

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*

178

by
mal-
quak
yocel

178 (178)

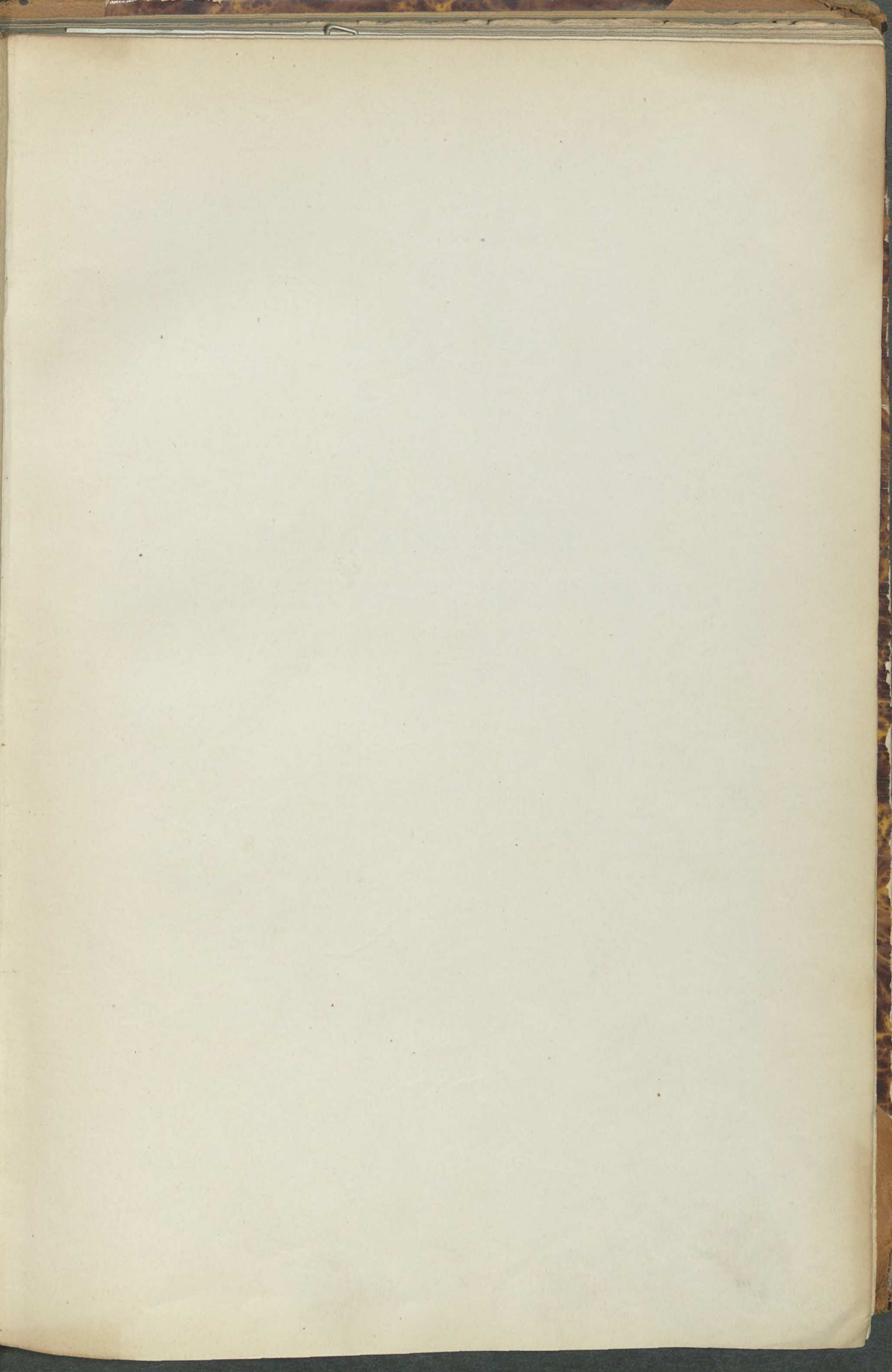


628 (02)

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

628 Sum gl.

1917



59

FORELÆSNINGER OVER
KOMMUNAL-HYGIEJNISK INGENIØRVÆSEN

FORELÆSNINGER
OVER
KOMMUNAL-HYGIEJNISK
INGENIØRVÆSEN

AF

J. T. LUNDBYE

(PROFESSOR VED DEN POLYTEKNISKE LÆREANSTALT)

TRYKT SOM MANUSKRIFT

KØBENHAVN

I KOMMISSION HOS ANDR. KRØYERS EFTF. (CHR. HENNINGSSEN)

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO. (IVAR JANZEN)

1917

For at lette de Studerende ved den polytekniske Lærestalt Læ-
ningen af nærværende Bog har jeg valgt straks at udgive den trykt og
ikke autograferet; men da Faget som Studiefag i nærværende Omfang er
ret nyt, har det endnu ikke været mig muligt at faa alt med, og at give alle
Afsnit en ensartet Behandling; men jeg antager, at Bogen kan give de Stu-
derende en passende Orientering inden Forelæsningerne, saa at de under
disse kan gøre de nødvendige Tilføjelser og Optegnelser. For Vandforsy-
ningens og Kloakbygningens Vedkommende er Beregningerne ikke med-
tagne, da de findes behandlede med passende Udførlighed i de Haandbøger,
»Hütte« og *Foerster*, som almindelig benyttes paa Konstruktionsstuerne,
samt for Kloakbygningens Vedkommende i *Imhoffs* Bog, der findes citeret,
og som det forudsættes, at de Studerende er fortrolig med. Ligeledes hen-
vises for Beregningen af Belysningens Vedkommende til Lektor *E. v. Hol-
stein Rathlous* Stærkstrøms Elektroteknik, og Afsnittet derom i denne Bog
forudsættes at blive læst.

Hvad Billedstoffet angaar, da skylder jeg for Afsnittet om Vandforsy-
ningen Københavns Vandværk Tak for Udlaan af en Samling Clichéer, der
illustrerer Enkeltheder fra de københavnske Anlæg, og ligeledes skylder jeg
Københavns Stadsingeniør Tak for Udlaan af nogle Clichéer, der vedrører
Kloakanlægene i København; en Del Figurer, der viser Enkeltheder ved
Spildevandsledningerne i København er kopierede efter Afdelingsingeniør
Nohrs Afhandling om dette Emne i »Die Assanierung von København«. En-
delig skylder jeg Ingeniørfirmaet *Edwards & Rasmussen* Tak for Udlaan af
nogle Clichéer, der viser Enkeltheder ved Gasværker, udførte af det tyske
Aktieselskab »Bamag«.

Da jeg formener, at det er af stor Betydning, at de Studerende ved
Projekteringsøvelserne lærer at kende de forskellige Priser og tage disse i
Betragtning, har jeg vedføjet en Samling Overslagspriser, som jeg saa vidt
mulig har holdt svarende til Prisniveauet inden Krigens Udbrud i 1914.
Hvis man benytter Timelønnen for en Arbejdsmand som Maalestok, vil det
muligvis nok være gør ligt at benytte Priserne paa Steder og Tider, hvor
Prisniveauet er højere eller lavere, idet der gives et passende Tillæg eller
gøres et passende Fradrag.

København, Juli 1917.

J. T. LUNDBYE.

INDHOLDSFORTEGNELSE.

	Side
Indledning	1
Vandforsyning	9
Kloakbygning	55
Rensningsanlæg for Kloakvand	91
Affaldsstoffer	113
Lig	136
Levnedsmidler (Kvægtorve, Slagtehus, Kølehus, Torvehaller)	141
Nødtørftsanstalter	153
Desinfektionsanstalter	156
Badeanstalter	158
Gasværker	165
Bolighygiejne	184
Overslagspriser	188

INDLEDNING.

Naar Mennesker bor i smaa Samfund langt fra hinanden, giver Naturen dem sunde Omgivelser, idet Luften er frisk, Vandet indeholder ingen skadelige Stoffer, og organiske Affaldsstoffer kan raadne i Jorden uden at genere; men efterhaanden som Samfundene bliver større og tættere ved hinanden, idet tillige Befolkningstætheden paa Arealenheden stiger, vokser de Farer, der truer Individernes Sundhed, og disse Farer maa modarbejdes med Midler, der bliver desto omstændeligere, jo større Samfundene er, og jo tættere Bebyggelsen er.

Luften i de store Byer forurenes ikke alene ved Aandedrættet, der formindsker Iltmængden og forøger Mængden af Vand og Kulsyre; men den faar ogsaa Tilblandinger af Røg og Gas fra Ildsteder og Gasværker, af ilde-lugtende Luftarter fra forraadnende Stoffer, Fabrikker og lignende.

Hvis man ikke sørger for Bortskaffelse af alle organiske Affaldsstoffer, vil de hobe sig op paa Gader og i Gaarde, som det f. Eks. var Tilfældet i Middelalderen i Evropa, og forurene Jorden, ligesom en altfor stærk Benyttelse af Kirkegaarde ogsaa vil bevirke, at en naturlig Forraadnelse ikke kan foregaa i Jorden uden Gener for Omegnen. En moderne Kilde til Forurening af Jorden har man i Gasledningerne, fra hvis Utætheder Gassen trænger ud, farver Jorden sort og giver den en ejendommelig Lugt. Dette er usundt, hvilket bedst ses paa Træplantningerne, ikke at tale om den Eksplosionsfare, som Gassen rummer, naar den f. Eks. trænger ind i Kloakledninger.

Er Jordbunden forurennet, forurenes ogsaa Vandet i den og derigennem Vandløbene, som ofte skal levere Drikkevandet, og ved Variation af det underjordiske Vandspejl pumpes der enten usund Grundluft op til Jordoverfladen, eller der dannes ved Vandspejlets Sænkning en god Voksegrund for Smittekim, hvorfor Tyfus- og Koleræpidemier som Regel optræder ved lav Grundvandstand. Som bekendt skyldes disse Sygdomme Tilstedeværelsen af visse Mikrober, ligesom man har paavist adskillige andre pathogene Smittekim.

Det har altid været en Nødvendighed for de store Byers Beboere at kæmpe mod Forureningen af Luften, Jorden og Vandet, og det er disse

Kampmidler, som Byhygiejnen eller den kommunale Hygiejne lærer om. Det er kun delvis en ny Videnskab, idet ældre Kultursamfund paa visse Punkter var naaet længere, end vi nu er; den moderne Byhygiejne gaar ikke ret langt tilbage, paa de fleste Punkter end ikke 100 Aar; men den hviler paa et mere videnskabeligt Grundlag end tidligere Tiders, takket være Medicinens og Bakteriologiens Udvikling.

Mange Byer befinder sig endnu under meget daarlige hygiejniske Forhold; men i mange andre har man ved Hjælp af Statistiken kunnet dokumentere de gode Resultater, som er naaet ved Indførelsen af hygiejniske Forbedringer. For følgende Byer har man f. Eks. observeret nedenstaaende Nedgang i Antallet af aarlige Dødsfald pr. 1000 Indbyggere:

Berlin	fra 31,6 i 1872	til 20,2 i 1892.
Brüssel	- 30,5 i 1874	- 19 i 1894.
Odessa	- 31,4 i 1877	- 25,6 i 1892.
Buenos-Ayres	- 32,9 i 1887	- 24,3 i 1893.
Leicester	- 27,07 i 1845—54	- 18,42 i 1885—94.
Luzern	- 31 i 1876	- 18,5 i 1894.
København	- 22,7 i 1882—86	- 15,6 i 1902—06.

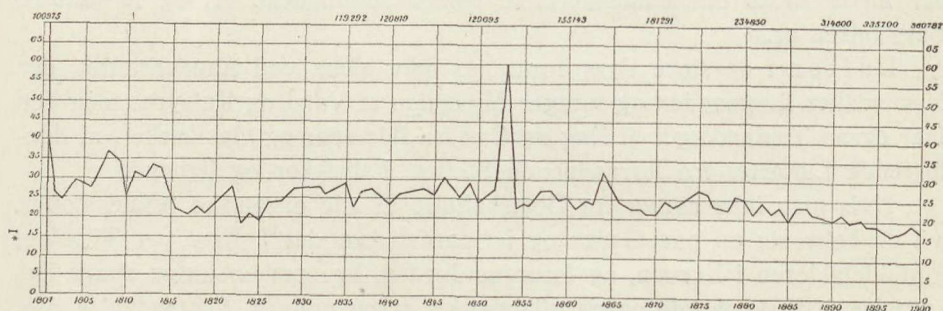


Fig. 1. Dødeligheden i København i det 19de Aarhundrede. Ordinaterne angiver Dødsfald pr. 1000 Indbyggere.

Nedgangen skyldes altid særlig en Aftagen af Dødeligheden ved smittomme Sygdomme og da igen særlig ved Tyfus. Nedgangen i Dødeligheden ved denne Sygdom illustreres godt ved følgende Tal, der gælder for Dødsfald pr. 100 000 Indbyggere:

	Paris	London	Berlin	Wien
1880—89.....	69	22	21	13
1889—94.....	25	18	8	7
1895.....	11	14	5	6

Historisk Oversigt.

Saa vidt man kan se af de overleverede Skrifter, har alle Folkeslag, saa langt tilbage man kender, haft en ret god Forstaaelse af de hygiejniske Grundlove, og disse er da fremtraadt som religiøse Forskrifter, idet visse

Dele af Kulturen kun har været Belæring derom og Tilsyn med deres Overholdelse. Saaledes foreskriver alle gamle Religioner visse Tvætninger og Bade, og Kilderne stilledes under Guddommenes Beskyttelse og fandtes meget ofte inde i selve Templerne.

Overalt hvor man finder Ruiner af store Oldtidsbyer, finder man ogsaa Levninger af store Vandforsyningsanlæg, og hos Digterne tales der ogsaa straks om herlige Kilder, naar der nævnes et beboet eller beboeligt Sted.

I Ægypten afgang hele Kulturen af en kunstig Vanding, og man kan vist sikkert tilskrive Ægypterne Opfindelsen af kunstige Reservoirer, hvori Vandet kan magasineres, og af hvilke Mæris-Søen synes at have indtaget hele det Areal, som Provinsen Fayoum nu.

Ægypterne har ogsaa konstrueret forskellige Vandløftningsredskaber, ligesom de har gravet adskillige Brønde, blandt hvilke man kender Josefsbrønden i Kairo, der er ført 90 m ned under Terrainet. Ligeledes har de paa Pharaonernes Tid kendt Ledninger af brændt Ler og Bly.

Sundhedens Love har uden Tvivl været godt kendte i Ægypten, og Moses har nok lært en Del af sine Forskrifter i dette Land.

Om Assyrierne og Perserne kender man kun lidt, hvad deres Vandforsyningsanlæg angaar, kun ved man, at de skal have haft store Dimensioner. Man kender Brønde fra Ninive og ved, at der i denne By skal have været et Reservoir, som kunde opsamle Euphrats Vand, og en Maskine, som kunde pumpe Vandet fra denne Flod op i en Højde af 92 m til Vanding af de hængende Haver, og at det her fordeltes gennem metalliske Ledninger, der stod under Tryk.

I Ninive og Babylon fandtes fuldstændige Kloaksystemer, og Benyttelsen af Vand til at transportere Fækaliernes bort fra Boligerne synes at skrive sig herfra.

For at beskytte Floderne mod Forurening finder man hos Perserne en Lov, der forbyder at kaste Fækaliere ud i dem.

Hos intet Folk i Østen finder man en saadan Forstaaelse af hygiejniske Spørgsmaal, som hos Jødefolket. Moseloven er fuld af hygiejniske Leveregele, som Jøderne har fulgt i Aarhundreder. De forstod Nødvendigheden af at fjerne alle forraadnelige Stoffer fra Boligerne, og Fækaliernes skulde hos dem graves ned paa afsides Steder.

I Jerusalem fandtes kun to Brønde og en Kilde i Templet; men der fandtes en Mængde Cisterner og Reservoirer til at opsamle Regnvandet. Mellem Bethlehem og Hebron finder man saaledes endnu Sporene af store Reservoirer, anlagte af Salomon, hvorfra en Stenledning med en Diameter af 0,25 m førte Vandet til Templet paa Toppen af Sionsbjerget.

Man har ligeledes i Jerusalem fundet Levningerne af et Afvandings-system. Blodet fra Ofringerne i Templet og andet Spildevand herfra og rimeligvis ogsaa fra en Del af Byen blev ledet til et Klaringsbassin og herfra til et andet, dybere liggende, gennem en Ledning, der er hugget i Klippen. Klaringslammet fra det første Bassin solgtes til Gartnerne i Cedrons Dal,

medens Afløbsvandet fra det andet Bassin benyttedes til at vande de kongelige Haver.

Hos Grækerne træffes en stor Mængde Brønde og lignende Ruiner af Aquadukter. Fra Herodot ved vi saaledes, at Vandledningen til Samos havde en Længde af 1295 m og en Diameter af 2,46 m.

Grækerne har haft flere Slags Pumper, dels en simpel Sugepumpe med et Dykkerstempel, dels en almindelig Suge- og Trykpumpe med gennembrudt Stempel og dels en Trykpumpe med Vindkedel, lignende en moderne Brandsprøjte. Vandet fordeltes gennem Ledninger af Træ, Ler eller Bly og forsynedes med Haner af Træ eller Metal.

I Husene fandtes overalt Latriner, ligesom man benyttede transportable Møbler. Efterhaanden blev Badene fra at være en Luksus en almindelig Nødvendighed.

Fra det delphiske Orakels Tempel kendes en Indskrift, som forbyder at besudle den indviende Jord med Fækaler.

Paa Vandforsyningens Omraade kendes detaljerede Lovbestemmelser. Saaledes siges det i Solons Love, hvor langt en offentlig Brønd maatte benyttes; udenfor dette Omraade skulde enhver grave sig en Brønd, idet han mindst holdt sig 2 m fra Naboens Skel. Hvis han endnu ikke havde fundet Vand i en Dybde af 20 m, havde han Ret til hver Dag at hente 54 l Vand hos sin Nabo.

Baade Platon og Aristoteles ansaa en god Vandforsyning for en meget vigtig Ting og forlangte, at man havde sin Opmærksomhed stærkt henvendt derpaa.

I Rom steg Kravene om Vand i den Grad, at en Mand, der vilde gøre sig populær, ikke kunde vælge noget bedre Middel end at give store Summer til Vandforsyningsanlæg, og Romerne naaede ogsaa at udføre saa store Anlæg, at de kun kan aftvinge os Beundring den Dag i Dag.

Under Kejser Trajan skal Rom have haft 9 Vandledninger med en samlet Længde af 443 km, hvoraf 49,5 km var Arkader, der naaede en Højde af 32 m. 2,4 km var Tunnel. Disse Ledninger leverede 947 200 m³ Vand i Døgnet, hvoraf de to Tredjedele omtrent medgik til offentligt Brug, og den ene Tredjedel til Bade og andet privat Brug. Allerede under Augustus var Byens Vandforsyning 2,7 m³ pr. Ind. pr. Døgn, og der fandtes 1350 offentlige Øsesteder og 591 Springvand. I Løbet af et Aar lod Agrippa bygge 130 Reservoirer og opstille 105 Springvand. Under Kejser Konstantin fandtes der i Rom 34 Akvadukter, 15 Thermer og 856 offentlige Bade.

Hvilken Betydning man tillagde Vandforsyningen og alle de Forhold, der stod i Forbindelse dermed, ser man af de Mænd, der stod i Spidsen derfor. Under Nero og Trajan var det saaledes en Mand, der hed Frontinus, der for at overtage denne Plads havde afgivet Overkommandoen over Hæren i Bretagne.

Der dreves en kolossal Luksus med Udstyret af Badeværelser, og man har f. Eks. fundet Rør og Haner af massivt Sølv.

Med Romerherredømmet bredte deres Vandforsyningsanlæg sig over

alle de beherskede Lande, hvor man f. Eks. har Levninger af dem i Nîmes, Pont du Gard, Sevilla, Lyon, Sens, Paris, Metz og Antibes.

Ved deres Vandvindingsanlæg benyttede de altid Vandets naturlige Højde uden at løfte det ved Pumpning, idet de tog det fra en Sø, et Vandløb eller en Kilde, som det nu kunde passe sig. Eventuelt kunde de fra underjordiske Vandaarer fremstille en kunstig Kilde eller tilvejebringe Vandet ved en Dræning (cuniculi). Ved Bygningen af Ledningerne har de efterhaanden gjort Iagttagelser, hvilket bl. a. kan ses deraf, at de senere Anlæg er givet et jævner Fald end de ældre. Profilet er aabenbart ikke valgt efter Vandmængden, men saa stort, at det tillod Passage for Eftersynets Skyld. Paa enkelte Steder er der anvendt dykkede Ledninger af Bly i Stedet for Arkade-aquadukter, f. Eks. ved Lyon; men som Regel har Stenene været billigere.

Naar Rom fik 1 200 000 m³ Vand i Døgnet og kun havde 3—400 000 Indbyggere, maa man vist dog antage, at en Del af denne Vandmængde løb bort gennem utætte Ledninger. Hvad Vandets Beskaffenhed angaar, da var det meget middelmådigt og naaede neppe at blive tilstrækkelig klarer ved de Bassiner, hvori hver Ledning endte. Plinius den ældre fortæller derfor ogsaa, at Romerne som Drikkevand foretrak Brøndvand.

Paa Frontinus's Tid forsynede Hovedledningerne 247 Vandslotte (castellae), hvorfra da de enkelte Ledninger udgik, idet det var forbudt at tage Vand direkte fra en Hovedledning. Rørene var af Bly med et pæreformigt Tværsnit, idet de var dannede ved Sammenlodning af en Blyplade.

I ældre Tider maatte Vandet ikke ledes direkte ind i Husene; men dette blev dog efterhaanden Skik, saa at Frontinus opgiver, at der langs en af Hovedledningerne fandtes 13 594 Indlæg. Vandmængden bestemtes ved et kalibreret Rør, der anbragtes i en bestemt Dybde under Vandspejlet. Ledningerne vedligeholdtes af en Stab af Arbejdere, hvoraf der paa Agrippa's Tid fandtes 240 og paa Claudius's 700.

For at beskytte Ledningerne var det i Byerne forbudt at plante Træer indenfor en Afstand af 1,6 m og paa Landet 4,8 m fra Ledningen; enhver Besudling med Ekskrementer var forbudt, og Bortledning af Vand straffedes med store Bøder, afhængige af den bortledte Vandmængdes Størrelse.

I de ældste Tider badede man i Tiberen; men senere førtes Appius Claudius's Vandledning til et stort Svømmebassin, og efterhaanden udviklede Romernes bekendte Bade med den overdrevne Luksus sig.

Hvad Affaldsstofferne angaar, da var det Skik og Brug at samle dem i Beholdere og tømme disse, der baade indeholdt Husaffald og Fækalier, ud paa Gaden hver Morgen, hvorfra Snavset da fjernedes. Senere forbødes dette; det skal dog stadig have fundet Sted, men ganske vist om Natten.

I Husene fandtes Latriner, der ofte skylledes med en stadig Vandstrøm. Mærkelig nok var Latrinerne næsten altid beliggende nær ved Køkkenerne. Offentlige Kabinetter fandtes ogsaa; paa Diocletians Tid fandtes der 144 fordelt over hele Rom, for Benyttelsen af dem betaltes der.

Hvad Kloaker angaar, byggede Tarquinius en stor Ledning, der skulde afvande Forum, og som uden Tvivl kun har været et naturligt Vandløb, han overdækkede. Senere blev denne Ledning Hovedsamler for alle det gamle Roms Kloaker; den eksisterer og funktionerer delvis den Dag i Dag, 2500 Aar efter dens Bygning. Agrippa udviklede Roms Kloaknet og lod bygge Skyllebeholdere.

Man kender en Brevveksling mellem Plinius den yngre, der var Statholder i Pontus og Bithynien, og Kejser Trajan angaaende Overdækningen af et Vandløb, der løb langs en af Hovedgaderne i Amastia, og var blevet en fuldstændig aaben Kloak.

Da Barbarene i det femte Aarhundrede erobrede Italien, viste de, som det naturligvis let kan tænkes, kun Foragt for den forfinede romerske Kultur, hvorfor Badeanlæg og Vandledninger hurtigt forvandlede til Ruiner.

Den kristne Kirke, som derpaa blev den herskende Aandsmagt, hævdede paa ingen Maade Grækernes og Romernes Traditioner paa det hygiejniske Omraade, ja synes endog at have bekæmpet dem som en overflødig Luksus, naar f. Eks. Munkeordner indskrænkede sig til at skifte Klædning en Gang om Aaret.

Under Middelalderens Feudalvæsen indskrænkedes Byerne til kun at herske over netop den Jord, hvorpaa de var byggede, hvorved der sattes en naturlig Grænse for Udførelsen af Vandforsyningsanlæg med Tiløb udefra, og man blev henvist til at benytte de Brønde, der kunde graves paa selve Byens Grund.

Hvad Fækaliernes angaar, da lærte man ved Borge og Klostre at benytte sig af afsides liggende Kroge, hvor de fik Lov at hobe sig op, om muligt anbragte man sine »Hemmeligheder« ud over Gravene. I det niende Aarhundrede lærte man at lave Gruber med eller uden Bund, idet Latrinerne anbragtes over Gruberne.

Disse daarlige hygiejniske Forhold undlod naturligvis ikke at medføre en Del Sygdomme, man ikke tidligere havde kendt, saa som Spedalskhed og den sorte Pest. Under Epidemierne skal mere end en Fjerdedel af Befolkningen til Tider være blevet bortrevet.

Med den stigende Oplysning, den stigende Kongemagt og Byernes voksende Selvstændighed kom der, omend langsomt, en Reaktion. Man begyndte igen at tilføre Vand fra større Afstande, og ved Floderne byggede man Vandløftningsapparater, der sattes i Bevægelse ved hydrauliske Motorer. Paa denne Tid, under Philippe-Auguste, byggede Saint-Laurent Munkene en underjordisk Vandledning, der eksisterer endnu, og som Nord fra førte Vand til Paris til nogle offentlige Springbrønde og nogle private Abonnenter.

Det var ogsaa nu i det 12te Aarhundrede, at man udførte de første artesiske Brønde i Artois.

I det 13de Aarhundrede førtes en 8 km lang Vandledning til Genf, og der byggedes i London en Vandledning ind til et Reservoir i Byen, der var muret og foret med Bly.

Under Renaissanceen gør Hygiejnen igen store Fremskridt.

I Italien lod Paverne flere af de gamle Vandledninger gøre i Stand, saaledes er aqua Vergine, der i 1568 kunde forsyne 50 offentlige og private Springvand, den gamle aqua Virgo.

I England udvikles Vandforsyningsanlægene, og alle Londons vigtigste Distrikter forsynes med Vand. I 1582 bygger Pierre Maurice en Løfte-maskine, der dreves af et Strømhjul, og som gennem Blyrør kunde føre Vandet rundt i Husene.

Dette System var dog allerede kendt i Tyskland, hvor Bryggerne i Hannover i 1527 havde udført et lignende Anlæg; senere fulgte lignende Anlæg i Hamborg og Nürnberg. Der dannedes i det hele taget mange Steder lignende »Pumpenbrüder Genossenschaften«. Man ved saaledes, at Augsburg i det 15de Aarhundrede var rigeligt forsynet med Vand. I Ulm fandtes i 1489 168 Badeanstalter.

I Paris havde man endnu i det 16de Aarhundrede ikke anden Vandledning end den tidligere omtalte fra Nord. I 1533 paabød Parlamentet, at enhver Ejer paa sin Ejendom skulde indrette en Latrigrube.

I det 17de Aarhundrede blev det Frankrig, som naaede en saadan Magt og Rigdom, at det kunde gaa i Spidsen. Henrik IV lod under Pont-Neufs Buer bygge la Samaritaine-Pumperne, der skulde forsyne Louvre og Tuilerihaverne med Vand. Ludvig XIII's Moder Marie af Medici lod Arcueil-Ledningen bygge paa Ruinerne af den gamle romerske Aquadukt, og Vandet førtes gennem den til 14 offentlige Springvand. Endelig lod Ludvig XIV af Deville og Hollænderen Rennequin bygge Maskinen ved Marly, som med sine 227 Pumper kunde løfte Vandet 162 m. Han lod ogsaa Vauban paabegynde Vandledningen ved Maintenon, som aldrig blev fuldført.

I 1670 havde Paris dog kun 4—500 m³ Vand i 24 Timer, og ved Udførelsen af Notre-Dame Pumpen blev det bragt op til 1400 m³; men samtidig blev der ved kongelige Reskripter givet saa mange Tilladelser til at benytte gratis Vand, at selve Byen neppe fik mere derved.

Paa dette Tidspunkt begyndte man at bygge Kloaker; men der fandtes ved Aarhundredets Slutning kun omtrent 3 km. Benyttelsen af Vand i Klosetterne stammer ogsaa fra denne Tid, og omkring 1660 skal Tanken være ført over til England. Man var dog ikke videre end, at f. Eks. paa Versailles alle Hoffolkene maatte have Natstole staaende i deres Garderober.

I London udvikledes Vandforsyningen stadig. Man indrettede de første Brandhaner og Vaskeborde med Vandtilløb; men i Almindelighed var de sanitære Forhold daarlige og Dødeligheden ret stor under den engelske Revolution.

Det 18de Aarhundrede udmærker sig ved de mange Fremskridt paa Pumpernes Omraade. Den dobbeltvirkende Pumpe (La Hire 1716), Centrifugalpumpen (Demours 1732), Pumpe med Dykkerstempel (Bramah 1785), den hydrauliske Vædder (Montgolfier 1797), Vandsøjlemaskinen; og endelig Dampmaskinen, som opfundet 1711 af Newcomen, første Gang i

1761 anvendtes til at løfte Vand fra Themsen. I 1781 kom Maskinen til Paris. I denne By følte Vandmanglen stadig, og der debatteredes mange Projekter. Ved Slutningen af det 18de Aarhundrede havde Byen, trods sine 600 000 Indbyggere, neppe 10 000 m³ i Døgnet. Der fandtes nu 26 km Kloaker, til Dels rekonstruerede 1755 af Turgot, med et Skyllebassin i rue des Filles-du-Calvaire. Renovationen førtes til Bassiner paa buttes Chaumont, hvorfra en ulidelig Stank udbredte sig over de nordlige Dele af Byen.

I Begyndelsen af det 19de Aarhundrede fortsattes overalt den Udvikling, der var paabegyndt i det forrige. Som et nyt Moment tilkom Filtreringen af Vand gennem Sand, hvilket opfandtes af Simpson i 1839 og først anvendtes ved Chelsea-Vandværket i London. Dernæst forbedredes Fabrikationen af Støbejernsrør saa meget, at de kunde erstatte de gamle Ledninger af Træ eller Bly. Endvidere konstrueredes Skydehaner og Vandmaalere.

For øvrigt er den hygiejniske Sans ikke meget vaagen endnu. I Paris indskrænker man sig til nogle Bestemmelser om Vandtætheden af Gruberne og Flytning af Renovationskulerne fra Montfaucon til Bondy (1817). Først efter Koleraen i 1832 tænker man paa et omfattende Kloaknet, og man bygger Renovationskule ved la Villette.

I Nutiden er det Koleraen, der har henledet Opmærksomheden paa de hygiejniske Spørgsmaal, og det er den stærke Befolkningstilvækst i de store Byer, betinget af Samfærdselsmidlernes Udvikling, der har givet disse Spørgsmaal en saadan Betydning, at den store moderne Udvikling paa dette Omraade er blevet Følgen. De videnskabelige Fremskridt og Opdagelser har naturlig ogsaa bidraget

Den moderne Udvikling har sit Udspring i England, og som et Mærkepunkt her kan man igen nævne 1848 (The public health act).

Kravene til Vandforsyningerne er steget. I Paris havde man saaledes ved Begyndelsen af sidste Aarhundrede knap 15 l pr. Ind. pr. Døgn, og nu har man ikke en Gang nok i 300 l. Overhovedet er alle Byer travlt beskæftigede med at søge efter nye Kilder til deres Forsyningsanlæg.

Kloakbygningen begynder først ved Midten af forrige Aarhundrede; men efter at Anlægene i London og Paris var udførte, fulgte den ene By efter den anden Eksemplet.

De mange og store Kloaker medførte hurtigt en ny Opgave, idet Kloakvandet tilsmudsede Floderne, hvortil de fik Afløb. Hermed er det vigtige Spørgsmaal om Rensning af Kloakvand opstaaet.

Vandforsyning.

Vand er ganske uundværligt for Mennesker og Dyr ikke alene til Tilberedning af Fødemidlerne, men ogsaa til Rensning af Legemer, Brugsgenstande o. s. v. Tilstedeværelsen af Kilder eller naturlige Vandløb har derfor ogsaa altid betinget Anlægget af menneskelige Boliger. Hvor den stigende Befolkning har stillet større Krav til Vandforsyningen, end de naturlige Anlæg har kunnet tilfredsstille, har man ved Kunst maattet søge at opfylde dem, og man kender fra tidligere Kulturperioder Levninger af endog meget store Vandforsyningsanlæg, særlig Romernes store Tilledningsledninger, der paa murede Buer førtes over Dalene, er bekendte.

Ved Anlægene i Oldtiden førtes Vandet ind til offentlige Brønde paa Gader og Torve, uden at man forstod at udnytte det hydrostatiske Tryk, og saaledes vedblev man langt ned i Tiden. I København toges 1580 de første »Springvandsledninger« i Brug, gennem hvilke Vandet tilledtes fra den kunstig opstuede Emdrup Sø. Vandet førtes i Begyndelsen kun til 3 offentlige Spring, paa Gammeltorv, Amagertorv og Købmagergade; men efterhaanden førtes Forbindelser til private Springvandsposte. Ledningerne udførtes af 8 Alen lange Træstammer med en 5 Tommer Gennemboring, Samlingerne skete ved stærke, dobbelte, inddrevne Bøsninger oprindeligt vistnok af Træ, senere af Bly. Eventuelle Utætheder dækkedes ved Paaslagning af Blyplader.

I 1827 lægges forsøgsvis den første Ledning af $6\frac{1}{4}$ " støbte Jernrør i København, og da man opnaaede et godt Resultat med dem, fortsatte man med Lægningen af Jernrør i 1846, og 1851—59 anlagdes det første Vandværk med Pumper og Filteranlæg i København.

Vandets Beskaffenhed.

Selv om man ikke behøver at stille de samme Fordringer til Drikkevand og Vand, f. Eks. til Gadevanding, bør man, hvis man kan skaffe tilstrækkeligt af godt Drikkevand, undgaa Anlægget af to forskellige Vandværker, da Muligheden for, at det mindre gode Vand anvendes til Drikkevand og afstedkommer Sygdomstilfælde, jo altid vil foreligge. Den forøgede Udgift til dobbelt Rørledningsnet fordyrer ogsaa denne Løsning meget.

Man forlanger, at Drikkevand skal have den fornødne Renhed i fysisk, kemisk og bakteriologisk Henseende, og endvidere maa det have en passende Temperatur.

Ved fysisk Renhed forstaar man, at det skal være klart, farveløst og fri for enhver Lugt og Afsmag. Indblanding af større eller mindre Urenheder lader sig som Regel fjerne ved Bundfældning eller Filtrering, hvorimod fint Lerslam gør Vandet opaliserende og ikke let tilbageholdes af et Filter.

Angaaende Vandets kemiske Beskaffenhed er det vanskeligt at give almenkyldige Regler i Form af den største Mængde af de almindeligt forekommende Stoffer, der maa findes i Vandet. Man har f. Eks. stillet den Fordring, at rent Vand i 100 000 Dele kun maatte indeholde:

- 50 Dele mineralsk eller organisk Stof, der blev tilbage ved Inddampning paa Vandbad.
 - 18—20 Dele kulsur Kalk (Ca CO_3) eller kulsur Magnesia (Mg CO_3).
 - 2—3 Dele Chlor (Cl) eller 3,3—5 Dele Kogsalt (Na Cl).
 - 8—10 Dele Svovlsyre (SO_3).
 - 0,5—1,5 Dele Salpetersyre ($\text{N}_2 \text{O}_5$).
- kun meget svage Spor af Ammoniak og salpetersyrlige Salte.
De organiske Stoffer maa kun kunne reducere 0,8—1 Del manganovnsurt Kali ($\text{K}_2 \text{Mn O}_4$).

Endelig maa de organiske og kvælstofholdige Stoffer, der findes i 100 000 Dele Vand, kun have henholdsvis 0,5 Dele organisk Kulstof og 0,02 Dele Albuminoidammoniak.

Disse Tal kan kun gælde som en omtrentlig Rettesnor, f. Eks. kan Vand fra Kalk- eller Dolomitegne indholde betydelig mere end 50 Dele i 100 000 Dele Vand, der bliver tilbage ved Inddampning, uden at det derfor kan kaldes urent. Derimod tyder Tilstedeværelsen af kvælstofholdige organiske Bestanddele og større Mængder af salpetersyrlige Salte eller Ammoniak paa, at Vandet har været i Forbindelse med raadnende Stoffer, hvorfor Vand af denne Sammensætning ubetinget ikke bør benyttes som Drikkevand.

Efter Vandets større eller mindre Indhold af Kalk (Ca O) eller Magnesia (Mg O) kaldes det haardt eller blødt. Som Maal for Haardheden benyttes i Tyskland en Haardhedsskala, hvor 1 Grad svarer til 1 Del Kalk eller den æquivalente Mængde (0,7 Dele) Magnesia i 100 000 Dele. I Frankrig regner man med Mængden af de kulsure Salte, det samme gør man i England; men i Frankrig bruger man, ligesom i Tyskland, 100 000 Dele Vand, medens man i England tager 70 000 Dele. Ved Omregning svarer derfor 100 tyske Haardhedsgrader til 179 franske og 125 engelske. Til Drikkevand kan man godt bruge Vand med en Haardhed af op til 25, naar den blot ikke skyldes Magnesiasalte eller Gips. Til mange industrielle Øjemed, f. Eks. Dampkedelforsyning, lader kun blødt Vand sig benytte; til Vask er det ogsaa at foretrække, da der saa benyttes mindre Sæbe, idet Stearinsyren i Sæberne med Kalken eller Magnesiaen i det haarde Vand danner uopløselige Forbindelser som hvide Fnøg, inden der kommer Skumdannelse. Til Dannelsen af disse uopløselige Forbindelser medgaar,

hvis Vandets Haardhed er 10 tyske Grader, 1,2 gr. Sæbe pr. 1 l Vand. De dannede Stoffer aflejrer sig i Tøjets Porer, hvorved Tøjet bliver haardere at føle.

Som Regel vil der findes Jern i Grund- eller Kildevand. Dette er ganske vist ikke skadeligt for Sundheden; men det gør Vandet uskikket til en Mængde industrielle Øjemed, og da Jernet let udskiller sig som et fint brunt Overtræk af Jernilte (Okker) paa alt, hvad Vandet kommer i Berøring med, søger man at fjerne det. Jernet findes som Regel i Vandet som Ferrokarbonat (FeCO_3), sjeldnere i Forbindelse med organiske Syrer, og da navnlig Huminsyre. Endelig kan forekomme fosforsure og svovlsure Jernsalte. Jernforbindelserne stammer fra Svovljernsforbindelser i de dybere Jordlag, hvilke paavirkes af det kulsyreholdige Vand, der trænger ned fra de øvre Jordlag, hvorved der dannes Ferrokarbonat og Svovlbrinte, hvorfor de fleste jernholdige Vande indeholder Svovlbrinte. Huminsure Jernsalte findes særlig i Tørveegne, og disse Salte lader sig i Modsætning til de kulsure Salte og i Lighed med de svovlsure ikke let spaltes ved Udluftning af Vandet.

Jernindholdet i Vandet bevirker, at dette afgiver en god Voksegrund for forskellige Algearter, navnlig *Leptothrix ochracea* og *Chrenothrix polyspora*. Vandet bør ikke gerne indeholde over 0,03 Dele Jern i 100 000 Dele Vand (0,3 mg. i 1 l.).

Papirfabriker, Vaskerier, Blegier og Farverier kan ikke anvende jernholdigt Vand, selv om Jernet kun forekommer i Spor; ligeledes er et større Jernindhold skadeligt for Bryggerier og Badeanstalter.

Endelig kan der findes Bly i Vandet nemlig paa de Steder, hvor man benytter Bly til Husledninger. Det synes som om Dannelsen af de opløselige Blysalte kun sker, naar Vandets Haardhed er 2,5 Grader eller derunder, og det samtidig indeholder fri Kulsyre. Benyttes indvendig fortinnede Blyrør undgaas Faren.

Ved Sukkerfabriker er Tilstedeværelsen af særlige salpetersure Salte og kulsure Alkalier skadelig. Vand, der indeholder store Mængder af fri Kulsyre (mere end 10 mg i 1 l) angriber Jernledninger.

Som nævnt skal Vandet være bakteriologisk rent. Hvor den kemiske Analyse angiver Tilstedeværelsen af Ammoniak, salpetersyrige Salte og Svovlbrinte, kan en bakteriologisk Undersøgelse sige, om disse Stoffer ikke skyldes Vandets Forbindelse med forraadnende Stoffer.

Som Regel maa en frisk taget Vandprøve ikke indeholde mere end 100 forplantningsdygtige Kim i 1 cm^3 , ved Henstand, selv kun i kort Tid, forøges Antallet meget.

Vandforbrugets Størrelse.

Bestemmelsen af den Vandmængde et Vandforsyningsanlæg skal kunne levere er meget vigtig og kun mulig efter nøjagtige Undersøgelser angaaende Befolkningens Levevis og de lokale Forhold. Naar Adgangen til godt Vand

lettes, viser der sig ogsaa en Stigning i Forbruget; f. Eks. efterfølges Anlægget af et Vandværk af en Kloakering, hvilket som Regel vil finde Sted, hvis der ikke allerede findes et godt Kloaksystem, vil der opstaa Ønsket om at faa Vandklosetter, hvilket igen stiller Fordringer til en forøget Vandforsyning. Det gælder derfor om ikke at beregne Vandmængden for ringe ved det første Anlæg og at have eventuelle Udvidelser for Øje. I »Hütte« findes Angivelser af Vandforbruget til de forskellige Øjemed, saavel private som offentlige. Hvor ikke store industrielle Anlæg stiller særlige Fordringer, kan man i Reglen regne, at et Vandforsyningsanlæg i Begyndelsen skal kunne levere 60 l. pr. Ind. pr. Døgn og senere kunne udvides til at kunne levere den dobbelte Vandmængde.

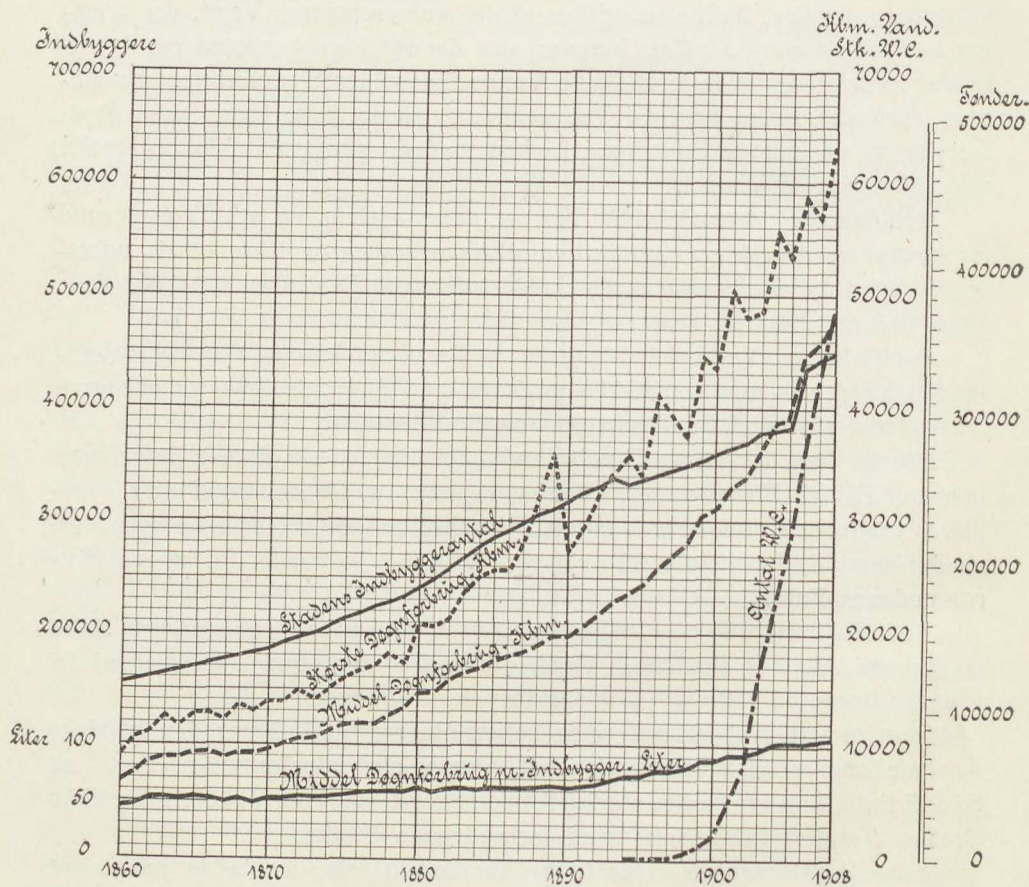


Fig. 2. Vandforbrugets Stigning i København.

Hvor Vandforsyningen sker gennem Maalere, og der altsaa betales for den forbrugte Vandmængde, vil Forbruget altid være mindre, end hvor Vandet leveres frit mod en aarlig Afgift pr. Taphane. Til industrielt Brug bør Vandet altid ledes gennem en Maaler. Mange større Virksomheder ser deres Fordel ved at anlægge eget Vandforsyningsanlæg, idet f. Eks. Pumpeudgifterne skal stille sig lavere ved et saadant privat Anlæg, end hvis den

tilsvarende Vandmængde skulde pumpes af Byens Værk og maaske der løftes højere, end Fabriken nu behøver.

Vandforbruget har en meget forskellig Størrelse i de forskellige Lande og Byer, medens det paa det europæiske Fastland er 50—200 l. pr. Ind. pr. Døgn, gaar det i England ofte noget højere op, og i Nordamerika naar det i de forenede Stater i enkelte Byer, f. Eks. Chicago op til 600 l. pr. Ind. pr. Døgn.

Ved Beregningen af Vandforbrugets Størrelse skal man naturligvis ikke alene tage Hensyn til det øjeblikkelige Indbyggerantal, men ogsaa tage den sandsynlige Vækst af Byen i Betragtning. Ved smaa Byer kan dette imidlertid være vanskeligt, da Udviklingen her ofte foregaar springvis, idet f. Eks. Bygningen af nye Fabriker, Anlægget af en ny Jernbane og lignende i høj Grad kan paavirke Befolkningsantallet.

Er Forholdene ganske regelmæssige, og f den aarlige Tilvækst i Følge Overskud af Fødsler og Tilflytning til Byen i Procent, er Indbyggerantallet efter n Aars Forløb

$$Z_1 = Z \left(1 + \frac{f}{100} \right)^n$$

Ved mindre Byer kan man i Reglen regne, at Indbyggernes Antal er $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ større, end det i Virkeligheden er.

Vandforbruget har ikke en konstant Størrelse; men det er underkastet saavel en daglig som en aarlig Variation. Som Regel vil man kunne regne, at Forbruget om Sommeren er 1,25—1,30 Gange Gennemsnitsforbruget; men man har Eksempel (Dresden) paa, at det kan stige til 1,77 Gange Gennemsnitsforbruget, ligesom det kan synke til 1,19 Gange dette (Stettin). Hvorledes den daglige Variation er, vil afhænge meget af Befolkningens Sædvaner. Hvis man f. Eks. i Timerne fra 8—12 om Formiddagen har et Forbrug af 27,47 % af hele Døgnet's Forbrug, svarer det til, at Døgnet's Forbrug skulde være $\frac{6 \times 27,47}{100} = 1,65$ Gange, hvad det virkelig er; men derefter maa saa alle Dimensioner beregnes. I disse Formiddagstimer om Sommeren maa man da kunne yde $1,30 \times 1,65 = 2,15$ Gange Aarets Gennemsnitsforbrug.

Hvis man sætter det højeste Døgnforbrug til 1,5 Gange det gennemsnitlige Døgnforbrug og antager, at det stærkeste Forbrug pr. Time er 6—7 % af Gennemsnitsforbruget pr. Time, maa man regne, at der paa en Time skal kunne leveres omtrent $\frac{1}{10}$ af det gennemsnitlige Døgnforbrug.

Om Lørdagen vil Forbruget igen være stærkere end paa de andre Dage i Ugen.

Forskellige Vandvindingsmaader.

Vandet kan skaffes tilveje paa forskellige Maader, idet man enten kan benytte Regnvand eller tage Vandet, som det findes paa Jordens Overflade i Søer og Vandløb eller i de dybere Jordlag, endelig kan man benytte destilleret Havvand.

Regnvand benyttes kun paa Steder, hvor Tilvejebringelsen af Vand paa andre Maader viser sig uoverkommelig, f. Eks. i Kystegne, hvor der enten ingen Vandløb findes eller deres Vand er saltholdigt som Følge af en indadgaende Flodbølge fra Havet, og hvor Grundvandet er brakt. Da man kan opsamle $\frac{3}{5}$ — $\frac{4}{5}$ af hele Nedbøren, vil man altsaa med en Opsamlingsflade paa 100 m² og en aarlig Nedbør paa 60 cm kunne paaregne 36—48 m³ aarlig. Ved at sørge for, at det først afløbende Vand ikke flyder til Cisternen, kan man faa ganske godt Vand, der har den Fordel at være meget blødt.

Vand fra Søer og Vandløb har som Regel den Fejl, at dets Temperatur om Sommeren ligger betydelig over den Temperatur af 9—12° C., som Vandet helst bør have, og om Vinteren kan Vandet ogsaa blive for koldt. Naar Vandet i Ledningerne er for varmt, risikerer man, at Befolkningen foretrækker at benytte det koldere, men daarligere Vand fra gamle Husbrønde. Nogen nævneværdig Afkøling af Vandet kan man ikke regne, at der finder Sted ved Vandets Passage selv gennem lange Ledninger.

En anden Mangel ved Vand fra overjordiske Løb er den store Fare for skadelige Forureninger, som det er udsat for. Inden man derfor gaar til at benytte saadant Vand, bør man undersøge om en saadan Fare findes og i saa Tilfælde søge at forebygge den f. Eks. ved Bestemmelser, der hindrer Afløb af Spildevand, Drænvand fra Marker og lignende til vedkommende Vandløb. Elbvandet ved Magdeburg er saaledes om Sommeren næsten udrikkeligt som Følge af dets Indblanding af Afløbsvand fra Kalifabriker, der er ført til en af Elbens Bifloder ovenfor Byen.

Flodvandet er som Regel temmelig blødt, idet det ved den stadige Berøring med Luften afgiver en Mnægde af den indeholdte Kulsyre. Forøvrigt afhænger Vandets kemiske Sammensætning ganske af de Tilløb, det modtager, og altsaa ogsaa af Jordbundens Beskaffenhed, og denne Sammensætning kan derfor variere meget paa de forskellige Steder af en Flods Løb.

Da en Mængde af de Urenheder, der findes opslemmet i Flodvandet, kan udskilles ved en Bundfældning, naar Vandets Hastighed aftager, vil Vandets Renhed som Regel være størst, umiddelbart efter, at det har passeret en Sø. Hvor naturlige Søer mangler, lader man derfor ofte Vandet passere gennem kunstig anlagte Klaringsbassiner, der da tillige kan tjene som Reservoirer. Ved Valget af en Plads for et saadant Klaringsbassin og Reservoir, gælder det om at tage Hensyn til, at Vandet saa lidt som muligt udsættes for Forurening, og at Jordbundsforholdene er af en saadan Beskaffenhed, at de tillader Anlæg, uden at man maa være udsat for et alt for stort Tab af Vand ved Nedsivning.

Vand fra underjordiske Lag kan enten af sig selv træde frem som Kilder paa Jordens Overflade, eller det kan ad kunstig Vej skaffes til Veje ved Dræning, hvis der kun er Tale om Vand fra de øverste Jordlag, eller Brønde. Som Regel vil Vand fra underjordiske Lag være temmelig rent, idet det ved sin Bevægelse ned gennem Jorden efterhaanden renses,

til Gengæld kan det fra Jordlagene opløse forskellige Stoffer, som kan virke skadeligt, hvorfor der altid maa tages Hensyn til Beskaffenheden af de Jordlag, Vandet kommer til at passere. Temperaturen af Vand fra dybere Jordlag vil som Regel være meget passende og holde sig konstant.

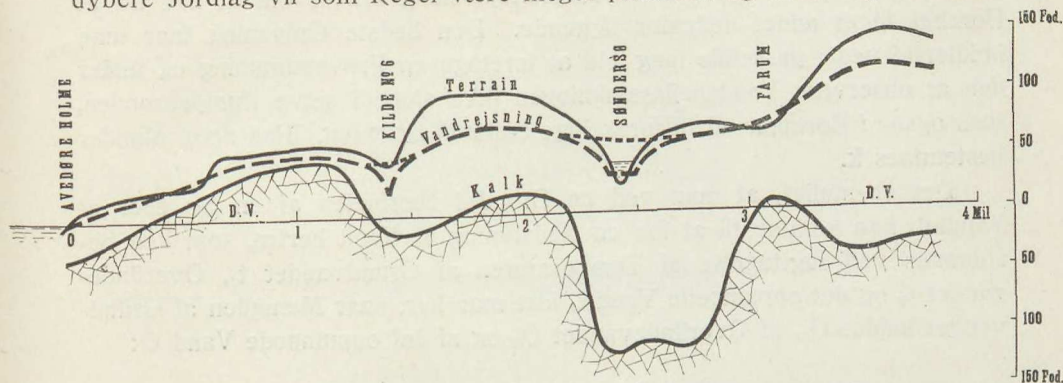


Fig. 3. Geologisk Profil ved København fra Farum til Avedøre Holme.

Den største Vanskelighed ved at benytte Vand fra underjordiske Lag bestaar i at bestemme den Vandmængde, man kan disponere over, og om den har en saadan Størrelse, at man tør basere en Vandforsyning derpaa. For at kunne afgøre dette maa man skaffe sig Kort, der dels viser Overfladen af de vandstansende Lag og dels Beliggenheden af det underjordiske Vandspejl. Til Brug ved dette Arbejde udføres en Mængde Boringer med en Diameter paa 5—8 cm, og foruden at tage Vandprøver fra de enkelte Boringer kan man med en Haandpumpe foretage en Prøvepumpning paa dem, idet Forholdet mellem den oppumpede Vandmængde og Sænkningen af det underjordiske Vandspejl giver en Maalestok for Lagenes Evne til at føre Vand. Af Højdekurverne for det underjordiske Vandspejl kan man paa Kortet se Retningen af de underjordiske Vandstrømme, og hvor der er underjordiske Søer, der i Længden ikke vil kunne afgive en fornøden Vandmængde. Vandføringen af en underjordisk Strøm lader sig efter Forsøg af Darcy bestemme, idet dens Hastighed er proportional med Vandspejls-

faldet, $v = k \frac{h}{l}$, hvor k er en Koefficient, der er afhængig af Lagenes Beskaffenhed, og h betegner Vandspejlsfaldet paa Længden l . I Modsætning hertil har man, at en Vandstrøms Hastighed i en Ledning er proportional med Kvadratroden af Vandspejlsfaldet. Kender man altsaa Tværsnittet af en underjordisk Vandstrøm F og Porøsiteten af Laget eller Forholdet mellem Vandtværsnit og hele Tværsnittet k_1 , bliver Strømmens Vandføring

$$Q = k k_1 F \frac{h}{l}, \text{ udtrykt i m}^3/\text{Sek.}$$

Koefficienten k ligger mellem 0,001 og 0,01, medens k_1 sjældent overskrider 0,35 og ved Sand- og Gruslag, hvor Mellemrummene mellem det grovere Grus er fyldt med fint Materiale, kan gaa ned til 0,08. k_1 findes ved direkte Maaling.

Da det imidlertid er vanskeligt at faa saa nøjagtige Oplysninger om de ofte meget variable underjordiske Lag, at denne Bestemmelse kan give et sikkert Resultat, søger man ved Forsøg at kontrollere dens Rigtighed. Man kan saaledes maale den Tid en Kogsaltopløsning bruger om at naa fra et Borehul til et andet nedenfor liggende. Den bedste Oplysning faar man imidlertid ved i passende lang Tid at foretage en Prøvepumpning og under den at observere Vandspejlssænkningen ikke alene i selve Pumpebrønden, men ogsaa i Boringer ud til forskellige Sider af Brønden. Paa disse Maader bestemmes k .

Det er muligt, at man ved en Brønd i Nærheden af en Sø eller et Vandløb kan komme til at faa en Nedsivning af Vand herfra, som kan bestemmes ved Iagttagelse af Temperaturen af Grundvandet t_1 , Overfladevandet t_2 og det oppumpede Vand t , idet man har, naar Mængden af Grundvandet kaldes Q_1 , af Overfladevandet Q_2 og af det oppumpede Vand Q :

$$Q = Q_1 + Q_2 \text{ og } tQ = t_1Q_1 + t_2Q_2$$

$$\text{altsaa } Q_1 = \frac{Q(t - t_2)}{t_1 - t_2} \text{ og } Q_2 = \frac{Q(t_1 - t)}{t_1 - t_2}$$

Hvis man tænker sig, at Overfladen af det vandstandsende Lag var horizontal, at det usænkede underjordiske Vandspejl ligeledes stod horisontalt, og at Vandet optoges gennem en Samleledning med passende Aabninger

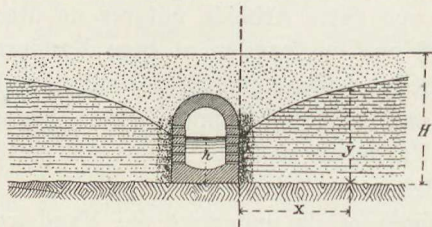


Fig. 4.

i Siderne, vilde man, naar v_x er Vandstrømmens Hastighed i Afstanden x fra Ledningen og b Ledningens Længde, have

$$v_x = k \frac{dy}{dx} = \frac{Q}{ybk_1}, \text{ idet Vandmængden } Q = v_x ybk_1.$$

$$Qdx = kk_1bydy.$$

$$Qx = kk_1b \frac{y^2}{2} + c.$$

hvor c bestemmes ved $x=0$, $y=h$.

$$c = -kk_1 \frac{bh^2}{2}$$

$$Q = \frac{kk_1b}{2x} (y^2 - h^2)$$

$$y^2 = \frac{2Qx}{kk_1b} + h^2.$$

Det sænkede Vandspejl stiller sig altsaa efter en Parabel. For $y = H$ og $x = L$ faas

$$Q = \frac{kk_1 b (H^2 - h^2)}{2L}$$

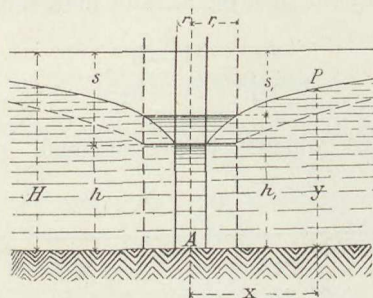


Fig. 5.

Hvis man i Stedet for en Samleledning tager Vandet gennem Brønde, faar man under de samme Forudsætninger om horizontalt Vandspejl og horizontal Overflade af det vandstaaende Lag:

$$v_x = k \frac{dy}{dx} = \frac{Q}{2\pi xyk_1} \text{ idet } Q = 2\pi xyv_x k_1$$

$$Q \frac{dx}{x} = 2\pi k k_1 y dy$$

$$Q \ln x = k k_1 y^2 \pi + c$$

For $x = r$ er $y = h$ altsaa $c = Q \ln r - k k_1 h^2 \pi$

$$Q = \frac{k k_1 \pi (y^2 - h^2)}{\ln \left(\frac{x}{r} \right)}$$

$$y^2 = \frac{Q}{k k_1 \pi} \ln \left(\frac{x}{r} \right) + h^2$$

$$\text{For } y = H \text{ og } x = R \text{ faas } Q = \frac{k k_1 \pi (H^2 - h^2)}{\ln \left(\frac{R}{r} \right)}$$

altsaa vokser Vandmængden med Sænkningen af Vandspejlet og Forøgelsen af Brønddiameteren; men i Praksis maa der tages Hensyn til Løftehøjden og Vandets Indtrædelseshastighed i Brønden, idet denne ikke maa blive saa stor, at det vandførende Lags Partikler føres med ind i Brønden.

De Hastigheder, ved hvilke Partikler føres med, er:

Kornstørrelse	 0,25	0,5	1,0	2,0	3,0 mm.
Vandhastighed	 30	70	100	170	820 mm/Sek.

Antages, at R bliver uforandret ved smaa Variationer af h , har man

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{H^2 - h^2}{H^2 - h_1^2} = \frac{(H + h)(H - h)}{(H + h_1)(H - h_1)}$$

men hvis H er stor i Forhold til h og h_1 , kan man tilnærmet sætte

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{H - h}{H - h_1}$$

altsaa Vandmængden er tilnærmet proportionalt med Vandspejlsænkningen.

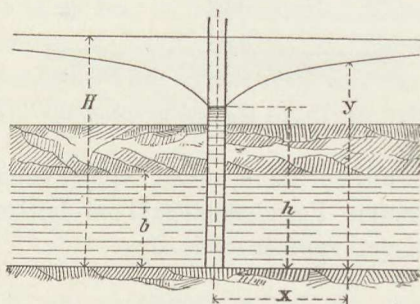


Fig. 6.

Hvis der er Tale om en artesisk Brønd, vil Vandet befinde sig under et hydrostatisk Tryk mellem to vandstansende Lag, svarende til et tænkt Vandspejl, i dette Tilfælde faar man

$$v_x = k \frac{dy}{dx} = \frac{Q}{2\pi x b k_1} \text{ idet } Q = 2\pi x b k_1 v_x$$

$$dy = \frac{dx}{x} \frac{Q}{2\pi b k k_1}$$

$$y = \frac{Q}{2\pi b k k_1} \ln x + c$$

$$\text{For } x = r \text{ er } y = h \text{ altsaa } c = h - \frac{Q}{2\pi b k k_1} \ln r$$

$$Q = \frac{2\pi b k k_1 (y - h)}{\ln \left(\frac{x}{r} \right)}$$

$$y = \frac{Q}{2\pi b k k_1} \ln \left(\frac{x}{r} \right) + h$$

$$\text{For } y = H \text{ og } x = R \text{ faas } Q = \frac{2\pi b k k_1 (H - h)}{\ln \left(\frac{R}{r} \right)}$$

altsaa en artesisk Brønds Vandmængde vokser proportionalt med Vandspejlsænkningen.

Destilleret Havvand benyttes som Reserve paa Skibe og i regn-

Løse Kystegne, f. Eks. ved det røde Hav; ligeledes benyttes en Destillation af Vandet i Saltstepper, hvor Grundvandet er for saltholdigt til at anvendes, som det forekommer. Der maa altid indpumpes Luft i det destillerede Vand; men undertiden tilsættes tillige Sukker eller Oxalsyre for at gøre det mere velsmagende.

Vandvindingsanlæg.

Ved Vandvindingsanlæg fra Søer og Floder gælder det om at faa Vandet saa rent og køligt som muligt, hvorfor man kun bør tage det umiddelbart ved Søbredde, hvis Vanddybden her er større, og Bredden ikke er bevokset med Siv og Vandplanter, ellers bør der føres en Ledning ud under Flod- eller Søbunden. Kan man tage Vandet inde ved Bredden, anbringes her en Brønd med False, hvori der kan sættes en Rist med lodrette Ristestænger for at tilbageholde større svømmende Urenheder. Føres Ledningen ud under Flod- eller Søbunden, maa den ogsaa ved sin Munding forsynes med en Rist eller Kurv; men da Rensningen paa dette Sted kan være vanskelig, maa Risten ikke gøres finere, end at den kan holdes ren af Strømmen eller Vandbevægelsen. Er der Sejlads kan Indtagningsstedet kræve en Afmærkning i Form af en Duc d'Albe, der om Natten forsynes med en Lanterne.

Indtagningsledningen bygges som Regel af Jernrør, Træ eller armeret Beton. Jernledningerne kan bestaa af støbte Mufferør eller Flangerør, efter-

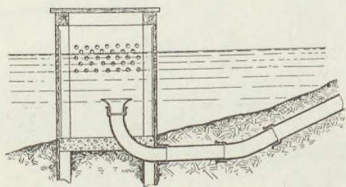


Fig. 7. Indtagningsledning fra en Sø eller et Vandløb.

som Dybden ikke er større, end at der kan arbejdes under Tørlægning, eller hvor Længden ikke er for stor til, at Ledningen kan samles i Land eller paa Pramme og sænkes ned enten i fuld Længde eller i større Stykker, der da kan samles af Dykkere ved Stemning med koldt Bly bedst under Anvendelsen af Beskyttelsesmuffer. Flangerør kan samles under Vand af Dykkere, hvilket ligeledes kan ske ved Træ- og Betonrør. Ledningen lægges som Regel i en udgravet Rende, i enkelte Tilfælde, f. Eks. ved Chicago, er Ledningerne udført ved Tunnelering under Søbunden under Anvendelse af komprimeret Luft. Indtagningsaabningen er i flere Tilfælde formet som en stor Sænkekasse af Træ med Stenfyld.

Man skaber ofte et kunstigt Reservoir ved at opdæmme et Vandløb med et Bygværk tværs over en Dal. Hvis det dannede Reservoir kun har en ringe Dybde, vil Vandet blive urent som Følge af en stærk Vegetation. Som et Eksempel kan nævnes Anlægene ved Versailles, der udførtes

i det 17. Aarhundrede for at forsyne Slottet og Parken med Vand. Er Vanddybden derimod overalt mindst 1,5—2,0 m, faar man en kunstig Sø, hvor Vandet kan klares ved Bundfældning, faar en konstant Temperatur og ikke

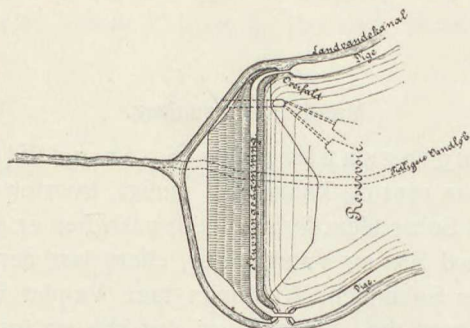


Fig. 8. Opdæmning af et Vandløb.

forandres meget. Særlig i England og Amerika er mange Byers Vandforsyning baseret paa saadanne Anlæg. Man er dog udsat for, at Vandet, ligesom fra naturlige Søer, om Sommeren antager en ubehagelig Lugt og Smag, ligesom det kan forurenes ved Afløb fra en voksende Bebyggelse ovenfor.

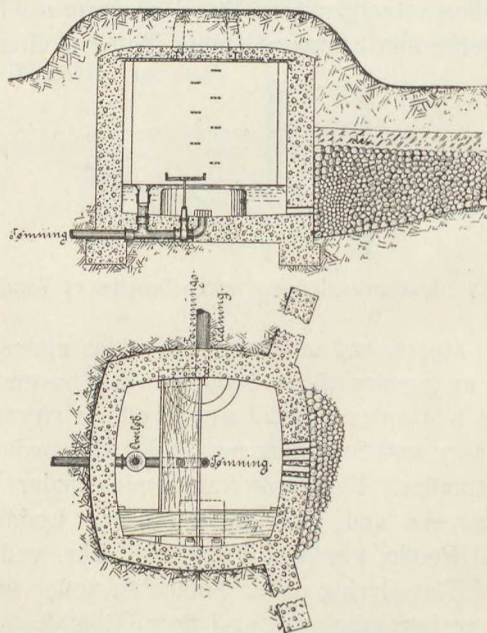


Fig. 9. Opfangning af en Kilde.

Anlægget af en Stuvdæmning med et Reservoir kræver et grundigt Kendskab til alle lokale Forhold, herunder Grundens Gennemtrængelighed for Vand og Fordampningens Størrelse.

Dæmningerne kan opføres af Jord eller Murværk, i det første Tilfælde kan man anvende en Kerne af stampet Ler eller Beton for at opnaa større Vandtæthed. Indtagningsaabningen maa kunne varieres i Højde for altid at kunne tage det reneste Vand, selv om Vandstanden ovenfor Dæmningen varierer. Dette kan enten opnaas ved at anbringe en Brønd ovenfor Dæmningen forsynet med Indtagningsaabninger i forskellig Højde og forsynede med Lukker, saa at man er Herre over, hvilken Aabning man til enhver Tid vil benytte, eller hvis man altid vil tage Vandet i en vis Dybde under Overfladen, kan man anbringe et drejeligt Indtagningsrør, som bæres af en Svømmer i sin yderste Ende.

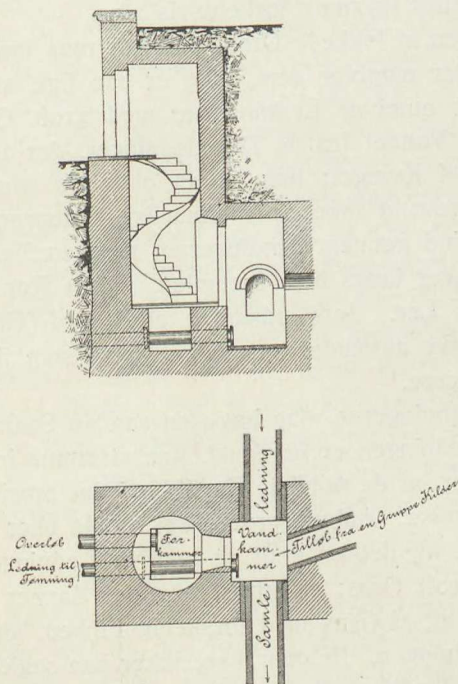


Fig. 10. Brøndkammer.

De Vandvindingsanlæg, der maa udføres ved Kilder, afhænger af Jordbundens Beskaffenhed og Jordoverfladen paa det Sted, hvor Kilden træder frem. Man søger at opfange Kildens Vand i et Brøndkammer, hvor Bunden i en Del af Kamret er fordybet for at medrevet Sand kan holdes tilbage, og endvidere skal Kamret beskytte Vandet mod Forureninger udefra.

Hvis Kilden træder frem i Overfladen paa et horisontalt Terrain, kan Brøndkamret maaske indskrænkes til en Indfatning og Overdækning, hvorimod man, hvis Kilden kommer frem paa en Skraaning, i Reglen maa uddybe dens Afløb. Brøndkamret maa altid bygges saaledes, at det er let tilgængeligt, og ofte maa der sørges for fornødent Overløb, hvis Kilden giver mere Vand, end man ønsker at vinde, og Vandledningen derfor kan modtage. Ofte forenes Vandvindingsanlæg fra flere Kilder, idet man kan nøjes med at bygge et fælles Brøndkammer for dem.

Hvor man vil samle Vand, der findes i de øverste Lag i Jorden, kan man med Fordel benytte Drænledninger i Stedet for en stor Mængde Brønde eller Boringer. Disse Drænledninger kan enten være aabne Kanaler eller underjordiske Ledninger.

Aabne Kanaler benyttes kun lidt, da de i høj Grad er udsat for Forurening. De er tidligere anvendt en Del i Klitegne, f. Eks. i Holland; men ogsaa her er man gaaet over til at bygge lukkede Ledninger. Da Kanalerne ofte faar en ret stor Dybde og langs begge Sider i ringe Højde over Vandspejlet maa forsynes med et Banket til Passage ved Eftersyn og Rensning, og Sandet kræver Anvendelsen af flade Anlæg (1 : 2), bliver Bekostningen ved Kanalernes Bygning forholdsvis stor.

Ved Anvendelsen af lukkede Drænledninger maa man lægge Vægt paa, at det Materiale, der omgiver dem, ikke er saa fint, at de kan tilstoppes deraf, hvorfor man omgiver Ledningerne med groft Grus eller lignende. I Alperne benyttes Vandet fra de Drænledninger, der tørlægges Græsgangene, til Vanding af Kvæget; men ellers benyttes som Regel til Samleledninger for Drikkevand ikke de almindelige Drænrør, som kun tillader Vandet at trænge ind gennem Stødfugerne, men særlige Rør, der er forsynede med Aabninger langs hele Længden. Disse Rør kan være af Jern, Beton eller brændt Ler. Jern udsættes altid med Tiden for Angreb af Rust, hvorfor det ikke anvendes saa meget mere som tidligere, idet Beton ogsaa vil være billigere.

Indstrømningsaabningerne maa have en saadan Størrelse, at den Vandmængde, hvorfor Ledningen er beregnet, kan strømme ind, uden at Hastigheden bliver saa stor, at de mindste Partikler i det omgivende vandførende Lag sættes i Bevægelse. Aabningerne gøres runde eller langagtige og ikke gerne under 8 mm, og det er godt at omgive Ledningen med et Lag af harpet og vasket groft Grus; eventuelt kan der dannes et Filter ved Anvendelsen af flere Lag af Grus med forskellig Finhed, idet det groveste da lægges nærmest Ledningen. Er man ikke sikker paa saaledes at kunne holde alt Sandet borte fra Ledningen, maa der med Mellemrum indskydes Brønde med forsænket Bund, saa at Sandet kan samle sig i disse. Anbringes Skydere for Ledningerne i Brønden, kan man benytte disse som Skyllebrønde for de nedenfor liggende Stykker af Ledninger, idet Brønden fyldes med Vand, og der derpaa pludselig aabnes for Ledningen nedenfor.

Man har ogsaa udført Samleledninger ved Benyttelsen af almindelige saltglaserede Rør, idet de er lagt uden Tætningsmateriale. Dette er saaledes gjort ved en af de faa Samleledninger, der er udført her i Landet.

Brønde anvendes som Regel, hvor det gælder om at vinde Vand fra underjordiske Lag. De udføres i meget forskellig Størrelse, eftersom det kun gælder om at forsyne et enkelt Hus med Vand eller en hel By. Som Materiale anvendes Murværk, Beton, Jern eller Træ. Træet er dog ikke at foretrække, da det afgiver god Voksegrund for Mos, Alger og lign. og raadner og derved fordærver Vandet, ligesom Brøndens Varighed som Følge deraf ikke bliver stor.

Brøndene kan deles i større Brønde, Skaktbrønde, der er udført af Murværk, Beton eller Jernplader og har en saadan Størrelse, at de er passable, og Rørbrønde, der bestaar af sammenskruede, nedrammede Jernrør, disse benævnes som Regel Boringer efter Fremstillingsmaaden, idet Betegnelsen Brønde mest bruges om de gravede eller nedsænkede Skaktbrønde, og Ordene skal bruges med denne Betydning her.

Til Brønde, der kun skal forsyne et enkelt eller faa Huse med Vand, anvendes hyppigere Træ af økonomiske Grunde eventuelt i Forbindelse med Murværk for den nedre Dels Vedkommende. Hvis Jordlagenes Beskaffenhed og Dybden tillader det, udføres en saadan Brønd ved almindelig Udgravning, idet Brønden da opmures indenfor Udgravningens Afstivning, i modsat Tilfælde sænkes Brønden, samtidig med at Murværket forhøjes oppefter, hvilket er den almindelige Fremgangsmaade ved større og dybe Brønde. De mindre Brønde gøres som Regel 1,0—1,5 m i Tvermaal og enten cirkulære eller kvadratiske, idet man derved ikke alene faar Plads til at anbringe et Pumperør, hvis Vandet ikke skal hejses op med en Spand; men Brønden afgiver tillige et Reservoir, hvori der kan samle sig den fornødne Mængde Vand. Benyttes Brønden kun lidt, er der ganske vist Fare for, at Vandet forurenes, hvorfor Boringer i saa Henseende er bedre; men paa den anden Side kan der ikke samle sig noget Vand i Rørbrønden, hvilket kan være ønskeligt, naar man benytter en forholdsvis fattig Vandaare. Boringer har imidlertid ogsaa den Fordel, at de bedre beskytter mod Forureninger fra de øvre Jordlag; for at undgaa saadanne ved Brønde maa man sørge for, at de foroven mures vandtæt, medens Murværket forneden i det vandførende Lag maa mures saaledes, at Vandet kan trænge ind, hvilket kan gøres ved at udelade Bindemidlet i nogle af eller alle Fugerne. For at undgaa Nedløb af Overfladevand bør Brønden hæves lidt over Jordoverfladen, som bør være vandtæt brolagt, og selve Brønddækslet bør være tæt lukkende. Af Hensyn til Fornyelse af Luften i Brønden anbringes ofte Ventilationsaabninger, idet da den friske Luft gennem et Rør bør føres til nede i Brønden, medens der er Afgangsaabning for Luften foroven.

Større Brønde udføres ligeledes enten ved Udgravning eller Sænkning; men det sidste vil dog som Regel være Tilfældet. Hvor Grunden er meget vandfyldt, kan det blive nødvendigt at anvende komprimeret Luft under Sænkningen. Vandet faar Adgang til Brønden enten ved i Brøndensiden at anbringe gennemhullede Sten eller ved at udelade Bindemidlet i Stødfugerne i nogle Skifter, f. Eks. afvekslende med almindeligt murede Skifter. Hvor en Brønd skal føres ned i et fint Sandlag, kan det være nødvendigt at træffe særlige Foranstaltninger mod Sandets Indtrængen, f. Eks. ved at gøre Brønden dobbelt og mellem den ydre og indre Kappe anbringe Lag af Grus med forskellig Kornstørrelse, idet Kornstørrelsen aftager fra de inderste Lag til de yderste. Lagene anbringes under Benyttelsen af Skillevægge af Blik, der senere fjernes. Brønden udføres af Beton eller Murværk af brændte Sten eller Cement. Bunden lader man som Regel staa fri, idet den da indgaar med i det Areal, gennem hvilket Vandet kan trænge ind i Brønden.

I en Del Tilfælde har man anvendt Brønde af Støbejernsringe samlede med Flanger. De byder dels Fordele i Retning af en lettere Sænkning og desuden tillader de en tættere Anbringelse af de Huller, gennem hvilke Vandet skal trænge ind i Brønden.

Almindeligst er det imidlertid nu at anvende Boringer, da disse lader sig udføre billigere end Brønde, og, som tidligere vist, Brønddiameteren kun har ringe Indflydelse paa Vandafgivelsen.

De simpleste Boringer er de saakaldte Nortonske eller abessinske Brønde, der anvendtes i det abessinske Felttog 1869 til Troppernes Forsyning med

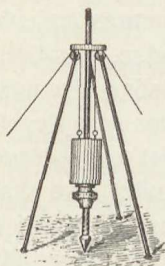


Fig. 11. Nedramning af et abessinsk Borerør.

Vand. De bestaar af 3—8 cm vide Smedejernsrør, der forneden er forsynet med en Staalspids. De rammes ned ved Slag med en gennemhullet Ramklods, der glider udenom Røret og slaar imod et Anslag, der fastskrues paa Røret. Forneden er Røret paa en Længde af 0,5—1,0 m eller endnu højere forsynet med 3—6 mm vide Huller og forzinket for at hindre det i at ruste her og derved tillukke Hullerne. Vandet løftes gennem Røret med en almindelig Pumpe, der kan løfte det indtil 8 m; staar Grundvandspejlet lavere, maa Pumpen sænkes noget ned. Borerøret kan ogsaa sænkes ved Anvendelse af Skylning samtidig med Ramningen, i Ler har man paa denne Maade boret 20 m ned og i Sand og fint Grus indtil 40 m. I blød Bund kan man naa indtil 6 m ned uden Ramning kun ved Nedskruning.

Ved Udførelsen af Boringer til større Dybde eller med større Diameter anvendes svejste Foringsrør, der bringes ned enten ved Skylning med Vand eller ved at fjerne det løsborede Materiale med særlige Apparater; ved de optagne Jordprøver faar man et godt Begreb om Jordlagenes Beskaffenhed; men naar der anvendes Skylning, vil Jordprøverne som Følge af medrevet Sand og Ler ofte faa et urigtigt Udseende. Naar den ønskede Dybde er naaet, hæves Foringsrøret saa meget, at Vandet kan trænge ind i en Filterkurv, der sænkes ned i Boringen. Filterkurven bestaar af et gennemhullet Kobberrør eller af et Skelet af Jernstænger omvundet med et Net af Messing- eller Kobbertraad, hvis Maskevidde retter sig efter Kornstørrelsen i det vandførende Lag.

