

## Vitruvius' fornemmelser for vand

*Af Jørgen Martin Hansen*

De første syv bøger af *De architectura* lever fint op til værkets titel. Det samme kan efter nutidige begreber ikke siges om de sidste tre. Vi må mene, at der mere er tale om ingeniørkunst. 8. bog handler om vandbygning. Bog 9 om geometri, måling og astronomi. Bog 10 om maskiner, såvel militære som civile.

De tre sidste bøger kunne være skrevet for at indfri en oprindelig intention, at værket skulle omfatte 10 bøger, *decem libri de architectura*. Måske rakte emnet kun til 7 og resten var en nødløsning. Eller skyldes vor tøven bare, at nutids forestilling om arkitektur og arkitekter er langt mere begrænset end antikkens? At dele af arkitektens arbejdsfelt siden middelalderen er udviklet til en ny profession, ingeniørens?

Værket rummer mange besynderligheder. Om det skal ses som en encyklopædisk håndbog for professionelle arkitekter eller en mere almen introduktion for bygherrer og andre interesserede læsere, kan næppe afgøres. Måske begge dele. Men værket kan bedst beskrives som ujævnt.

Med sin dedikation til Octavian er det nærliggende at opfatte det som et meget konkret værk, med et bestemt formål. Men hermed hører de romerske referencer nærmest op. Octavian tiltales enkelte andre steder, men referencer til bygninger i Vitruvs og Octavians egen bygningskulturelle samtid mangler nærmest helt. Hvor der endelig henvises til en konkret bygning, er det én, Vitruv selv har tegnet og superviseret, og langt fra Rom, ved Adriaterhavet. Det er referencen til Vitruvs egen stjerne-stund, basilikaen i Fanum (5,1,6).

Enkelte andre steder lader Vitruv sin egen person skinne igennem. I 8. bog fortæller han f.eks., at han har sine bestemte grunde til at fastsætte en tredeling af forsyningsledningerne ved indretning af et vandværk (*castellum*) i en by (8,6,1). At han har plejet gæstevenskab med kong Masinissas søn, Cajus Julius, opkaldt efter Octavians berømte far, og derfor haft lejlighed til at diskutere videnskabelige emner med ham i sit hus. Åbenbart et festligt samvær, for som eneste udbytte gengives en særpræget og temmelig malplaceret anekdote om en kilde i Afrika, hvis vand gav fremragende

sangstemmer og medførte et særligt avlsprogram for underskønne sangere (8,5,25). Andre uventede anekdoter og ekskursor midt i det saglige og seriøse indhold får værket til at virke usammenhængende, eller viser os i bedste fald Vitruv som humorist.

Vitruvs udgangspunkt er velkendt: den græsk-hellenistiske bygningskultur. Især repræsenteret ved den berømte og værdifulde omtale af templer, søjleordener og bygningsmæssige proportioner (bog 3 og 4), som skulle blive antikkens betydeligste arv til europæisk arkitektur. Men selv om Vitruvs udgangspunkt overvejende er den hellenistiske, er antallet af henvisninger til lokaliteter eller konkrete bygninger i den hellenistiske del af romerriget ret beskedent. Hvorfor nu det, når konkrete, geografiske eksempler er hyppige i andre dele af værket?

Vitruvs omtale af de romerske bidrag til bygningskulturen kan slet ikke måle sig med de hellenistiske. Han omtaler dog de forskellige murtyper, også dem med betonkerne (*opus caementicium*) og to skalmure (*opus incertum, reticulatum etc.*). Dog med nogen skepsis m.h.t. betonkonstruktioners pålidelighed (2,8) .

### ***Bogen om vandet***

8. bog er også en besynderlig skabning. Den består af 6 kapitler som emnemæssigt falder i 2 meget klart adskilte dele. De første 4 behandler vand som naturfænomen. De 2 sidste handler om vand som kulturbærer, dvs. hvordan projekterer og bygger man en vandledning?

Første del kunne man kalde den geografiske del. De geografiske henvisninger er talrige her. I kapitel 2 nævnes 16 floder som eksempler på, at floderne har deres udspring mod nord. I Indien, Syrien, Pontos ved Sortehavet og Afrika. Nord for Alperne nævnes Rhône og Rhinen, og på den romerske side af Alperne Timavo, Po og Tiberen.

