

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

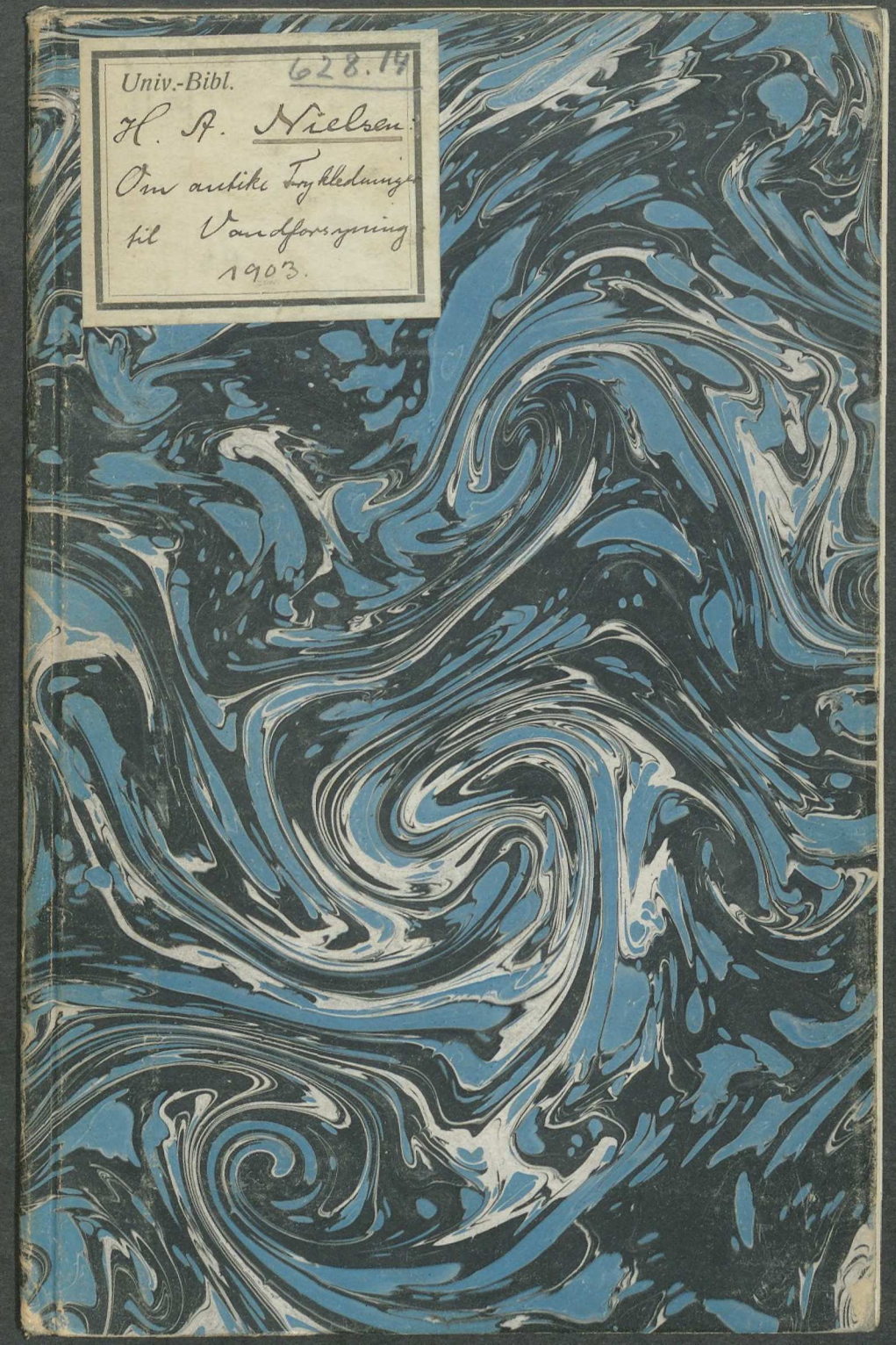
Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Univ.-Bibl.

