

Katalog over samtlige fundne romerske stempelpumper af bronze.

Thorkild Schiøler

Den klassiske litteratur er for længst oversat til engelsk og endog dansk. Alligevel melder der sig stadig nye filologer, som vil forbedre oversættelserne. Det gælder også tekster med tekniske beskrivelser.

I denne artikel vil vi kun se på romerske stempelpumper. Da teknik bygger på fysiske love, bør oversætteren helst kunne lidt mellemskolefysik. Det betyder, at han kender definitionen på hydraulisk tryk og han kender måleenheden "meter vandsøjle". I oldtiden havde man ingen definition af ordet tryk, men man havde et eller andet diffust begreb som betød tryk. *Pressura* anvendes om såvel højde som trykhøjde.

Nu kan vi ikke forlange, at alle filologer skal kunne fysik, og selv med denne viden er det stadig svært at oversætte en tekst, hvor fysik også er svært for forfatteren. En halv løsning på problemet ville det være, hvis oversætteren havde mange tegninger af stempelpumper til rådighed, det kunne måske hjælpe ham med at forstå teksten.

Nu er det så heldigt, at man i de sidste tre hundrede år har fundet rester af 14 romerske bronzepumper. Efterhånden er de alle tegnet og publiceret, således at vi i dag kan få et billede af oldtidens teknik, når den var særlig kompliceret.

Det er mit indtryk, at filologerne næppe kommer frem til en bedre oversættelse ved blot endnu engang at arbejde sig gennem teksterne. Det slutter jeg af, at professor John P. Oleson har meddelt mig, at han ikke vil skrive mere om romerske pumper, uanset at han kender hele litteraturen om emnet. Hvis fremtidens forskere derimod får det samlede arkæologiske fundmateriale, vil de måske begynde at gennemse andre tekster end de, der indeholder de egentlige beskrivelser af stempelpumper. De vil kunne finde afsnit, hvor man af indholdet kan forstå, at der er tale om stempelpumper uden at

glosen "pumpe" (*sipho*, *σίφων*) optræder. Inden vi vender tilbage til dette vil vi se på anvendelsen af disse pumper.

De romerske stempelpumper har pumpet vand, olivenolie eller luft. Men ingen af de 14 arkæologiske fund afslører med sikkerhed, hvilke af disse elementer de har transporteret. I de sidste mange år har arkæologer med stor ihærdighed forsøgt at gætte sig til hvad hver pumpe har været brugt til. Selv de, der gætter på brandslukning i overensstemmelse med flere klassiske tekster, er ofte uheldige, når det viser sig at pumperne er for små til et sådant formål.

Som det fremgår af det foregående savner vi projekter, hvoraf man kan slutte sig til pumpernes anvendelse. Men et sådant projekt er nu gennemført af Philippe Fleury, professor ved universitet i Caen. Han har fundet 12 steder i den klassiske litteratur, hvor man taler om et publikum, som har det for varmt. I et teater har man for eksempel anbragt tre store pumper på scenen, hver af dem i et kar med parfumeret vand. Ved hver pumpe arbejder der to mand, som retter strålen op i luften og ud over publikum. På den måde forstøves vandet og ved den efterfølgende fordampning sænkes temperaturen et par grader.

Stadig véd vi ikke noget om, hvor man anvendte de små pumper, men det er mit håb, at det efterfølgende katalog vil kunne hjælpe med at give et svar på dette spørgsmål.

Efterhånden er litteraturen om romerske stempelpumper så omfattende, at den kræver en hel monografi: se henvisningen til den udvalgte bibliografi i slutningen af denne indledning. I så fald skal bogen deles i to afsnit. Det ene skal omhandle stempelpumper i bronze, det andet stempelpumper udført i træ.

Nærværende artikel er et supplement til min artikel i *Helvetia Archeologica* fra 1999. Det betyder, at de nyheder, der er dukket op inden for de sidste ti år, nu publiceres samlet. Nogle af de fotografier og tegninger, jeg allerede har publiceret, vil blive gentaget her, således at samtlige fund er illustreret.

I lighed med John P. Olesons store værk om vandløftnings-maskiner vil artiklen blive opbygget som et katalog, opstillet alfabetisk efter fundsted.

Slut på 40 års arbejde med bronzepumper.