I kapitel 3, om kilder med særlige egenskaber, nævnes en række lokaliteter i Italien, som man må antage, Vitruv kender ved selvsyn. Hvor talen er om varme kilder med sundt og velsmagende vand, kommer en af de sjældne referencer til Rom. Kvaliteten i de bedste af disse kilder overgår endog det fremmeste vand i Rom: Camenernes kilde og Aqua Marcias springvand (8,3,1). Kilder som også lovprises af andre romerske forfattere. Af andre kilder i Italien nævner han de to svovlholdige i Roms omegn: Acque Albule ved Via Tiburtina nær Tivoli og kilderne ved Lago della Solfiorata, nær Via

Laurentina, ca. 22 km fra Rom. Af de nitratholdige kolde kilder nævnes Pinna Vestina, den helbredende mineralkilde ved Cività di Penne i provinsen Pescara, samt en meget kold kilde ved Cotilia, nær Lago di Paterno i provinsen Rieti, som blev anset for at helbrede mave- og nervesygdomme. Alle fire kilder eksisterer i dag. Sidstnævnte er berømt fordi Titus og Vespasian opsøgte den på deres gamle dage. Vespasian døde i sin landvilla dér, ifølge Sueton fordi han drak for meget af vandet (*Divus Vespasianus*, 24). Endvidere nævnes nogle kilder med surt vand, én i Velia, som ikke er stedfæstet, samt mineralkilder ved Teanum Sidicinum (Teano) i Campanien, i dag kendt som Le Caldarelle.

Dertil kommer talrige kildelokaliteter uden for Italien, med meget forskellige kvaliteter, asfalt- og olieholdige, helbredende og sågar dødbringende. Der nævnes mere end 20 sådanne lokaliteter: Athen, Piræus, Troizen, Tarsos (Kilikien), Himera (Sicilien), Parantonium, Ammon og Casium i Ægypten, Soli (Kilikien), Ætiopien, Karthago, Zakyntos, Durazzo, Apollonia (Illyrien), Babylon, Joppe (datidens Syrien), Arabien, Macaza og Tyana (Kappadokien), floden Hypanis i Pontus (Sortehavet) og Hierapolis i Frygien (vore dages berømte turist- og termalbadeby Pamukkale i Tyrkiet). Det må vel antages, at Vitruv hovedsagelig kender disse lokaliteter ved selvsyn, men hans rejseaktiviteter kendes ikke, hverken indirekte fra antydninger i værket eller omtale hos andre antikke forfattere.

Som eksempel på jordbundsforholdenes indvirkning på afgrødernes kvalitet nævnes følgende 6 vine: Katekekaumenites-vinen (Maeonien, Lydien, Tyrkiet), Tmolites-vinen i Lydien, Protropos-vinen (Lesbos), og af de italienske Mamertineren (Sicilien), Falernereren (Campanien) samt Caecuberen (Terracina og Fundi).

Den hellenistiske arv fremgår ikke alene af de valgte emner, men også af Vitruvs egne kildehenvisninger til første del af 8.bog. Noget har han selv set, andet har han læst sig til: *Af alle disse ting skyldes noget mine egne observationer. Andet har jeg fundet i græske bøger, hvis forfattere er følgende: Aristides (+468), Herodot (+420), Theophrast (+287), Hegesias (3.årh), Timaios (+c.260), Metrodoros (+70). Poseidonios (+51) (8,3,27).* Fire hundrede års faglitteratur indgår i hans arbejdsmaterialer.

## ***Vitruvs rørstandard***

Vitruvs anvisninger i 8,6,4 om standardiseringen af blyvandrør er meget problematiske i sig selv – og endnu mere, hvis de sammenholdes med Frontin og de talrige fund af segmenter og fragmenter af blyrør. Ikke bare fra Rom, Ostia og Pompeji, men også fra andre byer over hele den vestlige del af imperiet. Problemerne hos Vitruv er som følger:

### **1) Rørlængden.**

“Rør må ikke støbes kortere end 10 fod”, *fistulae ne minus longae pedum denum fundantur*. Anvisningen gentages hos Plinius (31,58): “Rør skal, når det er rigtigt, have en længde på 10 fod”. Faventin udsteder ikke direkte forbud mod kortere rør end 10 fod, men angiver rørvægten for hver rørstørrelse ud fra 10 fod lange rør, ganske som Vitruv. Palladius følger trop. Vitruvreceptionen var stærk. Frontin omtaler derimod overhovedet ikke rørlængden, men rørets diameter, perimeter og tværsnit (lysning).