628.14

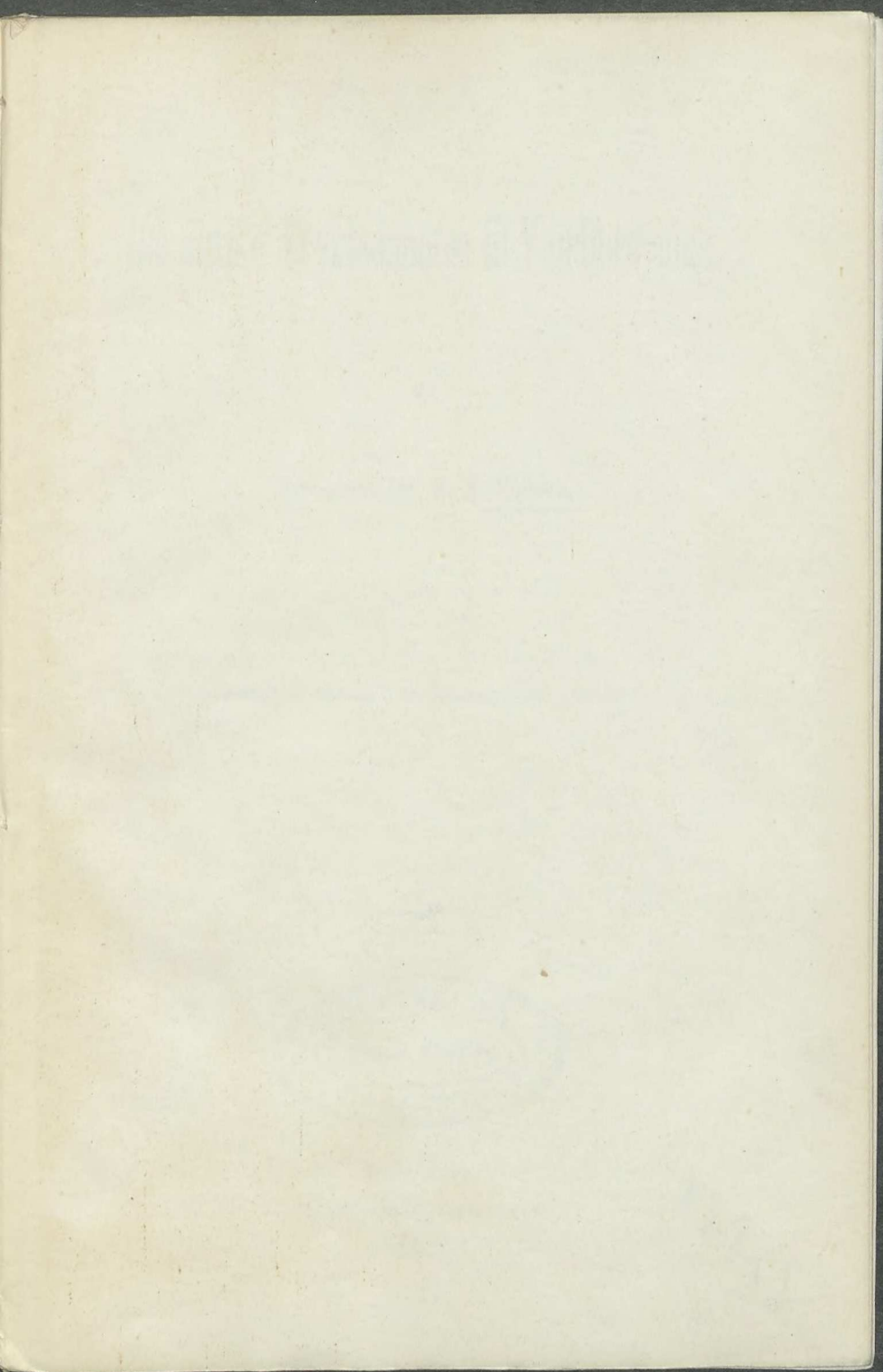
H. P. Nielsen

Om arkitek. Tegnelinjer
til Vandsforsyning
1903.



OVERFØRT
FRA
UNIVERSITETSBIBLIOTEKET
TIL
TEKNISK BIBLIOTEK

628.14 *gl*
~~11~~



628.14

Om antike Trykledninger til Vandforsyning.

Af

Professor, Dr. H. A. Nielsen.

Særtryk af «Tidsskrift for Sundhedspleje». 1. R. IX.



København.

Bianco Lunos Bogtrykkeri.

1903.

Romernes hygiejnisk-tekniske Arbejder paa Vandforsyningens Omraade ere almindeligt kendte. Deres Ledninger over eller under Jorden med ret stærkt Fald, forcerende Lavninger og Dalslugter, i Luftledninger paa Aquædukter, findes i alle Lande omkring Middelhavet. Opsamlingen af Vandet i en eleveret Fordelingsbeholder — Castellum publicum, hvorfra ved Selvtryk og gennem Blyrør Vandet fordeles til de forskellige i Oplandet spredte Castella privata, der atter gennem Blyledninger ved Selvtryk sender Vandet i bestemt Mængde efter Fordelingsrørets Vidde til de enkelte offentlige og private Aftagere, findes der talrige skriftlige og monumentale Vidnesbyrd om. Denne Teknik er til Dels fortsat gennem Middelalderen til vor Tid.

Romerne blev tidligere antagne for at være Ophavs-mændene til Central-Vandforsynings Tekniken. Dette er i sin Almindelighed urigtigt. Alene Fordelingsprincippet gennem de mange spredte private Kasteller er af specifik romersk Oprindelse og blev indført af August's Svigersøn Agrippa.

Ellers have de senere Aars Undersøgelser vist, at man kan følge Byernes kunstige Forsyning med tilledt Vand tilbage gennem Grækerne, Kaldæo-Assyrerne og Ægypterne til Tider, som ligge 3—4000 Aar før vor Tidsregning. Og Tekniken, afhængig af de lokale Forhold, har, som naturligt er, i Hovedsagen været den samme; det, der har været Opgaven til alle Tider, har været at skaffe en beskyttet Ledning, som sikkert har kunnet føre det nødvendige Kvantum Vand af bedst mulige Godhed til den paagældende By. Interessant er det at se, hvor naturligt og i teknisk Henseende fuldkomment man, omtrent saa langt tilbage som vort Kendskab til Menneskenes Kultur rækker, har været i Stand til at overvinde Terrainvanskelighederne. Ikke blot et nøje og passende Nivellement af de milelange Ledninger har man vidst at præstere. Alt efter Omstændighederne er man ad lange Omveje gaaet uden om Terrainhøjder og Lavninger eller har forceret Passagen gennem Tunnel eller Luftledninger (Aquædukter). Særligt Tunnelbygninger finder man, hvor betydelige Omveje derved kunne spares, langt tilbage i Tiden (Jerusalems øvre Salomoniske Ledning, Sennacheribs Ledning til Ninive, Peisistratos' til Athen, Eupalinos' Ledning paa Samos og mange flere) udførte gennem dybe Arbejdsskakter eller uden saadanne efter Beregning, i hvilket sidste Tilfælde man øjensynlig har haft noget Besvær med Nivellementet og med at faa de fra begge Sider førte Tunnelstykker til at træffe sammen (Hiskias' Tunnel ved Jerusalem og Eupalinos' Ledning). Forceringen af Lavningerne paa overjordiske Substruktioner af betydelig Højde, indtil 100 Fod og derover, er derimod ejendommelig for Romerne. Det er disse monumentale

Aquædukter, som Romerne have spredt over alle de Lande, de erobrede, og som i store Partier staa og for en Del fungere endnu den Dag i Dag, som i Fortid som Nutid har indgivet næsten alle den fejlagtige Tro, at Romerne vare Centralvandforsyningens Fædre. Romernes store Fortjenester i denne Henseende (Almindeliggørelsen af Vandledninger til Byerne, Forøgelsen af Mængden, Tilvejebringelsen af Vandtryk i Byerne gennem eleverede Fordelingsbeholdere, *castella publica*, den ligelige Fordeling til Aftagerne gennem smaa spredte Fordelingsbeholdere af 2den Orden (*castella privata*), deres talrige Løbebrønde paa Gaderne og Vandindlæg i Husene o. s. v.) skal ikke her omtales, idet jeg henviser til en tidligere Afhandling i dette Tidsskrift: Om Oldtidens Byhygiejne, Bd. VI. Men medens Rom for at holde Bjærgenes højtliggende Kildevand oppe i den fornødne Højde, byggede stadig højere og højere Aquædukter hen over Campagnens Lavland og forcerede Slugterne paa Vejen ved at føre Ledningen over høje Brobygninger, saa finder man paa forskellige Steder i Lille Asien og paa Øerne anvendt en anden og bedre Teknik til Opnaaelsen af det samme, nemlig Anvendelsen af Trykledninger, og denne Teknik — som Vandledningsteknikken i det Hele — gaar langt længere tilbage i Tiden end Romernes første Arbejder paa dette Omraade. Det er disse hidtil kun lidet kendte fönikisk-græske Trykledninger — thi som senere skal søges godtgjort, mener jeg med god Føje at kunne tilskrive Fönikerne denne Kunst — jeg i denne lille Afhandling skal søge at henlede Opmærksomheden paa, benyttende dels ældre, men særligt nyere franske og tyske Undersøgelser paa de respektive Steder.