September 2011

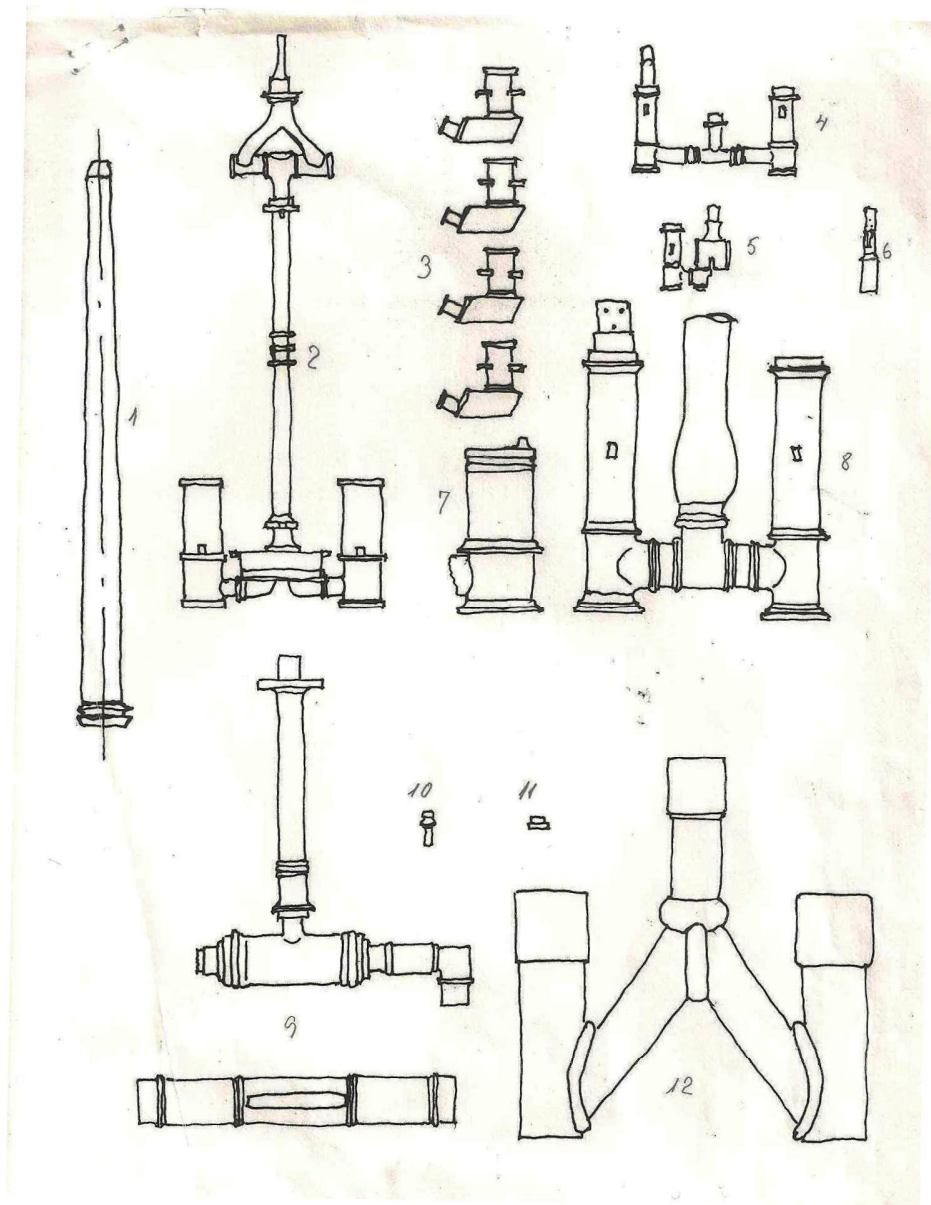


Fig. 1. Fundenes relative størrelse: eller sagt på en anden måde. Samtlige pumper eller pumpedele er gengivet i samme målestok. Pumpe nr. 2 er 1 meter høj. Opmålt og tegnet af Th. Schiøler.

Forklaring til figur 1.

Nr. på tegningen	Fundsted/ museum	Bemærkninger
1	Jülich Kirchberg, Tyskland mellem Aachen og Köln.	Fortolket som værende et strålerør til brandslukning, 4. årh. e. Kr. Det er uden tvivl rigtigt, at pumperøret har forbindelse med brandslukning.
2	Sotiel Coronada, Spanien, nær Rio Tinto. Museo Archeologico Nacional de Madrid.	Af og til udlånt, ellers udstillet.
3	Dramont Frankrig, nær Frejus, Musée de Frejus.	Udstillet
4	Bolsena I Italien Bolsena-søen, British Museum, Greek and Roman Department	Udstillet
5	Bolsena II Italien, Bolsena-søen British Museum , Greek and Roman Department	Ikke udstillet
6	Bolsena III Italien, Bolsena-søen, British Museum, Greek and Roman Department	Udstillet
7	Avenches , Schweiz, Avenches, Musée romains d'Avenches,	Ikke udstillet
8	Castrum Novum, Italien nær Civitavecchia . Vatikan-museet?	Ikke udstillet, synes bortkommet i museets depoter.
9	Antiquarium Comunale Italien, Rom, Antiquarium Comunale på Celio nær Colosseum.	Udstillet sammen med en gennemsigtig model af den restaurerede pumpe.
10	Cerveteri Italien, Lazio, provincia di Roma. Sandsynligvis i museet i Cerveteri.	Næppe udstillet.
11	Irun, Spanien, Nordspanien grænseby til Frankrig Museo Oiasso	Model udstillet. Findested: den romerske havn i Irun.
12	Sierra de Cartagena, Sydspanien nær Cartagena. Ukendt opbevaringsted, muligvis museet i Cartagena. Findes ikke i Museo minero, La Union.	Fundsted: Carrière Emilia, La Union, en zink- og blymine, der blev lukket i 1953.