Da de svejste Foringsrør er ret kostbare, bliver de ofte ombyttede med Støbejernsrør, der samles med indvendige Nipler eller med Lasker og Skruer og sænkes ned, inden Foringsrøret tages op, derved formindskes

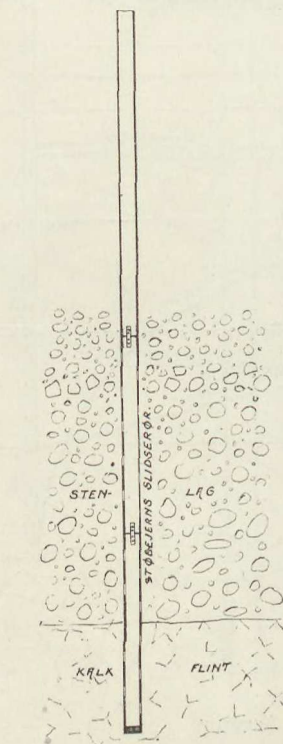
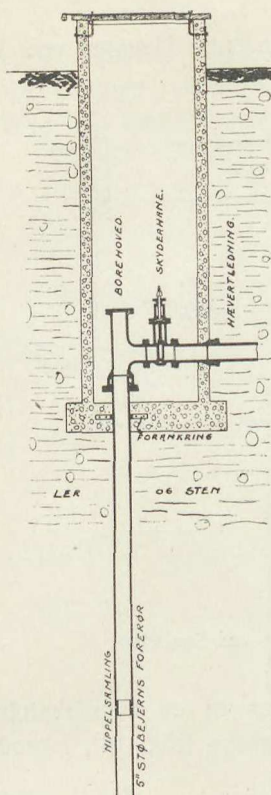


Fig. 12. Boring ved Sønderø.

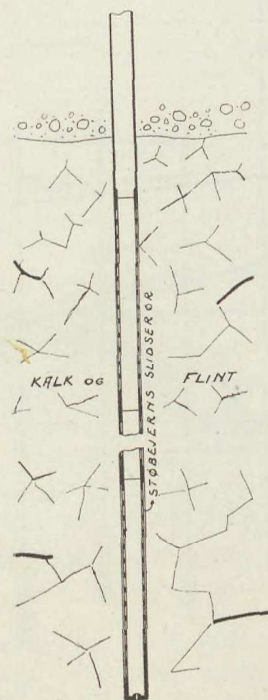
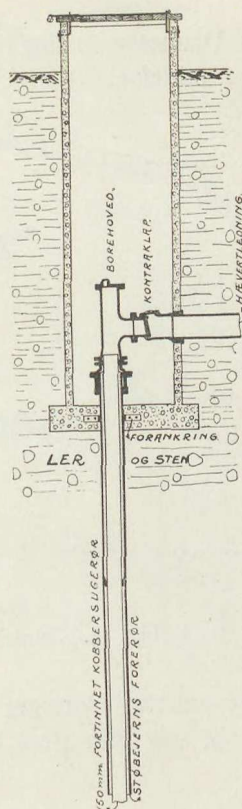


Fig. 13. Boring ved Thorsbro.

Boringens Diameter jo lidt, hvortil man maa tage Hensyn ved Valget af Boringens Størrelse.

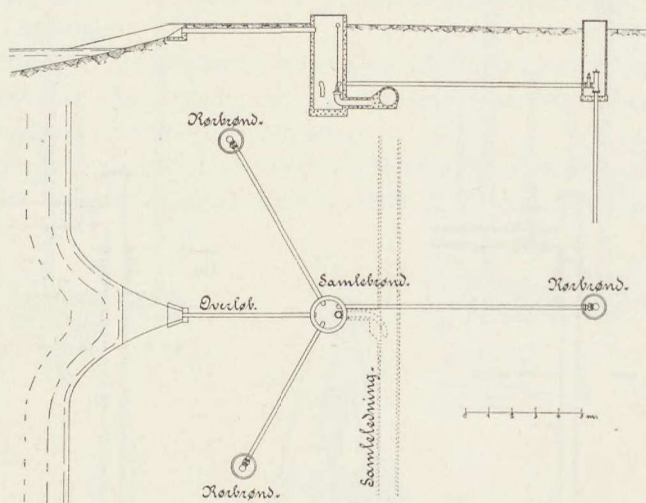


Fig. 14. Samlebrønd med Boringer ved Søndersø.

Fra de enkelte Boringer føres Ledninger til en Samleledning, hvis Vandet af sig selv kan stige helt op i Borerørene (Fig. 14), i modsat Til-

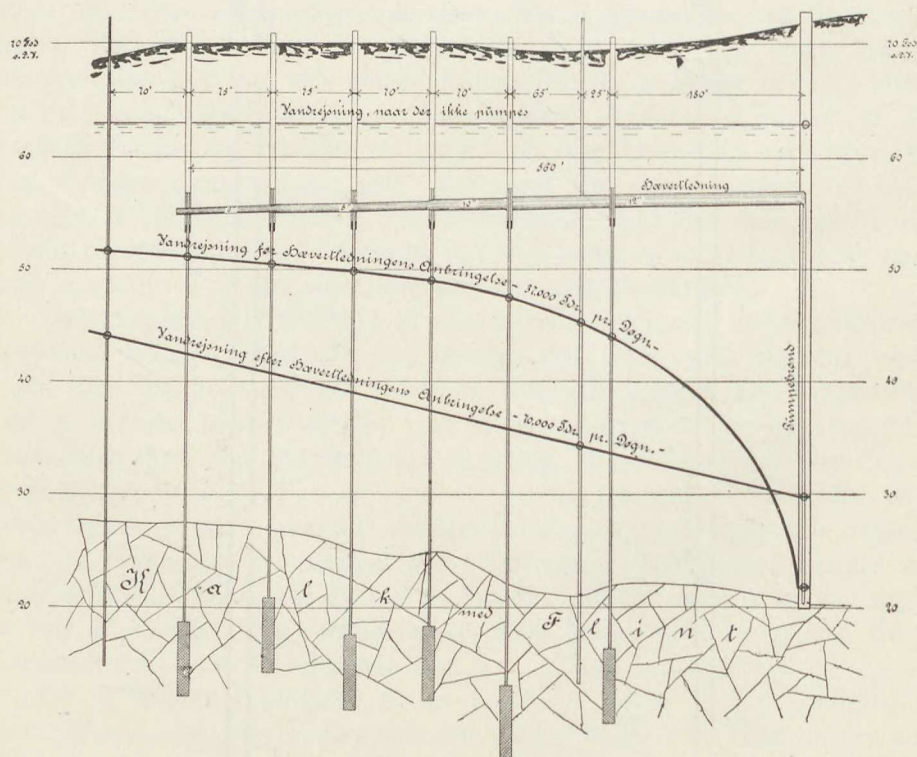


Fig. 15. Hævertledning ved Aagerup.

en Udføring med fortinnede Kobberrør, hvorved ganske vist det nyttige Areal af Boringer for anden Gang formindskes (Fig. 13).

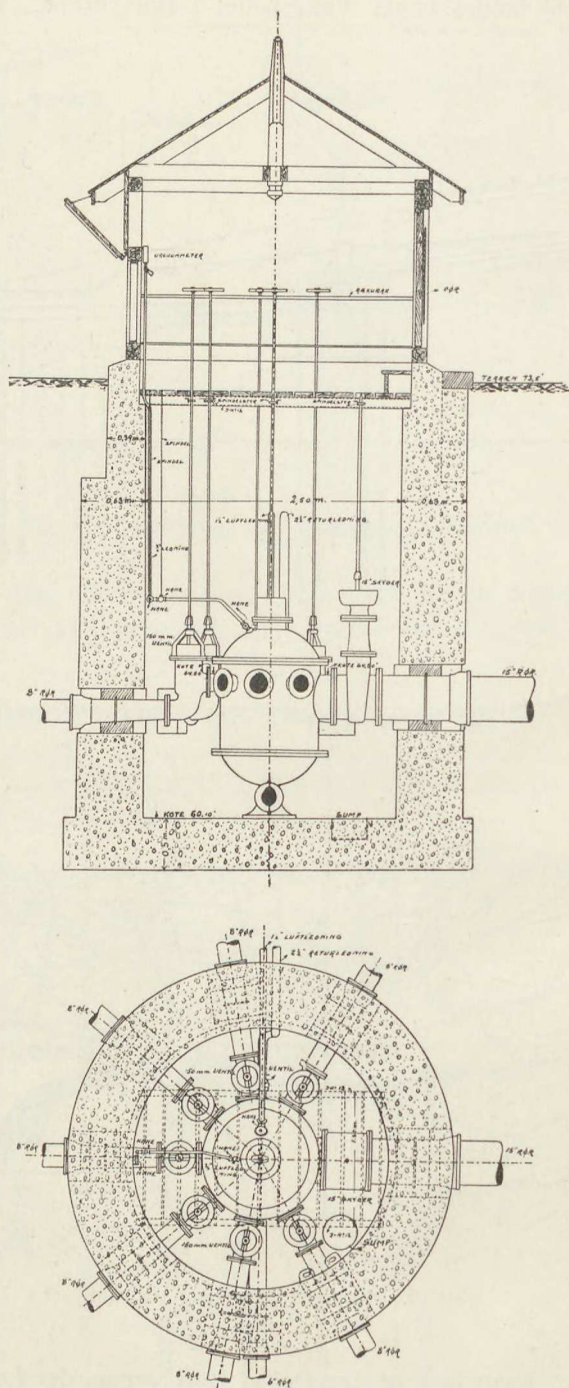


Fig. 17. Forbindelse mellem en Gruppe Boringer og Samleledningen ved Solhøj Huse.

Foroven maa Boringerne forsynes med Skydehaner, som tillader Af-lukning af den enkelte Boring, hvis den ikke mere giver tilstrækkeligt Vand, eller hvis man vil efterse og rense den. Hævertledningerne udføres af Støbejerns Mufferør med blystøbte Samlinger.

Ved større Hævertanlæg indrettes en automatisk Fjernelse af den Luft, der kan samle sig i disses højeste Punkt (Fig. 17).

Meget ofte forøges Vandafgivelsen af ældre Brønde ved at anbringe Boringer i Bunden af dem.

Tilledning af Vandet.

Naar Vandvindingsstedet er fundet, kommer Spørgsmaalet om Vandets Tilledning til Byen. Hvis Vandet tages paa et saa højtliggende Sted, at det selv kan flyde ind til Byen og endog have det nødvendige Tryk i Ledningerne, falder ethvert Spørgsmaal om Pumpning bort, dette vil dog kun sjældent være Tilfældet. Som Regel maa Vandet pumpes, og da kommer Spørgsmaalet om Pumpeanlæggets Beliggenhed. Det kan enten lægges ved Vandvindingsstedet eller ved Byen; i første Tilfælde bliver Ledningen fra Vandvindingsstedet til Byen en Trykledning, som kan blive dyrere at bygge end en Gravitationsledning, som Vandet passerer med naturligt Fald, medens det i andet Tilfælde kan blive nødvendigt at bygge to Pumpeanlæg, et ude ved Vandvindingsanlægget for at hæve Vandet fra Brønden eller Boringerne og give det en saadan Højde, at det kan løbe ind til Byen, og et inde ved Byen; ved at tage Vandet fra højtliggende Søer eller Kilder er det maaske muligt at nøjes med et Pumpeanlæg inde ved Byen, selv om Vandvindingsanlægget ligger ret langt fra dem.

Hvis der saaledes findes en Tilledningsledning for Vandet fra Vandvindingsanlægget til Byen, som ikke er en Trykledning, kan denne bygges som en aaben Grøft eller Kanal eller som en lukket Ledning. Aabne Ledninger har en Del Ulemper, idet der dels mistes en Del Vand ved Fordampning, Vandet er udsat for Forurening, det fryser om Vinteren og bliver for varmt om Sommeren, den stadige Oprensning er dyr, og de nødvendige Skraaninger bevirker, at de kræver et stort Grundareal. Hvor de anvendes, maa man ved Anlæg af Grøfter langs dem paa begge Sider sørge for, at de ikke faar Tilløb af Overfladevand fra de omgivende Arealer.

Lukkede Ledninger bygges af Murværk eller Beton og maa med passende Mellemrum forsynes med Nedgangsbrønde af Hensyn til Eftersyn og Rensning. Deres Bygning bliver ganske analog med Bygningen af Kloakledninger, og Beregningen af dem udføres paa samme Maade som af disse.

Hvor en saadan Ledning skal passere en Lavning i Terrainet, har man i ældre Tid bygget en Aquadukt, paa hvilken Ledningen førtes over med uforandret Fald; men det vil som Regel være billigere at føre en dykket Ledning følgende Terrainet og konstrueret saa meget stærkere, f. Eks. af

armeret Beton, Støbejernsrør eller nittede Pladejernsrør, at den kan taale det fremkomne Tryk.

I Stedet for at gennemgrave et Højdedrag, eventuelt med en Tunnel, kan man lægge Ledningen op over og lade den virke som en Hævert. Da der altid vil kunne samle sig Luft i en Hævertledning, maa den paa det højeste Punkt forsynes med et Udsugningsapparat, der kan bestaa i en Forbindelse fra dette Punkt til Pumpens Sugevindkedel, hvis Pumpeanlægget er i Nærheden, ellers maa der anbringes en særlig Luftpumpe eller en Ejektor, der drives ved Damp eller Vandtryk. Den Højde, man kan give en Hævertledning, kan man sætte til $10\text{ m} \div h$, hvor h er den Højde som svarer til Vandbevægelsen; af Hensyn til Sikkerheden vil man som Regel holde Hævertledningens Højde 1—2 m under denne Værdi.

Vandets Rensning.

Hvis Vandet tages fra dybe Boringer, kan det være saa rent, at det straks egner sig til at tilføre Konsumenterne; men som Regel maa det underkastes en Rensning for at fjerne indblandede Urenheder eller et altfor stort Jernindhold. Rensningen udføres som Regel ved at lade Vandet passere Klaringsbassiner, hvis det f. Eks. er Flodvand, der medfører større Urenheder, og Filtre bestaaende af finere eller grovere Materiale, alt efter Beskaffenheden af de Urenheder, der skal fjernes. Som Regel benyttes Filtre af fint Sand, saaledes at man lader Vandet efterhaanden passere flere Filtre, hvis man først vil benytte grovere Filtre til Fjernelse af de større Urenheder. I enkelte Tilfælde benyttes Tilsætning af Kemikalier for at fremkalde et kunstigt Bundfald, der kan bevirke Fældning af saa fine Urenheder, som vilde kunne passere et Sandfilter.

Indeholder Vandet saaledes Huminstoffer, f. Eks. hvis det stammer fra Tørvemoser, tilsættes i Klarebassiner svovlsur Lerjord i Forholdet 1 til 20 000 eller 50 000.

Til Brug for enkelte Huse har man smaa Filtre, hvor Vandet renses ved at passere f. Eks. brændt Ler, Kieselgur eller Asbest; saadanne Filtre leverer kun i kort Tid rent Vand, saa maa Filtermaterialet renses; men det er vanskeligt at konstatere, naar dette Øjeblik er kommet.

Et Sandfilter bestaar af et vandret Lag af temmelig fint Sand, hvorigennem Vandet langsomt synker ned, medens medførte Smaapartikler holdes tilbage. Hvis Filtret bestod af Sandskorn med en Diameter paa $\frac{1}{3}$ mm, vilde kun Partikler med en Diameter indtil $\frac{1}{20}$ mm kunne passere igennem. Ved Filtringen dannes oven paa Filtret en Hud bestaaende af Plantetrevler, smaa Vanddyr og lignende, hvilken Hud igen forhøjer Filtrets Virkning, og først naar denne Filterhud er dannet, er det filtrerede Vand fuldstændig rent. Jo grovere Filtermaterialet er, og jo finere det Slam er, som Vandet fører med sig, jo længere varer det, inden Vandet er klart.

Efterhaanden som Filterhuden bliver tykkere ved Brugen af Filtret,

vokser ogsaa den Trykhøjde, som udkæves for at presse Vandet gennem det. Overstiger denne Trykhøjde en vis Grænse, bliver Filtrets Arbejdshastighed saa stor, at fine Urenheder og Dele af Filterhuden presses ned gennem Filtret, og Filtratet derved bliver urent. Det er derfor nødvendigt at forsyne ethvert Filter med et Apparat til Regulering af Trykket. I Almindelighed kan man sige, at det filtrerede Vands Renhed vokser med aftagende Arbejdshastighed, og denne plejer man ikke at lade være større end 100 mm i Timen, idet Trykket holdes under 0,75—1,0 m.

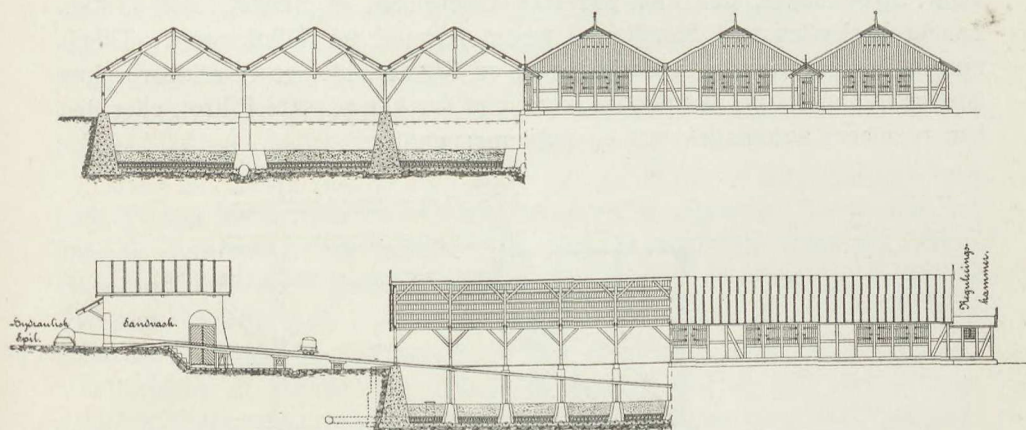


Fig. 18. Sandfiltre ved Borups Allé.

Naar Vandmængden, der passerer gennem Filtret, efterhaanden tager af, maa Filtret renses, idet Huden og de øverste 1,5—3,0 cm af Sandlaget skræbes af, hvorpaa Filtret igen kan benyttes. Hvor hyppigt denne Rensning maa udføres, afhænger ganske af det raa Vands Beskaffenhed, Aars-tiden og Filtrets Konstruktion, idet Mellemrummene mellem Rensningen kan varierer mellem 6 og 80 Dage. Efterhaanden bliver Sandlaget tyndere ved fortsat Rensning; naar det kun har en Tykkelse af 30 cm, bør der føres ny Sand paa igen.

Af Hensyn til Rensningen maa man mindst have 2 Filtre for ikke at maatte afbryde Vandværkets Drift, medens et Filter renses.

Selve Filtret bestaar af rent Sand, hvis Kornstørrelse saa vidt muligt skal være ensartet og ligge mellem $\frac{1}{3}$ og 1 mm. Jo finere Sandet er, jo hurtigere giver Filtret rent Vand, men desto hurtigere tilstoppes det ogsaa, og det fine Sand er vanskeligere at faa rent igen ved Vaskning. Sandet maa altid vaskes, inden det egner sig til Filtermateriale, og særlig ved lerholdigt Sand maa denne Vaskning være meget omhyggelig. Til en Begyndelse bør Sandlaget være mindst 0,5 m tykt og helst 1,0 m, for at det kan taale de gentagende Rensninger uden straks at kræve nye Paafyldninger.

Under det filtrerende Sandlag anbringes Lag med voksende Kornstørrelse for at bære Sandlaget og danne en Overgang til de Ledninger, hvorigennem Vandet ledes bort fra Filtret. I Bunden af Filtret anvendes ofte

Teglsten, der lægges i flere Lag ovenpaa hinanden med aftagende Mellemrum.

Som allerede nævnt reguleres Filtrets Arbejdshastighed ved den Højde, hvori Vandet staar over Filtret. Denne gøres som Regel 0,9—1,0 m. Hvis Filtrene ikke er overdækkede, bør den forøges til 1,2 m for at undgaa, at Isen beskadiger Filterhuden, og det større Vandlag paavirkes ligeledes ikke saa meget af Solvarmen om Sommeren.

Vandet maa ledes ind paa Filtret paa en saadan Maade, at der ikke opstaar Strømninger, der kan paavirke Overfladen af Sandet, idet f. Eks. Sandet beskyttes ved Stenfliser i nogen Afstand fra Tilløbsrøret. Tilledningen kan reguleres ved Betjening af en Skyder, idet et Overløbsrør kan bortføre Vandet, hvis der tilledes mere, end der kan passere Filtret, eller den kan reguleres automatisk ved en Svømmerventil.

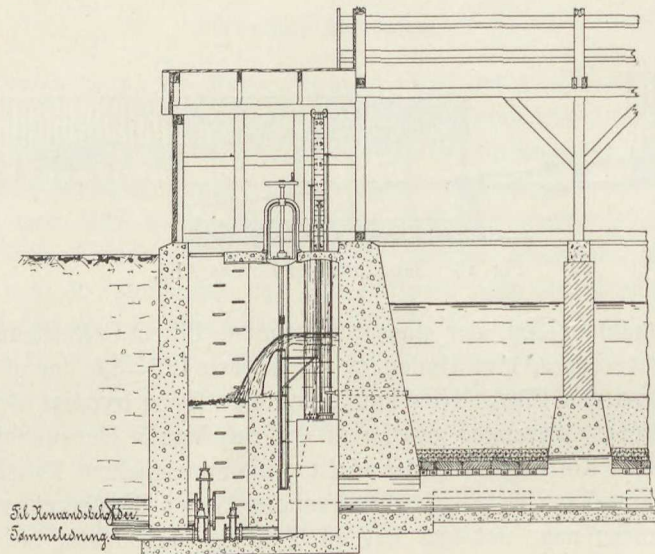


Fig. 19. Reguleringskammer for Sandfiltrene ved Borups Allé.

Filtrets Arbejdshastighed reguleres ved paa Afløbsledningen fra Filtret at indskyde en Brønd med Overfaldsstigbord, der kan hæves og sænkes, eftersom man ønsker at formindske eller forøge Hastigheden og derigennem Filtrets Ydeevne. Ved Anvendelse af en Svømmer kan man indrette Regulatorer, der automatisk holder Trykket i Filtret konstant.

Filtrene kan enten bygges aabne eller overdækkede, det første er selvfølgelig det billigste. Overdækningen kan enten bestaa af en Tagkonstruktion eller være en Overhælvning. Ved aabne Filtre indtræder der om Sommeren let en Vegetation af Alger, og forskellige Vanddyr, hvis Æg føres med af Vandet, kan ogsaa udvikle sig; om Vinteren generes Driften ofte af Is. Derimod luftes Vandet i nogle Tilfælde ikke nok, hvis Filtrene er overdækkede. For at Isen lettere kan fjernes, gøres Siderne og da navnlig den øvre Del af dem stærkt heldende ved aabne Filtre.

Ved Driften af et Filter maa man med passende Mellemrum foretage en Kimtælling i det raa og det filtrerede Vand. For at undgaa en Formering af Kimene i Filtrets underste Lag, bør man tømme det helt, medens Sandlaget skræbes af, og helst kunne lade det staa tomt saa længe, at det udluftes godt. Efter en Rensning fyldes Filtret igen med Vand ved at lade dette stige langsomt gennem Afløbsledningen, og ofte anbringes særlige Rør, hvorigennem Luften fra de nedre Lag kan undvige.

Vaskningen af Sandet sker som Regel ved Hjælp af en konisk Tromle med fremstaaende Jern, som drejes langsomt om en vandret Aksel. Ved den vide Ende kastes det snavsede Sand ind i Tromlen, og i den modsatte Ende ledes rent Vand ind i den, saa at Sandet vaskes ved at passere gennem den. Vaskningen kan dog ogsaa ske paa andre Maader, men altid ved Benyttelsen af Vand, f. Eks. ved en Vandslange.

Hvor det gælder om at rense jernholdigt Vand, udsætter man først Vandet for Luftens Paavirkning, hvorved de opløselige Jernforiltesalte iltes til Jerntveilte, der udskiller sig som et rødbrunt Bundfald. Hvor man frafiltrerer dette Bundfald i Sandfiltre, kræver disse en meget hyppig Rensning, hvorfor man i de senere Aar er gaaet over til at lade saadant Vand først passere et Forfilter, hvor Størstedelen af Jernet holdes tilbage.

Iltningen af Vandet kan undertiden udføres ved at lede det gennem aabne Kanaler; men hvis dette enten ikke kan gøres eller vilde udsætte Vandet for Forurening, lader man Vandet i Draabeform falde gennem en Højde paa omtrent 0,5—2,0 m, alt efter den Jernmængde Vandet indeholder; eller man lader det risle ned over en Række Trin paa ca. 15 cm anbragte efter hinanden med noget Mellemrum i en aaben Rende.

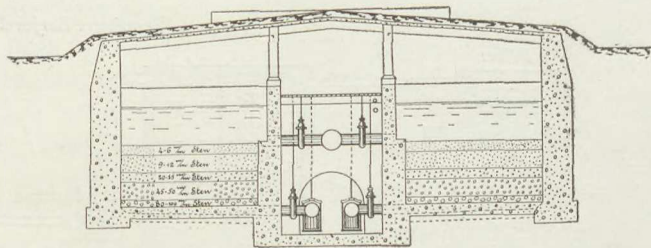


Fig. 20. Afjerningsfilter ved Borups Allé.

Forfiltret indrettes som et groft Grusfilter med kun et Lag af ensartet Materiale, som Vandet passerer nedenfra. Lagets Tykkelse kan afhænge af Jernmængden i Vandet. Naar Filtret forstoppes, saa at Trykmodstanden bliver for stor, renses Filtret ved at skylle det igennem med Vand fra oven nedad, altsaa i modsat Retning af den, hvori Vandet almindeligvis bevæger sig gennem Filtret.

Jernindholdet i Vandet er meget svingende, et Indhold af 2—3 mgr Jernforilte pr. l Vand er ret almindeligt; men man har bygget Renseanlæg, der kan rense Vand, som indeholder 20 gr Jernforilte pr. l.

For at undgaa den store Plads, Sandfiltrene indtager, og den dobbelte Pumpning af Vandet, har man forsøgt at konstruere Hurtigfiltre, hvor Vandet under Tryk passerer en lukket Beholder, der indeholder et Sandlag. Rensningen af dette Sandlag udføres ved at lukke for Vandstrømmen og lade

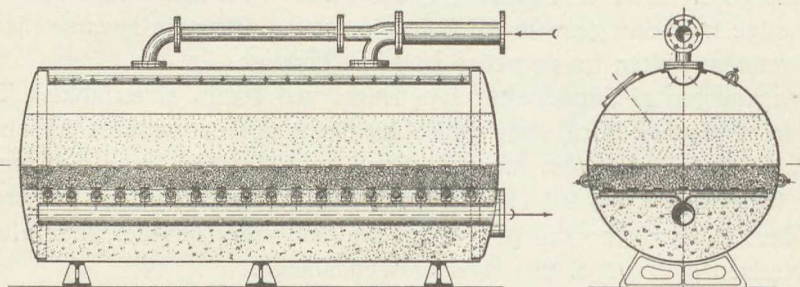


Fig. 21. Hurtigfilter.

en Skyllestøm passere Filtret i modsat Retning. Det er af Vigtighed, at der under Sandlaget findes et stærkt forgrenet Rørsystem med mange bruseformede Afgangsaabninger for det filtrerede Vand. Ofte findes et mekanisk Røreapparat for rigtig at kunne gennemrode Sandmassen, naar den skal skylles ren. Filterhastigheden kan gaa op til 1—200 m i Døgnet. Hvor Vandet skal afjernes, kan dette ske ved at pumpe Luft ind i Hurtigfiltret; men da Jernet som Regel ikke lader sig udskille saa hurtigt, som Vandet passerer Filtret, er det bedre at lade Vandet staa i en passende Tid i en lukket Beholder, der rummer den fornødne Luftmængde.

Der er gjort flere Forsøg med at rense Vandet ved Hjælp af O z o n, idet Vandet i Draabeform bringes i Berøring med Ozonen, som da vil ilte de

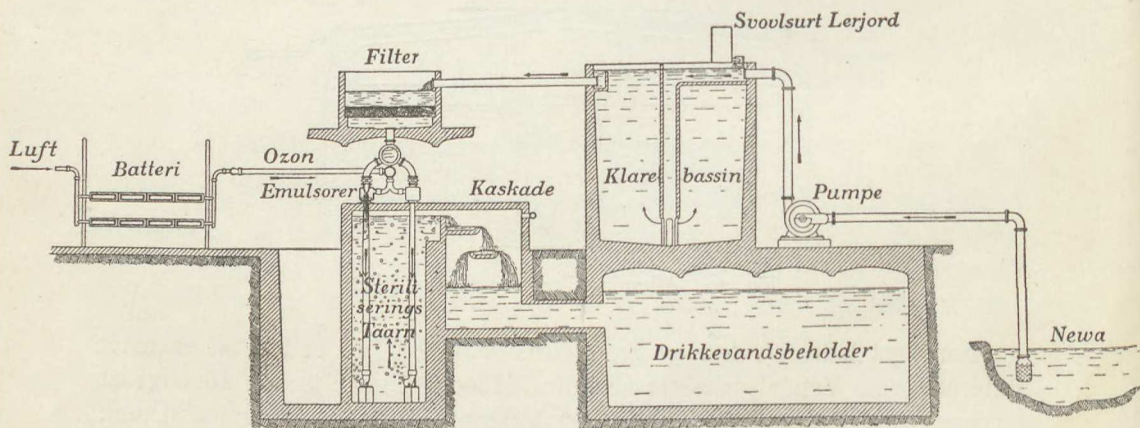


Fig. 22. Vandrensningsanlæg ved Hjælp af Ozon. St. Petersburg.

organiske Stoffer i Vandet og dræbe Kimene. I de 2—3 m høje Sterilisations-tårne lader man enten Vandet risle ned over valnødstore Flintesten, medens Ozonen ledes ind forneden, eller Vand og Ozon indledes sammen forneden i Taarnet. Ved at Vandet senere løber hen over nogle Kaskader, undviger

den ikke benyttede Del af Ozonen. Hvis Vandet er meget urent, kan det først underkastes en Rensning med svovlsurt Lerjord, inden Ozonrensningen foretages.

Samlebeholdere.

Da Vandforbruget ikke er jævnt fordelt over Døgnet 24 Timer, opnaas der en stor Besparelse i Udgifterne til Pumpeanlægget ved at anvende en Samlebeholder, der kan tjene til Reservoir i den Tid, der pumpes mere, end der forbruges, og omvendt i de Timer, hvor Forbruget overstiger Pumpningen, levere den manglende Vandmængde. Beholderen maa i Størrelse rette sig efter det Antal Timer, hvori der pumpes. Finder der saaledes den samme Pumpning Sted i hele Døgnet, forbruges der i de 12 Dagtimer ved Gennemsnitsforbrug 19,2 pCt. mere, end der pumpes, og ved største Forbrug altsaa $19,2 \times 1,50 = 28,8$ pCt. mere, end der pumpes. Beholderen maa i dette Tilfælde altsaa rumme $\frac{1}{3}$ af Døgnet Gennemsnitsforbrug. Pumpes der kun i 12 Timer, maa Beholderen rumme Halvdelen af Døgnforbruget, og pumpes der kun i 10 Timer, maa den rumme $\frac{2}{3}$ af Døgnforbruget. For at Beholderen kan forbindes med Forsyningsledningen, maa den anbringes saa højt, at Vandspejlet i den svarer til det Tryk, der holdes paa Forsyningsledningen paa det Sted, hvor Beholderen bygges.

Samlebeholdere kan være naturlige, som ved Vandforsyningsanlæg ved Hjælp af Stuedæmninger, eller dannede ved Udgravning, hvis der findes saa højtliggende Terrain, ellers maa de udføres af Murværk, Beton eller Jern paa et højt Fundament. Ved Dimensioneringen af Beholderen maa man ofte tage i Betragtning, at der paa Bunden af den vil samle sig noget Snavs, saa at man ikke bør benytte de laveste Vandlag.

En vigtig Betingelse for Samlebeholdere er, at de er vandtætte; Utætheder kan dels skyldes mindre omhyggelig Udførelse og dels senere indtrædende Sætninger.

Beholdere af Murværk eller Beton kan enten udføres aabne eller overdækkede, hvilket sidste er det bedste, naar Vandet i dem allerede er filtreret, idet det saa beskyttes mod Forureninger. Ved at lægge et Lag Jord over Overdækningen, beskyttes Vandet mod Frosten om Vinteren, hvorved Faren for Utætheder formindskes, ligesom Vandet skærmes mod Solvarmen om Sommeren. Ved Anvendelsen af Beton kan Vægtykkelsen lettest overalt afpasses efter Paavirkningerne. Ved større Beholdere bæres Overdækningen af et System af Piller. For at lette Beholderens Tømning og Rensning lægges Bunden med et svagt Fald hen imod Afgangsledningen. Da der altid lettest udvikler sig en Vegetation i stillestaaende Vand, maa man saa vidt muligt sørge for, at Tilgangs- og Afgangsrør udmunder i modsatte Ender af Beholderen, og godt er det, hvis man tillige vil indskyde et System af Mellemmure, der tvinger Vandet til at gennemløbe hele Beholderen, idet Aabningerne i dem vekselvis er anbragt ved de to Sider af Beholderen. For at Luften kan undvige under Fyldningen, anbringes overdækkede Aabninger i Overdækningen; men for at hindre Mus, Frøer og

lignende Dyr i at komme ned i Beholderen, maa Aabningerne dækkes med et finmasket Traadnet. Endelig maa der være en Nedgang og helst tillige Aabninger, der kan give fornødent Lys under eventuelle Rensninger; men

Snit c-c.

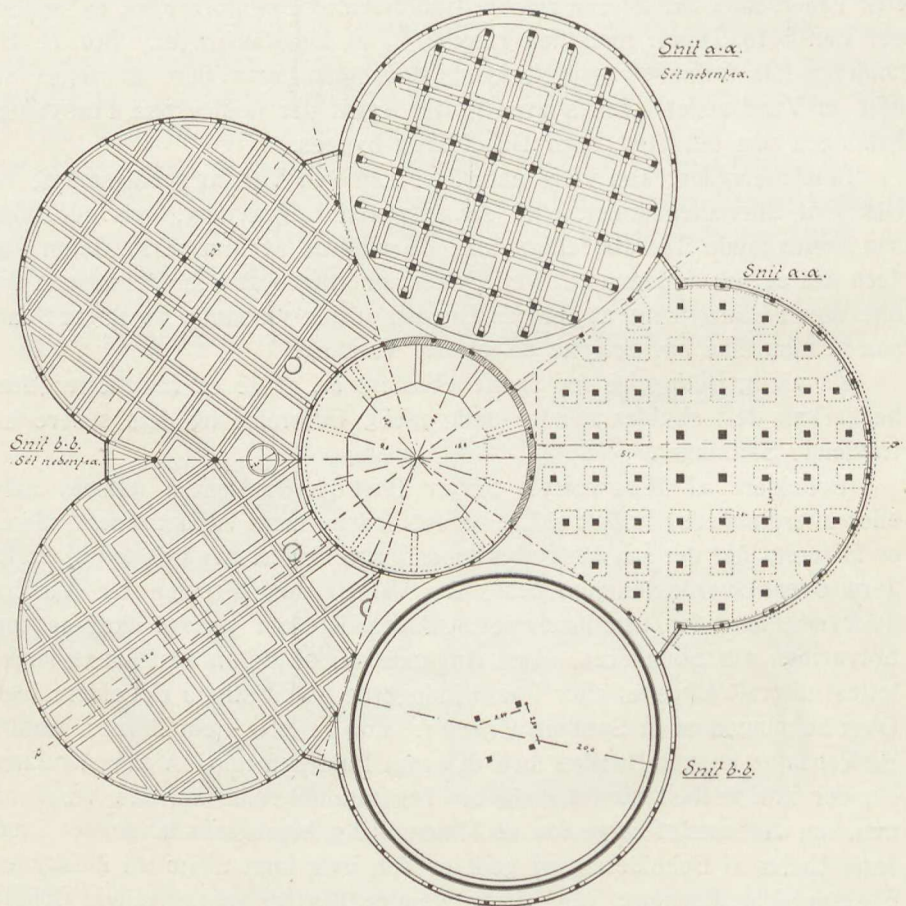
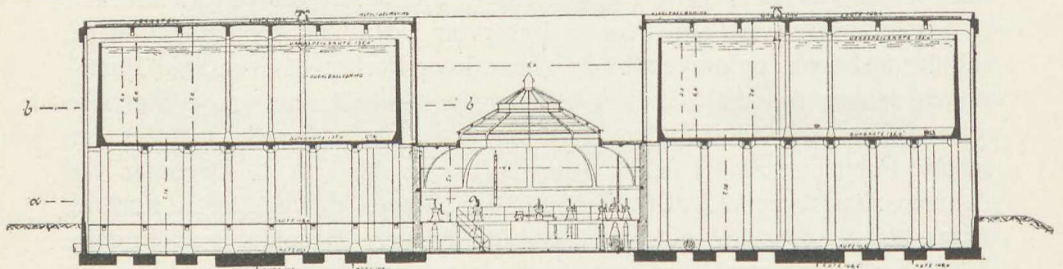


Fig. 23. Højdebeholder af armeret Beton paa Brønshøj Bakke.

som til daglig holdes lukkede for at hindre en Udvikling af grønne Alger. For at lette Driften under Rensninger deles Samlebeholdere ofte i to ganske adskilte Dele.

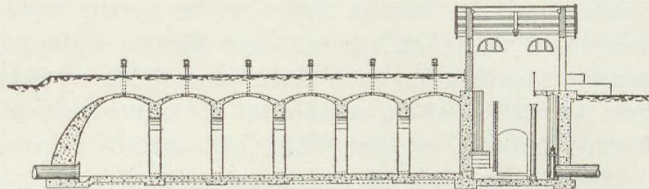


Fig. 24. Rentvandsbeholder ved Borups Allé.

Medens Beholdere af Murværk og Beton kun udføres i Udgravninger i Jorden, kan man ved Anvendelsen af Jernbeton godt have Beholderen hævet

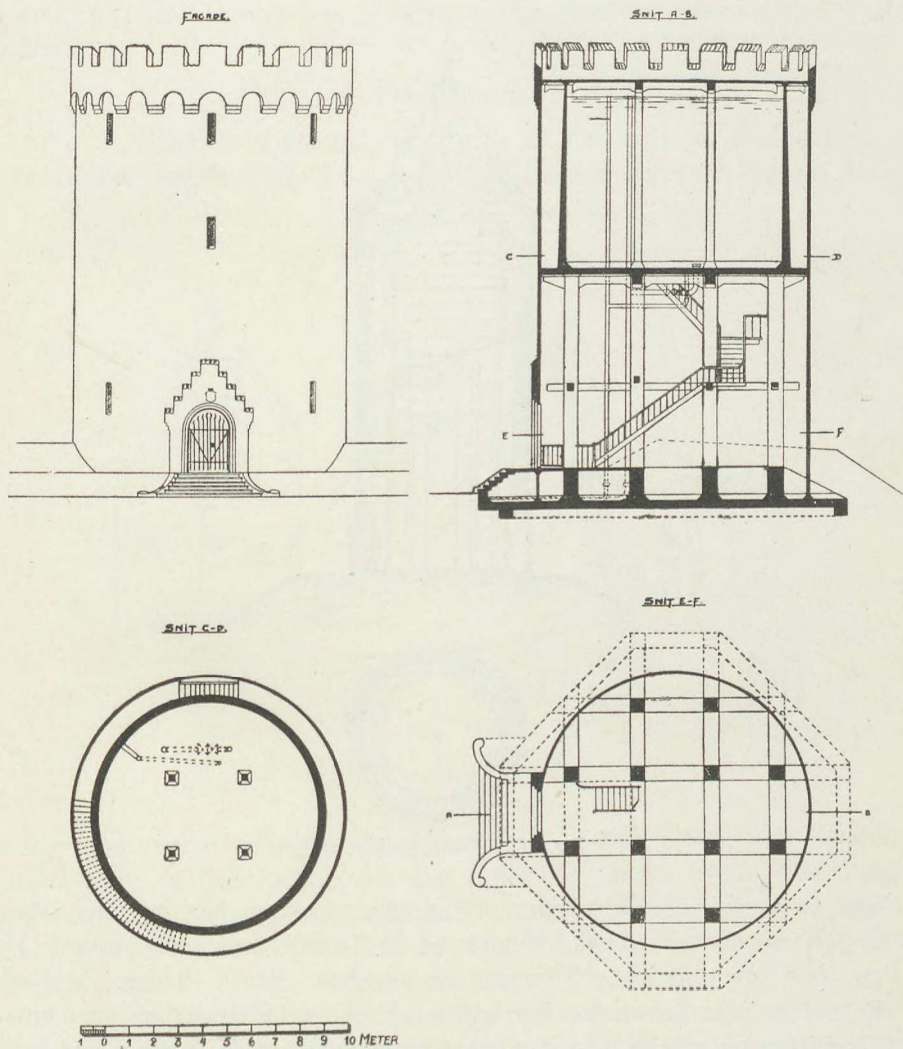


Fig. 25. Vandtaarn af Jernbeton. Fredericia.

over Jorden paa et Fundament, der f. Eks. ogsaa kan være udført af Jernbeton. Man efterligner saa alle de Former, der anvendes ved Jernbeholdere. Den egentlige Vandtæthed opnaas ved et Pudslag, bestaaende af 1 Del Cement og 2 Dele Sand. Selvfølgelig stilles der her særlig store Krav til en god Fundamentering. Ved Anbringelsen af en Skærm af Jernbeton udenom selve Beholderen, skærmes Vandet i denne mod Kulde og Solskin.

De ældste Jernbeholdere udførtes af sammenboltede Støbejerns-plader og forsynedes med en plan Bund; der maatte anbringes en indre Forankring. Ved Anvendelsen af Smedejern kunde Forankringen udelades, idet man gjorde Beholderne cylindriske; men den plane Bund behøvede en Understøtning af svære Dragere, indtil man fandt paa at forme Bunden

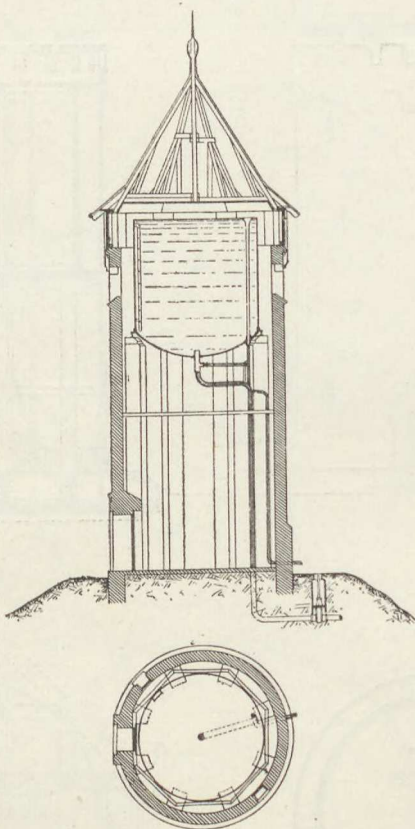


Fig. 26. Højdebeholder af Jern.

som en hængende Kuglekalot. Denne Konstruktion har dog den Mangel, at der ved Overgangen fra Kuglekalot til Cylinder opstaar vandrette Kræfter, som søger at løsne Nitningen og kan bøje Sidens Plader. Ved større Beholdere maa der derfor her anbringes en særlig Trykring, som kommer til at ligge og arbejde paa Fundamentmurværket, fordi Trykket ved forskellig Fyldning af Beholderen har en forskellig Størrelse. En væsentlig For-

bedring blev saa foreslaaet af *Intze*, idet han formede Bunden af en Kuglekalot og en Kegleflade, saaledes at de vandrette Kræfter holdt hinanden i Ligevægt, og Støttingen kun fik lodrette Kræfter at overføre. En anden Fordel, der opnaas, er, at Støttingens Diameter og altsaa ogsaa Fundamentmurværkets Diameter bliver mindre end Vandbeholderens. Man kan ogsaa give Bunden andre Former, naar man blot overholder den nævnte Fordring om, at de vandrette Kræfter skal hæve hinanden, hvilket dog ikke altid kan naas fuldt ud ved enhver Fyldningsgrad. Ganske vist medfører denne Form for Bunden ofte en vanskelig Konstruktion af Støttingen, og man faar Trykspændinger paa forskellige Steder af Bunden. Konstruktionen af selve Bunden bliver lettere, naar den formes som en Halvkugle og befæstes hængende til Beholderens cylindriske Sidevæg.

Beholdere maa altid forsynes med Overløbsrør og et Viserapparat, der stadig paa Pumpestationen angiver Vandstanden i Beholderen.

Pumpeanlæg.

For at simplificere Driften søger man at samle de forskellige Dele af Vandværket paa et Sted. Som Regel vil Pumpeanlægget og Filtrene kunne

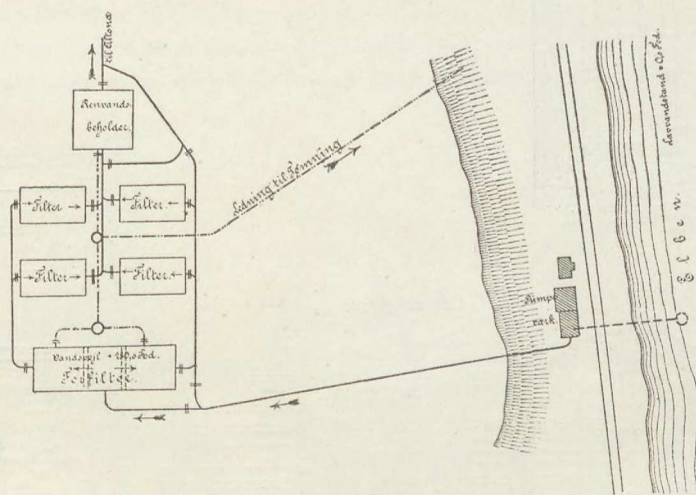


Fig. 27. Vandværk i Altona.

lægges paa samme Sted, hvorimod man ikke er Herre over, om Vandvindingsanlægget og Højdebeholderen kan anbringes samme Sted. Ved Valget af Pladsen for Pumpeanlægget maa der dels tages Hensyn til, at Ledningsnettet ikke fordyres unødvendigt, og dels til en let Tilførsel af Kul, hvis Pumperne skal drives med Dampkraft.

Med det vekslende Forbrug forandrer Trykket paa Pumperne sig; men den nødvendige Regulering af Maskinerne, for saa vidt mulig at holde dette Tryk konstant, lettes ved Anbringelsen af et Standrør, et aabent Rør, i

hvilket Vandspejlet indstiller sig efter Trykket. Det gælder da om at holde dette Vandspejl i konstant Højde; men dette sker til en vis Grad

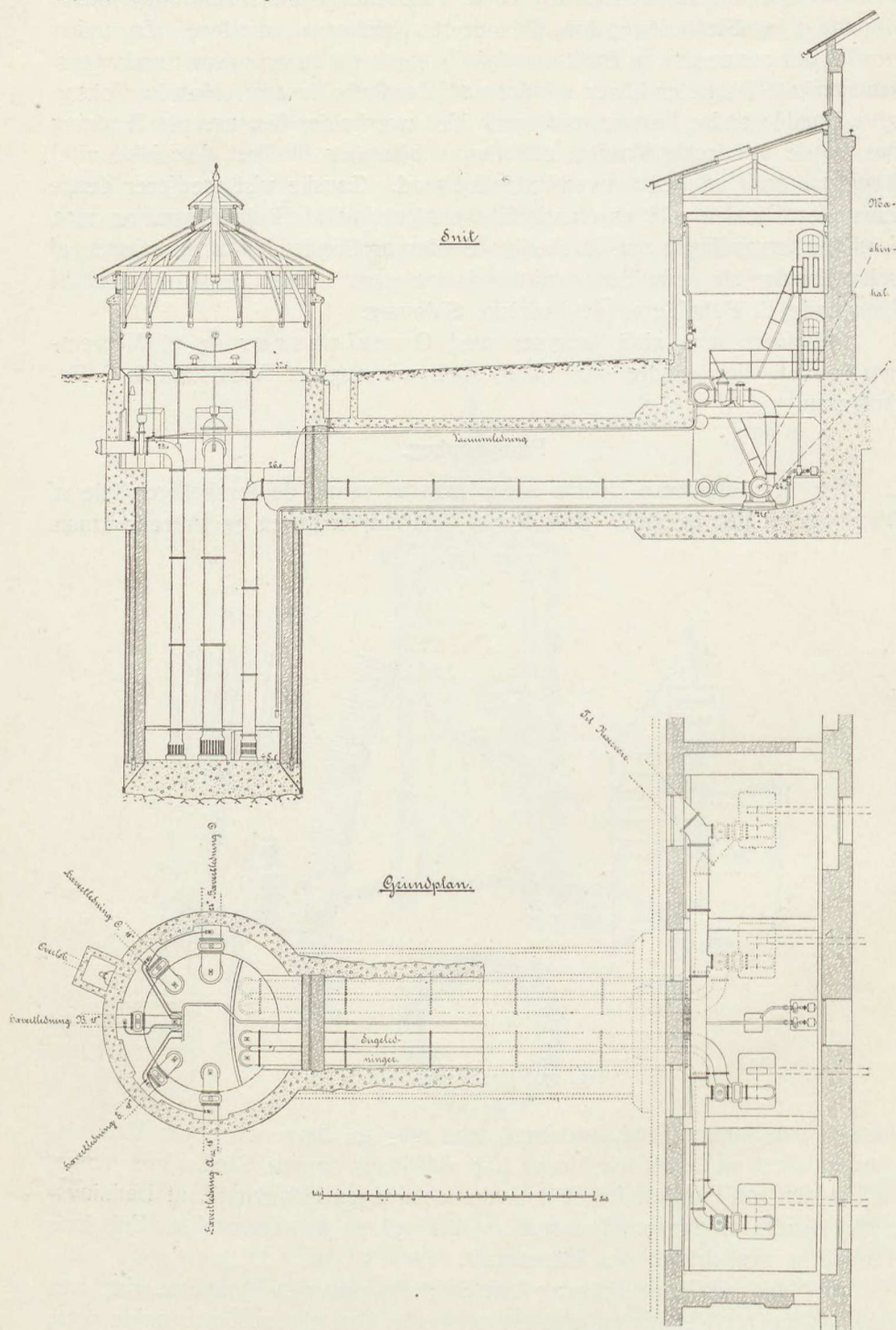


Fig. 28. Pumpebrønd og Pumper. Thorsbro.

automatisk, idet en Sænkning af Vandspejlet formindsker Trykket paa Pumpen, hvorved denne gaar hurtigere. Et Standrør fungerer saaledes bedre, jo større Tværsnit det har, hvorfor man har anbragt en mindre Vandbeholder oppe paa det. I andre Tilfælde har man gjort Standrøret dobbelt og anbragt mellem de to Rør i forskellige Højder Rørforbindelser, der kan lukkes ved Skydere. Paa denne Maade kan man ved Aabning og Lukning af Skyderne regulere Trykket paa Vandet, idet det ene Rør staar i Forbindelse med Pumpen og det andet med Forsyningsnettet.

Som Drivkraft benyttes i Reglen Dampmaskiner, som ofte er liggende Dobbeltmaskiner med et fælles Svinghjul. Hver Dampcylinder driver saa en direkte koblet Pumpe, der i Almindelighed er dobbeltvirkende med Dykkerstempel. Direkte virkende Damppumper, f. Eks. Worthington-Pumper, anvendes ogsaa en Del. Man benytter ogsaa i Mammuthpumperne Luft til Løftning af Vandet uden Anvendelse af Stempler eller Ventiler.

Ved Floder kan man benytte Vandkraften til Pumpning af Vandet.

Gasmaskiner og Oliemotorer benyttes nu mere og mere, og de har den store Fordel, at Pumperne hurtig kan sættes i Gang, f. Eks. i Tilfælde af en Ildebrand.

Vindkraft benyttes mest ved mindre Anlæg og kræver en anden Kraftmaskine som Reserve.

Elektrisk Kraft har mange Fordele, f. Eks. at Pumpningen som Regel kun bruger Strøm om Dagen.

Ved Pumpeanlægene spiller Driftssikkerhed en stor Rolle, hvorfor Maskinerne, idet man ikke bør nøjes med en, maa være af en passende

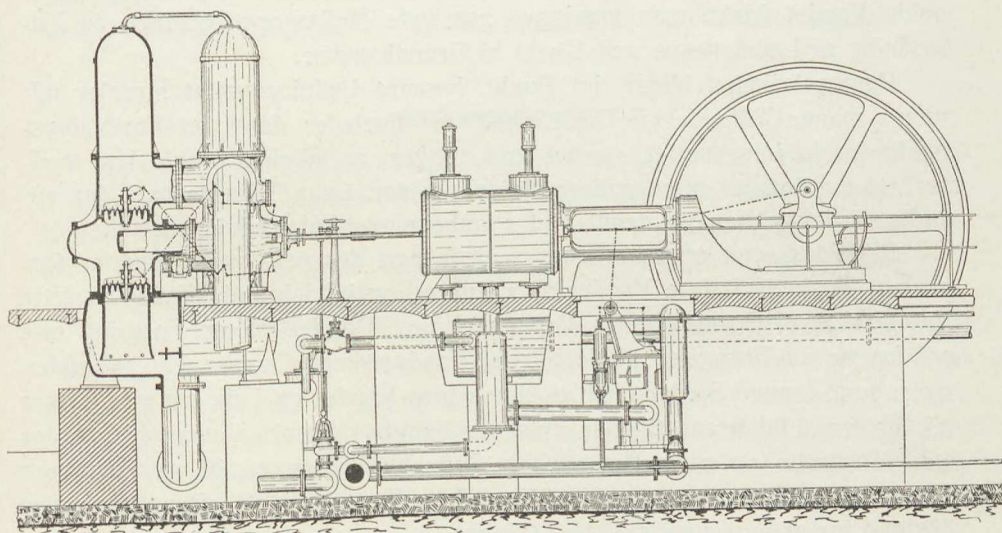


Fig. 29. Riedlersk Stempelpumpe. Borups Allé.

Styrke i alle deres Dele, og de maa være lette at betjene, idet der er sørget for, at alle Dele, der er udsatte for Slid, let kan udveksles. Dernæst maa

Pumpeanlægene saa meget som mulig kunne afpasses efter de forskellige Fordringer, som Driften stiller, og endelig maa Driften være saa økonomisk som mulig. Hvor Forholdene medfører, at Pumpeanlægene maa bygges paa Steder, hvor Grundarealerne er kostbare, kan det naturligvis medføre, at man eventuelt foretrækker et Anlæg med lidt dyrere Drift, hvis Kapitaliseringen af denne aarlige Merudgift ikke overstiger Besparelsen i Anlægsudgifter.

Udviklingen af Vandværkspumper er gaaet i Retning af en hurtigere Gang og en Styring af Ventilerne, som først angivet af *Riedler*.

Stempelpumper er som Regel forsynede med Dykkerstempler. Centrifugalpumper anvendes en Del, men har mindre Nyttetvirkning.

Ledningsnettet.

Fra Pumpestationen skal Vandet fordeles rundt i Byen, hvilket sker gennem et Ledningsnet, som forgrenes rundt i alle Byens Gader. For at undgaa Afbrydelser i Vandforsyningen, hvis en enkelt Ledning midlertidig skal sættes ud af Virksomhed, søger man at forbinde alle Ledningerne med hinanden, saa at ethvert Punkt kan forsynes med Vand fra begge Sider; paa denne Maade undgaas ogsaa, at der findes blinde Ender, i hvilke Vandet kan staa længe uden at blive fornyet. Hvor de yderste Forgreninger af Ledningsnettet kommer til at ligge i Veje, der straalere ud fra Byen, hvilket meget ofte er Tilfældet, søger man derfor, saa snart som en Bebyggelsesplan for de mellemliggende Arealer foreligger, at faa lagt en Forbindelsesledning mellem disse Veje; indtil en saadan kan lægges og hjælpe til at holde Vandet friskt, maa man med passende Mellemrum foretage en Uds skylning af Ledningerne ved Hjælp af Brandhanerne.

Pumpestationen bliver det Punkt, hvorfra Ledningsnettet straalere ud; men i mange Tilfælde vil Højdebeholderen ligeledes danne et Forsyningspunkt for Ledningsnettet, og det kan tænkes, at lokale Forhold har medført, at der bygges mere end en Højdebeholder, i saa Tilfælde maa der naturligvis tages Hensyn dertil ved Planlægningen af Ledningsnettet.

Ledningsnettet maa beregnes saaledes, at der paa hvert Sted er fornødent Tryk til at føre Vandet op i Husene og i Ildebrandstilfælde benytte det direkte til Sprøjtning fra Brandhanerne. Da den sidste Fordring ofte vil kræve en Forøgelse af det Tryk, Vandværkets Pumper giver Vandet, nøjes man mange Steder med at kunne føre Vandet op i de øverste Etager af Husene, i Ildebrandstilfælde maa saa benyttes Sprøjter, naar det gælder om at sprøjte op over Hustagene. Hvis Hushøjden er 20 m, maa man have et Vandtryk, der er 30—35 m over Terrainet, alt efter Grundenes Dybde, for at kunne overvinde Tryktabet i Husledningen, naar man regner, at en samtidig Anvendelse af Vand i alle Etager giver Vandet i Rørene en Hastighed af 1 m pr. Sek.

Foruden dette Tryk maa Vandet have Tryk nok til at overvinde Modstanden i de enkelte Ledninger. For at kunne beregne disse, maa man

kende Vandforbruget langs Ledningerne, og dette fastsættes under Hensyn-
tagen til Befolkningstæthed, Fabriker osv. i hver enkelt Gade. Man kender
da den Vandmængde, Ledningen skal føre, og det Tryktab, der kan taales,
idet man paa en Profilskitse sikrer sig, at dette Tryktab, jævnt fordelt
over hele Ledningens Længde, paa intet Punkt af Ledningen vil give et
mindre Tryk, end der fordres, i modsat Tilfælde maa Ledningen deles i flere
Strækninger, der beregnes hver for sig. Dimensionen kan da beregnes af
en Tabel for cirkulære fyldte Ledninger, idet der benyttes Ruhedskoefficien-
ter svarende til Støbejernsledninger og rent Vand. En Hovedregel er det
at søge at lægge Hovedledningerne langs de højeste Steder i Terrainet og
lade Sideledningerne til de lavere liggende Terrainer grene sig ud herfra.
Ved at tage en større Dimension af Rør stiger ganske vist Anlægsudgifterne;
men Tryktabet i Ledningen og derigennem Driftsudgifterne formindskes
meget betydeligt, saa det maa nøje undersøges, hvor langt det kan betale
sig at gaa op med Dimensionerne. Ved disse Overvejelser maa en anden
Placering af Pumpeanlæg og Højdebeholdere ogsaa tages op til Behandling.

Hvor Højdeforskellene i Byen er ret store, kan det Spørgsmaal komme
frem, at dele Byen i forskellige Trykzoner og give disse af hinanden helt
uafhængige Ledningsnet, idet man herved undgaar det Kraffttab, der ligger
i at forsyne en Bydel med Vand med et unødvendigt stort Tryk. I saa
Tilfælde maa hver Trykzone have sin Højdebeholder; men man kan nøjes
med et Pumpeanlæg, naar man indretter Beholderne saadan, at man skiftevis
kan fylde dem, og de saa i Mellemtiden alene kan overtage deres Zones
Forsyning med Vand. Man maa da enten anbringe Skydere ved de enkelte
Beholdere eller, hvad der giver en simplere Drift, men et dyrere Anlæg,
lægge en særlig Ledning fra Pumpestationen til hver Højdebeholder.

Gadeledningerne.

Hovedledningerne afgiver som Regel ikke Vand direkte til Ejen-
domme, men fører Vandet fra Pumpestationen til et af Vandledningsnettets
Knudepunkter, hvorfra Fordelingsledningerne forgrener sig, idet
deres Dimension som Regel holdes fra 5 til 15 cm, og fra disse Ledninger sker
de enkelte Ejendommers Forsyning.

Ledningernes Materiale er som Regel Støbejern, og man stiller den
Fordring til det, at det er let at bearbejde med Bor, Mejsel og Fil, og at
man med en almindelig Snittap kan skære et fuldkantet Gevind. Foruden
Støbejernsrør kan man anvende Staalrør, som da maa være dækkede med
Lag af imprægneret Jute for at hindre, at de ruste; og ved Lægningen maa
det nøje paases, at Samlingerne ogsaa dækkes hermed. Fremfor Støbejerns-
rørene har Staalrørene den Fordel, at de fremstilles i større Længder,
hvorved der altsaa bliver færre Samlinger at udføre, hvad der kan være
en Fordel, f. Eks. ved Rørlægning i meget vandfyldt Grund, og desuden
er de elastiske, saa at man ikke er udsat for Rørbrud ved eventuelle mindre
Sætninger.

Rørene forbindes ved Muffesamlinger, idet de i den ene Ende er forsynet med en paastøbt Muffe, ind i hvilke Rørenes anden Ende, Spidsenden, skydes, hvorpaa Mellemrummet fyldes halvt ved Inddrivning af Pakgarn, og Resten fyldes med smeltet Bly, idet Pakgarnet skal hindre Blyet i at trænge ind i Røret; efter Afkølingen stemmes Blyet godt med Hammer og Mejsel. Man kan ogsaa udføre Samlinger ved Stemning med koldt Bly; men det er vanskeligt at faa dem saa tætte. Spidsenden gives ofte en lille Forstærkning, og Bunden af Muffen forsynes ligeledes ofte med et lille Fremspring, der letter Rørenes Centrering ved Lægningen.

Til at samle en Ledning, der har været hugget over for at reparere den eller indlægge et Grenrør, benyttes en Skydemuffe, som er et ganske kort Rørstykke med Muffe i hver Ende.

Til Bøjninger og Forgrening af Ledninger samt Overgang fra en Rørdiameter til en anden, haves særlige Formstykker.

Rørene skal være fri for Blærer og andre Støbefejl, og deres Styrke undersøges ved en Trykprøve, der bør foretages ved et Tryk, der er mindst 5 Atm. større end det hydrostatiske Tryk, Rørene senere vil blive underkastet i Ledningerne. Trykprøven foretages med Vandtryk i særlige Prøvemaskiner, i hvilke Rørene anbringes mellem en fast og en bevægelig Endebund, hvorpaa det fornødne Tryk tilvejebringes med en Trykpumpe. Medens Røret er underkastet Prøvetrykket, slaas der paa Røret med en Hammer paa 0,5—1,5 kg, alt efter Rørets Diameter og Godstykkelser, for at finde mulige Støbefejl.

Selv om Støbejern i Reglen kun angribes langsomt i Jorden, forsyner man Rørene med et beskyttende Overtræk, der bedst anbringes straks paa Rørstøberiet, medens Overfladen endnu er fuldstændig ren. Som Regel benyttes Asfalt, idet Rørene varmes til 150—180° for at fjerne al Fugtigheden, hvorpaa de i 10—20 Minutter dyppes i kogende Asfalt. For at forhindre, at Asfalten skaller af, blandes lidt Linolie i den; og ved i Forvejen at bestryge Indersiden af Muffen og Ydersiden af Spidsenden med Kalkmælk, kan Asfaltlaget let fjernes igen fra disse Steder, hvilket bevirker, at Blyet senere kan hefte bedre. Foruden at beskytte Rørene, gør Asfalten dem ogsaa glattere indvendig. En Bestrygning med Tjære er ikke saa holdbar som Asfalten og kan meddele Vandet en ubehagelig Smag.

For at hindre Rørene i at fryse, lægges de i en vis Dybde under Terrainoverfladen, idet denne Dybde naturligvis retter sig efter Klimaet, her i Landet vil det sige, at der maa være 1,4—1,6 m over Toppen af Rørene.

Rørenes Anbringelse i Gaderne er meget afhængig af Gadebredden. I smalle Gader lægges ofte Vandledningen i den ene Side og Gasledningen i den anden Side, medens Gademidten forbeholdes Kloakledningen. For at undgå de lange Stikledninger lægges i brede Gader en Vandledning i hver Side, og ved at lægge disse under Fortovene, undgaas Opgravninger i Kørebanen ved forekommende Utætheder eller Omlægninger. I Paris og enkelte andre franske Byer, er Vandledningerne mange Steder lagt i Toppen af Kloakledningerne, hvorved opnaas de samme Fordele som ved at lægge

dem i underjordiske Galerier, der bygges specielt til at optage Ledninger for at undgaa Opgravninger i meget befærdede Gader, hvilket er gjort i flere engelske og amerikanske Byer.

Som Regel volder Opgravningen for Ledningerne ingen særlige Vanskeligheder paa Grund af den ringe Dybde. Ofte behøves ingen særlig Afstivning; men man kan nøjes med for hver 3—6 m at lade lidt Jord blive

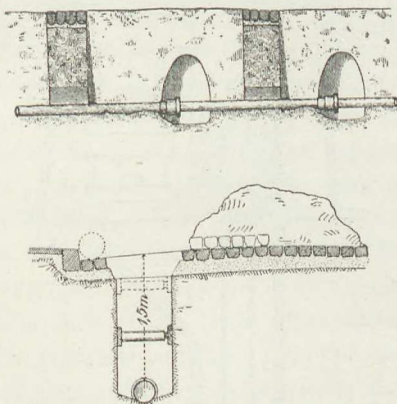


Fig. 30. Lægning af Gadeledninger.

staaende og saa føre Ledningen igennem ved at stikke Hul forneden. Sikrere er det naturligvis at anbringe et eller flere Spænd, bestaaende af vandrette Rideplanker paa hver Side af Graven med det fornødne Antal Bomme imellem. Udgravningen maa som Regel være 0,7 m bred og for hver Muffesamling maa der foretages en særlig Udgravning. Under vanskelige Forhold kan det blive nødvendigt at anvende særlig Afstivning og større Pumpeanlæg for at sænke Grundvandet i Lighed med, hvad der almindeligt forekommer ved Kloakanlæg.

Hvis Grunden er daarlig, maa der sørges for et Fundament for Ledningen, hvilket kan bestaa af Piller af Murværk eller Beton, der føres ned

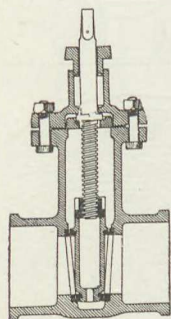


Fig. 31. Skyderhane.

til fast Bund eller af en Pæleramning, hen over hvilken der lægges en Hammer eller støbes en Betonbjælke.

I enkelte Tilfælde, hvor mindre Ledninger har skullet krydse Vandløb eller Vandarealer, har man anvendt Blyrør forsynede med en bøjelig Jernarmering og omspunden med tjæret Hamp. Disse Ledninger opvikles paa Tromler og udlægges ligesom elektriske Kabler. De fremstilles med en Diameter op til 65 mm og kan taale indvendigt Tryk paa indtil 50 Atm.

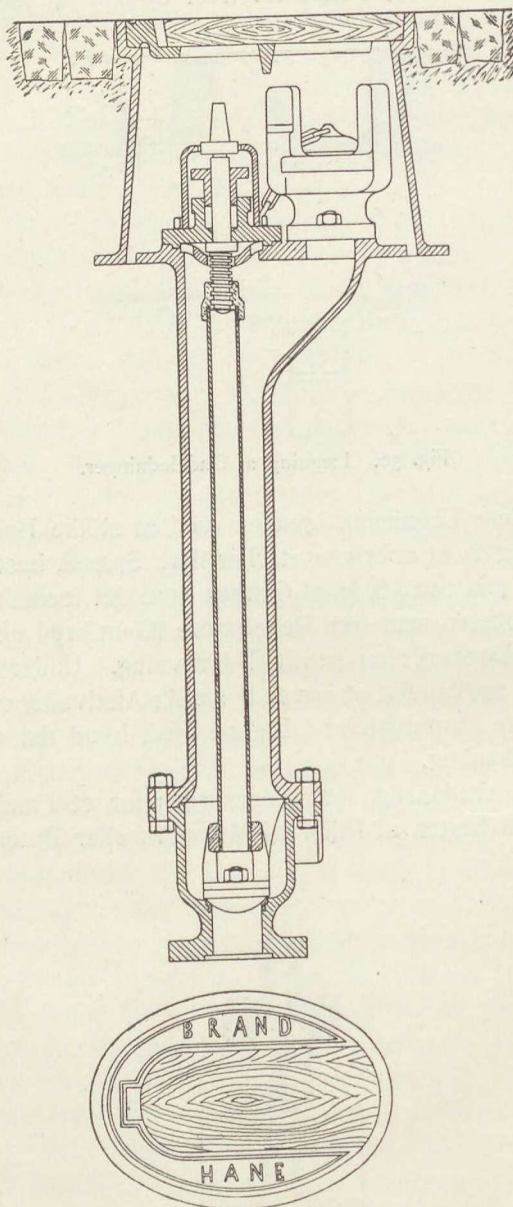


Fig. 32. Underjordisk Ventilbrandhane.

For at kunne aflukke for enkelte Ledninger eller Kvarterer, indskydes paa passende Steder Skyderhaner, der er forsynet med et kileformet

Skud, som ved en Spindel kan skrues ned mod tilsvarende Anlægsflader, naar Hanen skal lukkes. Hanerne udføres af Støbejern, og Hanehuset er i Reglen forsynet med en Muffe ved hver Side til Forbindelse med Ledningen, i modsat Tilfælde findes en Flange, saa at Forbindelsen paa hver Side af Hanen kræver Anbringelse af et Forbindelsesstykke, der er forsynet med Flange og Muffe. Hensigten med Flanger er at lette Udvekslingen af Skyderhanen; men den bliver derved dyrere, og som Regel vil det vise sig, at den sikkert klemmer saa meget, at den dog ikke lader sig udveksle, eller det er ikke let at faa den nye pakket tæt nok.

Hanerne er forsynede med en Smedejernsspindel, der foroven gaar ud af Hanehuset gennem en Pakdaase. Om Spindelen er der anbragt en Spindelkasse af Støbejern med Styreklods for Spindelen, og foroven dækkes Spindelen af en støbt, svær Stophanehat, hvilende paa en Underlagsplade af Planker, idet Tryk fra Færdslen ikke maa kunne overføres til Spindelen. Hatten er af Støbejern med løst eller fasthængslet Dæksel. Den kan have forskellig Form for eventuelt at passe ind i Brolægning. Hanernes Plads bør markeres ved Skilte paa Mure, Hegn eller deslige. Skyderne drejes ved Benyttelsen af en Topnøgle. Store Skydere laves med Udveksling, da der til Bevægelse af dem, kræves en betydelig Kraft.

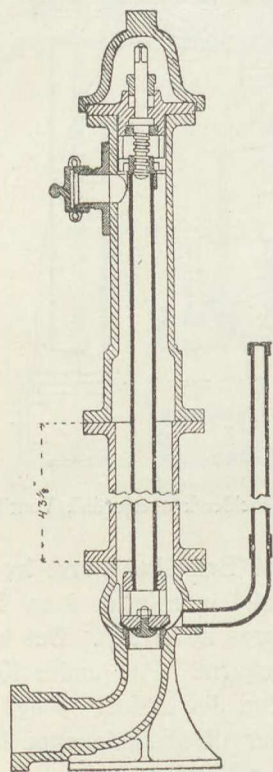


Fig. 33. Overjordisk Brandhane.

Paa Gadeledningerne anbringes endvidere med passende Mellemrum, i Reglen 50—100 m, Brandhaner til Paaskrning af Slangere. Disse kan en-

ten være underjordiske eller overjordiske. De underjordiske er mindst udsat for Beskadigelse, men paa den anden Side kan de selvfølgelig dækkes af Jord og Sne, hvorfor deres Plads maa være tydelig mærket, og det maa jevnlig efterses, at de er fri. De forbindes med Vandleddningen ved et T-Stykke, og bestaar af en 6 cm Skyder og umiddelbart efter denne et opad-

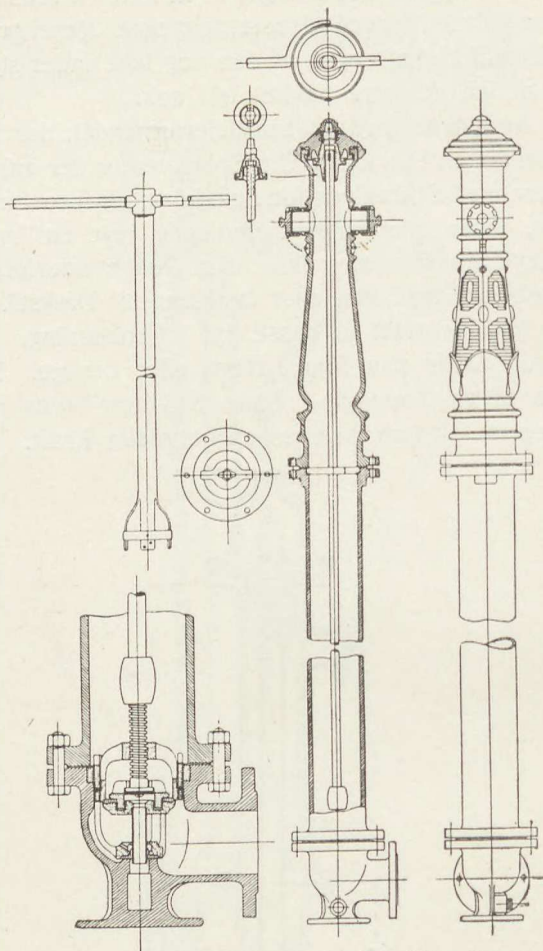


Fig. 34. Picklersk overjordisk Ventilbrandhane.

bøjet Rør, forsynet med et Brandhanehorn, hvortil et løst Standrør kan bnfæstes. Skyderens Spindel indesluttet i en Trækasse, der er saa stor, at Standrøret ogsaa kan føres ned i den. Det hele dækkes med et aflangt Trædæksel i en Støbejernskarm. Paa andre Konstruktioner er Spindelen anbragt inde i et særligt Rør, der er ført op lige under Gadens Niveau, saa at Brandhanehornet kommer til at sidde oppe lige under Dækslet. Røret over Ventilen aftappes, naar Ventilen lukkes.

De overjordiske Brandhaner findes ligeledes i forskellige Konstruktioner, idet Ventilen ved nogle sidder nede i Jorden i frostfri Dybde, hvorfor der paa Siden af dem er anbragt et særligt lille Rør til Aftapning af

det Vand, der bliver staaende i Hanen over Ventilen, naar den lukkes. Ved nyere Konstruktioner har man indrettet en automatisk Aftapning af Vandet i Opstanderen.

Endelig anbringes paa forskellige Steder Ventilhaner til Forsyning af Gadevandingsvogne og Havevanding samt offentlige Poste. Disse sidste konstrueres ogsaa frostfri, idet de gøres automatisk tømmende ligesom overjordiske Brandopstandere og kombineres i mange Tilfælde med disse.

Nogle Steder har man anvendt automatisk virkende Lufthænder paa de øverste Punkter af Ledningerne for at kunne lade den Luft, der kan samle sig her, undslippe. De bestaar af en hul Kugle, der af Vandtrykket holdes oppe mod et Hul paa Ledningen, samler der sig imidlertid nogen Luft, trykkes Kuglen ned og lader Luften undslippe.

Husledningerne.

Husledningerne kan deles i Stikledningerne, der gaar fra Fordelingsledningen i Gaden til Stopphanen, der anbringes ved Ledningens Indtrædelse paa Ejendommens Grund, og selve Husledningen.

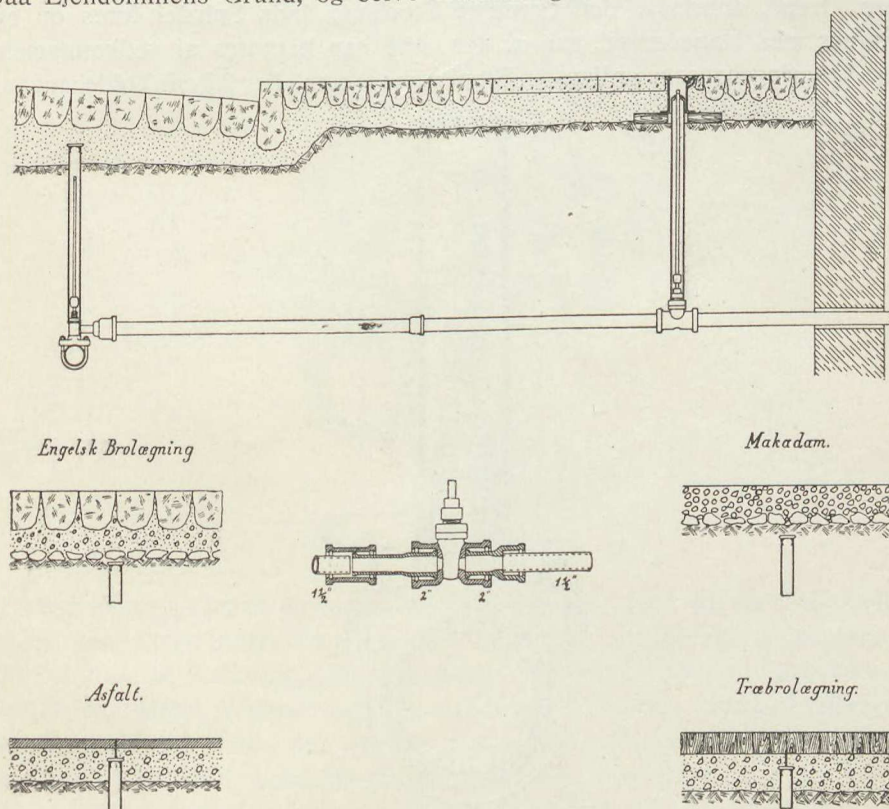


Fig. 35. Stikledning.

Stikledningen bør, hvor ikke Anbringelsen af større Brandhaner eller andre Grunde gør det ønskeligt at gøre den større, lægges af 5 cm Støbejerns-

rør, da det har vist sig, at 4 cm Rør let knækker om Vinteren. Afgangen fra Fordelingsledninger, der er over 5 cm, udføres som Regel ved en 2 cm eller 2,5 cm Anboring, sjeldnere ved Anbringelse af et T-Stykke; men dette kan dog altid anvendes, naar en 2,5 cm Anboring vil give for lidt Vand, da større Anboringer vilde svække Fordelingsledningen for meget. Afgangen fra en 5 cm Fordelingsledning udføres ved et T-Stykke eller ved i Fordelingsledningen at indskyde et kortere Rørstykke, der er forsynet med en Forstærkning, som er anboret.

Paa Stikledningen anbringes umiddelbart ved Fordelingsledningen en Hane, ved en Anboring en saakaldt Anboringshane, eller en Skyderhane, fra denne Hane føres ingen Spindel op til Overfladen for at undgaa Beskadigelse af Ledningen ved Vognhjul; men Hanen sidder som Reserve, idet man ved Opgravning kan naa ned og lukke den. I Gader med særlig god Brolægning, fører man dog som Regel Spindelen op, men uden at forsyne den med et Hanedæksel, saa at man kun behøver at fjerne Vej-befæstelsen eller maaske kun en Del af den for at kunne komme til Hanen. I Nærheden af det Sted, hvor Ledningen træder ind paa den private Ejendoms Grund, anbringes den egentlige Stophane, hvis Spindel føres op og forsynes med Hanedæksel, saa at den altid kan benyttes af vedkommende Ejer. Anboringshanerne er ligesom Stophanerne 2 cm eller 2,5 cm Toldehaner af

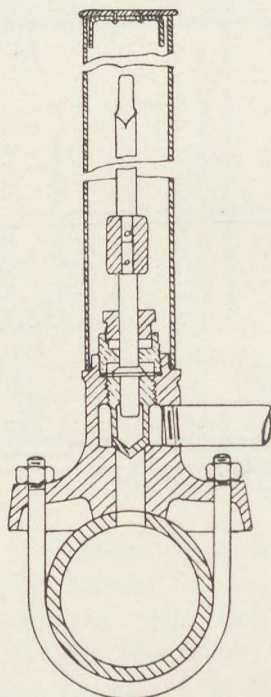


Fig. 63. Anboringsflange.