Den tidligst kendte Ledning af den Art er den, som Texière i sin «Description de l'Asie Mineure», beskriver som Pataraledningen i Lycien.

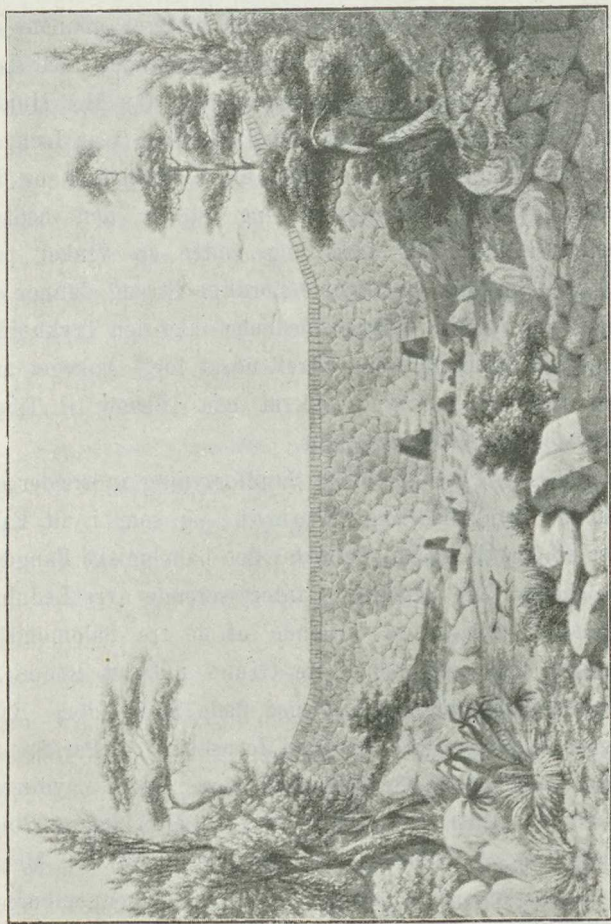


Fig. 1. Pataraledningen.

Byen Patara var et af de tidligste græske Koloni-anlæg. Ledningen fører i S.—N. gaaende Retning fra Bjærg højden ned mod Patara. I det første Parti — Kilden

fandt Texière ikke — bestaar den af en i Klippegrunden udhulet, dækket og sandsynligvis cementeret, firkantet Rende, som i mange Slyngninger sniger sig hen ad Siderne af de talrige Udløbere af Bjærgene, indtil den kommer til en Dalslugt, som den forcerer gennem en Trykledning, der er dannet af gennemborede, med Tud og Bøsning forsynede Kvadersten af 0,8 M. Højde. Denne Granitledning er hen over Dalbunden i en Længde af 231 M. baaren af en 9,6 M. høj Cyklopmur, og til denne horizontale Ledningsstreng støder den nedadgaaende sydlige Ledningsstreng under en Vinkel paa 169° , medens den opstigende nordlige Streng danner en Vinkel paa 156° ¹⁾. Texière meddeler ikke den Trykhøjde, som Pataraledningen har været udsat for. Anlægget antages med al Sandsynlighed at gaa tilbage til Tiden omkring Aar 900 før Kristus.

I Jerusalems antike Vandforsyning indtræder en Ledning, som tilskrives Salomon, og som i alt Fald synes at gaa tilbage til Tider før det babyloniske Fangenskab (585—538). Denne os interesserende øvre Ledning udgaar fra den højest liggende af de tre Salomoniske Damme, som en i den faste Grund udhulet Rende c. 2 Fod dyb og bred, dækket med flade Stenplader. Retningen er omtrent lige stik mod Jerusalem; et Par Steder forceres Højder ved korte Tunneller og mindre Lavninger ved Broer, maaske fra Romernes Tid. Men paa et Sted, i Nærheden af Rachels Grav, forceres en c. 300 Meter dyb Slugt gennem en Trykledning dannet af gennemborede

¹⁾ Vitruvius beskriver i VIII Bog, Cap. VI⁷ Trykledninger af Blyrør og kræver der en saadan Substruktion — Grækerne kalde den choilia siger han — for at Trykket i de skarpe Bøjninger ikke skal sprænge Rørene, noget som man kun havde at frygte for ved de svagt konstruerede romerske Blyrør.

med Tap og Bøsning forsynede Granitkvadere. Ledningens Lysning er 0,39 Meter; kun den opadstigende Gren synes bevaret.

Schick¹⁾ tilskriver Salomon denne Trykledning, som venteligt da de af Hiram, Kongen i Tyrus, udsendte Stenhuggere har udført (se Kongernes Bog, Kap. 5 og 2 Krønikernes Bog, Kap. 2, hvor Ingeniørens Navn Hiram-Abi nævnes, han som forstaar at arbejde i Guld, i Sølv, i Kobber, i Jern, i Sten, i Træ . . . og at udgrave allehaande Udgravninger og udtænke allehaande Kunst).

Tyrus selv fik, medens Byen endnu laa paa en Ø, altsaa før Alexander den store erobrede Byen ved at gøre den landfast ved en Dæmning, sin Vandforsyning fra et Kildevæld, som ved en Indfatning kunstigt stemmedes c. 15 Alen op til Vejrs.

Fra denne saakaldte Salomons Brønd, som ligger paa Libanons Affald, førte til Tyrus en Tunnelledning paa c. 5 Kilometers Længde, som man mener er af fenikisk Oprindelse, i alt Fald gaar den tilbage til Salmanassars Tid (722 f. Kr.), om hvem man har berettet (Menander fra Ephesus), at han besatte Brønden og dens Vandledning under den 5aarige Belejring for at tvinge Byen ved Vandmangel. Nebukaneser belejrede senere (c. 560) i 13 Aar Tyrus uden at kunne bemægtige sig Byen. Det antages almindeligt, at Fenikierne da have haft en underseisk Trykledning over til Øen. En saadan er ganske vist ikke funden, men der findes endnu 2 antike Brøndkamre med Trappeadgang, som stedse, uafhængigt af Aarstiden, fører Vand staaende i samme ikke ret betydelige Højde.