Udvalgt litteratur.

John P. Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water-Lifting Devices; The History of a Technology*, Toronto 1984, p.300 –325

Google, Keywords: ERSAM, Philippe Fleury og Sophie Marianne.

<http://www.unicaen.fr/ersam/machines.php?fichier=/machineEau/pompe>, figures des differentes pompes conservées.

Omfattende bibliografi. “Tryk” på pumpens navn, så kommer tegningen frem.

John W. Humphrey, John P. Oleson, Andrew N. Sherwood, *Greek and Roman Technology: A Sourcebook – Annotated Translations of Greek and Latin Texts and Documents*, London-New York 1998.

John P. Oleson, *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World Oxford*. Handbooks in Classics and Ancient History, Oxford 2008.

Handbook of Ancient Water Technology, Leiden:Brill 1999. ed Örjan Wikander, p.278 - 285.

Thorkild Schiøler, ‘Die Mechanik und Technologie römischer Bronzepumpen.’ *Helvetica Archaeologica* No. 117, Vol. 30 (1999), p.10 – 30, med bibliografi.

Til Sotile Coronada-pumpen kan tilføjes.

P.Cabrera, *Catalogo exposition Hispania, El legado de Roma*, Zaragoza 1998.

Til Avanches pumpen kan tilføjes: Walter Drack, *Zur Geschichte des Wasserhahns*, Zürich 1997.

Til Castrum Novum bør tilføjes:

I. Cipriani, ‘Scavi a Castrum Novum nel XVIII secolo’, Se: *Rendiconti della Pontificia Accademia di Archeologia*, Roma. tome 44 (1972), p. 305 – 327

Romerske bronzepumper set med en teknikkers øjne: Katalog over bronzepumper.

I det følgende afsnit opstilles pumperne alfabetisk, så vidt muligt efter deres fundsted.

Pumpe	Antal illustrationer
Antiquarium	5
Avanches	7
British Museum, se Bolsena	-
Bolsena 1	2
Bolsena 2	2
Bolsena 3	1
Castrum Novum	3
Cerveteri, se Torre Valdaliga	-
Civitavecchia, se Castrum Novum	-
Dramont	5
Frejus, se Dramont	-
Irun	5
La Unión, se Sierra de Cartagena	-
Madrid, se Sotiel Coronada	-
Rom, se Antiquarium	-
Saint-Raphael, se Dramont	-
Sierra de Cartagena	3
Sotiel Coronada	5
Torre Valdaliga	1
Vatikanmuseet, se Castrum Novum	-
Illustrationer i alt:	39

Antiquarium 1-8.



Antiquarium 1

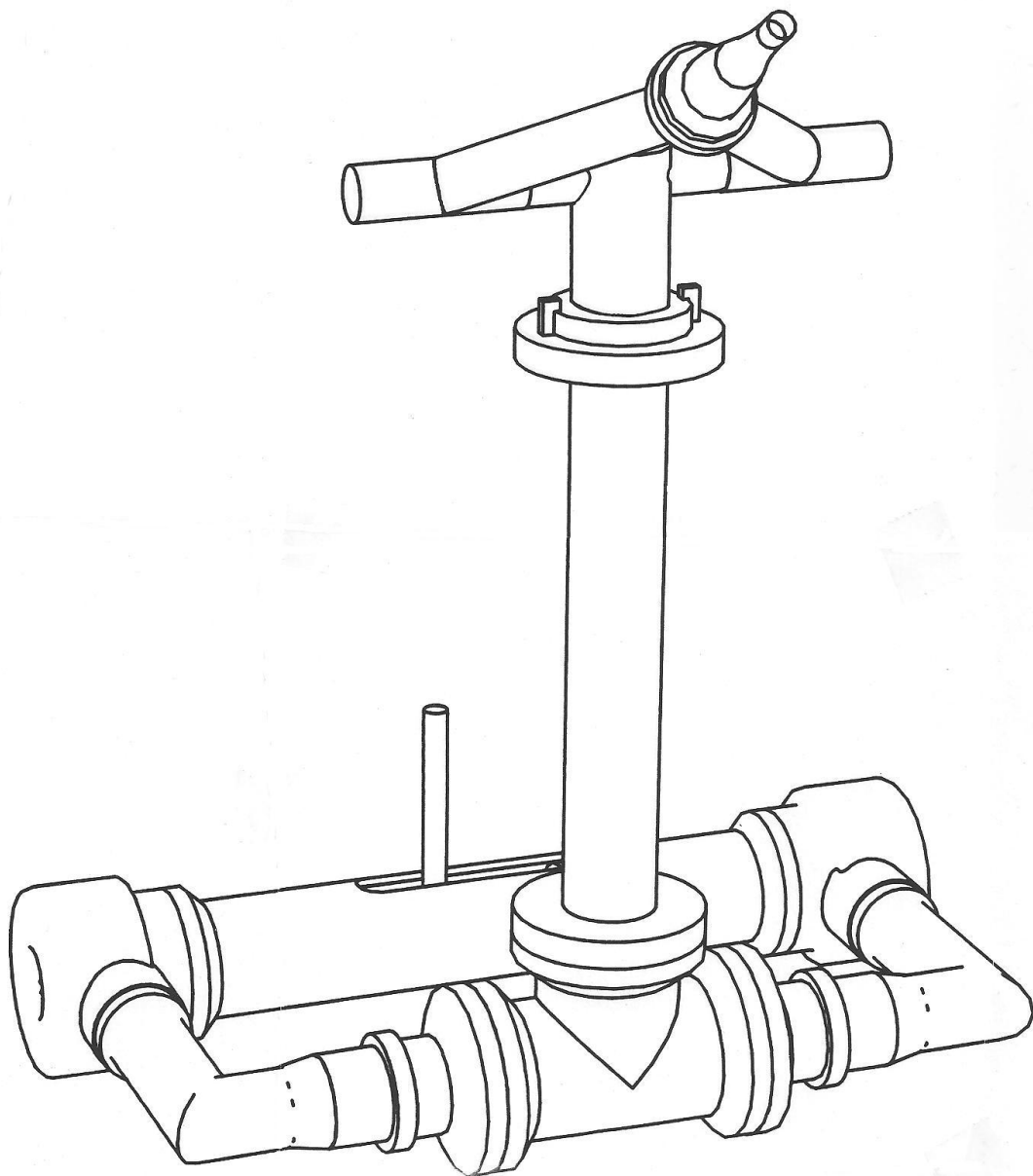
Denne pumpe var udstillet i mange år indtil museet begyndte at slå revner på grund af den nysanlagte metro. Det kommunale museum blev derfor lukket i 1950 og pakket ned. Heldigvis var pumpen omtalt – med en enkelt linie – i et museums katalog. Med dette som udgangspunkt lykkedes det os, det vil sige Karen Ascani, Det danske Institut i Rom - i løbet af tre år - at finde pumpen. Den bestod af tre dele. Efterhånden fandt jeg ud af at der manglede tre andre dele.