Det vil altså sige, at rørpladen, som omdannes til et enkelt rørsegment, ifølge Vitruv ikke må støbes kortere end 2,96 m. Hvorfor dog? Jo længere blyplade *plumbarius* skal støbe, jo sværere. Dels af hensyn til vægten af det smeltede bly, der skal håndteres, dels fordi jo længere blyet skal løbe ned ad det svagt skrånende støbesand, jo mere afkøles det. Der er en naturlig overgrænse for længden af en blyplade. Også når vore dages blytækkere støber tagpladerne til middelalderkirkerne.

Desuden: det kan lade sig gøre at håndtere et langt rør, hvis det har begrænset lysning, og sådanne rør er ofte fundet 10 fod lange. Men ved større rør må man typisk give afkald på længden, ellers er de ikke til at håndtere under transport, lægning og lodning af segmenternes samlinger. Hertil kommer at der altid, på steder, vil opstå behov for at kortere rør.

De 6 bevarede rørsegmenter fra Aqua Trajanas hovedledning til Trajanstermerne er blandt de største bevarede og har samtlige typer af støbte og indridsede indskrifter. De har indre diameter på ca. 23 cm. Hvert segment er ca. 2,60 m langt, og vejer med en godstykkelse på 1,5-2 cm lige omkring 300 kg. Vægten kender vi fordi de romerske pund er ridset i røret. Sådan et rør kunne 4 mand fra den nærliggende politistation

løfte med en stålstang gennem røret. Hvis det var 10 fod langt ville det veje 45 kg yderligere og kræve en mand mere.<sup>1</sup>



Størrelsen af Frontins 120-rør kan vurderes ud fra dette historiske foto fra Antiquario Comunales kældermagasin i Rom. På billedet artiklens forfatter (tv) og professor Lucos Cozza (1921-2011) ved et 2,6 m langt rør med diameter 23 cm og vægt 927 librae (303 kg), indskåret i røret. Bemærk det alt for korte stålrør til løft af blyrøret, 2 mand i hver ende. (Foto: Kjeld de Fine Licht, 1982) .

---

1. J. Hansen, Wasserleitungen aus Bleirohren, i Kjeld de Fine Licht, Untersuchungen an den Trajansthermen zu Rom, vol. 2 Sette Sale, Analecta Romana Instituti Danici, suppl. XIX, p. 111-125.

Vitruvs anvisning om rør længden forekommer helt meningsløs. Og der er ingen tekstvarianter. Det er fristende at gøre, hvad ingen endnu har vovet: ændre minus til plus, *fistulae ne plus longae pedum denum fundantur*.

## 2) Rørenes vægt

Vitruv angiver rørvægten, begyndende med 100-røret, som skal veje 1200 romerske pund.

Det viser sig, at rørvægten er ligefrem proportional med omkredsen, dvs. Vitruv opererer med samme godstykkelse uanset rørstørrelse, omkring 7 mm. Dette holder i sagens natur ikke, for med så ringe godstykkelse ville de største rør bølge som pap, når man løftede dem. De nævnte blyrør fra Trajanstermerne har da også en godstykkelse på 1,5-2 cm, hvad der svarer godt til andre tilsvarende fund, bl.a. sådanne som er udstillet i Termemuseets cortile. Det er i øvrigt lidt af en gåde, hvordan romerne støbte en 2 cm tyk blyplade, når nu 7 mm anses for det maksimale ved støbning over en skrånende flade af støbesand.

Konklusion: Vitruvs vægtangivelser er kun realistisk for de mindste rørstørrelser.

## 3) Grundlaget for rør-standard

Vitruv giver os formentlig verdenshistoriens første litterært overleverede VVS-standard. *Benævnelsen på rørene hidrører fra bredden på blypladerne, målt i tommer, inden de bøjes rundt til et rør (8,6,4)*. Med udgangspunkt i fremstillingen af blyrørene er det selvfølgelig bredden på blypladen (= rørets omkreds), som har interesse. Dermed må det umiddelbart være forventeligt, at man benævner rørene efter pladebredden. I alt fald hvis man ikke har noget nærmere kendskab til eventuelle andre principper, som kunne tænkes regulere valget af pladebredde. I alt fald anede Vitruv ikke uråd, heller ikke hans rør-eftersnakkere, Plinius, Faventin og Palladius.