¹⁾ Zeitsch. d. deutsch. Palästinavereins, Bd. I.

Laodicæa¹⁾ ved Lykos i Phrygien har været forsynet med Vand gennem en Ledning af aldeles lignende Bygning som Pataraledningen. Laodicæa var anlagt paa Spidsen af en Udløber fra Bjærgene, begrændset paa begge Sider af et Par smaa Bifloder — Asopos og Kapros — til Lykos Floden. Bypladsen ligger mellem 508 og 489 Meter over Havet og Udløberen hæver sig i sydvestlig Retning indtil c. 560 Meter i en Afstand af

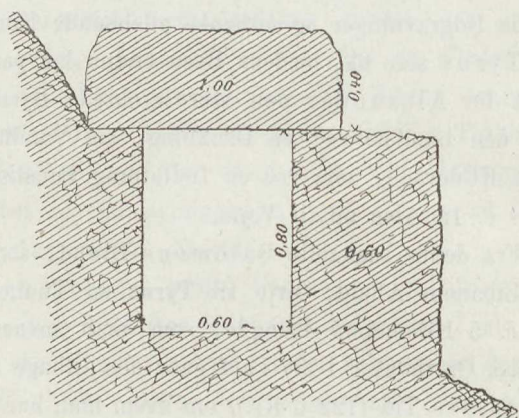


Fig. 2.

5—6 Kilometer, hvor der findes betydelige Kilder, som nu forsyne den moderne By Denizli. Den største af Kilderne er fattet i et Skantet Kammer, bygget af antike Kvadersten; derfra har Ledningen gaaet dels som en muret, dels som en i Klippen udskaaren Rende af 4sidet Gennemsnit 0,8 M. dyb og 0,6 M. bred (Fig. 2); Ledningen har været dækket med flade Stenplader og, holdende sig i Højden, løber den langs Udløberens Ryg i

¹⁾ Weber: Jahrb. d. deutsch. archäol. Inst. 1898.

nordøstlig Retning mod Laodicæa. Et Par smaa Lavninger under det første Forløb passerer den paa lave Aqvædukter, af hvilke den sidste er den længste, 145 M. og c. 3 M. høj (Fig. 3). Umiddelbart efter denne Aqvædukt optoges Ledningen i et tokamret Reservoir, som ligger i en Højde af 520 M. over Havet. Ledningen har indtil dette Reservoir paa en Længde af 2000 M. et Fald paa

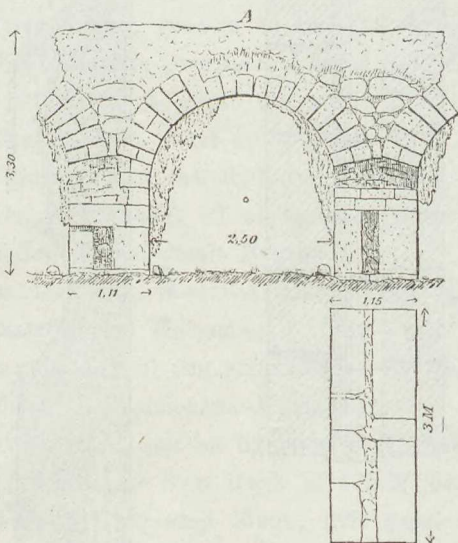
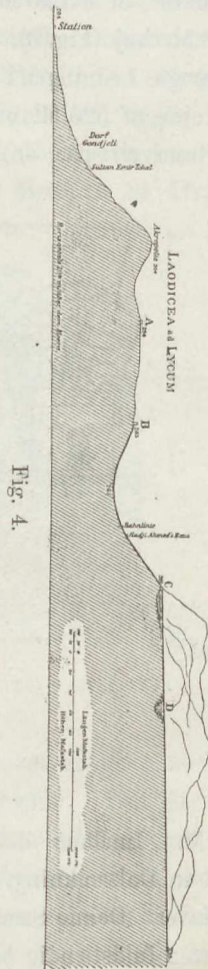
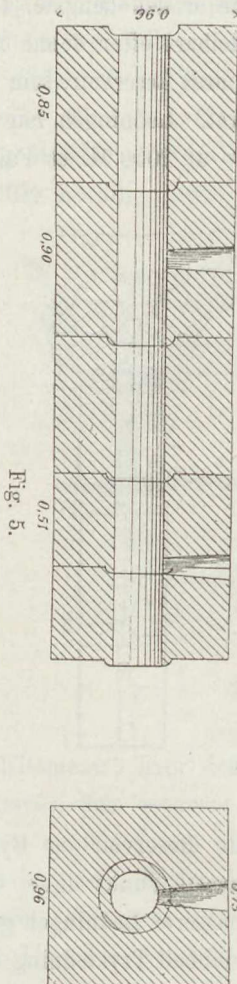


Fig. 3.

c. 20 M. Imellem det nævnte Reservoir og Bymuren er der en Dalsænkning, hvis laveste Punkt ligger 466 M. over Havet. Denne Sænkning passerer Ledningen gennem en næsten fuldstændig bevaret dobbelt Trykledning dannet af gennemborede med Tap og Bøsning forsynede Kalkstens Kvadere, hvis Lysning er 0,26—0,21 M. Kvaderne have en Længde af fra 0,51—0,95 M. og Højde og Bredde paa 0,75 og 0,96 M. (Fig. 4 og 5).

Elementerne i den østlige Ledningsstreng ere større end i den vestlige. Med Mellemrum have de enkelte



Stenrør paa deres Overflade en konisk Anboring med ydre Diameter paa 0,16 M. og endende ind mod Kanalen med en ganske fin Aabning; hvert 3. eller 4. Element

har en saadan Anboring, som vel har tjent dels til at skaffe Luften Udgang, dels til at skaffe Adgang for Rensning; thi Ladiocæas Vand var meget inkrusterende; det fortæller allerede Strabo (60 f.—25 e. Kr.) om det, tilføjende, at det dog er drikkeligt. Man finder ogsaa i Rørene en Kruste paa 1—2 Centimeters Tykkelse og enkelte udrangerede Rør ere fundne ganske tilstoppede.