Antiquarium 2

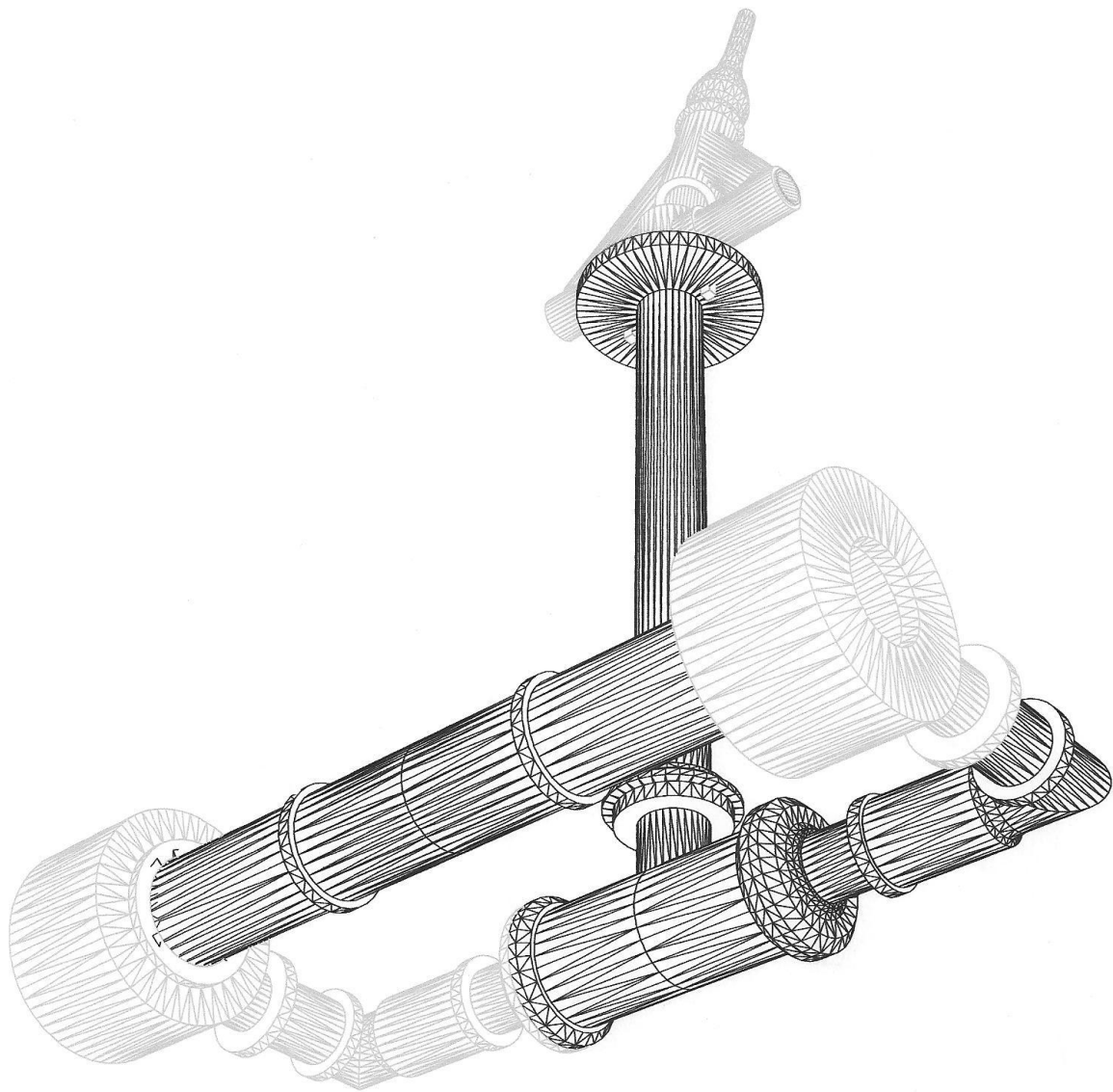
I løbet af det næste år blev pumpen rekonstrueret. Rekonstruktionen byggede på en islamisk pumpetegning se Antiquarium 7 og en pumpe-tegning fra det 1500 århundrede.