Problemet er, at jo højere man kommer op i rørstørrelse, jo mere urealistisk bliver det at håndtere. Vitruvs største rør, 100-røret, er efter sin definition 1,85 m i omkreds, dvs. med diameter hen ved 60 cm. Så store rør, rørfragmenter eller rørgennemføringer i murværk er aldrig fundet i nogen del af det romerske imperium. Derimod er rørfund med diameter 20-23 cm og en godstykkelse op mod 2 cm arkæologisk veldokumenterede, jf. ovenfor.

Et 10 fod langt 100-rør af Vitruvtypen med diameter på 60 cm og smårørs-godstykkelse på 6-7 mm er aldrig set. Det ville veje hen ved 400 kg, selv med så tyndt gods. Hertil kommer, at det ville bøje sammen under transporten, og om ikke før, så i alt fald efter montagen, på grund af jordtrykket. Med godstykkelse på 2 cm, som dokumenteret i de største rørfund, ville dets vægt blive 1,2 tons. Vitruvs lineære rørstandardisering fremgår af nedenstående fig.2.

Her afslører Vitruv virkelig sin manglende kompetence m.h.t. rør. Han har ikke set, at med den definition på standardiseringen, han foreslår, overskrider han såvel det mulige som praksis. Man kunne få den tanke, at Vitruv, hvad vandforsyning angår, er temmelig uerfaren og skriver, hvad han har kunnet læse sig til om hellenistiske vandledninger og om romerske blyvandrør hvad han har tænkt sig til selv, nu han én gang har besluttet at skrive en bog om vandbygning.

Vitruv angiver rørlængde, omkreds og vægt. Hans anvisninger blev stort set uændret kopieret af de senere forfattere Plinius, Faventin og Palladius. Oplysningerne om rørstørrelser hos samtlige romerske forfattere, der omtaler dette emne, er sammenstillet i fig. 1.

Som det fremgår findes der hele to litterært overleverede romerske VVS-standarder: Vitruv 8,6,4 med 10 rørdimensioner og Frontin 39-63, med 25, hvoraf dog kun 15 faktisk blev brugt. Han baserer efter eget udsagn sine data på den praksis, der var kendt og blev anvendt af de *plumbarii*, som var tilknyttet vandkontoret i Rom, *statio aquarum*. Han opgiver diameter, omkreds og kapacitet for hver rørnorm, sidstnævnte udtrykt ved antallet af 5-rør (*quinariet*) der kan indeholdes det aktuelle rørs tværsnit (lysning). Han siger intet om rørlængde og vægt (godstykkelse). Hans største rør har en diameter på 20-23 cm, hvad der er i pæn overensstemmelse med de største blyvandrør, som er bevaret arkæologisk og tilsvarende rørgennemføringer. De største rør producerede man ikke med 10 fods længde, men snarere med 8-9 fod – netop for at kunne håndtere dem. Frontins standarder forekommer realistiske i forhold til de arkæologiske fund. Problemet med Frontins rør er et andet. Man kan kun til en vis grad få de fundne rørdimensioner til at harmonere med de skriftligt overleverede standardmål. På grund af metoden til fremstilling er rørenes lysning pæreformet, og længdelodningen kan inkorporere varierende dele af den ombøjede blyplades kanter, sådan at lysningen i forskellige segmenter i samme rørledning kan variere en del. Det er derfor vanskeligt at identificere et givet rør som et x-rør, slet ikke med den præcision, der følger af vore

dages rørteknik, som fremstiller plast- og metalrør ved ekstrudering. Og selv om der findes indstøbt en del talangivelser i de antikke rørfund kan disse ikke med sikkerhed identificeres som angivelse af rørstørrelsen.

125 år efter Vitruv brugte man ifølge Frontin følgende standard: Rørene fra 5-20 normeres efter antallet af kvarte tommer i *rørdiameter*. 5-røret (*quinarien*) er et femkvarrtommerør (5/4 tomme i diameter), i stedet for Vitruvs 5 tommer i *røromkreds*. Derefter skiftes normeringsprincip fra og med 20-røret. Rørene fra 20 op til 120 normeres efter antallet af 5-rør, der kan indeholdes i *rørets tværsnit* (lysning). F.eks. angiver Frontin at et 80-rør har en kapacitet på 65 1/6 quinarie.

Hvis ikke man havde skiftet normering fra og med 20-røret, var de større rør blevet alt for store. Som det fremgår af fig. 2 giver dette en helt anden historie end Vitruv. Forskellen mellem Vitruvs og Frontins normering er meget voldsom.