Metal, de maa være særlig solide for ikke at knække over, navnlig paa det Sted, hvor de er skruede ind i Røret. Hvor der i Fordelingsledningen er anbragt et T-Stykke, anbringes en Skyderhane.

En Anboring kan udføres under Tryk, saa at der ikke behøves at lukkes for Hovedledningen, medens den udføres. Man benytter sig dertil af særligt Anboringsværktøj. Først anbringes der en Støbejernsbandage om Røret, idet denne ved Hjælp af en Gummiskive presses fast til Røret paa det Sted, hvor Anboringen skal foregaa. Denne Bandage er forsynet med Gevind, og heri skrues Anboringstoldehanen fast. Ned igennem denne stikkes Boret,

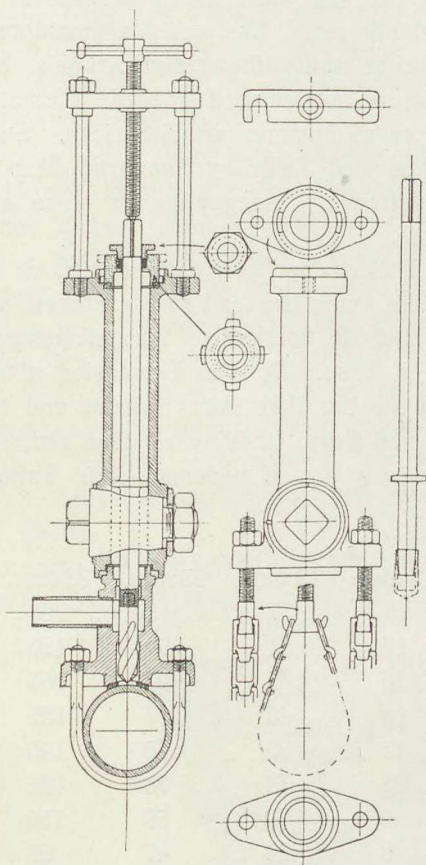


Fig. 37. Anboringsapparat.

og naar Røret er boret igennem, kan Boret hurtig tages ud, og Hanetolden drejes, uden at en større Vandmængde faar Tid at trænge ud. I den senere Tid benyttes til Anboring Anboringsflanger, forsynede med en fastsiddende Ventilhan. Dette Apparat benyttes paa følgende Maade. Anboringsflangen anbringes paa sin Plads, den øverste Stoppebøsse aftages, og der anbringes en Borestilling over Anboringsflangen, idet den fastholdes ned om Røret ved et Par Kæder. Borestillingen bestaar af et Rør med Stoppebøsse i den ene Ende og en stor Toldehane i den anden Ende. Boret er et Spindelbor, forlænget i en cylindrisk Borestang, som føres ned gennem Stoppebøssen og Hanetolden. Efter at Anboringen er foretaget, trækkes Boret tilbage gennem Hanetolden, og Hanen lukkes. Derefter kan Borestangen med Boret helt

udtages og en anden Stang indføres med Ventilen, der skrues paa Plads i lukket Stilling. Endelig kan Borestillingen med Indføringsstang nu borttages, og Stopbøssen med Spindelen bringes paa Plads. Paa Afgangsrøret fra Flangen anbringes midlertidig en Toldehane, hvorigennem Borespaanerne udskylles.

Selve Husledningerne udføres her i Landet næsten udelukkende af trukne Smedejernsrør, der kan være galvaniserede for at tæres mindre af Rust. Til enkelte Forbindelser, f. Eks. ved Vandmaalere og Skyllecisterner, der ellers vilde kræve et uforholdsmæssigt Arbejde, benyttes de bøjelige Blyrør. Smedejernsrørene samles med smedede eller støbte Fittings, hvilke sidste da som Regel er af hammerbart Støbejern. Samlingerne sker ved Gevind, idet der pakkes med Tælle og Pakgarn. Man bør saa meget som mulig undgaa Anvendelsen af Langgevind, da disse altid betegner svage Punkter paa Ledningen.

Ledningsnettet i Husene bør ordnes saaledes, at de horizontale For-delingsledninger saa vidt mulig lægges i Kælderetagen, og at der herfra gaar lodrette Stigrør op ved de forskellige Aftapningssteder, forsynede med korte Ledninger hen til disse. Rørenes Dimension afhænger af Antallet af Aftapningshaner; men de bør ikke gøres mindre end 10—13 mm, og disse endda kun anvendes ved korte Ledninger. Den omtrentlige Vandføring af en 20 m lang Vandledning ses af nedenstaaende Tabel, der angiver Liter pr. Minut:

Trykhøjde i m.	13 mm.	19 mm.	25 mm.	32 mm.	38 mm.	51 mm.
30	19	57	113	205	330	650
25	17	51	99	180	290	585
22	16	47	93	165	270	550
19	14	43	87	155	250	505
16	13	39	80	140	225	460
13	11	34	70	125	200	405
9	10	29	59	110	175	345
6	8	24	47	85	140	275
3	5	16	32	55	90	185

Det er vigtigt ved Lægningen at sørge for, at Rørene lægges i frostfri Lokaler, da de let tager Skade ved Frysning; en Beklædning mod Frost med isolerende Stoffer kan man ikke altid stole paa. Hvor Faren for Frysning er tilstede, maa man paa det laveste Punkt af Husledningen anbringe en Aftapningshane, under Aftapningen maa da en af de øverste Haner aabnes for at give Luften Adgang til Ledningerne. Vandledninger, som passerer gennem opvarmede Rum, kan fortætte Vanddampe paa deres Overflade og derved give Anledning til Dryp, for at hindre det kan man isolere Ledningerne; men da dette aldrig ser godt ud, bør man saa vidt mulig undgaa at lade Ledningerne passere stærkt opvarmede Rum. For at undgaa at aflukke alle Ledningerne i en Bygning under forefaldende mindre Repara-

tionsarbejder anbringer man paa passende Steder Stophaner, der enten er Toldehaner, smaa Skyderhaner eller Ventilhaner; de laves helt af Metal.

Rørene maa lægges med svagt Fald hen mod Aftapningshanerne, for at de kan tømmes helt. De befæstes til Murene ved Hager eller bedre ved Rørholdere, der tillader at holde dem ud fra Muren, saa at Rengøring bag ved dem lettes. At lægge dem i Murnicher og pudse over dem, bør under ingen Omstændigheder gøres, da enhver Revision og Reparation derved bliver meget omstændelig; ligeledes maa de heller aldrig anbringes helt utilgængeligt i Etageadskillelser. Hvor de ikke kan lægges synlige, bør de kun dækkes med et paaskruet Brædt.

Aftapningshaner kan enten være selvlukkende eller ikke. Almindeligvis forlanges selvlukkende Haner, der er forsynede med en Fjeder, som lukker Hanen, naar den slippes. Ikke selvlukkende Haner er mere holdbare. For at undgaa Vandets Spredning kan man inde i Udløbstuden anbringe en Mellemvæg, som tager den drejende Bevægelse fra Vandet, eller lade Tuden ende i en Spids, som ligeledes kan samle Straalen.

Vandklosetter bør man ikke sætte i direkte Forbindelse med Husledningen, da der i saa Tilfælde kan være Fare for en Indsugning af Smudsstoffer i Vandledningen, naar den tømmes; man anvender derfor en Skyllecisterne, i hvilken der er anbragt en Svømmer, som automatisk aabner for Vandledningen, naar Vandspejlet synker, og igen automatisk lukker, naar det har naaet en vis Højde.

Nogle Steder har man, i Stedet for til Stadighed at holde Vandledningen under Tryk, anvendt en intermitterende Forsyning, idet der paa Loftet af

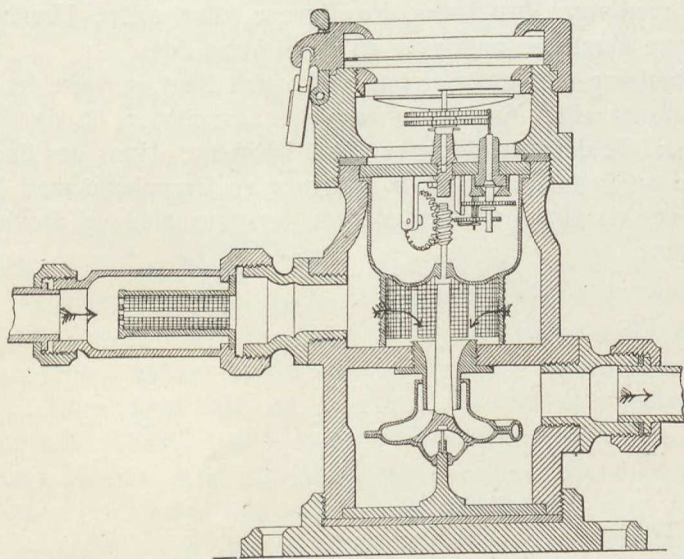


Fig. 38. Ældre Vandmaaler.

hvert Hus anbragtes en Vandbeholder, som en Gang i Døgnet fyldtes, og hvorfra Ejendommen saa i Løbet af Dagen maatte dække sit Behov. Dette

er dog ret uheldigt, da det dels medfører et betydelig større Røranlæg i hvert Hus, og Vandet staar og bliver varmt og fyldt med Alger og lignende, der findes i Beholderne.

Vandforbrugets Størrelse bestemmes ved Benyttelsen af Vandmaalere. Disse kan have en meget forskellig Konstruktion; men ofte er det som ved Turbine-Vandmaalere (Fig. 39) et lille Skovlhjul eller Tour-

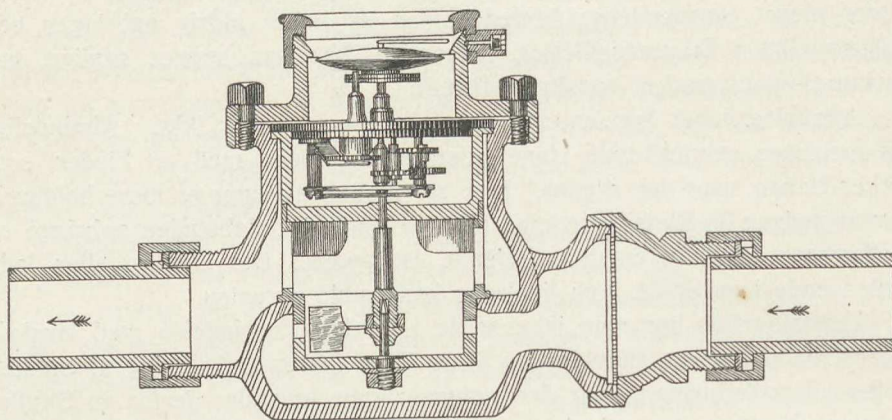


Fig. 39. Turbine Vandmaaler.

binehjul, der sættes i Rotation ved Vandstrømmen. Antallet af Hjulets Omdrejninger aflæses saa paa en Tæller. Mindre Maalere har større Følsomhed overfor smaa Vandmængder end store. For at undgaa, at Vandstrømmen medfører Rustskaller fra Rørene eller andre Urenheder, der kan ødelægge Maalerne, anbringes en fin Si foran dem.

Vandmaalerne maa opstilles paa et frostfrit Sted og være let tilgængelige. Alle Haner efter Maalerne maa være Skruehaner, da de ikke taaler Aflukning ved Toldehaner, der giver Stød i Rørene. Hvor der findes Vandmaaler paa en Ledning, der bl. a. forsyner en Brandhane med Vand, bør der anbringes en Omløbsledning, der da forsynes med en Stophane, som kan forsegles.

Kloakbygning.

Indledning.

Ved Udgravningen af Byer fra Oldtiden, f. Eks. Babylon, findes Levninger af overdækkede Afløbsledninger; men noget nærmere om disse Anlæg er endnu ikke udfundet. I Rom findes endnu den bekendte Cloaca maxima, som byggedes under Tarquinius Priscus efter Sigende af en etruskisk Ingeniør. Flere Steder i Italien kendes Levninger af etruskiske Ledninger, og i Paris, Køln, Ofen og Bath har man fundet Rester af Kloaker fra Romertiden.

Disse ældre Ledninger har neppe været andet end overdækkede naturlige Overfladeafløb og sikkert langt fra opfyldt Nutidens Fordringer. Vi ved saaledes, at deres stadige Oprensning krævede Anvendelsen af Krigsfanger og Straffefanger, ligesom vi kender Forordninger om, at det overflødige Vand fra Drikkevandsledningerne skulde ledes ned i Kloakerne for at give disse en sikkert meget ønskelig Udskylning, der dog paa Grund af deres daarligt afpassede Faldforhold neppe har været af stor Virkning.

Gennem hele Middelalderen og den nyere Tid blev Spørgsmaalet om Bortledning af Spildevandet behandlet med samme Ligegyldighed, som andre hygiejniske Forhold, og paa ganske enkelte Undtagelser nær kender vi intet til Bygningen af Kloaker, indtil man lidt før Midten af forrige Aarhundrede rationelt begyndte derpaa i England. Under en heftig Koleraepidemi i 1831 havde man lagt Mærke til, at Sygdommen optraadte særlig heftigt paa urene, fugtige Steder, medens højt og tørt beliggende Steder skaanedes. Efter langvarige og grundige Undersøgelser indførtes i 1848 ved en ny Lov »Public health Act« en Oversundhedsstyrelse, som bl. a. kunde tvinge Byerne til at udføre Anlæg af sanitær Betydning, naar den gennemsnitlige Dødelighed i de sidste 7 Aar havde oversteget 23 ‰.

Paa Fastlandet var Hamburg med sine nære Handelsforbindelser med England den første By, der lod udføre et rationelt Kloakanlæg, idet man efter Branden i 1842 overdrog en engelsk Ingeniør W. Lindley at bygge et saadant samtidig med et Vandværk.

Da Koleraen gentagende Gange hærgede Europa i 1848—59 begyndte

man i Slutningen af Tredserne at kloakere flere større Byer. I Frankfurt a. M. udførte *W. Lindley*, efterfulgt af sin Søn *W. H. Lindley*, et Anlæg, i Stettin byggedes et af *Hobrecht* og i Danzig et af *E. Wiebe*. I 1873 paabegyndtes Kloakeringen af Berlin under Ledelse af *Hobrecht*, og efterhaanden er de fleste Byer fulgt med i denne sanitære Udvikling.

I Paris fandtes allerede i den senere Middelalder nogle Ledninger, der aabenbart var Efterligninger af de stadig eksisterende romerske Ledninger paa Seineøen; men den meste Afvanding skete dog gennem aabne Grøfter. Da Koleraen ogsaa hærgede denne By stærkt i 1832, blev der under *Belgrand's* Ledelse i Halvtredserne samtidig med *Hausmann's* Gadegennembrud anlagt 3 Hovedsamleledninger gennem Byen.

I København paabegyndtes Indførelsen af et ordnet Kloaksystem i 1860.

Forarbejder.

Inden man gaar til Opstilling af et Kloakprojekt, maa man ved grundige Forarbejder fastslaa ikke alene den nuværende Grænse for Afvandingsomraadet, men ogsaa den fremtidige, idet man ser rimeligt langt ud i Fremtiden, og ligesom ved Anlægget af Vandværker tager Hensyn til en Tilvækst af Befolkningen.

Det er ikke nok at kende Befolkningens Tilvækst; men man maa ogsaa kende Hovedlinierne for den kommende Bebyggelse. Her er det godt at holde sig for Øje, at hvis Lægningen af en Ledning kan skydes 15—20 Aar ud i Fremtiden, kan man anvende det dobbelte Beløb paa Udførelsen af den. Det gælder derfor om at lægge sin Plan saaledes, at den passer for Byens nærmeste Udviklingstrin; men at den ogsaa uden store Forandringer kan passe i Fremtiden.

Beliggenheden af Vandskellene i Byens Omegn maa man overalt udfinde, og man maa overveje, om Vandet stadig skal bibeholde Retningen af sit tidligere Løb. Endvidere maa man kende Grundvandspejlets Højde overalt paa Terrainet, da der dels kan blive Tale om en Sænkning af dette, og Bekostningen ved Ledningernes Udførelse stiger, hvis det staar højt. Hvis de forhaandenværende Brønde ikke giver tilstrækkelige Oplysninger i saa Henseende, maa man foretage specielle Undersøgelser ved Hjælp af Boringer. Ligeledes maa der ved Boringer skaffes de nødvendige Oplysninger om Jordbundsforholdene paa de Steder og i de Dybder, hvori der skal arbejdes.

Endelig maa man kende alle Forhold vedrørende Recipienten. Dette kan være Havet, en Sø eller et Vandløb, og man undersøger da de forskellige Vandstande og for Vandløbs Vedkommende de tilsvarende Vandmængder. Et tilfældigt Sammentræf af højeste Vandspejl i Recipienten og stærkeste Regnskyl maa ikke give Anledning til Oversvømmelser.

Som Maalestok for Oversigtsplaner kan 1:10 000 eller 1:20 000 være passende, medens den senere Projektering udføres paa Planer i Maalestoks-

forholdet 1:2000—1:500, paa hvilke alle eksisterende Ledninger (Vand, Gas, Kabler o. s. v.) samt alle Træer, Lygter o. s. v. indtegnes, ligesom alle Gadekoter og Kældergulvshøjder indskrives.

Bestemmelse af den Vandmængde, der skal ledes bort.

Den Vandmængde, som Kloakerne skal lede bort, sammensættes af Husspildevand, Afløbsvand fra industrielle Anlæg, Regnvand samt eventuelt Drænvand.

Husspildevandsmængden kan man paa det nærmeste sætte lig med Vandforbruget; men som nævnt ved Bestemmelsen af dette er det meget forskelligt i forskellige Kvarterer af Byen. Hvor ingen nærmere Oplysninger i saa Henseende foreligger, kan man, idet Afløbsvand fra Fabriker ikke medtages heri, omtrent sætte Husspildevandsmængden til 100 l/Ind/Døgn, og da det største Vandforbrug pr. Time omtrent er 10 % af hele Døgnforbruget, giver dette en Afløbsmængde af 2,78 l/Sek. pr. 1000 Indbyggere.

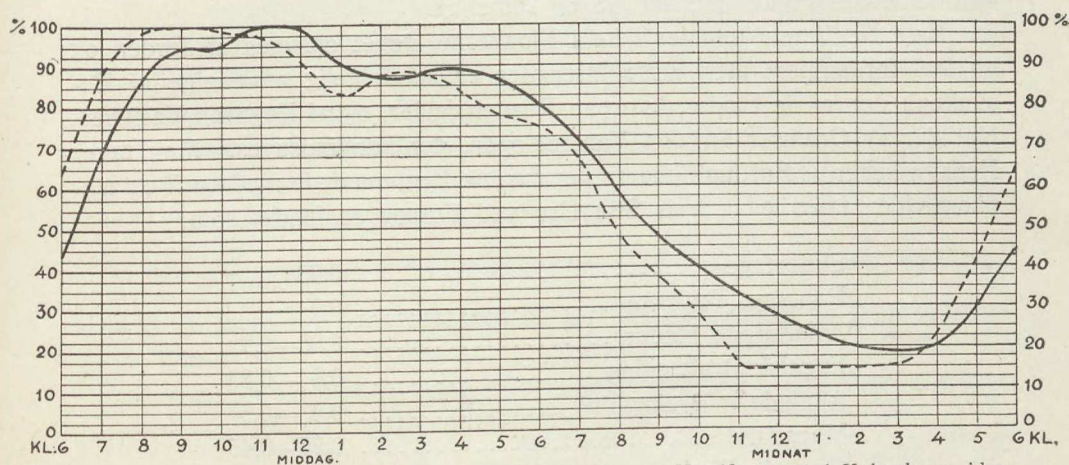


Fig. 40. Grafisk Fremstilling af Spildevandsmængden og Vandforbruget i København, idet Maksimumsafløbet er sat lig 100 og Afløbet i Døgnetts forskellige Timer er udtrykt i Procent af Maksimumsafløbet.

Hvad Befolkningstætheden angaar, er den jo meget forskellig og kan i det Indre af gamle Byer stige til 800 Ind./ha., i Almindelighed er den dog kun 125—250 Ind./ha.

Mængden af Afløbsvand fra industrielle Anlæg er selvfølgelig meget variabel. I mange Tilfælde, f. Eks. Kondensationsvand, er det kun lidt forurenet og tages derfor ikke med i Kloakerne, men afledes gennem særlige Ledninger til nærmeste Sø eller Vandløb. Dette gøres navnlig, hvor Kloakvandet skal pumpes, ledes langt bort eller behandles i Renseanlæg.

Ligesom Vandforbruget veksler Afløbsmængden paa de enkelte Tider af Dagen og ogsaa paa de forskellige Ugedage, idet Mængden plejer at

være størst om Lørdagen og mindst om Søndagen. Afløbsmængden pr. Time kan gaa ned til 2—3 % af hele Døgnet's Afløbsmængde.

Regnmængden er det af stor Vigtighed at kende, da Kloakerne skal være store nok til at bortføre den største forekommende Regnmængde. Nedbøren maales i mm Vandhøjde, og 1 mm/Time svarer til 2,78 l./Sek./ha.; den maales ved Hjælp af selvregistrerende Regnmaalere, for at man ikke alene kan faa Regnmængdens absolute Størrelse, men ogsaa Regnens Intensitet til forskellige Tider, idet de særlig heftige Regnskyl som Regel kun er af ganske kort Varighed.

Ved Dimensioneringen af Ledningerne gælder det om at faa disse store nok til straks at kunne bortføre den faldende Regn, uden at Vandet bliver staaende endog kun kortvarigt paa Gaderne. En Regnmængde af 1 mm i Minuttet svarer til 167 sl/ha. I København regnes med en Intensitet svarende til 40 mm/Time, hvilket bliver 111 sl/ha., idet man i Juni 1863 har maalt en Nedbør af 30 mm i Løbet af 45 Minutter. Som Regel kan man for Danmark regne med en Nedbør, svarende til mellem 70 og 150 sl/ha, medens man andre Steder maa benytte andre Grænseværdier, saaledes maa der i Schweiz regnes mellem 125 og 200 sl/ha.

Hele Nedbøren kommer ikke i Kloakerne, noget opsuges af Jorden og en Del fordamper; men disse Mængder er selvfølgelig afhængige af Beskaffenheden af de Flader, hvorpaa Regnen falder, og af Regnens Varighed, idet der er Grænser for den Vandmængde, der kan indsuges. Man tager Hensyn hertil ved at multiplicere den fundne Regnmængde med en Reduktionskoefficient, hvis Størrelse ved Forsøg er fundet som:

Skifertage	0,95
Paptage, Tegltage	0,9
Asfalterede Flader	0,85—0,9
Engelsk Brolægning	0,8 —0,85
Almindelig Brolægning	0,4 —0,5
Macadam	0,25—0,45
Grusede Flader	0,15—0,30

Ved større Terrainer skønner man, idet man benytter følgende Koefficienter:

For den ældre tætbebyggede Bykerne..	0,7 —0,9
- de tilgrænsende Kvarterer	0,5 —0,7
- Kvarterer med aaben Bebyggelse..	0,25—0,5
- Øvelsespladser, Banegaarde	0,1 —0,3
- Anlæg, Haver og lignende	0,05—0,25
- Skovparker	0,01—0,2

For at kunne benytte disse Tal er det naturligvis nødvendigt, at der foreligger en Bebyggelsesplan, der i hvert Fald indeholder Hovedvejene og Hovedtrækkene i den kommende Bebyggelse for de Arealer, der endnu ikke er bebyggede; men hvis Afvanding dog i Principet skal fastlægges.

Endelig kan der ved store Afvandingsarealer være det at tage Hensyn til, at det stærke Regnskyl kan være saa kortvarig i Forhold til den Tid, Vandet bruger om at løbe bort gennem Ledningerne, at disse for de nedre Strækningers Vedkommende ikke behøver at dimensioneres for den største Regnmængde over hele Oplandet.

Hvis Ledningen har en Længde l , og v er Vandets Gennemsnitshastighed i denne, bruger en Vandpartikel Tiden $\frac{l}{v}$ til at passere den. Er t_r Regnens Varighed, vil der fra Regnens Begyndelse til det Øjeblik, da alt Vandet er løbet af, medgaa $T = t_r + \frac{l}{v}$. En Formindskelse af Lednings-tversnittet kan finde Sted, naar $t_r < \frac{l}{v}$ eller $l > vt_r$. Hvis Vandet passerer forskellige Ledninger med forskellige Hastigheder eller tilbagelægger en Del af Vejen paa Jordoverfladen, inden det naar i en Ledning, sætter man $t_r < \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \dots$, hvor $l_1, l_2 \dots$ er de forskellige Ledningslængder og $v_1, v_2 \dots$ de tilsvarende Hastigheder. Sættes Regnens Varighed til 20 Min. og Gennemsnitshastighederne til mindst 0,7 m, faas at Ledningen mindst skal være 800—1000 m lang, for at der af denne Grund kan være Tale om en Reduktion af Ledningsprofilen.

Til Brug ved Beregningen af den eventuelle Reduktion af den Regnmængde, der skal tages Hensyn til, har man opstillet Reduktions-formler. Den ældste er opstillet i 1857 af Englænderen *Hawksley*: $d = 0,32 \sqrt[10]{\frac{F^3}{G}}$, hvor d er Ledningens Diameter i m, F Oplandets Størrelse i ha og G Terrainets Fald paa 1000 m, idet der er forudsat en Regnmængde af 70 sl/ha.

Denne Formel har Schweitzeren *Bürkli* omformet, idet han benytter Eytelweins Formel $v = 50,9 \sqrt{\frac{h}{l} \cdot \frac{d}{4}}$, der i dette Tilfælde, da $\frac{h}{l} = \frac{G}{1000}$ bliver $v = 0,8 \sqrt{Gd}$ eller $d = \frac{v^2}{0,8^2 G}$. Da $v = \frac{4Q}{d^2 \pi}$, faas $d = 1,2 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{G}} = 1,2 \sqrt[10]{\frac{F^4 q^4}{G^2}}$ idet q er Afløbsmængden pr. ha. udtrykt i m^3 .

Sættes dette Udtryk lig Hawksley's, faas $0,32 \sqrt[10]{\frac{F^3}{G}} = 1,2 \sqrt[10]{\frac{F^4 q^4}{G^2}}$ eller $q = 0,037 \sqrt[4]{\frac{G}{F}}$ (udtrykt i $m^3/\text{Sek.}/ha$) = $37 \sqrt[4]{\frac{G}{F}}$ (i sl/ha).

Dette er altsaa største Afløbsmængde for en Nedbør paa 70 sl/ha, altsaa er Forholdet mellem Afløbsmængden og Nedbøren $\frac{A}{N} = \frac{37^4 \sqrt[4]{G}}{70 \sqrt[4]{F}} \sim 0,5 \sqrt[4]{\frac{G}{F}}$

Efter foretagne Maalinger for stærkt bebyggede Terrainer findes en større afløbende Vandmængde, saa at Formlens Koefficient maa forøges fra 0,5 til 0,7.

For Byer med stærkt Fald, som f. Eks. i Buda-Pest og Wiesbaden, har man regnet med $A = 0,5 N \frac{\sqrt[4]{G}}{\sqrt[6]{F}}$.

Ledningsnettet.

Det gælder om at fjerne Spildevandet saa hurtigt som mulig, hvilket som Regel bedst opnaas ved at lade Ledningerne følge Terrainets naturlige Fald, hvorved Udgravningsdybderne og derved ogsaa Anlægsomkostningerne bliver mindst.

Hvis der kan blive Tale om at føre Vandet til to forskellige Recipienter eller ud til den samme Recipient paa flere Steder, idet man kun vil lede mindre snavset Vand ud tæt ved Byen, medens det mere forurenede Vand skal føres længere bort, deler man Vandet, der kommer gennem de almindelige Samleledninger, idet mindre Ledninger tjener til Bortledning af Spildevandet og en Del af Regnvandet, medens den øvrige Nedbør bortføres af andre, større Ledninger. Disse Ledninger kaldes henholdsvis afskærende Ledninger og Hjælpeledninger, idet de ofte tilbygges til et ældre System enten for at afskære selve Spildevandet fra en Recipient, hvis Vand ved Byens Vækst og den derved opstaaede større Spildevandsmængde er blevet mere forurenat, end man kan tillade, eller for at aflaste en Hovedledning, der efterhaanden har vist sig for lille. Det bør være et Princip, der overholdes undtagen i ganske særlige Tilfælde, at der ikke føres Vand direkte til nogen af disse Ledninger, da man derved enten tilfører de afskærende Ledninger unødvendig meget Regnvand eller tilfører Hjælpeledningerne, i hvilke Vandet som Regel er stillestaaende, Smudsstoffer, man ikke ønsker i den Recipient, hvortil de er førte.

Ved dykkede Ledninger kan man lade Ledninger passere under Vandløb, hvorved det f. Eks. bliver muligt at nøjes med et Pumpeanlæg eller et Renseanlæg for en By, der ligger paa begge Sider af en Flod.

Ledningerne lægges kun undtagelsesvis over private Grundstykker, da de Erstatninger, der skal betales derfor, baade for Ulemperne ved Nedlægningen og for Ejendommenes Forringelse i Værdi ved Paalægning af de nødvendige Servituter, ofte fuldt ud opvejer Merudgiften ved at følge offentlige Gader og Veje. Bygningen af Hovedledninger stiller ikke alene Krav i Retning af stor Arbejdsplads, men kræver ogsaa som Regel ved deres Dybde Plads til Henlæggelse af megen udgravet Fyld, hvorfor man almindeligvis lægger dem i de store Hovedgader, hvis ikke netop Færdslen er saa stærk her, at man tvinges til at udsøge mindre trafikerede Gader.

Hvor man skal passere Højdedrag, kan det maaske udkræve Tunnelarbejde, ligesom der kan blive Tale om at lægge dykkede Ledninger, hvor Ledningen passerer en Lavning.

Kan man ikke skaffe Vandet direkte Afløb til Recipienten, maa det løftes ved Pumpning, hvilket f. Eks. som Regel vil være Tilfældet ved afskærende Ledninger. Der kan da blive Tale om enten at løfte Vandet

paa et Sted eller at dele Løftehøjden og lægge flere Pumpestationer. I første Tilfælde vil som Regel Driftsudgifterne blive mindst, hvorimod Ledningerne i andet Tilfælde ikke vil komme saa dybt i Jorden, hvorved Anlægsudgifterne reduceres; navnlig er dybtliggende afskærende Ledninger kostbare, da de meget ofte ligger tæt ved Vandarealer, saa at Nedlægningen af dem giver meget Vandlænsningsarbejde.

Hvor Pumpning bliver nødvendig for lavere liggende Kvarterer, maa man sørge for, at Vandet fra Arealer, der ligger saa højt, at det uden Pumpning kan faa Afløb, ikke til ingen Nytte føres til Pumpestationen, men ved højere liggende afskærende Ledninger bør saa meget Vand som muligt føres direkte til Udløbsstedet.

Som Regel lægges Kloakledningerne midt i Kørebanen, hvorved Stikledningerne, der behøver mere Fald end selve Gadeledningerne, bliver kortest. For at undgaa Opgravninger i Kørebanen lægges nogle Steder en Kloak under hvert Fortov; men de Fordele dette byder i Retning af korte Stikledninger fra Husene opvejes af det dyrere Anlæg, og det kræver ogsaa ret brede Fortove, da man ellers let fik altfor dybe Gravninger tæt op ad Husene; ligeledes er den formindskede Vandmængde i Kloakerne en Fare for, at de ikke saa let bliver selvrensende.

Da den store Mængde af Regnvand i høj Grad stiller Krav til Kloakledningernes Størrelse, er det godt at aflaste dem for en Del af dette Regnvand, hvor der kan findes en passende Recipient, dette sker ved Anbringelsen af et Overfald i Ledningerne, idet Vandet ved en høj Vandstand i Kloaken delvis løber over Overfaldet og gennem en Hjælpeledning ud i Recipienten. Ved Valget af en passende Højde for Overfaldet er man altid Herre over, at Kloakvandet først kan løbe over det, naar det ved en rigelig Opspædning med Regnvand er blevet saa rent, at Recipienten uden større Gener kan modtage det. Under et Regnskyl er det altid det første Regnvand, der skyller Gaderne, som er stærkt forurenet, senere vil Vandet mest kun medføre Sand og Grus fra Gadebefæstelsen, hvilket naturligvis kan give Vandet et meget urent Udseende, men hurtigt bundfælder sig, hvor Vandet udledes. Som et Maal for det Tidspunkt, hvor et Overfald træder i Virksomhed, benytter man Opspædningsgraden, idet man taler om, at Vandet er n Gange opspædt, hvis Overfaldet træder i Virksomhed, naar Ledningen fører $n + 1$ Gange Spildevandsmængden.

Hvad Ledningernes Dybde i Jorden angaar, da maa de først lægges saaledes, at de overalt ligger i frostfri Dybde, og der maa være et saa højt beskyttende Jordlag over dem, at Færdslen ikke kan frembringe Beskadigelser. Dernæst maa man sørge for, at de kommer dybt nok til at afvande Kældrene, hvis dette forlanges. Man maa i denne Forbindelse ikke nøjes med at lægge selve Ledningen dybt nok, men ogsaa sørge for, at den største Vandrejsning i Ledningen under Regn ikke sætter Kældrene under Vand; kan det imidlertid ikke lade sig gøre at bringe det højeste Vandspejl for Ledningen ned under Kældergulvet, maa man anbringe Sky-

dere paa Afløbsledningerne fra disse Kældere og sørge for, at de kun aabnes, naar der skal afledes Vand.

Ledningerne lægges med et saadant Fald, at Vandets Hastighed en Gang i Døgnet nemlig ved Maksimum af Spildevandsføring bliver 0,6—0,75 m/Sek., idet en saadan Hastighed vil være tilstrækkelig til at rense Ledningen for alle bundfældte og afsatte Stoffer. I smaa Ledninger, som ofte er helt tørre, bør Hastigheden ved Maksimum af Spildevandsmængde dog gerne være 1,0 m/Sek. Da det ofte kan være vanskeligt at gennemføre denne Fordring, maa man paa saadanne Steder indrette en kunstig Skylning enten ved Benyttelsen af Vand fra Vandledninger eller ved at indlede Overfladevand, Kondensationsvand fra Fabriker eller lignende. Hvor Kloakvandet skal løftes ved Pumpning, søger man naturligvis at indskrænke den Vandmængde, der skal pumpes, saa meget som muligt og søger derfor at skylle Ledningerne ved Opstuvning af selve Kloakvandet i Ledningerne.

Beregning af Ledningerne.

De Fordringer som Ledningerne skal opfylde, er dels, at de er selvrensende, hvortil kræves den allerede nævnte Hastighed, og dels at de kan føre de Vandmængder, der kan komme under Regn. Herefter skal deres Dimension og Fald vælges; men tillige maa det undersøges, at Ledningerne ikke som Følge af Stuvninger ved Sammenløb under Regn faar et mindre Vandspejlsfald end selve Ledningens Fald, hvoraf Følgen vilde blive, at Vandets Hastighed formindskes saa meget, at Ledningen under disse Forhold fører mindre Vand end beregnet. Kan saadanne Opstuvninger ikke undgaas, maa der tages Hensyn til dem ved Ledningernes Dimensionering. Løsningen af disse Opgaver kan ikke ske eksakt, men kun forsøgsvis, idet man prøver sig frem, til man har fundet Værdier for Fald og Dimensioner, der tilfredsstiller i enhver Henseende.

Hastigheden beregnes af $v = c\sqrt{RI}$, hvor R , den hydrauliske Radius, er lig $\frac{F}{p}$ eller Forholdet mellem Vandtværnittet F og den beskyllende Del af Profilet p , og hvor I er lig $\frac{h}{l}$ eller Vandspejlsfaldet. Hvor der er Tale om en konstant Vandmængde, vil R være størst ved et cirkulært Profil, hvorfor et saadant Profil sædvanligvis anvendes ved Vandforsyningsledninger; men ved Kloaker er Vandmængden meget variabel, hvorfor der anvendes en Mængde forskellige Profiler til dem. Bundrendens Form i Ledningerne kan bestemmes af den Fordring, at den Hastighed $v_{\min}$, der svarer til den mindste Spildevandsmængde $Q_{\min}$, skal være saa stor som mulig. Af $v = c\sqrt{RI}$ faar man, at man ved en aaben Ledning faar størst Værdi af R og altsaa ogsaa af v ved et halvcirkulært Profil, og Diametren i den Halvcirkel, der forneden skal afslutte Ledningsprofilet findes da af $Q_{\min} = v_{\min} \frac{\pi d^2}{8}$. Efterhaanden som $Q_{\min}$ aftager, bliver d ogsaa mindre, Grænsen

bliver et fornedet trekantformet Profil med Siderne heldende under Vinkler paa 45° , idet man herfor faar

$$F = t^2 \cot \varphi \quad p = \frac{2t}{\sin \varphi} \quad R = \frac{F}{p} = \frac{t \cos \varphi}{2} = \sqrt{\frac{F}{4}} \cos \varphi \sin \varphi$$

hvilket Udtryk faar sin største Værdi for $\varphi = 45^\circ$, idet φ er den Vinkel, som Siden danner med en vandret Linie.

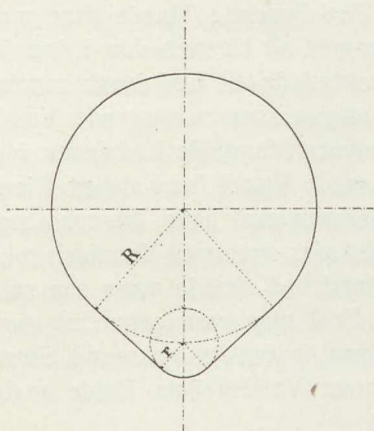


Fig. 41. Cirkelformet Ledning med spids Bund. København.

I Formlen $v = c\sqrt{RI}$ er c ikke konstant, men variabel og afhængig af Ledningens Ruhed og Størrelsen af den hydrauliske Radius. Dette paavistes først af *Darcy* i 1851, og efter hans Død opstillede hans Medhjælper *Bazin*

Udtrykket $c = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$, hvor α laa mellem 0,00015 og 0,00028 og β mellem

0,0000045 og 0,00035. *Ganguillet* og *Kutter* omskrev, ved at sætte $\frac{1}{\alpha} = m$

og $\frac{\beta}{\alpha} = m_1$, Udtrykket til $c = \sqrt{\frac{mR}{m_1 + R}}$. Senere opstillede *Kutter* sin saa-

kaldte forkortede Formel $v = \frac{a\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}$ ved at sætte $c = \frac{a\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}$ i denne

Formel er a lig 100, medens b er afhængig af Ruheden og for almindelige Kloaker er lig 0,35.

Til Beregning af Ledningerne kan benyttes T a b e l l e r, der er gennemregnede f. Eks. for et Fald af 1 : 100, idet Ledningens Diameter og Fyldningsgrad er varieret. Man kan saa let finde Hastighed og Vandføring for den samme Diameter og Fyldningsgrad, men for et andet Fald, idet

$$Q = Fv = Fc\sqrt{RI} \quad \text{og} \quad Q_1 = Fc\sqrt{RI_1} \quad \text{altsaa} \quad Q_1 = Q\sqrt{\frac{I_1}{I}}, \quad \text{hvis derfor}$$

$$I = 1 : 100 \quad \text{bliver} \quad Q_1 = 10 Q\sqrt{I_1} \quad \text{og} \quad \text{analogt faas} \quad v_1 = v\sqrt{\frac{I_1}{I}}, \quad v_1 = 10 v\sqrt{I_1}.$$

Af Tabellerne vil man let se, at v og Q ikke opnaar deres største Værdi ved fuld Fyldning, men naar Vandspejlet staar noget under Ledningens

Top, og ikke ved samme Vandføring. Man kan anskueliggøre dette Forhold ved at optegne Kurver, der angiver Vandføringen og Hastigheden for de forskellige Fyldningsgrader; ganske vist er der en ringe Variation eftersom Ledningen er større eller mindre; men denne er saa forsvindende, at man ganske kan se bort fra den. Naar man kender Ledningens Vandføring, naar den løber fuld, kan man paa en saadan Kurve aflæse Vandføringen for enhver Fyldningsgrad som en vis Procentdel af Vandføringen i den fulde Ledning. Paa lignende Maade faar man Hastigheden i den ikke fulde Ledning i Forhold til Hastigheden i den fulde Ledning.

Dette Diagram benyttes da til Ledningsberegning i Forbindelse med et andet Diagram, der angiver sammenhørende Værdier for Faldet, Vandføringen og Ledningsdiametren for fulde Ledninger, idet man først paa dette Diagram vælger en passende Værdi for Fald og Diameter svarende til den største Vandføring, Ledningen skal have, hvorpaa man paa det andet Diagram finder den Hastighed, der svarer til Vandføringen ved maksimal Spildevandsmængde; denne Hastighed skal jo være saa stor, at Ledningen bliver selvrensende, i modsat Fald maa man prøve at gøre nye Antagelser angaaende Faldet. Har man fundet en passende Størrelse af Faldet, finder man ogsaa af Diagrammet Vandspejlets Højde ved de forskellige Vandføringer.

Disse Diagrammer maa optegnes henholdsvis for de forskellige Ledningsprofiler, der kan blive Tale om at anvende.

Diagrammer findes i *K. Imhoff*: Taschenbuch für Kanalisations-Ingenieure.

For mindre Ledninger gennemføres Beregningen ikke, men man lægger dem med Fald, der erfaringsmæssig har vist, at de kan holde sig rene. Vandet vil ikke passere dem som en samlet Strøm; men der vil komme en Skylning, hver Gang f. Eks. et Badekar tømmes, eller der paa anden Maade kommer en større Vandmængde i Ledningen. De Fald, som passende kan anvendes for disse mindre Ledninger, angives praktisk i Forhold til Dimensionen udtrykt i Tommer, idet de er 1:90 for en 9" Ledning, 1:120 for en 12" Ledning og 1:150 for en 15" Ledning. Mindre Ledninger end 9" bør man ikke gerne anvende i Gader og Veje, da de naturligvis lettere forstoppes og er vanskelige at rense. Hvor man vil gaa til svagere Fald, end de her angivne, kan man naturligvis i hvert enkelt Tilfælde ved en Beregning undersøge, om det kan forsvares. Ved afskærende Ledninger er Forholdene jo ganske anderledes, og man vil der kunne gaa langt under disse Fald; men der maa i hvert Tilfælde opstilles en Beregning derfor.

Overfald beregnes af Formlen

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} (h + k)^{\frac{3}{2}},$$

hvor Q er den Vandmængde, der passerer over Overfaldet, h Vandspejlets Højde over Overfaldskanten, b Overfaldskantens Længde, k Vandets Hastighed vinkelret paa Overfaldskanten og μ en Koefficient.

Da Overfaldet som Regel bygges parallelt med Ledningens Længderetning, for at Bygværket ikke skal gøre unødvendig Modstand ved lavere Vandspejl, hvor Overfaldet ikke skal træde i Virksomhed, bliver Værdien af k saa forsvindende, at man helt kan se bort derfra. Koefficienten $\frac{3}{4}\mu$ kan man højest sætte til 0,5, som Regel vil 0,39 være en passende Værdi, hvorved Overfaldskanten da skal beregnes af

$$Q = 0,39 bh \sqrt{2gh}$$

Ved Beregningen af Ledningerne maa man passe, at den ene Ledning ikke giver Opstuvning i den anden, hvilket undgaas ved at lade Vandspejlene korrespondere. Men da Vandrejsningen vil være forskellig i de forskellige Ledninger, kan dette ikke opnaas i alle Tilfælde; men man maa da sørge for, at der i hvert Fald ingen Opstuvninger kommer ved maksimal Spildevandsføring, for hvilken Vandføring Ledningerne jo skal være selvrensende. Tillige maa man sikre sig, at der ikke med stigende Vandspejl kan optræde skadelige Opstuvninger i nogen af Ledningerne, idet en saadan Ledning i saa Tilfælde maa hæves noget, og Beregningerne for dennes Vedkommende altsaa gaas igennem igen.

Ledningsmaterialer.

Mindre Ledninger lægges af færdige Rør af brændt Ler eller Beton, medens større fremstilles paa Stedet ved Opmuring eller Betonstøbning. Støbte Jernrør anvendes dels paa Steder, hvor der forlanges en absolut Vandtæthed, f. Eks. under Huse, og dels hvor Ledningerne underkastes et større Tryk, f. Eks. Trykledninger fra Pumpestationer. Ledninger, der er dykkede under Vandarealer, kan udkræve Anvendelsen af ganske specielle Materialer og Konstruktioner. Til Udløbsledninger anvendes meget almindelig Træ.

Brændte Lerrør anvendes altid overtrukne indvendig og udvendig med Saltglasur, hvorved de bliver meget glatte og derved egner sig godt til Afledning af Spildevand. Naar de er haardt brændte, er de meget tætte. Glasuren bør være modstandsdygtig overfor kemiske Paavirkninger og ikke skalle af, ligesom den ikke maa have Brandridser. Gode Rør skal give en klar Klang, og en Skærve maa ved Henliggen i Vand i 24 Timer ikke optage mere end 3 Vægtprocent Vand. For at naa dette, skal det anvendte Ler være saa kalkfrit som muligt, og eventuelle Tilsætninger af Kvarts og Chamotte skal være finmalet. Endelig maa Rørene ikke være skøre, men være lette at bearbejde med en Mejsel. Mufferne bør være formede samtidig med Rørene, da de ellers har en Tilbøjelighed til at springe af.

Som Regel anvendes kun cirkulære Lerrør, og selv om der brændes Rør af større Dimensioner, er disse temmelig dyre, saa at man almindeligvis kun benytter Dimensioner op til ca. 50 cm og for større Ledningers Vedkommende anvender Betonrør.

Betonrør har i de senere Aar faaet større og større Anvendelse. De fremstilles ved Stampning af en Betonblanding i tynde Lag i Forme af Træ eller Jern; Blandingen fugtes lidt før den fyldes i Formen og stemples, indtil der viser sig Vand paa Overfladen. Til mindre Rør anvendes Blandinger af Cement og groft Grus, medens man til større Rør tillige benytter Granitskærver, hvis Størrelse da ikke maa være større, end at de tillader en fast Stampning uden at lægge sig udvendig eller indvendig i Formen, saa at Røret bagefter ikke viser sig glat. Hvis man benytter en Mørtel, der er magrere end 1 Del Cement og $2\frac{1}{2}$ Dele Sand, bør man langs Rørets Inderside anbringe et særligt Pudslag i Blandingsforholdet 1 Del Cement og 1 Del Sand, hvilken Blanding ogsaa særlig egner sig til at anbringe som et 1,5—5 cm tykt Slidlag i Bundrenden. Da Hærdningstiden spiller stor Rolle for Rørenes Styrke, bør de ved Støbningen mærkes med Datoen for denne.

Da Betonen angribes af forskellige Syrer, naar de overskrider en vis Styrkegrad, har man paa Steder, hvor Tilstedeværelsen af saadanne Syrer kan ventes, f. Eks. ved Afløb fra kemiske Fabriker og Apotheker, forsynet Rørene med et Indlæg af saltglaserede brændte Lerrør eller givet dem et Overtræk af Asfalt; hvis dette Overtræk ikke er tykkere, end at det efterhaanden slides af, vil det selvfølgelig ikke give nogen virksom Beskyttelse i Længden.

For at spare i Godstykkelse anvendes meget at forsyne Rørene med et Jernindlæg.

Hvor større Ledninger bygges paa Stedet kan de opmures af tilhugne naturlige Sten eller af Klinker. Det første anvendes paa Steder, hvor naturlige Sten er ret billige, f. Eks. benyttes i Paris næsten udelukkende Kalksten. For at opnaa fornøden Glathed og Vandtæthed kan man give dem et indvendigt Pudslag.

Hvor der benyttes Klinker, kan de alle eller en Del af dem være særlig formede, saa at de tillader Udførelsen af de forholdsvis smaa Hvælvinger med saa tynde Fuger som muligt. Klinkerne maa ved Brændingen have naaet en saadan Fasthed, at de giver fornøden Vandtæthed, da Ledningen i modsat Tilfælde maa forsynes med et Pudslag. For at gøre Bundrenden saa glat som mulig, lægges den ofte af særlig sammenmurede Blokke, der mures i Forvejen i omvendt Stilling over særlige Lærebuer.

Ved Støbning af Betonledninger paa Stedet gælder det samme som om Støbning af Betonrør; ogsaa her anvendes hyppigt en Støbning af Bundblokkene i Forvejen. I enkelte Tilfælde kan man udføre hele Ledningen af færdigstøbte Blokke for saaledes at forcere Arbejdet i Gravningen, da der hurtigere kan fyldes over en saadan Ledning end over en Ledning, der helt er støbt paa Stedet.

Jernindlæg benyttes meget i Betonledninger og kan f. Eks. tillade Anvendelsen af fladere Hvælvinger, end der ellers kunde være Tale om.

Ledningernes Udførelse.

Da den Arbejdsplads, der staar til Raadighed ved Ledningernes Udførelse, som Regel er forholdsvis ringe, og Dybden, hvortil der skal udgraves, er forholdsvis stor, kan der ikke blive Tale om at udføre Gravningen med Skraaninger; men man indskrænker Udgravningen til den mindste Bredde, der tillader Lægning af Rør eller Udførelse af Ledningen, og maa saa paa kunstig Maade hindre Jorden i at skride sammen, medens Arbejdet staar paa, da Jorden sjældent er saa fast og Dybden saa ringe, at man kan undgaa Anbringelsen af en Afstivning.

Den simpleste Afstivning bestaar af en vandret Planke, Rideplanke, langs hver af Gravningens Sider og det fornødne Antal Bomme mellem disse. Saadanne Spænd kan anbringes flere under hinanden med noget Mellemrum. For bedre at holde paa Jorden kan der bag Rideplankerne anbringes lodrette

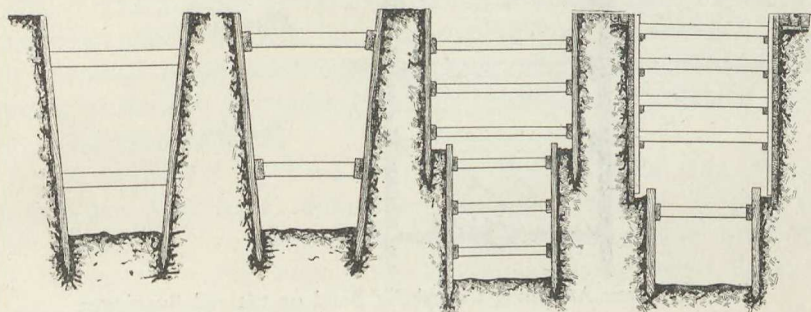


Fig. 42. Forskellige Afstivningsmaader.

Brædder, der om fornødent kan sættes ganske tæt sammen. For at hindre Bommen i at glide ned, naar der rammes paa Afstivningsbrædderne ud for dem, kan man sømme dem fast til Rideplankerne ved Hjælp af smaa Knægte. Hvor man har mange smalle Gravninger af nogenlunde samme Bredde, betaler det sig at benytte Bomme med en Skrue, saa at de kan forlænges eller forkortes, hvorved Ituskæring af meget Tømmer undgaas.

Da Afstivningsbrædderne lider meget ved at drives ned, idet der kræves ret betydelige Slag hertil, efterhaanden som Dybden stiger, bruger man ofte at beslaa dem ved den øvre Ende med et Baandjern. Forneden skærpes Brædderne og da som Regel ensidigt for paa den Maade at hindre Afstivningens Tilbøjelighed til at skyde sig ind mod Gravningen, hver Gang der rammes. Hvor Brædder ikke kan danne en tilstrækkelig solid Afstivning, benytter man Planker, og hvor Forholdene er særlig vanskelige, f. Eks. hvor der arbejdes i vandfyldt Sand eller tæt ved Bygninger, kan man anvende dem spundsede.

Afstivningen rammes med Haandramme, Piskebuk eller Damprambuk, alt efter de Vanskeligheder dette Arbejde frembyder.

Udgravningen foregaar ved at Jorden løsnes med Hakke og graves op med Skovl, idet den smides fra Lad til Lad, der anbringes paa

Bommene. Hvis Pladsens Størrelse tillader det, kan Jorden blive liggende foroven, idet den lempes saa meget bort fra Udgravningen, at den ikke ved sin Vægt kan give Fare for Sammenstyrtning. Som Indfatning for Jorden kan benyttes optagne Brosten eller særlige Bræddeflager. Den

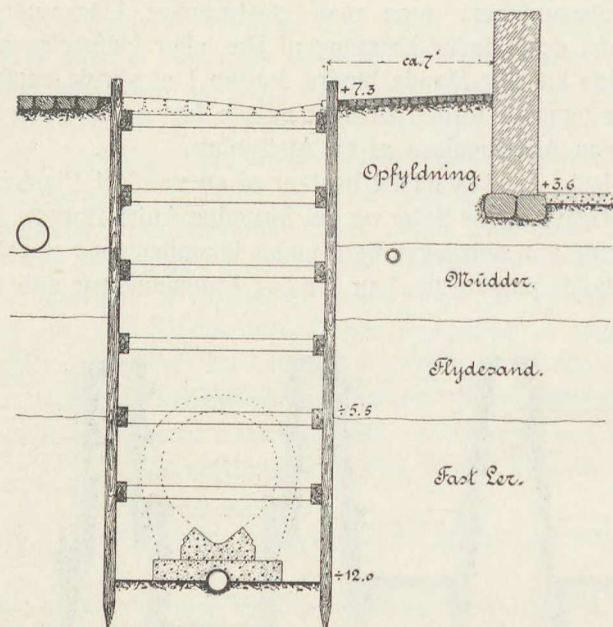


Fig. 43. Svær Afstivning i vanskelig Bund og tæt ved Bygninger.

Jordmængde, som svarer til Ledningens Volumen, Nedgangsbrønde og særlige Bygværker, bør straks køres bort, ligesom det ofte vil være nødvendigt at køre en større eller mindre Del af Jorden bort, medens Arbejdet staar paa. Udgravningen kan ved større Arbejder lettes ved Anvendelsen af Svingkraner eller Tovbaner, der benyttes til Ophejsning af Jorden i særlige Kasser, der er indrettede til at tippes, naar de er bragt hen over det Sted, hvor Jorden skal ligge, eller over de Vogne, der skal køre den bort. Bortkørslen kan ske med Hest og Vogn eller Tipvogn, der løber paa interimistiske Arbejdsspor.

Ofte skal Udgravningen føres dybere ned end Grundvandspejlet, og i saa Tilfælde maa dette sænkes ved Pumpning, saa længe Arbejdet staar paa. Dette gøres lettest ved at begynde Arbejdet paa det dybeste Punkt af Ledningen og herfra arbejde sig frem mod Ledningens Fald, idet man da etablerer en Pumpning paa det laveste Punkt og lader Grundvandet strømme til Pumpen enten gennem den færdig lagte Ledning, hvis den kan taale det, og ellers gennem en særlig Rørledning, der f. Eks. kan indstøbes i Fundamentet til en større Betonledning. For at undgaa en unødvendig Løftehøjde af Vandet flyttes efterhaanden Pumpen med op langs Ledningen. Oftest maa man foruden denne faste Pumpe anbringe en Pumpe netop paa det Sted, hvor der graves, for at kunne lænse Muffehullerne, hvis det er

glaserede Rør, der lægges, eller holde helt tørt, medens der støbes Bundbeton; naar denne da er støbt, maa man helst lade Vandet stige i et Døgn for at undgaa en Vandbevægelse gennem den friske Beton, der kan udvaske Cementen, inden den er bundet af.

Hvor Grunden bestaar af let gennemtrængeligt Materiale, f. Eks. fint Sand, kan man foretage en Sænkning af Grundvandspejlet ved at udføre en Række Boringer, inden Udgravningsarbejdet paabegyndes, og forbinde disse med en Hævertledning til en Pumpebrønd. Herved undgaas at op-pumpe en Mængde Sand sammen med Vandet, saa at Faren for Sænkninger i Omegnen af Gravningen derved reduceres stærkt.

Pumpningen kan udføres med Haandpumper eller maskindrevne Pumper alt efter Vandmængden; men Pumperne maa være indrettede til en hurtig og let Fornyelse af de bevægelige Dele, da de slides stærkt af det meget urene Vand, de skal løfte.

Hvor Dybden under Terrainet er særlig stor, eller hvor Færdslen daarlig tillader en aaben Gravning, kan der blive Tale om at anvende Tunnelering eventuelt under Benyttelsen af komprimeret Luft, hvorved Pumpningen og de dermed forbundne Farer for Udskylning af Grunden og Sænkninger i Omegnen undgaas.

Afsætningen af Ledningens Højde sker ved Mirer, der anbringes paa nivellerede Mireplanker over Gravningen, og som har en saadan Højde, at man med en Vandremire, hvis Længde bør være et rundt Tal for at undgaa Fejltagelse, kan afmire Bundløbet i hvert enkelt Rør eller Ledningens Bundløb.

Hvor Grunden er fast nok, kan Rørene lægges lige paa den eller Ledningen opmures eller støbes, uden at der behøves noget særligt Fundament;

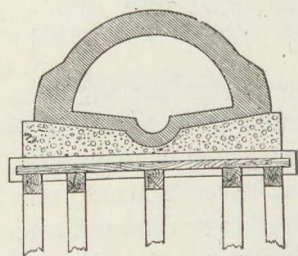


Fig. 44. Øjestensformet Ledning paa Pælefundamentet.

men er dette ikke Tilfældet, maa der graves lidt dybere, og der fyldes under Ledningen et Fundament af Sand. Hvis dette ikke er nok, kan man lægge Langstrøer under Ledningen eller, hvis man frygter, at Træet skal raadne bort, støbe et Betonfundament, eventuelt kan man i meget løs Jord ramme Pæle og støbe Beton over Pælehovederne.

Samlingen af brændte Lerrør sker ved at pakke Mufferne med Ler, Cementmørtel eller Asfaltkit. For at hindre Tætningsmidlet i at trænge ind i Rørene lægges en 2—3 cm tyk Væge af tjæret Hamp om Spidsenden af Røret, inden det stikkes ind i Muffen. Hele Samlingen dækkes

saa udvendig med en Vulst af Tætningsmidlet. Ler er let at anvende; men det har den Fejl, at Trærødder let kan vokse gennem det og naa ind og forstoppe Ledningen. Cementmørtel er uigennemtrængelig for Rødder; men den ødelægges let, hvis der fyldes, inden den er bundet helt af, og hvor en Ledning er udsat for Sætninger, fremkommer der Revner. Der er derfor flere Steder, f. Eks. Berlin, hvor begge disse Tætningsmidler nu er forbudt, og der kun maa benyttes Asfaltkit. Bedst er det, naar Asfaltkittet varmes og smeltes i i flydende Tilstand, man maa da blot, ligesom ved Sammenstøbning af Jernrør med Bly, sikre sig, at Hampevægen lukker saa tæt, at intet kan trænge ind i Røret. Som Dæmning under Udstøbningen benyttes en Jutepose fyldt med Kork, denne oversmøres før Brugen med et tyndt Lerlag for at undgaa, at Kittet klæber sig fast. Man kan ogsaa anvende en Lerdæmning som ved Blystøbning af Støbejernsrør. Der findes ogsaa i Handelen Rør, som baade i Muffe og Spidsende er forsynet med en Asfaltmasse, som ved Smøring med et varmt Bindemiddel bliver klæbrig.

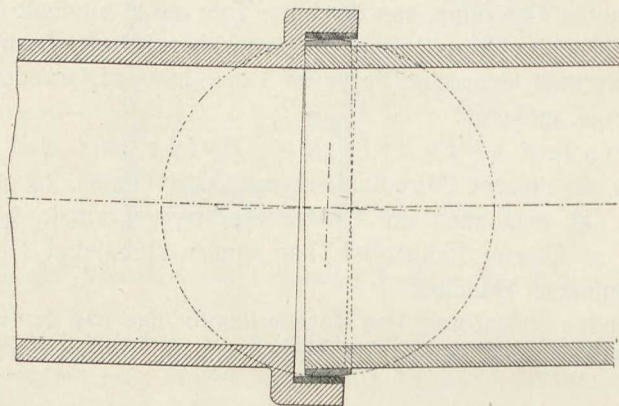


Fig. 45. Doultons self-adjusting joint.

Ved Lægningen af Rørene maa der udgraves saa dybe Huller for Mufferne, at Rørene ikke kommer til at hvile paa disse, hvilket vilde udsætte Rørene for Fare for Knækning ved Tilfyldningen.

Betonrør lægges paa lignende Maade som brændte Lerrør, idet Mufferne, hvis saadanne findes, tættes med Cementmørtel eller bedre med Asfaltkit. Findes ingen Muffer, men kun Noter eller False sker Samlingen med Cementmørtel og udvendige Vulster. For at undgaa Forskydninger af Rørene i Forhold til hinanden er det bedst at lægge lidt Underlag under Samlingerne, hvis man ikke, hvad der naturligvis er bedre, vil give hele Ledningen et Underlag af Beton.

Opmuringen eller Støbningen af større Ledninger foregaar, idet Bundblokkene først henlægges enten paa selve Jorden, hvis den er fast nok, og ellers paa et støbt Fundament, hvorpaa først den nedre Halvdel af Profilet opmures eller støbes under Benyttelsen af Lærebuer eller Forme, hvorpaa der, naar dette er tilstrækkelig hærdnet, opstilles Lærebuer eller Forme til at udføre den øverste Del af Ledningen.

Naar Ledningen er fuldendt og tilstrækkelig hærtnet, kan Paa fyldningen begynde. Denne maa udføres med Omhu, idet der kun anvendes

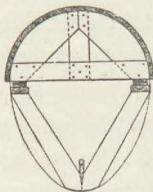


Fig. 46. Lærebue.

god Fyld, som om Vinteren ikke maa indeholde frosne Klumper; ligeledes maa der ikke findes Mængder af store Sten, Murbrokker og lignende, da det let giver Anledning til Hulrum, som senere bevirker Sætninger. Fylden maa være tør for at tillade en god Stampning, der udføres for hvert Lag af 15 cm's Tykkelse, der er ført paa. Mellemrummene mellem Ledning og Afstivning maa fyldes med særlig Omhu, og paa Steder, hvor en Sætning vilde være særlig farlig, kan man fylde dette Rum med mager Grusbeton og lade den nedre Del af Afstivningen blive staaende, hvis det er under det naturlige Grundvandspejl, og der derfor ikke er Fare for Sænkninger senere, naar Træet raadner bort. Efter endt Fyldning trækkes Afstivningen op under Benyttelse af særlige Tænger og Vugtebomme; det derved fremkomne Hulrum maa fyldes omhyggeligt, hvilket bedst udføres med Sand, der skylles ned. Naar Fyldningen er færdig, er det ogsaa godt at sætte rigelig Vand paa for at faa Fylden fast lejret; leret Fyld vil dog holde paa Vandet, saa at det varer længere, inden den bliver fast og tillader, at Vejbefæstelsen anbringes. Denne bør altid retableres med nogen Overhøjde, da en Sænkning med Tiden aldrig kan undgaas.

Nedgangsbrønde.

For at kunne komme til at efterse og eventuelt rense Kloakledningerne maa de med passende Mellemrum forsynes med Nedgangsbrønde, som giver Adgang til Ledningerne. Hvor disse ikke er saa store, at de er passable, bør man kunne se fra Brønd til Brønd, hvorfor der maa anbringes en saadan i ethvert lodret eller vandret Knæpunkt af Ledninger, samt hvor flere Ledninger støder sammen. Paa lige Strækninger bør Brøndene anbringes med en Afstand af 50—70 m.

Brøndene gøres almindeligvis cylindriske med en Diameter af 1,35 m, idet de foroven trækkes skævt kegleformet sammen, for at der i hele Brøndens Dybde bliver en lodret Side, som kan benyttes til Anbringelse af Stigetrin. Disse laves af Støbejern og sættes med en lodret indbyrdes Afstand af 0,60 m i to Rækker, der har en Afstand af 0,40 m fra Midte til Midte, de er saaledes formede, at de tillige kan tjene som Haandgreb. Brøndene kunne mures af Klinker eller udføres af Beton, der da igen kan udføres paa Stedet eller bestaa af færdigstøbte Monierringe.

I ældre Tid gav man Brøndene fordybet Bund, for at Slam kunde lejre sig i dem i Stedet for i Ledningerne. Hvis disse imidlertid er rigtigt beregnede, saa at de er selvrensende, eller Skylningen er tilstrækkelig, er der ingen Grund til at vente eller fremkalde Slamaflejringer, hvorfor Brøndenes Bund tværtimod maa formes saaledes med en dyb Bundrende og skraanende Banketter, at de kan holde sig selv fuldstændig rene.

Foroven dækkes Brøndene med et Jerndæksel, der hviler i en Jernkarm. Ved at dele Dækslet i to trekantede Halvdele, der hver hviler paa Blyklodser, undgaar man, at Dækslerne klapper ved Færdslen. Til Løftning af dem benyttes et Par Jernnøgler. Dæksler og Karme udføres af Støbejern og gives forskellig Højde og Styrke efter den Færdsel, de skal kunne bære.

For at give Luften Adgang til Kloakledningerne anvendes meget gennembrudte Dæksler, under hvilke der da igen maa anbringes en Bakke, der kan tjene til Opsamling af Støv og Vejsnavs, som ellers vilde falde ned i Brønd og Ledning. En saadan Bakke kan fremstilles af en galvaniseret Jernplade med ombøjede Rande.

I ældre Tider, hvor man anvendte murede Brønde, der var dyrere at fremstille end moderne Betonbrønde, og hvor Overdækningen, der bestod af et Trædæksel i en Stenkarm, krævede Fornylse og var til Ulempe for

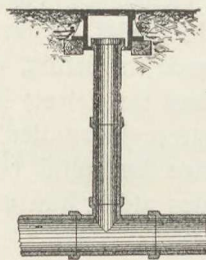


Fig. 47. Lampebrønd.

Færdslen, søgte man ved glaserede Rørledninger at indskrænke Nedgangsbrøndenes Antal ved at anbringe Lampebrønde, der bestod af et opadrettet Grenrør, som forlængedes op til Overfladen med andre Rør og foroven afdækkedes med et lille Støbejernsdæksel, der ikke maatte hvile paa selve Rørene, men paa en Træramme for at ikke Færdslen skulde knuse Rørene. Lampebrøndene gaves en Diameter af 0,15—0,25 m alt efter Dybden.

Enkelte Steder har man anvendt større Bygværker, der anbringes ved Siden af Ledningen og er saa store, at de tillader Anbringelsen af en rigtig Trappe. Dette gøres særlig paa Steder, hvor andre end Personalet, der tilser og renser Ledningerne, ofte skal færdes op og ned, f. Eks. hvor Ledningerne som i Paris anvendes til Anbringelse af Kabler, Vandledninger og lignende, eller hvor Publikum faar Adgang til at færdes i Baade paa de større Ledninger.

Særlige Bygværker.

Hvor to eller flere Ledninger støder sammen, maa denne Forening ske saaledes, at der ikke indtræder en Formindskelse i Vandets Hastighed, idet en saadan vil bevirke en Bundfældning. Da Vandspejlene ved stigende Vandføring som Regel vil stige forskelligt i Ledningerne, kan man ikke opfylde Fordringen til enhver Tid, men maa sørge for, at den i hvert Fald er opfyldt, naar Ledningerne fører Maksimum af Spildevand, ved hvilken Vandføring de jo skal være selvrensende. Bundrenden i de to Ledninger forenes da paa en saadan Maade, at der dannes en saa jevn Overgang som mulig mellem de forskellige Ledningsprofiler.

Paa hvor lang en Strækning, de normale Ledningsprofiler ikke kan gennemføres, afhænger af Ledningernes Krumningsradius. Er denne stor

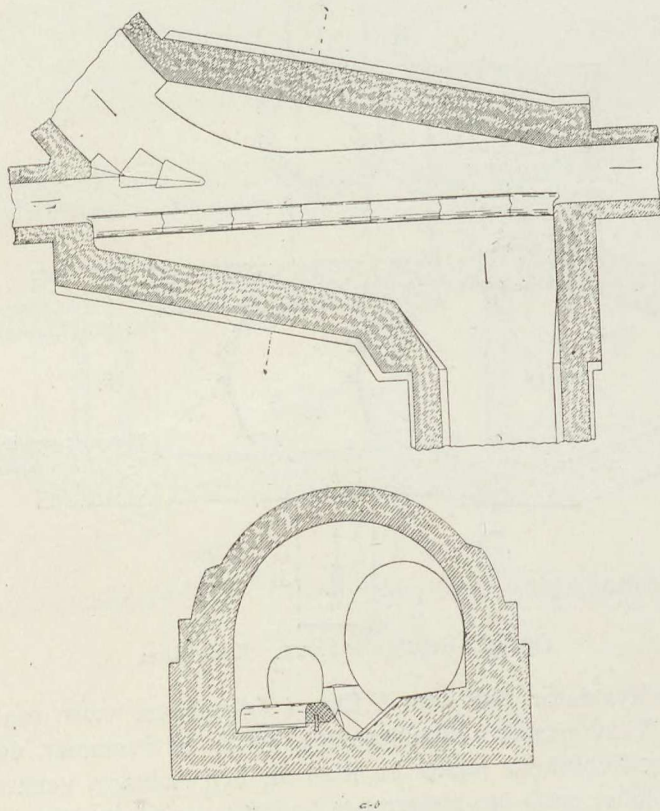


Fig 48. Overfaldsbygværk.

lader det sig ikke gøre at forene Ledningerne i en Nedgangsbrønd; men der kræves et større Bygværk. Hvis Højden til Jordoverfladen tillader det, kan Overdækningen af Samlingsstedet ske med en muret eller støbt

Hvælving, medens man i modsat Fald maa anvende en flad Overdækning af Beton, der kan armeres ved Indlæg af Jernbjælker eller Rundjern.

Overalt hvor Hjælpeledninger skal bøje af fra en Hovedledning, fremkommer ogsaa et særligt Bygværk, hvis Form maa afpasses efter lokale Forhold og den Længde, som der udkræves af Overfladskanten, idet denne enten kan lægges parallelt med Hovedledningens Retning eller vinkelret paa den. Overdækningen her kan ligeledes enten være en Hvælving eller et fladt Loft.

Hvor Kloakvandet skal føres til en afskærende Ledning, medens Regnvandet skal løbe i en Hjælpeledning, bygges et særligt Regulatorbygværk.

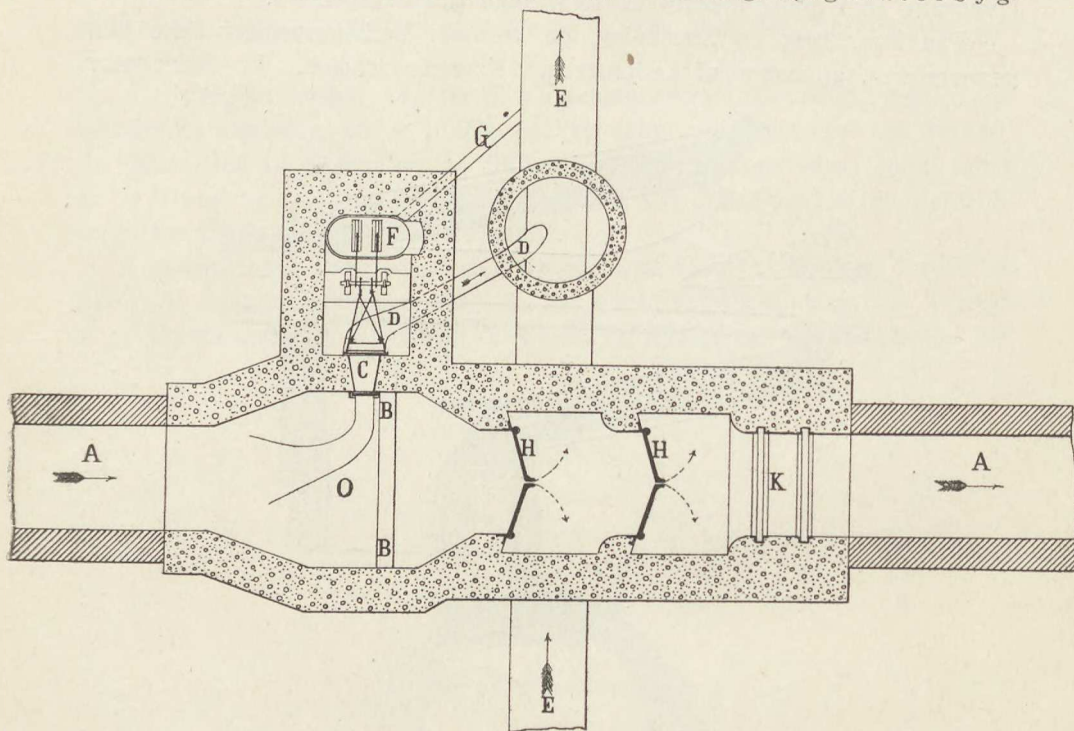


Fig. 49. Regulatorbygværk. København.

værk. En Regulator kan, som f. Eks. i København, være saaledes indrettet, at en Vandrejsning i Kloakledningen løfter en Svømmer, der gennem en Vægtstangsforbindelse lukker en Klap for den Aabning, gennem hvilken Kloakvandet løber ned i den afskærende Ledning, saa at det stiger yderligere og derved passerer over Overfladskanten ud i en Hjælpeledning.

Paa alle Bygværker maa der anbringes det fornødne Antal Nedgangsbrønde til at gøre alle Punkter af dem tilgængelige.

Hvor Hjælpeledninger er ført ud i en Recipient, som er udsat for Højvande, der kan stige højere end Overfladskanterne, maa man hindre en Indtrængen af Højvandet i de afskærende Ledninger, hvis Vandet fra disse skal pumpes; dette sker ved Anbringelse af helst dobbelte Stemmeporte eller Klapper, hvis Ledningerne kun er smaa. For eventuelt at kunne

komme til at efterse og reparere disse Lukker, maa der udenfor dem være Afdæmningsfalsse, disse gøres bedst dobbelte, saa at man kan stampe med Ler eller rent Sand mellem de Planker, der anbringes i Falsene.

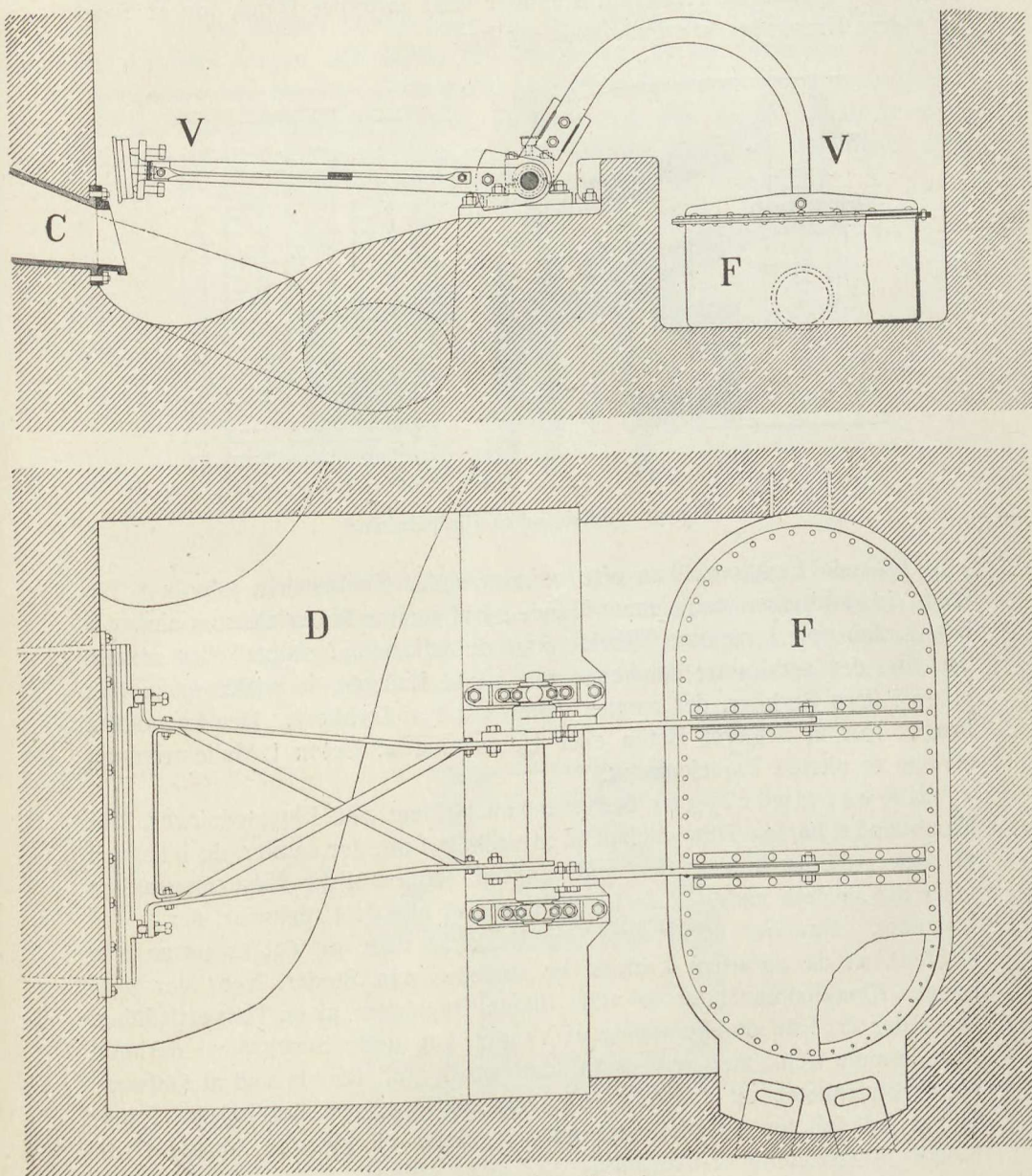


Fig. 50. Regulator. København.

Hvor en Ledning skal passere et Vandareal, i. Eks. en Havarm eller et Vandløb, kan det ske ved at sænke den under dette, hvorved der fremkommer et Ledningsstykke, som altid vil staa under hydrostatisk Tryk. For at undgaa, at der kan opstaa Aflejringer i den dykkede Ledning,

maa man sørge for, at Vandets Hastighed bliver noget større her, end hvad der ellers udkræves til Kloakledninger, og helst tillige træffe Foranstaltninger til at kunne udføre en kraftig Skylning. Ofte anbringes foran Indløbet i Dykkeren et særligt Kammer med fordybet Bund, for at Sand og større Urenheder kan bundfælde sig her.

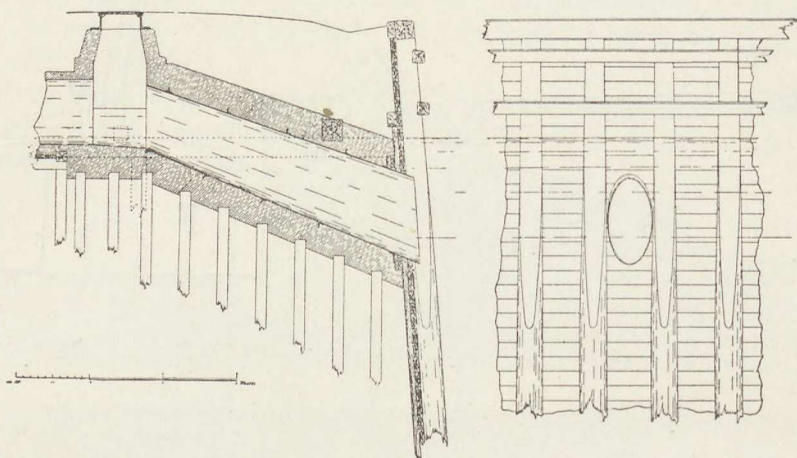


Fig. 51. Udløb for en Hjelpeledning.