Denne dobbelte Tryklednings Længde er c. 800 M. og den førte Vandet gennem en Dal paa rigeligt 50 M. lodret Dybde, følgende Overfladen i smaa Sidebugtninger. Den har altsaa været udsat for omtr. 5 Atmosfærers Tryk. Efter at være naaet op af Dalen igen har Ledningen udtømt sig i et castellum ved Bymuren, og derfra have Lerrør ført Vandet til et lignende Reservoir omtrent i Midten af den gamle Bygrund.

Denne Ladiocæas Ledning gaar sikkert tilbage til Byens Grundlægger Antiochus I (281—261 f. Kr.); maaske snarere dog til den endnu ældre By Rhoas, som var Grundlaget for Ladiocæas Anlæggelse.

Smyrna¹⁾ har haft en lignende Trykledning. Den antike Bygrund ligger i en Højde af 175 M. over Havet og er ved en dyb og stejl Slugt, hvis Bund ligger c. 46 M. over Havet, adskilt fra en jævnt stigende Udløber fra Bjærgene, som i en Højde af 750 M. huser den Kilde — Kara-bunar — hvis Vand Trykledningen førte til Smyrna. Trykledningen er i høj Grad forstyrret; de fleste af dens Sten ere bortførte til Bygningsbrug; men af Webers Undersøgelser fremgaar det utvivlsomt, at der fra Smyrnas Kote 175 gennem Dalslugtens Kote paa 45 indtil en Højde paa 186 M. over Havet opad Udløberen er ført en Tryk-

¹⁾ Weber: Jahrb. d. deutsch. archäol. Inst. 1899.

ledning bygget aldeles som de tidligere omtalte af Traktytkvadere med Tap og Bøsning og med et Kanallumen paa 0,16—0,18—0,22 M. (Fig. 6 og 7).

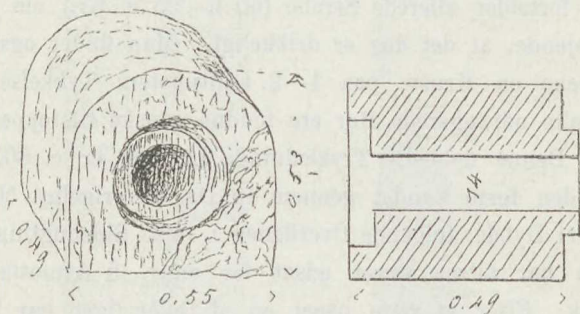


Fig. 6.

De gennemborede Kvaderes Sider ere 0,50—0,52 og Længden fra 0,40—0,53 M. En Del af de fundne gennemborede Kvadere have en af-

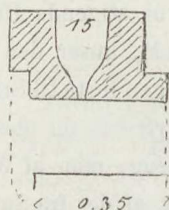


Fig. 7.

rundet opadvendende Flade, og nogle have den koniske Anboring som i Laodicæa. Ledningen har nemlig været indført i en lav Brudstensmur, dels liggende under dels i og enkelte Steder, hvor Terrainet har dannet Lavninger, paa Muren; den følger i det hele Terrainets Overflade fra Koten 186 i en Længde af c. 3000 M. Hvor den tæt ved Byen møder den Dal, hvor

Meles Floden løber, gaar den ret stejlt fra en Højde paa 127 M. ned til 45 M., først i en i Klippen udhulet Rende, for atter at hæve sig op til Byens Højde 175 M.

Denne Trykledning har altsaa været udsat for c. 140 M. Vandtryk eller 14 Atmosfærers Tryk (Fig. 8). Fra det Sted i 186 M. Højde, hvor Stenrørsledningen hører op, og hvor man forgæves har søgt efter et Samlekammer, og indtil Kilden, som ligger i en Højde af 750 M. og c. 18 Kilometer fra Byen, er det lykkedes at følge Ledningen i kortere og længere Strækninger, ført henad Affaldets Sider, dels som udhugget og udmuret Kanal 0,6 M. dyb og 0,5 M. bred, dels som Lerrørsledning dannet af svære Rør med 4—5 ctm. Vægtykkelse, 21 ctm. Lysning og 44 ctm. Længde, alle forsynede med Tap og Bøsning (Fig. 9).

Tiden for denne Tryklednings Anlæg kan der ikke angives

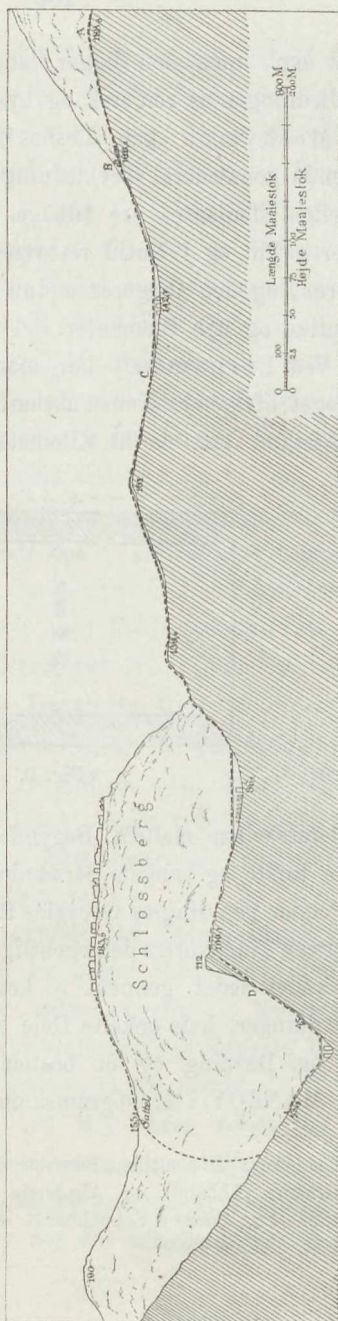


Fig. 8.

noget om, men den ligger langt forud for de senere Vandledninger af romersk og bysantinsk Oprindelse.

Methymna paa Lesbos¹⁾ har haft en aldeles lignende konstrueret Trykledning, af hvilken enkelte oprindelige Elementer ere tilbage. Ledningen er i græsk-romersk Tid og i Nutid restavreret med resp. Lerrør og Jernrør, og den fungerer endnu med en broget Samling af antike og nye Elementer.

Ved Pergamon²⁾ har man fundet en Trykledning af noget afvigende Konstruktion, som har ført Vand fra en Afstand paa c. 30 Kilometer op paa Borgbjærget.