De forskellige standardiseringsprincipper er beskrevet hos Frontin (25):

*“Senere afskaffede man i Rom de gamle rørdimensioner og tog et nyt rør i brug, som ikke var dimensioneret efter unsen (uncia, 1/12 fod) eller en af de to slags tommer (rundtomme og kvadrattomme, digitus, 1/16 fod). Man kaldte det nye rør en quinarie (5-rør). Nogle mener det blev indført af Agrippa. Andre tror det blev udviklet af blystøberne på foranledning af arkitekten Vitruvius.*

*De, som gør Agrippa til ophavsmanden, siger benævnelsen skyldes, at 5 små gamle rørdimensioner blev erstattet af en ny standardiseret rørdimension. De, som nævner Vitruv og blystøberne, mener at navnet er opstået fordi denne rørdimension fremstilles af en 5 tommer (9,25 cm) bred blyplade, som bøjes rundt til et rør. Men det er usikkert, eftersom den, når den bøjes, udvides på ydersiden, ligesom den presses sammen på indersiden. Mest sandsynligt er det, at den kaldes quinarie (5-rør), fordi den har en diameter på 5/4 tomme (2,3 cm). Det forhold bevares ved de efterfølgende rørdimensioner lige til 20-røret, idet de enkelte rørs lysning vokser i diameter med en kvart tomme (4,6 mm). 6-røret har således en diameter på 6/4 tomme (2,8 cm), 7-røret har 7/4 tomme (3,2 cm) og så fremdeles lige til 20-røret”.*



Det er især denne tekst hos Frontin, der har medført teorien om at Vitruv har sit kendskab til Roms vandforsyning fra sin mulige involvering i sin tids (Agrippas) omfattende reorganisering af forsyningen.<sup>2</sup> Her er det vigtigt at bemærke, at der efter omkring 4 generationer ikke længere er nogen tydelig erindring om, hvad der egentlig foregik, da man skabte den nye rørstandard. Frontin går til sine *plumbarii* for at finde ud af hvordan quinarien opstod. Det han udsiger, er alene håndværkernes *formodning* om oprindelsen, det er ikke en læsning af Vitruvs 8. bog. Det er her, sekundærlitteraturen hyppigt tager fejl. Frontin gengiver formodninger og teorier, ikke et præcist svar på sit spørgsmål.

Sammenlignet med Frontins behandling af emnet, som fylder omkring 30 kapitler, er Vitruv meget skematisk og kortfattet. Og det er ret klart, at det, Vitruv beskriver, måske er dele af gamle normsystemer, men uden at han har gennemskuet svaghederne til fulde. Disse standarder har man ifølge Frontin forladt for så længe siden, at man på hans tid kun rygtevis kan efterspore tidspunkt og årsager. Man kunne mene, at hvis Vitruv var ophav til det nye system, eller selv havde oplevet dets indførelse, ville han formentlig ikke begrænse sig til alene at beskrive det gamle system, men også nævne det nye og sin egen rolle i innovationen, ganske som ved basilikaen i Fanum. Men han problematiserer eller diskuterer slet ikke standardiseringen, sådan som det ellers sker med andre emner i værket.

Sammenholdt med de mange uklarheder, inkonsekvenser og manglende overensstemmelser med det arkæologiske materiale må man afvise at Vitruv har nogen særlig indsigt eller ekspertise i romersk vandforsyning. Bemærkelsesværdigt og rosværdigt er det, at Vitruv efter det meget detaljerede geologisk-geografiske afsnit i kapitlerne 1-3 opregner de (græske) skriftlige kilder, han har benyttet. Men ingen romerske kilder. Tilsvarende sker *ikke* efter sidste halvdel af kapitlet.

---

2. F.eks. introduktionen hos Rowland, p. 17: After writing the Ten Books he was very likely a staff architect of the curator aquarum and was responsible for the standardization of water pipe sizes” og note 105: “Frontinus...says that the plumbers of Rom standardized their sizes based on instructions from the architect Vitruvius. The sizes given in Frontinus (27-30) do not completely correspond to those given in Vitruvius, but Vitruvius may nonetheless be responsible for the concept and administration of the idea”

Som ekskurs kan det for øvrigt bemærkes, at Herodot er anført som kilde, men egentlig uklart til hvad. For Eupalinus' verdensberømte og i nyere tid genfundne vandtunnel på Samos nævnes ikke (Historiae III,60). Heller ikke moleanlægget i havnen sammesteds. Og hvor Juno-templet nævnes, er det ud fra en anden kilde (7,12).