Dykkede Ledninger kan ofte udføres under Tørlægning, i hvilket Tilfælde de kan bygges paa samme Maade og af samme Materiale som almindelige Ledninger; i modsat Tilfælde kan de udføres af støbte eller nittede Jernrør, der samles og sænkes enten i fuld Længde, hvis det er muligt, ellers i flere Stykker, der samles under Vand af Dykkere. Der kan ogsaa bruges Rør af armeret Beton eller Udstøbning af Beton i Mellemrummet mellem to nittede Pladejernrør.

Hævertledninger benyttes kun sjældent ved Kloakledninger, idet Kloakvandet har en Tilbøjelighed til at udskille Luft, der samler sig i Toppen af Hæverten, og hindrer den i at fungere. Automatiske Udsugningsanlæg viser sig sjældent gode, da de let tilstoppes af alle de Urenheder, der findes i Vandet. Man bør derfor som Regel undgaa dem, og det er ogsaa kun sjældent, at de naturlige Forhold er saaledes paa Steder, hvor der skal bygges Kloakledninger, at de vilde tillade Bygninger af en Hævertledning. Hvor der er Tale om Pumpning af Vandet, kan dette Spørgsmaal derimod tiere komme frem; men selv da vil man som Regel staa sig ved at undvære Hævertvirkningen og anbringe et aabent Standrør paa det højeste Punkt for at lade al den udskilte Luft undvige, dette vil give en sikrere Drift, hvilket jo ingenlunde er uvæsentligt ved disse Anlæg.

Skylleindretninger.

Hvor Ledningernes Fald eller Vandføring ikke er tilstrækkelig, til at de kan holde sig selv rene, maa man foretage en kunstig Skylning, i modsat

Tilfælde vil de første Aflejring hurtigt føre andre med sig, saa at Ledningerne tilstoppes. Skylningen kan foretages ved at indlede den nødvendige Vandmængde ved Ledningernes øvre Ende. Det er imidlertid langt fra altid, at en saadan Vandmængde er disponibel, og skal man benytte Vandværksvand, vil Skylningen kunne blive ret bekostelig; og i de Tilfælde, hvor Kloakvandet senere skal løftes ved Pumpning, vil en Forøgelse af Vandmængden ogsaa betyde en Forøgelse af Pumpeudgifterne. Man søger derfor ved at samle Skyllervandet i en Beholder og paa en Gang sende hele Vandmængden gennem Ledningen at indskrænke Mængden saa meget som muligt og endog hertil at benytte selve det opstuede Kloakvand.

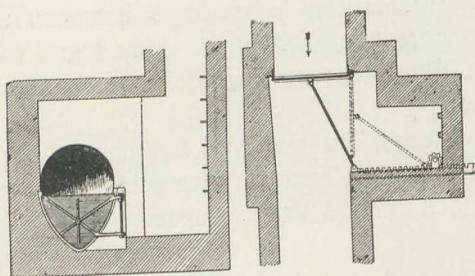


Fig. 52. Skylleport.

Har man tilstrækkeligt højtliggende Vandløb eller Søer, kan man tage Vandet fra dem gennem Bygværker, der bliver ganske tilsvarende til de Anlæg, der benyttes til at tage Vand til Vandforsyningsanlæg, idet det jo ogsaa her gælder om at holde større svømmende Genstande borte fra Kloakledningerne.

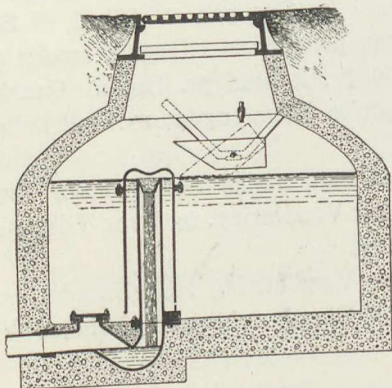


Fig. 53. Skyllebeholder.

Vil man benytte en Skyllebeholder, kan man enten bygge en særlig Beholder eller bruge en Nedgangsbrønd. For Afløbet anbringes i begge Tilfælde en Skyder, ved hvis Aabning Skylningen iværksættes. I mange Tilfælde har man lagt stor Vægt paa, at disse Skydere eller Lukker af forskellig Konstruktion kan aabnes meget hurtigt, hvilket er opnaaet ved

Anvendelsen af hydraulisk Kraft eller Benyttelsen af Porte, der slaas til Side af selve Vandtrykket.

Hvad Skyllsstrømmens Hastighed angaar, da kan Hastigheden af en Vandpartikel i Dybden x udtrykkes ved $\sqrt{2gx}$, idet der ses bort fra Gnidningsmodstanden. Gennemsnitshastigheden af et lodret Vandlegeme bliver da

$$v_m = \frac{\int_0^h dx \sqrt{2gx}}{h} = \frac{2}{3} \sqrt{2gh} = 0,94 \sqrt{gh},$$

Hertil maa endnu føjes en Udløbskoefficient; sættes denne til 0,66 og h til 2 m, findes $v_m = 2,7$ m.

Ved forskellige automatiske Indretninger har man søgt at faa Skyllbeholderne til at fungere uden Betjening. Man kan i saa Tilfælde benytte en Hævert eller et Vippetrug; navnlig af Hævertkonstruktioner findes der et meget stort Antal.

Ved en Skylning begynder man ved Ledningens øvre Ende og skyller efterhaanden de længere nede liggende Strækninger af den, idet man til Dels kan benytte sig af den samme Vandmængde.

Snebrønde.

Naar Sneen smelter paa Gaderne, faar Smeltevand et Afløb til Kloakerne; men ved store Snefald kan man ikke afvente, at Sneen selv smelter, men maa skaffe den bort, hvilket i Reglen sker ved at køre den bort til Vandløb, hvor den kan fyldes ud, eller til Pladser, hvor den kan ligge og smelte. I den nyeste Tid er man begyndt paa at fylde Sneen i Kloakerne, hvis Vand ogsaa kan smelte en Del Sne, da dets Temperatur altid kan regnes at være $+10^{\circ}$ C. Da 1 kg Sne paa -10° C. til Smeltning behøver omtrent 90 W. E., kan man pr. Individ i Døgnet smelte 6—7 kg Sne, naar der regnes 60 l Spildevand pr. Individ pr. Døgn. Ganske vist kan et stærkt Snefald give den tidobbelte Snemængde; men alt behøver jo ikke at skaffes bort paa en Dag.

Til Snebrønde maa man vælge Steder, hvor Kloakledningerne har en tilstrækkelig Størrelse og Vandføring, og hvor Tilkørslen af Sne kan foregaa uden at genere Færdslen.

Ved at anbringe en Vandledning i Snebrønden, saa at den nedkastede Sne kan overrisles med Vandværksvand, forhøjes Virkningen af Brønden stærkt.

Gadenedløb.

Gadenedløb giver Regnvand fra Gaderne Adgang til Kloakledningerne. Deres Konstruktion er ret forskellig i de forskellige Lande, og end ikke Principerne for dem er man enig om. Nogle Steder stiller man den Fordring, at de skal hindre Sand og Grus, saavel som større Genstande i at komme ned i Kloakerne, og at de ligeledes skal hindre Kloakluften i at trænge op

paa Gaden, hvorimod man f. Eks. i Paris hævder »tout à l'égout«-Principet, hvorfor Nedløbene gøres store og hverken forsynes med fordybet Bund eller Vandlaas. Hos os hævder man og med Rette, at et Gadenedløb ikke maa kunne tilføre en Kloak andet, end hvad den daglige Vandstrøm kan føre bort, og Ventilationen af Kloakerne bør ske paa Steder, hvor Luften ikke kan blive generende, hvilket man langt fra altid kan sige om de Steder, hvor Gadenedløbene er anbragte.

Nedløbsaabningen kan enten ligge i Rendestenens Bund, som det altid anvendes her i Landet, eller i Bordurkanten, hvorved den Rist, der anbringes i Aabningen, beskyttes mod at køres i Stykker af Vognhjul.

Nedløbsbrøndene fremstilles af Klinkermurværk, Beton, brændt Ler eller Støbejern. Almindeligst er Beton og paa Steder, hvor der ikke kommer tung Færdsel, brændt Ler. I sidste Tilfælde er Brøndene cirkulære, medens

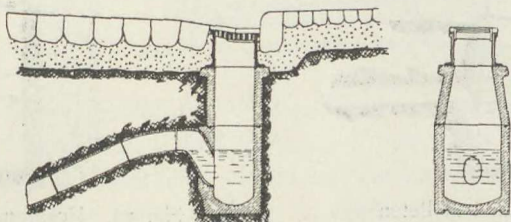


Fig. 54. Gadenedløb. København.

Brønde af Beton gøres firkantede. Større Brønde forsynes øverst med et pyramidalsk Stykke for at undgaa at gøre Nedløbsristen større end 30×30 cm. Vandlaasene paa Betonbrønde dannes ved Indsætning af et kort bøjet Stykke glaseret Rør, hvortil Afløbsledningen kan slutte sig. Vandlaasene skal lukke med en Vanddybde af 10 cm for at undgaa, at de hurtig brydes ved Fordampning.

Rensningen sker ved Hjælp af særlig formede Rensere dannede af en ilad Jernplade, ombøjet paa de 3 Sider og anbragt paa en lang Stang. Da Oprensningen hermed tager Tid, anvendes adskillige Steder Brønde, hvori der findes en Spand, som tages op og tømmes.

For at undgaa Frysning maa Vandlaasene holdes 0,75—1,0 m under Jordoverfladen.

Husspildevandsledninger.

Husspildevandsledningerne skal bortføre Regnvandet og Husspildevandet fra Bygningerne og føre det til Gadekloakerne. Da Husspildevandet medfører en Del faste Stoffer fra Klosetter og Køkkener, som kan bevirke Forstoppelser af Ledningerne, er det af Vigtighed, at de lægges med et saadant Fald, at de bliver tilstrækkelig skyllede med en forholdsvis ringe Vandmængde. Nogle Steder bruger man at tilbageholde de Stoffer, der kan bundfælde sig, i lignende Slambønde, som anvendes ved Gadenedløb; men det rigtigste er det, naar man kan tillade alt at blive ført bort gennem Kloakerne.

Man maa dog altid sikre sig mod det Fedt, som kan være opløst i det varme Vand, der kommer fra Køkkenerne, men ved Afkølingen af Vandet skiller sig ud og afsætter sig paa Indersiden af Ledningerne som en fast Masse, der ikke lader sig fjerne ved Skylning. Det er særlig ved store Køkkener i Restaurationer, Hospitaler, Kaserner og lignende, at det er farligt,

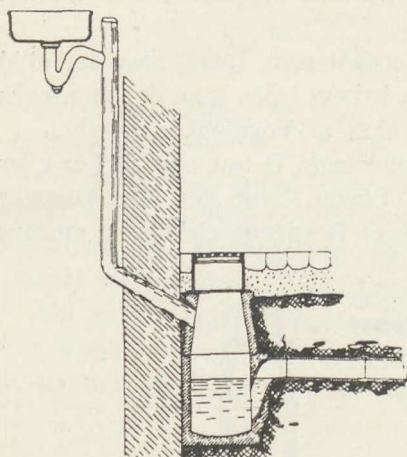


Fig. 55. Husbrønd af Beton
København.

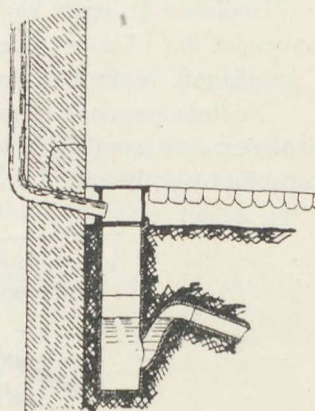


Fig. 56. Husbrønd af brændt Ler.
København.

hvorfor der paa disse Steder anvendes Fedtsamlere. Disse kan enten anbringes inde i Køkkenerne, i hvilket Tilfælde de laves af Støbejern, eller udenfor Bygningerne, og saa laves de af Beton. De forsynes med flere løse Mellemvægge, paa hvilke Fedtet kan afsætte sig, og som kan tages op og renses. Det Fedt, der indvindes paa denne Maade kan renses og anvendes

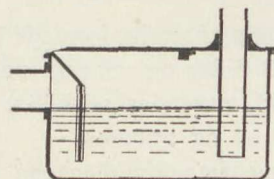


Fig. 57. Fedtsamlere til Anbringelse under Køkkenvasken.

i Industrien. Fedtsamlere gives en forskellig Størrelse efter Mængden af Fedt, der kan ventes. De bør være let tilgængelige og være forsynede med et tætsluttende Laag, som er nemt at aabne og lukke. Hvor Fedtsamlere anbringes umiddelbart under Køkkenvasken, forsynes denne ikke med Vandlaas; men Afløbsrøret dykkes ned i Fedtsamleren, og der sættes en Vandlaas paa Afløbsrøret fra Fedtsamleren.

Da Husspildevandsledningerne leder Vand bort fra Afløbskummer, der er anbragt inde i Husene, maa man sørge for, at den ubehagelige Luft, der findes i Kloakerne, ikke gennem Ledningerne kan trænge ind i Husene. Dette opnaas ved at anbringe en Vandlaas ved hvert enkelt Tilløb til

Spildevandsledningen; denne Vandlaas bestaar af et Stykke nedadbøjet Rør, hvori der altid vil blive staaende lidt Vand. I enkelte Tilfælde bruger man

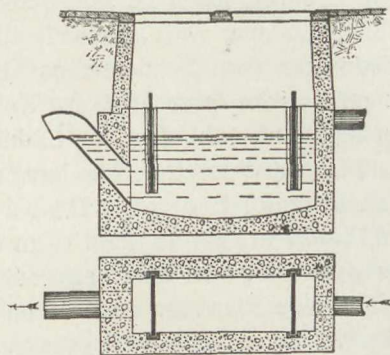


Fig. 58. Fedtsamler til Anbringelse udenfor Bygningen.

Olielaase, hvor den Vædske, der ellers vilde staa i Laasen, kan afgive ubehagelige Luftarter, f. Eks. Urin i Pissoir. Foruden en Vandlaas ved hvert Tilløbssted anvendes undertiden endnu en Vandlaas, der anbringes udenfor Bygningen, man kan da enten anvende en enkelt Hovedvandlaas (Interceptor) for hele Ejendommen eller anbringe en for hver Spildevandsledning, der bliver ført ud af Bygningen.

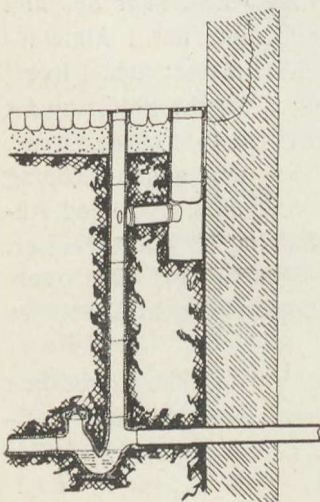


Fig. 59. Interceptor med Luftbrønd. København.

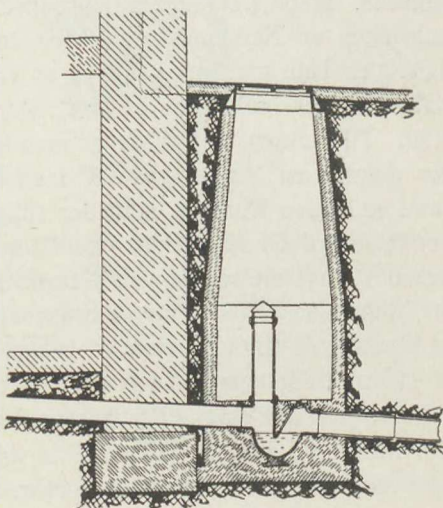


Fig. 60. Interceptor i en Nedgangsbrønd. København.

Som Regel vil man kun tillade, at der fra hver Ejendom føres en Stikledning til Gadens Kloak, idet Indsætning af et Indmundingsrør i Kloaken eller Indlægning af et Grenrør, hvis Gadekloaken har en mindre Dimension, altid betyder en Svækkelse af Ledningen. Saa vidt mulig indlægges Grenrør paa passende Steder ved Ledningens Udførelse; men det vil

dog ofte blive nødvendigt alligevel at indsætte andre, fordi de første ikke passer med den Udnyttelse af Grunden, der nu skal finde Sted. Da ubenyttede Grene ofte ikke afproppes tilstrækkeligt, foretrækker mange overhovedet ikke at indlægge Grenrør, inden de skal benyttes.

Almindelig vil en 15 cm Ledning være passende til at føre en Ejendoms Afløb, de mindre Sideledninger paa Ejendommens Grund kan som Regel udføres af 10 cm Rør, naar de ikke fører Afløb fra Køkkener. Faldet bør som Regel ikke være mindre end 1:70, dog bør Ledninger, der intet andet væsentligt Afløb fører end fra Vandklosetter, ikke have ringere Fald end 1:50. Ledningerne maa overalt lægges i frostfri Dybde, hvilket naas, naar de dækkes med et ca. 0,75—0,9 m tykt Jordlag. Kan dette ikke naas, fordi Gadekloaken ikke ligger dybt nok, maa man paa vedkommende Grund delvis nøjes med aabne Rendestene eller selv etablere en Pumpning af Vandet. Hvor en Ledning, f. Eks. ved at passere en Lyskasse, ikke dækkes af det fornødne Jordlag, maa der anvendes Isolering. Hvis Gadekloaken ligger særligt dybt, bør man ikke lade Stikledningen stige pludselig, men fordele det stærke Fald ensformigt paa en længere Strækning. Ledningerne bør overalt ligge i en Afstand af 1,5—2,0 m fra Bygningers Mure.

Alle Ledninger bør lægges efter rette Linier og med samme Fald paa de enkelte Strækninger. De bør saa vidt mulig lægges parallelt med Bygninger og Mure, hvor deres Beliggenhed ikke er tydelig markeret med Brønde ved begge Ender, da eventuelle Opgravninger ellers vanskeliggøres. Hvor Ledningerne forandrer Retning, er det bedst, naar der kan anbringes en Nedgangsbrønd, der ved den mindre Dybde, her i Almindelighed er Tale om, kun behøver at være ca. 0,9 m i Diameter; men i hvert Fald bør der indlægges et bøjet Rør, som man giver stærkt Fald, mindst 1:20. Til Samling af Ledninger maa kun benyttes Grenrør med skraa Grene, der danner en Vinkel paa 60° med selve Røret; skal den anden Ledning have en anden Retning, maa der tillige anvendes en Bøjning, hvorimod Anvendelsen af Grenrør med lige Gren let giver Anledning til Forstoppelser, ligesom Anvendelsen af dobbelte Grenrør med en Gren til hver Side overfor hinanden; i Stedet for at bruge disse, bør man forsætte de to Ledninger en Rørlængde for hinanden.

Hvor Ledninger passerer gennem Mure, bør de ikke mures fast i disse; men der slaas et Stik over Ledningen, hvorpaa Mellemrummet mellem Mur og Ledning fyldes. Paa lignende Maade maa Ledningerne heller ikke støbes fast i Betonfundamenter.

Ledninger, der ligger i Jorden udenfor Bygninger, udføres af glaserede Lerrør eller Betonrør, hvorimod Ledninger, der lægges under Bygninger, der ikke kun er Skure, Stalde, Latrinbygninger og lignende, bør udføres af Støbejernsrør, idet Jernrørene føres 30—50 cm udenfor Murenes Yderilade for at tillade en god Forbindelse med den øvrige Ledning.

Hvor der for Ejendommen anbringes en Hovedvandlaas (Interceptor), bør denne sættes i en Nedgangsbrønd. Den bestaar af et særlig formet glaseret Lerrør med to opadvendte Grene, af hvilke den ene tillader

Rensning af Ledningen nedenfor Interceptorbrønden, medens den anden skal give frisk Luft Adgang til Ledningerne ovenfor Interceptoren. Denne sidste Gren skal derfor være aaben eller staa i Forbindelse med et Luftrør, medens den anden Gren altid skal holdes lukket med en særlig formet Lerbrik. Disse Brikker fjernes imidlertid ofte ved Rensning af Ledningen, hvorved Nyttens af Interceptoren bliver ret illusorisk, hvorfor der ogsaa begynder at være en Tendens til at gaa bort fra dem. Hvis Interceptoren ikke anbringes i en Brønd føres der et Rør fra den ene Gren op til Jordoverfladen, hvor det dækkes med et Dæksel, som skal være gennembrudt for at give Luften Adgang. Interceptorerne skal have et Vandlukke af mindst 6,5 cm.

Alle Tilløb af Overfladevand bør forsynes med Nedløbsbrønde af lignende Konstruktion som Gadenedløb, altsaa mindst 30 cm Rørbrønde, for at Sandet kan holdes tilbage fra Ledningerne, de dækkes med lignende Riste som Gadenedløbene; men hvor de ikke udsættes for svær Kørsel, kan de gøres noget lettere end disse.

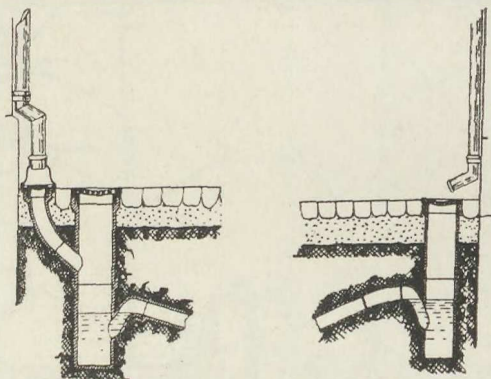


Fig. 61. Tagnedløb. København.

Tagnedløb forsynes med 20—30 cm glaserede Rørbrønde af brændt Ler forsynede med Vandlaas og fordybet Bund til at opsamle Blade og lignende. Selve Tagnedløbsrøret kan føres ind i Rørbrønden gennem en underjordisk Bøjning. Da disse Rørbrønde som Regel er Genstand for en meget mangelfuld Pasning, gør de langt fra den tilsigtede Nytte, og man kan vist bedre gaa over til det System, der f. Eks. almindeligt benyttes i Tyskland, at nøjes med en Vandlaas og forsyne Nedløbsrøret med en overjordisk Kasse af Støbejern, hvori findes en skraatstillet Rist, der kan renses gennem en Klap paa Kassen.

Hvor man ikke har nogen Hovedvandlaas, men dog ønsker et udvendigt Vandlukke for Ledninger inde fra Bygningen, anbringer man en Vandlaas for hver enkelt Ledning, umiddelbart efter, at den har forladt Bygningen. En saadan Vandlaas kan enten bestaa i en Brønd med Slamfang, altsaa en Rørbrønd eller Betonbrønd eller i en Interceptor. Hvilket Lukke man vil anvende, afhænger af Afløbets Beskaffenhed, idet man benytter Brønde, hvor Afløbet medfører Bundfældningsstoffer, der kan blive skadelige for

Kloakledningerne, f. Eks. Sand og Køkkenaffald, og Interceptorer, hvor man ønsker alt Affaldet fjernet fra Bygningens Nærhed, f. Eks. ved Afløb fra Vandklosetter. Naar imidlertid noget Affald kan fjernes uden Gene, vil et ordentlig lagt Kloaksystem som Regel ogsaa kunne tage alt det Affald,

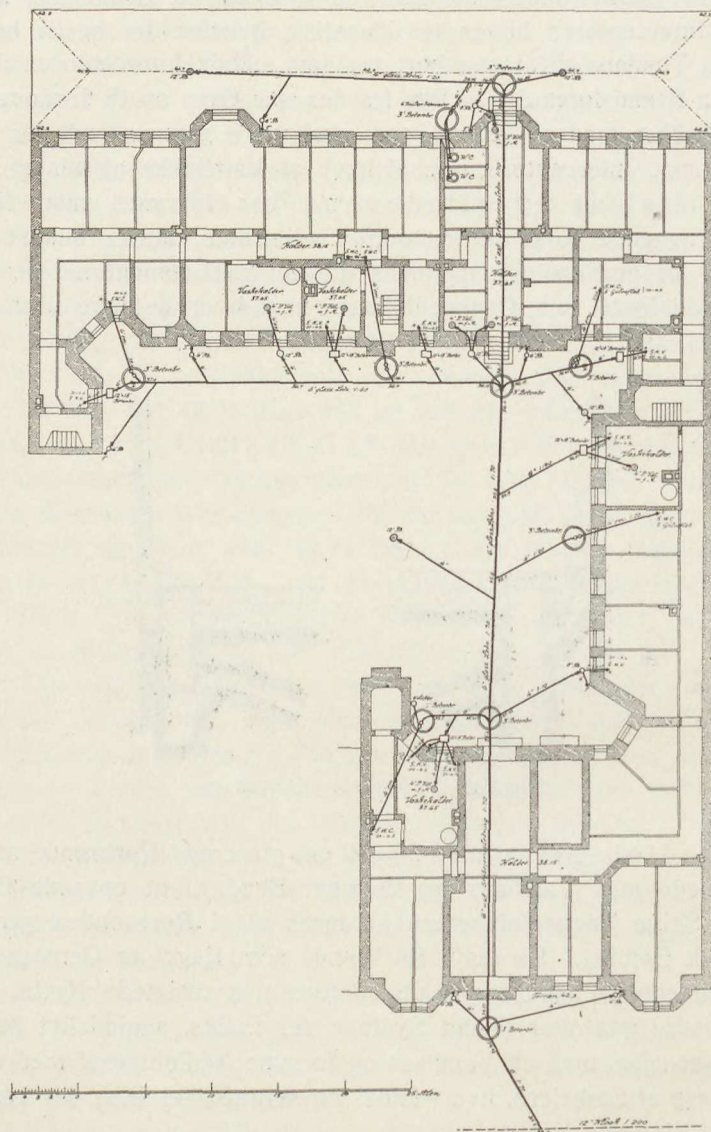


Fig. 62. Spildevandsplan med udvendige Vandlaase. København.

der kan passere gennem Rist og Vandlaase ved de enkelte Tilløb, og de Steder, man har prøvet det, har det ogsaa vist sig at kunne gaa uden Gener, hvorfor det ogsaa nu begynder at blive almindeligt at gaa bort fra Slambrønden og overalt nøjes med en Hovedvandlaas, der maaske ogsaa med Tiden vil falde bort, saa at man overhovedet ikke har udvendige Vandlaase uden for Nedløb for Overfladevand og ved Tagrender. Dette

er f. Eks. den almindelige Maade at ordne sine Afløb i Tyskland, naar imidlertid Overgangen giver Anledning til forskellige Vanskeligheder, skyldes det, at Mangelen af udvendige Vandlaase vil bevirke, at alle Gadeledninger ventileres gennem Faldrørene inde i Bygningerne, hvilket ingen

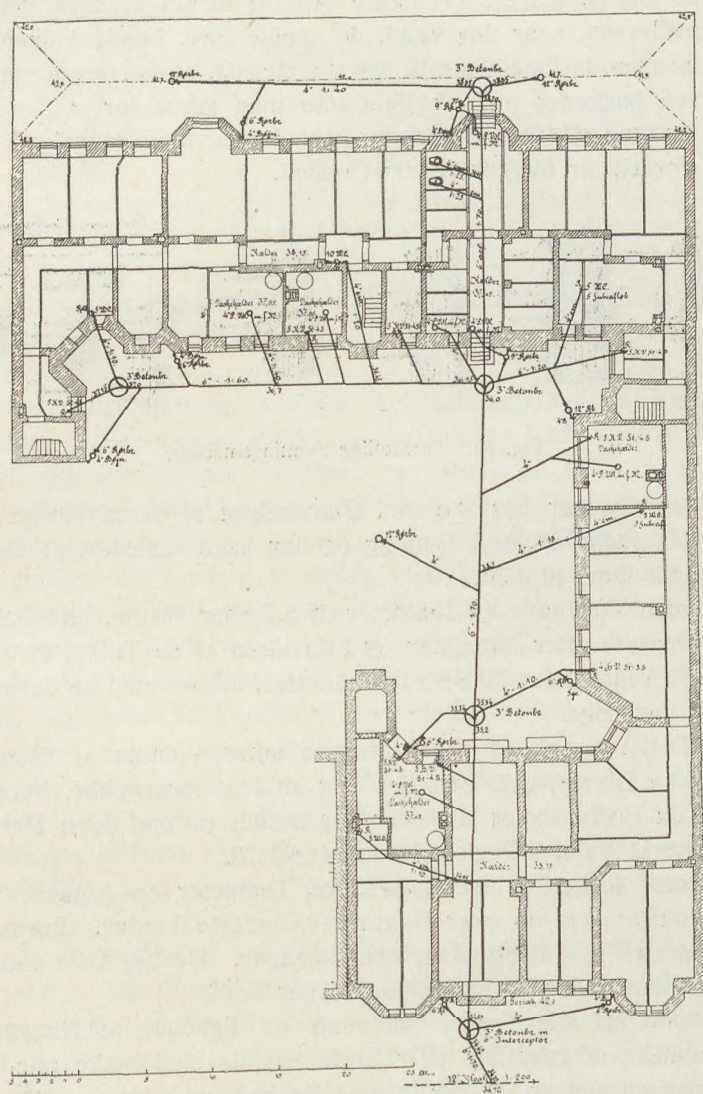


Fig. 63. Spildevandsplan med Hovedinterceptor. Frederiksberg.

særlig Gene forvolder, naar der er mange Faldrør til at fordele Kloakluften paa; men saalænge kun enkelte Spildevandsanlæg er udført efter dette System, medens alle de andre har udvendige Vandlaase, kunde man frygte, at der gennem en enkelt fordampet Vandlaas i en Bygning vilde strømme megen Kloakluft ud i Bygningen. Derfor giver Overgangen fra et System til et andet Anledning til nogen Betænkelighed; men i Betragtning af de

en rolig Bevægelse gennem dem, og at der ikke bliver Anledning til nogen Opsamling af Smuds i dem. Endelig maa de være ganske glatte indvendig. De bedste Vandlaase bestaar af et bøjet Blyrør; men da man i mange Til-

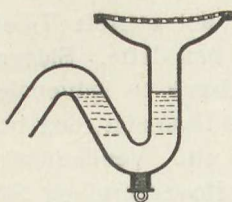


Fig. 65. P-Vandlaas som Gulv afløb.

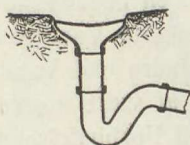


Fig. 66. P-Vandlaas for en Køkkenvask.



Fig. 67. Amerikansk Vandlaas.

fælde ikke synes, at et saadant ser pænt nok ud, har man formet dem paa forskellig Maade; men i mange Tilfælde er dette sket paa Bekostning af de nævnte Fordringer.

Ristene, der anbringes i selve Afløbsaabningerne, skal have en saadan Størrelse, at Summen af Ristehullernes Arealer mindst er 50 % mindre end Tværsnitsarealet af den Vandlaas, der hører til Afløbet. De enkelte Aabninger i Ristene maa i Reglen ikke have større Diameter end 0,6 cm.

Vandlaasene er udsat for at brydes ved Fordampning, Udsugning eller Skvulpning. En Vandlaas er brudt, naar Vandspejlet synker saa dybt, at Luften faar fri Passage hen over Vandets Overflade. Fordampning af Vandet kan naturligvis ikke hindres, naar Afløbet ikke benyttes, som f. Eks. i Lejligheder, der staar ubenyttede. Man kan kun forlange, at der over hvert Afløb skal findes en Vandhane; men paabyde Brugen af den kan man naturligvis ikke. Det tillades saaledes ikke at anbringe et Afløb under en Hane, der kun tjener til Aftapning af Husets Vandledning i Tilfælde af Reparationer og om Vinteren af Hensyn til Frostfaren. En saadan Hane maa derfor anbringes et Sted, hvor der i Forvejen findes et Afløb, som f. Eks. i en Vaskekælder. Ved at helde lidt Olie i Vandlaasen hindres Vandets Fordampning meget.

Faren for Brydning af Vandlaase ved Udsugning eller Skvulpning, er imidlertid større, idet Fordampningen mest vil indtræde i midlertidig ubeboede Rum, der vil kunne udluftes, inden de igen skal benyttes. Udsugningen og Skvulpningen indtræder som Følge af Vandets Bevægelse gennem Faldrøret. Naar Vandet lukker hele Røret og derved danner ligesom et Stempel, der bevæger sig ned gennem Røret, vil det sammentrykke Luften foran sig og bevirke en Sugning bag sig. For en Del modvirkes Sugningen ved, at Faldrøret føres op gennem Bygningens Tag og udmunder frit her, og Komprimeringen af Luften skulde ligeledes modvirkes ved den aabne Gren i Interceptoren eller ved at Røret udmunder frit over Vandspejlet i en Slambrønd; men hvor der er mange Tilløb til et Faldrør med forholdsvis ringe Diameter, naas ikke tilstrækkeligt ad denne Vej. Man ventilerer derfor samtlige Vandlaase langs et Faldrør, hvis dette mod-

tager større Vandmængder, hvis der ledes Tagvand til det, eller hvis det modtager Afløb fra Vandklosetter. Ventilationen bestaar i Anbringelsen af et 5 cm Støbejernsrør, der lægges langs Faldrøret og ved Grenrør forbindes med det øverste Punkt af samtlige Vandlaase. Ventilationsrøret kan dog ogsaa udføres af tykt Bly, det føres op over det øverste Tilløb paa Faldrøret og kan her føres til en nedadvendt Gren paa dette. Sidegrenene fra Ventilationsrøret til de enkelte Vandlaase bør have en indvendig Diameter, der er højst 1,5 cm mindre end Vandlaasens Diameter, dog behøver de ved store Vandlaase ikke at være større end 5 cm. Ventilationsrørene samles med Blystøbninger; til Forbindelse mellem Hovedrøret og Sidegrenene kan der anvendes lige Grenrør.

I flere Lande f. Eks. Tyskland har man længe ikke almindelig anvendt Ventilation af Vandlaase, og nu begynder det samme Princip at gøre sig gældende her i Landet. Den tidligere saa frygtede Fare for Udsugning undgaas da ved at holde paa de ovennævnte snævre Aabninger af Ristene og ved detaljerede Forskrifter om Mængden og Størrelsen af de Tilløb, der maa føres til Faldrør af de forskellige Dimensioner, at sikre disse mod de store Vandmængder, der kan danne Vandpropper i dem.

Man har konstrueret Vandlaase, der ikke skulde kunne suges ud, hvilket navnlig opnaas ved at give dem et stort Indhold af Vand; men derved gøres Brud paa den Regel, at Vandlaasene skal have konstant Tversnit, og Følgen bliver ogsaa, at de let fyldes med Fedt og Snavs i Krogene, og naar de saa ikke renses, gaar hurtig deres Evne til ikke at kunne suges ud tabt.

Faldrørene maa forsynes med Rensestykker paa de Steder, hvor det ikke kan undgaas at give dem en Bøjning. Rensestykkerne skal kunne lukkes lufttæt. De bestaar af et kort Rørstykke med et langagtigt, firkantet Laag, der sættes fast med Messingskruer eller med to Smedejerns Bøjler, der kiles fast. Samlingen tættes med en Pakning af Hamp og Mønnie. Hvor man vil anbringe et Rensestykke paa en Ledning, der ligger under et Kældergulv, kan man udenom Rensestykket anbringe en Støbejernskasse med løst Dæksel.

Gulvafløb indrettes som 5, 7 eller 10 cm P-Vandlaase med fast Metalrist; 5 og 7 cm Vandlaase maa være forsynede med Renseskrue, hvilket igen vil sige, at de skal være tilgængelige fra Etagen nedenunder og altsaa ikke kan anbringes i Kældere.

I Latrinbygninger, hvor der ikke findes Vandklosetter eller direkte Afløb for Urinen, anbringes 10 cm P-Vandlaase med fast Metalrist i Gulvet for at bortlede Vandet, naar der skylles. Findes der flere end 4 Sæder, bør Bygningen have flere Afløb. Vandet ledes til Afløbene gennem Render i Betongulvet, hvilke mindst skal have et Fald af 1:20.

Afløbene i Pissoirer indrettes ligeledes som 10 cm P-Vandlaase.

Grundvand ledes ofte til Spildevandledningerne gennem Drænledninger; disse lægges ved Ledningens højeste Ende i en Dybde af mindst 50 cm under Kældergulvet, ved Beboelseskældere bør de mindst have en

Dybde af 75 cm. De lægges med et Fald af 1:300 og føres til en Nedgangsbrønd, hvor der anbringes en Drænventil og en Vandlaas, idet Drænled-

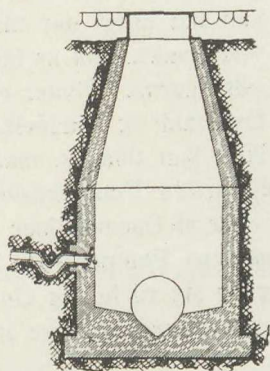


Fig. 68. Udmunding af en Drænledning i en Nedgangsbrønd. København.

ningen indmunder mindst 20 cm over Bunden af den Ledning, der fører fra Brønden.

Pumpeanlæg.

Som allerede nævnt kan en Pumpning af Kloakvandet ofte blive nødvendig. Valget af Pumpestationens Plads bestemmes jo først af Hensynet til selve Kloakledningerne, men dernæst ogsaa af Muligheden for at faa et passende Areal, en ikke for vanskelig Tilførsel af Brændselsmateriale, hvis Pumperne ikke skal drives elektrisk, og endelig af Undergrundens Beskaffenhed.

Da Kloakvandet medfører mange grovere Stoffer, som kan beskadige Pumperne, og da disse Stoffer som Regel ogsaa er generende i de Vandløb, hvori Vandet pumpes, eller for de Renseanlæg eller Overrislingsmarker, hvor det skal behandles, lader man ofte Vandet ved en Pumpestation først passere et Sandfang, som bestaar af en Brønd med fordybet Bund, hvor Vandet paa Grund af den mindre Hastighed faar Tid til at lade disse Stoffer bundfælde sig. Størrelsen og Formen afhænger af Vandmængden, idet man som Regel vil lade Vandet passere Sandfanget med en Hastighed af 0,10—0,15 m/Sek. Efter Sandfanget passerer Vandet en Rist, der skal tilbageholde svømmende Stoffer. Mellemrummene mellem Ristestængerne gøres 1,5—2,5 cm, og det samlede Areal af Mellemrummene skal være mindst 1,5—3 Gange Ledningstversnittet; ofte gaar man imidlertid betydelig over dette Maal. Dette maa noget afhænge af, om man ønsker megen Aflejring i Sandfanget eller ikke, idet det store Risteareal betinger en stor Sibrønd, og idet denne deles midt over af Risten, udgør den ene Del Sandfang, medens den anden Del afgiver Plads for Sugerørene fra Pumperne. Jo større Brønden gøres, jo mindre bliver Hastigheden i Brønden, og desto mere bliver aflejret i den. Ved større Pumpeanlæg anbringer man mekaniske Apparater til at opgrave det aflejrede.

Pumpernes Størrelse maa afpasses efter Vandmængden, og da denne jo er meget variabel, maa Pumperne enten kunne indstilles til en ganske forskellig Ydeevne, eller der maa findes Pumper af saa forskellige Størrelser, at man stadig kan faa løftet det tilstrømmende Vand, uden at Vandspejlet stiger over et vist Punkt, som er fastsat saaledes, at der ingen Opstuvning finder Sted i Ledningerne. Finder en saadan Opstuvning Sted, vil den kunne bevirke, at Overfald og Hjælpeledninger træder for tidligt i Virksomhed, og hvor det ikke kan tillades, maa man altsaa særlig lægge Vægt paa hurtig at kunne variere Pumpekraften ved indtrædende Regn. Drives Pumperne elektrisk eller af Gasmaskiner og Motorer, lader dette sig meget let gøre; ved dampdrevne Pumper maa man eventuelt indrette sig med særlige Kedler, der egner sig til hurtig Opfyring, f. Eks. ved indtrædende Tordenregn, og saa have andre, mere økonomiske Kedler, til den daglige Drift.

Da Pumperne slides meget af det Sand og Grus, Vandet fører med sig, maa de være byggede saaledes, at alle de bevægelige Dele, der er udsatte for Slid, saasom Løbehjul paa Centrifugalpumper, Ventiler og Stempel-foringer paa Stempelpumper, let kan udveksles.

Til Løftning af Kloakvand kan anvendes Trykluft eller Trykvand. Anvendelsen af Trykluft er først bragt til Anvendelse af Shone i England 1880. Afvandingsomraadet deles da i en Række mindre Arealer, der hvert afvandes til en dybtliggende Beholder; naar Vandspejlet i denne Beholder naar en vis Højde, aabnes der automatisk for en Luftledning, der presser Vandet i Beholderne bort gennem en særlig Ledning. Systemet egner sig kun for mindre Anlæg og mest for saadanne, hvor Regnvandet faar Afløb gennem særlige Ledninger, der ikke behøver Pumpning.

Hydraulisk drevne Pumper kan f. Eks. anvendes, hvor det Sted, hvor Pumperne maa anbringes, ikke egner sig til Anlæg af en Kraftstation, idet man saa bygger denne i nogen Afstand og overfører Kraften ved Hjælp af Trykvand.

Separate Kloaksystemer.

I det foregaaende er der stadig gaaet ud fra, at Spildevand og Regnvand faar Afløb til de samme Ledninger. Dette er dog ingenlunde altid nødvendigt. Hvis Kloakvandet maa løftes ved Pumpning, kan det være, at man ved at bortlede Regnvandet gennem aabne Grøfter kan skaffe dette Afløb, saa at Driftsudgifterne derved indskrænkes meget. Ligeledes kan det tænkes, at man har en Recipient, som nok kan optage Regnvandet, hvorimod Spildevandet maa underkastes en Rensning først, inden det kan ledes ud i denne Recipient. I større Byer vil Forholdene sjældnere opfordre til Anlægget af saadanne dobbelte Kloaksystemer; men i Villabyer, Badesteder og lignende Steder kan der lettere blive Anledning til det.

Rensningsanlæg.

Vandløbenes Forurening.

Kloakvandet finder sit naturlige Afløb i de nærmeste Vandløb; men efterhaanden som Byerne vokser og Mængden af Kloakvand med dem, indtræder meget ubehagelige og ofte i høj Grad sundhedsfarlige Forhold. Det sundhedsfarlige ved de Stoffer, Kloakvandet kan føre med sig, ligger i, at de er tilbøjelige til at omdannes, idet de gaar i Forraadnelse.

Ved Forraadnelse forstaar man den Række af Forandringer, som organiske Stoffer undergaar, naar Livet er udslukket, og de ikke ved særlige Forhold, saasom Kulde eller Tilstedeværelse af konserverende Midler, hindres deri. Ved Forraadnelsen overgaar Stofferne fra mere sammensatte til mindre sammensatte Forbindelser, og Slutresultatet vil være uorganiske Forbindelser.

Forraadnelsen begunstiges af en Temperatur paa $20-37\frac{1}{2}^{\circ}$ C., en vis Fugtighedsgrad og en ringe Luftfornylse. Den Hurtighed, hvormed Stofferne gaar i Forraadnelse, er ret forskellig, saaledes gaar kvælstofholdige Stoffer i Reglen hurtigt i Forraadnelse, og navnlig hvis de indeholder Æggehvide; Stivelse, der er kvælstofholdigt, gaar dog ikke let i Forraadnelse, og Horn og Haar, som ogsaa indeholder Kvælstof, forbliver ret uforandret, selv om de direkte kommer i Berøring med forraadnende Stoffer.

En nødvendig Betingelse for en Forraadnelles Indtræden er Tilstedeværelsen af visse Bakterier; men en Mængde af disse findes omtrent altid i Luften. Ved den Dekomposition, som forekommer ved Forraadnelsen, dannes en Mængde flygtige Stoffer, baade Syrer (Myresyre, Smørsyre) og Baser (Metylamin, Ætylamin) samt Ammoniak, Kulsyre, Kulbrinter, Svovlbrinter og Brint. Endelig udvikles Giftstoffer (Toksiner, Toksalbuminer og flere).

Ved Tilgang af Luft og Tilstedeværelse af Bakterier, der fremskynder Iltningsprocessen, kan der af Baserne og en Del af Ammoniaken dannes Salpetersyrling og Salpetersyre, der atter kan indgaa Forbindelse med Resten af Ammoniaken, tilstedeværende Kalk og lignende.

De forraadnende Stoffer kan virke skadeligt paa forskellig Maade,

dels kan de i sig bære Smittekim, dels kan de indeholde Giftstoffer, der er udviklede ved Forraadnelsen, og de kan da forurene Jord, Vand og Luft ved de dannede Forraadningsprodukter.

Ikke alene Byerne sender store Mængder af Afløbsvand i Vandløbene; men de store industrielle Anlæg kan ogsaa i høj Grad virke til Forurening af dem. Saaledes er det i 1907 maalt, at en Sulfit-Cellulosefabrik i Königsberg daglig sender 48 000 kg forraadnelige organiske Stoffer ud i Pregel.

Farerne ved det forurenede Flodvand bestaar for det første i dets Uanvendelighed til Drikkevand, og selv om man saa vidt mulig overalt anvender Grundvand som Drikkevand, er der endnu mange store Byer, som af Mangel paa den tilstrækkelige Mængde heraf, er henvist til helt eller delvist at benytte Flodvand, f. Eks. Bremen, Hamburg, Magdeburg, Lübeck, Stettin og Königsberg; i England og Nordamerika er Benyttelsen af Overfladevand det almindelige, medens kun faa danske Byer forsynes med Aavand. Dernæst kan Vandløbene blive saa forurenede, at Vandet ikke kan benyttes til Kreaturvanding eller Badning, og hvis Vandet indeholder skadelige Stoffer fra industrielle Virksomheder, kan det blive uanvendeligt til Vanding i Landbruget og for Industrien. Endvidere bliver det ikke muligt at benytte Isen fra et saadant Vandløb. Tilføres der Vandløbet Smittekim med Spildevandet, kan disse Kim gennem Vandet overføres til andre Mennesker eller Dyr. Sygdomme, der overføres gennem Vandet er Tyfus og Kolera. For den sidste Sygdoms Vedkommende kan nævnes Koleraepidemien i Hamburg i 1892, hvor der i Løbet af 3 Maaneder døde over 8000 Mennesker. Byen forsynedes den Gang med ufiltreret Elbvand, medens Sygdommen omtrent ikke kom til Altona, som benytter filtreret Elbvand.

En alvorlig Gene ved Forureningen af Vandet er Ødelæggelsen af Fiskebestanden. Fiskene dræbes ved at de fine Slampartikler, der findes i Vandet, sætter sig paa Gællerne og tilstopper dem, og en Aflejring af Slammet paa Legepladserne virker ogsaa i høj Grad skadeligt. Dernæst kan Forureningen af Vandløbet bevirke en Ødelæggelse af de Stoffer, der tjener Fiskene til Næring, og de forraadnende Stoffer kan til deres Omdannelse opbruge al Ilten i Vandet, og endelig kan Spildevandet indeholde Stoffer, som kan være en direkte Gift for Fiskene. De forskellige Fiskearter er ikke lige følsomme overfor en Aftagen af Iltmængden i Vandet. Mest Ilt kræver Foreller og Laks, Aborrer kan nøjes med mindre, og Karper og Karudser kan leve i Vand, der kun indeholder 2—3 cm³ i 1 l Vand, medens Indholdet i rent Vand er 7—8 cm³. Man kan ligefrem efter Fiskebestanden slutte sig til Vandets Renhed.

Endelig er Slamafljeringen i forurenede Vandløb en meget ubehagelig Ting. De udviklede Luftarter optages først af Vandet, men afgives til Luften, naar der dannes større Mængder; særlig i varmt Vejr og ved faldende Vandstand kan Uddunstnigerne fra et saadant Vandløb blive meget ubehagelige. ,

I flere Lande, f. Eks. Württemberg, Bayern og Sachsen, har man givet Love angaaende Vandløbene, i hvilke det forbydes at forurene

dem og alt Tilløb af Spildevand kræver Myndighedernes Tilladelse. Saa-danne Bestemmelser kræver imidlertid en nøjagtig Definition af et forurenat Vandløb og Grænseværdier for det Indhold, der maa være i Vand, der ledes til et Vandløb. Man har foreslaaet forskellige Tal i saa Henseende; men kun et af disse Forslag har, foruden til de absolute Mængder, taget Hensyn til Vandløbets Vandføring, hvilket selvfølgelig vil være ganske nødvendigt. Andre Forslag, f. Eks. af *Pettenkofer*, gaar kun ud paa at tage Hensyn til Forholdet mellem Spildevandsmængden og Vandløbets Vandføring, og *Pettenkofer* foreslaar i saa Henseende som Maksimum, at Vandløbet maa føre 15 Gange Spildevandsmængden, og at Vandløbets Hastighed ikke maa være mindre end Spildevandets i Kloakerne. Overfor Byer, hvis Spildevands Sammensætning ikke er underkastet saa store Variationer, kan Reglen altid give et Holdepunkt; men overfor industrielle Afløb gælder den ikke.

Vandløbenes Selvrensning.

Hvis man sætter et Glas Kloakvand hen ved almindelig Stuetemperatur, vil de opslemmede Stoffer næsten alle synke til Bunds og gaa i Forraadelse her, for saa vidt de bestaar af organiske Bestanddele, medens der danner sig en Hinde paa Overfladen, baaret af de udviklede Luftbobler. Denne Hinde danner en Voksegrund for Skimmelsvampe, Gærsvampe og Bakterier. Ved Æggehvidestoffernes Sønderdeling udvikles Ammoniak, Svovlbrinte, Kulsyre og Kulbrinte, hvilke Luftarter dels undviger og dels overgaar til andre Forbindelser. Saaledes bidrager Svovlbrinte til Dannelse af Svovljern, som farver Slammen sort, og af Ammoniaken dannes i Tilfælde af tilstrækkelig Lufttilførsel og nitrificerende Bakterier, salpetersure Forbindelser. Efterhaanden kommer der ogsaa forskellige lavere Planter, som bidrager til at befri Vandet fra Stoffer, der kan forraadne, og som i aarevis bliver ved at leve i Slamlaget paa Bunden.

Efter længere Tids Henstand er Vandet undergaaet følgende Forandring:

	Straks	Efter $2\frac{1}{2}$ Md.	Efter $4\frac{1}{2}$ Md.
Forbrug af manganoversurt Kali i 1 l	128 cm ³	—	62 cm ³
— - Ammoniak i 1 l	7 mg	—	0
— - Salpetersyre i 1 l	1 mg	75 mg	0
— - Sapetersyring i 1 l ..	Spor		
			100 mg

Koges Vandet og hindres Kimenes Adgang til det, indtræder der ikke nogen Selvrensning.

En lignende Selvrensning finder Sted ved Vandløbene; men da Vandet her ikke er i Ro, men i Bevægelse, bliver Betingelserne for en fuldstændig Bundfældning af Slamdelen langt ugunstigere, paa den anden Side faar det bevægede Vand meget mere Lejlighed til at optage Ilt fra Luften.

Man kan ved et Vandløb tale om en kemisk og en biologisk Selvrensning. Den kemiske Selvrensning spiller særlig Rolle overfor Industri-

afløbene, saaledes spiller Indholdet af tvekulsur Kalk og Magnesia Rolle ved Mætningen af syreholdigt Afløbsvand; men ogsaa stærke Alkalier kan neutraliseres af tvekulsure Salte. De dannede kulsure Salte vil igen let overgaa til tvekulsure ved den frie Kulsyre, der findes i Vandet, og man kan derfor i et givet Tilfælde udregne, hvor langt det Stykke af Vandløbet bliver, som skal gennemløbes, inden disse Virksomheder er helt forbi.

Hvad den biologiske Selvrensning angaar, da afhænger den — ligesom ved en Forraadnelse i Jorden — af, om der findes tilstrækkelig Ilt og opløst kulsur Kalk, i hvilket Tilfælde der vil indtræde en Nitrifikation, medens der i modsat Tilfælde vil ske en Reduktion i Form af en Gæring. Betingelserne for en Selvrensning er Overskud af Ilt tillige med Tilstedeværelsen af de nødvendige Organismer til en aërob Sønderdeling. Iltten leveres af de chlorophyllholdige Organismer; men Alger og grønne Planter benytter tillige organiske Bestanddele til deres Vækst.

Hvorvidt en større Hastighed af Vandløbet er en Fordel, er omdisputeret, idet den bevirker en lettere Optagelse af Ilt fra Luften, men paa den anden Side hindres Væksten af forskellige lave Organismer, hvis Livsvirksomhed her spiller en stor Rolle. Kulden om Vintrene nedsætter afgjort Selvrensningen.

Beskaffenheden af de uopløste Urenheder i Kloakvand.

De uopløste Urenheder, der findes i Kloakvand, kan efter deres Beskaffenheder deles i større Urenheder af uorganisk Sammensætning (Sand, Kokes, Kul, Benstumper og lignende), større Urenheder af organisk Oprindelse (Klude, Straa, Høvlspaaner, Blade, Tarme, Fækalier, Propper og lignende), mindre Urenheder af saavel uorganisk som organisk Oprindelse, der kan opslemmes i Vandet (fint Sand, Aske, Madrester, Savspaaner og lignende) og endelig Fedt.

Mængden af de større uorganiske Urenheder kan naturligvis variere meget; men som Middeltal af en Mængde Maalinger i forskellige Byer har man fundet, at den omtrent vil udgøre 5 m³ aarlig pr. 1000 Indbyggere. Af større organiske Urenheder er der ofte noget mere, og Mængden heraf kan i Gennemsnit sættes til 7—22 m³ pr. 1000 Indbyggere.

De mindre Urenheder er alle de, der ikke holdes tilbage af Sandfang og Riste. I Tyskland har man i Byer, hvor hele Fækalmassen ledes i Kloakerne, i Gennemsnit fundet 21 kg pr. Ind. pr. Dag, hvoraf 7 kg er uorganiske og 14 kg organiske. I England har man fundet større Mængder, indtil 35,9 kg pr. Ind. pr. Dag, hvoraf de 45 % var uorganiske.

Mængden af Fedt er i Berlin bestemt til 6,77 kg aarlig pr. Ind. I Almindelighed kan man vist kun regne knap Halvdelen heraf. Fedtet har en skadelig Indvirkning ved Behandling af Slammen fra Kloakerne, fordi det forhindrer Luftens Adgang og ligeledes hindrer Udtørringen, ligesom det besværliggør Destruktionen af de organiske Bestanddele.

I Gennemsnit kan man regne, at der i 1 m³ Kloakvand findes 713 gr tørt Slam, hvoraf

287 gr er uorganisk = 40 %

426 - - organisk = 60 -

heraf kan tilbageholdes i et Sandfang

16 % = 116 gr hvoraf 105 gr er uorganisk = 90,5 %

11 - - organisk = 9,5 -

og med en Rist 10 % = 72 gr hvoraf 7 - - uorganisk = 10 -

65 - - organisk = 90 -

Resten er opslemmede mindre Urenheder

74 % = 252 gr hvoraf 175 - - uorganisk = 33 -

350 - - organisk = 67 -

For hver Indbygger bliver det aarlig i tørt Slam 28,6 kg, hvoraf 11,6 kg er uorganisk og 17 kg organisk. Heraf tilbageholdes i et Sandfang 4,7 kg, hvoraf 4,2 kg er uorganisk og 0,5 kg organisk, og ved en Rist 2,9 kg, hvoraf 0,3 er uorganisk og 2,6 kg er organisk. Altsaa bliver der af opslemmede mindre Urenheder 21,0 kg, hvoraf 7 kg er uorganisk og 14 kg er organisk, heraf er igen 2,5—3,0 kg Fedt.

Mekaniske Renseanlæg.

De uopløste Urenheder i Kloakvandet kan fjernes ved Anvendelsen af passende mekanisk virkende Midler, nemlig Sandfang, Riste, Klaringsbassiner, Skumplader og Fedtsamlere.

Sandfang er allerede omtalt ved Pumpeanlægene. Det er dog ikke alene, hvor Vandet skal pumpes, at de anvendes; det kan ogsaa som Regel være formaalstjenligt at benytte dem foran andre Renseanlæg, idet Behandlingen af Slammen lettes meget, naar den først er befriet for sit Indhold af Sand. Bundfaldet fra et Sandfang bestaar jo mest af uorganiske Stoffer og er derfor ikke saa vanskeligt at komme af med, det kan f. Eks. benyttes til Opfyldning. Større Sandfang forsynes, som ogsaa allerede nævnt, med mekaniske Apparater til Optagning af det aflejrede Sand.

Foruden faste Riste, som ligeledes er nævnt ved Pumpestationer, benyttes i den sidste Tid i mange Tilfælde bevægelige Riste. De faste Riste har man forsøgsvis givet mange Former og Heldninger, og man har med Fordel i flere Tilfælde gjort dem horizontale, idet da hver Ristestang er formet som en lille Rende, over hvis Kanter Vandet kan løbe bort. Saa-danne Riste anvendes under Navn af »Separatorer« ved Rensning af Vand, der senere skal underkastes en biologisk Rensning. Hensigten med de bevægelige Riste er at gøre dem selvrensende, idet de ved Omdrejning automatisk skal kaste de frasiiede Urenheder af sig, disse kan da f. Eks. opfanges af et Transportbaand, som fører dem til transportable Beholdere. Disse komplicerede mekaniske Renseapparater, der koster en Del at holde i Drift, egner sig paa Steder, hvor Recipienten kan modtage Vandet, naar

det ikke indeholder større uopløste Urenheder; men hvor Indholdet af opløste Urenheder ikke spiller nogen Rolle, saa at man paa denne Maade kan undgaa at bygge store biologiske Renseanlæg. De Stoffer, der tilbageholdes ved Riste, indeholder forholdsvis lidt Vand, hvorfor Behandlingen af dem er lettere, og da de for Størstedelen er af organisk Natur, lader de sig benytte til Gødning i Landbruget.

Hvis Recipientens Beskaffenhed kræver, at Rensningen skal drives videre end Sandfang og Riste tillader, maa man anvende Klaringsbassiner, hvis Virkning bestaar i, at de uopløste Stoffer ved Vandets rolige Henstand eller langsomme Bevægelse, for Størstedelen sætter sig til Bunds, idet man paa denne Maade kan udskille 80—85 % af dem. Ved Rensningsanlæg for Byers Kloakvand, benyttes næsten kun Bassiner med stadigt Tilløb, idet disse tillader en uafbrudt Drift, medens man ved Bassiner til Behandling af industrielle Afløb ogsaa godt kan benytte en skiftevis Fyldning og Tømning af dem, ofte forenet med en Tilsætning af Fædningsmidler.

Den simpleste Form for et Klaringsbassin er en passende bred Udvidelse af Ledningen. Den aflejrede Slam maa fjernes med faa Dages Mellemrum for ikke at gaa i Forraadnelse, da Vandet, som kommer i Berøring med Slammen ellers ogsaa vil faa en raadnende Beskaffenhed. Da Aflejringen naturligvis er størst, hvor Vandet træder ind i Bassinet, maa dettes Bund indrettes derefter, hvis man ønsker, at Vandet skal passere hele Bassinet med jevn Hastighed.

Ved Forsøg, der er foretagne i Köln, har det vist sig, at en ringe Gennemløbshastighed ganske vist giver en større Slammængde, end en større; men Slammen indeholder paa den anden Side mere Vand. Man fandt ved Forsøgene for hver 1000 m³ Kloakvand:

Gennemløbshastighed	Slammængde	Vandindhold	Tørstof
4 mm	4,04 m ³	95,57 %	179 kg
20 -	2,47 -	92,87 -	176 -
40 -	1,84 -	91,34 -	159 -

Af Hensyn til en uafbrudt Drift under Rensningen af et Klaringsanlæg, er det godt at forsyne dette med to Bassiner. En Overdækning af Klaringsbassinerne er ikke nødvendig af Hensyn til Vinterkulden; men de udføres ofte, idet Vægten af Overdækningen med et Jordlag ovenpaa, hjælper til at modvirke Opdriften, som et tømt Bassin er udsat for, hvis Grundvandstanden er høj og ikke kan sænkes ved Dræning.

I den sidste Tid er der gjort Forsøg paa at bygge Klaringsbassiner, hvor den aflejrede Slam skal synke ned i et særligt Rum, hvor det kan ligge og forraadne, uden at Forraadningsprodukterne kan komme til det bortløbende Vand. Et saadant Renseanlæg er den saakaldte Emscher Brønd, konstrueret af *Imhoff*. Ved Slammens Forraadnelse er der det mærkelige, at der næsten ingen Svovlbrinte udvikles, Aarsagen hertil skal ligge deri, at Forraadnelsen foregaar i et Rum, der ikke gennemstrømmes af Vand.

Mekanisk-kemiske Renseanlæg.

De mekanisk-kemiske Renseanlæg har til Hensigt at fremskynde og forøge Virkningen i Klarebassiner ved Tilsætning af Stoffer, der kan fremkalde et fyldigt, fnugget Bundfald, som kan indhulle Urenhederne i Kloakvandet og rive dem med sig til Bunds. Ved visse Tilsætninger naaes ikke alene at faa de opslemmede Urenheder til at bundfælde sig, men ogsaa nogle af de kolloidalt opløste Stoffer, hvorved altsaa Vandets Evne til at gaa i Forraadnelse formindskes. En stor Ulempe ved Fremgangsmaaden er den, at den bundfældte Slam ofte paa Grund af Tilsætningen er ubrugelig i Landbruget som Gødning, hvorfor Metoden efter Udviklingen af den biologiske Rensning har mistet sin Betydning.

Som Tilsætningsmiddel anvendes mest læsket Kalk i Form af en Grød eller som Kalkmælk, eller svovlsure Salte af Aluminium, Jern eller Magnesium, af hvilke Stoffer Kalk er det billigste at anvende. Virkningen af Kalken beror paa, at den indgaar tungt opløselige Forbindelser med Kulsyren fra de raadnende organiske Stoffer og den kulsure Ammoniak samt med Fedtsyrerne og derved danner et groft, fnugget Bundfald. Jo flere Urenheder, der findes i Vandet, og jo videre Vandets Forraadnelse er fremskreden, jo mere Kalk maa der sættes til, idet Mængden varierer mellem 100 og 300 gr for 1 m³ Kloakvand. En stor Ubehagelighed er det, at en Del af de Æggehvide-stoffer, der findes i Kloakvandet, gaar i Opløsning og uddriver en Mængde Ammoniak, hvorfor Tilsætningen maa ske i lukket Rum under Bortsugning og Uskadeliggørelse af de udviklede ildelugtende Luftarter. Saa længe der findes et Overskud af fri Kalk i det klarede Afløb, finder der ingen Forraadnelse Sted; men dette holder sig klart og lugtløst; naar imidlertid dette Overskud er forvandlet til kulsur Kalk, indtræder Forraadnelsen, og der er altsaa i Virkeligheden intet naaet.

Foruden Kalk anvendes meget svovlsur Lerjord og Jernsalte (Jernaluner) og mindre hyppigt svovlsurt Magnesia og kieselsure Salte. Medens Kalk er fuldstændig alkalisk, indeholder disse Salte Svovlsyre, som forbinder sig med de Alkalier, navnlig Ammoniaken, der findes i Kloakvandet, og den uopløselige Lerjord eller Magnesia, der bliver fri, synker til Bunds medrivende Urenhederne. Af svovlsur Lerjord skal der kun tilsættes halvt saa meget som af Kalk og af Jernsaltene endnu mindre.

Der findes i Udlandet en Del Anlæg efter dette Princip for Fabriker, Kaserne, Sygehuse og ogsaa nogle store Anlæg for Byer; men Metoden synes at have udspillet sin Rolle.

Der findes dog en enkelt mekanisk-kemisk Rensemetode, hvorved der er opnaaet virkelig gode Resultater, nemlig Degeners Brunkulsmetode, hvorved Vandets Iltforbrug nedsættes med 70—90 %. Han tilsatte først fint malet Brunkul eller Tørvesmuld i Mængder af 1—2 kg Brunkul eller 2,5—4,0 kg Tørv til 1 m³ Kloakvand; dernæst tilsatte han 100—300 gr Aluminium eller Jernsulfat til 1 m³ Vand, hvorved der fremkom 15—40 l Slam for 1 m³. I Filterpresser blev Slammens Vandindhold sat ned til 45—60 %, hvorpaa den ved Lufttørring tabte yderligere 10—15 % af sit

Vandindhold og nu kunde anvendes til at brænde under Kedler og i Ovne, idet den udviklede 1700—1800 Varmeenheder pr. 1 kg, hvoraf 10—30 % stammede fra Kloakvandets Urenheder. Ved denne Fremgangsmaade bliver man altsaa samtidig af med Slammen, som ellers plejer at være et meget generende Biprodukt.

Biologiske Rensningsanlæg.

Filtreres de uopløste Urenheder i Kloakvandet fra, bliver der en temmelig klar, gullig farvet Vædske tilbage, som ikke er rent Vand, men ved længere Tids Henstand gaar i Forraadnelse. Dette hidrører fra Stoffer, der enten er virkelig opløste i Vandet eller findes deri som en kolloidal Opløsning. Mængden af de opløste organiske Stoffer veksler ikke indenfor vide Grænser, idet den ved Undersøgelser i en Række Byer er fundet liggende mellem 12,4 og 15,1 kg pr. Ind. pr. Aar, hvorimod Mængden af opløste uorganiske Stoffer er mere varierende, naturligvis rettende sig efter Drikkevandets Sammensætning paa vedkommende Sted. Som Grænser er her fundet 27,1 og 38,7 kg pr. Ind. pr. Aar.

De biologiske Rensningsanlæg kan enten være naturlige eller kunstige.

De naturlige biologiske Rensningsanlæg blev udført i Mængde i England lidt over Midten af sidste Aarhundrede, da de store Industrier udviklede sig og paa en Gang tilsmudsede Vandløbene; man mente da paa en Gang at kunne modvirke denne Forurening og hjælpe Landbruget ved at tilbagegive Jorden en Del af de Stoffer, den var berøvet, ved at lede Byernes Kloakvand ud over passende Arealer.

Et Areal, der skal egne sig til Overrisling, skal bestaa af Jord med en passende Gennemtrængelighed og en lav Grundvandstand; i Reglen maa Grundvandet dog sænkes ved Anlæg af Drænledninger, hvorfor det blot gælder om, at der findes en saa lavt liggende Recipient, at Arealet kan drænes hertil, uden at alt Vandet skal løftes ved Pumpning.

Af vigtige Næringsstoffer for Planterne findes opløst i Kloakvandet Forbindelser af Kvælstof, Fosforsyre og Kali i Mængder af henholdsvis 0,08, 0,06 og 0,02 kg pr. m³. Planternes Forbrug af disse Stoffer er forskelligt, saaledes bruger følgende Planter pr. 1 ha:

	Kvælstof	Fosforsyre	Kali
Græs	214 kg	69 kg	260 kg
Kaal	114 -	67 -	177 -
Foderroer	118 -	47 -	262 -
Vinterraps	76 -	50 -	30 -
Sommerhvede	54 -	22 -	42 -

Græs og særlig Rajgræs er særlig egnet til at optage store Mængder af Kvælstof, og hvis man regner, at Planterne kunde optage Halvdelen af Kvælstoffet i Vandet, vilde 1 ha besaaet med Rajgræs aarlig kunne behandle

5400 m³ Kloakvand. Planterne vilde ogsaa faa Fosforsyre og Kali nok, idet disse Stoffer vilde være til Stede i Mængder paa 108 og 324 kg. Regnes Afløbsmængden pr. Ind. pr. Dag til 120 l og Planternes Voksetid til 200 Dage vilde 1 ha kunne behandle Vandet fra 225 Indbyggere.

Da imidlertid foruden de opløste Stoffer ogsaa en Del af de uopløste kommer med ud paa Overrislingsmarken, afgiver disse ogsaa Plantenæring, saa at langt fra alle disse Stoffer vil kunne optages. I de Maaneder, hvor Planterne ikke vokser, maa Vandet alligevel renses, og det kan da kun ske ved dets Rislen ned gennem Jorden, og i saa Henseende spiller Højden af Grundvandspejlet en Rolle, hvorfor Undersøgelser af dettes Stilling og Grundens Beskaffenhed er de to vigtige Forarbejder, der maa udføres.

Rent, groft Sand er den Jordbund, der egner sig bedst til Overrisling, da det grove bedre end det fine giver Luften Adgang. Hvis de øverste Lag er noget lerholdige er det kun en Fordel for Plantevæksten. Ved Berlin og flere tyske Byer findes store Overrislingsmarker, og her kan man gennemsnitlig regne 400 Indbyggere pr. 1 ha Overrislingsmark.

For Dræningen gælder de almindelige Regler, som siger, at Drænstrængenes Afstand i Tilfælde af en ensartet Jordbund forholder sig som Højdeforskellen mellem Drænstrængenes Dybde og Grundvandspejlet midt mellem Ledningerne, og at disse Afstande endvidere forholder sig omvendt som Kvadratrødderne af de Vandmængder, der skal bortføres pr. Fladeenhed. Jo mindre gennemtrængelig Jordbunden er, jo tættere maa de naturligvis ligge. Hvor man har en Jordbund, der bestaar af fint Sand, maa man passe ikke at lade Vandets Indtrædelseshastighed i Drænledningerne blive for stor, hvis Drænledningerne ligger med svagt Fald, idet Sandet ellers vil kunne aflejre sig i disse og tilstoppe dem, hvis det af Vandet føres med ind i Ledningerne.

For almindelige Marker sætter man Højden af Grundvandspejlet midt mellem Drænledningerne til 0,7—1,0 m under Terrainets Overflade, ved Overrislingsmarker maa man vælge denne Højde saaledes, at Jorden, der ligger over Grundvandet, kan optage hele den Vandmængde, som sendes ud over Arealet ved hver Vanding, idet der dog maa regnes med, at en vis Luftmængde maa kunne blive tilbage, for at de aërobe Bakterier ikke skal gaa helt til Grunde; man bør saaledes kun vande med 70 % af den Vandmængde, Jorden vilde kunne optage, og er stærk Regn lige falden, vil denne Vandmængde ogsaa være for stor.

Drænledningerne føres til aabne Afvandingsgrøfter, idet de bedst udmunder noget over Grøftebunden, for at det bliver muligt at tage Vandprøver fra hver enkelt Drænledning. Gennem Drænledningerne fornyes Grundluften, hvorfor det kan være godt paa højere liggende beskyttede Steder at forsyne dem med særlige Ventilationsledninger, der er ført op til Jordoverfladen.

Mængden af de Kim, som Kloakvandet indeholder, nedsættes meget betydeligt ved Behandlingen paa en Overrislingsmark; men helt kimfrit bliver Drænvandet ikke. Særlig hvor Jorden bestaar af Ler, fremkommer

der ved Udtørring let Ridser, som Vandet kan passere uden at blive underkastet nogen Rensning. Ved Bakterietællinger ved Berlin har man i det raa Kloakvand fundet 12 Millioner i 1 cm³, medens der i Drænvandet kun fandtes nogle Tusinde i 1 cm³. Ogsaa andre Steder har man fundet en Nedsætning i Bakterietallet paa over 99 %, og naar man betænker, at der for en stor Del er Tale om ganske andre Bakterier end de, der var i Vandet inden dets Behandling paa Overrislingsmarken, vil man forstaa, at der ikke er Grund til at frygte for, at et Overrislingsanlæg skulde udbrede Tyfus eller andre smitsomme Sygdomme, selv om Muligheden ikke er ganske udelukket.

Den kemiske Sammensætning af Drænvandet er ganske anderledes end Sammensætningen af Kloakvandet, hvilket ses af nedenstaaende Analyse, der angiver Mængderne i mgr. pr. l:

	Berlin		Breslau	
	Urenset	Renset	Urenset	Renset
Inddampningsrest	850,0	847,9	1161,5	561,5
Glødetab	292,1	109,1	510,9	100,1
Ammoniak	77,3	2,9	56,6	3,0
Salpetersyre	Spor	28,2	0,0	24,8
Chlor	167,5	145,6	130,7	97,3
Kali	79,6	21,1	60,4	15,8

Vand fra en Overrislingsmark, der fungerer godt, er ikke mere i Stand til at gaa i Forraadnelse; men hvor man anvender om Vinteren at lade Vandet løbe ud over 2—10 ha store Arealer og blive staaende her i en Højde af 1 m, idet disse Arealer er stærkt drænet med Ledninger i en indbyrdes Afstand af 4—5 m, bliver Rensningen mindre tilfredsstillende. Det er dog flere Steder lykkedes selv i kolde Vintre at faa Vandet til at synke i Furer i Agerland, særlig hvor Vandet endnu naar at medbringe Varme fra Byerne.

I Drænledningerne udvikler der sig let et rigt Plante- og Dyreliv som Følge af de opløste Næringsstoffer, særlig naar Vandet ledes ud i mindre Vandløb, hvorfor det er heldigt først at benytte Vandet til Vanding af drænede Enge. En anden god Anvendelse af Drænvandet er til Forsyning af Fiskedamme.

Tilledningen af Vandet til Overrislingsmarken kan enten ske ved Pumpning gennem lukkede Ledninger eller ved aabne Ledninger, gennem hvilke Vandet løber med naturligt Fald; dette vil naturligvis afhænge af de lokale Forhold.

I mange Tilfælde underkastes Vandet en Forklaring, inden det ledes ud over Overrislingsmarkerne, idet det passerer Sandfang, Riste- og Klarebassiner, hvor Vandet løftes ved Pumpning, kan denne Rensning med Fordeel ske inden Pumpningen.

Vandets Fordeling over Arealerne sker efter de samme Regler som andre Overrislingsanlæg. Svag Hældning af Terrainet fører let til Slamaflejringer, hvis Vandet ikke i Forvejen har været underkastet en pas-

sende Forklaring. I mange Tilfælde bestaar Tilførselsledningerne af Trykledninger, hvilket selvfølgelig letter Anlægget meget. Da Arbejderne paa Markerne maa kunne følge Variationen i Vandtilførslen, anbringer man, hvor Tilledningen sker gennem lukkede Trykledninger, paa passende Steder Standrør, hvori der findes en Svømmer, som kan forsynes med en Kugle og om Natten med en Lanterne som Signal. Det gælder da ved Pasningen af Markerne at aabne saa meget for Vandet, at Trykket stadig holdes under et bestemt Punkt, lykkes dette ikke, forsynes Standrøret med et Overløb. Ved aabne Tilledningsrender kan man lettest stadig fjerne den Slam, som kan afsætte sig. Reguleringen af Vandbevægelsen i aabne Render sker ved Hjælp af smaa Træstigbord.

Tillader Arealerne det, kan man indrette Overfladen som Hel- eller Halvtagsbede. For Grøntsager egner 20—30 m lange, 1—2 m brede Bede sig, adskilte af 0,3 m dybe Render. Ved større Marker indrettes ofte indigede Arealer, hvor Vandet kan ledes til om Vinteren og staa og synke ned, hvorpaa den afsatte Slam pløjes ned om Foraaret og Arealet besaas. Disse Afsætningsbassiner giver dog ofte Anledning til generende Lugt.

I 1871 paaviste Sir *E. Frankland*, at det var muligt at faa en Rensning af Kloakvandet ved Overrisling af Arealer, hvor der ikke fandtes nogen Plantevækst, kun maatte Vandet ikke tilføres uafbrudt, men med Mellemrum. Dette beror paa en Filtrering ved Vandets Passage gennem Jorden. Han paaviste det ved Hjælp af 1,8 m høje, 25 cm vide Glasrør, som fyldtes med forskellige Jordarter og 4 Maaneder igennem 2 Gange daglig fyldtes med londonsk Kloakvand, idet Afløbet fra dem holdt sig klart, farveløst og lugtfrit, indeholdt betydelige Mængder af Salpetersyre og ikke kunde gaa i Forraadnelse. Frankland tilskrev Grundluftens Ilt denne Virkning. Det første virkelige Anlæg, som arbejdede med Held, udførtes i 1886 i Lawrence i den nordamerikanske Stat Massachusetts. I 1888—1893 behandledes her i Begyndelsen 500 m³/ha; men efterhaanden steg Mængden til 1200 m³/ha. Afløbet holdt sig klart, farveløst og lugtfrit, og Vandet gik ikke i Forraadnelse og indeholdt i Gennemsnit en Salpetersyremængde af 62,5 mgr/l, Iltforbruget var nedsat med 87,5 pCt. og Kímenes Antal fra 1 500 000 til 40 000 pr. 1 cm³. I Begyndelsen fyldtes der Vand paa 12 Gange om Ugen, senere kun 6 Gange. Om Vinteren dannede der sig dog betydelig mindre Salpetersyre end om Sommeren. Da der kan indtræde en Tilslamning af Overfladen, omgraves den to Gange om Aaret i en Dybde af 15—20 cm og forsynes med 25 cm dybe Render, for at de organiske Stoffer, der samler sig, lettere kan opløses under Luftens Paavirkning. Ved Undersøgelser her er det fundet, at Jordbundens filtrerende Evne er afhængig af, at Jordlagene bestaar af Partikler med forskellig Kornstørrelse, saa at det nedsivende Vand ikke fylder alle Mellemrum; men at en Del af disse tjener som Luftbeholder. Senere er en Del Anlæg med Filtrering gennem Jord anlagt, dels i Nordamerika og dels i England.

Enkelte Steder har man for at undgaa ubehagelig Lugt fra Overfladen af Overrislingsmarker, fordelt Vandet paa disse gennem Drænledninger;

men Anlægget bliver meget dyrt, da Ledningerne maa lægges tæt ved hinanden (ca. 1 m), og Vandet maa underkastes en omhyggelig Forklaring for ikke at tilstoppe Ledningerne. Saadanne Anlæg kan derfor kun komme i Betragtning for isoleret beliggende Huse.

Da det i England viste sig vanskeligt at skaffe de nødvendige Arealer til Overrisling, forsøgte man at efterligne Filtreringer gennem naturlige Jordlag ved at lede Vandet hen over kunstige Filtre. I 1890 prøvedes i Barking ved London med 4 Filtre, hvert med en Overflade paa 20 m²; de var fyldt henholdsvis med Smaastykker af brændt Ler, Smaasten, Kokesgrus og groft Grus. De stod fyldte i 8 Timer og derpaa tomme i 16 Timer. Resultatet var ikke godt; men 2 Aar senere opnaaede *Dibdin*, der ledede Forsøgene, saa gode Resultater med et nyt Forsøgsfilter, der havde en Overflade af 4000 m² og var fyldt med Kokes, idet han lod det staa fyldt i 2 Timer og tomt i 4 Timer, at han fik Byen Sutton i Londons Nærhed til at bygge et Renseanlæg, hvor Kloakvandet behandlede uden først at have været underkastet en kemisk Klaring med Kalk og Jernsulfat, som det skete ved Londons Afløb. Resultatet var godt og førte til Bygningen af et nyt Renseanlæg, hvor Vandet først behandlede i et Raadnekammer og derpaa paa to Filtre efter hinanden, dette blev saaledes det første Kontaktfilteranlæg, som snart efterlignedes en Mængde Steder. I Modsætning til disse afbrudt virkende Filtre, opstod snart Filtre, hvor Vandet uafbrudt eller med korte Mellemrum som en Regn heldes over Filtret, disse kaldes kontinuerlige i Modsætning til de andre Filtre.

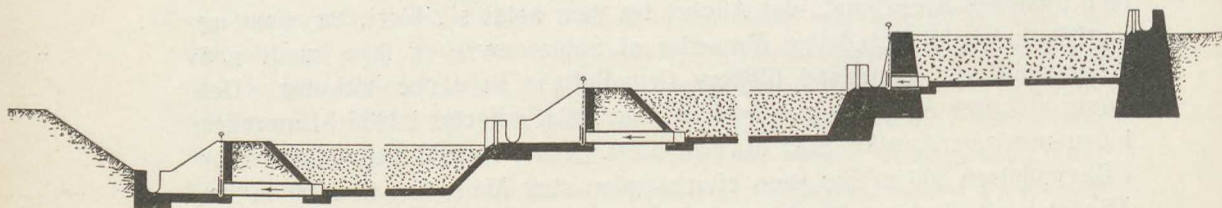


Fig. 69. Kontaktfilteranlæg. Hampton.

