLEDNING.
S. SKYLLEBYGVÆRK.
A.P. AUTOMATISK PUMPESTATION.
I.P. INTERIMISTISK PUMPESTATION.
NORDRE KLOAKPUMPEST.
VESTRE KLOAKPUMPEST.
HOVEDKLOAKPUMPEST.
UDLØB.
UDLØB.
STØRRE HOVEDLEDNING
BELVEDERE KLOAK
BLEGDAMSFÆLLED
ÖSTER FÆLLED
NØRRE FÆLLED
INDER RED
KONGEDYBET
TREKRONER
LYNETTEN
TUMELLEMFORTET
PRØVESTENEN
CHRISTIANSHAVNS FÆLLED
GRÆSMARKEN
KLØVERMARKEN
SUNDBYØSTER
VALBY
VESTER FÆLLED
TVANGS OG ARBEJDS-ANSTALT
ÆRFTET
FLADENS
LEJE
ØSTERBRO
FREDERIKSBERG HAVE
FREDERIKSBERG STATE
DIAKONISSESTIFTELSE
KREMATORIUM
ST. BØLLEGÅD
LE BØLLEGÅD
BISPEBJERG
KIRKEGÅRD
UTTERSLEV
LERSØEN
BRYGGERLANGEN
ØSTERGÅD
VESTERGÅD
HULGÅD
VANDVÆRK
DRESGÅD
BELLAHØJ
KØBENHAVNS-BENHOLDNINGSKB