Det vandretliggende rør har en cylinder i hver ende og det rektangulære hul giver adgang til plejlstangen.



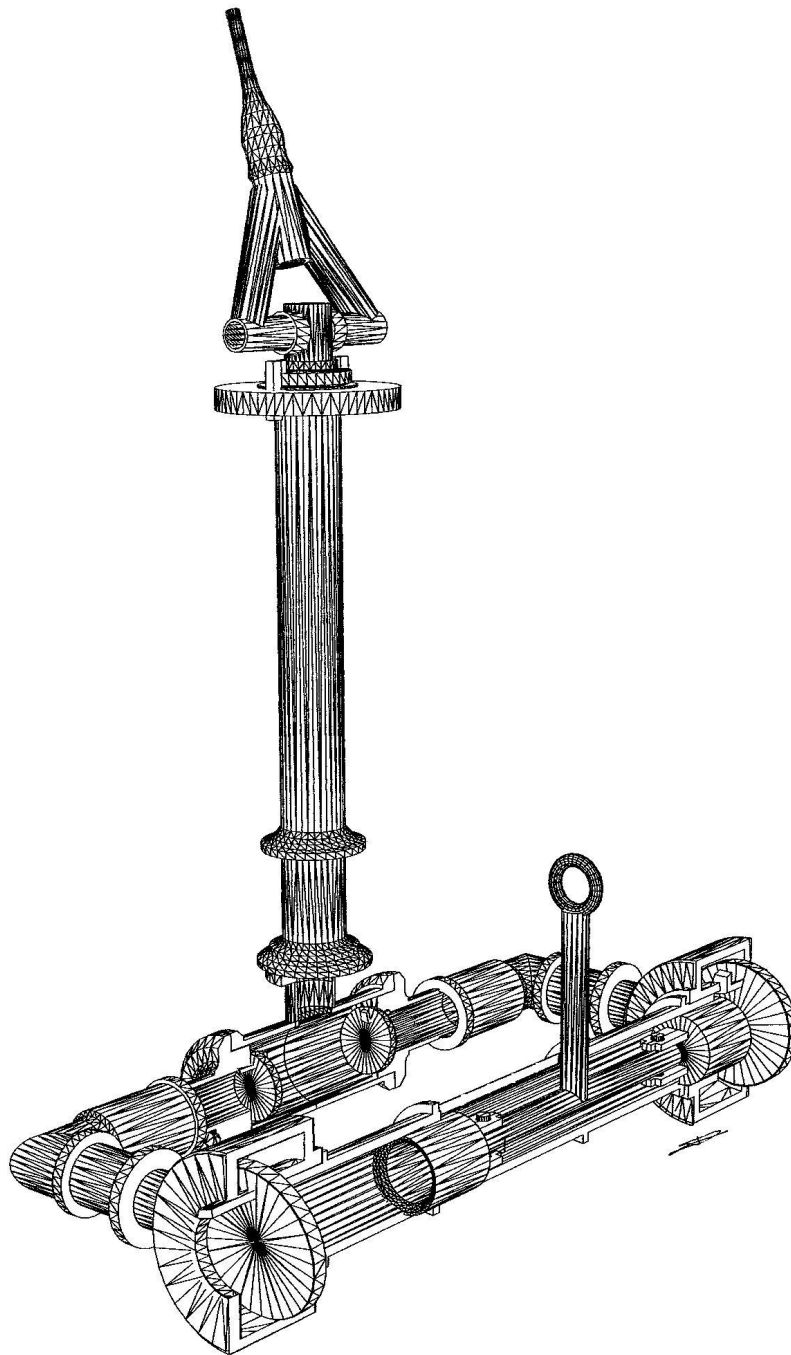
Antiquarium 3

Omkring 1975 blev det muligt for flere at købe en pc'er og et program Autocad gjorde det muligt at tegne en 3D tegning. Men uden Veluxfonden havde det ikke været muligt.