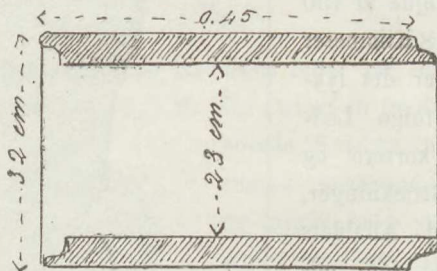


Fig. 9.

Højdeforskellen mellem Begyndelse og Ende er 800¹/₂ M. I den første og længste Strækning — Madarasledningen, som ender paa Hagios Georgios Højden i et Samlekammer fra græsk Tid, hvorfra den egentlige Trykledning udgaaer — er Vandet ledet gennem 3 kraftige 0,14 M. vide Lerrørsledninger, hvis enkelte Dele ere c. 0,5 M. lange, have Tap og Bøsning og et bestemt Fabriksmærke THAB eller MANEOY i Monogramsammenslyngning.

¹⁾ Koldewey: Die antiken Baureste der Insel Lesbos.

²⁾ Gräber: Abhandl. d. Akademie d. Wissenschaften. Berlin 1887—88. Conze & Schuchhardt: Mittheil. d. K. deuts. Archäol. Inst. Athen 1899.

Den sidste rigeligt 2 Kilometer lange Del af Ledningen, som fra Højderne paa Hagios Georgios passerer igennem et Par betydelige Sænkninger, udgør den egentlige Trykledning. Den har bestaaet vistnok af Broncerør — maaske af Blyrør — paa 1,2 M. Længde; de ere alle forsvundne, og tilbage staaer kun de Stenmuffer, som har samlet dem. Man finder nemlig i regelmæssige Afstande paa 1,2 M. staaende Stenplader paa 1,2—1,5 M. brede, 0,7 M. Højde og 0,25 M. Tykkelse alle med en Gennemboring paa 0,3 M., og mellem disse Stenmuffer laa der flade, lange Stenplader, hvis øverste Flade ligger i Højde med Gennemboringens nederste Rand, eller, hvor Grunden var fast, vare Mufferne sænkede ned saaledes at den afglattede Overflade laa i Højde med Gennemboringen. Det Hele var da nedlagt i en udhulet Rende i Undergrunden og dækket med Fyld saaledes, at kun det øverste af Muffepladerne var fri. Disse Rester af Trykledningen følger saa Terrainets Overflade igennem en mindre og en større Lavning op til Hagios Georgios Højden, hvor man paa et Punkt, som ligger 30 M. højere end Byens højeste Punkt finder tydelige Rester af et gammelgræsk tokamret Samlereservoir, der danner Udgangspunkt for Trykledningen.

Pergamonledningens øverste Del hører vistnok ikke til det oprindelige Anlæg og udgør ikke nogen Del af Trykledningen. Men de sidste rigeligt 2 Kilometers Muffeledning har ifølge Terrainforholdene (største Højde i Byen 325 M. — Samlekamrets Højde 355 M. — Trykledningens laveste Parti 177 M.) været udsat for et Vandtryk svarende til 15—17 Atmosfærer (Fig. 10).

Fra hvilken Tid denne Pergamons Trykledning er, vides ikke, men sikkert er den fra den før-romerske Tid

og kan næppe være yngre end fra det 3. Aarh. f. Kr. (Attalos I 241).

Denne Trykledning er i romersk Tid erstattet af (og udvidet med) en anden, som førte Vandet i en Kanal med 0,55 M. Bundbredde over en Aquædukt med 2 Buerækker ved *a* til *d*; derfra fører en udhugget Kanal Vandet over den lille Aquædukt *e-f* og derfra atter i en udhugget Kanal til Pergamons nedre Bydel. Men Aquædukten *a-d* er senere (ved Jordskælv?) styrtet sammen saaledes, at kun den nederste Arkaderække er bleven staaende. Man har da ikke opført den øverste Række igen, men benyttet Materialerne fra den øverste Række til at udbedre den nederste

Arkaderække *b-c*; men desuden har man af den nedstyrtede Arkaderækkes Kvadere dannet en Stenrørs Trykledning ved at udbore Stenene og forsyne dem med Tap og

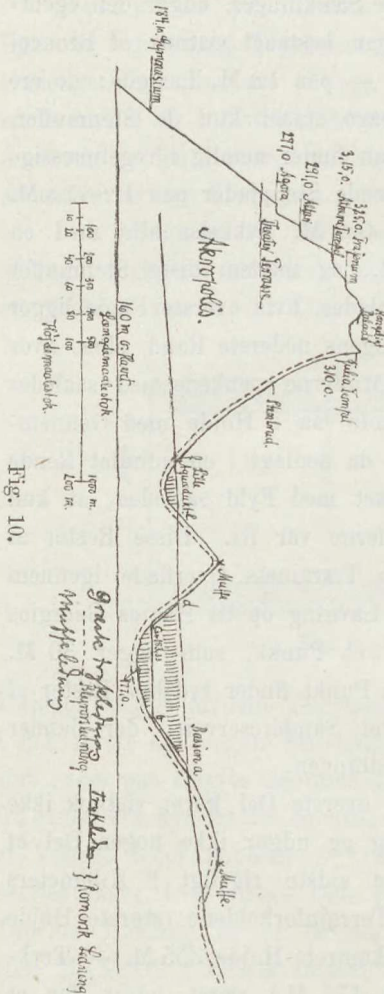


Fig. 10.

Bøsning, som tidligere ofte beskrevet, samt et Samlekammer for denne nye romerske Trykledning¹⁾ ved *a* (det gamle græske til Muffeledningen (Fig. 11) ligger betydeligt højere oppe). Denne Trykledning føres saa over den lave Aqvædukt ad *a-b-c-d* og derfra videre som før. Men

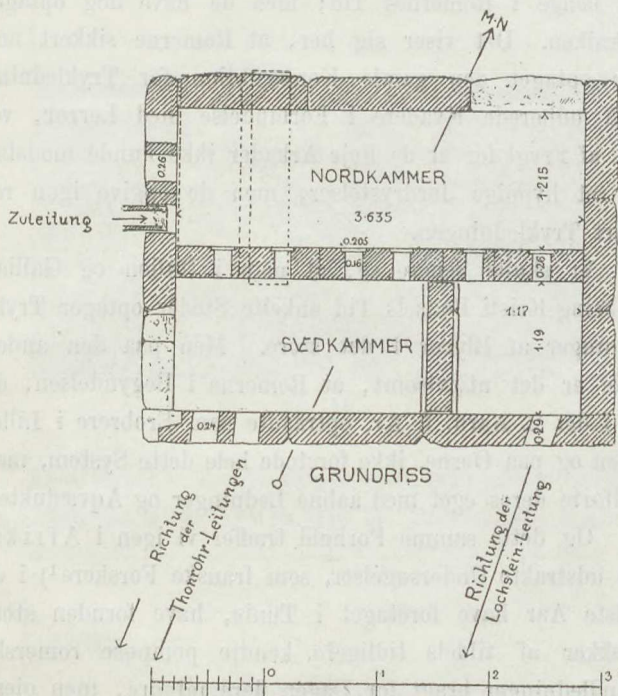


Fig. 11. Græsk Samlekammer til Muffeledningen.