Rensning af Vandet i Filtrene foregaar ved en Udskilning af uopløste og opløste Urenheder som Følge af Tiltrækningen fra Filtermaterialets Overflade og en Sønderdeling af disse Stoffer, naar Luften ved Filtrets Tømning faar fri Adgang til hele Filtret og de Bakterier, der findes paa Filtermaterialets Overflade. Filtret virker derfor først rigtigt, naar Overfladen af Fyldmaterialet har overtrukket sig med en fastsiddende, slimet Hud.

Et Filters Overfladevirkning bliver desto større jo mindre Fyldmaterialet er; men Overfladetiltrækningen er ogsaa afhængig af Massen af de enkelte Stykker i Filtermaterialet, hvorfor en Behandling i flere Filtre efter hinanden med aftagende Størrelse af Filtermaterialet kan være hensigtsmæssig. Ved et ensartet Filtermateriale faar man det største Porevolumen og derigennem den største Kapacitet af Filtret. Kapaciteten er størst ved Fyldning med Slagger og Kokes og kan for nye Filtre udgøre 200—450 l pr. m³. I Almindelighed anvendes ved Anlæg med en Filterbehandling

Materiale paa 3—8 mm og ved Anlæg med Behandling i flere Filtre efter hinanden i det første Materiale paa 10—25 mm, og i det andet paa 5—10 mm. I flere Tilfælde har man ogsaa anvendt Plader, saaledes har Dibdin i en Del engelske Anlæg anvendt Skiferplader med en indbyrdes Afstand af 50 mm, hvorved Filtrets Kapacitet bliver betydelig større end ved Anvendelsen af et kornet Materiale og endog stiger til 80 %.

Filtermaterialet maa være holdbart og frembyde en saa stor Overflade som mulig, hvorfor Slagger egner sig godt, naar de er saa haarde, at de nederste Lag ikke knuses; thi er Materialet ikke holdbart, vil Hulrummene efterhaanden tilstoppes, og Filtrets Kapacitet derved formindskes meget.

Jernholdigt Filtermateriale har vist sig virksommere end andet, hvilket maa tilskrives Jernets Evne til at binde Ilt og igen afgive den til reducerende Stoffer. Er Jernholdigheden for stor, vil imidlertid Rusten kitte Materialet sammen og derved hindre Luftens Adgang.

En Beregning af den nødvendige Overflade af Filtermaterialet kan man ikke foretage, og i det Hele taget varierer Forholdene efter Beskaffenheden af Tilløbsvandet, den Forrensning, dette underkastes, og Luftens Temperatur, hvorfor det kun er muligt at bestemme Filtrenes Størrelse tilnærmet. Man er saaledes ved Forsøg kommet til, at der for hver Kubikmeter Afløbsvand, der skal behandles i Døgnet, maa regnes 1,7 m³ Filtermateriale ved en Gang Behandling og 2,2 m³ ved Behandling i to Filtre efter hinanden, idet man kun tager Afløbet i tørt Vejr i Betragtning og forudsætter Tilløb af Fækalier og en god Forrensning. Da Vandforbruget kan svinge en Del, har *Imhoff* foreslaaet at give Filtrene et Volumen af 130 l pr. Indb., idet der forudsættes Tilløb af Fækalier og en god Forrensning. Benyttes Skærver eller Grus som Filtermateriale, bør Filtrene gøres $\frac{1}{4}$ eller $\frac{1}{3}$ større, idet disse Tal gælder for Filtre, der er fyldte med Slagger eller Kokes.

Hvis Kloakerne fører en større Mængde Regnvand, inden Hjelpeledningerne træder i Virksomhed, kan man f. Eks. lade denne Vandmængde kun passere Riste, Sandfang og Klarebassin ved at anbringe et Overløb foran Filtrene. Hvis denne Rensning ikke er tilstrækkelig kan man behandle dette Vand i et særligt Bundfældningsbassin eller et særligt Regnvandsfilter, der udgør en Mellemtid mellem et rigtigt Filter og et Overrislingsareal uden Plantevegetation.

Er det Vand, der ledes paa et Filter, ikke tilstrækkelig forrenset, vil Filtret efterhaanden slamme til. Forrensningen kan bestaa i Behandling i Klarebassiner og Klarebrønde eller mekanisk-kemisk Fældningsanlæg; men ved de fleste nyere Anlæg anvendes Raadnekammer, som først konstrueredes i 1895 af Stadsingeniør *Cameron* i Exeter. Metoden kan anvendes som selvstændig Rensemethode; men til en fuldstændig Raadnen af Vandet kræves saa lang Tid, at Anlægget vilde blive for stort og derved for bekosteligt. Leder man Vand, der i kortere Tid har opholdt sig i et Raadnekammer, ud i et Vandløb, vil det indeholde en Mængde Stoffer,

som optager Ilten i Vandet, naturligvis til stor Skade for Faunaen i Vandet, hvorfor Vandløbets Selvrensning i et saadant Tilfælde vil vare længere,

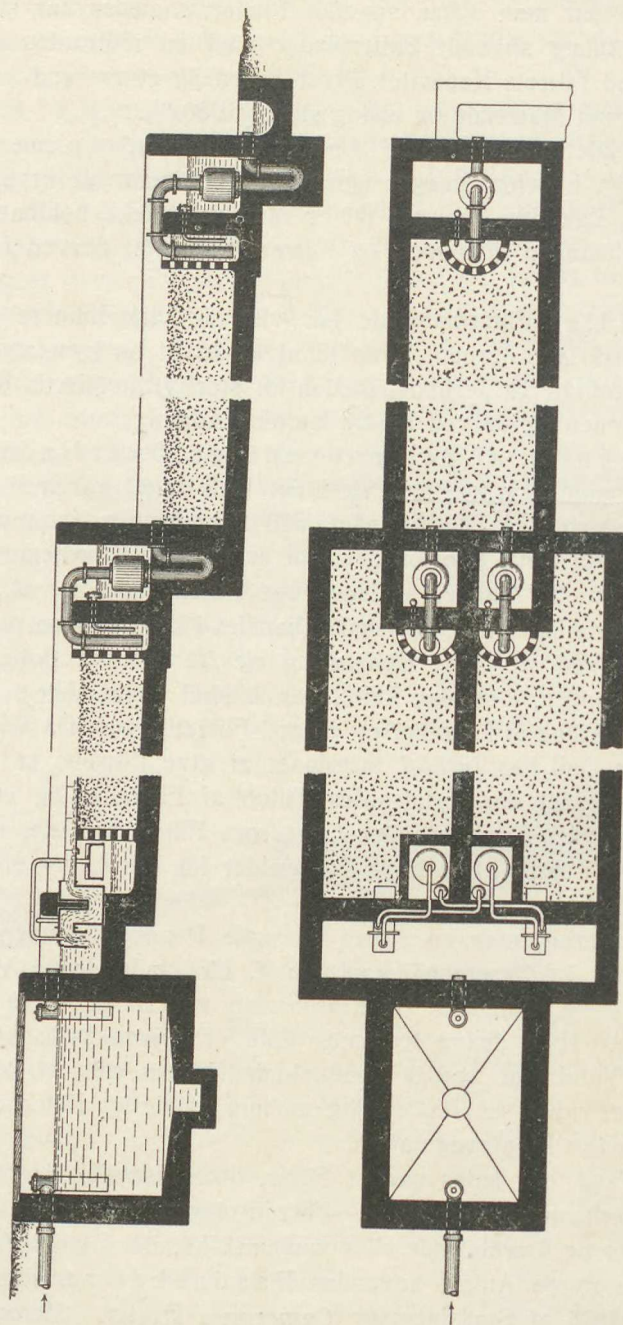


Fig. 70. Kontaktfilteranlæg med Raadnekammer (Septic tank.)

end hvis Vandet var behandlet i et Bundfældningsbassin. Behandler man imidlertid Vand fra Raadnekamre paa Filtre, inden det ledes ud i Vandløbene, undgaas denne Ulempe. Hvorvidt det for Filterbehandlingen er heldigt, at Vandet først har passeret et Raadnekammer eller ikke, er et

Spørgsmaal, hvorom Meningerne stadig er ret delte; men det almindeligste er at anvende et Raadnekammer, og dette vil sikkert i de fleste Tilfælde

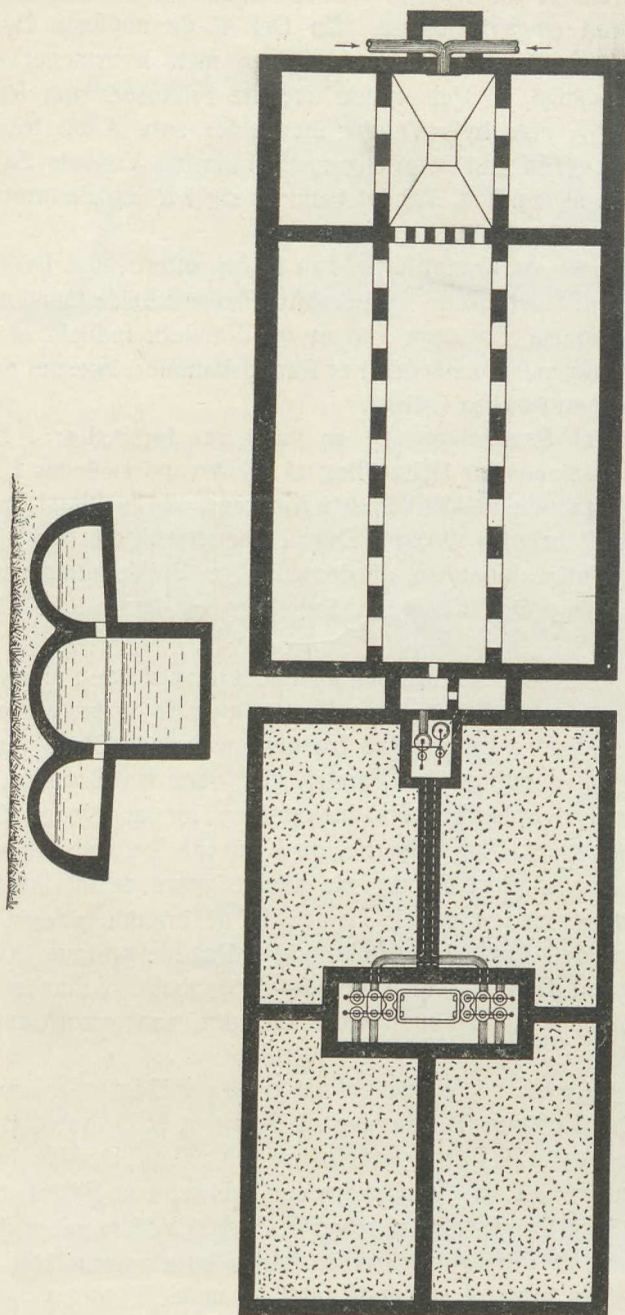


Fig. 71. Biologisk Renseanlæg. Fredensborg.

være formaalstjenligt, da man ellers maa anvende andre Forrensningsanlæg, der mindst kræver en lignende Plads og koster det samme i Anlæg.

I et Raadnekammer vil den bundfældte Slam gaa i Gæring, og der vil dannes et slamholdigt Skumlag, som bliver Voksegrund for Svampe og faar

en Tykkelse af 25—50 cm eller endnu mere. Der udvikler sig en Mængde Gasarter, omtrent 20—40 l pr. m³ Vand, bestaaende af Kulbrinter, Kulsyre, Ammoniak, Brint og Svovlbrinte. En Del af de uopløste Bestanddele i Kloakvandet sønderdeles i Raadnekamrene; men hvormeget det er, afhænger af forskellige, til Dels endnu ukendte Faktorer, som Regel vil det være omtrent $\frac{1}{3}$; men hvis Vandet indeholder sure Afløb fra industrielle Anlæg, kan Mængden gaa betydelig ned. Foruden Vandets Sammenhæng, spiller Længden af den Tid, Vandet befinder sig i Raadnekamret og Luftens Temperatur ogsaa en Rolle.

Dunbar mener, at Kontaktfiltre kan fyldes oftere med frisk Kloakvand end med raadent, idet dette sidste vanskeligere skulde sønderdeles; men mange andre betoner Fordelen ved at faa Vandets Indhold af Slimstoffer, Fedt, Sæbe og lignende sønderdelt i et Raadnekammer, ligesom de pathogene Kim dræbes eller svækkes i disse.

Størrelsen af Raadnekamrene er valgt ret forskellig; i England anbefalede Kommissionen for Behandling af Afløbsvand saaledes i 1898 at lade Vandet blive staaende 12—24 Timer i Kamrene. I Tyskland har man, som det er paavist af *Imhoff* i 1906, for Byer i Gennemsnit omtrent gjort Raadnekamrene 0,7 Gange Volumen af den daglige Spildevandsmængde i tørt Vejr og for Anlæg ved Kaserne, Sygehuse og lignende 3 Gange denne Afløbsmængde.

En Form for Raadnekamre, der anvendes meget i den sidste Tid er den af *Imhoff* konstruerede *Emscher* Brønd, hvor tagformige Flader foroven i Brønden skal hindre Luftarterne fra den raadnende Slam paa Bunden af Brønden i at blive optagen af Vandet, der løber fra Brønden.

Som Regel overdækkes Raadnekamrene for at hindre de stinkende Luftarter i at genere Omgivelserne, og Kamrene forsynes da med et Ventilationsrør. Der er gjort Forsøg paa at nyttiggøre de udviklede Luftarter; men ud over at faa en enkelt Lampe til at brænde er det endnu ikke lykkedes. Da den Luft, der samler sig i Raadnekamrene, kan indeholde Metan, som ved Blanding med det 6—16 dobbelte Volumen atmosfærisk Luft bliver eksplosiv, maa man være forsigtig, naar man gaar ned i dem med Lys.

Fordelingen af Vandet ud over Filtrene maa ske jævnt, da der ellers vil opstaa Tilslamning af dem paa Indløbsstedet. I Almindelighed lægges oven i Filtret et System af aabne Render bestaaende af flækkede, glaserede Rør. Vandet træder dels ud paa Filtret gennem Stødfugerne, der ikke tættes, og dels over Randen. Ved automatiske Apparater regulerer man, at Filtrene vekselvis fyldes og tømmes, idet man f. Eks. ved 4 Filtre kan have et staaende fuldt, et under Fyldning og et staaende til Udluftning, medens det fjerde er ude af Drift.

Filtrenes Højde maa ikke være for stor, da der ellers ikke kan ske en Udluftning i de underste Lag. Højden bør derfor være mindst, hvor der anvendes finest Filtermateriale. Har dette en Kornstørrelse paa 8—25 mm kan Højden være 1,5—1,8 m, medens den for en Kornstørrelse paa

3—5 mm kun bør være 0,5—1,0 m. Filtrenes Form bør afpasses efter deres Antal, saaledes at Volumen af Indfatningerne bliver saa ringe som mulig.

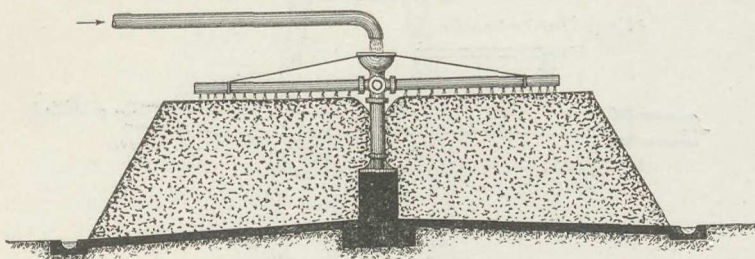


Fig. 72. Kontinuerligt Filter med roterende Fordelingsrende.

En Fordel ved de kontinuerlige Filtre fremfor Kontaktfiltrene er den, at man til Opbygning af dem kan anvende grovere Materiale, der

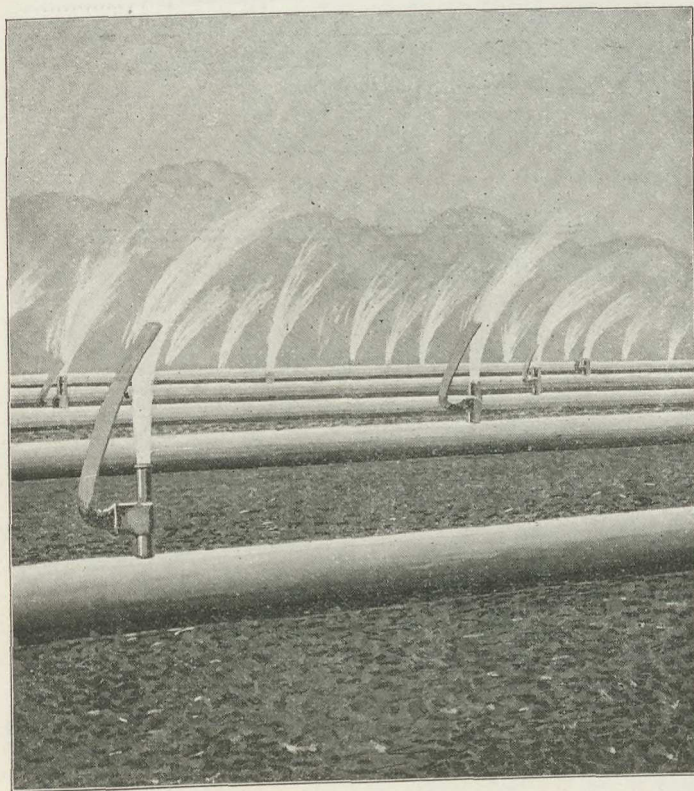


Fig. 73. Fordeling af Vandet paa et kontinuerligt Filter ved gennemhullede Rør.

dels er holdbarere og dels billige at skaffe, dog er Rensningen ved disse Filtre ogsaa større ved finkornet Materiale end ved groft. Filtrets Virkning bestaar i, at dets Materiale med Tiden faar et Overtræk, som virker udskillende paa Urenhederne i Vandet, hvorpaa disse sønderdeles og til-

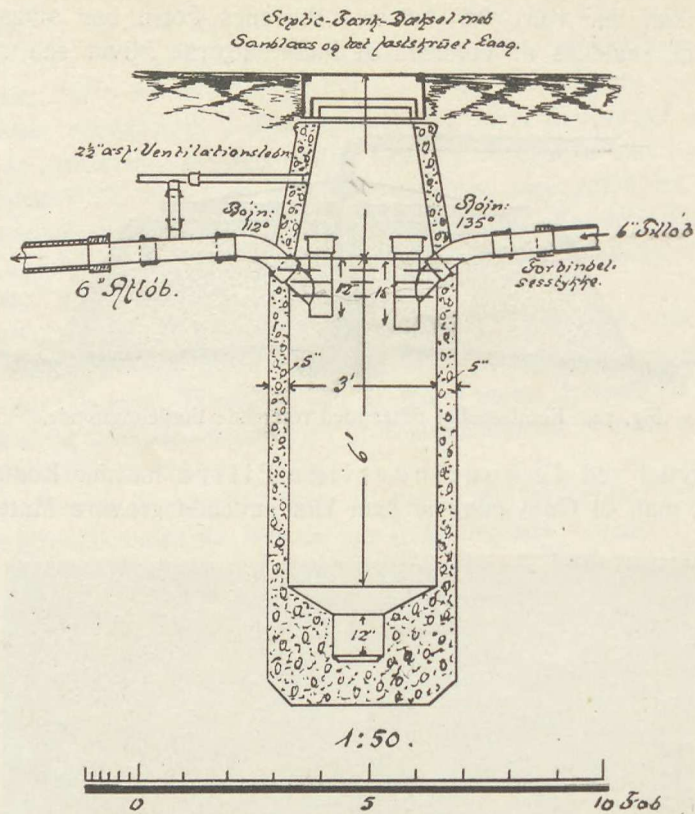


Fig. 74. Mindre Septic Tank.

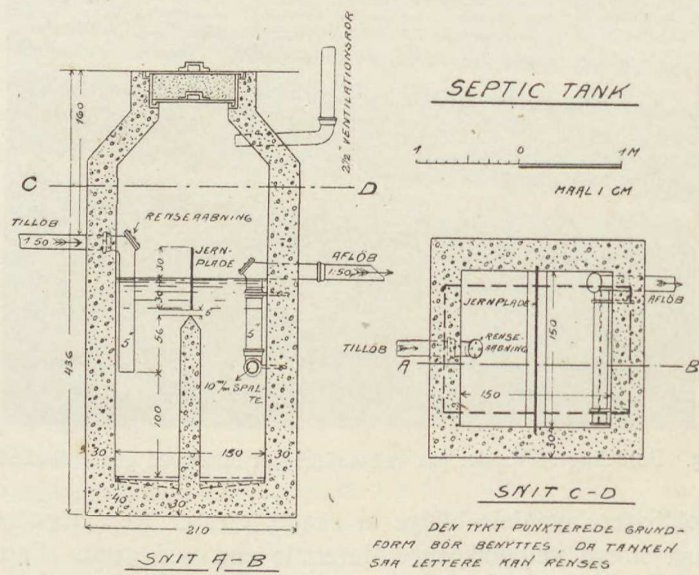


Fig. 75. Mindre Septic Tank.

ANORDNING AF GRUSKAMMER OG
UDLUFTHING FOR EN SEPTIC TANK
MED OVERFALD

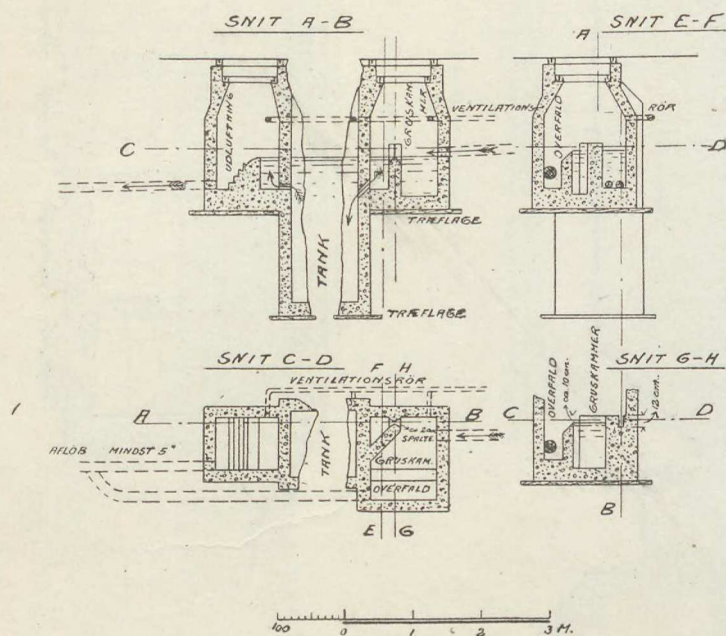


Fig. 76. Septic Tank med Grusammer og Iltningstrappe.

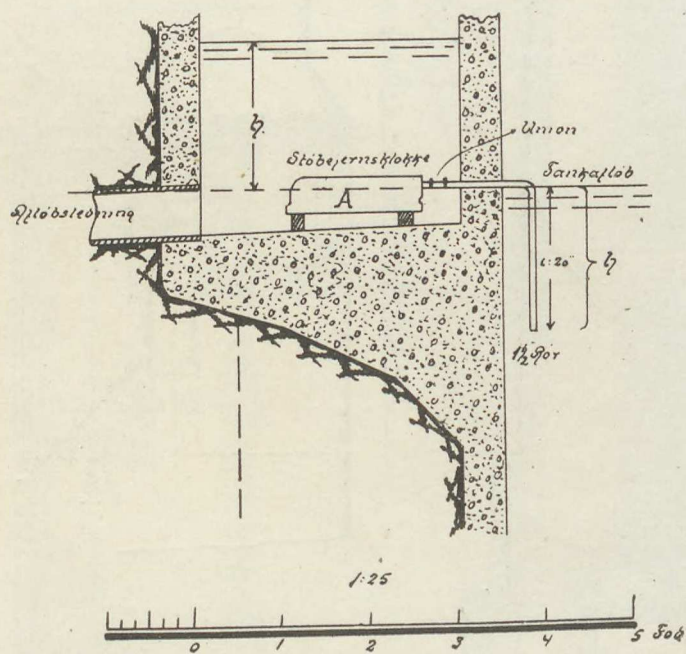
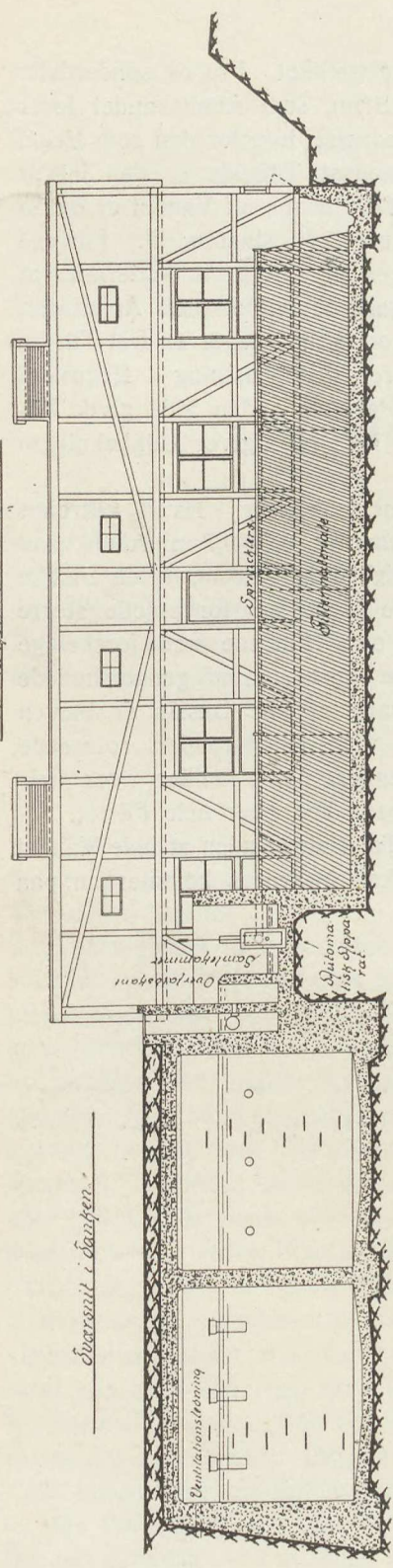


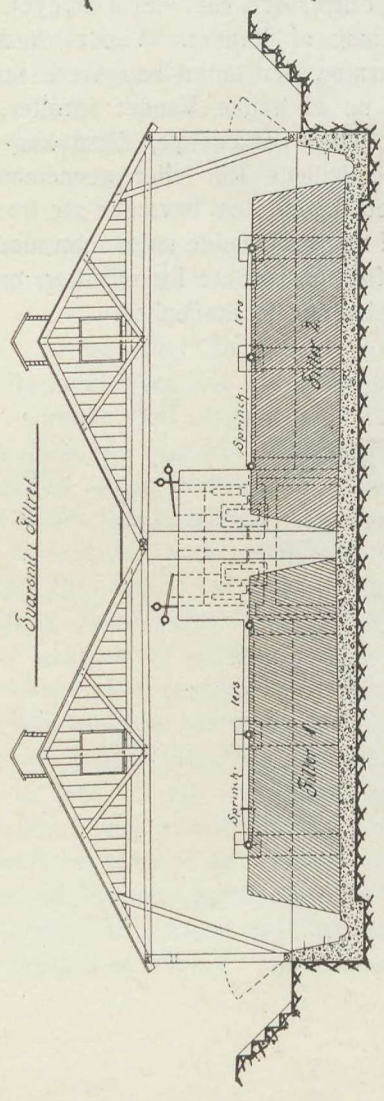
Fig. 77. Luftlaas til Forhindring af Højvandes Indtrængen i Tanken.

Langsidesnit i Skitret



Snarssnit i Skitret

Snarssnit i Skitret



Langsidesnit i Skitret

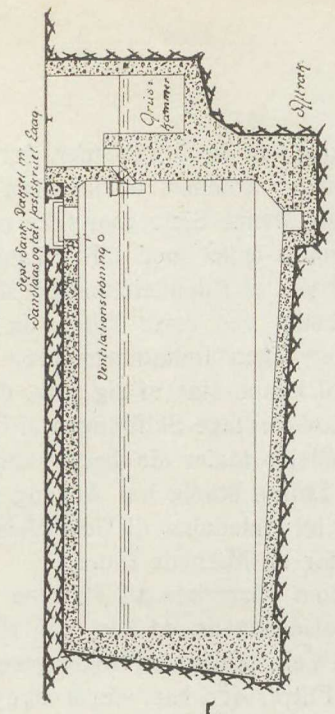


Fig. 78 b.

intetgøres af de Organismer, der findes i Overtrækket. Fra de sønderdelte Urenheder kommer en fin graa eller brun Slam, som Afløbsvandet fører med sig, denne Slam gaar ikke mere i Forraadnelse, hvorfor den som Regel vil kunne ledes med ud i Vandløbene, i modsat Tilfælde er den let at fjerne ved et Bundfældningsbassin. En god Forrensning af Vandet er ogsaa nødvendig ved disse Filtre, da de ellers hurtig vil slamme til. Filtrene kræver ingen Indfatningsmure, da de bygges af saa groft Materiale, at det vil kunne staa af sig selv, dernæst undgaas de automatiske Apparater, der skal foretage Skiftningen af Filtrene, og som altid kræver en Del Tilsyn, og endelig taaler de bedre end Kontaktfiltre Overbelastning i Regnvejr, fordi Luften stadig har Adgang til Filtret. Paa den anden Side giver Filtrene let Anledning til Udbredelse af daarlig Luft og afgiver Udklækningssted for en Mængde Fluer.

Som Materiale til Filtrene anvendes mest Slagger. Hvad Filtrenes Størrelse angaar, da kan man regne 1 m³ Filter pr. 0,5—0,7 m³ Afløbsvand i tørt Vejr. Filtrenes Højde gøres i Almindelighed 1,5—2,0 m, og de enkelte høje Filtre, der har været bygget, har ikke givet den forventede større Rensning af Vandet. Vandet fordeles ud over Filtrene ved forskellige Apparater, der enten kan være faststaaende og bestaa af gennemhullede Rør, ud af hvilke Vandet sprøjter, hver Gang et lille Bassin er bleven fyldt, eller bevægelige, disse kan da igen være Vipperender, roterende gennemhullede Rør eller gennemhullede Render, der spænder over hele Filtrets Bredde og bevæger sig frem og tilbage hen over hele Filtret.

I mange Tilfælde nøjes man med Septic Tank alene uden at lade Vandet bagefter passere et Iltningsfilter, om dette kan forsvares kommer an paa Recipientens Beskaffenhed.

Affaldsstoffer.

Fæces.

Et voksent Menneske producerer i Gennemsnit daglig ca. 90 gr Fæces og 1200 gr Urin, tilsammen omtrent $1\frac{1}{2}$ l. Dette bliver om Aaret ca. 33 kg Fæces og 438 kg Urin. Disse Stoffer besidder en vis Gødningsværdi som Følge af deres Indhold paa Phosphater og Kvælstof, idet der findes

i Fæces ca. 3,5 %	Phosphater	og 2,2 %	Kvælstof
i Urin	- 0,5 -	—	- 1,4 - —

Naar disse Stoffer ikke gennem moderne Anlæg med Vandskylning fjernes til Kloakerne, maa de samles og med Mellemrum bortfjernes fra Boligernes Nærhed.

Opsamlingen af Fækaliernes kan ske i Gruber eller Tønder.

Anvendelsen af Gruber er den ældste Samleform, der endnu anvendes meget paa Landet og i enkelte Byer her i Landet, men i Udlandet er meget mere udbredt. Det er selvfølgelig hygiejnisk set ganske forkasteligt at bygge Gruberne utætte, for at Nedsivningen skulde formindske Omkostningerne ved Tømningen, eller endog gøre denne helt overflødig, idet Grundvandet, hvilket som Regel ogsaa vil sige Brøndvandet, inficeres derigennem. Ligeledes bør Gruberne ikke anlægges umiddelbart op til Husene eller endog under dem, som det f. Eks. stadig gøres i Rusland, idet der fra Klosetrømmene føres Faldrør, som Regel dannede af glaserede Rør, ned i Gruberne. For at hindre Stanken fra Gruberne i gennem disse Faldrør at trænge op i Bygningen dannes ved Foden af Røret en Laas, der stadig vil holde sig lukket af Latrinmasse og Urin; men Stanken fra selve Faldrøret kan man kun søge at undgaa ved at føre det op over Taget langs en varm Skorsten og derved fremkalde en Sugning ned gennem Grenrørene fra Klosetterne. Det siger sig imidlertid selv, at et saadant Anlæg i alle Henseender er uæstetisk og rummer en Mængde Smittefarer.

De Fordringer, der bør stilles til en Grube, er Tæthed og Lugtløshed. Det første opnaas ved at mure Væggene vandtæt af Klinker i Cementmørtel

og enten omgive dem med et 20 cm tykt Lerlag eller gøre Væggene hule og fylde Ler i Mellemrummet. Hjørnerne bør afrundes indvendig af Hensyn til en fuldstændig Rensning. Overdækningen bør helst være en muret Hvælving med Nedgangsaabning og en særlig Aabning for en Pumpeslange, hvis der ikke indsættes et Jernrør til Tømningen. Aabningerne lukkes med tætte Jerndæksler. Hvis man anvender en Overdækning med Træ, maa Plankerne være spundsede og dækkes med et mindst 30 cm tykt Lerlag. Hvor Grunden er daarlig, har man med Held anvendt Gruber af Jern enten nittede af Smedejern eller af Støbejern samlede med sammen-skruede Flanger. Hvad Størrelsen af Gruberne angaar, da bør den, naar Tømningen sker halvaarsvis, være $\frac{1}{3}$ m³ pr. Ind. og $\frac{1}{6}$ m³ pr. Ind. ved

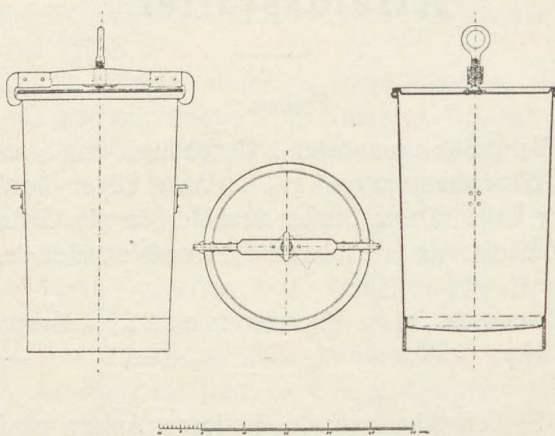


Fig. 79. Staaltonde, anvendt i København.

kvartaarlig Tømning. Er der Tilløb fra Vandklosetter til Gruben maa man forøge dennes Størrelse med 5—6 l pr. Ind. pr. Dag, og hvis alt Afløbsvandet fra Husholdningen kommer i Gruben, maa den gøres 2,5 m³ pr. Ind. ved kvartaarlig Tømning.

Tømningen af Gruberne bør ikke ske ved Opøsning med Spande, da dette ikke alene udbreder en stærk Stank, men tillige er forbundet med Fare for Arbejderne som Følge af de giftige Gasarter, der kan have samlet sig i Gruben. Almindeligvis benytter man derfor Opsugning af Grubens Indhold i Tøndevogne ved Hjælp af Vacuum gennem en 10 cm Slange, idet man først frembringer den fornødne Vacuum i Vognen og derpaa forbinder denne med Gruben. Den opsugede Grubeluft maa ledes gennem et Kokesfyr; og det sidste Slam i Gruben udskylles med Vand, hvorpaa denne eventuelt kan desinficeres med Kalkmælk eller desodoriseres med Jernvitriol. En Gang aarlig bør Grubens Tæthed efterses efter Tømningen.

Ved Anvendelsen af Tønder kan man enten anbringe disse ved Foden af Faldrør fra Klosetterne eller, hvad der er det almindelige her i Landet, samle Fækalierne i mindre Beholdere i Lejlighederne og anbringe saakaldte Pottetønder til Udslagning af disse foruden de Tønder, der direkte anvendes i Gaardklosetterne. I første Tilfælde anvendes ofte Tønder med

et Indhold af indtil 2,5 m³, der er forsynede med Hjul, som Regel dog kun 100—300 l; i det andet Tilfælde bruges Tønder med et Indhold af omtrent 30 l.

Tønderne laves af Træ eller bedre af Jern. I første Tilfælde bør det være haardt Træ, f. Eks. Eg, og de bør stryges med Karbolineum, Tjære eller lignende indvendig; Jerndelene paa dem bør være godt galvaniserede. Det samme gælder, naar de er lavede helt af Jern. Bedst er pressede Staaltonder, da de ikke har nogen Samling, der kan blive utæt. De bør altid være forsynede med Haandtag og et tætluukkende Laag, hvis de forbindes med et Faldrør, ellers bør et saadant kunne paasættes under Transporten.

Hvis Tønderne forbindes med et Faldrør, maa de opstilles i et Lokale, der er fuldstændig adskilt fra den øvrige Kælder og forsynet med et Ventilationsrør, der helst maa føres op langs en Skorsten. I alle Tilfælde maa Tønderne opstilles paa et vandtæt Underlag for at undgaa, at Grunden inficeres ved eventuelle Utætheder eller Spild. Hvor Tønderne opstilles i Klosetrum under et Sæde, er det ganske praktisk, at Tøndens Plads angives i Betongulvet, for at Tønderne ikke ved Skødesløshed stilles skævt under Hullet i Sædet.

Tønderne tømmes eller ombyttes 1—2 Gange om Ugen; en Ombytning er selvfølgelig at foretrække, naar Tønderne renses og desinficeres, saa at Sygdomskim ikke ad denne Vej kan overføres fra Hus til Hus. En Omhældning af mindre fyldte Tønder bør ikke finde Sted, da den neppe kan foretages uden Spild.

De fyldte Tønder køres til en Rensningsstation, hvor de tømmes og renses, idet man passer at holde Tønder, der kommer fra Huse med smitsom Sygdom, f. Eks. Tyfus, for sig for at kunne underkaste dem en særlig Desinfektion. Den almindelige Rensning kan bestaa i en Skylning over en Bruse og Neddækning i et Kar. Desinfektionen kan enten udføres med Kalkmælk, med overhedet Vanddamp ved 115° eller en tør Ophedning til 400°, hvis man benytter Staaltonder, og en paafølgende ny Asfaltering af dem, hvilken sidste Fremgangsmaade anvendes i København.

Fækalmassen anvendes som Gødning, idet den enten benyttes ganske som den kommer fra Gruberne eller Tønderne eller først underkastes en Behandling.

Stoffets Gødningsværdi har været meget omdisputeret og overvurderes meget ofte. Den rene Fækalmasse har i og for sig en høj Gødningsværdi, idet 1 m³ indeholder ca. 4,26 kg Kvælstof, 1,82 kg Fosforsyre og 1,69 kg Kali; men dels formindskes denne Værdi, idet Massen fortyndes med Vand, og dels undviger en Del af Kvælstoffet, der findes som Ammoniak, ved Henliggen; man har saaledes fundet, at Latrinens Kvælstofindhold efter 7 Dages Forløb er aftaget med 3—10 %, efter 14 Dages Forløb med 23—36 % og efter 50 Dages Forløb med 84—92 %. Endvidere kan Gødningsværdien formindskes ved Tilsætning af Desinfektionsmidler, f. Eks. Syrer, Kalkpræparater og Jernvitriol, hvilket sidste kræver Gødningens

Henliggen i lang Tid udsat for Luftens Paavirkning. Endelig kan lange Transportafstande bevirke en kendelig Fordyrelse af Gødningen, og den Omstændighed, at Landbruget nærmest kun Foraar og Efteraar har Brug for Gødningen, tvinger til en Magasinering af den, hvorved den som nævnt taber meget i Værdi.

Til Magasinering af Fækalmassen anvendes Samlegruber, der bygges af Murværk, 2—3 m dybe, overhvælvende eller i hvert Fald med Tag over. Deres Størrelse bør være 10 % af den aarlig producerede Fækalmasse, og de maa mindst ligge i en Afstand af 3—8 km fra Byer og $\frac{1}{2}$ —1 km fra beboede Huse, idet man tager Hensyn til Omgivelserne og de herskende Vindretninger. Naturligvis maa der ikke findes Brønde i Nærheden af dem. Der maa sørges for en god Adgangsvej, og hvis der findes Enge i Nærheden, kan de overrisles med det flydende Indhold fra Gruben.

Ofte bygges ved større Byer en hel Del Samlegruber spredt i Omegnen i en Afstand af 20—40 km fra Byen, idet Fækalmassen føres til dem med Jernbane eller Skib; til Transport paa Jernbane benyttes Jernbeholdere paa 9—10 m³ med en ydre Træklædning af Hensyn til Frosten. Dampskibstransport er billigere end Jernbanetransport, hvis den kan etableres; men man maa huske paa de eventuelle Driftsforstyrrelser om Vinteren.

Ved de Oplag, hvor Fækalmassen skal kunne afhentes af Landboerne, maa der være Indretninger til at tappe den i Vognene; for at Læsningen kan ske hurtigt, er det godt at have en mindre Læssebeholder, som kan fyldes ved et Pater noster Værk eller ad pneumatisk Vej.

I Stedet for at sælge den rene Fækalmasse, kan man blande den med Husaffald, Jord, Aske, Tørv eller lignende til en Kompostgødning. Blandingen foretages paa et vandtæt Underlag, idet der paa dette laves lange Høje, op i hvilke Latrinmassen pumpes. Dette er saaledes med godt Resultat gjort i Horsens og siden efterlignet i adskillige Provinsbyer. Dagrenovationen har den Fordel, at den hemmer Gæringens Indtræden og binder en Del af Gæringsprodukterne; men det er nødvendigt, at Klude, Sten, Jernting, Glas, Potteskaar og lignende, der er i høj Grad skadeligt for Landbruget, maa pilles fra, inden den anvendes.

Man har flere Steder, navnlig i Tyskland, fremstillet en Kunstgødning, Poudrette, af Latrinen, idet man tilsatte 2 % Svovlsyre for at binde Ammoniaken og inddampede under delvis Luftfortynding i roterende Cylindre ved en Temperatur af 120—140° til man fik et brunt Pulver med kun svag Lugt. Under selve Processen udvikles Gasarter med en modbydelig Lugt, der derfor ledes ind i Ildstedet.

Denne Fabrikation er opfundet af *von Podewil*, der ligeledes har foreslaaet at oparbejde Latrinen til Sulfat ved at sætte 50 kg Kalk til 3 m³ Fækalmasse og ophede, hvorved Ammoniaken uddrives; denne ledes derpaa gennem et Rørsystem, der køles med Vand og ved en hemmelig Proces befries for sit Vandindhold, hvorpaa den ledes i en Beholder med Svovlsyre, som den forbinder sig med til et ret rent Sulfat. Det økonomiske Resultat

skal ikke have været heldigt, og da Restproduktet ved Uddrivningen bliver en brun, tyndflydende Masse, som det kan være meget generende at blive af med, har Processen ikke faaet praktisk Betydning.

Blandt de forskellige Forsøg, der er gjort paa at anvende Fækalmassen, kan ogsaa nævnes at presse den i Stenform og benytte den til Fyring under Kedler; heller ikke dette har svaret Regning.

Gadeaffaldet.

Mængden af Gadeaffald er meget forskellig og afhængig af lokale Forhold og da navnlig af Gadebefæstelsen, idet den ved almindelig Bro-lægning er $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{6}$, ved Træbrolægning $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{12}$ og ved Asfalt $\frac{1}{12}$ af Mængden ved chausserede Gader. Endvidere bevirker det forskellige Fald af Gaderne mere eller mindre Udskylning ved Regn. Som Eksempler kan nævnes:

Berlin	.....	0,14 m ³ /Ind./Aar	=	0,025 m ³ /m ² Gade/Aar.
Hamburg	....	0,20	—	= 0,022
Altona	.....	0,09	—	= 0,017
Kiel	.....	0,09	—	= 0,013

I Gennemsnit 0,13 m³/Ind./Aar.

Hvad Vægtfylden angaar, angives den ogsaa ret forskellig varierende mellem 0,75 og 1,25. Dette hænger ogsaa sammen med, at Beskaffenheden i samme Gade varierer efter Vejrliget, idet f. Eks. Mængden af organisk Stof kan være 58 % i tørt-Vejr og synke til 20 % i fugtigt Vejr, hvor Regnen bortskyller en Del af de fine organiske Stoffer. Selvfølgelig bevirker den stadig aftagende Anvendelse af Heste en betydelig Nedgang i Gadeaffaldets Indhold af organiske Stoffer, saa at de ældre Undersøgelser ikke mere kan passe med Virkeligheden. I København har man fundet følgende Sammensætning: Vand 40 %, organiske Stoffer 10 % og uorganiske Stoffer 50 %.

Gadeaffaldet samles ved Fejning med Koste, Haandskrabere (paa Asfalt) eller Fejemaskiner og bliver enten henliggende i Bunker til Bortkørslen finder Sted, eller der findes paa Gaden anbragt over- eller underjordiske Beholdere til midlertidig Opbevaring af Affaldet. Disse bør anbringes saaledes, at Tømningen af dem bliver saa lidt generende som mulig; de tillader en stadig Renholden af de Gader, hvor de er anbragt. Enkelte Steder er man begyndt at anvende Fejemaskiner, som selv samler det sammenfejede Affald op (Sammelkehrmaschinen).

Inden Fejningen udføres, bør Arealet vandes, hvis Vejret er tørt, hvilket bedst overholdes, hvor Fejningen udføres af Kommunen selv og ikke af de enkelte Grundejere. Paa asfalterede Strækninger kan benyttes Skrabemaskiner, der selv besørger Vandingen.

Bortskaffelsen af Gadeaffaldet sker ved »tout à l'égout« System, som f. Eks. anvendes i Paris, gennem Kloakerne, idet Nedløbene til disse ikke er forsynede med Samlegrube; men der opstaar let derved Aflejringer i Ledningerne. Som Regel bortskaffes derfor Gadeaffaldet ved Bortkørsel med Vogne, idet den kan foregaa sammen med Bortkørslen af Husaffaldet.

Der er to særlige Slags Gadeaffald, nemlig Torveaffald og Sne, som kan findes i saa store Mængder, at de kræver særlige Foranstaltninger.

Torveaffald forekommer paa de Steder, hvor der finder Torvehandel Sted til visse Tider paa nogle af Byens Gader og aabne Pladser. Affaldet bestaar dels af Rester fra de forskellige Handelsvarer og dels af Indpakkingsmateriale. En særlig Indsamling af dette Affald og Sortering med industriel Anvendelse for Øje er som Regel ikke uangribelig, da Affaldet indeholder letforraadelige Stoffer, idet Torvehandelen bl. a. omfatter Fødemidler. Forbud mod Henkastning af Rester paa Gaden kan sjældent overholdes, hvorfor der straks efter Torvetidens Slutning bør finde en grundig Fejning og Bortkørsel af Affaldet Sted. Større Mængder og Kødrester bør eventuelt føres til en Destruktionsanstalt.

Sneen kan være meget generende, naar den pludselig kommer i store Mængder; i Almindelighed køres den til særlige Snepladser, hvor den faar Lov at henligge til den smelter, hvilket dog kan vare meget længe, hvis den er stærkt iblandet med Jord og Gadeaffald. I saa Tilfælde maa dette Affald senere bortskaffes, ligesom det maa paases, at Snepladsen ikke benyttes som en uautoriseret Losseplads. Da Bortskaffelsen af Sneen som Regel skal ske hurtig, er det godt, at Afstanden til Snepladserne ikke er for lang i de enkelte Distrikter af Byen; i modsat Tilfælde kan man anbringe Snebrønde paa de vandrige Hovedkloaker, idet man vælger Steder, hvor Tilkørslen kan ske uden Gene for den almindelige Gadefærdsel, og paaser, at der ikke med Sneen tilføres Ledningerne Stoffer, der giver Anledning til Bundfældning og Tilstopning.

Husaffaldet.

Mængden af Husaffaldet er ret variabel og ligesom dets Beskaffenhed meget afhængig af Befolkningens Livsvaner og andre lignende Faktorer. Som et Gennemsnit angives $0,4-0,5 \text{ kg} = 0,7-0,8 \text{ l/Ind./Dag}$ eller $125-150 \text{ kg} = 0,25 \text{ m}^3/\text{Ind./Aar}$, hvilket maaske er lovlig lavt for danske Forhold, idet man i København har fundet $180 \text{ kg} = 0,3 \text{ m}^3/\text{Ind./Aar}$. Mængden fordeler sig ikke jævnt over hele Aaret, idet den større Askemængde om Vinteren forøger Affaldsmængden ud over Gennemsnittet, medens dette ikke naas om Sommeren.

Husaffaldet sammensættes af Aske og Opfej, Køkkenaffald og den store Mængde af bortkastede Brugsgenstande, f. Eks. Papir, Klude, Flasker, gammelt Lædertøj, Blikdaaser, Spande, Madrasser, ituslaaet Porcelain, kort sagt Rester af alt, hvad Mennesker bruger og kommer i Berøring med. Af Hensyn til Spørgsmaalet om Affaldets Benyttelse eller

Tilintetgørelse har man foretaget nøjagtige Analyser, af hvilke man f. Eks. ser, at Mængden af Kokes og halvbrændt Kul i Berlin gaar ned til 1,2 %, medens den i London naar op til 28,8 %, som Følge af Kaminerne, der almindeligvis anvendes i England, i Modsætning til de tyske Ovne, hvor der bruges Brunkulsbriketter, der forbrænder fuldstændig. Hvor der er Tale om en Forbrænding af Affaldet, spiller denne Forskel selvfølgelig stor Rolle.

Samlingen af Husaffaldet sker i selve Lejligheden i mindre Beholdere, der med Mellemrum tømmes enten paa Møddinger eller i transportable Beholdere anbragte i Gaarden. Møddingerne bør være forsynede med vandtæt Bund og Sider, saa at intet Afløbsvand fra dem kan trænge ned i Grunden og f. Eks. forurene Brøndvand. De bør ogsaa helst have vandtæt Laag for at holde Regnvandet borte, og med 3 Maaneders Mellemrum bør de tømmes helt. De transportable Beholdere bør rumme 75—100 l og af Hensyn til glødende Aske være af Jernblik; de bør ligeledes være forsynede med et tætluukkende Laag og tømmes mindst 1—2 Gange om Ugen. Hvis Laaget er anbragt fast paa Beholderens Plads, giver det Anledning til Spredning af noget af Affaldet ved Beholderens Udbæring. Beholderne bør være anbragt paa et fast Underlag af Beton, der tillader Renholdelse ved Fejning. Undertiden anvendes, af Hensyn til den senere Benyttelse af noget af Affaldet, 2 eller 3 Beholdere, idet enten Køkkenaffaldet holdes for sig for at anvendes som Svineføde, eller man skelner mellem Aske og Opfej, Køkkenaffald og Affaldet fra Industriprodukter (Papir, Klude, Læder, Porcelain, Glas etc.).

I Huse med Beboelse i flere Etager kan anbringes Nedstyrtningsrør af Støbejern eller glaserede Lerrør med en indvendig Lysning af 200—350 mm. De kan anbringes inde i Huset eller uden paa det og forsynes i de enkelte Etager med lidt snevrere emailerede Grenrør, der bør kunne lukkes ganske tæt. Af Hensyn til Ventilationen bør de forlænges op over Bygningens Tag. Da de navnlig ved en mangelfuld Udførelse eller daarlig Vedligeholdelse kan give Anledning til mange Gener, f. Eks. give Støv, er man flere Steder igen gaaet bort fra at anvende dem eller tillader kun deres Anvendelse, naar Nedkastningsaabningerne findes i fri Luft, f. Eks. paa en Bankealtan.

Transporten af Husaffaldet kan enten ske ved at fylde det i Samlevogne eller ved en Ombytning af de fulde Beholdere med tomme. I sidste Tilfælde er Faren for Ophvirvling af Støv naturligvis meget mindre; men man kommer til at transportere den betydelige Vægt, som Beholderne har, Tømningen af Beholderne tager meget længere Tid end Tømningen af Samlevognene (efter Opgivelse fra Berlin 45 Min. imod 3—5 Min.) og endelig faar den samme Ejendom stadig forskellige Beholdere, saa at der kan bringes Snavs fra en Ejendom til en anden, hvis Beholderne ikke underkastes en Rensning og eventuelt tillige en Desinfektion efter Tømningen.

Voggenes Konstruktion maa rette sig efter vedkommende Bys Gadebrede

og Gadernes Stigningsforhold, de bør naturligvis være tilstrækkelig solide af Hensyn til den Behandling, de senere vil blive udsat for, og for Samlevognes Vedkommende maa de være støvtæt lukkede og Indfyldningen og Tømningen maa foregaa hurtigt og sikkert, hvilket sidste f. Eks. naas ved en Vogntype, der anvendes i Frankfurt, og hvor hele Vognkassen lader sig tippe bagover.

Hvad Affaldets Anvendelse og Tilintetgørelse angaar, da bestod det tidligere kun i at benytte det som Gødning og Opfyld; men efterhaanden som Byerne er voksede, bliver det første forbundet med saa store Transportudgifter, at Landmændene maa foretrække at anvende Kunstgødning, og i andet Tilfælde kan det ogsaa dels være, at man maa langt fra Byerne for at finde egnede Steder, og dels har man lært, at de saa-

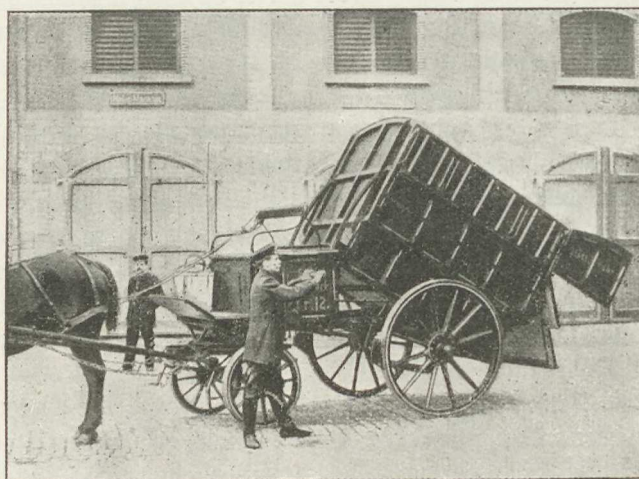


Fig. 80. Frankfurter Vogn.

ledes opfyldte Strækninger ikke egner sig til Bebyggelse, men kun til Parkanlæg og lignende, hvorfor man har set sig om efter nye Maader til at skaffe sig af med dette Affald.

Ved Affaldets Anvendelse til Gødning maa man tage Hensyn til, at det indeholder en Mængde Stoffer, som maa pilles fra, inden det kan spredes over Jorden, f. Eks. Skaar, Blikdaaser og lignende, hvilket Arbejde selvfølgelig fordyrer Gødningen. I mindre Byer kan Affaldet dog anvendes med Fordel paa denne Maade, idet det blandes med Fækaliernes til en Kompostgødning som tidligere omtalt.

Hvor Affaldet benyttes til Opfyldning af lavtliggende, sumpede Strækninger, gamle Grusgrave eller lignende Arealer, foregaa der ogsaa ofte en systematisk Opsamling af forskelligt, som kan sælges med Udbytte, idet det benyttes som Raamateriale ved forskellige Fabrikationer. Da en saadan Opsamling selvfølgelig rummer store hygiejniske Farer, hvis det opsamlede ikke altid tilkendegives som stammende fra en Losseplads, bør dette Arbejde stadig kontrolleres, og Adgangen til Lossepladsen bør

ikke være fri for uautoriserede Opsamlere. Efter et Par Aars Henliggen egner Overfladen sig til Kultivering og kan benyttes til Dyrkning af Grøntsager.

Paa enkelte Steder er man gaaet videre ad denne Vej, idet man har sat Sorteringen af Affaldet fuldstændig i System. Ved de ældre Sorteringsanstalter, f. Eks. i Puchheim ved München, var Forholdene meget utiltalende, idet Arbejderne, i Reglen Kvinder, kunde sidde i Dynger af frasisgtet Affald, der efterhaanden voksede dem op til Livet. I de nyere Anlæg, f. Eks. Seegefild ved Berlin, foregaar Arbejdet mere fabriksmæssigt, idet Affaldet først ved Sugning befries for Støvet, hvorpaa det passerer hen over et langt Rystebord, langs hvilket Arbejderskerne er placeret, idet de hver opsamler sin Slags Affald, f. Eks. hvidt Glas, farvet Glas, Papir, Klude o. s. v.

For at lette denne Udnyttelse af Affaldet, har man i Charlottenburg, hvis Affald behandles i det nævnte Anlæg i Seegefild, indført en Tredeling af Affaldet allerede i Husene, idet det Selskab, som har overtaget Udførslen af Affaldet, leverer hver Husholdning et lille Skab med 3 særskilte Beholdere for 1) Fødeaffald, 2) Aske og Fejeskarn samt 3) Klude, Papir, Skaar etc., og det er Indholdet af de sidste Beholdere, der gøres til Genstand for den nævnte Sortering, medens Asken og Fejeskarnet benyttes til Opiyd og Fødeaffaldet, efter at være steriliseret, tilsættes med Klid og Majs og benyttes til Svinefoder. I New York er gjort lignende Forsøg med Destruktion af Fødeaffaldet; men da hele Mængden beløb sig til $1\frac{1}{2}$ Million kg i Døgnet, viste det sig ikke muligt at finde Afsætning for hele den producerede Masse, og her er en Vanskelighed, som endnu ikke er overvundet ved Benyttelsen af denne Fremgangsmaade.

I amerikanske og engelske Kystbyer har man en Del anvendt at sænke Affaldet i Havet, i hvilket Tilfælde man naturligvis maa tage Hensyn til, at Tidevand og Strøm ikke igen kan føre det udkastede ind til Kysten. De bundfældte Stoffer kan være generende for Trawl-Fiskeri, hvis der foregaar saadant, hvorimod det selvfølgelig er en Fordel for Fiskeriet, at man tilfører Fiskene Næring.

I Paris, Stuttgart og Wien er der blevet gjort Forsøg paa at forgase Husaffaldet ved at ophede det i lukkede Retorter; men hidtil er der ikke udført Anlæg af denne Art, skønt Forsøgene faldt ret gunstigt ud.

Den største Interesse knytter sig til den Behandlingsmaade af Affaldet, hvor man brænder det i særligt konstruerede Ovne. Denne Fremgangsmaade støtter sig direkte til den almindelig anvendte Brænding af en Del af Affaldet paa Lossepladserne, idet man for saa meget som muligt at reducere Mængden af Affald samler alle let brændbare Stoffer i Dynger, der afbrændes. Enkelte Steder, f. Eks. i London, har man længe brugt at brænde Kurve, Maatter, Spaaner, Blade og lignende i Ovne paa Lossepladserne, og dette førte til, at Ingeniør A. Fryer i 1876 i Manchester konstruerede den første Ovn til Affaldsbrænding. I Begyndelsen, at man anvendte denne Brænding af Affaldet, foretog man ofte først en Frasigtning af det fineste

Affald, som sammen med Latrin og undertiden ogsaa Gadeaffald omdannedes til Gødning. Efterhaanden lærte man at bygge Ovne, der ikke alene kunde brænde alt Husaffaldet uden nogen Frasortering; men den derved udviklede Varme kunde endog benyttes, saa at der til Brændingsanstalten kunde knyttes en Energicentral. Ved Brændingen medtages kun Husaffaldet, idet man søger anden Anvendelse for Gadeaffaldet og i Reglen benytter det til Opfyldning.

Affaldets Brændbarhed skyldes dets Indhold af organiske Stoffer, hvorom man faar Oplysning ved mekaniske og kemiske Analyser, samt ved Forsøgsbrændinger, der maa foretages saavel med Sommeraffald som med Vinteraffald. Indholdet af organisk Stof ligger i Reglen mellem 12 og 22 %, medens Vandindholdet varierer mellem 10 og 20 %. Ved en Analyse af Affald fra Frankfurt a/M. har man fundet en Brændværdi af 2241 V. E.

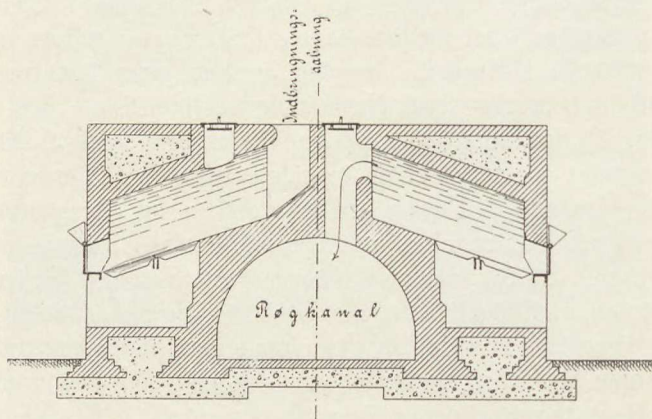


Fig. 81. Fryers Ovn.

pr. kg, medens den glødningsbestandige Del af Affaldet beløb sig til 56 %. En tilsvarende Analyse af Affald fra Berlin gav henholdsvis 909 V. E. pr. kg og 52,7 % glødningsbestandige Bestanddele. Forskellen skyldes et Kulindhold af 27 % i det første Affald, mod 9 % i det andet, og et Vandindhold af 9,35 % i første Tilfælde mod 25,42 % i andet. Til Sammenligning tjener, at 1 kg Kulstof ved sin Forbrænding til Kulsyre udvikler 8080 V. E.

Fryers Ovn bestaar af Celler, der bygges sammen parvis. Affaldet kastes ind foroven og falder først paa en Herd af Murværk, hvor det fortørres ved Straalevarmen og den varme Røg, som stryger hen over det, inden det rages frem paa Risten, hvor det fordeles i et 10—20 cm tykt Lag og brændes i Løbet af ca. 2 Timer. Affaldet forbrænder til Slakker, der rages ud gennem Dørene i Ovnens Ydersider. Gennem en særlig Aabning foroven, kan Affald, der ønskes brændt straks, nedkastes. Der er en fælles Røgkanal for alle Ovncellerne, og den gøres stor for at samle Flyveasken. Da der ingen kunstig Lufttilførsel findes, kræves en høj Skorsten. Fra det tørrende Affald paa Herden medfører Forbrændings-

produkterne en Mængde halvforbrændte Gasarter, som giver Anledning til stinkende Røg, hvis man ikke lader Forbrændingsprodukterne fra Ovnens passere et Kokesfyr. Ved at slagge Ovnene i samme Blok til forskellig Tid kan der ogsaa hjælpes noget paa denne Gene. Røganalyser fra disse Ovne viser, at 83—89 % Luft uden Virkning passerer gennem Ovnens, medens Kulsyreholdigheden varierer fra 1,0 til 2,5 %, og der kan paavises Kulilte i Røgen, saa at Forbrændingen ikke er fuldstændig trods det store Overskud af Luft.

Warner forbedrede Freyers Ovn, idet han anbragte en Klap i Aftrækket fra hver Celle, saa at de kunde aflukkes under Slagningen, hvorved man undgik Indsugning af en Mængde kold Luft. Det viste sig imidlertid, at det var vanskeligt at faa disse Klapper til at modstaa den høje Tem-

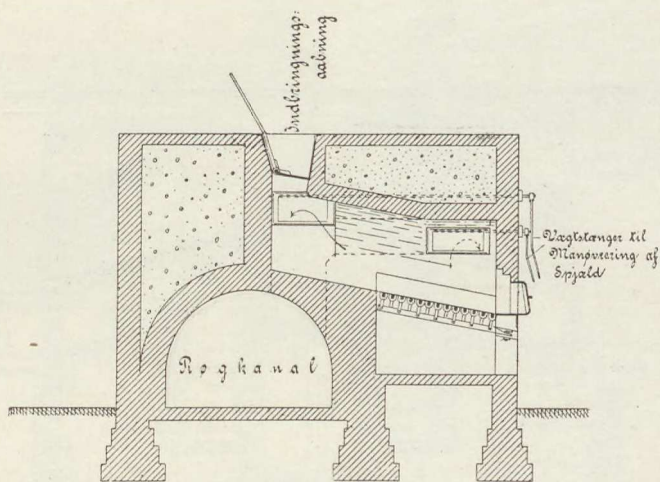


Fig. 82. Warners Ovn.

peratures Paavirkninger. Foruden Aftrækket bag i Cellen indrettede han endnu et foran, hvilket skulde bruges, indtil Affaldet paa Herden var saa vidt tørret, at det ikke længere gav Anledning til den generende Røgudvikling. Ved denne Ovn begyndte man ogsaa at forsøge Anvendelsen af kunstig Blæst, idet man indledte Luft under det udadtil tæt tillukkede Askefald og ved at lægge Lufttillædningsrøret i Røgkanalen forvarmede denne Luft noget. Ved at erstatte den murede Herd med en Støbejernsplade over Røgkanalen forsøgte man ogsaa at udnytte Varmen i Røgen til For-tørringen; men denne Plade ødelagdes hurtig af Ilden. Endelig gjordes Riste-stængerne bevægelige.

En anden Forbedring af Fryers Ovn er konstrueret af *Horsfall*, den er blevet meget anvendt og bygges stadig i England. Ved Anbringelsen af et Forbrændingskammer over Cellerne søgte han at opnaa en fuldstændig Forbrænding, ligesom han anvendte en bevægelig Rist og Tilledning af Luft og Damp fra neden ved Hjælp af en Dampstraaleblæser. Ganske vist viste Forsøg, at en Undladen af den kontinuerlige Rystning af Risten

nedsatte Ovnens Ydeevne; men alligevel er man de fleste Steder gaaet bort fra den. Da det har vist sig vanskeligt, at faa det ildfaste Murværk i Ovnsiderne umiddelbart over Risten til at modstaa Ildens Paavirkning, foreslog Horsfall Anbringelsen af Støbejernskasser paa dette Sted og at lede Blæseluften gennem dem, hvorved man paa en Gang opnaaede en Afkøling af Kasserne og en Forvarmning af Blæseluften. Da Anvendelsen af Dampblæst ved Brænding af Affald med lav Brændværdi viste sig mindre formaalstjenlig, er man saadanne Steder, f. Eks. i Hamburg, gaaet over til at anvende Tør-Luft-Blæst. Ved Benyttelsen af en bevægelig Forherd har man søgt kontinuerligt at bringe Affaldet frem over Risten; men det er ikke lykkedes. Efter at man var naaet saa vidt i Retning af Ovnkonstruktion, begyndte man at gøre Forsøg paa Udnyttelsen af Varmen, idet

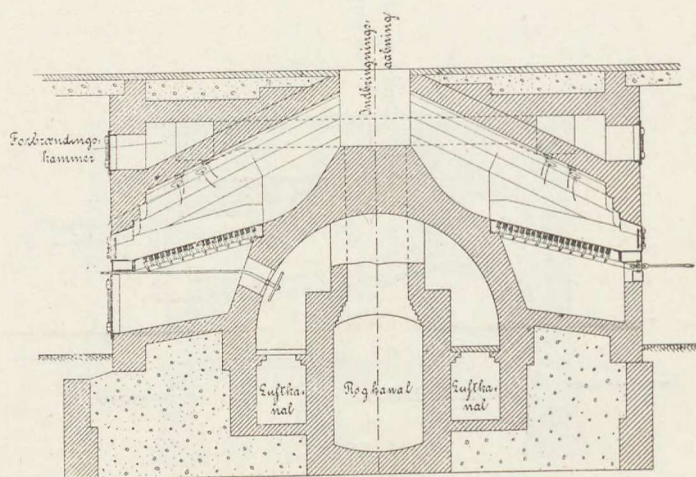
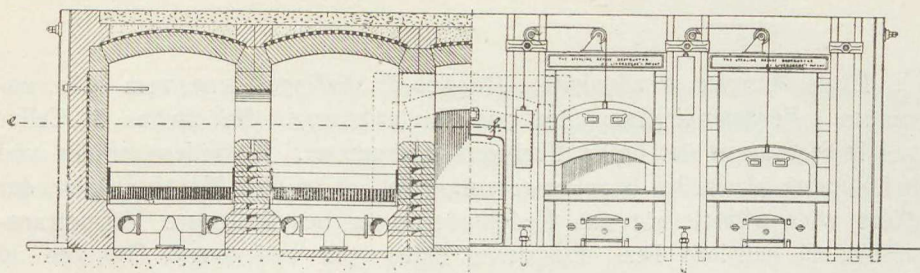


Fig. 83. Horsfalls Ovn.

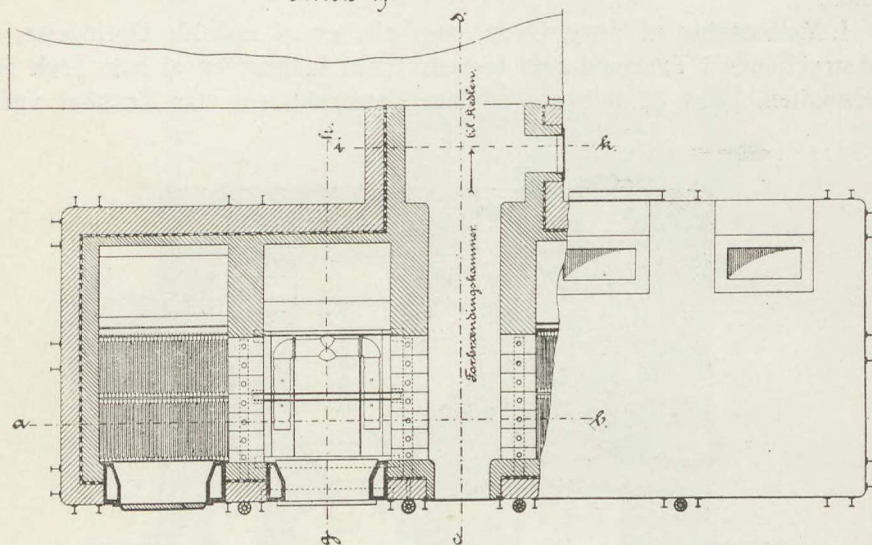
man lod Forbrændingsprodukterne varme en Vandrørskedel, saa at man fik en Dampudvikling.

En nyere Ovnkonstruktion er *Beumann & Deas*, hvor Cellerne er byggede sammen to og to med et fælles Forbrændingskammer i Midten. Ved skiftevis Drift af Cellerne naar man, at der altid fra mindst den ene af disse ledes meget varme Forbrændingsprodukter ind i Forbrændingskamret, hvis Temperatur derfor ikke synker mere, end at alle Gasarter kan tændes og brændes, inden de naar Kedlen. Paafyldningen sker foroven, og Slaggerne tages ud fra Siden. Ristene er faste og horizontale, hvad der i høj Grad har vist sig at lette Betjeningen. Rørene for Blæseluften er anbragt under Fyrbroen. Det er en Mangel ved denne Ovn, at eventuel Flyveaske smeltes paa Grund af den høje Temperatur og sætter sig fast paa Murværket. En anden Mangel er det, at der kun er sammenbygget 2 Celler, hvorfor der kun kan anvendes forholdsvis smaa Kedler, ligesom Udtagningen af Slaggerne fra Siden giver en uheldig Drift.

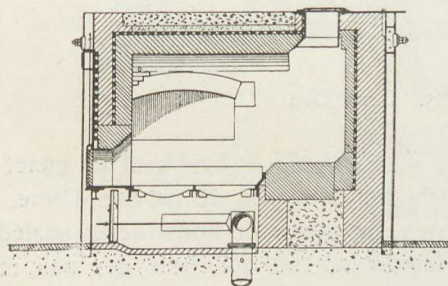
Snit a-b. Facade.



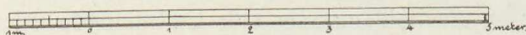
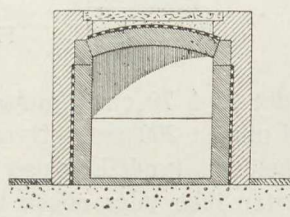
Snit e-f.



Snit g-h.



Snit i-k.



Snit c-d

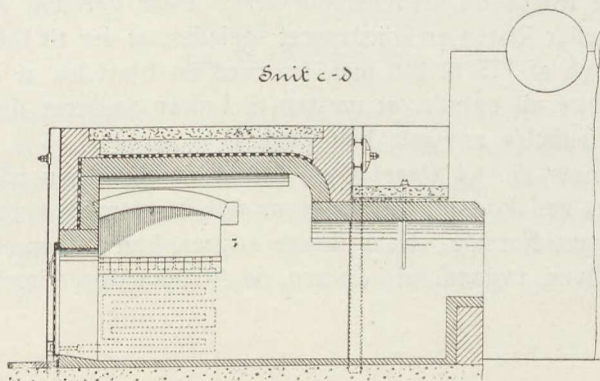


Fig. 84. Hughes & Stirlings Ovn. Frederiksberg Kommunes Forbrændingsanstalt.

Disse Mangler er afhjulpne i *Hughes & Stirlings* Ovne, som bl. a. anvendes i Forbrændingsanstalten paa Frederiksberg. Her findes to Celler paa hver Side af det fælles Forbrændingskammer. Endvidere er der ved Indskydelse af særlige Støvkamre sørget for, at en stor Mængde Aske, der ellers vilde afsætte sig paa Kedelfladerne og besværliggøre Varmetransmissionen, nedslaas her. Slaggerne tages igen ved denne Ovntype ud gennem Døre paa Ovnens Forside. Blæserørene ligger i Askefaldet under Risten.

I Modsætning til disse Ovne, som alle er af engelsk Oprindelse, er Konstruktionen i Tyskland søgt forbedret ved Indførelsen af højt Tryk paa Blæseluften. Ved de tidligere omtalte Konstruktioner var Trykket under

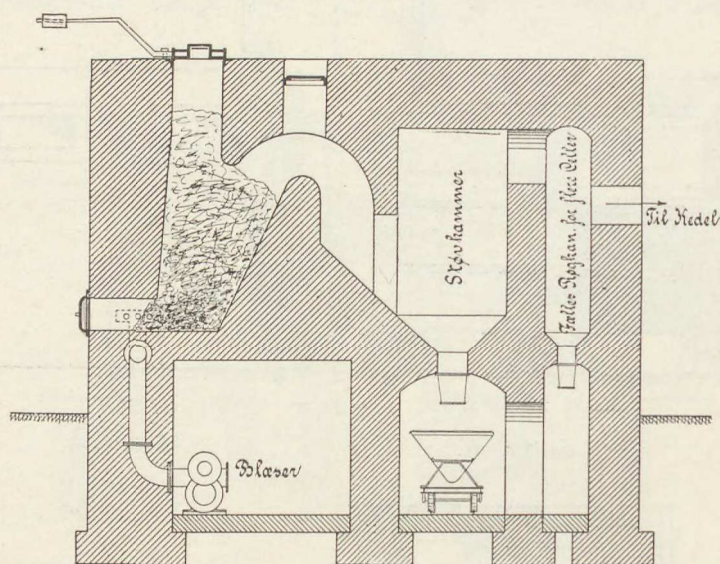


Fig. 85. Dörrs Ov.

Askefaldet 25 à 70 mm Vandsøjle, medens man i Tyskland er gaaet til et Tryk af mindst 200 mm. Hvor Affaldet, som ved de nævnte Ovne, ligger i et forholdsvis tyndt Lag paa Risten, og denne er konstrueret saaledes, at den næsten ikke yder nogen Luftmodstand, vil der, hvis der paa et Sted tilfældig er samlet en Mængde let brændbart Affald, paa dette Sted ske en Gennembrænding og en uforholdsmæssig stor Luftmængde vil passere dette Hul og afkøle Røgen og Ovnens Murværk. Naar derimod Affaldet ligger i et højt Lag, eller Risten er konstrueret saaledes, at der til Luftens Passage kræves et Tryk af 175 til 210 mm, hvorved en Blottelse af Risten paa et enkelt Sted ikke vil betyde, at næsten al Luften passerer dette Sted, kan man i begge Tilfælde anvende højt Tryk.

Det første er gjort i *Dörrs* Ov, der er en Skaktovn uden Rist, hvor Affaldet fyldes ned foroven og Slaggerne udtages forneden gennem Slaggedøre i Ovnens Forside. Naar denne aabnes, kan Luften ikke, som ved de engelske Ovne, trænge ind i Ovnen, da Affaldet ligger imellem og spær-

rer, det samme gælder om Indfyldningsaabningen foroven. Blæseluften føres ind i Slaggehalsen og forvarmes af de glødende Slagger; men Blæsten maa naturligvis stilles af under Slagningen. Brændingen kan saaledes foregaa kontinuerligt, og ved at det brændende Lag ligger noget nede, vil

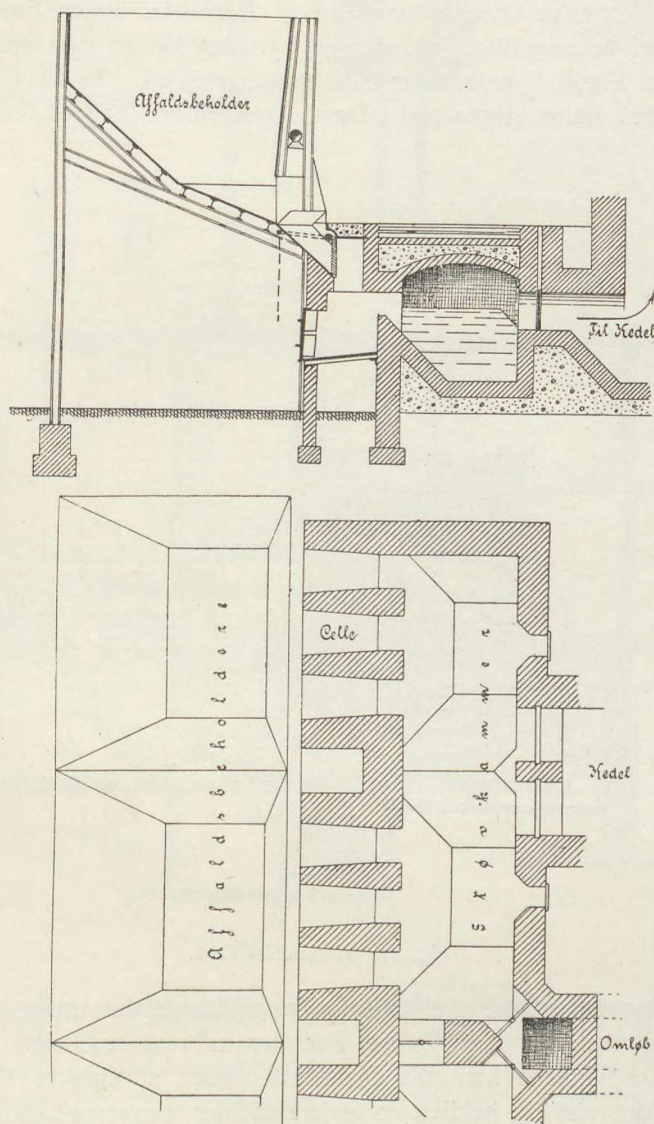


Fig. 86. Herbertz Ovn.

Forbrændingsprodukterne blive drevne op gennem det friske Affald og fortørre det. Derpaa passerer de et Støvkammer og kommer saa ud i et Forbrændingskammer, der er fælles for flere Ovne. Da det har vist sig vanskeligt ved et centralt Blæseanlæg at give hver Ovn lige megen Luft, har man anbragt en Kapselblæser for hver Ovncelle. Da der fuldstændig mangler Jerndeile, bliver Vedligeholdelsen forholdsvis let, kun ødelægges

Murværket ved Overgangen fra Slaggehalsen til Skaktrummet let af de høje Temperaturdifferenser, idet der bliver 12—1400° i Ovn, og ved Beskadigelse af Brækstængerne under Slagningen. Som Regel vil der kunne brændes 18 ts Affald i en saadan Ovn i Døgnet.