Vitruvs tekst om siphoner (8,6,5-7) er et udtryk for hans interesse for vandbygning i den græskpåvirkede østlige del af imperiet, men også her kan det undre, at ingen lokaliteter nævnes, når der ellers var ganske imponerende anlæg forhånden. Det er det fysisk interessante i siphonanlægget, som tiltrækker hans interesse. Han bruger i øvrigt ikke et græsk eller latinsk navn på et sådant anlæg, selv om man kendte ordet *sipho(n)* i betydningen et rør, en pumpe, en hævert. Samme betegnelse som vi benytter i dag til at betegne et røranlæg i en vandledning, hvor vandet føres over en dalsænkning. En omvendt hævert, eller på fransk "siphon renversé", på dansk nok bedst betegnet ved fysiktimernes åbne, forbundne kar (eller vandlås).

Og hvorfor er der ingen henvisninger til byromerske forhold, f.eks. til Agrippas imponerende udbygning af vandforsyningen? De 700 gadebassiner, 500 springvand og 130 castella, som Plinius senere skulle berømme (36,121-123), måske lidt overdrevet. Den nye akvædukt Aqua Julia i 33 f.Kr. (og måske jomfrukilden Aqua Virgo indviet 19 f.Kr., men hvis projektering og bygning Vitruv delvist kan have oplevet), – og ikke mindst den helt enestående 11 km lange arkaderække over fladlandet, den romerske Campagna? Vitruv har selvfølgelig kendt denne tripelakvædukt, hvor nye vandledninger to gange blev bygget oven på Marcias kvadre fra 144 f.Kr. Den akvædukt overgik alt, der fandtes i hele den dengang kendte verden. Arkadebyggeriet var romernes vigtigste bidrag til vandforsyningens historie, opretholdelsen af vandets trykhøjde, så det i stor mængde kunne nå frem til byerne. Men Vitruv nævner det ikke. Heller ingen af de op til omkring 50 m høje akvæduktbroer, som førte kanalerne over bjergdalene uden for Rom og mange andre steder. Derimod nævner han overraskende nok og uden forklaring, siphonerne. De var akvæduktbroernes hellenistiske sidestykke, men på Vitruvs tid kun sjældent brugt i den vestlige del af riget. Her virker det på ny, som om Vitruvius slet ikke var romer. Der er lang vej til Frontins selvbevidste og berømte udbrud: "Prøv at sammenligne alle disse uundværlige akvædukter med de ganske formålsløse pyramider, eller med grækernes unyttige, men højt berømmede bygningsværker!"(16).

Vitruv var en autoritet allerede i antikken og er forblevet en autoritet, efter “genopdagelsen” af Sankt Gallen-håndskriftet i 1416. *De architectura* var *Værket* om Antikkens arkitektur og ingeniørkunst. Måske er det simpelthen dette, der forklarer, hvorfor det er Vitruvs litterære overlevering om rørstandarderne, der uden videre er kopieret af rør-epigonerne Plinius, Faventin og Palladius. De to sidste havde dog mulighed for at kende Frontins skrift, men i forhold til Vitruv er Frontins skrift nok nærmest at betragte som speciallitteratur. For at bedømme Vitruvs rørangivelser kunne man bare være gået ud i gaden og tjekke størrelsen af hovedledningerne fra *castellum* eller bede en *plumbarius* støbe, producere og transportere et blyrør 3 meter langt og med en diameter 60 cm frem til installationsstedet. Han havde rystet på hovedet.

Som det fremgår, tiltrækkes Vitruvs interesse og emnevalg vedr. vandbygning af den hellenistiske tradition, specielt er han optaget af de fysiske love. Hvordan opfører vand sig under givne vilkår?

F.eks. bruger han megen plads på at forklare, hvorfor et vaterpas alligevel godt kan bruges, selv om Archimedes mener, at vandets overflade er sfærisk. Eller hans omtale af de åbne, forbundne kar, siphon-princippet, selv om dets kapacitet var for lille til at indgå i en akvædukt med frit vandspejl af romerske dimensioner. Det ville have været en begrænsende faktor. Først Hadrian brugte siphoner med tilstrækkelig kapacitet. Til bare et enkelt af fire anlæg i hans akvædukt til Lugdunum (Lyon) medgik der over 23 km blyrør. Der var brug for 9 parallelle rør over en 2,6 km bred dal.