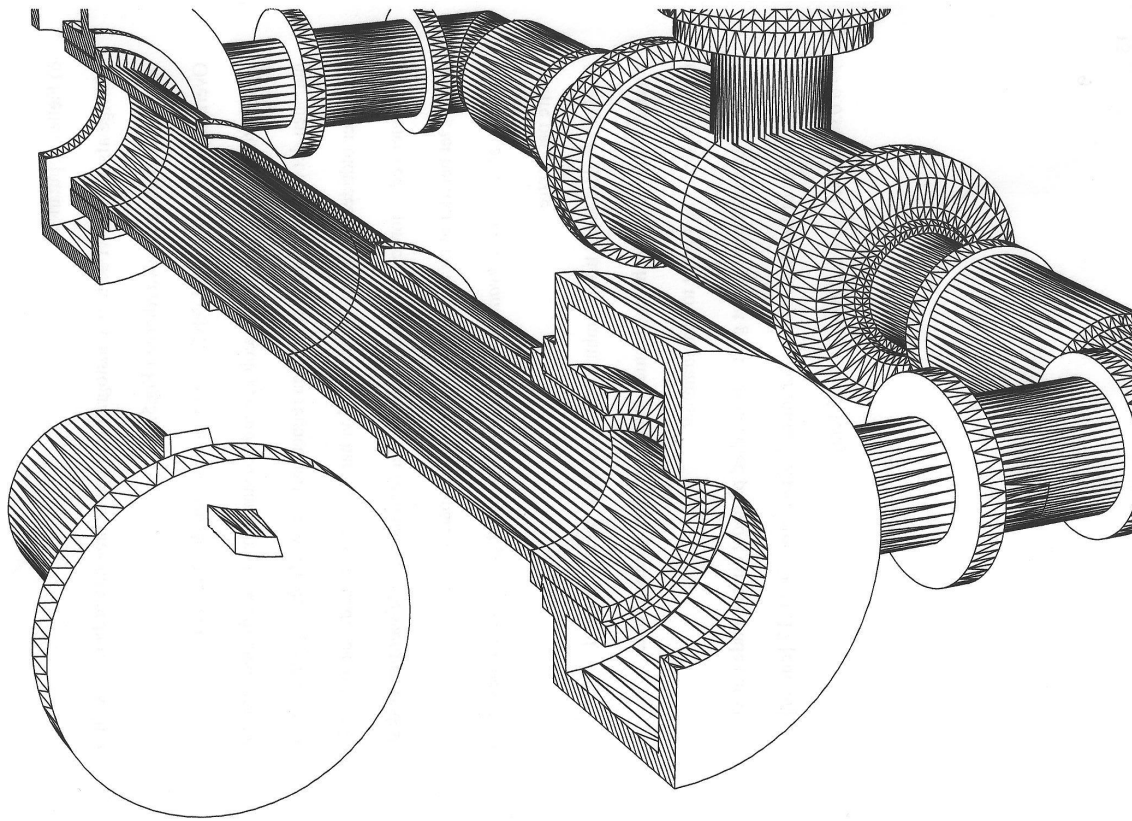
Antiquarium 4

Efter tyve år er programmerne blevet bedre. Her er de fundne dele tegnet med sort og de rekonstruerede dele med gråt.