I en anden tysk Ovn, konstrueret af *Herbertz*, ligner Forbrændingscellen en Del de engelske Ovnes; men i Stedet for en Rist findes en hel, gennemhullet Plade, hvorigennem Blæseluften presses. Trykket er her omkring 400 mm, endnu større end i Dørrs Ovn. Ovncellen er temmelig lille,

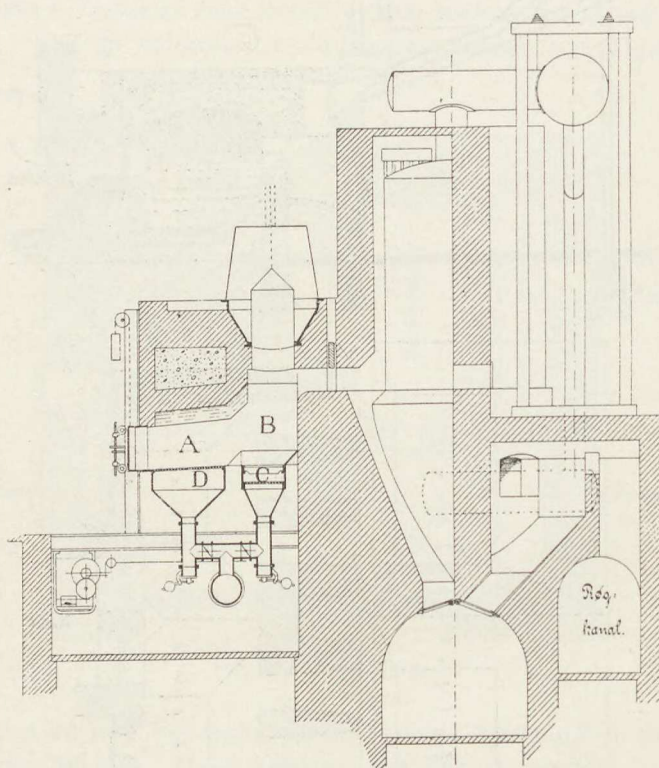
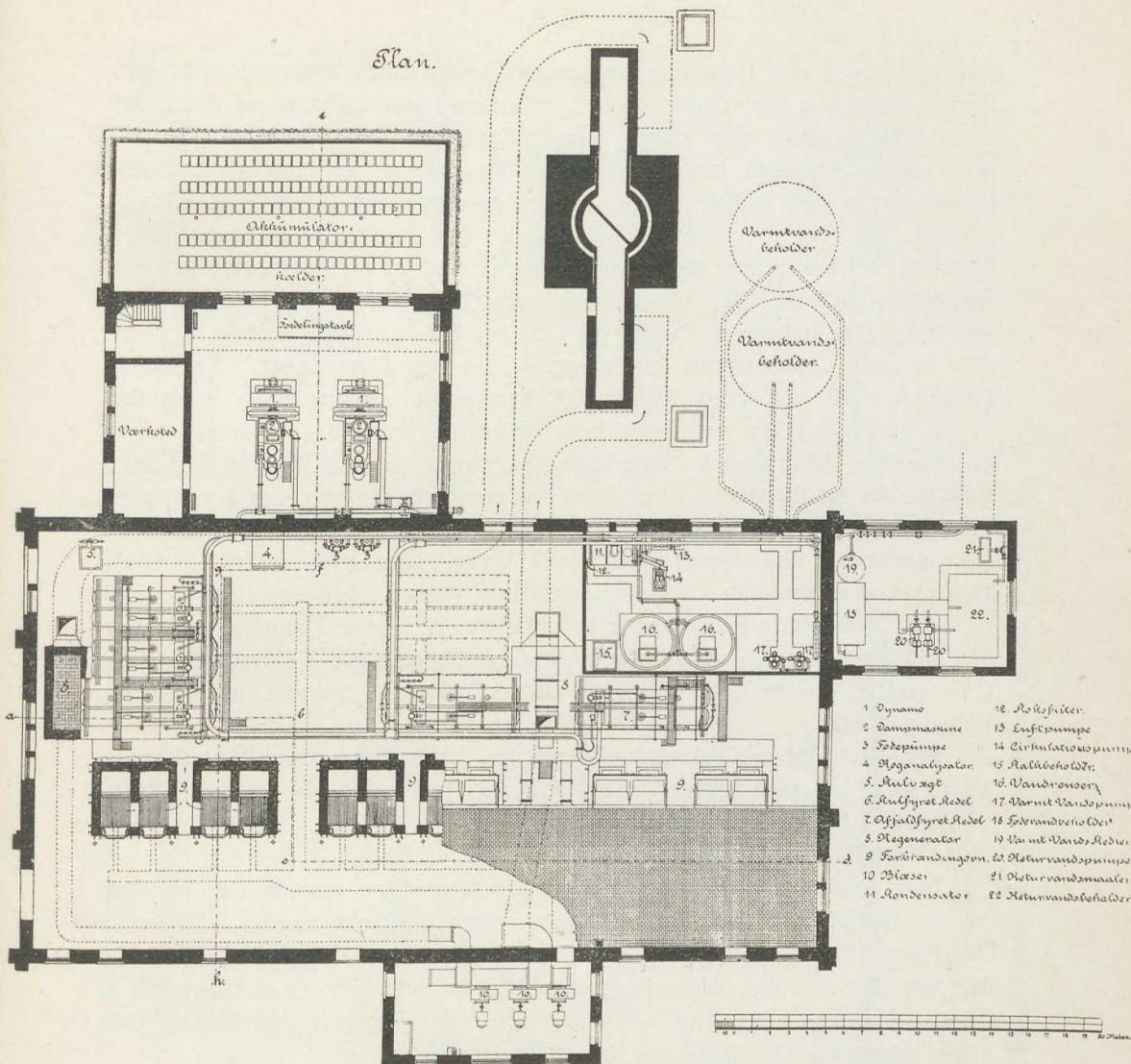


Fig. 87. Humboldts Ovn.

for at Udslagningen ikke skal tage for lang Tid, da der under den trænger Luft ind i Ovn. I nogle Tilfælde har man anbragt et Omløb, saa at Forbrændingsprodukterne kan naa Skorstenen uden at passere Kedlen; men dette har ikke vist sig heldigt, da Spjældet lider meget ved den høje Temperatur.

Endelig skal omtales en ny Ovn, der er bygget af *Maschinenbau-Anstalt Humboldt* i Kalk ved Cøln, for hvilken Principerne er en høj Forbrændingstemperatur, helst over 1000°, Tilførsel af meget varm sekundær Luft og god Blanding af denne med den dannede Kulilte i Ovn, samt Udelukkelse af Muligheden for kold Lufts Indtrængen i Ovn. Dette støtter sig til den Iagttagelse, at Kulsyreudviklingen formindskes stærkt ved stigende Temperatur, og der vil da bortstrømme Kulilte, hvis denne ikke

Plan.



Snit a-b-c-d.

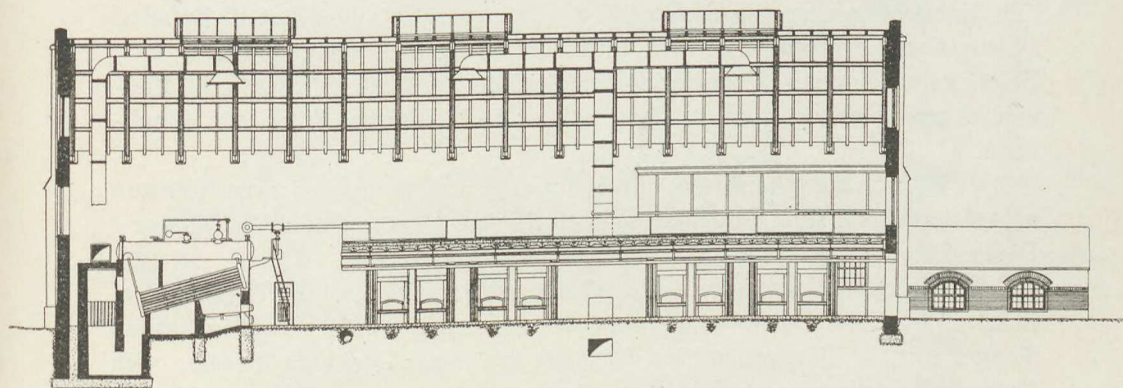


Fig. 88. Frederiksberg Kommunes Forbrændingsanstalt.

bringes i Brand ved Tilledning af varm, sekundær Luft. Tilførslen af primær Forbrændingsluft skal derfor tiltage, eftersom Forbrændingen af det friske Affald skrider frem, men aftage, naar Slaggedannelsen begynder. Den tilførte sekundære Luft maa være varm for ikke at sætte Forbrændingstemperaturen ned, hvilket baade vilde influere paa den producerede Dampmængde og give mere løs Aske i Stedet for en stærkt brændt Slagge. I denne Ovn forvarmes den sekundære Luft ved at presse den op gennem Slaggerne, idet de efter Brændingens Afslutning trækkes frem i et Forkammer. Der indblæses 2—300 m³ Luft pr. 100 kg Affald med et Tryk af 300—350 mm, en lignende Luftmængde som ved Dørrs Ovn. Kedlen er rykket saa tæt til Ovnen som muligt, hvorfor der er givet den en saadan Form, at Flyveasken vanskelig kan aflejre sig paa Kedelfladerne, nemlig en staaende Ildrørskedel. Indfyldningsaabningen er paa Figuren vist med en Cylinder og Støvhætte over, hvorved man dels hindrer Støv i at trænge ud i Lokalet og dels falsk Luft i at trænge ind i Ovnen, en Konstruktion som anvendes ved mange nybyggede Ovne. Det frisk indfyldte Affald tændes ved Ulstraaling fra de hvidglødende Vægge i den egentlige Celle B og ved de glødende Slaggekager i Forkamret A. Naar Temperaturen efter 10—15 Minutters Forløb er steget til 6—800°, dæmpes Tilførslen af frisk Luft, og der tilledes sekundær Luft under Forkamret gennem den gennemhullede Rist D.

Som Maal for den indvundne Varme fra Ovnen bruger man *Fordampningstallet* som angiver, hvormange kg Damp, der udvikles ved Brændingen af 1 kg Affald. I England ligger dette Tal i Reglen mellem 1 og 1,5; paa Frederiksberg er det omtrent 0,8.

Som Regel vil man bygge Forbrændingsanstalten saaledes, at Vognene ad en Rampe kan køre op og aflæsse deres Indhold paa et Platform i Nærheden af Indfyldningsaabningerne. Det gælder da om, at det ikke her udsættes for saa megen Varme, at det begynder at give Anledning til Stank, der ikke alene kan være generende for Betjeningspersonalet, men muligvis ogsaa kan mærkes i det omliggende Kvarter.

Slaggerne slukkes ved Paasprøjtning af Vand eller ved at bringe dem under en kraftig Douche i et Køletaarn, hvorpaa de knuses og sorteres i en Sigtetromle eller paa en Rysterist. De egner sig udmærket til Bundlag i Gangstier, Legepladser o. l. til Indskudsfyld og til Betonstøbning, f. Eks. Bygningsfundamenter, Underlag for asfalterede Kørebaner, Fliser o. l. Endvidere anvendes de som Fyldemateriale til biologiske Filtre for Kloakvand.

Flyveasken kan ogsaa anvendes som Tilsætning ved Fremstillingen af Asfaltmastiks, som Fyldemateriale til ildfaste Døre og dobbelte Vægge i Pengeskabe.

Endelig skal angaaende dette Affald nævnes, at det ved Tilsætning af indtil 50 % Kul i Støvform er lykkedes at brænde Affaldet ved en saadan Temperatur, at Slaggerne blev flydende og kunde støbes i Forme; men Forsøgene viste, at det vilde være for kostbart at anvende denne Metode i Praksis, selv om den hygiejnisk set maatte kaldes ganske ideal.

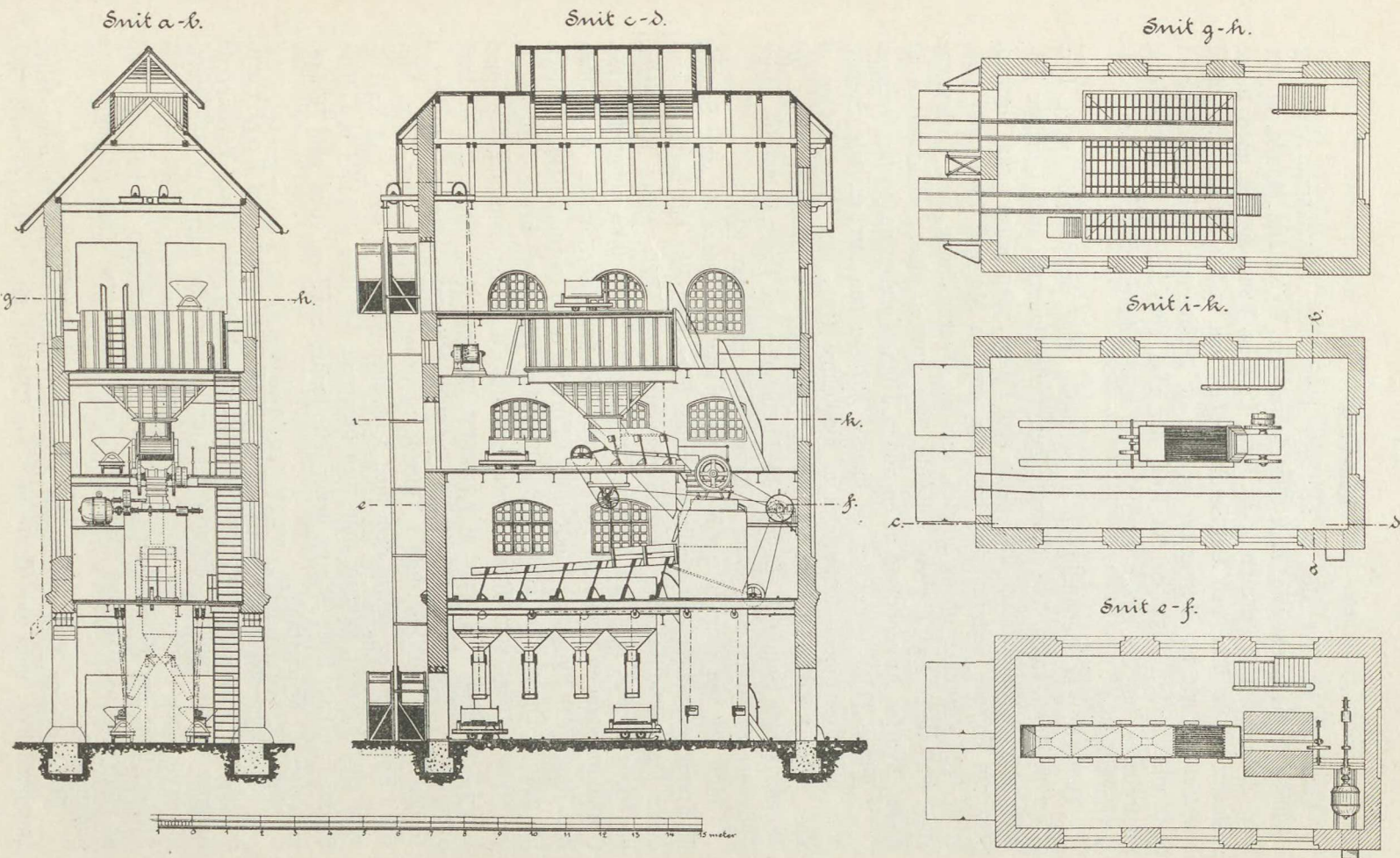


Fig. 89. Slagge-Knuseværk. Frederiksberg Kommunes Forbrændingsanstalt.

Kadavere.

Kadavere af Dyr, der er selvdøde eller efter Slagtningen viser sig utjenlige til Menneskeføde, maa tilintetgøres paa en saadan Maade, at der ikke opstaar nogen Forurening af Jord, Luft og Vand derved, men tillige saaledes, at de ikke ved Uagtsomhed eller paa anden Maade kan blive benyttet til Føde for Mennesker og Dyr og derigennem give Anledning til Sygdomstilfælde. Ligesom det Kød, der skal benyttes til Menneskeføde, kontrolleres, bør der ogsaa føres Kontrol med Tilintetgørelsen af det sundhedsfarlige Kød.

Tidligere var Behandlingen af selvdøde eller nedslagtede, syge Dyr et privat Haandværk, hvis Udøvere benyttede Huderne; men i mange Tilfælde solgtes Kødet ogsaa ikke alene som Pølser, men ogsaa i raa Tilstand. Selv om Dyrene nedgravedes, har man dog en Mængde Eksempler paa, at de igen gravedes op og solgtes, selv en Overhældning med Karbolsyre eller Kalkmælk har i visse Tilfælde ikke kunnet hindre Benyttelsen af Kødet, hvorfor Anvendelsen af en anden Tilintetgørelsesmaade bør vælges.

I ældre Tider henlagdes de flaaede Kroppe paa særlige, øde Steder, hvor de efterhaanden fortæredes af forskellige Dyr; men Anvendelsen af slige store Aadselpladser rummer naturligvis en Mængde Farer for det nærboende Samfund. Endnu i 1859 henlagdes ved Paris 10 000 Stk. store Kadavere og 30 000 Stk. smaa Kadavere paa en saadan Plads.

Man gik saa over til en Nedgravning paa passende, øde Steder, en Fremgangsmaade, der stadig anvendes, hvor man ikke har indrettet specielle Destruktionsanlæg. Nedgravningspladserne skal vælges paa tørre, ubeboede Steder, langt fra Veje og Huse, og hvor der ikke kommer Kvæg. Grundvandstanden maa ikke være foranderlig paa disse Steder, og de maa ikke ligge i den hyppigste Vindretning i Forhold til de nærmeste Bebyggelser. De enkelte Grave skal adskilles fra hinanden ved 0,5 m brede Jordvægge, og Dybden skal som Regel være saaledes, at Kadaverne dækkes med 1,0—1,5 m Jord, i Tilfælde af Kvægpest bør man dog fordre 2,0 m Jord over Dyret. Da enkelte Smittekim, navnlig Miltbrandbakterier kan leve i Jorden i lang Tid, bør man i Tilfælde af denne Sygdom gøre dybe Indsnit i Kadaverne og bestrø dem med Kalk eller overhelde dem med Karbolsyre eller Kreosot, ligesom man maa passe, at der ikke græsses paa disse Steder i en halv Snes Aar og heller ikke hentes Sand og Grus som Byggemateriale til Kvægstalde.

En bedre Tilintetgørelse end ved Nedgravning opnaas ved Forbrænding, men denne bør være fuldstændig, saa at der kun bliver kalzinerede Knogler tilbage, hvilket imidlertid ikke er let at opnaa uden ved Benyttelse af permanente Ovne. Da disse af økonomiske Grunde kun kan findes paa Steder, hvor der til Stadighed vil være større Mængder af kasseret Kød at tilintetgøre, f. Eks. paa Slagtehuse, maa man ordne Forbrændingen paa anden Maade.

Hvor der er Tale om mindre Mængder, kan man benytte almindelige Dampkedelfyr; men hvis Fyringen i saa Tilfælde ikke foretages med Om-

tanke, vil det let give Anledning til generende Røgplage, og Nytttevirkningen af Fyrstedet lider let, idet Forbrændingen kun kan blive fuldstændig med et stort Overskud af Luft, saa at man muligvis efter hver Indkastning af Kød i nogen Tid maa holde Fyrdøren aaben. I Husholdninger, hvor der benyttes Ildsteder til Madlavning, forbrændes ofte en Del Affald og herimellem ogsaa Kødaffald paa Ildstedet.

Hvor der ikke findes permanente Ovne til Forbrænding kan man enten foretage en saadan paa et Baal eller i en Grube. Det første er det letteste, naar man har et dertil egnet Brændmateriale; men Metoden er urationel og usikker, hvorfor den kun bør anvendes i Nødstilfælde. I den russisk-japanske Krig anvendte Japanerne meget denne Metode, og i 1871 blev der efter Slaget ved Sedan brændt en Mængde Hestekadavere og ogsaa en Del Lig, efter at de var overhellet med Tjære og Petroleum. Ved at foretage Forbrændingen i en Grube undgaas Faren for, at inficeret Blod og lignende kan sprøjte rundt, og der kan foretages en Obduktion paa selve Stedet, hvor Forbrændingen skal foregaa. I Finland har man foretaget Forbrændingen i en Art Mile. Man har konstrueret transportable Ovne, der i det ydre ligner Lokomobiler, og som har et Forbrændingskammer, der er udført med ildfaste Sten. I en saadan Ovn har man med Anvendelsen af 240 kg Fyrrebrænde fuldstændig opbrændt en Hest paa 552 kg med Hud, Sko, Hale, Manke osv. Man indskrænker derved Transporten af det inficerede Dyrekadaver til det mindst mulige, hvilket selvfølgelig spiller stor Rolle under Optrædelsen af større Epidemier.

Faststaaende Ovne findes i flere Konstruktioner. *Kori* har konstrueret en, hvor Kadaveret lægges paa en skraa gennemhullet Herd. De Forbrændingsprodukter, der passerer op gennem Hullerne skal tilvejebringe en Fortørring af Kadaveret. Ved et sekundært Fyr naar man at halvforbrændte Luftarter forbrændes helt, inden de gaar ind i Skorstenen. Til Brænding af en Ovnfyldning, der er omtrent 600 kg Kød, medgaar 225 kg Stenkul.

En noget anden Konstruktion af Dyr læge *Feist* er brugt en Del til Forebyggelse af Miltbrand i de øvre Rhinegne; men hans Ovntype er nærmest beregnet paa store, hele Dyr, hvorimod *Koris* Ovn findes i forskellige Størrelser passende til Slagtehusaffald og lignende.

For at naa en sikrere Tilintetgørelse af Smittekimene end ved Forbrænding, hvor man ikke er i Besiddelse af Ovne, har man forsøgt Behandling med stærke Mineralsyrer. Man har saaledes anvendt koncentreret Svovlsyre, og i 24 Timer ophedet Affald fra Slagterier med denne Syre, til der fremkom en ensformig Grød, hvortil der blev sat Benmel for at uskadeliggøre den overskydende Svovlsyremængde. I tør Tilstand bragtes det fremstillede Produkt i Handelen som Gødning og indeholdt indtil 4 % Kvælstof og 16 % Fosforsyre. Metoden er bleven delvis forandret, idet man f. Eks. har foretaget Behandlingen med Svovlsyre uden Ophedning. Den er hygiejnisk tilfredsstillende; men Benyttelsen af de store Mængder Syre er dels dyr og rummer dels Muligheder for Ulykkestilfælde.

Et Forslag om at uddrage Fedtstofferne ved Benzin har vist sig uøkonomisk og rummer en stor Fare for mulige Eksplosioner. Ligeledes har et Forslag om tør Destillation af Kadaverne vist sig uøkonomisk. I et særligt Apparat brændtes Kadaverne først til Kul, hvorpaa disse smeltedes sammen med Potaske (K_2CO_3) og Jernfilspaaner til Jerncyankalium ($4 KCy, Fe Cy + 3 H_2O$) og Svovlkalium (K_2S).

Baade i Krigen 1870—71 og den russisk-japanske Krig har Tyskerne og Japaneserne uskadeliggjort en Mængde Hestekadavere ved Anvendelsen af ulæsket Kalk.

Hvor der finder en Nedgravning Sted, bør der tillige udføres en Desinfektion af Kadaverne, idet disse behandles med Kalk, Svovlsyre, Karbol, Kresol eller lignende.

Ved Anvendelsen af de nævnte kemiske Behandlingsmaader er Udbyttet af anvendelige Produkter meget ringe; men det kan blive meget større ved at behandle Kadaverne og Slagtehusaffaldet i særlige Destruktionsanstalter, der er forsynet med Apparater til Oparbejdning af disse Stoffer, idet der benyttes en Kogning under Tryk. Udviklingen af denne Fremgangsmaade skriver sig direkte fra Anvendelsen af aabne Kedler til at afsmelte en Del af Fedtet, inden Nedgravningen fandt Sted. Dernæst gik man over til en Kogning under Tryk for bedre at faa alt Fedtet med. Ved en saadan Kogning uddrages Fedtet, og der fremstilles en Mængde Limsuppe; de faste Stoffer, der bliver tilbage, giver efter Indtørring Dyremel. Alle benyttede Apparater er byggede over dette Princip og adskiller sig kun ved særlige maskintekniske Enkeltheder. Fedtet og Limsuppen skilles let fra hinanden paa Grund af deres forskellige Vægtfylde. Fedtet sælges i urensset Tilstand, da det let kan finde Anvendelse i forskellige Industrier, hvorimod Suppen kan være generende nok.

Dyremelet indeholder indtil 60 % raa Protein og indtil 20 % Fedt. Det er meget anvendeligt som Foder, og den Frygt, der har været, for at det skulde indeholde Ptomainer og Toksiner, har vist sig ugrundet. Det kan ogsaa anvendes som Gødning; men Fedtet besværliggør ganske vist dets Omsætning i Jorden, og det betales i saa Tilfælde kun halvt saa dyrt, som naar det anvendes til Foder.

Lim fremstilles ikke alle Steder af Limsuppen, da det kan være vanskeligt at faa den afsat. Den egner sig nemlig ikke til Snedkerlim, og i Tekstilindustrien haves mere egnede Stivelsepræparater, hvorimod man paa Steder, hvor der bygges meget, kan anvende den til Fremstilling af Rabitzvægge og lignende. En Indtørring af Limsuppen sammen med Dyremelet har vist sig meget heldig.

Ved Kogningen af Raamaterialet og Inddampning af Mel og Limsuppe udvikles en Del Damp og Luftarter, som delvis kan kondenseres i Indsprøjtungs- og Overfladekonsatorer, medens Resten maa ledes ind i Kedelfyret. Foruden dette Kondensationsvand, opstaar der i Destruktionsanstalterne en Mængde andet urent Afløbsvand, som kan være generende nok, naar det ikke kan ledes i Kloakledninger med tilstrækkelig stor Vandføring.

I saa Tilfælde maa der anlægges et særligt Renseanlæg, som maaske bedst kan bestaa i et Overrislingsanlæg, som det findes ved Berlins nye Anstalt i Rüdnitz.

Transporten af Kadaverne og Slagteriaffaldet til Destruktionsanstalterne bør foregaa paa en saadan Maade, at der ikke kan ske nogen Infektion fra dem, hvorfor man benytter særlig konstruerede Vogne, som er saa tætte, at intet, hverken fast eller flydende, kan spildes under Vejs.

Paa selve Destruktionsanstalten maa der sørges for, at Raamaterialet og det færdige Produkt holdes ganske adskilt, idet Anstalten, ligesom en Desinfektionsanstalt, er delt i en uren og en ren Side.

I mange Tilfælde bygges Destruktionsanstalterne direkte i Forbindelse med Slagtehusene; men saa bør der kun føres selve Slagtehusenes Affald til dem. Hvis de tillige skal benyttes til Destruktion af alle andre Kadavere fra Byen og konfiskerede Varer fra Torvehaller og lignende, bør Anstalterne bygges for sig, saa at ikke alt dette skal bringes til Slagtehusene for at tilintetgøres.

Lig.

Da Ligene ret hurtigt gaar i Forraadnelse, maa man paa en eller anden Maade skaffe dem af Vejen eller tilintetgjort, idet man selvfølgelig maa benytte de samme Midler, som anvendes ved dyriske Kadavere, men under Udvisning af tilbørlig Sømmelighed. Hvis vedkommende Menneske er død af en Infektionssygdom, er Faren for Smitteoverførelse til Stede; men da de pathogene Kim ikke af sig selv forlader Liget, maa der finde en direkte eller indirekte Berøring Sted, eller der skal trænge kimholdige Vædske ud af Liget. I dette Tilfælde bør Liget derfor snarest bringes bort, og en Desinfektion finde Sted. Selv den mindste Landsby burde have sit Ligkapel for et saadant Tilfældes Skyld. Ligrummene maa ventileres godt og saa vidt mulig holdes fri for Insekter, de maa være lette at rense og holdes kølige.

Ligene i Jorden opløses som Følge af nogle anaërobe Bakteriers Virken. I Begyndelsen finder en stærk Luftudvikling Sted, hvorefter over 90 % er Brint. Senere afløses Reduktionsprocesserne af en Iltning, og der dannes Kulsyre, idet aërobe Bakterier begynder at medvirke, naar Huden sprænges.

Opløsningsprocessernes Hurtighed afhænger af Temperaturen, Lufttilførslen og Fugtighedsgraden. Jo højere Temperaturen er, jo hurtigere foregaar Opløsningen, og ved Tilførsel af frisk Luft fremmes de aërobe Bakteriers Vækst, samtidig med at den dannede Kulsyre fjernes, idet denne hemmer dem. En ringe Fugtighedsgrad fremmer Opløsningsprocesserne, hvorimod Lig, der ligger i Vand, opløses langsommere, men gaar desto hurtigere i Opløsning, naar de tages op deraf.

I løs sandet og kalkholdig Jord opløses Bløddere af et Barnelig paa 4—5 Aar og af en Voksen paa 7—9 Aar; medens der kan medgaa indtil 30 Aar i lerholdig Jord; Knoglerne kan holde sig i Aarhundreder. Tiden for Nybelægning af en Kirkegaard kan derfor ikke bestemt angives, men maa i hvert Tilfælde findes ved Opgravning.

Hvor Ligene er udsat for stor Tørhed, eller stadig Kulde, kan der indtræde en Mumifikation, og hvor Ligene ligger i rindende Vand eller fugtig Jord, der ikke lader Luften passere, kan der dannes Ligvoks, idet der af Fedtet og Kødet dannes Kalksæber, frie Fedtsyrer og disses Ammoniakforbindelser.

Kirkegaarde kan give Anledning til Farer ved Forurening af Jordbunden, Luften og Vandet. Ved Undersøgelser har det imidlertid vist sig, at Sygdomsskimene holder sig forholdsvis kort Tid levedygtige i Ligene. Tyfusbaciller holder sig i 3 Maaneder, Kolera- og Pestbaciller kun 1 Maaned og Tuberkelbaciller omtrent 4 Maaneder (nogle mener dog 2 Aar); men Muligheden for, at Kimene naar fra Gravene op til Jordoverfladen, er meget ringe. I hvert Tilfælde har man ingen sikre Efterretninger om Smitte stammende fra Kirkegaarde.

I murede Grave kan der samle sig Kulsyre og Svovlbrinte, hvorfor de bør udluftes, inden man gaar derned, hvis de har været lukkede i lang Tid. Paa Kirkegaarde absorberes de udviklede Luftarter af Jorden over Kisten, hvis den da ikke bestaar af groft Grus, hvorfor der i saa Tilfælde bør lægges et Lag af mindre gennemtrængelig Jord over Graven. Over Massegrave bør der opkastes en Gravhøj og saas Græs.

Ved Undersøgelse af Jorden under Kisterne har det vist sig, at 0,5 m under disse er Kimantallet ikke større end andre Steder i Jorden, og den eneste Mulighed for en Overføring af Smittekim til Grundvandet er den, at dette til Tider stiger op over Gravene og da hurtigt løber hen i nærliggende Brønde, thi ved en længere Passage gennem Jorden, vil Kimene snart blive holdt tilbage i denne. Opløselige Giftstoffer produceres kun i forholdsvis ringe Mængde og omdannes hurtig igen. Erfaringer viser ogsaa, at Brønde paa Kirkegaarde plejer at have godt Vand.

Faren ved Kirkegaarde er derfor ikke stor, og naar man betænker, at for 1000 Mennesker dør der aarlig højst 24 med 312 kg organisk Stof, medens 1000 Mennesker om Aaret leverer 28 350 kg organiske Affaldsstoffer, saa at Ligene kun udgør lidt over 1 % af alle de frembragte forraadnelige Stoffer.

Kirkegaarde bør ikke anlægges umiddelbart op ad tæt bebyggede Stadsdele, og der maa ikke findes Brønde i Nærheden i den Retning, hvori Grundvandsbevægelsen sker. Pladsen bør være solbeskinnet, da Plantevæksten bevirker en hurtigere Opløsning af Ligene. Hvad Størrelsen angaar, da maa der regnes et Areal af 4,5 m² pr. Grav incl. det nødvendige Areal for Veje, Gangstier, Kapeller etc., og Tiden for en Nybelægning maa sættes til ca. 20 Aar, nemlig det dobbelte af den Tid, der medgaar til et Ligs Opløsning. Gravdybden fra Terrainet til Kistens Overkant skal være 0,9—1,2 m efter Jordbundens Beskaffenhed. Jorden maa ikke være leret, og Terrainet skal være tørt, idet Grundvandspejlet altid skal staa under Bunden af Gravene. Hvis dette ikke er Tilfældet i Forvejen, maa der finde en Sænkning af Grundvandet Sted ved Dræning, hvilket er at foretrække for en kunstig Hævning af Terrainet. Mellem Gravene bør der være en Afstand af 0,3 m, idet man dog ved fedt Ler og kalkholdig Jord kan gaa ned til den halve Afstand, men af forskellige Grunde, idet der i det første Tilfælde ikke sker nogen Optagelse af Omdannelsesstofferne i Jorden, medens Omdannelsen i det andet Tilfælde foregaar hurtigere. Vegetationen paa en Kirkegaard bør ikke i for høj Grad borttage Sollyset, hvorfor skyggegivende

Træer kun burde anvendes langs Hovedvejene. Den bedste Beplantning er en saadan, hvor Løvet ikke falder af og dækker Jorden, hvilket jo ikke er Tilfældet med Pinus- og Juniperusartræ eller med Buksbom.

Ligbrænding i særlig konstruerede Ovne skriver sig fra Italien, hvor Tanken herom blev fremsat paa en international Lægekongres i 1869, og hvor den første Ovn byggedes i 1875 i Milano, konstrueret af *Gorini*. Nu findes Krematorier over hele Verden, selv om Benyttelsen af dem langt fra alle Steder er særlig stærk. De Fordringer, der maa stilles til en Ligbrændingsovn er først, at Liget hurtigt kan bringes ind i Ovnen uden Gener som Følge af den høje Temperatur. Dernæst maa Forbrændingen af Liget foregaa hurtigt, fuldstændigt og med det mindst mulige Forbrug af Brændsel, og endelig maa al Asken let kunne samles efter Brændingen.

Den hurtige, fuldstændige og billige Forbrænding af Liget vanskeliggøres noget af den Luftmængde, der findes mellem Liget og Kisten, idet den kræver en stor Mængde Forbrændingsluft til sin Opvarmning, hvorfor man ved forskellige italienske og amerikanske Ovne har indført en Brænding af Ligene uden Kiste. Af Pietetshensyn vil man dog som Regel foretrække Benyttelsen af en Kiste; men der maa da regnes med et stort Overskud af Varme. For at Liget ikke, inden selve Forbrændingen foregaa, skal tørres og forkulles, hvilket hindrer Forbrændingen af de vanskeligst brændbare Dele, saa som Lunge, Hjerte og Lever, maa Ovnen have en Temperatur af 800—1000° C., ved hvilken Temperatur Liget brænder i 1—3 Timer. Ved en højere Temperatur vilde de ydre Bløddeler brænde meget hurtigt; men Knoglerne vilde ikke brænde ud og blive sorte og haarde i Stedet for at brænde til hvid Aske.

Ovnene kan efter Forbrændingsmaaden deles i Ovne med Forbrænding ved Forbrændingsprodukter, der slaar hen over Liget, Ovne med Forbrænding ved en Blanding af Forbrændingsprodukter og atmosfærisk Luft og Ovne med Forbrænding ved ren atmosfærisk Luft; og efter den Maade, hvorpaa Liget føres ind i Ovnen, kan de deles i Ovne, hvor Liget med eller uden Kiste føres ind i Ovnen paa en Vogn, som bliver i Ovnen under Forbrændingen og tjener til at optage Asken, Ovne, hvor Liget som Regel uden Kiste henlægges paa en Metalplade, der er forsynet med Rist, og Asken samles paa et Underlag, og Ovne, hvor Kisten med Liget stilles paa en Chamotterist, og Asken samles i en Urne.

De bedste Ovne er de, hvor Liget brænder i en Kiste, hvor Forbrændingen foregaaer med ren atmosfærisk Luft, og hvor Asken samles i en Urne, uden at man behøver at berøre den. Den atmosfæriske Luft opvarmes til den fornødne høje Temperatur af 800—1000° C. ved at passere Rum, der først er ophedede med Generatorgas. Som Brændselmateriale benyttes mest Kokes, selv om man ved Brugen af andre Brændselmaterialer kunde faa en større Varmeudvikling, fordi Kokes brænder renligst uden at forurene Varmekamrene eller selve Ligbrændingsrummet.

I Japan benyttes Trægas, hvilket ligeledes anvendtes i Veninis Ovn, som fandtes i det nu nedlagte Krematorium paa Frederiksberg. I Amerika

benyttes mange Slags Brændselsmaterialer, bl. a. Brunkul, Stenkul, Anthracit, Kokes, Træ, Kuliltegas, Naturgas og Petroleum. Ved Anvendelsen af Petroleum findes flere Stikflammer, som slaar hen over en Retort, hvori Liget lægges uden Kiste; Anlægget kræver baade en Pumpe og en Blæser, hvorfor der tillige maa være en Kraftmaskine, det bliver saaledes et ret kompliceret Anlæg.

De to Ovnsystemer, der anvendes mest i Europa, er et svensk, konstrueret af Oberst *Klingenstierna* og et tysk, konstrueret af *Richard Schneider*.

Ved den oprindelige Konstruktion af *Klingenstierna* Ovn, forblev en Jernvogn inde i Ovnen under hele Forbrændingen; men herved led den ikke alene meget; men den kunde først bruges igen, naar den senere

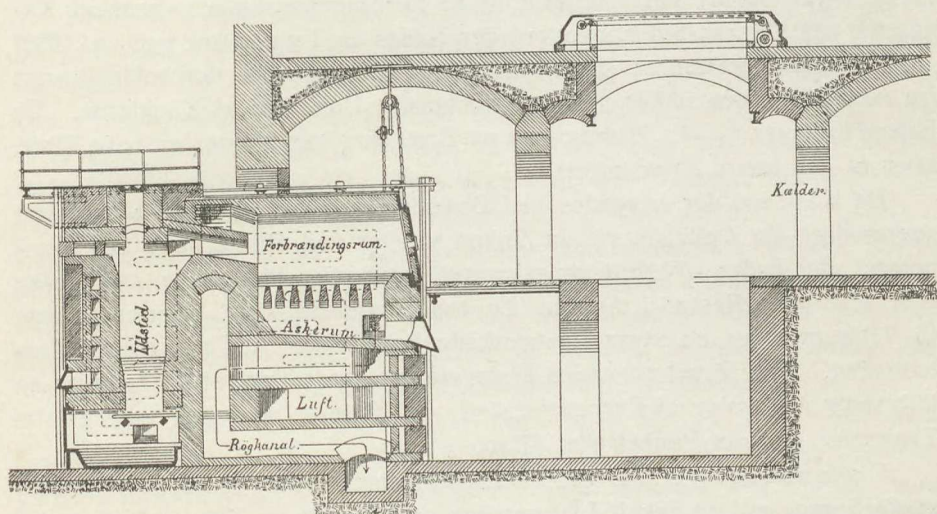


Fig. 90. Schneiders Ligbrændingsovn.

var afkølet. Opvarmningen sker med Generatorgas, Forbrændingsprodukterne fra selve Forbrændingskamret passerer et sekundært Fyr for at sikre en fuldstændig Forbrænding af dem, hvorpaa de tjener til Ophedning af et System af Jernrør, hvorigennem Luften til Forbrænding af Generatorgassen ledes, saa at den forvarmes til ca. 400°C . Ved de nyere Udførelser staar Kisten under Forbrændingen paa en Chamotterist og Asken samles paa en Bakke. Ophedningen af Ovnen tager omtrent 2 Timer, hvorpaa Kisten føres ind; til selve Ligbrændingen medgaar ogsaa 2 Timer; men saa kan den næste Brænding ske straks efter.

Schneiders Ovn har ligesom *Klingenstiernas Ovn* en Gasgenerator, et Forbrændingskammer, hvori Kisten sættes ind, og et Samlerum for Asken. Generatoren er foroven forsynet med en Indfyringsaabning og forneden findes en horizontal Rist og under den en Vandbakke. Kanaler, der leder forvarmet Luft til, udmunder i Askefaldet, saa at Luften kan stryge hen over Vandfladen og medtage Vanddampe. Fra Generatoren gaar Forbrændingsprodukterne ind i Forbrændingskamret, som de igen forlader gennem

en Aabning, der er anbragt over Indstrømningsaabningen, hvorpaa de passerer et System af slangeformede Kanaler, der omslutter andre Kanaler gennem hvilke den friske Luft, der tilføres Forbrændingskamret, ledes, saa at den forvarmes paa lignende Maade som ved Rørene i Klingenstiernas Ovn.

Ved Begyndelsen af Opfyringen ledes Luften direkte ind under Generatorens Rist; men efter $\frac{3}{4}$ Times Forløb, naar hele Kokesmassen i Generatoren er bleven glødende, lukkes denne Aabning, og man lader Luften først passere det Kanalsystem, der findes i Generatorens Sider, hvorved den forvarmes. I selve Forbrændingskamret fremkommer der en Flamme paa ca. 1300° C., der opheder Kamrets Vægge og Hvælving. Efter ca. $3\frac{1}{2}$ Times Forløb er Ovnen færdig til Ligets Brænding, der lukkes da for Adgangen af Luften til Generatorens Askefald, hvorved Gasudviklingen meget hurtig hører op, og der tilledes Luft til Forbrændingskamret gennem Kanalerne paa Ovnens Sider, hvorved der holdes en Temperatur paa ca. 1000° C. i Forbrændingskamret. Da Asken falder ned i et Rum, der holdes varmt fra neden, er man sikker paa en fuldstændig Udgløden af Knoglerne. En Brænding tager $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ Time og en ny Brænding kan udføres en halv Time, efter at den første er afsluttet.

De Kister, der anvendes ved Brændingen gøres naturligvis saa lette som mulig. En Zinkkiste vil, da Zinken smelter ved 410° C., ved den Temperatur, der findes i Forbrændingskamret, forvandles til Zinkilte, saa at den ikke efterlader Rester i Asken. En tynd Fyrretræskiste forbrænder paa $\frac{1}{4}$ Time, medens en svær Egetræskiste kan bruge $\frac{1}{2}$ Time til sin Forbrænding. Som Regel anvendes Kister af saa tyndt Træ, at de behøver en indvendig Afstivning af Fyrretræslister. Til Kisterne anvendes bedste lette Træsorter, saasom Poppel eller Gran.

Omkostningerne ved en Ligbrænding er ikke store, idet Brændselsforbruget ved en enkelt Ligbrænding er 350—450 kg Kokes, medens der til en efterfølgende Ligbrænding medgaar 50—150 kg, naar den følger umiddelbart efter den første. Hertil kommer Transportomkostningerne, som ofte kan blive ret store, naar der er langt til et Krematorium, og den Andel af Udgifterne ved Anlæg og Vedligeholdelse, der falder paa hver enkelt Ligbrænding. Denne Andel bliver selvfølgelig ret stor, hvor Krematoriet ikke bruges meget.

Krematorierne indeholder foruden selve Ligbrændingsovnen, en Sal til Foretagelse af den højtidelige Ceremoni. Da denne Sal og Ovnen meget ofte ikke ligger i Niveau med hinanden, maa der findes Transportmidler til at bringe Kisten fra Salen til Ovnen. Dette sker ofte ved Hjælp af en hydraulisk Elevator, som indbygges under det Sted, hvor Kisten staar under Højtideligheden.

Asken samles i Urner, som enten kan nedgraves paa en Kirkegaard, eller hvad der er det almindelige opstilles i særlige Urnehaller, Kolumbarier, der staar i Forbindelse med eller udgør en Del af Krematorierne. Desforuden bør Krematorier indeholde de fornødne Ligkapeller til Hensætning af Lig indtil Ligbrændingen skal foregaa.

Levnedsmidler.

Kvægtorve.

Kvægtorve kan dels tjene til Salg af Slagtekvæg og dels til Salg af Dyr, der skal anvendes i Landbruget som Trækdyr eller paa anden Maade. Her omtales kun de Kvægtorve, der benyttes til Handel med Slagtekvæg. Det er selvfølgelig ikke udelukket, at en Del af det tilførte Kvæg igen føres levende bort; men af Hensyn til alt, hvad der skal slagtes, er det godt, naar Kvægtorv og Slagtehus ligger tæt ved hinanden, saa at en lang Transport af Dyrene undgaas. Kvægtorve er kun absolut nødvendige i i store Byer, hvortil der med Jernbane eller Dampskib tilføres større Mængder af Dyr, medens smaa Byer, der faar deres Forsyning af Slagtekvæg fra Omegnen, hvor Slagterne selv kan se og opkøbe det, ikke behøver disse Anlæg. Man kan hjælpe sig med at benytte Staldene paa Slagtehusene og have en brolagt Plads her til Markedsplads.

Et Kvægtorvs Beliggenhed skal være tør og luftig, det maa ligge udenfor Byen og have en god Vandforsyning og Afvanding, der maa være Sporforbindelse til en Banegaard eller bekvem Forbindelse med Havn, hvis Tilførslen af Dyr sker ad denne Vej, og endelig maa Adgangen fra Byen være let og bekvem, og Arealet maa give Plads for Udvidelse i en passende Aarrække.

De Bygninger, som skal findes paa et Kvægtorv, er Salgshaller, Stalde, Børs, Restauration, Forvaltningsbygning og Gødningsgruber.

Angaaende Bygningernes Placering gælder det om, at Vejen fra Staldene til Salgspladserne ikke er for lang, og ligeledes maa Vejen fra Salgspladserne til Slagtehusene heller ikke være unødvendig lang og ikke beliggende saaledes, at Strømmene af Dyr, der trækkes til og fra Marked, krydser hinanden. Navnlig maa Vejen være kort for de Dyr, det er vanskeligst at trække med, nemlig Kalve og Svin.

Salgshallerne maa være saaledes indrettede, at det er muligt at bese og beføle de udstillede Dyr. I mange Tilfælde hjælper man sig med aabne Pladser, som til andre Tider kan finde anden Anvendelse; men af Hensyn til Kvæghandelen er det godt, naar Pladserne er forsynede med faststaaende Barrierer til Fastbinden af store Dyr og Kalve, og der kan anbringes løse Indhegninger til Faar og Svin. Af Hensyn til Dyrene og Menneskene, der skal færdes paa Salgsstedet, er Salgshaller dog langt

at foretrække for de aabne Pladser, der ikke byder Beskyttelse mod Hede og Kulde, Sne og Regn. Oftest forsynes Salgshallerne med Indretninger til at fodre og vande Dyrene, saa at de tillige kan tjene til Stalde for de Dyr, der tilføres umiddelbart inden Markederne. Til Opstaldning i længere Tid egner Hallerne sig ikke, da de er for kolde, og anbringes der Mellemvægge for at lune, gaar Overblikket i Hallerne tabt.

Hallerne maa være godt ventilerede, lyse og forsynede med rigelige Gange. Der maa være sørget rigeligt for Bortledning af Afløbsvand. Gulvbelægningen maa være vandtæt for at hindre Infektion af Undergrunden og tillade en hurtig Afledning af alt Vand, uden at det bliver staaende i Pytter, den maa heller ikke være glat, men give Dyrene godt Fodfæste. Granitbrosten sat i Cement eller med asfaltfyldte Fuger eller haardbrændte Fliser lagt i Cement egner sig godt. Støtterne for Tagkonstruktionen ordnes saaledes, at de kommer i Barrièrerne. Dyrene bindes til disse med Hovederne mod hinanden og bag dem kommer Gange med en Bredde af 1,2—1,5 m, medens Hovedgangene gennem Hallerne gøres bredere. For hvert Stykke stort Kvæg kræves en 2,6—3,0 m lang Plads og 0,9—1,2 m bred, medens der for Kalve kræves en Plads af 2,0—2,3 m lang og 0,8—1,0 m bred. Kunstig Belysning vil kun være nødvendig, hvor Hallerne skal benyttes om Aftenen. Hvor Fodringen overlades de enkelte Ejere, bør Krybberne være Enkeltkrybber; men da dette er mere omstændeligt, og det er vanskeligt at holde de forskellige Ejeres Foder adskilt, foretrakkes almindeligt Fodring ved Kvægtorvets Foranstaltning, idet der opkræves Foderpenge pr. Kreaturer pr. Dag, i hvilket Tilfælde Krybberne kan være gennemløbende.

Salgshaller til Kalve kan enten være indrettede i Lighed med Hallerne til store Dyr, men forsynede med lavere Barrièrer, eller de kan være forsynede med Folde til 4—10 Dyr, dette er det almindeligste, idet de saa kan tjene baade som Stalde og som Salgssteder, idet den vanskelige Transport af Kalvene derved undgaas. Noget lignende gælder for Faar. Svin holdes altid i Folde, da Transporten af dem er særlig vanskelig.

Staldene behøver altsaa, hvor de andre Dyr holdes i Folde, kun at indrettes til større Dyr. Da det jo let kan ske, at smitsomme Sygdomme føres med af de tilførte Dyr, er det godt at gøre Staldene smaa og lægge dem med Mellemrum, saa at en enkelt kan isoleres, naar der viser sig Tilfælde af saadanne Sygdomme. Noget lignende gælder om de Folde, hvori de mindre Dyr opstaldes. Der behøves særlige Stalde for de Dyr, der ikke bliver solgt, og da det erfaringsmæssigt viser sig, at det er hos saadanne Dyr, at der hyppigst viser sig Sygdomme, er det godt at tage særlige Forsigtighedsregler ved disse Stalde, f. Eks. beklæde Væggene i en Højde af 2,5 m med Cementpuds og gøre Gulvene vandtæt.

Børs, Restauration og Forvaltningslokaler kan samles i en Bygning. Ofte er det tillige nødvendigt at skaffe Nattelogis for det Personale, der følger med Dyrene.

Hvor Kvægtorvet ligger skilt fra Slagtehusene, kan det være nødvendigt at bygge et lille Slagtehus for syge Dyr for at undgaa den Infektionsfare, der er forbundet med Transporten af dem.

Hvor Kvægtorvet har Jernbaneforbindelse, maa der indrettes Ramper til Udladning af Dyrene af Jernbanevognene. Disse forsynes med Brolægning i Cement for at hindre en Forurening af Grunden, og der opstilles Barriærer, for at man kan holde Dyrene, der kommer fra forskellige Steder adskilt, indtil de kan underkastes Dyr lægeeftersyn, for at hindre Udbredelse af en eventuel Smitte. Disse Indhegninger maa være særlig solide, da Dyrene efter Jernbanekørslen ofte er særlig usikre. For at kunne rense Vognene bør der findes Hydranter og Afløb mellem Sporene, ligesom der brolægges langs Sporene med Sten i Cement. Det er ogsaa godt at kunne oversprøjte Dyrene om Sommeren; Svin bruger man at drive gennem et lavt Bassin med Vand. Ofte indrettes Kedelbygninger med varmt Vand eller Damp til Rensning af Vognene og Anlæg til Desinfektion af dem, hvis der har været transporteret Dyr med smitsomme Sygdomme. Mindre Dyr udlades ofte ved Hjælp af transportable Ramper.

Gødningssgruberne maa være vandtætte, og der maa sørges for en daglig Bortførsel af Gødningen, der maa kunne ske udenom Kvægtorvets Terrain for at undgaa Smitte ved Spild, hvis der er indbragt smitsomme Sygdomme til Kvægtorvet.

Slagtehuse.

Hensigten med at samle al Slagtning i en By paa et Sted i offentlige Slagtehus er først og fremmest den at kunne udøve en effektiv Kontrol med Sundheden af de Dyr, der slagtes for at tjene til Menneskeføde. En saadan Kontrol er ikke mulig, naar enhver Slagter kan slagte i sit Hjem, og bliver desto vanskeligere jo større Byen bliver. Samtidig opnaar man ogsaa, at den ubehagelige Lugt fra de mange Slagterier midt i beboede Kvarterer hører op, og den generende Driven med Dyr gennem Byens Gader hører op eller formindskes i hvert Fald meget.

I Almindelighed bygges Slagtehusene af vedkommende Kommune, og Bygningerne stilles da til Disposition for Slagterne mod Betaling af visse Afgifter. Beliggenheden bør være udenfor Byen, men med saa god Forbindelse dertil som muligt. Transporten af Slagtekvæg bør kunne foregaa uden at passere Byen, og sker Tilførslen mest med Bane, bør der være direkte Jernbaneforbindelse. Er Terrainet ikke kloakeret, bør Afløbet fra Slagtehusene kunne føres til et Vandløb nedenfor Byen, og findes der Kloaker er det ikke heldigt, hvis Afløbsvandet skal passere ned gennem Byen. Endelig maa der naturligvis tages Hensyn til den nødvendige Udvidelse i Fremtiden.

De Bygninger, der hører til et fuldstændigt Slagtehusanlæg, er først selve Slagtehallerne, der kan være adskilte for store Dyr (Øxne), mindre Dyr (Kalve og Faar), Svin og Heste, dernæst Kallunvaskeri, Gødningssgruber, Stalde, Slagtehus for syge Dyr, Maskin- og Kedelbygning, Administrations-

bygning, Kølehus, Nødtørftsanstalt, hvortil som Regel endnu kommer Talg-smelteri og Albuminfabrik samt Restauration.

Ved Anlægget af Slagtehuse skelner man mellem den tyske og den franske Byggemaade. Ved den tyske Byggemaade søger man ved at samle saa meget som muligt under et Tag at gøre Anlægget billigt, idet der spares Areal, og Bygningerne ogsaa bliver billigere, tillige undgaas at trække Dyrene langt fra Stald til Slagtehal, ligesom Transporten af Indvolde til Kallunvaskeriet forkortes meget; men dette kan selvfølgelig kun være at anbefale for ganske smaa Anlæg, ved større Slagtehuse bør man følge den franske Byggemaade, hvor hver forskellig Virksomhed faar sin isolerede Bygning og større Virksomheder igen fordelt i en Del mindre Bygninger. Naar man blot tænker paa Betydningen af at kunne isolere vedkommende Bygning i Tilfælde af en indført smitsom Sygdom, forstaas let Fordelen herved.

Slagteribygningen bestaar som Regel af en stor Slagtehalle, tidligere brugtes det i nogle Lande at dele dem i mindre Kamre, for at enhver Slagter kunde have sit ganske for sig selv; men dette vanskeliggør selvfølgelig den nødvendige Kontrol med Beskaffenheden af de slagtede Dyr, og de store Haller frembyder selvfølgelig ogsaa meget bedre Betingelser for god Renholdelse og Ventilation.

Bygningerne skal om Vinteren skærme Slagterne mod Kulden og hindre Kødet i at fryse, om Sommeren skal de beskytte mod alt for stærk Varme. Det er derfor godt, at de er forsynede med tykke, hule Mure. Et fremspringende Tag beskytter godt mod Solvarmen om Sommeren, ligesom en Beliggenhed i Nord og Syd er formaalstjenlig. Kunstig Opvarmning om Vinteren anvendes meget sjældent, men er heller ikke nødvendig.

Slagtehallerne for stort Kvæg har som Regel en Midtergang med Døre for Enderne og Søjler til Støtte for Taget mellem Gangen og Slagtepladserne paa begge Sider af denne. Til Ophejsning af de slagtede Dyrekroppe anbringes faste eller bevægelige Vinder, i de faste Vinder lader man Kroppene blive hængende, til de er afkølede, medens man ved de bevægelige Vinder bringer Kroppene hen til faste Kroge, hvor de hænges op. Der maa derfor anbringes et større Antal faste Vinder, end man behøver af bevægelige Vinder. Vinderne bærer en Jernstang med to Kroge i en Afstand af 1,0 m; ved de bevægelige Vinder kan denne Jernstang løftes af og med Dyrekroppen hænges over paa en fast Krog. Ved nyere Anlæg anbringes Hængebaner, paa hvilke Kroppene hængende i Jernstængerne kan transporteres over i Kølehusene.

Størrelsen af Slagtehallerne maa rette sig efter det største Antal Dyr, der bliver slagtet paa en enkelt Dag, samt efter Fremgangsmaaden ved Slagtningen, idet et stort Dyr om Sommeren bruger 24 Timer til Afkøling og om Vinteren ved Frost 6—8 Timer; Slagtningen selv tager 2—3 Timer. Hvis der findes faste Vinduer, bliver Kroppen hængende til Afkøling, medens Kroppene, hvis der findes bevægelige Vinder, kan hænges tæt sammen, eller maaske føres til Forkølerummet i et Kølehus. Ved faste Vinder kan man

derfor kun om Dagen regne 1 Slagtning pr. Vinde, og denne optager 4—6 m² Gulvflade; ved bevægelige Vinder kan man regne 4 Slagtninger daglig pr. Vinde og altsaa 1,0—1,5 m² Gulvflade pr. Slagtning. Hertil kommer 2,5 m² Gulvflade til Ophængning af hver Krop, hvis de skal blive hængende i Slagtehallen. Midtergangen gives som Regel en Bredde af 2,5—4,0 m.

Ved mindre Anlæg behøver man ikke at have særlige Slagtehallen for smaa Kreaturer; men dette er en Fordel, fordi man da bedre kan indrette Hallens Udstyr med Kroge efter Dyrenes Størrelse. Nogle Steder har man ogsaa valgt at lade Slagtningen af mindre Dyr og Svin foregaa i de samme Rum; men dette bør kun finde Sted, naar Skoldningen af Svinene kan foregaa i et særligt Lokale, da ellers de varme Dampe hindrer Afkølingen af de slagtede Dyr og kan bevirke, at de fordærves. Da Vægten af de mindre Dyr ikke er stor (for Kalve i Gennemsnit 50 kg og for Lam 30 kg), behøver man ikke at have særlige Ophejsningsindretninger. Krogene til Ophængning af de slagtede Dyr anbringes 1,8—2,2 m over Gulvet og i en Afstand af 0,5 m, for at ophængte Dyr ikke skal berøre hinanden med Ryggen. Til Slagtningen behøves 3—4 m², Slagtningen varer 25—30 Minutter, og en ophængt Kalvekrop fylder 0,9 m paa Stangen med Krogene og en Lammekrop 0,7 m.

En Slagtehalle for Svin bestaar af to forskellige Rum, nemlig Slagterummet, hvor Slagtningen og Skoldningen foregaar, og Rummet, hvori de slagtede Dyr ophænges til Afkøling, da dette som allerede ovenfor nævnt ikke kan ske i det samme Rum. Slagtningen foregaar som Regel ved Stikning af Dyrene eller Slagning med en Kølle indenfor en Bugt, hvorpaa det slagtede Dyr hejses op og svinges over i Skoldekarret, for at Børsterne let kan skræbes af. Dyrene ophænges paa Kroge, der er anbragt 2,0 m over Gulvet og 0,5 m fra hinanden, og en Svinekrop behøver 8—10 Timer til Afkøling. Af Hensyn til de udviklede Dampe maa Skolderummene have en ret stor Højde.

Meget ofte indretter man særlige Slagtehallen til Heste, der da udstyres paa lignende Maade som Slagtehallerne for store Dyr.

Slagtehallerne for syge Dyr maa udstyres med Indretninger, saaledes at de kan benyttes til Slagtning af alle Arter af Dyr alt efter de foreliggende Tilfælde.

Hvis der i vedkommende By findes jødiske Slagtere, maa der indrettes særlige Lokaler til Slagtning for disse, idet Slagtningen skal foregaa efter særlige Regler, og en Forveksling med Kød slagtet paa almindelig Maade ikke maa kunne finde Sted.

I Slagterilokalerne maa der sørges for en god Ventilation, f. Eks. ved Tagryttere, der kan aabnes. Vinduerne anbringes som Regel 2 m over Gulvet og maa let kunne aabnes. Væggene maa i en Højde af 2,0—2,5 m over Gulvet være beklædte med et fast, vandtæt Materiale, der ikke let beskadiges ved Slag med Værktøj, i Almindelighed anvendes Cementpuds, der er glittet med Jernbrædder, eller haardtbrændte Lerfliser. Gulvet maa have Fald, dog ikke mere end 1 : 20, hen til Nedløb og skal være haardt,

vandtæt, fugefrit og maa ikke blive glat. Bedst er større Granitplader, 50—60 cm i Kvadrat, lagte i Cement, Beton er ogsaa godt, da man saa undgaar Fugerne, der let samler Snavs, særlig ved Benyttelsen af Lerfliser. Asfalt taaler ikke varmt Vand og kan ikke benyttes i Skolderum for Svin.

Kallunvaskerierne forsynes med 0,75 m lange Trug af Støbejern eller Cement til Rensning af Kallun, Klove etc. og derimellem Borde til Behandling af dem. Rensningen af et Dyrs Kallun tager højst 1 Time, mellem de enkelte Rækker af Trug maa der være mindst 5 m til Passage med Kallunkarrerne.

Stalde indrettes mest kun for store Dyr, Kalve og Svin, medens der bygges aabne Folde for Lammene, idet hos os Slagtingen af disse mest falder i den varme Aarstid, og eventuelt kan man benytte nogle af Kalvefoldene til dem.

Ved Bestemmelsen af Størrelsen af et Slagtehus maa man kende det gennemsnitlige Antal af Slagtinger og Antallet af Slagtedage paa vedkommende Sted, idet man nogle Steder slagter daglig og andre Steder f. Eks. to Gange om Ugen. Mængden af de Dyr, der slagtes, er ret variabel, idet den i høj Grad afhænger af Klima og Befolkningens Levevis og Velhavenhed. Pr. 1000 Indbyggere kan man maaske gennemsnitlig regne, at der slagtes 120 store Dyr og 240 smaa Dyr samt 360 Svin om Aaret.

I Forbindelse med Slagterier bygges ofte Anstalter til Kogning af kun lidt inficeret Kød, der godt kan nydes, naar det er fuldstændig gennemkogt, og Destruktionsanstalter til Tilintetgørelse af kasseret Kød.

I Administrationsbygningen maa der findes de fornødne Kontorer samt Lokaler for de kontrollerende Dyrlæger, eventuelt indrettede til Trikinundersøgelse og fuldstændige Laboratorier. Ofte indrettes i Forbindelse hermed en Kontrolstation for indført, slagtet Kød.

Helst bør der paa Slagteriet indrettes en Badeanstalt for hele det der beskæftigede Personale.

Forskellige Virksomheder knytter sig meget nær til Slagterier, hvorfra de faar deres Raamaterialer, og forskellige lokale Forhold er afgørende for, om de anlægges inde paa Slagterierne som Led af disse eller udenfor som selvstændige Virksomheder.

Pakning og Saltning af Huder bestaar kun i en Udbredning af Huderne paa Gulvet og en Bestrøning af dem med denatureret Salt, hvorpaa de pakkes sammen. Denne Fabrikation er næsten lugtløs. Da Murværk angribes af Saltet, bør man dertil benytte Lokaler med Trævægge overstrøgne med Linoliefærmis.

Talgsmeltning foregaar ved Behandling af Fedtet med varmt Vand paa 45—50° C., for at ikke de ætheriske Olier, der findes i Talgen, og som har særlig Værdi ved Margarinefabrikationen, skal gaa bort ved en stærkere Ophedning. Processen udvikler ingen daarlig Lugt, hvilket derimod sker ved Behandling af Fedtet ved højspændt Damp for at udvinde

al Talgen; disse Dampe kan dog tilintetgøres ved at lede dem gennem et Ildsted.

Af Blodet fremstilles Albumin, der dels anvendes i Farverierne og dels ved Paatrykning af Tøjer. Endvidere kan Blodet anvendes til Freinstilling af Hønsfoder og lignende.

Paa et Slagtehus benyttes ret store Mængder af Vand, hvorfor man eventuelt maa anlægge et særligt Vandforsyningsanlæg, i hvilket Tilfælde man maa regne 0,3 m³ Vand pr. Slagtning.

Ved Afvandingen maa man huske, at Ledningerne her er særlig udsatte for at forstoppes, hvorfor de ligesom alle Vandlaase er anbragt saaledes, at de er lette at rense. Afløbsvandet kan eventuelt renses ved at passere et Klaringsbassin.

Kølehuse.

Kølehuse benyttes dels som Led i et Slagtehusanlæg til Opbevaring af Kødet og dels som særlige Anlæg til Opbevaring af alle letfordærlige Levnedsmidler.

Tidligere benyttede man Ishuse til Opbevaring af Kød om Sommeren; men man har nu lært, at Konserveringen af Kødet ikke alene afhænger af, at Temperaturen holdes nede, men ogsaa af, at Luften holdes ren og støvfri, og dette lader sig ikke opnaa i et Ishus, hvor Luften altid vil være mættet med Fugtighed fra den smeltende Is, hvorfor Kødet ogsaa bliver slimet og skimlet. Man anvender derfor nu den Fremgangsmaade at afkøle Luften udenfor det egentlige Kølerum og saa blæse den ind deri, hvorved man baade bliver Herre over at regulere dens Fugtighed og kan bestemme Ventilationens Størrelse.

Et Køleanlæg bestaar af 3 Dele, nemlig Kuldmaskinen, det Anlæg, hvorved Kulden overføres fra Maskinen til Kølerummets Luft, og selve Kølerummet.

En Kuldmaskine arbejder ved at overføre Varmen til noget Kondensationsvand, og man benytter i Maskinerne en flygtig Vædske, der skiftevis bringes til at fordampe ved Trykformindskelse og komprimeres, hvorpaa den ved Afkøling med Kondensationsvandet gøres draabeflydende. I Praksis benyttes mest Ammoniak (NH₃), Svovlsyrling (SO₂) og Kulsyre (CO₂). Kulsyremaskinerne arbejder med højt Tryk (40—60 Atm.), men som Følge deraf en forholdsvis ringe Diameter af Kompressoren, medens Svovlsyrlingmaskinerne har et ringe Tryk (1—4 Atm.), men til Gengæld en stor Kompressor, og Ammoniakmaskinerne ligger imellem de andre (7—10 Atm.), idet Cylinder-Volumenerne forholder sig saaledes:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 : \text{NH}_3 : \text{SO}_2 \\ 1,00 : 3,77 : 15,10 \\ 0,07 : 0,38 : 1,00 \\ 0,17 : 1,00 : 2,62. \end{aligned}$$

Det Rørsystem, hvori Vædsken fordamper, idet den tager Varmer fra Omgivelserne, kaldes Refrigeratoren, og her kan det enten, ~~hvad der imid-~~

~~lertid er sjældent og ikke godt, være selve Kølehusets Luft,~~ *mest anvendt* hvorfra Varmen tages, eller det kan være en Saltopløsning. Lader man Kølehusets Luft træde ind i Refrigeratoren, vil man i Tilfælde af en Utæthed paa Rørslangen faa de benyttede Dampe ud i Kølerummet, og hvis der benyttes Svovlsyrning eller Ammoniak vil de opbevarede Varer ødelægges.

I Modsætning til disse Kompressionsmaskiner benyttes Absorptionsmaskiner nu kun meget lidt. Ved dem absorberedes Ammoniakdampe af Vand, og efter Mætningen pumpedes Vædsken derpaa videre til en Destillationskedel, der blev hedet med Damp eller ved direkte Fyring. Ved Opvarmningen uddreves Dampen igen. De er dyre i Drift, da der skal anvendes Kølevand og Varme ikke alene til Afkøling og Fordampning af Ammoniakken, men ogsaa til Afkøling og Opvarmning af det Vand, der absorberer Ammoniakken. Endvidere er de ret komplicerede og kan derfor lettere komme i Uorden eller faa Utætheder. Paa den anden Side er de lette at passe og bruger kun ringe Kraft, samtidig med, at de leverer en Mængde destilleret Vand, der kan benyttes til Fremstilling af kunstig Is.

Ammoniak angriber Kobber og dets Legeringer, hvorfor man maa anvende Staalarmatur. Den har en stikkende Lugt og paavirker i høj Grad Øjets og Næsens Slimhinder. Svovlsyrning har ligeledes en stikkende Lugt og er kvælende, den angriber ikke Metalarmatur, som derfor kan anvendes ved disse Maskiner. Kulsyre er ligeledes indifferent overfor Metaldele; men da den er lugtløs, kan man ikke ad den Vej spore Utætheder, derimod vil det høje Tryk som Regel fremkalde en Hvislen, i modsat Tilfælde maa man prøve sig frem med Oversmøring af Sæbevand.

Hvis man lader Rørene med den fordampende Vædske ligge i selve Kølerummene, vil der let sætte sig Rim og Sne paa dem, og dette maa da med Mellemrum fjernes ved at afbryde Cirkulationen og ved Omstilling af Haner lede varmere Dampe gennem Rørene. Almindeligvis benytter man at køle Luften ved Hjælp af en Saltopløsning, der afkøles i Refrigeratoren. Man benytter hertil Chlornatrium (NaCl), Chorcaesium (CaCl_2) eller Chlormagnesium (MgCl_2), der danner mættede vandige Opløsninger ved et Indhold af henholdsvis 31, 35 og 53 % Salt, med et stigende Procentindhold af Saltene synker Opløsningens Frysepunkt, saa at den med et Indhold af 26 % Salt bliver henholdsvis $\div 18,4^\circ$, $\div 23,7^\circ$ og $\div 27,4^\circ \text{C}$. Hvis Saltopløsningerne denatureres med Soda, angriber de Metallerne mindre.

Luftkølingsapparaterne kan enten bestaa af lukkede Rør, hvori Saltopløsningen cirkulerer, eller vaade Kølere, der igen kan deles i Overrislingskølere, hvor Luften drives gennem et stadigt Regnbad af Saltopløsning. I alle Tilfælde maa Luften sættes i Cirkulation af en Blæser. Ved Afkølingen tørres Luften tillige, idet den kolde Luft kan optage mindre Fugtighed end den varme. Den relative Fugtighedsgrad i Kølerummene bør som Regel holdes under 75 %. Det er et Spørgsmaal, om de vaade Kølere er saa gode som de lukkede til at bringe Fugtighedsgraden ned; paa den anden Side synes det, som de vaade Kølere, naar man lader Luften cirkulere og eventuelt stadig tilfører nogen frisk Luft, er bedre til at rense Luf-

ten for Bakterier; men de foreliggende Undersøgelser skriver sig endnu fra saa forskelligartede Anlæg, at man ikke kan fælde nogen afgørende Dom i saa Henseende.

Den afkølede Luft tillede Kølerummene gennem Trækanaler, der anbringes under Loftet, da den kolde Luft er tungere end den varme. Kanalerne lægges saa vidt mulig over de henliggende Varer, medens Udsugningskanalerne lægges over de nødvendige Passager mellem Varerne. Ved Hjælp af Skydespield kan man regulere Udstrømningen. Luftens Hastighed maa i selve Kølerummene kun være 0,1 m/Sek., medens den i Fordelingskanalerne kan være 1 m/Sek. og i Hovedkanalerne indtil 3—4 m/Sek. Luftcirkulationen bør svare til 10—15 Gange Lokalets Luftvolumen i Timen, og Luften bør fornyes mindst 4 Gange i Døgnet; men dette vil rette sig meget efter, hvilke Varer, der henligger i Kølerummene.

Hvis der anbringes Rør med afkølet Saltopløsning under Kølerummenes Loft, maa man anbringe Bakker under dem, der kan opfange Dryp fra Smeltningen af Rim og hindre dette i at falde paa Varerne.

Kølehusene maa bygges med en effektiv Isolering, der beskytter mod Tab af Kølde til Grunden og den omgivende Luft; bedst anvendes hule Mure, idet Hulrummene deles i vandtætte Afsnit, for at der ikke skal opstaa Luftbevægelser i dem. Som Isoleringsmiddel egner sig særligt pressede Korksten, der kan formures med Cementmørtel; men de maa være lugtfri og bestandige overfor Fugtighed. Porøse Sten fremstillede af Kiesलगур egner sig ogsaa godt. Isolering af Lofter og Gulve er af lige saa stor Vigtighed som Isolering af Væggene. Ligeledes maa Vinduer, hvis saadanne findes, hvilket som Regel ikke er Tilfældet, gøres 2- eller 3-dobbelte, og Dørene maa forsynes med Isoleringsmiddel og helst gøres dobbelte. Belysningen maa helst være elektrisk, da anden kunstig Belysning dels varmer og dels forurener Luften.

Kølehuse til Kød i Forbindelse med Slagterier maa som Regel forsynes med Inddeling i Celler, for at enhver Slagter kan have sit Kød hængende for sig selv. Cellerne bør da laves af Jerngitter eller Staaltraadsfiletning, der tillader Luften at cirkulere, og der bør lægges Vægt paa, at Gitteret er saa let at rense som muligt, f. Eks. ved kun at bestaa af lodrette Stænger. For at lette Transporten af Kødet anbringes ofte Hængebaner, hvorpaa Krogene, der bærer de slagtede Dyr, kan køres.

Da Indbringen af større Mængder friske Varer, f. Eks. nyslagt Kød, nødvendigvis vil bringe Temperaturen til at svinge i Kølerummene, indretter man Forkølerum, hvori Varerne bliver, til de er bragt ned paa den Temperatur, der findes i Kølerummene. Ved at opvarme Varerne i et lignende Rum, naar de igen skal bringes ud, kan man undgaa, at den ydre Lufts Fugtighed slaar sig paa dem, hvilket f. Eks. ved Æg giver Anledning til en muggen Smag.

For at lette Renholdelsen af Kølerummene beklædes de indvendig med glaserede Fliser, og der anbringes Gulvafløb for at lette en Spuling; men man maa da sørge for, at der ikke anbringes Vandlaase, der kan give An-

ledning til daarlig Lugt i Kølerummene, hvilket kan naas ved at føre Afløbet til en udvendig Vandlaas, der altid forsynes med nyt Vand.

Den Temperatur, der skal holdes i Kølerummene er afhængig af Varernes Art, og det samme gælder den relative Fugtighedsmængde. Saaledes kræver:

Oksekød	.....	+ 2°	— + 4°	C. og 70—75 % rel. Fugtighed.
Frisk Kød	.....	÷ 4°	— ÷ 6°	- - 80—90 - - —
Æg	.....	+ 0,5°	— + 1°	- - 75—85 - - —
Smør	.....	+ 2°	— + 4°	- - 75 - - —
Ost	.....	÷ 2°	— + 4°	- - 75—80 - - —
Vildt	.....	÷ 2°	— ÷ 4°	- - 85 - - —
Grøntsager	...	+ 1°	— + 2°	- -
Konserves	....	+ 2°	— + 4°	- -

Torvehaller

Ved Torvehaller vil man lette Byernes Forsyning med Levnedsmidler ved at beskytte Købere og Sælgere mod Vejrliget, der ofte kan være ret generende, naar Handelen skal ske under aaben Himmel. Det bliver da ogsaa lettere at kontrollere Handelen, og f. Eks. se, at givne Sundhedsforskrifter overholdes. Torvehallerne kan dels indrettes for en gros-Handel og dels for Detailhandelen. De Varer, der hyppigst forhandles der, er Fjerkræ, Fisk, Frugt, Grøntsager, Æg, Blomster og lignende. Handelen kan enten foregaa ved et særligt ansat Personale eller, hvad der er langt det hyppigste, ved Producenterne selv, der faar anvist Stadepladser.

Hallerne for en gros-Handelen maa ubetinget ligge med lette Adgangsveje, altsaa som Regel ved Jernbane eller Havn, medens Haller for Detailhandelen saa vidt mulig skal ligge midt i det Kvarter, som de skal betjene; men selvfølgelig er den lette Tilførsel af Varerne ogsaa af Betydning. Man regner, at Torvehallerne vil optage 25—35 m² Grundareal pr. 1000 Indbyggere i Byen, idet de i de mindre Byer kræver forholdsvis mest Plads. En Torvehalle for hver 20—30 000 Indbyggere i en By vil som Regel være passende.

En Torvehalle maa foruden selve Salgshallen indeholde Opbevaringsrum for Varer og Materiel, af hvilke nogle Rum for Kød, Fisk og lignende maa være afkølede, samt Opholdsrum for Opsyn og Administration og Toiletter.

Haller for en gros-Handel behøver som Regel ikke noget specielt Udstyr, hvorimod Haller for Detailhandelen maa have en Inddeling i enkelte Stadepladser, hvis Størrelse retter sig efter de stedlige Forhold, lokale Vaner og Varernes Art. Man skelner mellem faste og løse Stadepladser. Inddelinger kan ved løse Stadepladser kun bestaa i farvede Striber i Gulvbelægningen eller Nummerstene i Brolægningen. 4 m² er i Almindelighed passende for mindre Stadepladser, for Kød og navnlig for Fisk kan det være nødvendigt at gøre dem noget større. Ofte foretrækker man

at fordele Stadepladserne for Kød, Fisk og lignende, hvor man kan benytte Væggene til Ophængning eller Anbringelse af Kar, langs disse, idet man da kan holde Midten af Torvehallen med løse Stadepladser, saa at der her om Morgenens, inden den egentlige Torvetid begynder, kan holdes en gros-Marked.

Det er ingenlunde nødvendigt at holde hele Torvehallen som et stort Rum, hvad der naturligvis fordyrer Bygningen meget; men man kan godt anbringe Støtter for Taget, der saa kan indgaa i Skellinjerne mellem de enkelte Stadepladser. Mellem disse anbringes Gange for Færdselen, dels Hovedgange, der er 3—5 m brede og beregnede paa Kørsel i én Retning, og dels Sidegange, der er 2—2,5 m brede; men man maa paase, at Færdselen fordeles jævnt, saa at ikke nogle Gange overfyldes med en gennemgaaende Færdsel, hvorimod andre ligger ganske afsides.

Særlig hvor der er Tale om Handel med Levnedsmidler, maa der lægges Vægt paa, at Rummene bliver lyse og luftige, hvorfor Højden vel neppe bør være under 7—10 m. Ved Anvendelsen af Shedtage med Glasfladerne vendende mod Nord opnaar man at undgaa direkte Solbeskinning. Tykke Mure, eventuelt med Isolering, beskytter mod Kulden om Vinteren og Varmen om Sommeren, af Hensyn til Sommervarmen maa der sørges for en kraftig Ventilation, som ikke maa give Træk. Gulvet bør belægges med lyse brændte Fliser med riflet Overflade, idet det baade bør være let at holde rent og ikke maa blive glat, naar der tabes Fedt og lignende, hvorfor Asfalt ikke egner sig. Væggene bør, saa højt de benyttes til Ophængning, beklædes med glaserede Fliser for at lette Renholdelsen. Langs begge Sider af Gangen anbringes bedst Rendestene forsynede med rigeligt Antal Nedløb. Stadepladserne gives bedst Fald ud imod Rendestenen, kun ved Stadepladser for Handel med Fisk bør man give dem Fald indefter og anbringe særlige Nedløb her, for at Kunderne ikke skal træde i Vand. Findes der Lagerum i Kælderne, maa der anbringes Elevatorer, der ved mindre Anlæg kan være indrettede til Haandkraft og have en Bæreevne af 250 kg, hvorimod de ved store en gros-Haller maa bevæges elektrisk eller hydraulisk og kunne bære 750—1000 kg. Eventuelle Trapper maa være brede og ikke for stejle, da de skal passeres med svære Byrder. Paa passende Steder maa der anbringes Beholdere for Affald, ligesom der maa være et fornødent Antal af Hydranter til Paaskrining af Slinger til Brug ved Rengøringen.

Nødtørftsanstalter.

Saa vel i Huse som i det Fri-maa der indrettes Steder, hvor Mennesker kan forrette deres Nødtørft, og da det er sundhedsfarligt at undlade at forrette sin Nødtørft, naar man trænger til det, maa der overalt, hvor Mennesker færdes, sørges for den fornødne Lejlighed til det ved Indretningen af Nødtørftsanstalter af en fornøden Størrelse.

Nødtørftsanstalterne kan enten være Pissoirer eller Klosetter eller indeholde begge Slags. For Kvinder indrettes som Regel dog kun Klosetter, der da benyttes til Forretning af begge Slags Nødtørft.