ogsaa denne romerske Kvaderstens Trykledning opgives senere, og Vandet ledes da over den lave Aqvædukt i aaben Ledning *a-b-c* til et Reservoir ved *c*, og derfra i

¹⁾ Undersøgelse af Trykledningens Materiale viser aldeles tydeligt, at de udborede Stenrør tidligere have været brugte til Aqvædukten i ikke udboret Tilstand.

en dobbelt Lerrørsledning som ligger i en i Klippen udhuggen Kanal med 0,5 M. Bundbredde, og som omgaaende Aqvædukten *e-f* fører Vandet til Pergamons nederste Bydel.

Den gamle græske Trykledning har neppe fungeret ret længe i Romernes Tid; men de have dog optaget Tekniken. Det viser sig her, at Romerne sikkert nok har optaget den gamle Konstruktion for Trykledning med udborede Kvadere i Forbindelse med Lerrør, vel nok af Frygt for at de høje Arkader ikke kunde modstaa de ret hyppige Jordrystelser, men de opgive igen ret snart Trykledningen.

Vi skulle senere se, at man i Italien og Gallien omkring Kristi Fødsels Tid enkelte Steder optager Trykledninger af Blyrør i det store. Men paa den anden Side er det utvivlsomt, at Romerne i Begyndelsen, da de i det 2. Aarh. f. Kr. optraadte som Erobrere i Lilleasien og paa Øerne, ikke forstode hele dette System, men indførte deres eget med aabne Ledninger og Aqvædukter.

Og dette samme Forhold træffer vi igen i Afrika. De udstrakte Undersøgelser, som franske Forskere¹⁾ i de sidste Aar have foretaget i Tunis, have foruden store Rækker af tildels tidligere kendte pompøse romerske Vandledninger bragt for Dagen flere mindre, men øjensynlig langt ældre Anlæg, som ligeledes her synes at være blevne erstattede af de romerske Værker.

Blandt prægtige romerske Aqvædukter mellem Cartago og Teveste findes ved Sidi-ech-Cheidi Resterne af en lille Ledning dannet af Render, udhugne i Granit, forsynede med Tudstykke og Bøsning samt Fals til Dæk-

¹⁾ Dr. Carton: *Revue Tunisienne* 1896 Nr. 11—12—13.

plader, det hele hvilende paa en Kyklopmur af ældre Bygningsform, i alt Fald en lignende som den der findes i Mykænes Bymur (Fig. 12).

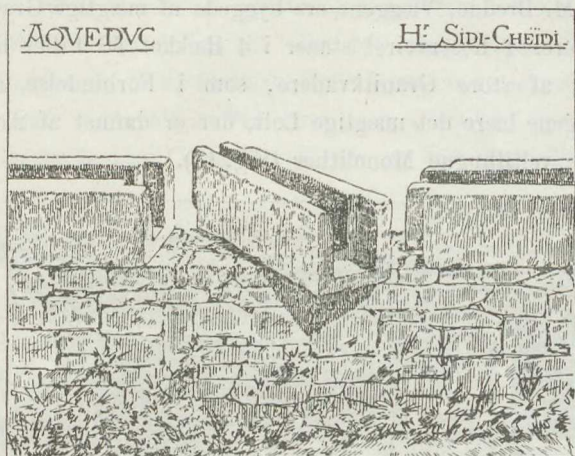


Fig. 12.

Flere lignende Trugledninger af Granit paaviser Carton; en enkelt ved Bou-Aouïa (Fig. 13) hvilende paa c. 2,5 M.

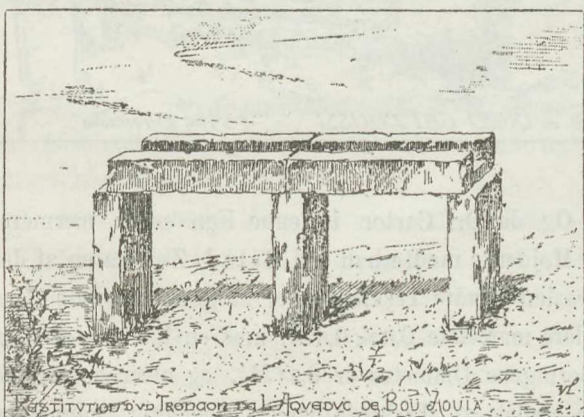


Fig. 13.

høje vel tilhugne Granitstøtter staaende i en Afstand af c. 2 M. En tredje Trugledning af samme Konstruktion fører til et stort Samlekammer af 22,6 M. Længde og 10,9 M. Bredde, Væggene ere byggede af mægtige Granitkvadere. I Reservoiret staaer i 4 Rækker 36 Piller ligeledes af store Granitkvadere, som i Forbindelse med Væggene bære det mægtige Loft, der er dannet af 2,6 M. lange veltilhugne Monolither (Fig. 14).



Fig. 14.

Og da Dr. Carton i denne Egn søgte nærmere op mod Højderne mødte han ved Belad-Zehna en af de fra Lilleasien kendte Trykledninger af gennemborede Granitkvadere maallende $0,6 \times 0,6$ M. med en Længde af 0,47 M. Udboringens Diameter er 0,23 M., og atter her træffe vi hver andet af Trykledningens Elementer gennemboret paa Overfladen af en 0,15 M. vid konisk Anboring (Fig. 15).