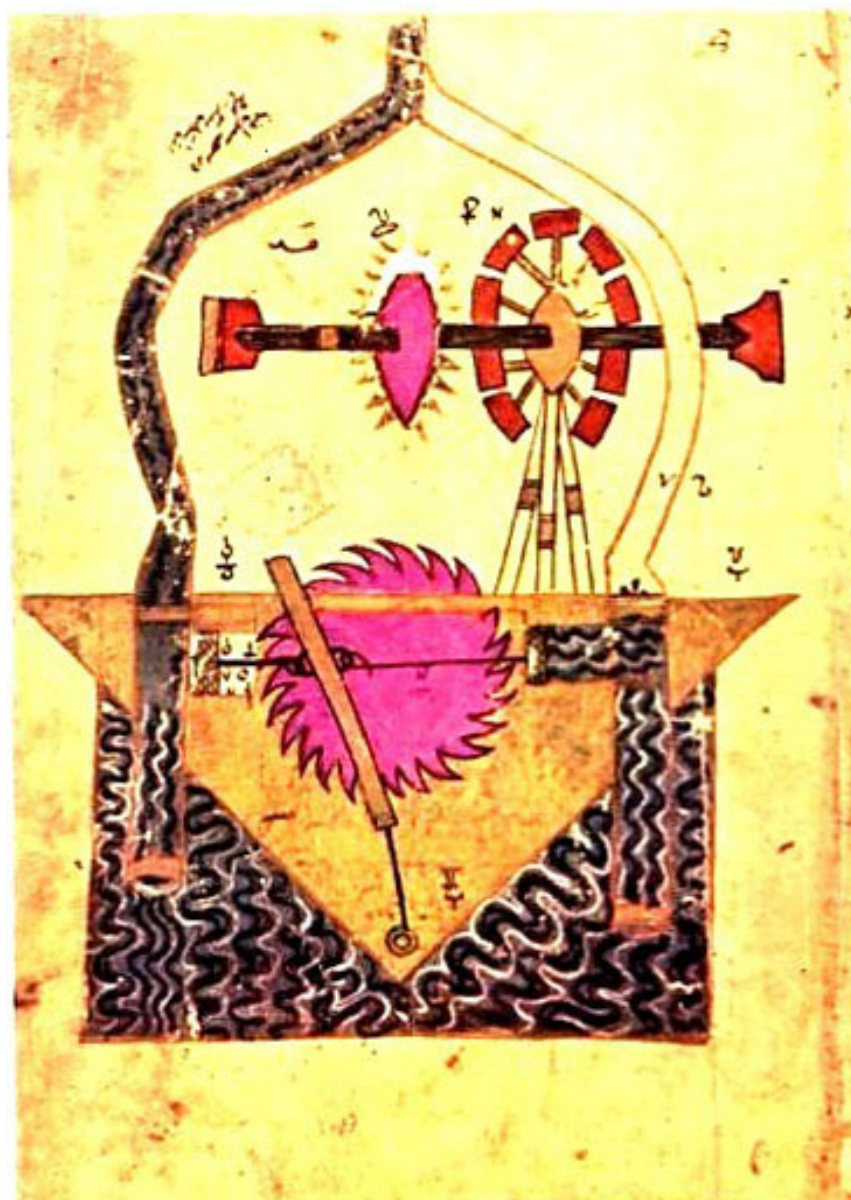
Antiquarium 5

Af denne snittegning kan man se, hvordan de fire ventilkapper og de to stempler er anbragt. De to bagerste ventilkapper hænger stadig på deres originale kroge. Tryk på 150 % for at se detaljerne.



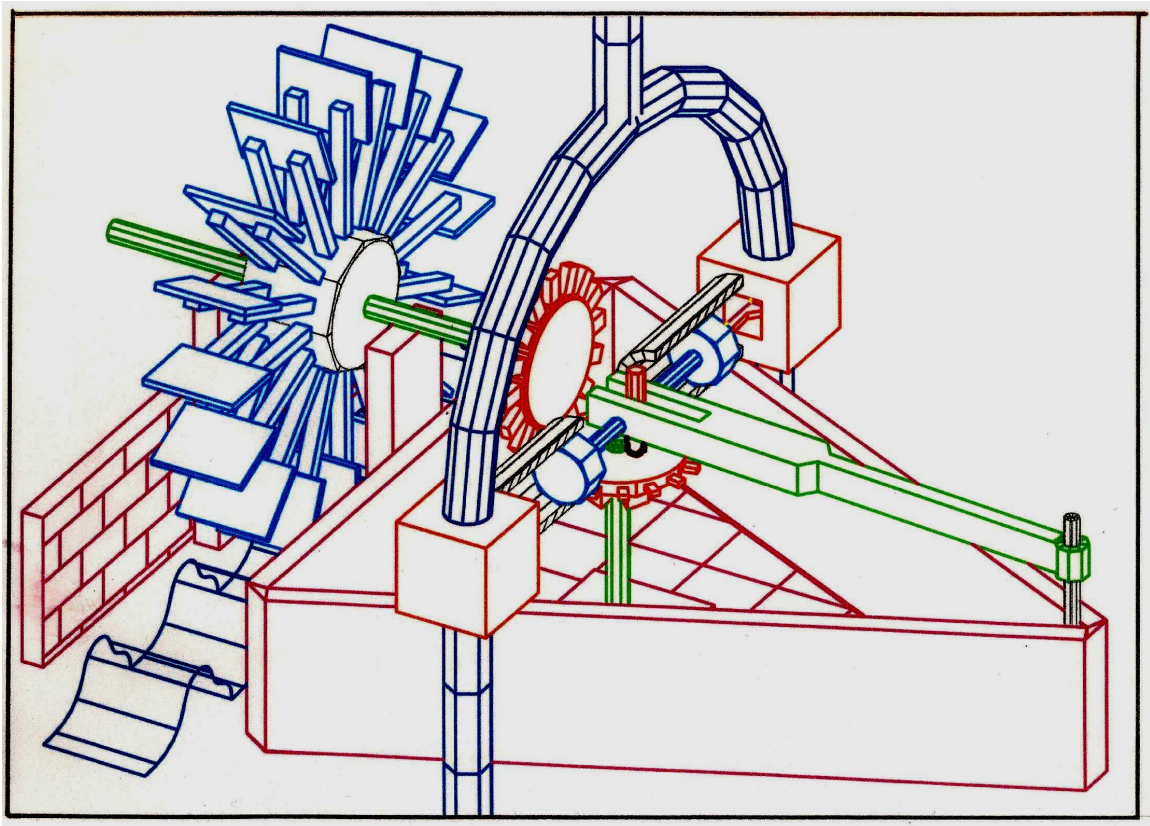
Antiquarium 6

En detaltegning af "indsugningsventilen". Det fremgår ikke af tegningen, at hele pumpen står under vand.