Vitruv anvender græskinspirerede udtryk for dele af siphonerne, *venter* og *collivaria*, sidstnævnte et *hapax*, som til vor tid har givet anledning til sproglige gætterier og de mest fantastiske tekniske fortolkninger. Specielt da fra filologer, som mener at kunne gætte sig den tekniske indretning og funktion ved at ændre læsemåden til nye hapaxer, i stedet for at spørge en hydrauliker, hvad trykstød i en rørledning giver af problemer og hvordan de elimineres. Så véd man nemlig hvad der menes, men romerne måtte opfinde et ord til det.

### ***Vitruvs kildeværdi***

Overalt giver Vitruvs tekst anledning til overvejelser om tekstens forhold til den antikke verdens realiteter. Skal vi tro blindt, at når det står hos Vitruv, så passer det? Hvis man målte dimensioner og størrelsesforhold og symmetri i bevarede korintiske

kapitæler ville man nok også finde, at verden er mere kompliceret end generaliseringer i en byggemanual.

Man jubler endnu over at castellum i Pompeji opdeler vandet på 3 hovedledninger, det må da være en bekræftelse af Vitruv (8,6,1). Man glemmer bare, at de forsynede hver deres bydel, ikke hver deres forbrugertype, privathuse, gadebassiner eller termer. Sådan foreslår Vitruv det, dvs. en differentieret forsyning, alt efter forbrugertype, som ikke engang findes i vore dages vestlige byer. Og man ser helt bort fra at f.eks. castellum i Nîmes absolut intet har at gøre med Vitruvs anvisninger.

Ikke bare hos Vitruv kan man komme i tvivl om kildeværdien. Det gælder også de andre, ikke særligt mange, antikke forfattere, som beskæftiger sig med fysisk kontrollerbare emner. Når der ikke er overensstemmelse mellem arkæologiske fund og de antikke skriftlige kilder, er det så fordi forfatteren er en reformator eller fordi han ikke vidste, hvilke tekniske variationer og innovationer, der trivedes i Italien eller endog i hele imperiet?

Og hvad gør man, hvis Vitruv ikke bare strider mod andre skriftlige kilder til samme emne, men også mod de arkæologiske fund? Bør man ikke netop her tillægge primærkilden, blyrørene, afgørende betydning? I så fald bliver det ganske svært at fastholde sit medlemskab af de rettroendes menighed, for hvem Vitruv er Bibelen.

Med hensyn til blyvandørerne, som nærværende skribent mener at have nogen indsigt i, medfører disse overvejelser desværre, at vi må karakterisere Vitruvs kompetence med et halvt citat fra et andet kulturmiljø: Tilgiv ham, thi han vidste ikke bedre.

## Bibliografi

Henvisninger til antikke forfattere gives i kort form:

Faventinus 6-7 = Om forskellige former for arkitektur (*De diversis fabricis architecturae*), kap. 6-7.

Frontinus 25 = Roms akvædukter (*De aquae ductu urbis Romae*), kap. 25

Palladius 9,12 = Om agerdyrkning (*Opus agriculturae*), 9. bog, kap. 11.

Plinius 31, 41 = Plinius den Ældre (*Naturalis historia*), 31 bog, kap. 41.

Hvor misforståelse ikke er mulig udelades forfatternavnet.

### Udvalgt sekundærlitteratur:

Fleury, Ph., 'Vitruve et le métier d'ingénieur', *Cahiers d'Études Anciennes*, 48 (2011), p. 7-34.

Grimal, Pierre, 'Vitruve et la technique des aqueducs', *Revue de Philologie* 19, 1945 p. 162-174.

Plommer, Hugh, *Vitruvius and later Roman Building Manuals*, Cambridge 1973.

Rowland, I.D. og. Howe, T.N.: *Vitruvius, Ten Books on Architecture*. Cambridge 1999.

Schuler, S.: *Vitruv im Mittelalter, die Rezeption von "De architectura" von der Antike bis in die frühe Neuzeit*, Köln, Weimar, Wien: Böhlau Verlag, 1999.

Tannery, Paul, 'Frontin et Vitruve', *Revue de Philologie* 21, 1897, p. 118-127.

Krinsky, C.H.: 'Seventy-eight Vitruvian manuscripts', *Journal of the Warburg and Courtauld Institute*, 1967, vol. XXX, pp. 36-70.