Pissoirerne skal tjene til at bortskaffe Urinen; men da denne Vædske straks efter Kvitteringen begynder at dekomponeres, særlig i varmt Vejr, og denne Proces udvikler en Mængde Ammoniak, der giver den nok som bekendte ubehagelige Lugt ved daarligt indrettede Pissoirer, gælder det om at konstruere disse saaledes, at Urinen hurtigst mulig faar Afløb til Kloaken og ikke forinden kommer til at berøre Flader, hvoraf den enten kan indsuges, eller paa hvilke den kan blive hængende. Man benytter derfor altid saa glatte Flader som muligt, idet man endog kan anvende en stadig Oversmøring med Olie for at formindske Vedhængningen til det mindst mulige, og som Regel forsyner man Pissoirerne med en permanent eller intermitterende Skylning med Vand, hvorved der kan opstaa Frostfare. Ved Smøring af Pissoirfladerne med Olie opnaar man, at der til Stadighed staar Olie ovenpaa Vandet i Vandlaasen, hvorved dette fordamper langsommere og derfor stinker mindre. En intermitterende Skylning med Vand er at foretrække for en permanent, da det gælder om at skylle med en stor Vandmængde i den kortest mulige Tid, derfor er automatisk virkende Skyllecisterner fortrinlige. Pissoirfladerne fremstilles bedst af Skifer, glaserede Fliser eller Glas, men eventuelle Fuger maa gøres saa tynde som muligt, da Cementen angribes af Syrerne i Urinen. Asfalt egner sig godt, men er vanskeligt at fremstille paa lodrette Flader. Træ maa ikke anvendes til noget ved Pissoirer, da det hurtig raadner, naar det kommer i Berøring med Urinen.

Hvor flere Standpladser ligger ved Siden af hinanden gøres de 75—85 cm brede og 50—60 cm dybe, idet Skillevæggene mindst gøres 1,3 m høje og helst 1,8—2,0 m, hvorimod de godt kan stoppe 15 cm over Gulvet, hvorved Rengøringen lettes. Ved at lade Standpladsens Bagvæg helde 5—10 cm pr. m

forover formindskes Tilbagesprøjtningen fra den. Renden i Gulvet maa være 15 cm dyb, da det ellers stænker fra den, og den maa have et Fald af 30—50 ‰, da der let henkastes Cigarstumper og lignende i den, af samme Grund maa der være sørget for rigeligt Afløb, og Ristene bør være krummede opad, da de saa mindre let forstoppes. Anvendes Kummer anbragte paa Væggen, bør de være forsynede med Overløb og have et snabelformet Fremspring, da Spild paa Gulvet alligevel ikke kan undgaas, bør dette dog alligevel forsynes med en flad Rende langs Væggen med Gulvafløb.

Klosetrum forsynes, hvis der skal anbringes flere Klosetter, med Celler for hvert enkelt. Disse bør ikke være mindre end 0,8 m brede og 1,2 m dybe, Højden bør mindst være 2,5 m. Ofte forlanges af Myndighederne, at Cellerne skal ligge ved en Ydervæg for at kunne faa direkte Lys og Luft; i hvert Fald bør Klosetrummene altid kunne faa direkte Lys og frisk Luft gennem Vinduer, der kan aabnes, hvis der ikke anvendes Vandklosetter, og selv ved Benyttelsen af disse bør det saa vidt muligt tilstræbes.

Siddebrættet skal være 50 cm bredt og anbringes 47 cm over Gulvet, den ovale Aabning skal være henholdsvis 23 cm og 31 cm og ligge 6 cm bag Siddebrættets Forkant. Dette skal være af haardt Træ og let at holde rent. Paa Steder, hvor man frygter, at nogen stiller sig op paa Sæderne, gøres disse heldende.

Vandklosetter laves af Porcelain, Fayance og Stentøj, samt af emaillet Støbejern. Som Regel foretrækkes Klosetskaale, hvor Fækaliernes straks kommer under Vand (wash down-Klosetter); men mange Steder anvendes Skaale (wash out-Klosetter), hvor Bunden danner en lille Fordybning, i hvilken Fækaliernes falder, ved disse Klosetter har man den Fordel bedre at kunne iagttage Ekskrementerne, hvilket kan være af Betydning i visse Sygdomstilfælde, f. Eks. hvor det gælder om at paavise Indvoldsorm. Ved Skoler, Kaserne, Banegaarde og lignende Steder kan man indrette automatisk Skylning. Hvor der er Fare for Frysning af Vandlaasene, kan man ved Hjælp af et indskudt Forlængelsesstykke sænke denne ned i frostfri Dybde. Skylningen bør foregaa ved Hjælp af en Cisterne, da direkte Forbindelse af Vandledningen til Klosetskaalen og Anbringelsen af en Fjederhane

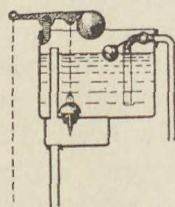


Fig. 92. Almindelig Cisterne.

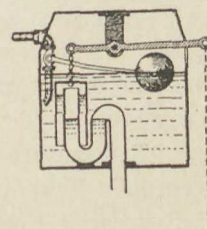


Fig. 93. Cisterne med Hævertvirkning.

rummer en Fare for, at der kan ske Tilbagesugning af Vand fra Klosetskaalen til Vandledningen, hvis denne netop tømmes, f. Eks. af Hensyn til en Reparation, samtidig med at Fjederhanen aabnes. Cisternerne kan en-

ten fyldes gennem en automatisk Svømmerhane eller ved en Hane, der bevæges, naar Klosettet er benyttet, i første Tilfælde staar de stadig fyldte og er udsatte for at kunne fryse, i sidste Tilfælde skyller de automatisk, naar de er løbne fulde.

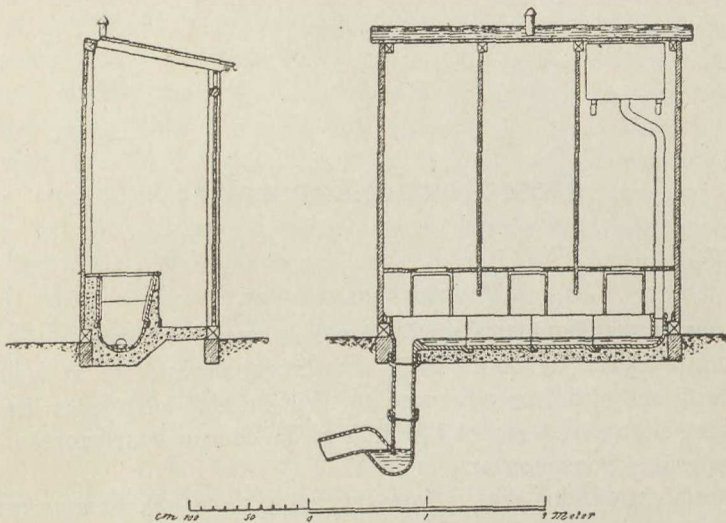


Fig. 94. Trugkloset. København.

Som Gaardklosetter i Skoler, Kaserne og lignende Steder anvendes Trugklosetter, hvor en Række Sæder er anbragt over et langt Basin, der enten skylles automatisk eller med passende Mellemrum af Opsynet. Paa saadanne Steder kan ogsaa anvendes Staaklosetter, der kun bestaar af en Gulvplade med Vandlaas i Midten og to Fodplader, paa Grund af den Lethed, hvormed de holdes rene, egner de sig særlig paa alle offentlige Steder, hvor der ikke er stadigt Tilsyn; den naturlige Stilling, som de Benyttende maa indtage, er i mange Tilfælde en Fordel.

Desinfektionsanstalter.

Desinfektionsanstalter.

Om nogen maalt bevidst Desinfektion kan man først tale, efter at man har lært Bakterierne og deres Rolle som Sygdomsvækkere at kende. De ældste Desinfektionsanlæg anvendte tør Varme og indrettedes fra 1832 i England, hvor man i Liverpool i Midten af Tredserne konstruerede det første Dampdesinfektionsapparat.

En Desinfektion, der gaar ud paa Dræbning af de mikroorganske Smittekim, kan enten ske ved fysikalske eller kemiske Midler. Af de fysikalske Midler, der bestaar af høj Varmegrad, Kulde, højt Tryk og Sollys, benyttes i Praksis kun høj Varmegrad, enten som tør Varme, Kogning i Vand eller som strømmende, overhede Vanddampe, medens Sollys benyttes i det daglige Liv og som Nødhjælp. De kemiske Stoffer, der virker desinficerende, er en stor Mængde: Kobbervitriol, Jernvitriol, Chlor, Chlorzink, Terpentinol, Menthol, Sennepsolie, ren Karbolsyre, Sanatol, Kreolin, Lysol, Solutol, Saprol, Kalkmælk, Chlorkalk, Sublimat, Brom, Jod, Arsenik, manganoversurt Kali, Jernchlorid, Mineralsyrer, Alun, Chromsyre, Xylol, Formalin og Formaldehyd og mange flere.

Det er en Fordring til Desinfektionen, at den ikke maa beskadige de Genstande, der desinficeres, og denne Fordring opfyldes bedst ved Anvendelsen af Vanddamp og Formalin. Ved Benyttelsen af Vanddamp er man dog udsat for, at forskellige farvede Stoffer bliver skjoldede; Møbler, Pelse, Hatte, Lædervarer, Bøger, Kamme og Børster m. m. kan ikke taale Dampdesinfektion.

De Fordringer, man stiller til et Dampdesinfektionsapparat, er, at Temperaturen i alle Dele af Desinfektionsovnene er den samme, at den holder sig paa samme Højde, saa længe Desinfektionen varer, og at den hurtig bringes op paa den ønskede Højde. Ovnene bestaar af runde eller firkantede Beholdere med Aabning i den ene eller begge Ender; Genstandene, der skal desinficeres, maa ikke pakkes for tæt sammen, de kan dels hænges op og dels lægges paa Staaltraadshylder, der kan trækkes ud. Først sker der en Forvarmning, for at ikke senere Dampen ved Indstrømningen skal kondensere sig paa de kolde Genstande og beskadige dem ved at gøre dem

vaade. Selve Desinfektionen foregaar ved strømmende Vanddampe, der som Regel ikke har stor Spænding, da en Opvarmning til 100° er tilstrækkelig til at dræbe alle levende Kim; men for at være sikker paa, at Dampen kommer til at gennemtrænge Genstandene helt, kan man overhede den og give den nogen Spænding. Naar Desinfektionen er afsluttet, maa der foregaa en Eftertørring af Genstandene, hvorved mulig opstaaet Fugtighed fjernes, og da den foregaar ved, at der lukkes for Damptilstrømningen og aabnes for Gennemstrømning af frisk Luft, vil samtidig ildelugtende Dampe fjernes fra Ovnen. Tømningen af Ovnen skal helst ske gennem den modsatte Ende af Ovnen af den, hvorigennem Fyldningen skete, og til et andet Lokale, der helt er skilt fra Indfyldningslokalet, for at undgaa mulig Infektion af de desinficerede Genstande. Alle Jerndeale paa eller i Ovnen, hvorved Genstandene kan komme i Berøring, maa være fortinnede eller forzinkede for at undgaa Rustpletter, man anvender derfor meget Træ til Ovnhylderne.

I den nyeste Tid benyttes meget Desinfektion med Formaldehyd (CH_2O), en Luftart, hvis bakteriedræbende Egenskaber opdagedes 1892. Det dannes ved Iltning af Metylalkohol og er opløseligt i Vand, 100 Dele Vand kan optage indtil 40 Dele Formaldehyd, og en vandig Opløsning med et Indhold af 35—40 % Formaldehyd fremstilles fabrikmæssig og gaar i Handelen under Navn af Formalin. Formaldehydet har en stikkende Lugt og irriterer Hud og Slimhinder og kan endog fremkalde Ekzem. Ved Benyttelsen uddrives det ved Opvarmning af den vandige Opløsning, idet man benytter omtrent 5 gr Formaldehyd pr. m^3 af Rummet, der skal desinficeres. Man lader Dampen virke i 4—6 Timer, idet man ved Bestemmelsen af Tidens Længde mere tager Hensyn til Størrelsen af de Flader, der skal desinficeres, end til Rummets Volumen. Efter endt Desinfektion kan man omdanne den ubehageligt lugtende Formaldehyd til lugtløs Hexametylentetramin ved Indledning af Ammoniak, idet man benytter 25 % vandig Ammoniakopløsning og fordamper 1,5—2,5 gr Ammoniakopløsning pr. gr fordampet Formaldehyd. Fordampningen varer $\frac{1}{2}$ Time, og man lader Dampene virke endnu $\frac{1}{2}$ Time, inden der aabnes. Da Formaldehydet fordamper langsommere end Vandet af stærke eller koncentrerede vandige Opløsninger, bliver der ved Opvarmningen efterhaanden et Overskud af Formaldehyd, der polymeriseres til Paraformaldehyd, der udskilles som en hvid Masse; for at undgaa dette maa man anvende en vandig Opløsning, der i det højeste indeholder 8—10 % Formaldehyd. Nu benyttes meget til Fremstilling af Formaldehyd et Pulver, Autan, der bestaar af en Blanding af polymeriseret Formaldehyd og forskellige Metaloverilte (Barium og Strontiumoverilte), i tør Tilstand er det et fuldstændig uvirksomt Pulver, men overhældes det med omtrent den dobbelte Vægtmængde Vand, begynder der straks en livlig Udvikling af Gas under Varmeudvikling, Skumdannelse og tilsidst Kogning og Udstødning af tætte Dampe af Formaldehyd og Vand. Autan kan presses til Tabletter eller Kager. Ved at komme Salmiak paa den alkaliske Rest, der findes i Spanden, hvor Formaldehydet har været udviklet, faar man fri Ammoniak, der vil mætte Formalindampene. Pr. m^3 Rum maa man regne 40 gr Autan.

Badeanstalter.

Alle Kulturfolk har lagt megen Vægt paa Badning og forstaaet den hygiejniske Betydning af gennemført personlig Renlighed. Homer beskriver os, hvorledes Grækerne badede i Havet og i Floderne, og i enhver græsk By fandtes et Gymnasium i Forbindelse med Badeanlæg. I Romerhusene finder vi Badeværelser, og Ruinerne af de romerske Badeanstalter findes overalt, saa langt som deres Rige strakte sig; Caracallas Thermer i Rom var en Bygning, der maalte 350 m paa hver Led, et saadant Anlæg udføres kun paa et Sted, hvor Badningen er betragtet som en Livsfornødenhed. Muhamedanerne lærte gennem det østromerske Kejserrige Romernes Badeteknik og udviklede den videre, og den Dag i Dag er jo romerske og tyrkiske Bade Navnene paa to af de benyttede Badeformer. I Rusland tager alle en Gang om Ugen deres Dampbad, idet man overholder Ydersiden af en varm Stenovn med Vand, saa at man faar Dampe med en Temperatur af 50—60° C., og samtidig anvender Piskning med Birkeris. Japaneserne bader i smaa Bassiner, der netop kan rumme 6—8 Personer, og hvor Vandet er 45° C. I Vest- og Mellemeuropa badedes meget, dels varme Karbade og dels Dampbade, indtil Fællesbadene i Badstuerne i det 16de Aarhundrede førte til megen Usædelighed, hvorfor de omtrent paa Trediveaarskrigens Tid forsvandt. Den moderne Udvikling af Badevæsenet skriver sig fra England, hvor den første offentlige Bade- og Vaskeanstalt aabnedes i Maj 1842, og snart efterfulgtes af en anden i London. Disse første Badeanstalter havde kun Karbade, et Svømmebad indrettedes først i Begyndelsen af Halvtredserne, og 1856 genindførtes det romerske Svedebad paa en irsk Badeanstalt.

De forskellige Badeformer, der benyttes, er dels Vandbade: Karbade, Svømmebade og Dusche, dels Dampbade og Luftbade og dels en Mængde forskellige medicinske Bade.

Karbade tages i liggende Stilling i Kar, der som Regel er ovale, sjældnere firkantede. Karrene kan laves af Træ og Zinkblik, men bedre er emaljeret Støbejern og Kobber, der da ofte fortinnes, Fayance, Marmor, Granit, Beton eller Opmuring af glaserede Fliser. Til Voksne maa Karrene ikke være mindre, end at de rummer 0,2 m³, det behageligste Bad faar

man, naar de rummer $0,4 \text{ m}^3$. Karrene kan være løse eller fast indmurede, i nogle Tilfælde, navnlig hvor Syge bader, er de forsænkede i Gulvet og forsynede med en Trappe, der fører ned i dem. De forsynes altid med et Afløb i Bunden og burde altid have et Overløb. Som Husbade er Karbade den almindeligst anvendte Badeform, idet der anbringes en Dusché over Karret.

En særlig Form for Karbade er Fodbade og de Rensningsbade, der anvendes i Forbindelse med Svømmebade, hvor man anbringer en Række Kummer, i Reglen $20 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$, hvor de Badende kan foretage en Af-sæbning og grundig Rensning, inden de gaar ned i Svømmebassinet, for at undgaa en unødvendig Tilsmudsning af Vandet i dette.

I nogle Tilfælde indrettes smaa Bassiner, f. Eks. $1,0\text{--}1,5 \text{ m} \times 2,0\text{--}2,5 \text{ m}$ og med en Vanddybde af $1,0\text{--}1,3 \text{ m}$, saa at den Badende kan bevæge sig deri uden egentlig at svømme; dette sker saaledes ofte i Forbindelse med Dampbade eller Varmluftsbade.

Svømmebassiner har i de senere Aar vundet udbredt Anvendelse ved Bygningen af større Badeanstalter. De bygges naturligvis med ret forskellig Størrelse, idet man for hver Svømmer maa regne et Vandareal af $3,5 \text{ m}^2$ og for hver Ikke-Svømmer $1,2 \text{ m}^2$, Længden bør ikke gøres mindre end 10 m , for at der dog bliver Lejlighed til at svømme noget, Sophienbad i Wien har et Svømmebassin, der er $13 \text{ m} \times 41 \text{ m}$. Hvad Vanddybden angaar, gøres den ikke ens i hele Bassinets Længde; men man plejer i den ene Ende at nøjes med 90 cm beregnet paa Ikke-Svømmere eller endog 50 cm beregnet paa Børn, medens man op imod den anden Ende lader Dybden tiltage og endelig sænker Bunden betydeligt her for at muliggøre Udspring paa Hovedet, hvilket fordrer en Vanddybde af $2,5\text{--}3,0 \text{ m}$. Ved en Dybde af $2,5 \text{ m}$ kan man anvende $3,5 \text{ m}$ høje Udspring, medens man maa forøge Vanddybden til $3,75 \text{ m}$, hvis Udspringene skal foregaa fra en Højde af $7,5 \text{ m}$. I den Del af Bassinerne, der beregnes for Ikke-Svømmere, maa Bunden ikke have megen Heldning for at hindre, at man glider, og ved et udspændt Tov maa Grænsen mellem den dybe og den mindre dybe Del af Basinet markeres. Stænger eller Tove langs Bassinets Rande tjener til at give den fornødne Støtte for udmattede Svømmere.

Vandforbruget maa naturligvis rette sig efter Benyttelsen; men almindelig regner man, at Bassinerne mindst 2 Gange om Ugen skal tømmes og rengøres, og der maa stadig tilføres saa meget frisk Vand, at Vandet fornyes helt i Løbet af $1\text{--}1\frac{1}{2}$ Dag. Særlig paa Overfladen samler der sig fedtagtige Urenheder, hvorfor man langs hele Bassinets Omkreds bør anbringe en Afløbsledning, hvortil Vandet kan føres gennem en Række Overløb. Til den samme Ledning kan Afløbet føres fra de Aabninger langs Siderne, gennem hvilke de Badende skal spytte for ikke at forurene Vandet. Det tilførte Vand kan man lade risle ned i Kaskader eller først benytte det i Springvand. Kunstigt Bølgeslag har man fremkaldt i flere Tilfælde, dels ved Indledning af komprimeret Luft og dels ved en Maskine, der stadig

driver Stempler ned imod Vandskorpen ved den ene Ende af Bassinet. Vandet skal have en Temperatur af $21-22^{\circ}$ C. og holdes lettest paa denne Varmegrad ved Indledning af Damp; i nogle Tilfælde har man indlagt Dampslanger under Bassinbunden.

Bassinerne laves af Beton eller Jernbeton og beklædes indvendig med glaserede Fliser. Selv om Bassinerne bygges i en Kælder, bør man sørge for, at man kan passere rundt om dem og finde og reparere eventuelle Utætheder. Hvis man varmer Passagerne rundt om Bassinet under Gulvet, bliver dette ikke koldt at træde paa, selv om det bestaar af Fliser, og det er da meget lettere at holde rent, end hvis det skal belægges med Kokosløbere. Afklædningscellerne gøres $1,25\text{ m} \times 1,25\text{ m}$, enkelte Steder er man dog gaaet til $1,5\text{ m} \times 1,5\text{ m}$. Siddepladserne i Cellerne kan være til at klappe op og anbragt indenfor Dørene fra Korridorerne, saa at de ved Nedklapning aflaaes denne; ud imod Svømmebassinet lukkes Cellerne som Regel kun med et Forhæng.

Dusche og Brusebade kan indrettes paa en Mængde forskellige Maader. De tages dels sammen med Karbade og Svømmebade, dels sammen med Dampbade og Varmluftsbade og dels alene; Indretningerne til at tage dem kan enten være fast anbragte, i hvilket Tilfælde den Badende selv kan betjene dem, eller de kan være anbragt paa en Slange, i hvilket Tilfælde de maa betjenes af Opsynspersonalet. Man kan benytte koldt Vand til disse Bade eller tempereret og varmt Vand, i hvilket Tilfælde man som Regel har Ledninger baade med koldt og varmt Vand og en Blandingsindretning, saa at man selv er i Stand til at regulere og forandre Varmegraden. Blandingshaner bør være saaledes konstruerede, at der ikke kan aabnes for Varmtvandsledningen, inden der aabnes noget for det kolde Vand, for at undgaa Skoldninger, hvis det varme Vand er mere end 38° C. Ved store Duscheanlæg, som de benyttes i Fængsler, Skoler, Kaserne og lignende Steder, hvor der bades under Opsigt og paa Kommando, samler man alle Hanerne paa et Duschekatheder, hvorfra Betjeningen foregaar; eventuelt kobles Hanerne sammen, saa at de alle betjenes samtidig med et Haandgreb. Ofte sættes Bruserne skraat, saa at den Badende ikke behøver at lade Vandet strømme ned over Hovedet.

Som billige Massebade har Brusebadene faaet stor Betydning og Udbredelse; Vandets Temperatur skal da være omtrent 35° C., og man kan regne, at der medgaar 40 l pr. Bad. Nogle Steder har man for at spare Vand anbragt Cisterner, der kun kan give en bestemt Vandmængde; men dette forøger Anlægsudgifterne uforholdsmæssigt og er som Regel ikke alene unødvendigt, men har ogsaa den Géne, at Vandet afkøles ved at staa i Cisternerne, og at der spildes Vand, naar det maa fornyes paa Grund af Afkølingen. Man kan enten anbringe en Badecelle ved hver Afklædningscelle eller lægge to Afklædningsceller for hver Badecelle, da Af- og Paaklædning varer betydelig længere end selve Badningen, eller endelig, hvad der giver det billigste Anlæg og lettest kan holdes i Orden, anbringe Afklædningscellerne for sig og lade de Badende

herfra gaa hen til Bruserne, der da anbringes i Række. Hvor Brusebade tages alene, er det meget praktisk at forme Gulvet under Bruserne som smaa Bassiner med Afløb, der lukkes med en Prop, den Badende kan da, naar det egentlige Brusebad er taget, faa et Fodbad i dette Bassin, idet det ellers kan være vanskeligt at faa Fødderne tilstrækkeligt rensede ved denne Badeform.

Dampbade, som Regel kaldt russiske Bade, kan enten tages i et større Rum, hvor en Del Personer paa en Gang kan opholde sig eller af en enkelt Person i en lukket Kasse. Man opholder sig 30—40 Minutter i Rummet, hvor Temperaturen holdes paa 35—45° C. Vægge og Loft beklædes med glaserede Fliser, og lignende Fliser lægges paa Gulvet, men riflede, for at Kondensationsvand kan ledes bort; hvis Vægge, Gulv og Loft varmes udefra, vil Mængden af Kondensationsvand indskrænkes. Vil man spare Beklædningen med de dyre Fliser, maa man hellere lade Murene staa fugede end anbringe Cementpuds paa dem. Langs Lokalets ene Væg plejer man at anbringe Hylebænke af Træ i flere Etager trappeformet over hinanden, for at de Badende efterhaanden kan nyde en stadig højere Temperatur, paa store Badeanstalter kan man ogsaa indrette en Række Damp-rum med forskellig Temperatur. I Damprummene maa der være en Vandledning med frisk Vand og en Bruse til Drikning og Væden af Ansigtet samt en tempereret Dusche.

Varmluftsbade kan ligeledes enten indrettes fælles for flere Personer eller som Kassebad for en enkelt Person. De kaldes som Regel romerske Bade, og et fuldstændigt Anlæg skal foruden et Apodyterium med Afklædningsceller og Hvilebænke bestaa af et Tepidarium med en Temperatur af 45—50° C., et Caldarium med en Temperatur af 55—60° C., et Sudatorium med en Temperatur af 65—70° C. og et Lavacrum med en Temperatur af 20—25° C. Som oftest udelades selv ved store Badeanstalter Caldariet, og ved mange Badeanstalter hjælper man sig med et Svederum, idet dette saa forsynes med en Opbygning, saa at den Badende ved at søge højere op efterhaanden kan naa at komme i Luft med højere Temperatur. I Svederummene anbringes Stole af Træ eller Straa, undertiden anbringes i Tepidariet et Badebassin med varmt Vand og i Sudatoriet et Springvand til Forfriskning. Vægge, Loft og Gulv bygges bedst med glaserede Fliser som ved Dampbadene. Den varme Luft ledes ind foroven, og Udsugningen foregaar ved Gulvet. I Lavacret anbringes Indretninger til Afsæbning, Frottering, Massering samt varme og kolde Duscher og eventuelt koldt Badebassin og Badekar. I Nærheden af Svederummene maa der helst være et Kloset i et godt opvarmet Rum.

Ved Dimensioneringen af en Badeanstalt spiller Badetidens Længde stor Rolle, idet man ofte, f. Eks. ved Skoler, Fabriker, Kaserne, skal lade et bestemt Antal Personer bade i Løbet af en begrænset Tid, hvorfor Badeanstalten kan bygges desto mindre, jo hurtigere, der kan bades. Til Afklædning maa man regne 2½—3 Min. og til Paaklædning 5—7 Min., kortest Tid benyttes naturligvis i Kaserne, Fængsler og lignende

Steder, hvor der bades under Kommando. Hvad selve Badetiden angaar, kan der regnes 1—3 Min. til Indsæbning og 2—4 Min. til Afbrusning, her gælder ligeledes den korteste Tid for de Steder, hvor Badningen foregaar under Tilsyn og Ledelse. Hvis Afklædningsceller og Bruseapparater ligger adskilt, kan Forholdet mellem deres Antal i en offentlig Badeanstalt da sættes til $(3 + 7 + 7) : 7 \sim 3$. Tiden for et Karbad behøver ikke at være længere end for et Brusebad; men i Almindelighed maa man regne den omtrent 10 Minutter længere, hvor der ikke som i Sygehuse, Fængsler og lignende Steder bades under Opsyn. For at spare Tid ved Benyttelsen af hvert Badekar, har man undertiden anbragt to Afklædningsceller for hvert Kar; men som Regel vil dette ikke være at anbefale.

Den Vandmængde, der medgaar til Brusebade, kan for Børn sættes til 15—20 l, for Voksne i Kaserne, Fængsler og lignende Steder til 20—25 l og i offentlige Badeanstalter til 30—40 l. For Karbade afhænger den fornødne Vandmængde af Badekarrenes Størrelse og vil i Almindelighed variere mellem 150 og 500 l; i Almindelighed er det nok at regne med en Vanddybde af 32 cm i Karret, hvis dette ikke er meget stort, da Vandspejlet jo altid vil hæve sig en Del, naar den Badende stiger ned i Karret. Endvidere maa man regne, at der til hver Rensning og Udskylning af Karret benyttes 30 l varmt Vand. Hvis der findes en Bruse over Karret, og der er ført baade varmt og koldt Vand til den, maa man regne, at den benyttes for hvert Karbad, og at der hertil medgaar 30 l Vand. Endelig maa man regne, at mange Badende tilsmudser det første Vand i Karret saa meget med Sæbe, at de lader det løbe af og fylder Karret endnu en Gang med rent Vand. For at undgaa dette, anvendes i mange Badeanstalter løse Nøgler paa Hanerne for det varme Vand, hvorved man ogsaa opnaar, at de Badende ikke ved fejl Aabning af Hanerne kan komme til at skolde sig.

Paa større Badeanstalter findes som Regel et Vaskeri til Vask af Anstaltens Haandklæder m. m. Hertil maa man regne 400 l Vand pr. 100 kg Tøj; enkelte Angivelser gaar endog meget højere op, og dette vil vist ogsaa være rigtigt, f. Eks. ved Sygehuse, hvor der angives indtil 8 m³ Vand for 100 kg Tøj. Vægten af Tøj er jo meget forskellig, et Badehaandklæde vejer saaledes 150—250 gr. et Badelagen indtil 1150 gr.

Opvarmningen af Vandet kan ske ved Hjælp af Damp eller i en Kedel. I første Tilfælde kan man igen skelne mellem en direkte Opvarmning og en indirekte. Ved direkte Opvarmning ledes Dampen ind i Vandet gennem et injektorlignende Apparat, idet en fin Dampstraale suger Vand til sig, opvarmer dette, idet den selv kondenseres, hvorpaa det opvarmede Vand stødes ud af Apparatet. En Fordel er det, at al Dampens Varme overføres til Vandet; men paa den anden Side gør Apparaterne megen Støj, hvilken dog kan dæmpes ved at fylde dem med groft Grus, hvorved Apparaterne dog bliver store, eller ved at føre Luft til dem. Da Damptrykket paa en Badeanstalt altid paa Grund af det vekslende Dampforbrug bliver svingende, og Straaleapparaterne for at virke godt kræver

en konstant Spænding, staar man sig ved at lade dem arbejde med et lavere Tryk, f. Eks. 3 Atm., og lede Dampen til dem gennem en Reduktionsventil. Ved indirekte Opvarmning kan man enten lægge en Dampslange paa Bunden af et aabent Vandreservoir eller føre Vandet under Tryk gennem en lukket Beholder, en Boiler, i hvilken der anbringes en Dampslange, eller man kan anvende et Modstrømsapparat, som bestaar af et vidt Rør, gennem hvilket Vandet ledes, og i hvilket der findes et eller flere Rør gennem hele Længden, hvilke gennemstrømmes af Dampen. idet denne og Vandet, som Navnet viser, kommer ind ved modsatte Ender, det koldeste Vand kommer derved i Berøring med den koldeste Damp og det varmeste Vand med den varmeste Damp, hvorved den største Varmeoverføring opnaas. Ved ethvert Opvarmningsanlæg maa man sørge for den fornødne Reserve, da Driftsforstyrrelser let kan indtræde som Følge af Ledningernes Tilstoppen med Sten, hvilket nødvendiggør Fraskilninger og Rensninger. Valget mellem direkte og indirekte Opvarmning er vanskelig, da man ved direkte Opvarmning udnytter Varmen bedst; men dels giver Apparaterne som nævnt let Støj, og dels er de meget udsatte for at tilstoppes med Sten. Ved indirekte Opvarmning er det derimod ganske udelukket, at der kan komme Damp i de Ledninger, der fører til Kar og Bruser; ganske vist anbringes selvlukkende Ventiler mellem Dampledningerne og Vandledninger; men disse kan jo komme i Uorden, og en Skoldning af Badende er da mulig. Ved mindre Badeanstalter, hvor man ikke behøver Maskiner og Pumper, kan man nøjes med Lavtrykskedler med et aabent Standrør, svarende til et Tryk af 0,5 Atm., hvorimod større Badeanstalter maa have Kedler med et Damptryk paa 5—8 Atm. og et stort Damp- og Vandrun. Kedlernes Ildpaavirkningsflade maa beregnes efter det største Varmebehov; men man bør saa at sige aldrig nøjes med een Kedel, men fordele den nødvendige Ildpaavirkningsflade over mindst to Kedler for at kunne opretholde Driften i Tilfælde af Driftsforstyrrelser og lempe sig efter en ofte meget vekslende Benyttelse af Badeanstalten.

Opvarmning af Vandet i en Kedel finder som Regel kun Sted ved meget smaa Anlæg, f. Eks. i et Badeværelse; Kedlen kan da være aaben, hvilket almindelig benyttes ved kulfyrede Ovne, eller lukket, som almindeligt ved Gasbådeovne, saa at Vandet kan trykkes op i en Bruse.

En Badeanstalt maa altid raade over en Varmtvandsbeholder, der som Regel gøres aaben og anbringes saa højt som muligt. Bedst er det da tillige at anbringe en Koldtvandsbeholder, der ligeledes er aaben og med samme Højde af Vandspejlet, idet Blandingshaner for varmt og koldt Vand virker bedst, naar Trykket paa begge Sider er det samme, i hvert Fald maa Trykket paa det kolde Vand ikke være meget svingende. Har man Tilførsel af Vand fra et Vandværk, kan Vandspejlet i Koldtvandsbeholderen let holdes konstant ved at anbringe en Svømmerhane, som automatisk aabner for Vandledningen, naar Vandspejlet synker under en vis Højde. Forbindes Koldtvandsbeholderen og Varmtvandsbeholderen med hinanden for ogsaa at holde Vandspejlet i den sidste konstant, maa der an-

bringes en Kontraventil, som hindrer det varme Vand i at trænge ind i Koldtvandsledningerne. Varmtvandsbeholderen skal rumme mindst en Tredjedel af det maksimale Timeforbrug, og mange forlanger Halvdelen deraf eller endog hele dette Timeforbrug. Beholderen kan enten være beregnet til at have konstant Vandspejl eller variabelt, hvilket sidste f. Eks. benyttes ved Skolebade, hvor Badningen ikke strækker sig over en længere Tid, og hvor det derfor gælder om, at Beholderen er næsten tom, naar Badningen er forbi, for at der ikke skal gaa Varme tilspilde. I mange Tilfælde indrettes Beholderen saaledes, at den almindeligvis arbejder med konstant Vandspejl; men at man hen imod Lukketid efterhaanden kan tømme den. For at holde Vandet i Beholderen paa en passende Varmegrad anbringes en Cirkulationsledning fra Bunden af Beholderen til en Boiler, hvor Vandet f. Eks. varmes med en Dampslange, og igen op til den øverste Del af Beholderen, ved at indstille en Reguleringsbane paa denne Cirkulationsledning kan Vandet i Beholderen da stadig holdes paa en passende Temperatur.

Ved Ledningsnettet maa der sørges for den største Overskuelighed. Dampledninger udføres af svejsede Smedejerns Flangerør, medens Varmtvandsledninger, der er over 5 cm, bedst udføres af asfalterede Støbejerns Flangerør, og Ledninger, der er under 5 cm, af Kobber, fordi Smedejernsrør tæres af Rust paa Grund af den udskilte Kulsyre fra Vandet; Galvanisering, Fortinning og Forzinkning hjælper ikke meget, da det beskyttende Overtræk paa Rørene let beskadiges ved Tilskæringen af dem.

Gasværker.

Ved Ophedning af organiske Stoffer i lukkede Beholdere sønderdeles de, og der udvikles brændbare Luftarter. Den første Fremstilling af Gas i det store foretoges af Englænderen Murdoch i 1792, 1803 udførte han et Gasbelysningsanlæg paa James Watt's Maskinfabrik i Soho ved Birmingham. De fremstillede Luftarter har en forskellig Sammensætning efter det benyttede Raamateriale; benyttes saaledes Stenkul, faas Gas, der kun indeholder lidt Kulilte og Kulsyre, medens det mere iltholdige Træ giver Gas med forholdsvis meget af disse Stoffer. Olie indeholder ikke Ilt, hvorfor Oliegas kun bestaar af Brint og Kulbrinter. Da Stenkullene ikke indeholder tilstrækkelig Brint til at omdanne alt Kulstoffet til Kulbrinter, bliver en Del af Kulstoffet tilbage ved Destillationen som Koks. Efter det forskellige Raamateriale skelner man mellem Stenkulsgas, Fedtgas, Trægas o. s. v., af hvilke kun Stenkulsgassen finder almindelig Anvendelse, Fedtgas og Oliegas anvendes i specielle Tilfælde, f. Eks. til Lysbøjer og Jernbanewaggoner, fordi disse Gasarter indeholder forholdsvis meget af tunge Kulbrinter, der giver Gassen dens Evne til at lyse, og det her gælder om at have en Gas, der pr. Rumenhed udvikler mest Lys. Medens de tunge Kulbrinter giver Gassen dens Lysevne, er det den Varme, der udvikles ved Forbrændingen af de lette Kulbrinter, Kulilten og Brinten, som holder de Kulpartikler, der udskilles af de tunge Kulbrinter, glødende. Hvis der findes Askebestanddele i Raamaterialerne, vil disse blive tilbage i Resterne fra Destillationen, hvorfor disse altid indeholder mere Aske end det Stof, man er begyndt at arbejde med. Indhold af Kulsyre, Ilt og Kvælstof nedsætter Gassens Lysstyrke, men kan ikke fjernes, det kan derimod følgende andre Luftarter, der ligeledes nedsætter Lysstyrken, Ammoniak og Cyan, Svovlbrinte og Svovlkulstof.

Gassens Sammensætning er selvfølgelig meget variabel efter Raamaterialets Sammensætning; men som Eksempler kan anføres, at Sammensætningen kan være følgende:

	Stenkuls- gas.	Trægas.	Olie- og Fedtgas.	Oliekarbureret Vandgas.
Brint (H_2)	49	33	27	36
Methan (CH_4)	34	23	40	14
Tunge Kulbrinter ($C_n H_m$), mest Æthylen ($C_2 H_4$) og Benzol ($C_6 H_6$)	5	8	33	9
Kulilte (CO)	8	36	—	30
Kulsyre (CO_2)	2	—	—	5
Kvælstof (N_2)	2	—	—	6

Selv med det samme Raamateriale veksler Gassens Sammensætning, efterhaanden som Processen skrider frem, saaledes er Brintmængden forholdsvis mindst ved Processens Begyndelse, medens omvendt Mængden af tunge Kulbrinter tager stærkt af.

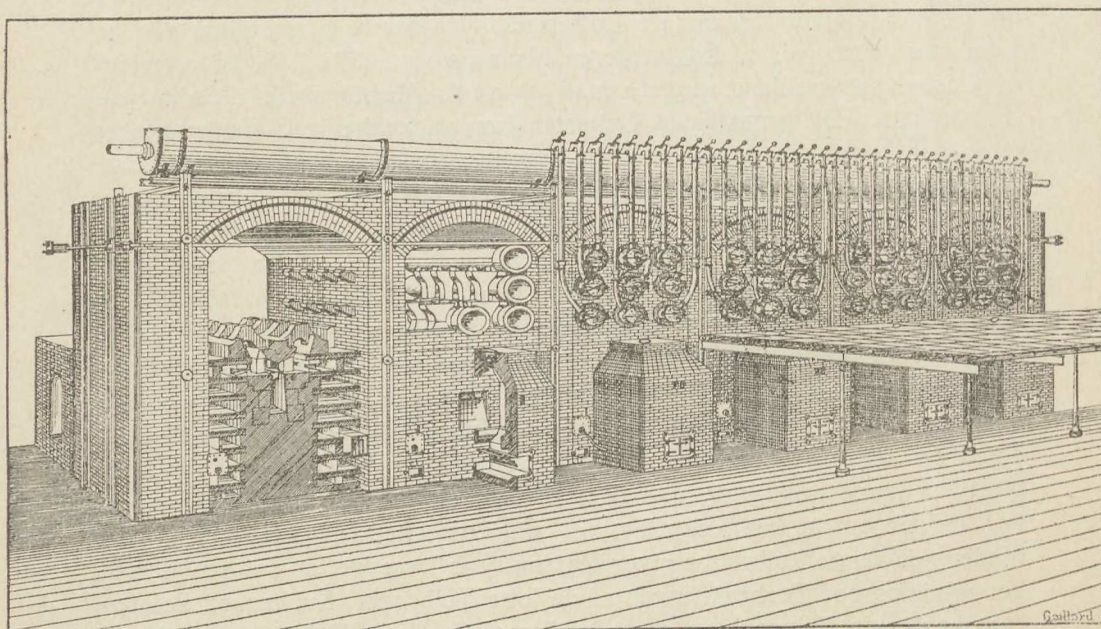


Fig. 95. Ovn med horizontale Retorter og Halvgeneratorfyr.

Ved Fremstilling af Kulgas ophedes Kullene i lukkede Retorter, der indmures flere sammen i en Ovn med almindeligt Ristefyr, hvilket nu benyttes mindre, eller Generatorfyr, hvorved opnaas en højere Temperatur i Ovnens og derved en fuldstændig Uddreven af Gassen af Kullene og et mindre Brændselsforbrug. Retorterne kan være horizontale, heldende under Kullenes Anlægsvinkel, 32° , eller lodrette. Fordelen ved de heldende Retorter er den lette Fyldning og Tømning; men de kræver til Genæld en betydelig Løftning af Kullene, og efter at man almindeligt er be-

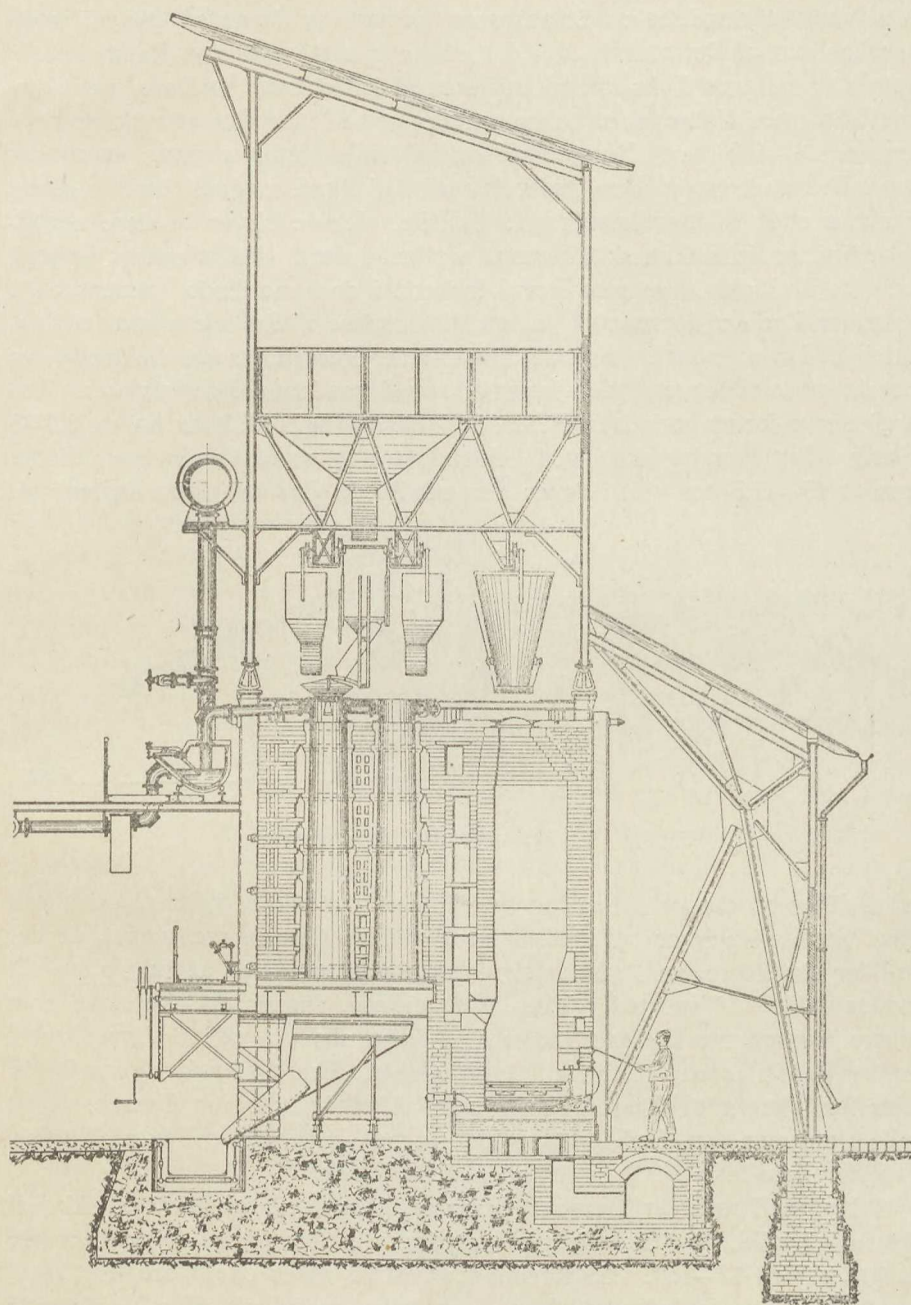


Fig. 96. Ovn med lodrette Retorter.

gyndt at benytte mekaniske Apparater til Retorternes Fyldning og Tømning, benyttes de mindre. De lodrette Retorter har derimod den Fordel, at de ved Anbringelsen af Smaakamre foroven og forneden tillader kontinuerlig Drift af Retorterne, idet der stadig kan tilfyldes nyt Raamateriale foroven og udtages Koks forneden; de er af forholdsvis ny Dato, men vinder stadig mere Udbredelse. I horizontale og heldende Retorter varer Forgasningen 4—6 Timer. Horizontale og heldende Retorter gives et elipseformet Tværsnit, horizontale muligvis med flad Bund, medens lodrette gøres cirkulære eller rektangulære svagt koniske, idet de bliver bredere nedad, for at Kul og Koks ikke skal klemme sig fast i dem. Materialet er brændt Ler. De horizontale er som Regel lukkede i den ene Ende, medens de i den anden Ende er forsynede med et Mundstykke af Støbejern med et tætsluttende Laag; gennemgaaende horizontale Retorter samt heldende og lodrette er ved begge Ender forsynede med saadanne Mundstykker. Dimensionerne for en horizontal Retort er f. Eks. $\frac{1}{2}$ m bred, $\frac{1}{3}$ m høj og 2,5—3 m lang. Fra Mundstykket, ved heldende Retorter fra den øverste Ende, føres et 15—17,5 cm vidt Stigrør den udviklede Gas op til et Forlagsrør,

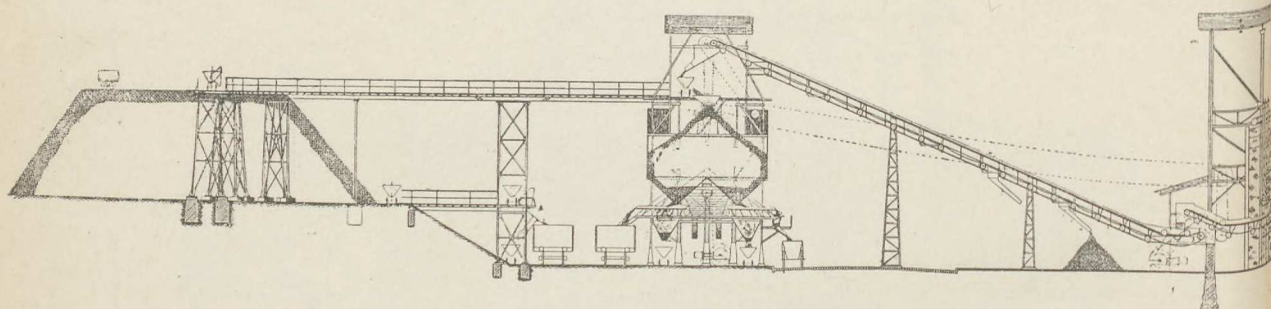


Fig. 97. Kokstransportanlæg og Knuseværk.

Hydraulikrøret, der er fælles for en Række Ovne og er anbragt oven paa dem. Straks i Stigrør og Hydraulikrør afkøles Gassen saa meget, at der udskiller sig Tjære, som samler sig i Hydraulikrøret, ved at Stigrørene da munder dykket 20 cm under Tjærens Overflade, dannes en Tjærelaas, som hindrer Gassen fra Hydraulikrøret i at bane sig Vej ud til Atmosfæren, naar en Retort aabnes efter endt Gasudvikling. Paa Hydraulikrørene findes Afløb for Tjæren til Tjærebassiner samt Afledningsrør for Gassen. Med Mellemrum maa den Grafit, der sætter sig paa Retorternes Vægge, fjernes. En Retort kan levere 250 m³ i Løbet af 24 Timer.

I Hydraulikrøret er Gassens Temperatur endnu saa høj, at ikke al Tjæren udskilles, hvorfor Gassen yderligere afkøles i en Kondenser fra 70—90° til 12—15°. En Kondenser bestaar af et eller flere Rør, gennem hvilke Gassen ledes, medens disse køles med Luft eller Vand; hvis Svalevandet selv ledes gennem Rør udenom Gasrørene, sker det under Anvendelsen af Modstrømprincippet. De sidste Rester af Tjære kan fjernes ved Anvendelsen af særlige Apparater. Foruden Tjære udskilles i Kondenserne en Del Ammoniakvand, og ved at vaske Kondenserrørene med Am-

moniakvand. der pumpes op, naar man, at Opløsningen bliver mere koncentreret og derved lettere at udvinde Ammoniakforbindelserne af. Tjæren og Ammoniakvandet skilles let fra hinanden ved Henstand paa Grund af Tjærens langt større Vægtfylde.

For at undgaa, at al det Tryk, der skal til for at drive Gassen gennem alle Renseapparaterne, skal udvikles i Retorterne, hvorved der vilde tabes for megen Gas gennem Utætheder, og for mange af de tunge Kulbrinter vilde spaltes i Kulstof og lettere Kulbrinter, indskydes efter Kondenserne Gaspumper, Ekshaustorer, der suger Gassen ud af Retorterne og trykker den videre. Paa denne Maade opnaas ogsaa en forøget Gasudvikling i Retorterne. Ekshaustorerne er som Regel Cylindre, der roterer og har bevægelige Vinger, som vekselvis trykkes ind og glider ud, medens Cylindrene roterer ekscentrisk i en cirkulær Kappe. Sugningen skal være saa stærk, at Trykket i Hydraulikrøret bliver lig med Atmosfærens Tryk. Da Gasudviklingen er variabel, reguleres Ekshautorens Arbejde ved gennem en Omløbsledning at lade nogen Gas, hvis Sugningen bliver for stærk, gaa tilbage i Sugeledningen, eller ved at lade Gastrykket automatisk regulere den Dampmaskine, der driver Ekshaustoren.

Ammoniakken maa fjernes fuldstændigt fra Gassen, dels fordi den i sig selv er et værdifuldt Biprodukt, men ogsaa fordi den ved den paafølgende Rensning for Svovlbrinte virker hindrende ved Dannelsen af Berlinerblaat, og fordi den ødelægger Gasmaalerne og ved Forbrænding udvikler Salpetersyre. I 100 m³ raa Gas findes 500—800 gr Ammoniak, og den fjernes ved Vaskning af Gassen med Vand, idet man først vasker med Ammoniakvand og tilsidst med rent Vand. For at skaffe saa megen Overflade som muligt, bruger man som Vaskere høje Beholdere med 10—12 mm Træstokke i Lag med et lignende Mellemrum, og man regner ved smaa Anlæg mindst 8 m² Overflade og ved større Anlæg mindst 4 m² Overflade pr. 100 m³ Gas pr. 24 Timer. Der benyttes 3—10 l Vand pr. 100 m³ Gas. Vandet maa ikke være kalkholdigt, da der i saa Tilfælde let under Paavirkning af Kulsyren i Gassen udskilles kulsur Kalk; har man ikke blødt Vand, kan man benytte afkølet Kondensationsvand. En særlig Form for Ammoniakvaskere er fyldt med Piassavabørster, der er anbragt paa roterende Blikskiver, af hvilke Halvdelen stadig dykker ned under Vand. Ved Roteringen skylles Børsterne stadig i Vandet, og Gassen ledes efterhaanden gennem en hel Række Kamre med disse Børster.

Blandt de Ammoniakforbindelser, der vaskes fra Gassen, er Cyanammonium ($\text{FeCN}_6(\text{NH}_4)_4$); men ved større Gasværker foretrækker man at fjerne Cyanen ved en særlig Proces i Vaskere, der da indskydes efter Tjæredræningen og inden Ammoniakvaskerne; i disse Vaskere benyttes en koncentreret Jernvitriolopløsning, der af Svovlbrinten og Ammoniakken i Gassen forvandles til Svovljern og svovlsur Ammoniak, og Cyanammoniumet i Gassen danner hermed et uopløseligt Dobbelt salt af Ferrocyanammonium, medens Svovlbrinten igen frigøres.

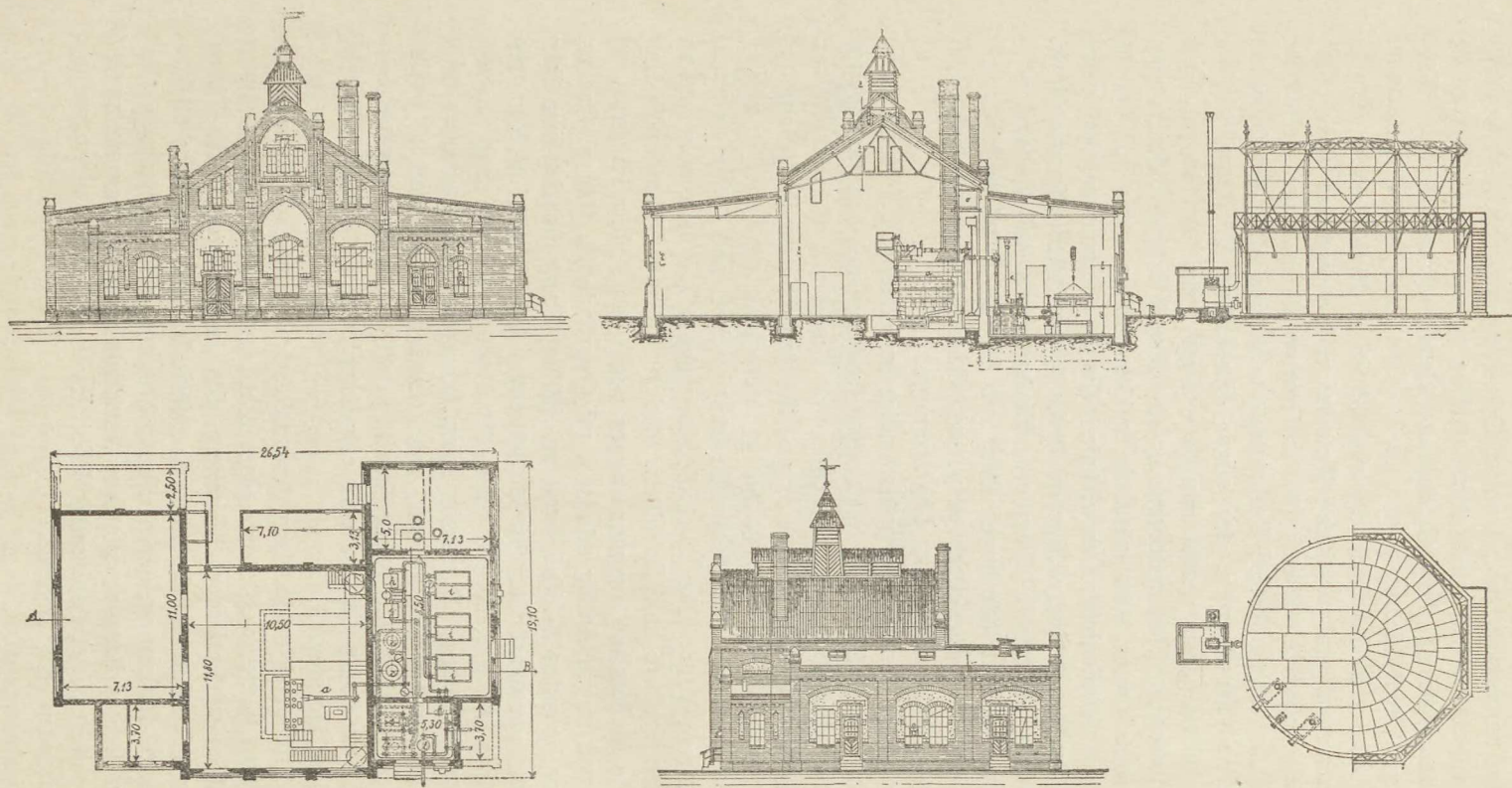


Fig. 98. Gasværk med en Døgnproduktion af 750 m^3 og efter Udførelsen af de punkterede Anlæg 1500 m^3 .

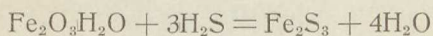
a. Retortovn
b. Hydraulik.
c. Luftkøler.
d. Omstillingsventil.

e. Ekshaustor.
f. Tjærevaske.
g. Ammoniakkvaske.
h. Naftalinvasker.

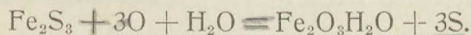
i. Rensekasse.
k. Gasmaaler.
l. Trykregulator.

Et andet Stof, der ligeledes vaskes fra paa store Gasværker ved særlige Apparater, er Naphthalin ($C_{10}H_8$). 1 m³ Gas kan ved 20° optage 0,56 gr Naphthalin, ved 10° 0,32 gr og ved 0° 0,14 gr; det er altsaa tydeligt, at Naphthalinen vil udskille sig af Gassen ved synkende Temperatur, og da Naphthalinen er et fast Stof, hvis Smeltepunkt er 79°, vil de dannede Krystaller kunne bevirke Tilstopper og Forsnevninger af Rørledningerne. Naphthalinen udvaskes med Anthrazenolie eller Kreosotolie, hvortil der sættes 3—4% Benzol. Ofte forenes Naphthalinvaskerne med Cyanvaskerne, idet Gassen i den første Halvdel af Apparatet vaskes for Naphthalin og i den anden Halvdel vaskes for Cyan. Bedre er det dog at benytte adskilte Apparater.

Endelig skal Gassen befries for Svovlbrinte, hvilket sker ved at lade den passere gennem Myremalm



Naar Myremalmen er mættet med Svovlbrinte, fugtes den med Vand og iltes ved Henliggen i fri Luft



Myremalmen regenereres saaledes og kan benyttes igen, hvilket kan ske saa længe, til Svovlmængden beløber sig til 40—50%, saa er Massen udbrugt; men den kan da benyttes til Udvinning af Cyan. Under Regenereringsprocessen maa Massen vendes gentagende Gange; Regenereringen kan ogsaa ske ved Tilblanding af Luft til Gassen, for hver Rumprocent Svovlbrinte i Gassen, kræves $\frac{1}{2}$ Rumprocent Ilt, og da en Femtedel af Luften er Ilt, maa der tilsættes 2,5% Luft for 1% Svovlbrinte; i Almindelighed tilsættes 1—2% Luft; men da der udvikles megen Varme, naar begge Processer forløber samtidig i Massen, kan denne let tørre ind og blive uvirksom. God Myremalm maa være blød, fri for Knolde og ikke saa finkornet, at den falder tæt sammen. En Indblanding af Planterødder generer ikke, da den gør Massen hygroskopisk. Med 1 m³ Myremalm kan man rense indtil 10 000 m³ Gas, naturligvis afhængig af Gassens Svovlindhold. Ved Brugen lægges Myremalmen i 70 cm høje Lag paa Træriste i store Støbejernskasser, der dækkes med Smedejernslaag, som med Randen dykker ned i en 15 cm bred og 40—50 cm dyb Vandlaas rundt langs hele Kassens Kant. Gassen kan passere et eller flere Lag Myremalm, og ofte indledes Gassen midt paa Siden af Kassen og imellem to Myremalm-lag, idet saa nogen Gas gaar opad og nogen nedad. I Laaget maa være en Lufthane til Brug ved Igangsætningen og en lille Hane for at kunne prøve Gassens Renhed med Papir vædet med eddikesurt Blyilte. Om Vinteren maa Renserne varmes noget, for at Temperaturen kan være 1—2° højere end den indtrædende Gas, idet denne er mættet med Vanddamp fra Vaskerne, og et Nedslag af Vandet i Rensemassen vilde slamme denne til

og faa Trykket til at stige; af samme Grund maa Gassen være fri for Tjære. Gassen skal passere Rensemassen med en Hastighed af 5 mm/Sek. I Almindelighed har man 4 Rensere, af hvilke stadig 3 er i Drift. For at sikre mod Sprængning af Rensekassernes Vandlaase, hvorved Eksplosioner kan opstaa, kan man anbringe en Sikkerhedsvandlaas med 10 cm mindre

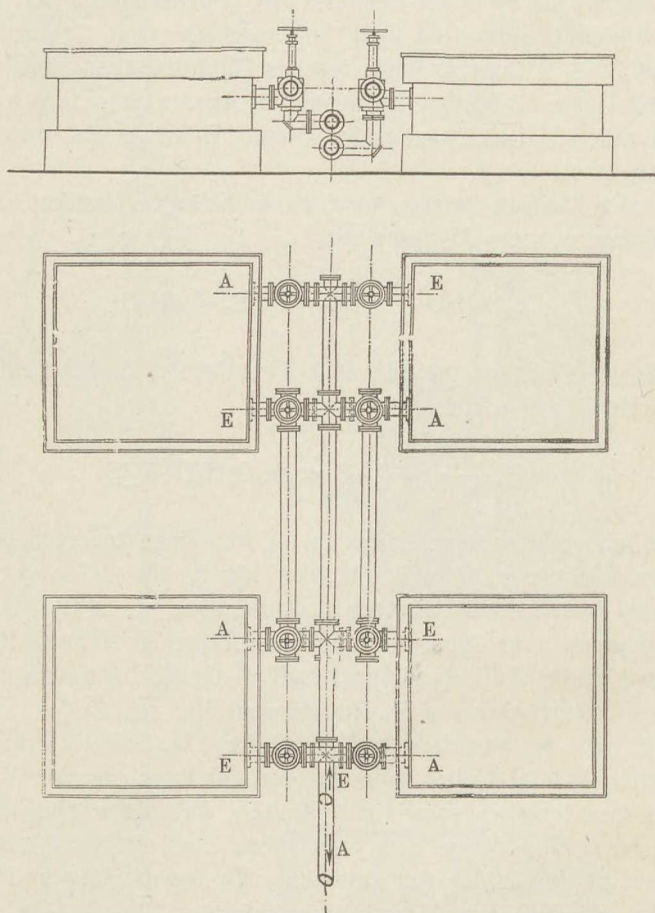


Fig. 99. Rensekasser.

Gassen strømmer ind ved E og ud ved A.

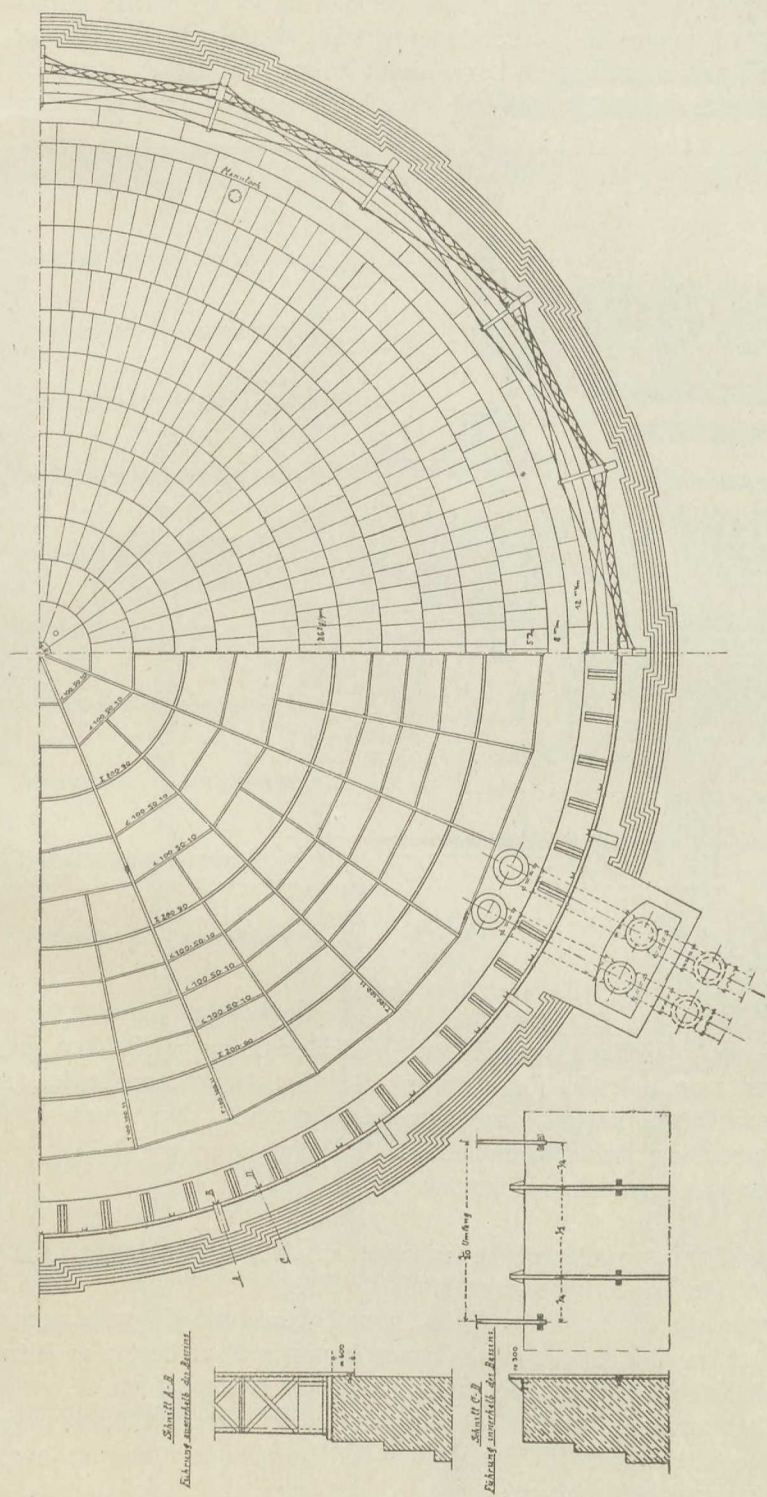
Vandlukke, fra hvilken et Aftræksrør fører op over Bygningens Tag; i hvert Fald maa der ikke komme aabent Lys i de Bygninger, hvor Rensekasserne staar.

Efter Rensningen skal Gassen maales, hvilket sker ved Hjælp af store vaade Maalere af lignende Konstruktion som de smaa, der benyttes hos Forbrugerne, og som senere skal blive omtalt; men de er betydelig større. De gøres saa store, at de drejer sig 80—120 Gange rundt i Løbet af 1 Time.

For at kunne udligne Forskellen mellem det variable Forbrug og den konstante Produktion, idet man saa vidt mulig stadig holder det samme Antal

Ovne i Drift for at undgaa Tabet ved Afkøling af Ovnene, maa man kunne magasinere en Del af Døgnet Gasproduktion, og det sker i Gasbeholdere. I Almindelighed gøres disse saa store, at de rummer 70—75 % af det største Døgnforbrug, ved smaa Gasværker kan de rumme hele dette Forbrug; under 50 % deraf bør man aldrig gaa. Beholderne bestaar af en Klokke af sammennittede Smedejernsplader, aaben forneden og svømmende i et Vandbassin. Tidligere byggedes ofte et Hus over dem for at beskytte dem mod Vind og Snebelastning, hvorved man tillige opnaaede, at Vandet og Gassen undgik Temperatursvingninger; men efterhaanden som Beholderne blev større, er man ganske gaaet bort herfra. Hvor Byggegrunden er fast nok, kan Bassinet fremstilles ved Udgravning med Vægge af Beton, i modsat Fald maa man anvende en Bund af Jern eller Jernbeton. Ved Anvendelsen af en flad Bund bliver Belastningen kun 0,8—1,2 kg/cm². Ofte gøres Bassinbunden hvælvet efter *Intzes* Konstruktion, og den samlede Belastning bæres da af et ringformet Bygværk, som eventuelt kan funderes paa Pæle. Store Beholdere bygges teleskopformet, idet de bestaar af en Klokke og en eller flere Ringe, Klokkens og Ringenes nedre Rande er da ombøjede udad og Ringenes øvre Rande indad, saa at der dannes ringformede Vandlaase, naar Klokken og Ringene efterhaanden løftes op af Vandet. Om Vinteren maa Vandet i Bassinet varmes med Damp eller ved et Varmtvandsopvarmningsanlæg, og hvis Gasbeholderen er teleskopformet, maa der gennem bevægeligt ophængte Slinger kunne føres Damp eller varmt Vand til Ringenes Vandlaase. Spillerummet mellem Beholder og Bassin er ved store Beholdere 30 cm ved smaa 12,5—15 cm. Under Bygningen hviler Gasbeholderen paa et Monteringsstillads, som man ofte lader staa, for at det kan bære Beholderen under senere eventuelle Reparationer. Naar Beholderne løftes ved Gasfyldning, støttes de af Søjler anbragt rundt om dem, idet Beholderne har Støtteruller, som løber op langs med dem; tidligere brugtes Støbejernssøjler; men nu anvendes nittede Konstruktioner af Profiljern, som er diagonalt afstivede indbyrdes med Trækbaand. Ved store Beholdere anvendes foruden de radialt anbragte Støtteruller ogsaa tangentielle Ruller. Teleskopformede Gasbeholdere har Støtteruller baade paa Klokken og alle Ringene. Der er foreslaaet forskellige Førings-systemer uden Støtter, idet der anbringes Staaltraadstove udspændt mellem Klokkens øverste og nederste Rand og ført over faste Ruller paa Bassinranden; men disse har ikke fundet nogen større Udbredelse. Gasindholdet i Beholderen angives ved Viserapparater, der bevæger sig ved Klokkens Løftning og Sænkning og enten kan anbringes paa selve Beholderen eller i nogen Afstand fra den i Regulatorrummet. Klokken giver ved smaa Beholdere et Tryk paa Gassen af 50—60 mm Vand søjle og ved store Beholdere 75—120 mm; men Trykket varierer naturligvis, eftersom Klokken er hævet meget eller lidt over Vandet.

Gassens Tryk skal Døgnet igennem saa vidt mulig holdes konstant paa Forbrugsstederne og maa aldrig synke under 25 mm Vandtryk; men da Tryktabet i Ledningerne forandres med Forbruget, maa Trykket paa Vær-



ket altsaa varieres i Løbet af Døgnet. Trykket reguleres ved Hjælp af en Trykregulator, der som Regel bestaar af en cylindrisk Klokke af Metalblik, som svømmer i et Støbejernsbassin baaret af en Luftkasse. Klokken bærer paa en Stang en kegleformet Prop, der lukker mere for Gassens Gennemgangsaabning, naar Klokken hæver sig, og omvendt aabner

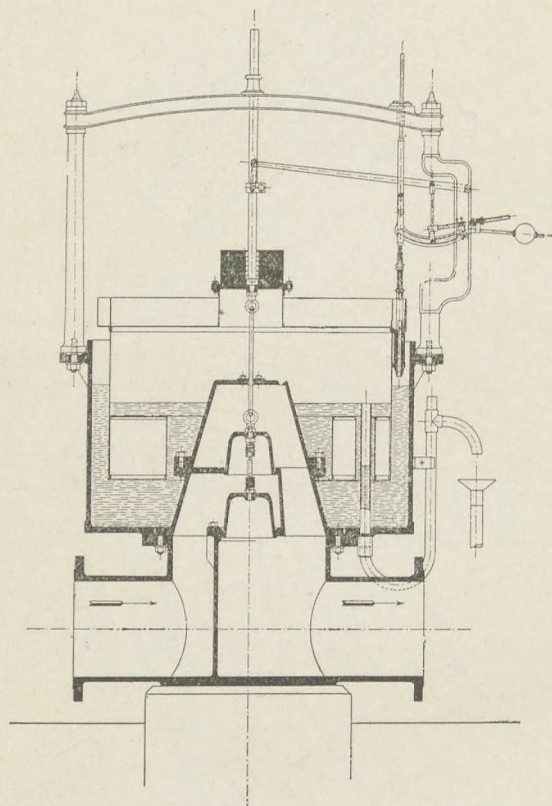


Fig. 101. Trykregulator.

mere for den, naar Klokken sænker sig. Ved Belastning af Klokken med Blyvægte kan man indstille Regulatoren efter det forskellige Tryk, der skal holdes paa Gasyærket paa vedkommende Tidspunkt. Ved nyere Konstruktioner anvendes meget Vandballast til Regulatorernes Klokker, og Vandmængden kan reguleres automatisk.

Foruden Kulgas anvendes ogsaa karbureret Vandgas, der fremstilles ved at lede Vanddampene over glødende Koks i en Generator, hvorved Vanddampene spaltes i Ilt og Brint, hvoraf Ilten med Koksene danner Kulsyre, der afiltes til Kulilte, saa at Gassen kommer til at bestaa af Brint, Kulilte og lidt Kulsyre. Vandgas brænder ikke med lysende Flamme, hvorfor den kun kan anvendes til Glødenetsbrændere; men den kan blandes med stærkt lysende Oliegas, fremstillet af Affald fra Petroleumsraffineri, hvorved dannes karbureret Vandgas.

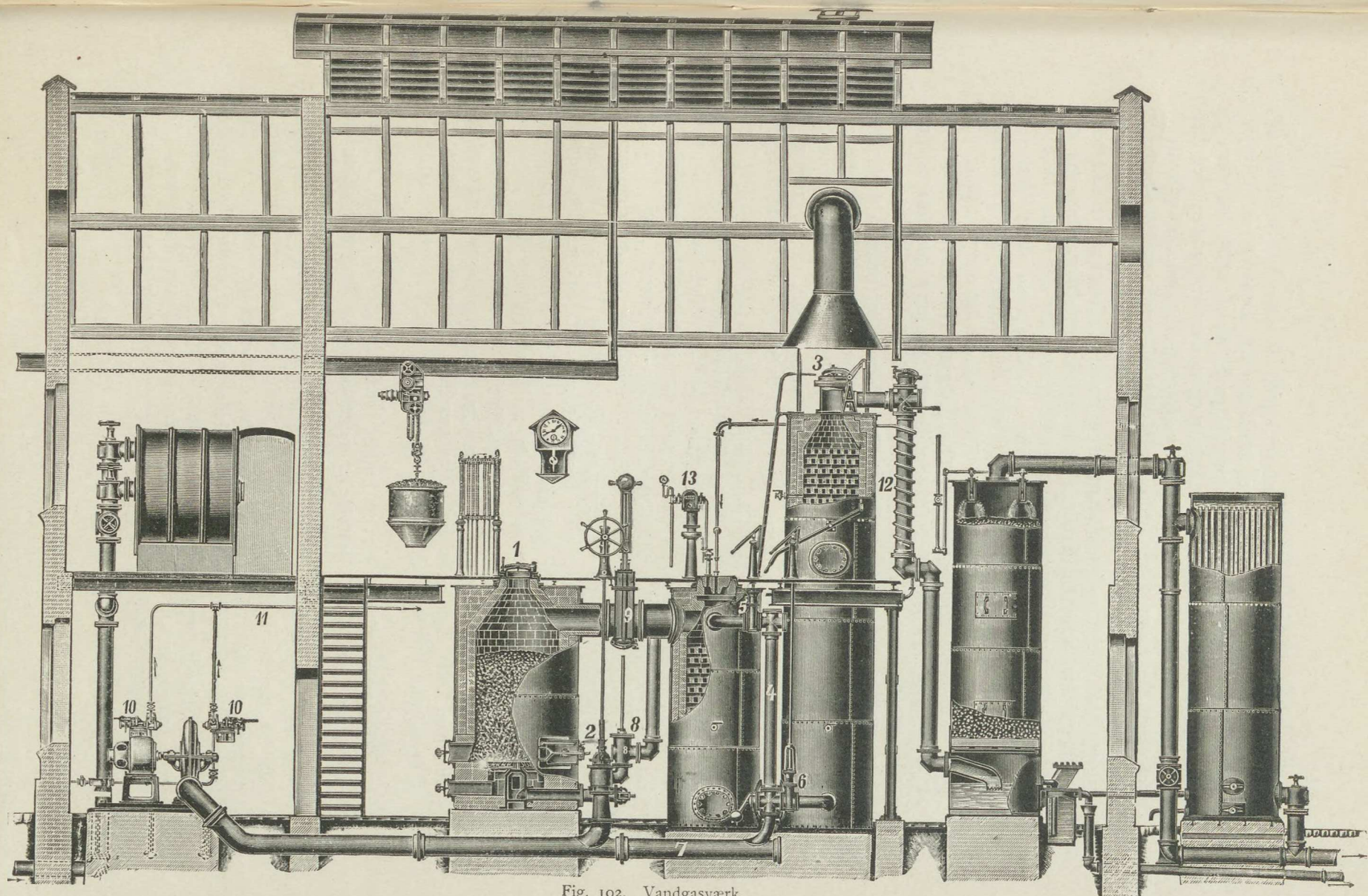


Fig. 102. Vandgasværk.

- | | | | | | | |
|-------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|
| 1. Indfyldningsaabning. | 2. Indblæsningsventil. | 3. Aftræksaabning. | 4. Ledning for sekundær Luft. | 5. Indstrømningsventil. | 6. Indblæsningsventil. | 7. Blæseledning |
| 8. Udstømningsventil. | 9. Udstømningsventil. | 10. Oliepumpe. | 11. Olieledning. | 12. Olieforvarmer. | 13. Oliemaal. | |

Apparaterne til Fremstilling af karbureret Vandgas er en Generator, en Karburator, en Overheder og et Renseapparat. Generatoren er en cylindrisk Beholder, indvendig udmuret med en Kappe af ildfast Murværk og foroven og forneden forsynet med Aabninger, som kan lukkes med tæt-sluttende Laag. Karburatoren og Overhederen er ligeledes cylindriske Beholdere, der indvendig er fyldte med ildfast Murværk, saaledes opmuret, at der dannes Kanaler i det. Foroven forbindes Generatoren og Karburatoren med hinanden og forneden Karburatoren og Overhederen. Luft fra en Blæser kan føres ind forneden i Generatoren og Overhederen og foroven i Karburatoren, og gennem andre Ledninger kan der ledes Damp ind forneden i Generatoren og Olie foroven i Karburatoren. Ved Processens Begyndelse fyldes Generatoren med Koks, der tændes, og fra Blæseren føres en kraftig Luftstrøm ind under Risten, saa at der dannes Kulilte, som strømmer over i Karburatoren og Overhederen, hvor den forbrænder til Kulsyre, naar der ledes Luft til, og derved opvarmes det ildfaste Murværk. Forbrændingsprodukterne bortledes fra Overhederen gennem en særlig Ledning direkte til fri Luft. Efter Forløbet af omtrent 4 Minutter er saavel Koksene i Generatoren som det ildfaste Materiale i Karburatoren og Overhederen bragt til Hvidglødhede, og Gasproduktionen kan nu begynde. De forskellige Haner paa Luftledningen lukkes, og der aabnes for Dampledningen til Generatoren, hvorved Udviklingen af Vandgas begynder. Denne strømmer gennem Karburator og Overheder, og naar disse er fyldt med ren Vandgas, lukkes Aftræksledningen til den frie Luft, og der aabnes for Ledningen til Renseapparaterne, samtidig aabnes for Olieledningen, og idet Olien sprøjter ud over det glødende Murværk i Karburatoren, omdannes Olien til Oliegas, hvorefter Vandgassen, som nu er karbureret med Oliegas, strømmer over i Overhederen og derefter gennem Renseapparaterne til en Gasbeholder. Den stærke Varme i Overhederen bevirker, at Gassen bliver mere bestandig, saa at Oliegassen ikke udskiller sig fra Vandgassen, naar den atter afkøles. Efter Forløbet af omtrent 6 Minutter er Apparaterne saa afkølede, at Gasudviklingen ikke kan fortsættes, den maa da afbrydes ved Omstilling af Hanerne, og man fylder da flere Koks paa Generatoren og bringer igen Varmen op ved Gennemblæsning med Luft. Den karburerede Vandgas kan blandes med den almindelige Kulgas foran Kondenseren, saa at den passerer alle Renseapparaterne.