Efter at disse interessante Vandledningselementer særlig Belad-Zehna Trykledningen ere paaviste ogsaa i Afrika i den Egn, hvor Carthago og den fönikiske Kolonisation havde sit ældste og mægtigste Sæde, maa vistnok den Antagelse, at den her omhandlede Trykledningsteknik er af fönikisk Oprindelse, siges at være i høj Grad sandsynlig. Fra dem have Jøderne, Syrerne og Grækerne paa Lilleasiens Kyster og Øer faaet Kend-

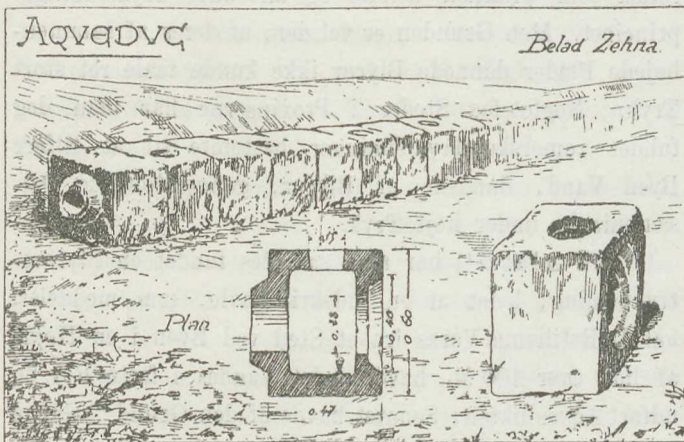


Fig. 15.

skabet til den. Men mærkeligt nok finder man ikke denne Kvaderstens-Teknik i selve Grækenland og end mindre i Romerstaten.

Grækerne erstatte siden de udborede Granitkvadere med 3—5 etm. tykke, indtil 0,5 M. lange, Lerrør med en Lysning paa 0,14—0,23 M.; men efter de mange Reparationsspor som f. Eks. Methymnaledningen viser, der har stærke Formuringer om Lerrørene, har Materialet sikkert ikke været saa holdbart og i Stand til at taale saa højt et Tryk, som de fönikiske Granitrør.

I høj Grad mærkeligt er det, at Romerne, som i det smaa til Fordelingen indenfor Bymuren med Agrippas Reform for Distributionen igennem de 130 private Vandkasteller udviklede Blytrykledningerne til en saa stor Grad af Fuldkommenhed, ikke fandt paa at erstatte deres kostbare og meget udsatte Aqvæduktledninger med Trykledninger; de kendte dog til Fuldkommenhed at støbe og behandle Bronze, ikke at tale om, at de saavel teoretisk som praktisk kendte og anvendte Trykledningsprincippet. Men Grunden er vel den, at deres af sammenbøjede Plader dannede Blyrør ikke kunde taale ret stort Tryk. Nogle faa Steder i Provinserne har man dog fundet romerske Trykledninger bestemte til at tilføre Byen Vand, dannede af Blyrør, gennemløbende Dalsænkninger under højt Tryk.

Ved Alatri¹⁾ har man saaledes fundet en Blyrørstrykledning, ledet af en Indskriftstavle, som meddeler, «at L. Betilienus Varas fra et Sted ved Byen i en Højde af lidt over 100 M. havde ledet Vandet i faste Rør og udført Aqvædukten; Senatet havde af den Grund 2 Gange valgt ham til Censor, Folket havde rejst ham en Statue». Ledningen har man fundet; den bestaar af Blyrør med 0,10 M. Lysning og fra 0,010—0,035 M. Vægttykkelse; den gaar igennem den lille Cosa Bæks Dal, hvis Bund ligger 100 M. lavere end Alatri. Arbejdet er udført c. 100 f. Kr.

Lyon og Arles have haft lignende Trykledninger af Bly. Lyons Vandforsyning blev under Augustus (Agrippa) forøget og forbedret saaledes at højere liggende Bydele fik Vand; denne Ledning forcerer i en Længde af 200 M. Salvagnydalen i en Trykledning bygget af Kvader-

¹⁾ Bassel: Centralblatt der Bauverwaltung. 1881.

sten, forbundne med Cement, ikke udborede. Men da senere en yderligere Tilførsel til de højestliggende Bydele gjordes nødvendig, søgte man under Claudius i en Afstand af 50 Kilometer paa Mont Pilat Kilder, som indfattedes og førtes til Byen fra en Højde af 380 M., dels underjordisk og dels paa Buer; men den dybe Dal Pouillet forceres gennem Trykledninger af Blyrør, 8 i Tal og 18—20 Fod lange, bærende Kejser Claudius Stempel, i Dalbunden føres de over paa en 17 M. høj Aqvædukt. Garonnedalen forceres ligeledes gennem 9 Trykrørsledninger af Bly med 94 M. Trykhøjde, ogsaa her føres Ledningerne over Bunden paa en Aqvædukt af 208 M. Længde.

Endelig overskrides Yzeron gennem en Trykledning bestaaende af 10 Blyrør, som ere udsatte for 123 M. Vandtryk; ogsaa her ligge Rørene paa en over Dalbunden førende Aqvædukt paa 268 M. Længde (jvf. Vitruvius Forskrifter). Denne Claudius-Ledning afgiver sit Vand til et Castellum publicum i en Højde af 296 M., saaledes er Højdeforskellen mellem de 2 Endepunkter 84 M., men i Yzeron-Ledningen er Trykket højere, paa over 12 Atmosfærer.

Arles fik under Constantin den store († 339 e. Kr.) foreøget sin Vandforsyning ved Tilførsel af den bekendte Kilde Vacluse; Ledningen forcerer Durance-Floden gennem en Dykkerledning af Blyrør.

Ligesom Romerne ved Pergamon-Ledningen har forsøgt og atter opgivet Trykrør af udborede Kvadre, saaledes have de ogsaa enkeltvis anvendt Trykledninger i det store af Blyrør. Men i Hovedsagen stode de ved Aar 200 f. Kr. uforstaaende overfor de føniskisk-græske Trykledninger, som de traf i Lilleasien og anvendte i

Stedet for fint nivellerede aabne Ledninger, som ad lange Omveje omgik Forhindringerne, hvad enten disse vare Højdedrag eller Sænkninger, og saa dertil dristige og lange Aquvædokter, hvor det var absolut nødvendigt for at holde Vandet i Højden.

Som tidligere i dette Tidsskrifts Bd. VI paavist, har Romerne lært Vandlednings-Tekniken af Grækerne og udviklet den videre.

Men interessant er det at se, at en saa moderne Teknik som en Trykledning, der magter indtil 15—16 Atmosfærers Tryk, og som vor Tid har Jernrørsledninger til at bemestre, kan følges tilbage i fuldkommen og veludviklet Form til henimod Aar 1000 f. Kr.

Ogsaa paa Teknikens Omraade gentager Menneske-aanden sig selv.