BETEGNELSE	VITRUV	PLINIUS	FRONTIN	FAVENTIN	PALLADIUS
ÅR	-24	+77	+100	+2-300	+400
REF:	De Arch. 8, 6, 4.	NH XXXI, 58.	De aquaeductu 24-63.	De div. fabric. arch. 6-7.	Opus agriculturae IX, 11-12.
5-rør	+	+	+		
6-rør			+		
7-rør			(+)		
8-rør	+	+	+	+	+
10-rør	+	+	+		
12-rør		og så videre !	(+)		
15-rør	+		+		
20-rør	+	?	+	+	+
25-rør		?	(+)		
30-rør	+	?	+	+	+
35-rør		?	(+)		
40-rør	+	?	+	+	+
45-rør		?	(+)		
50-rør	+	?	+	+	+
55-rør		?	(+)		
60-rør		?	+		
65-rør		?	(+)		
70-rør		?	+		
75-rør		?	(+)		
80-rør	+	?	+	+	+
85-rør		?	(+)		
90-rør		?	+		
95-rør		?	(+)		
100-rør	+	?	+	+	+
120-rør		?	+		
Antal normrør	10	>3	25 (15)	7	7

Fig. 1. Sammenstilling af de skriftlige kilder til rørstørrelser i romersk VVS-standard. For at illustrere systemet opregner Frontin samtlige 25 normerede rørstørrelser, også de 10 som ikke er i brug (+).

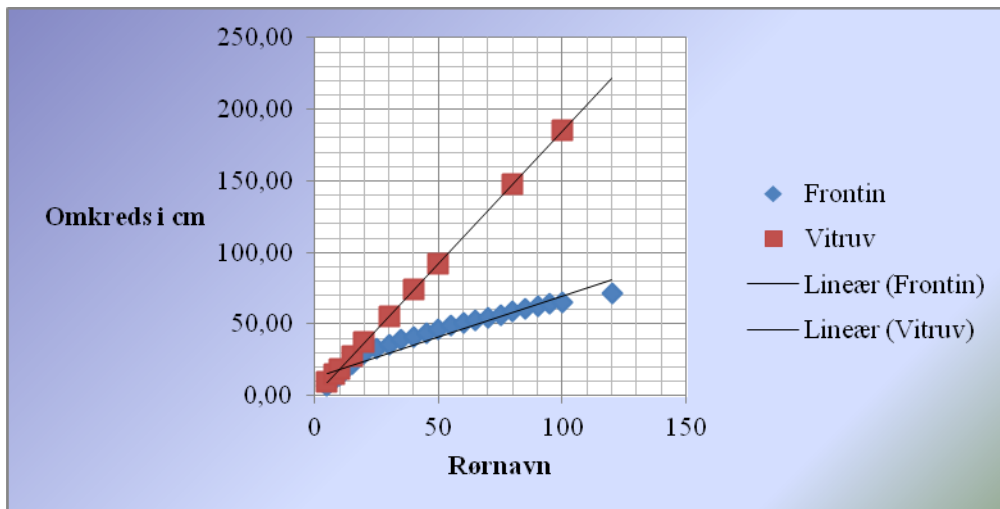


Fig. 2. Grafisk fremstilling af Vitruvs og Frontins rørstandarder (Grafik: Frithjof Rasmussen).

RØR	Omkreds cm	Diameter cm	Længde cm	Gods mm	Blyplade Areal cm <sup>2</sup>	Blyplade Rumfang cm <sup>3</sup>	Massefylde gr	Total rørvægt kg (1 rom pund= 327,45 gr)
VITRUV 5-rør	5x1,85=9,25	(2,9)	296	(6,43)	(2738)	(1760)	[11,35]	19,65
FRONTIN 5-rør	7,3	2,3	296	[6]	(2160)	[1296]	[11,35]	[14,7]
VITRUV 100-rør	100x1,85=185	(58,9)	296	(6,35)	(54760)	[3477]	[11,35]	392,9
FRONTIN 100-rør	65,5	20,6	296	[20]	(19388)	[38776]	[11,35]	[440]
VITRUV 100-rør	185	(58,9)	296	(20)	(54760)	109520	[11,35]	[1.243]

Fig. 3. Signalement af 5-røret og 100-røret. Tal uden parentes betegner værdier, hidrørende fra hhv. Vitruv og Frontin. Tal i parentes betegner afledte værdier. Tal i [ ] betegner moderne værdier eller værdier afledt af f.eks. arkæologisk dokumentation. Nederste række viser Vitruvs 100-rør, hvis det skulle have den arkæologisk dokumenterede godstykkelse på 2 cm.