Kulgassen er en ufarvet Luftart med en ejendommelig, gennemtrængende Lugt, dens Vægtfylde er meget nær 0,5. Den er giftig og danner med Luft eksplosive Blandinger. Ren Gas er ikke ildnærende, først naar den blandes med 5 Gange sit Rumfang Luft, bliver den brændbar, blandet med 8—10 Gange Luft er den mest eksplosiv, og blandet med 14 Gange Luft bliver den igen ufarlig. Paa Grund af Trykket kan en Eksplosion ikke forplante sig ind i en Gasledning, der er derfor, hvis da ikke Trykket skulde være ganske forsvindende, ingen Fare ved at prøve Blusene paa en ny Gasledning, selv om der er eksplosive Blandinger i den. Frosne Maalere og løse Gasbeholdere maa derimod behandles med stor For-

sigtighed, fordi Gassen her ikke er underkastet Tryk. Gas, der siver ud gennem Utætheder, samler sig under Loftet og kan her danne eksplosive Blandinger. Paa Grund af Gassens ringe Vægtfylde vil den stige til Vejrs, saa at Gastrykket vil tiltage 4 mm for hver 5 m, man kommer op; man søger derfor at lægge Gasværkerne saa lavt som muligt.

Ledningsnettet skal med et saa konstant Tryk som muligt føre Gassen ud til Forbrugsstederne og give et saa ringe Tryktab som muligt. Tryktabet i en Ledning regnes af *Pole* proportionalt med den berørte indvendige Flade af Rørledningen, Hastighedens Kvadrat og Massen, altsaa

$$\pi \frac{D^2}{4} h = a \times \pi D \times V^2 \times \frac{G}{g},$$

hvor D er Ledningens Diameter i m, h er Tryktabet paa Længden l, v den Tid, Gassen bruger om at tilbagelægge Rørlængden l, og G Gassens Vægt, som er 1,293 s, hvor s er Gassens Vægtfylde med Luftens som Enhed.

Idet $v = \frac{4Q}{\pi D^2}$, hvor Q er Gasmængden i m³ pr. Sekund faas

$$h = 0.855 a \frac{lsQ^2}{D^5}.$$

Vil man have Rørdiameteren udtrykt i Centimeter og Gasmængden i m³ pr. Time, maa man indføre

$$\underline{D} = \frac{d}{100} \text{ og } Q = \frac{q}{3600}, \text{ hvorved faas } h = 660 a \frac{lsq^2}{d^5}.$$

Af Forsøg har man fundet $a = 0.003$ og altsaa

$$h = 1.978 \frac{lsq^2}{d^5} \sim 2 \frac{lsq^2}{d^5}$$

og naar Gassens Vægtfylde sættes til 0.4, faas

$$h = 0.8 \frac{lq^2}{d^5}.$$

Pr. Kilometer bliver Tryktabet

$$h_{km} = 800 \frac{q^2}{d^5} \text{ eller } \sqrt{h_{km}} = q \sqrt{\frac{800}{d^5}},$$

hvilket er Ligningen ($y = ax$) for en ret Linje gennem Begyndelsespunktet med Koordinaterne $\sqrt{h_{km}}$ og q, hvorfor man kan konstruere grafiske Tabeller til Beregning af Gasledningernes Størrelse.

Ledninger i Jorden udføres i Almindelighed af Støbejernsmufferør, udvendig overtrukne med Stenkulstjære — indvendig vilde Overtrækket opløses af Gassen —, og samlede med Blystøbninger. Kun Lygtestik udføres af særlig svære $\frac{3}{4}$ " Smedejernsrør (Damprør). Ledningerne lægges i 1 m's Dybde under Jordoverfladen og med et Fald af $2,5\text{‰}$, da der altid udskiller sig noget Vand af Gassen. Til Aflukning af Ledninger anbringes Skydehaner. Ledninger, der er 3" eller derover, kan anbores, ellers maa der indlægges Grenrør; Anboringer gøres aldrig større end $\frac{1}{4}$ af Rørets Diameter og aldrig over 2". Ved Overhugninger af Ledninger kan der spærres for Gassen ved at anbringe en Blære, enten en Okseblære eller en Gummiblære, i Ledningen, idet den indsættes gennem et boret Hul; efter Arbejdets Fuldendelse lukkes Hullerne med en tilpasset Prop eller Plade. Der maa altid arbejdes med stor Forsigtighed, vaade Klude maa holdes i Beredskab, hvis Gnister fra Værktøjet skal tænde Gassen, og Ildgryden maa stilles i Læsiden. De enkelte Rør prøves paa Støberierne med et Vandtryk af 6 Atm., og bedst er det bagefter at foretage en Prøve med Luft med 1—2 Atm. Tryk, idet Røret ligger nedsænket under Vand. Paa Ledningernes Dybdepunkter anbringes Vandsamlere, Siphons, der er cylindriske Beholdere af Støbejern med to Muffer til Samling med Ledningerne, Dækslet er samlet med Beholderne ved en Flangesamling. I Beholderne er anbragt et 25 mm vidt Smedejernsrør, som ender 30 mm over Bunden og er ført op til Jordens Overflade, hvor det er dækket med et Handedæksel; ved Paaskrning af en Pumpe kan man pumpe Vand, der samler sig i Beholderen op. Vandsamlere anbringes ikke gerne dybere end 2 m under Terrainet. Paa Steder, hvor daarlig Byggegrund kan bevirke, at man frygter Sætninger og dermed følgende Sprængninger af Støbejernsledninger, kan man anvende Mannesmannske Rør, som man nøje maa paase ved en goudronmættet Jutebevikling er beskyttede mod Rust. Efter Lægningen prøves de enkelte Rørstrækninger før Tilfyldningen med Lufttryk, idet man forlanger, at de skal kunne taale et Tryk af 30 cm Vandsøjle, uden at man kan se dette aftage kendeligt i Løbet af et Kvarter. Utætheder ved nylagte Ledninger findes ved Overheldning af Samlingerne med Sæbevand; ved gamle Ledninger, hvor Utætheder viser sig ved Aftagen af Trykket, opsøges de defekte Steder ved Nedramning af Rør i Jorden langs Ledningen i Nærheden af Mufferne og Prøvning for Gaslugt; i Gader med Asfalt eller Træbrolægning anbringes ofte særlige Prøverør med en indbyrdes Afstand af omtrent 10 m. Forstopper af Ledningerne ved Naphthalin fjernes ved Indsprøjtning af Xylol.

Hvis Terrainet frembyder særlig store Højdeforskelle, maa Ledningsnettet deles i Zoner, der hver paa Gasværket faar sin særlige Trykregulator. Ved særlig udstrakte Forsyningsomraader kan man nøjes med mindre Ledningsdimensioner ved at anbringe Hjelpeholdere, der fyldes paa de Tider, hvor Gasforbruget er mindst, ved at formindske Trykket paa dem. Man kan ogsaa anvende et højere Tryk paa Gassen, hvis Størstedelen af dette gaar til at overvinde Tryktabet i Fødeledningerne, og saaledes give

disse en mindre Dimension, hvilket f. Eks. er af Betydning, hvis Værket bygges langt fra Forsyningsomraadet. Ved Anvendelsen af Kompressorer, Kapselblæsere, er man gaaet til Gastryk paa indtil 10 m Vandsøjle og kan saaledes anvende Fjernforsyning med Gas.

Til Husledninger anvendes Smedejernsrør, hvis Dimension kan bestemmes efter Antallet af Blus med 150 l Gasforbrug i Timen.

Ledningens Længde i m	Antal Blus ved forskellig Ledningslængde og Ledningsdimension.						
	$\frac{3}{8}$ "(10mm)	$\frac{1}{2}$ "(13mm)	$\frac{3}{4}$ "(20mm)	1"(25mm)	$1\frac{1}{4}$ "(32mm)	$1\frac{1}{2}$ "(40mm)	2"(50mm)
10	2	5	15	32	60	100	220
20	1	4	10	22	40	70	150
30	1	3	8	18	35	60	130
40	1	2	7	16	30	50	110
50	—	2	6	14	25	45	100
100	—	1	4	10	20	30	70
200	—	1	3	7	15	20	50

Udstrakte Ledningsnet deles ved Haner i forskellige Afdelinger. Ledningerne lægges let tilgængeligt, og alle Samlinger anbringes synligt; de lægges med Fald af mindst 1‰ til Gasmaaleren, hvis der anvendes en vaad Maaler, eller til særlige Vandsamlere, der bestaar af korte Rørstykker med en Slutmuffe, som let kan skrues af. Hvor Ledninger gaar fra varme til kolde Rum, maa Faldet gaa i Retning mod det varme Rum, og Vandsamleren anbringes her, da der paa saadanne Steder er særlig Fare for Udskillelser. Samlingen af Rørene sker ved Hjælp af Blyhvidt eller Mønje; hvor der anvendes amerikansk Snittøj, maa der tillige anvendes Omvikling af Skruegangen med en tynd Hampepisk. Efter Lægningen prøves Ledningerne for Tæthed med samme Trykprøve som Gadeledningerne.

Løse Urenheder i Gasledninger, f. Eks. Rustskaller, fjernes ved Udblæsning, idet man efter at have oppumpet et Tryk i Luftpumpen pludselig aabner for Ledningerne; Udblæsningen bør foregaa fra de tyndere Rør mod de sværere, og inden den foretages, maa alle Belysningslegemer, der ikke taaler Trykket, f. Eks. Udtrækslamper, tages ned. Foruden Udblæsning benyttes ogsaa, f. Eks. til Lygtestik, Rensning ved Udsugning, idet man tilvejebringer en Gasekspllosion i en mindre Beholder, hvis Laag lukkes op ved denne, men igen lukkes hurtig af en Fjeder, saa at der dannes et Undertryk paa indtil 60 cm Vandsøjle.

For at Forbrugerne kan komme til at betale Gassen efter deres Forbrug, maa den maales, hvilket kan ske ved vaade eller tørre Maalere. De vaade Maalere bestaar af en cylindrisk Blikbeholder, i hvilken en cylindrisk Tromle kan bevæge sig om en vandret Aksel, der ligger noget under Vandspejlet i Beholderen; Gassen ledes ind i Tromlen og drejer ved sit Tryk denne rundt, idet Antallet af Omdrejninger registreres af et Tælleapparat. Tromlen er forsynet med 4 radiale Skilleflader, der tillige danner dens Endebunde og er bøjede saaledes, at de to Aabninger, der fører til samme

Rum, ikke samtidig kan komme op over Vandet. En Svømmer i Maaleren lukker automatisk for Gassen, hvis Vandspejlet synker saa dybt, at Gassen umaalt kunde passere igennem. Gode Gasmaalere maa til deres Bevægelse kun kræve 1—2 mm Vandsøjle. For at undgaa Frostfaren benyttes Glycerinblandinger til Paafylldning i Stedet for Vand, og for at Vædsken ikke skal fordampe for hurtigt, maa Maalerne ikke anbringes paa et for varmt Sted.

Tørre Gasmaalere har to Rum med harmonikaformede Bælge af meget blødt Skind eller Læder; ved et dobbelt Glidersystem ledes Gassen skiftevis til og fra disse Bælge, idet Gliderne indstilles efter Bælgenes Bevægelser, som samtidig registreres af et Viserværk.

Baade vaade og tørre Maalere bygges nu meget som Automatmaalere, hvorved Restancer med Betalingen undgaas.

Nyttevirkningen af Brændere angives ved den Gasmængde, der forbruges i Timen pr. hefnersk Normallys og kan varieres fra 7—10 l ved aabne Snitbrændere til 1 l ved de bedste Glødenetsbrændere.

Brænderne bestaar i Reglen af en Metaldel, indrettet til at forbindes med Lampedelene eller Ledningen, samt Brænderhovedet eller Brænderkronen, i hvilken Gassens Udstrømningsaabninger findes. Denne Del bestaar af Jern eller et andet Metal eller, hvad der er almindeligst, af Fedtsten, Porcelain eller lignende. Brændere med Jern- eller Metalkroner har sædvanlig en mindre Nyttevirkning end de andre, fordi de stærkt ophedede Jern- eller Metalkroner let rustet eller forvitret omkring Udstrømningsaabningen, naar der efter Slukningen kommer Luft og Fugtighed til, hvorved Flammen faar en uregelmæssig Form.

Brænderne kan inddeles i 4 Grupper, eftersom Forbrændingsluften tilledes frit eller ledet, og eftersom den er forvarmet eller ikke, og endelig har man Brændere med aflyst Gas (Glødenetsbrændere). Den bedste Brænder med fri Tilførsel af ikke forvarmet Luft er Snitbrænderen, hvor Udstrømningsaabningen for Gassen er en snæver Spalte; men for at faa den bedste Virkning af dem maa Trykket kun være meget svagt, 1—2 mm, hvorfor det formindskes ved at formindske Gennemstrømningsaabningen i Brænderen et Stykke bag Aabningen eller ved Anbringelsen af en Blusregulator. En saadan bestaar af en tynd Metalskive, der passer nøjagtig i en lille Metalcylinder, som har en vandret Skillevæg, Skiven bærer et lille Metalrør, der passer til et Hul i Skillevæggen. Naar Gassen strømmer ind under Skiven, løftes denne af Gastrykket, idet der intet Tryk er foroven; derved støder Rørets Munding mod den øverste Ende af Cylinderen, og der lukkes da for Gassen, denne strømmer da ud gennem en ringformet Aabning paa Siden af Røret og udligner Trykforskellen, saa at Skiven igen synker ned. Skiven holdes saaledes stadig svævende paa Gasstrømmen og regulerer derved Forbruget. Brændere med fri Tilførsel af forvarmet Luft benyttedes som Gadelygter, idet Luften strømede ind ved en Skærm, der tillige dannede en Reflektor. Brændere med ledet Tilførsel af ikke

forvarmet Luft har omkring Flammen en Glasskorsten, hvor Luften kan strømme ud forneden, og Brændere med ledet Tilførsel af forvarmet Luft har Aftræk for de varme Forbrændingsprodukter gennem en Skorsten, der tillige har Kanaler, hvorigennem Luften ledes og samtidig opvarmes.

Alle disse Brændere kan dog ikke i Nyttetvirkning maale sig med Glødenetsbrænderne, hvor man bringer et fint Askevæv af Bomuld, Ramie eller Silke, gennemtrukket med Nitrater af Thor og Cer (99 % Thor og 1 % Cer), til at gløde. For at undgaa Skyggedannelsen fra Brænderen er der nu konstrueret hængende Glødenetsbrændere med nedadbrændende Flamme. Hængende Glødenetsbrændere kan med et Gasforbrug af 60—80 l pr. Time udstraale Lys svarende til 40 hefnerske Normallys saavel horisontalt som i alle Retninger nedad, medens andre Glødenetsbrændere udstraaler horisontalt 80 Normallys ved et Gasforbrug af 120 l pr. Time og 55 ved et Forbrug af 80 l pr. Time.

Bolighygiejne.

For at en Bolig skal være sund, er det en Nødvendighed, at Luften i den er frisk, at Boligen er tør, og at Lyset er tilstrækkeligt.

Hvad Luften angaar, da forandrer den Sammensætning som Følge af Menneskers og Dyrs Aandedræt. Den normale Sammensætning er omtrent 21 % Ilt og 79 % Kvælstof samt lidt Kulsyre og Vanddamp. Et voksent Menneske indaander i 24 Timer omtrent 9 m³ eller 11,6 kg Luft, og den udaandede Luft bestaar af 15,4 % Ilt, 79,2 % Kvælstof og 4,4 % Kulsyre, foruden at den ved 35° C. er mættet med Vanddamp.

Kulsyren er en giftig Luftart, som imidlertid er uskadelig i de smaa Mængder, hvori den altid findes i Luften, og først fremkalder Ildebefindende, naar Luftens Indhold stiger til 1—2 %. Som den tilladelige Grænse for Luftens Kulsyreindhold sættes for Sygeværelser 0,7 ‰, for Lokaler, hvori man skal opholde sig længere Tid 1 ‰, og for Lokaler til kortere Ophold 2—3 ‰. I den fri atmosfæriske Luft findes 0,3 ‰ Kulsyre; i store Byer kan denne Mængde stige til 0,4 ‰.

Da et voksent Menneske udaander ca. 1000 gr Kulsyre i 24 Timer, idet den udaandede Luft indeholder ca. 43,4 ‰, vil Kulsyremængden i Opholdsrum stige, hvis der ikke stadig tilføres frisk Luft. For nu at se, om Ventilationen, der enten kan være naturlig gennem Utætheder i Vægge, Vinduer, Døre og lignende eller kunstig gennem særlige Ventilationsaabninger og Kanaler, er tilstrækkelig, benytter man Kulsyren som Indikator. Da de Kulsyremængder, der som Regel bliver Tale om, er ret smaa, giver Maalingen af dem ret usikre Resultater. Man forøger derfor Kulsyremængden i det Rum, hvori Maalingen skal foretages, idet man tilfører det en vis større Mængde Kulsyre enten ved at lade denne strømme ud af en Beholder, lade et Lys eller en anden Flamme brænde i nogen Tid i Lokalet eller ad kemisk Vej udvikle Kulsyre. Man tager da en Luftprøve, som analyseres, og efter nogen Tids Forløb tages en ny Prøve. Som Følge af Ventilationen vil man da altid finde en Aftagen af Luftens Kulsyreindhold, og Ventilationens Størrelse bestemmes da ved en empirisk Formel $V = 2,303 \text{ m} \log \frac{k_1 - k}{k_2 - k}$, hvor m er Lokalets Volumen i m³, k₁ og k₂ Kulsyremængderne, der findes

ved det første og andet Forsøg, og k Kulsyre-mængden i den frie Atmosfære. V er Mængden af den indstrømmende Luft i Timen.

Maalingen af Kulsyre-mængden i Luften foretages ved forskellige Apparater. Det nøjagtigste er vist Pettersons, hvor man bringer en afmaalt Mængde Luft i Berøring med Kalilud, som indsuger Kulsyren, hvorved man af Formindskelsen i Rumfang direkte kan aflæse Kulsyre-mængden. Andre Apparater beror paa Omdannelsen af Barythydrat til kulsur Baryt ($\text{Ba(OH)}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{BaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$). Naar Vædsken efter Gennemdrivningen af en vis Luftmængde titreres med Oxalsyreopløsning af en kendt Styrke, omdannes Resten af Barythydrat til oxalsur Baryt, hvoraf man kan beregne Kulsyre-mængden, idet der f. Eks. benyttes Phenolphthalin som Indikator.

Hvor der ved kunstig Ventilation er Tale om store Luftmængder, kan der ogsaa benyttes Anemometre.

Foruden Paavisning af Kulsyre kan der ogsaa blive Tale om Maaling af Luftens Indhold af Kulilte. Dette kan dels gøres ved Hjælp af et Spektroskop og dels ved at lede Luften gennem en frisk Blodopløsning, idet denne derpaa ved Tilsætning af en Tanninopløsning giver Bundfald med en brunlig, rød Farve. En Kontrolprøve, der ikke har været gennemluftet, giver med Tanninopløsningen et graabrunt Bundfald.

Luftens Fugtighed maales med Hygrometer. Den kan dels skyldes den atmosfæriske Fugtighed; men i mange Tilfælde er Fugtigheden inde i Boligerne større end udenfor som Følge af den Vandmængde, der findes i Udaandingsluften, og som beløber sig til ca. 10 gr i Timen, og Fordampningen fra Huden, som er ca. 60 gr i Timen. Endvidere kan der ved Madlavning, fugtige Klæder, Gasblus og lignende komme store Mængder af Vanddamp i Luften. Fugtighedsgraden i Luften bør ligge mellem 30 og 60 % relativ Fugtighed, hvorved forstaas Forholdet mellem den absolute Fugtighed, der angiver, hvormange gr Vanddamp, der findes i 1 m³ Luft, og den maksimale Fugtighed, der angiver, hvormange gr Vanddamp, der kan være i Luften ved den forhaandenværende Temperatur, naar Luften er mættet med Vanddamp.

En Bolig kan være fugtig, uden at Luften er det i særlig høj Grad. Det kan da skyldes manglende Isolering, saa at Grundvandet stiger op, slet Ventilation, saa at den udskilte Vanddamp ikke fjernes, men opsuges af Vægge og Etageadskillelser, eller Indtrængen af Regnvand gennem Utætheder.

Indtrængen af Fugtighed fra Grunden hindres dels ved Sænkning af en for høj Grundvandstand og dels ved Indlægning af Isoleringsslag i Gulv og Vægge. Hvad Bortfjernelse af den udskilte Fugtighed ved Ventilation angaar, da kan den særlig være generende i Værelser mod Nord, hvor den naturlige Ventilation som Følge af mindre Opvarmning ikke er stor. Fjernes Fugtigheden ikke, vil den fortætte sig paa Indersiden af kolde Ydervægge og enten løbe ned ad dem eller indsuges af dem. Fugtigheden kan medføre Svampdannelse.

Enhver Arbejdsplads maa være forsynet med fornødent Lys. Til Læsen, Skriven, Haandarbejde og lignende kræves en Klarhed af 15—20 Meterlys, hvorved forstaas samme Lysmængde, som faas ved Anbringelsen af 15—20 Normallys i en Afstand af 1 m. For Normallys findes i de forskellige Lande forskellige Vedtægter. Her forstaas ved Normallys de tyske normale Paraffinlys, 20 mm i Diameter, med 50 mm Flammehøjde, et Smeltepunkt af 55° C., og som brænder 7 gr Paraffin i Timen. Som Normallys benyttes ogsaa en Amylacetatlampe, der svarer til 1,20 Normallys.

Ved 1 Lux forstaar man den Klarhed, der udstraaler fra en Flade, der i en Afstand af 1 m belyses lodret med 1 Normallys.

Den fornødne Lysmængde skal skaffes tilveje enten ved Dagslyset eller ved kunstige Midler. Angaaende Mængden af Vinduer i Beboelsesrum kan man benytte den empiriske Regel, at Arealet af Vinduesfladen skal udgøre $\frac{1}{12}$ af Værelsets Gulvflade, og i Skoler $\frac{1}{5}$ af Gulvfladen, idet Arealet af Vinduesposter og Sprosser ikke medregnes. Disse udgør som Regel $\frac{1}{3}$ af hele Vinduesaabningen.

Naturligvis afhænger den Lysmængde, der kommer i et Lokale, af dets Beliggenhed. Først kan selve Glasset tillade mere eller mindre Lys at passere. Den Lysmængde, der trænger ind gennem et Vindue, er i høj Grad afhængig af det frie Himmelstykke, som kan ses gennem det. Endvidere er Lysmængden afhængig af Lysstraalernes Indfaldsvinkel, hvorfor det gælder om, at Vinduerne sidder saa højt som muligt, ligesom man i Skolelokaler og lignende, hvor der kræves meget Lys, ikke dækker den øverste Del af Vinduerne med Rullegardiner eller Gardinkapper. Ved ikke at gøre Lokalerne for dybe kan man naturligvis ogsaa opnaa, at Belysningen i den bageste Del af dem bliver saa god som mulig; i Almindelighed sætter man, at Dybden kun maa være $1\frac{1}{2}$ Gang saa stor som Afstanden fra Gulv til Overkant af Vindue. Endelig kan de Farver, der anvendes ved et Lokales Dekorering, i høj Grad influere paa dets Belysning. Gult Tapet reflekterer saaledes 40 % af de Lysstraaler, der falder derpaa, blaat 25 %, mørkebrunt 13 % og sortebrunt kun 4 %, lyst Grantræ reflekterer 40—50 % og sort Klæde kun 1,2 %.

Disse almindelige Regler giver nok en Anvisning, men bedre er det ved bestemte Maalemetoder at kunne angive Tal for Lysmængden. Aabningsvinklen kan ligefrem maales, idet man benytter et Apparat, der tegner et Billede af Vinduet paa en kvadreret Glasplade. Man kan saa blot tælle, hvormange af Kvadraterne der viser Billede af Himlen. Hvor en Bygning endnu ikke er opført, kan man paa en Profilskitse, der viser ligeoverfor liggende Bygninger, Træer og lignende, finde den Aabningsvinkel, under hvilken man ser den frie Himmel fra Bordhøjde i Baggrunden af Værelset. Denne Vinkel skal mindst være 4° .

Da Himlen jo ikke er lige lys oppe og nede, gælder det om at faa Lyset til at falde ind under den størst mulige Indfaldsvinkel; og denne Vinkel bør for den øverste Lysstraale mindst være 27° .

En Undersøgelse af Lysforholdene i et færdigt Hus kan ske ved Hjælp af Webers Rumvinkelmaaler, idet man tænker sig Himmekuglen delt i Kvadrater med en Sidelinie af en Grad. Et saadant Kvadrat kaldes en Rumvinkel, og man forlanger, at Synsfeltet paa Himlen skal være 50 Rumvinkelgrader fra enhver Arbejdsplads, naar Lyset falder lodret ind; forandres Indfaldsvinklen, skal Lysfeltet være $\frac{50}{\sin x}$ Rumvinkelgrader. Maaleapparatet

bestaar af en Linse anbragt overfor et kvadreret Stykke Papir.

Denne Undersøgelsesmetode har selvfølgelig den store Fejl ikke at tage Hensyn til andet end Synsfeltet paa Himlen, og Betydningen afhænger jo i høj Grad af mange andre Faktorer, f. Eks. det tilbagekastede Lys. Den egner sig derfor mest til Benyttelse, hvor der bliver Tale om en stor Mængde ensartede Undersøgelser, da den kan give en relativ Sammenligning mellem forskellige Arbejdspladser, f. Eks. i Skolelokaler.

Bedre er derfor Lysmaalingsapparater konstruerede som Photometre, hvor man sammenligner de to Halvdele af en Mælkeglasplade, idet den ene Halvdel belyses udefra, og den anden belyses med et kendt Normallys.

Omslagspriser.

Arbejds løn.

Timeløn for en Arbejdsmand	Kr. 0,50
— - - Formand	- 1,00
Dagløn - - Arbejdsmand	- 4,00— 5,00
— - - Formand	- 8,00—10,00

Bygningsmaterialier.

Slagger	pr. m ³	Kr. 3,00— 4,00
Grus	- - -	4,00
Murstensskærver	- - -	5,00
Singels	- - -	6,50
Granitskærver	- - -	10,00— 14,00
Granit i kløvede Blokke	- - -	50,00—100,00
— med Behugningsgrad 2	- - -	150,00—250,00
— - - 3	- - -	200,00—400,00
Murværk af flammede Sten	- - -	25,00
— - Façadesten	- - -	30,00— 35,00
— - Klinker	- - -	36,00
Træ, uforarbejdet (for Bearbejdelsen tillægges 40—100 %):		
Sydsvensk Fyr	- - -	55,00— 65,00
Pommersk Fyr	- - -	100,00
Pitch-pine	- - -	115,00
Egetræ	- - -	100,00—160,00
Cement	- - -	60,00
Støbejern	- kg	0,20— 0,60
Smedejern	- - -	0,25— 0,45
Beton	- m ³	- :

1 : 2 : 4		1 : 3 : 6		Grusbeton			
	Granit-skærver	Granit-skærver	Singels	Murstens-skærver	Slagger	1 : 4	1 : 8
Støbt uden Flager	35,00	30,00	25,00	23,00	22,00	25,00	18,00
Støbt uden Flager over 30 cm tyk	40,00	35,00	30,00	29,00	28,00	32,00	25,00
Støbt uden Flager under 30 cm tyk	40,00-50,00	35,00-45,00	32,00-42,00	30,00-40,00	30,00-40,00	32,00-42,00	25,00-35,00

Jordarbejde.

Jordarbejde med Trillebør (Gravningens Bredde større end 2,0 m):

Dybde af Udgravningens Tyngdepunkt under Terrain	Flytteafstand			
	10—15 m	50 m	100 m	150 m
m	Kr. pr. m ³	Kr. pr. m ³	Kr. pr. m ³	Kr. pr. m ³
0,1	0,75	1,00	1,30	1,60
1,0	1,25	1,50	1,80	2,10
2,0	1,75	2,00	2,25	2,60
3,0	2,25	2,50	2,75	3,00
4,0	2,50	2,75	3,00	3,40
5,0	3,00	3,25	3,50	3,75

For Gravning i Kanaler mindre end 0,5 m brede tillægges 20 %.

Vejarbejde.

Macadamisering for let Færdsel	pr. m ²	Kr. 2,50
— - - svær —	- - -	3,00
Chaussebrolægning, incl. Fundament	- - -	7,50
Brolægning, almindelig	- - -	8,00—10,00
— — — udgydt med Cementmørtel	- - -	11,00
— — — — — paa		
Betonfundament	- - -	18,00
Asfalt (comprimé)	- - -	15,00
Kantsten, af Beton, 6 cm brede	m	2,00
— - — 10 — —	- - -	3,00
— - Granit, 2den Sort	- - -	3,00
— - — 1ste —	- - -	5,00— 6,00
Gruset Fortov	m ²	0,40
Gangstimacadamisering	- - -	1,20
Granitmosaik paa Sandfundament	- - -	7,00
Brolægning til Fortov	- - -	9,00
Tjærebeton	- - -	2,50
Asfalt (coulé)	- - -	5,50— 8,00
Betonfliser	- - -	5,00
	Skinnevægt	pr. m Spor
Almindeligt Spor paa Tværsveller (eksl. Ballast) ..	8 kg/m	Kr. 7,00
— — — — — ..	10 —	9,00
— — — — — ..	20 —	14,00—16,00
— — — — — ..	30 —	21,00
— — — — — ..	40 —	28,00
— — — — — ..	50 —	34,00

For et enkelt Vigespor regnes ovenstaaende Sporpris samt et Tillæg af ca. 50 %.

Rille Spor (incl. Underlag)	Skinnevægt		
	20 kg/m	30 kg/m	40 kg/m
	Kr. pr. m Spor	Kr. pr. m Spor	Kr. pr. m Spor
i Macadamisering og alm. Brolægning	14,00	19,00	25,00
i engelsk Brolægning	12,00	17,00	23,00
i Asfalt	18,00	24,00	30,00

Bygninger.

Arbejderboliger	pr. m ²	Etage	Kr. 50,00
Almindelige Boliger	- - -	-	60,00
Administrationsbygninger	- - -	-	55,00—75,00
Salgshaller og lignende (uden Ingeniørarbejder) ..	- - -	-	50,00—80,00
Staldbygninger for store Dyr	- - -	-	35,00—50,00
Do. for smaa Dyr	- - -	-	30,00
Skure af Træ	- - -	-	20,00—40,00
Do. af Bølgeblik	- - -	-	35,00

Gulvbelægning.

15 cm Beton med Slidlag	pr. m ²	Kr. 4,00
Mursten paa Fladen i Sand	- - -	2,25

Mursten paa Fladen i Mørtel.....	pr. m ²	Kr. 2,50
Do. paa Kant i Sand	- -	4,00
Do. paa Kant i Mørtel	- -	4,50
Metlacher Fliser	- -	4,00—5,00
Almindelige brændte Lerfliser	- -	8,00
Granitfliser	- -	13,00
Marmorfliser	- -	15,00
Terrazzo	- -	5,00—6,00

Vægbeklædning.

2 cm Cementpuds, 1:2	pr. m ²	Kr. 1,25
2 cm do. glittet	- -	3,00
Strygning med kunstig Asfalt	- -	0,50
Almindelige Vægfliser	- -	10,00
Engelske do.	- -	12,50

Vandforsyningsanlæg.

Forsøgsboringer, 5 cm	pr. m	Kr. 12,00
Do. 8 cm	- -	15,00
Brugsboringer, udført med Støbejernsrør, 5 cm	- -	16,00
— — — — 8 —	- -	22,00
— — — — 12 —	- -	28,00
— — — — 15 —	- -	35,00
— — — — 20 —	- -	45,00

For Filterkurve tillægges Prisen for 1 m Boring.

- Borehoveder — — — 2 — —	
- Skydeventiler — — — 1,5 — —	
- Skydeventiler — — — 1,5 — —	

Brøndgravning.

indtil 3 m Dybde pr. m ³ over Grundvandet Kr. 12,00 under Grundv. Kr. 20,00	
— 6 — — — — — 15,00 — — 23,00	
— 9 — — — — — 18,00 — — 26,00	
— 12 — — — — — 21,00 — — 29,00	

Aabne Sandfiltre	pr. m ²	Kr. 60,00—80,00
Overdækkede Sandfiltre	- -	100,00—120,00
Overdækkede Sandfiltre	- -	100,00—120,00
Sand	m ³	5,50
Ærtesten	- -	8,00
Nøddesten	- -	6,00
Singels	- -	6,50
Klinker	1000 Stk.	32,00
Vaskning og Udlægning af Sand	m ³	4,50
Vaskning og Udlægning af Ærtesten, Nøddesten og Singels	- -	3,50

Højdebeholdere pr. m³ Vandindhold Kr. 50,00—100,00

Gadeledninger, ekscl. Reparation af Vejbane.

		$d = 4$ cm	5 cm	8 cm	10 cm	13 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	65 cm
		pr. Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Støbte Jordledninger, ekscl. Formstykker, 1,4m Jord over Ledningen	m	3,50	4,25	5,25	6,00	7,50	9,00	13,00						
Støbte Jordledninger, ekscl. Formstykker, 1,6m Jord over Ledningen	-	4,00	4,50	5,50	6,50	8,00	9,50	13,50	20,00	26,00	32,00	45,00	55,00	60,00
Tillæg for Formstykker	-	0,25	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	1,50	incl Formstykker, ekscl. Skydeventiler. Ved større Arbejder udenfor Byerne kan Priserne reduceres med ca. 10					
T-Rør, incl. Anbringelse	Stk.	6,00	8,00	14,00	18,00	22,00	27,00	40,00						
Spidsrør, incl. —	-		5,00	8,00	10,00	15,00	17,00	30,00						
Bøjninger, - —	-	6,00	8,00	11,00	15,00	20,00	25,00	30,00						
Lette Skydeventiler med Spindel, Dæksel, Nøgle og Skilt	-	35,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	120,00						
Svære Skydeventiler med Spindel, Dæksel, Nøgle og Skilt	-	40,00	50,00	60,00	70,00	85,00	100,00	170,00	250,00	300,00	400,00	550,00	700,00	800,00
Overhugning af Ledning og Indskæring af T-Rør	-	18,00	20,00	30,00	40,00	45,00	55,00	90,00	125,00	150,00	200,00	300,00	400,00	450,00
Brandhaner	-		60,00	100,00	150,00									
			(Frederiksbergs Model)		(Københavns Model)									
Hydranter	-	30,00												

For Betonledninger regnes samme Priser som for Kloakledninger af samme Størrelse.

Husledninger.

	$d =$	8 cm	10 cm	13 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Anboringer i Smedejernsbøjle	Stk.	8,00	10,00	10,00	12,00	15,00	20,00	
— - Støbejernsbøjle	-	10,00	12,00	14,00	15,00	20,00		
— - Anboringsflange	-	24,00	25,00	27,00	28,00	32,00	35,00	40,00
(incl. Anboringsflangen)								
	$d =$	20 mm	25 mm					
Almindelige Anboringshaner (incl. Hanemuffer)	Kr. pr. Stk.	12,00	14,00					
— Stophaner (- —)	- - -	20,00	22,00					
Stophaner med lukket Bund og Pakdaase (incl. Hanemuffer)	- - -	26,00	30,00					
Lette Skydehaner (incl. Hanemuffer)	- - -		37,00					
13 mm Aftapningshaner i Anborings-T. (incl. Hanemuffer)	- - -	20,00						

	$d =$	13 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm
	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Ledninger af mønjemalede trukne Rør i Rørhager	m	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,50
— — — — — Rørbærere	-	2,00	2,25	2,75	3,25	4,00	5,00
— — galvaniserede — — — — —	-	2,25	2,75	3,25	4,25	5,00	6,50
Langgevind	Stk.	1,00	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50
Indskæringer af T	-	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	10,00
Stopventilhaner	-	3,00	5,00	6,00	10,00	14,00	
Stoptoldehaner	-	4,00	6,00	8,00	12,00	15,00	22,00
Stophaner med lukket Bund og Pakdaase (Kbhvns. Model)	-	6,00	10,00	14,00	18,00	24,00	35,00
Isolation af Koldtvandsledninger mod Dryp	m	1,85	1,95	2,10	2,20	2,30	2,50
— — — — — Frost	-	2,25	2,50	3,00	3,25	3,50	4,00
— — Koldtvandsventil	Stk.	3,50	4,00	4,50	4,50	4,50	5,00
Fjeder- eller Skrue-Aftapningshaner	-	4,00	5,00	8,00			
— — — — — forniklede	-	5,00	7,00	10,00			
Aftapningstoldehaner	-	5,00	7,00	10,00			
Aftapningsventilhaner med Forskruning	-		6,00	8,00			
Aftapningstoldehaner —	-		8,00	10,00			
Gaardhaner med Udtræk	-		12,00	14,00			

For korte Ledninger med mange Afgreninger tillægges 50—100 %.

Frostfri Gaardopstandere pr. Stk. Kr. 75,00.

Vandmaalere.

	$V =$	2 m ³	3 m ³	5 m ³	7 m ³	10 m ³	20 m ³
	$d =$	13 mm	13 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm
	pr.	fra Kr.	fra Kr.	fra Kr.	fra Kr.	fra Kr.	fra Kr.
Alm. Maalere (incl. Opsætning)	Stk.	40,00	45,00	50,00	55,00	70,00	100,00
Opsætningen (incl. Hylde og Blyrør)	-	8,00	8,00	10,00	11,00	12,00	
	$V =$	10 × 2 m ³	20 × 3 m ³	30 × 5 m ³	50 × 7 m ³	100 × 10 m ³	
	$d =$	32 mm	40 mm	50 mm	8 cm	10 cm	
	pr.	fra Kr.	fra Kr.	fra Kr.	fra Kr.	fra Kr.	
Vandmaalere med Bimaalere (Kombinationsmaalere)	Stk.	150,00	200,00	300,00	400,00	500,00	
Tinforede Blyrør, 13 mm	pr. m	Kr. 3,50					
— — — — — 20 mm	-	-	-	-	-	-	-
— — — — — 25 mm	-	-	-	-	-	-	-

Vandværksanlæg i større Byer kan regnes til Kr. 20,00—40,00 pr. Indb.

— — — — — Landsbyer — — — — — 50,00—60,00 — — — — —

Kloakbygning.

Afstivning varierer mellem Kr. 0,00 og Kr. 1,00 pr. løb. m Gravning og pr. m Dybde, under Forudsætning af at Plankerne tages op igen.

Ledninger.				Dybde	d =	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
				m	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Cirkulære glaserede Lerrørsledninger				0,1	m	2,00	2,50	4,00	6,00	9,00	13,00
—	—	—	—	1,0	-	3,00	3,50	5,00	7,00	10,00	14,00
—	—	—	—	2,0	-	4,00	4,50	6,50	9,00	12,00	16,50
—	—	—	—	3,0	-	6,50	7,00	9,00	11,50	15,00	20,00
—	—	—	—	4,0	-	10,00	11,00	13,00	16,00	22,00	26,00
—	—	—	—	5,0	-	14,50	15,00	19,00	22,00	27,00	33,00
—	—	—	(Doultons Rør).	0,1	-	3,50	4,50	7,50	11,00	18,00	28,00
—	—	—	—	1,0	-	4,50	5,50	8,50	12,00	19,00	29,00
—	—	—	—	2,0	-	5,50	6,50	10,00	14,00	21,00	31,00
—	—	—	—	3,0	-	8,00	9,00	12,50	17,00	24,00	34,00
—	—	—	—	4,0	-	11,50	13,00	16,50	21,00	31,00	40,00
—	—	—	—	5,0	-	16,00	17,00	22,50	27,00	36,00	47,00
Cirkulære Betonledninger				0,1	-	1,50	2,00	3,00	4,00	6,00	9,00
—	—	—	—	1,0	-	2,25	2,50	4,00	5,00	7,00	10,00
—	—	—	—	2,0	-	3,50	3,75	5,00	7,00	9,00	12,00
—	—	—	—	3,0	-	6,00	6,25	8,00	10,00	12,00	15,00
—	—	—	—	4,0	-	9,50	10,00	12,00	14,00	16,00	19,00
—	—	—	—	5,0	-	14,00	14,50	17,00	20,00	22,00	25,00

Cirkulære Monierrørsledninger regnes Kr. 0,25—0,50 dyrere efter Ledningens Størrelse.

				Dybde	d =	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
				m	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Betonledninger med spids Bund				0,1	m	6,50	8,50	12,00	17,00	21,00	26,00	31,00	40,00
—	—	—	—	1,0	-	7,50	9,50	13,00	18,00	22,00	27,00	32,00	42,00
—	—	—	—	2,0	-	9,00	11,50	15,00	20,00	26,00	30,00	36,00	48,00
—	—	—	—	3,0	-	12,00	15,00	18,00	24,00	30,00	36,00	42,00	55,00
—	—	—	—	4,0	-	16,00	19,00	23,00	29,00	36,00	42,00	50,00	65,00
—	—	—	—	5,0	-	22,00	24,00	28,00	35,00	42,00	50,00	60,00	75,00

						Dybde	$d =$	1,0	1,5	2,0
						m	pr.	Kr.	Kr.	Kr.
Betonledninger med spids Bund støbt paa Stedet (incl. tæt Afstivning)						2,0	m	60,00	100,00	160,00
— — — — —						3,0	-	70,00	110,00	170,00
— — — — —						4,0	-	80,00	125,00	185,00
— — — — —						5,0	-	90,00	140,00	200,00
— — — — —						6,0	-	105,00	160,00	225,00

Hovedledningens Diameter =						10 cm	15 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
Dybde						m	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Indsætninger af Grenrør i glaserede Lerrørsledninger . . .						1,0	Stk.	7,00	8,00	10,00	12,00
— — — — — . . .						2,0	-	10,00	12,00	15,00	18,00
— — — — — . . .						3,0	-	15,00	16,00	22,00	24,00
— — — — — . . .						4,0	-	22,00	22,00	30,00	32,00
— — — — — . . .						5,0	-	30,00	30,00	40,00	42,00
— — — — — Betonledninger						1,0	-	6,00	7,00	9,00	11,00
— — — — —						2,0	-	10,00	10,00	15,00	17,00
— — — — —						3,0	-	14,00	15,00	20,00	23,00
— — — — —						4,0	-	20,00	22,00	30,00	32,00
— — — — —						5,0	-	30,00	30,00	40,00	42,00

Dybde til Løb i Stikledningen						1,0 m	2,0 m	3,0 m	4,0 m	5,0 m
						pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Indhugninger af Stikledning paa 40 cm—1,0 m Ledning						Stk.	10,00	13,00	17,00	25,00
— — — — — indtil 2,0 m						-	12,00	15,00	20,00	30,00

			$d =$	1,0 m	1,25 m
			pr.	Kr.	Kr.
Nedgangsbrønde, 1,0 m dybe			Stk.	35,00	50,00
Tillæg for større Dybde			m	30,00	40,00
—	-	lette Karne og Dæksler	Stk.	12,00	12,00
—	-	runde Kørebanedæksler	-	16,00	16,00
—	-	svære, firkantede Kørebanedæksler	-	55,00	55,00
—	-	galvaniserede Snavssamlere	-	3,00	3,00

		Ledningens Diameter	15 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60-70 cm	større Ledninger
		pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Lampebrønde af 15 cm glaserede Lerrør, 1,0 m dybe	Stk.	7,00	8,00	9,00	11,00	12,00	8,00	10,00	
— — — — — , Tillæg for større Dybde	m	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	
— — — — — Betonrør, 1,0 m dybe	Stk.	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,00	10,00	
— — — — — , Tillæg for større Dybde	m	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
— — 25 cm glaserede Lerrør, 1,0 m dybe	Stk.	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	10,00	11,00	
— — — — — , Tillæg for større Dybde	m	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
— — — — — Betonrør, 1,0 m dybe	Stk.	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	9,00	11,00	
— — — — — , Tillæg for større Dybde	m	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	

Gadenedløb.

		d =	15 cm	25 cm	30 cm	30 × 45 cm
		pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Glaserede Lerrørsbrønde, 1,0 m dybe til Vandlaasen	Stk.	10,00	12,00	18,00		
— — — — — , Tillæg for større Dybder	m	2,00	4,00	5,00		
Betonbrønde, 1,0 m dybe til Vandlaasen	Stk.	8,00	11,00	16,00		20,00
— — — — — , Tillæg for større Dybder	m	2,00	3,00	4,00		6,00
Tillæg for Karme og Dæksler	Stk.	2,00	2,50—4,00	4,00—6,00		5,00—15,00

Fedtsamlere i Bygninger	pr. Stk.	Kr. 20,00—100,00
10 cm Interceptorer at anbringe i 1,0 m Brønde	-	- 10,00
15 - - - - -	-	- 12,00

		Dybde	d =	7 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
		m	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Asfalterede Støbejernsledninger i Jorden	0,1	m	3,75	5,50	8,00	11,50	21,00	
— — — — —	1,0	-	4,50	6,50	9,00	13,00	22,00	
— — — — —	2,0	-	6,00	8,00	10,00	14,50	24,00	
— — — — —	3,0	-	8,50	10,00	12,50	17,00	27,00	
— — — — —	4,0	-	11,00	13,00	15,50	21,50	32,00	

20 cm Tagnedløbsbrønde af glaserede Lerrør med Dæksel	pr. Stk.	Kr. 17,00
— — — — — Beton	-	- 14,00

	$d =$	5 cm	7 cm	10 cm	15 cm
	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Asfalterede Støbejernsfaldrør, ekscl. Afsætninger	m	4,00	5,00	6,50	9,50
Tillæg for Grenrør	Stk.		2,00	3,00	6,00
- - Reduktionsrør	-			2,00	3,50
- - Rensestykker	-		4,50	5,50	
- - Tagafslutninger	-		15,00	20,00	
Overskæringer og Indsætninger af Grenrør.	-	10,00	10,00	15,00	
Afsætninger til Køkkenvaske, incl. Vandlaas og 1 m Rør	-		12,00	14,00	
— - Gulvafløb, incl. Afløbsskaal og 0,5 m Rør	-		18,00	20,00	
— - W. C. uden Ventilation	-			12,00	

Blyrør, 32 mm	pr. m	Kr. 5,00
— , 40 -	- -	5,50
— , 50 -	- -	7,00
Køkkenvaske, almindelige	Stk. -	10,00
Haandvaske, se under Badeanstalter.		
Vandklosetter, se under Nødtørftsanstalter.		

			Under Bygninger.			Udenfor Bygninger.				
	Dybde	$d =$	5 cm	8 cm	10 cm	5 cm	8 cm	10 cm	15 cm	20 cm
	m	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Dræn	0,1	m	1,10	1,25	1,50	1,00	1,25	1,25	1,50	2,00
—	1,0	-	2,00	2,25	2,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00
—	2,0	-	3,75	4,00	4,00	3,00	3,25	3,50	3,75	4,25
—	3,0	-	6,50	6,50	6,75	5,25	5,50	5,50	5,75	6,50
—	4,0	-				10,00	10,00	10,50	10,50	12,00
Drænrør, uden Lægning.						0,20	0,25	0,35	0,65	1,10

Dobbelte Dræn, 4 cm i 5 cm	Tillæg pr. m	Kr. 0,30
— , 5 cm i 8 cm	- - -	0,35

	$d =$	8 cm	10 cm	15 cm	20 cm
	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Hævertvandlaase	Stk.	3,50	4,00	5,00	6,00
Drænventiler	-	9,00	11,00	18,50	22,00

P-Vandlaase af glaseret Ler eller Beton, 10 cm	pr. Stk.	Kr. 6,00
— , 15 cm	- - -	8,00

Køleanlæg.

Is	pr. kg	Kr. 0,50—2,50
Flydende Ammoniak	- - -	1,50—1,70
— Kulsyre	- - -	0,35—0,45
— Svovlsyrning	- - -	0,25—0,35

Isolation af Kølerum.

	Isolationslagets Tykkelse	10 mm	50 mm	100 mm	150 mm
		Kr. pr. m ²	Kr. pr. m ²	Kr. pr. m ²	Kr. pr. m ²
Korkasfaltplader		4,00	7,50	11,00	
Tillæg for Rabitz herpaa		5,00	5,00	5,00	
Kieselguhr med Bræddeskillerum og Puds				7,00	8,00
Slaggeuld - - - - -				12,00	14,00
Enkelte Kølerumsdøre	pr. Stk.	Kr. 100,00—125,00			
Dobbelte - - - - -	- - -	150,00—175,00			

Kølemaskiner (Kompressor, Kondensator, Refrigerator med Rørforbindelse incl. Montage, men ekscl. Fundamenter, Isolation, Vandtilførsel, Drivkraft etc.):

		Kuldeudvikling i Kalorier pr. Time:							
ved Køling til + 1° C.	2200	5000	12 500	20 000	50 000	100 000	200 000	300 000	
- - - ÷ 5° C.	1700	4000	10 000	16 000	40 000	80 000	160 000	240 000	
	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	
	2500,00	3000,00	4000,00	5500,00	10 000,00	15 000,00	25 000,00	38 000,00	

Ledninger og Ventiler.

	13 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm	80 mm	100 mm	125 mm	150 mm
	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Reguleringsventiler for NH ₃	22,00	25,00	27,00	32,00	37,00	45,00	60,00	70,00	97,00		
— - SO ₂	65,00	87,00	103,00	140,00							
— - CO ₂			147,00	178,00	210,00	244,00	350,00				
Saltvands-Kølerør, glatte Flangerør						7,00	8,00	10,00	13,00	16,00	20,00
— , Støbejerns-Ribberør						7,00	9,00	12,00	15,00		
— , Ventiler						22,00	28,00	34,00	44,00	60,00	72,00
Ledn. for direkte Fordampning, glatte Flangerør			6,00	7,00	8,50	10,00					
— - - , Smedejerns-Ribberør			9,00	10,50	12,00	13,00	15,00	19,00	26,00		
— - - , Ventiler af Rødgods			16,50	20,00	24,50	29,50					
— - - , — for NH ₃			22,00	26,00	32,00	36,00	60,00	75,00	82,00		
Isolering med Korkasfalt	1,00	1,10	1,20	1,35	1,50	1,70	2,00	2,30	2,70	3,25	3,75
— - -	4,00	4,00	4,00	4,25	4,50	5,00	5,50	5,50	6,00	6,00	6,50

Nødtørftsanstalter.**Pissoirer.**

Skiferplader, 13 mm tykke, til Væg	pr. m ²	Kr. 20,00
— 20 - — - Skillerum	- - -	30,00
Glasplader, 13 - — - Væg	- - -	35,00
— 20 - — - Skillerum	- - -	50,00—60,00
Snabelurinals, Støbejern	- - -	30,00
— Fayance	- - -	35,00
Standurinals (eksl. Afløb) til 1 Person	pr. Stk. fra	Kr. 130,00
Do. (eksl. Afløb) til flere Personer....	pr. Plads fra	Kr. 125,00
10 cm opadhvælv. Afløbsrist	pr. Stk.	Kr. 20,00

Klosetter.

Fayanceskaale med Sæde	pr. Stk. fra	Kr. 25,00
— - — og Underdel af Støbejern	pr. Stk. -	30,00
— - — frostfrit til Gaardkloset (eksl. Vandlaas)	- — -	30,00
Staaklosetter	- — -	50,00
Trugklosetter af Beton, 3—8 Sæder	pr. Sæde -	50,00—60,00
— - Fayance —	pr. Sæde fra -	55,00—65,00

Skyllecisterner (incl. Skyllerør).

Til almindelige Klosetter (2 gall.)	pr. Stk.	Kr. 38,00
Automatiske til Standurinals og Trugklo- setter af Støbejern (1 ¹ / ₄ —2 gall.)....	- — -	50,00—65,00
— af Fayance (2—6 gall.)	- — -	75,00—175,00
— - galv. Jernplader (3—10—50 gall.) - — -	- — -	60,00—70,00—140,00

Udslagningskummer til Hospitaler.

Af Støbejern	pr. Stk. fra	Kr. 15,00
- Fayance, til Væg	- — -	40,00
- — , fritstaaende	- — -	100,00

Desinfektionsanstalter.

Dampdesinfektionsanlæg med 2 m lang Ovn, 1 m i Diameter	Kr. 3000,00
Formalindesinfektionsanlæg - — - — - —	- 5000,00

Badeanstalter.**Badekar.**

Af Zink	pr. Stk. fra	Kr. 60,00
- emaillet Støbejern	- — -	100,00
- Fayance	- — -	250,00—300,00

Fodbadekar.

Af Zink	pr. Stk. fra	Kr. 5,00
- emaillet Støbejern	- — -	9,00
- Fayance	- — -	12,00

Styrtebadsbruser.

Til 20 mm Rør	pr. Stk. fra	Kr. 15,00
Til 25 mm Rør	- — -	20,00

Badeovne.

Kulbadeovne	pr. Stk. fra Kr. 150,00
Gasbadeovne, til Væg (med Bruser)	- — - - 175,00
— , fritstaaende (uden Bruser)...	- — - - 200,00

Blandingsarrangementer til varmt og koldt Vand.

13 mm til Haandvaske	pr. Stk. fra Kr. 25,00—225,00
20 mm til Karbad	- — - - 40,00—225,00
20 mm til Styrtebad	- — - - 50,00—225,00
20 mm til Kar- og Styrtebad	- — - - 75,00—225,00
25—32 mm til 4—6 Brusere	- — - - 125,00—300,00
32—40 mm til 6—8 Brusere	- — - - 200,00—350,00

Haandvaske (incl. Vandlaase).

Mindre Vaske af emaillet Støbejern	pr. Stk. fra Kr. 25,00
— — - Fayance	- — - - 30,00
Større — - —	- — - - 45,00

Ledninger og Ventiler.

	$d =$	13 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	5 cm	6,5 cm	8 cm	10 cm	13 cm	15 cm
	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Svære, sorte Smedejerns-Mufferør	m	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	11,00			
— , galvaniserede Smedejerns-Mufferør ..	-	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00	7,50	10,00	14,00			
Smedejerns-Flangerør	-	2,75	3,25	4,00	5,00	6,00	8,00	12,00	15,00	20,00	25,00	30,00
Ventiler af Rødgods med Muffer	Stk.	5,00	6,00	8,00	12,00	15,00	20,00	35,00	50,00			
— - — - (Jenkins) ..	-	6,00	8,00	11,00	15,00	20,00	30,00	50,00	75,00			
— - — - med Styring	-											
for Spindelen	-		15,00	21,00	26,00	35,00	50,00	85,00	125,00			
Ventiler af Rødgods med Flanger	-	9,00	12,00	17,00	22,00	30,00	40,00	70,00	90,00			
— - — - (Jenkins) ..	-	13,00	16,00	20,00	27,00	35,00	50,00	75,00	100,00			
— - — - med Styring	-											
for Spindelen	-		24,00	30,00	35,00	45,00	65,00	100,00	140,00			
Ventiler af Jern	-						35,00	45,00	60,00	80,00	100,00	125,00

		$d = 13 \text{ mm}$	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	5 cm	$6,5 \text{ cm}$	8 cm	10 cm	13 cm	15 cm
Isolering for varmt Vand		pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
Ledninger med Kieselguhr og Kløtzellærred . . .	m	1,50	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,50	3,00	4,50	6,00	8,00
— - Asbestplade - — . . .	-	2,00	2,00	2,25	3,00	3,50	4,00	4,50	5,50	7,50	9,50	11,50
13—25 mm Muffe- } Ventil	Stk.	3,50	4,00	4,50	7,50	7,75	8,25	8,75	9,25	10,50	11,50	12,50
32—150 mm Flange- }												
Isolering for Damp												
Ledninger med Kieselguhr og Kløtzellærred . . .	m	1,75	2,00	2,00	2,25	2,50	3,00	3,00	3,50	5,00	7,00	9,00
— - Asbestplade - — . . .	-	2,75	3,00	3,00	3,50	3,75	4,25	5,00	6,00	8,50	10,50	13,00
Ventiler	Stk.	9,00	9,50	10,00	10,00	10,50	11,50	12,50	13,00	15,00	17,00	18,50

For kortere Ledningsstrækninger med mange Afgreninger maa der tillægges 50—100 %
baade for Ledninger og Isolering.

Lavtryks-Dampkedelanlæg, incl. Isolering, men ekscl. Røgkanal og aabentstaaende Rør:

Hedeflade i m ²	5	7	11	15	21	27	30	60	
Smedejernskedler	265,00	225,00	175,00	145,00	130,00	120,00	120,00	100,00	Kr. pr. m ² Hedeflade.
Støbejernskedler	175,00	170,00	150,00	145,00					

Varmtvandskedler af Støbejern . . . pr. m² Hedeflade Kr. 85,00—100.

Varmtvandsbeholdere med Kobberslange, incl. Isolering, 4—10 m³. . . pr. m³ Kr. 300,00.

Isolering af Varmtvandsbeholdere

4 cm tyk Kieselguhr, bandageret med Kløtzellærred	pr. m ²	Kr. 8,00
5 - - - - -	-	- 10,00
2,5 cm Asbestmaatte - - - - -	-	- 17,00

Gasledninger.

Gadeledninger, ekscl. Reparation af Vejbane.

	$d = 5 \text{ cm}$	$7,5 \text{ cm}$	10 cm	$12,5 \text{ cm}$	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
	pr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.
StøtteJordledninger, incl. Form- stykker	m	4,00	5,00	6,50	8,00	9,50	13,50	18,00	25,00	32,00	45,00	55,00	75,00	100,00	150,00
Overskæring af Ledning og Ind- skæring af »T«	Stk.	20,00	30,00	40,00	45,00	55,00	90,00	125,00	150,00	200,00	300,00	400,00	500,00	600,00	900,00
Anboring for 2—5 cm Smede- jernsledning	-					8,00	10,00	11,00	12,00	16,00	20,00	25,00	30,00	35,00	50,00
Anboring for 5 cm Støbejerns- ledning	-					10,00	12,00	14,00	16,00	20,00	22,00	26,00	30,00	35,00	50,00
Vandsamlere	-	45,00	50,00	55,00	80,00	100,00	130,00	165,00	185,00	265,00	280,00	300,00	325,00	400,00	600,00

Jordledninger af Damprør.

20 mm	pr. m	Kr. 2,50
25 mm	- - -	3,00
40 mm	- - -	4,50
50 mm	- - -	5,50

20 mm Lygteledning af Damprør over Jorden pr. m Kr. 2,00.

Husledninger.

10 mm Ledning af mønjemalede, trukne Rør i Rørhager	pr. m	Kr. 1,25
10—13 mm Gasslangehane	- Stk.	- 2,50

(forøvrigt er Priserne de samme som for Vandledninger og Vandhaner.)

Vandsamlere paa Ledninger af trukne Rør.

20 mm	pr. Stk.	Kr. 10,00
25 mm	- - -	10,00
32 mm	- - -	12,00
40 mm	- - -	14,00
50 mm	- - -	15,00

Gasmaalere, incl. Anbringelse med Stophane og Blyrør.

	3 Lys	5 Lys	10 Lys	20 Lys	Kr. pr. Stk.
Almindelige	30,00	40,00	55,00	70,00	- - -
Automat.	45,00	55,00	75,00	100,00	- - -
Opsætning alene, incl. Stophane og Blyrør	8,00	10,00	15,00	18,00	- - -
30 Lys Maalere	pr. Stk.	Kr. 100,00			
50 - —	- - -	150,00			
100 - —	- - -	250,00			
150 - —	- - -	300,00			
200 - —	- - -	400,00			

Glødenetsbrændere.

	Enkelt Blus pr. Stk. fra Kr.	Dobbelt Blus pr. Stk. fra Kr.	Tredobbelt Blus pr. Stk. fra Kr.
Almindelige Gadelygter (Frederiksbergs Model)	70,00	75,00	80,00
Med Uhr til automatisk Tænding (Frederiksbergs Model)	130,00	135,00	140,00

Kraftanlæg.

10—400 HK. Aarlig ca. 3000 Driftstimer.

Dampanlæg.

Anlægsudgifter:	Anlægets Størrelse	10 HK	50 HK	100 HK	150 HK	400 HK
Selve Maskinanlægget	Kr.	5 000,00	18 000,00	25 000,00	37 000,00	70 000,00
Skorsten, Fundament, Indmuring	-	2 000,00	3 000,00	5 000,00	7 000,00	10 000,00
Bygning	-	3 000,00	9 000,00	10 000,00	16 000,00	20 000,00
	Kr.	10 000,00	30 000,00	40 000,00	60 000,00	100 000,00
Forrentning 5 %	Kr.	500,00	1 500,00	2 000,00	3 000,00	5 000,00
Afskrivning paa Bygning, Fundament etc. $2\frac{1}{2}\%$	-	125,00	300,00	375,00	575,00	750,00
— - Maskinanlæg $4\frac{1}{2}\%$	-	225,00	810,00	1 125,00	1 675,00	3 150,00
Vedligeholdelse af Bygning, Fundament etc. 3 %	-	150,00	360,00	450,00	700,00	900,00
— - Maskinanlæg 4 %	-	200,00	720,00	1 000,00	1 500,00	2 800,00
	Kr.	1 200,00	3 690,00	4 950,00	7 450,00	12 600,00

Driftsudgifter pr. HKT:

Forrentning, Afskrivning og Vedligeholdelse	Ø. 4,00 $\left(= \frac{120\,000}{3000 \times 10} \right)$	2,46 $\left(= \frac{369\,000}{3000 \times 50} \right)$	1,65 $\left(= \frac{495\,000}{3000 \times 100} \right)$	1,66 $\left(= \frac{745\,000}{3000 \times 150} \right)$	1,05 $\left(= \frac{126\,000}{3000 \times 400} \right)$
Brændselsforbr. 0,8—1,0 kg Kul à 40,00 Kr./t	- 4,00	3,20	3,20	3,20	3,20
Olie og Tvist	- 0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Pasning (1 Mand = 2000 Kr.) - 3,33 $\left(= \frac{100\,000}{3000 \times 10} \right)$	1,33 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 50} \right)$	0,67 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 100} \right)$	0,45 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 150} \right)$	0,17 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 400} \right)$	
	Ø. 11,63	7,29	5,82	5,61	4,72
regnes til . . . - 12	7½	6	6	5	

Gasmotoranlæg.

Anlægsudgifter:	Anlægets Størrelse	10 HK	50 HK	100 HK	150 HK	344 HK
Selve Maskinanlægget (incl. Reserve)	Kr.	4 000,00	16 000,00	30 000,00	45 000,00	130 000,00
Fundamenter	-	500,00	1 500,00	3 000,00	4 000,00	8 000,00
Bygning	-	4 500,00	7 500,00	10 000,00	12 000,00	15 000,00
	Kr.	9 000,00	25 000,00	43 000,00	61 000,00	153 000,00

Forrentning 5 %	Kr.	4500,0	1 250,00	2 150,00	3 050,00	7 650,00
Afskrivning paa Bygning og Fundament 2½ %	-	125,00	225,00	325,00	400,00	575,00
— - Maskinanlæg 4 %	-	160,00	640,00	1 200,00	1 800,00	5 200,00
Vedligeholdelse af Bygning og Fundament 3 %	-	150,00	270,00	390,00	480,00	690,00
— - Maskinanlæg	-	100,00	400,00	750,00	1 125,00	3 250,00
	Kr.	985,00	2 785,00	4 815,00	6 855,00	17 365,00

Driftsudgifter pr. HKT:

Forrentning, Afskrivning og Vedligeholdelse	Ø.	3,28 $\left(= \frac{98\ 500}{3000 \times 10} \right)$	1,86 $\left(= \frac{278\ 500}{3000 \times 50} \right)$	1,61 $\left(= \frac{481\ 500}{3000 \times 100} \right)$	1,52 $\left(= \frac{685\ 500}{3000 \times 150} \right)$	1,68 $\left(= \frac{1\ 736\ 500}{3000 \times 344} \right)$
Gasforbrug, 0,7 m³/HKT à 11 Øre m³	-	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70
Olie og Tvist	-	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Kølevand, 25 l/HKT à 15 Øre/m³	-	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Pasning (1 Mand = 2000 Kr.)	-	3,33 $\left(= \frac{100\ 000}{3000 \times 10} \right)$	1,33 $\left(= \frac{200\ 000}{3000 \times 50} \right)$	0,67 $\left(= \frac{200\ 000}{3000 \times 100} \right)$	0,45 $\left(= \frac{200\ 000}{3000 \times 150} \right)$	0,19 $\left(= \frac{200\ 000}{3000 \times 344} \right)$
	Ø.	15,39	11,97	11,06	10,75	10,65
regnes til	-	15½	12	11¼	11	10¾

Elektriske Anlæg.

Anlægsudgifter:	Anlægets Størrelse	10 HK	50 HK	100 HK	150 HK	400 HK
Selve Maskinanlægget (incl. Reserve)	Kr.	2 500,00	7 000,00	10 000,00	14 000,00	40 000,00
Fundamenter	-	} 2 000,00 {	1 000,00	1 500,00	2 000,00	3 000,00
Bygning	-		4 000,00	6 000,00	7 000,00	10 000,00
	Kr.	4 500,00	12 000,00	17 500,00	23 000,00	53 000,00
Forrentning 5 %	Kr.	225,00	600,00	875,00	1 150,00	2 650,00
Afskrivning paa Bygning og Fundament 2½ %	-	50,00	125,00	200,00	225,00	325,00
— - Maskinanlæg 4 %	-	100,00	280,00	400,00	560,00	1 600,00
Vedligeholdelse af Bygning og Fundament 3 %	-	60,00	150,00	225,00	270,00	390,00
— - Maskinanlæg 2 %	-	50,00	140,00	200,00	280,00	800,00
	Kr.	485,00	1 295,00	1 900,00	2 485,00	5 765,00

Driftsudgifter pr. HKT:

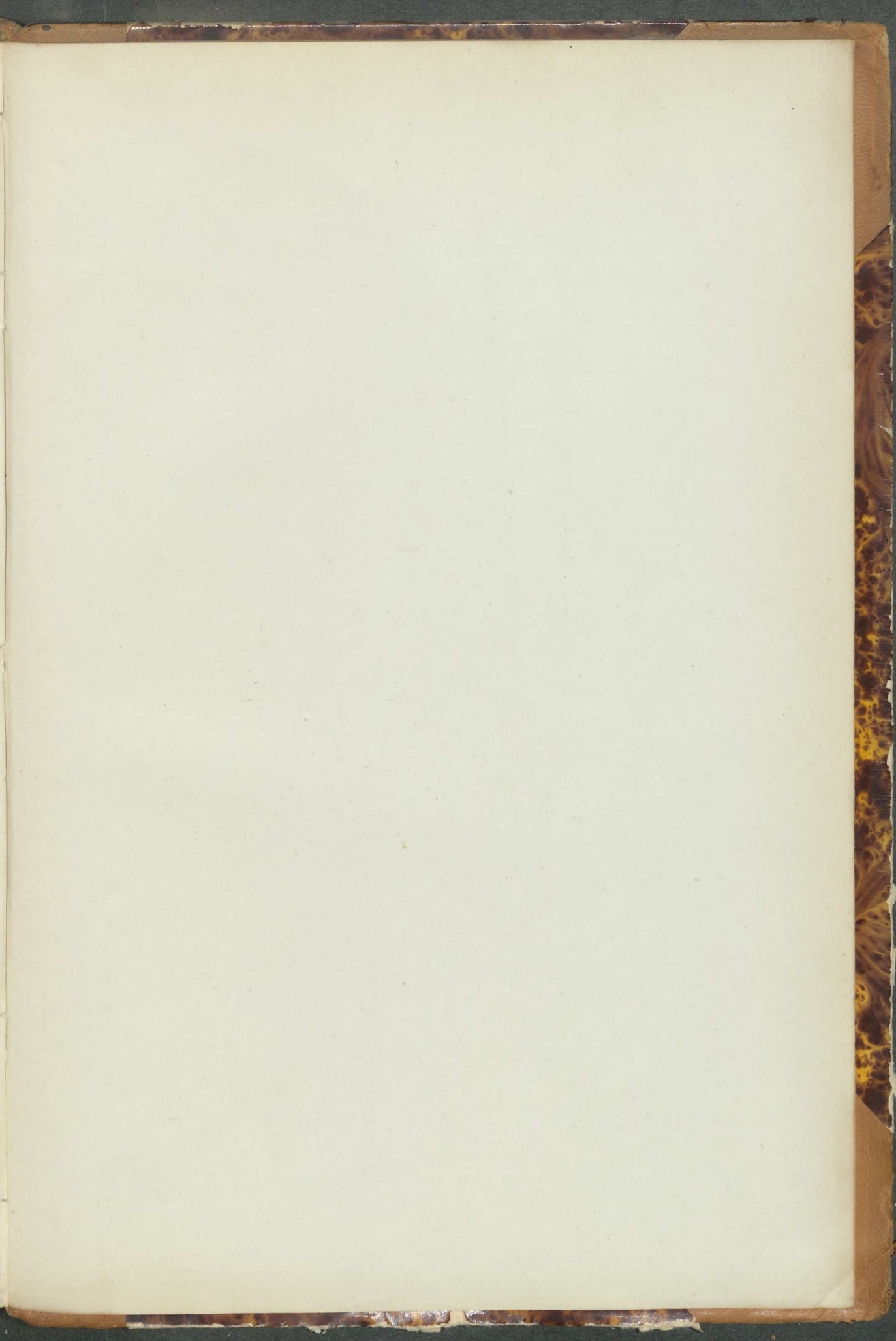
Forrentning, Afskrivning og Vedligeholdelse	Ø. 1,62 $\left(= \frac{48\,500}{3000 \times 10} \right)$	0,86 $\left(= \frac{129\,500}{3000 \times 50} \right)$	0,63 $\left(= \frac{190\,000}{3000 \times 100} \right)$	0,55 $\left(= \frac{248\,500}{3000 \times 150} \right)$	0,48 $\left(= \frac{576\,500}{3000 \times 400} \right)$
Elektricitetsforbrug	- 5,15	4,44	4,14	3,88	3,87
Olie og Tvist	- 0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Pasning (1 Mand = 2000 Kr.) -	1,67 $\left(= \frac{50\,000}{3011 \times 10} \right)$	1,33 $\left(= \frac{200\,000}{3010 \times 50} \right)$	0,67 $\left(= \frac{200\,901}{3000 \times 101} \right)$	0,45 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 150} \right)$	0,17 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 400} \right)$
	Ø. 8,81	7,00	5,81	5,25	4,89
	- 9	7 $\frac{1}{4}$	6	5 $\frac{1}{2}$	5

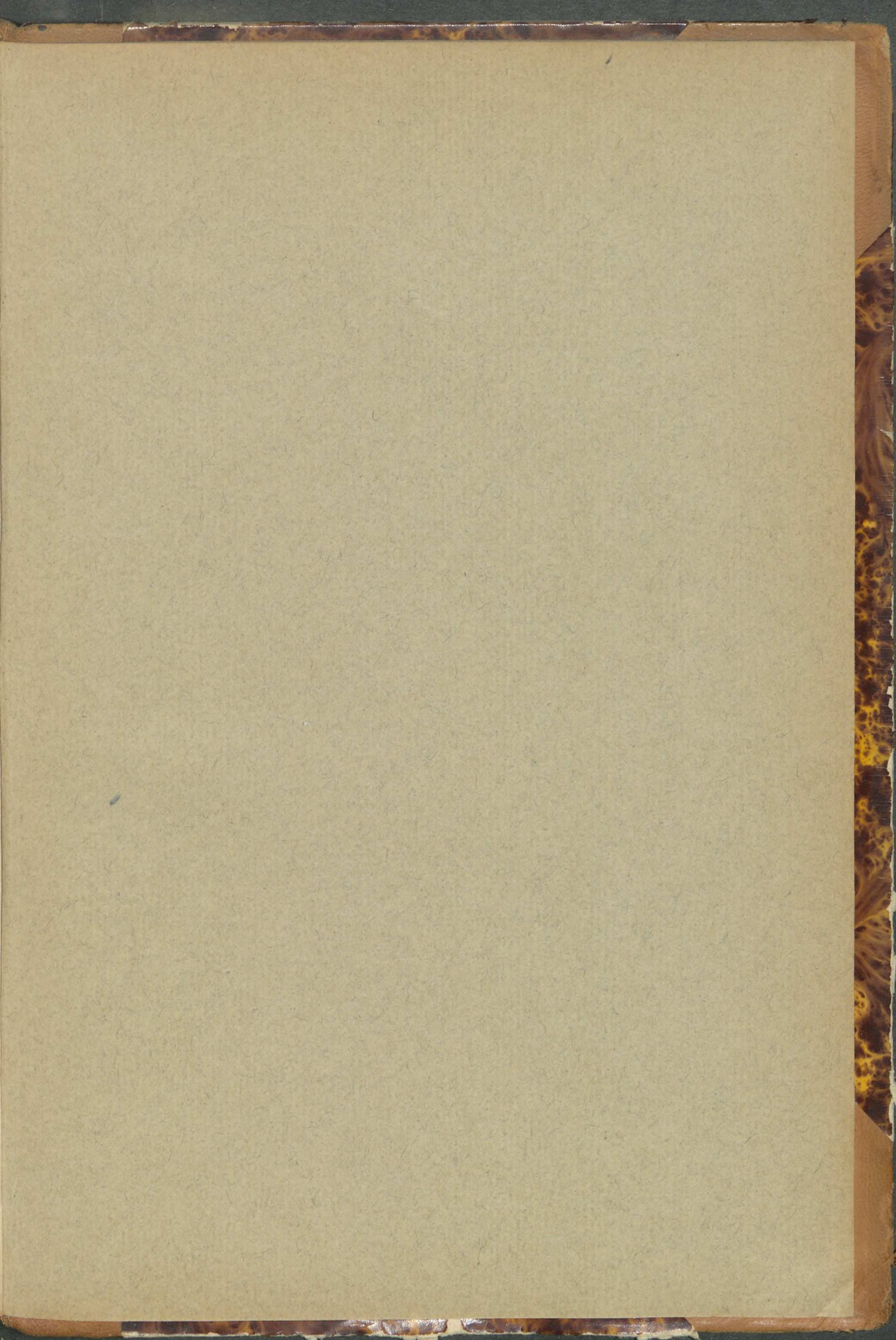
Dieselmotoranlæg.

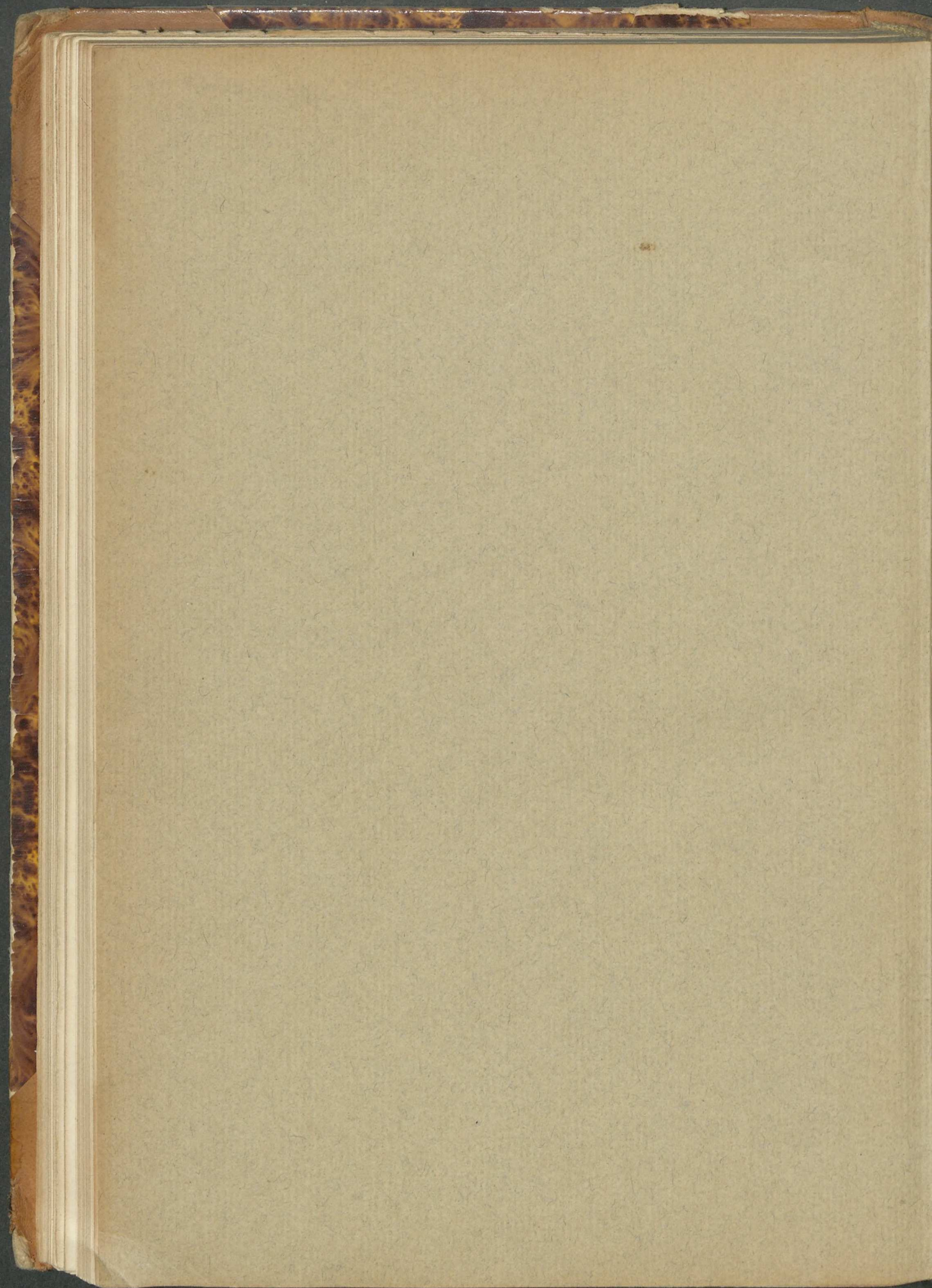
Anlægsudgifter:	Anlæggets Størrelse	40 HK	50 HK	100 HK	150 HK	400 HK
Selve Maskinanlægget (incl. Reserve, Fundamenter og Olietank)		Kr. 22 000,00	26 000,00	40 000,00	56 000,00	128 000,00
Bygning		- 6 000,00	6 000,00	8 000,00	9 000,00	12 000,00
		Kr. 28 000,00	32 000,00	48 000,00	65 000,00	140 000,00
Forrentning 5 $\frac{0}{0}$		Kr. 1 400,00	1 600,00	2 400,00	3 250,00	7 000,00
Afskrivning paa Bygning 2 $\frac{1}{2}$ $\frac{0}{0}$		- 150,00	150,00	200,00	225,00	300,00
— - Maskinanlæg 4 $\frac{0}{0}$		- 880,00	1 040,00	1 600,00	2 240,00	5 120,00
Vedligeholdelse af Bygning 3 $\frac{0}{0}$		- 180,00	180,00	240,00	270,00	360,00
— - Maskinanlæg 2 $\frac{0}{0}$		- 440,00	520,00	800,00	1 120,00	2 560,00
		Kr. 3 050,00	3 490,00	5 240,00	7 105,00	15 340,00

Driftsudgifter pr. HKT:

Forrentning, Afskrivning og Vedligeholdelse	Ø. 2,54 $\left(= \frac{305\,000}{3000 \times 40} \right)$	2,33 $\left(= \frac{349\,000}{30000 \times 50} \right)$	1,75 $\left(= \frac{524\,000}{3000 \times 100} \right)$	1,58 $\left(= \frac{710\,500}{3000 \times 150} \right)$	1,28 $\left(= \frac{1\,534\,000}{3000 \times 400} \right)$
Forbrug af Brændselolie, 0,2 kg/HKT à 10 Øre . . .	- 2,00	2,00	2,00	1,80 (0,18 kg)	1,80 (0,18 kg)
Olie og Tvist	- 0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Kølevand, 14 l/HKT à 15 Øre/m ³	- 0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Pasning (1 Mand = 2000 Kr.) -	1,67 $\left(= \frac{50\,000}{3000 \times 40} \right)$	1,33 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 50} \right)$	0,67 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 100} \right)$	0,45 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 150} \right)$	0,17 $\left(= \frac{200\,000}{3000 \times 400} \right)$
	Ø. 6,94	6,39	5,15	4,56	3,98
	- 7 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{4}$







DANMARKS TEKNISKE BIBLIOTEK

M. 007020325

300002382397