Antiquarium 7

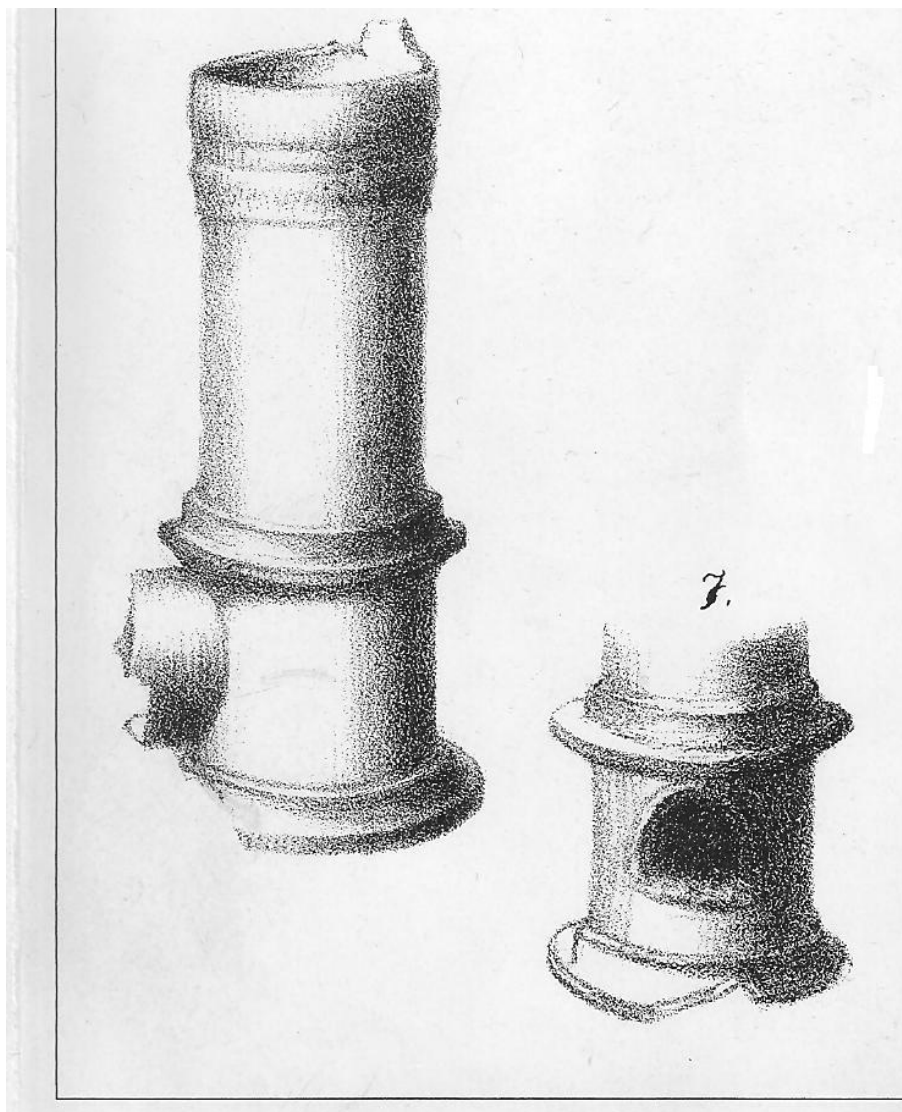
Denne berømte tegning af Gazari (år 1206) viser os en pumpe, hvor de to stempler ligger i forlængelse af hinanden. Se også *Antiquarium 2* og *Antiquarium 8*.



Antiquarium 8

Af Gazaris tegning Antiquarium 7 får man det indtryk, at “trekanten” står i det lodrette plan, men jeg har lagt den ned i det vandrette plan. Ingen har gjort indsigelser mod denne løsning. Tværtimod er denne 3D rekonstruktion kopieret og lagt ind på Internettet flere gange siden min 3D tegning blev publiceret første gang af: Donald R.Hill, *Islamic Science and Engineering*, Edingburg University Press 1993, p. 102 og 103.

Avanches 1 -7



Avanches 1

Disse to tidsskrifttegninger var i mange år det eneste materiale, vi havde om dette rør, som senere skulle vise sig at være den største cylinder i samlingen af romerske pumper. Den blev fundet i 1843 og publiceret i 1868 og først senere blev den "genkendt" som noget der hørte til en måle-dyse. I den klassiske litteratur kender man til sådanne måle-dyser calix, men i arkæologien findes der ingen omtale af en sådan calix. Senere forsvandt dysen tilsyneladende i over 100 år.



Avanches 2

Dagen efter at jeg havde publiceret mit fund fik jeg brev fra Avanches, som meddelte, at cylinderen i mellemtiden var blevet fundet i det magasin, hvor den burde være.

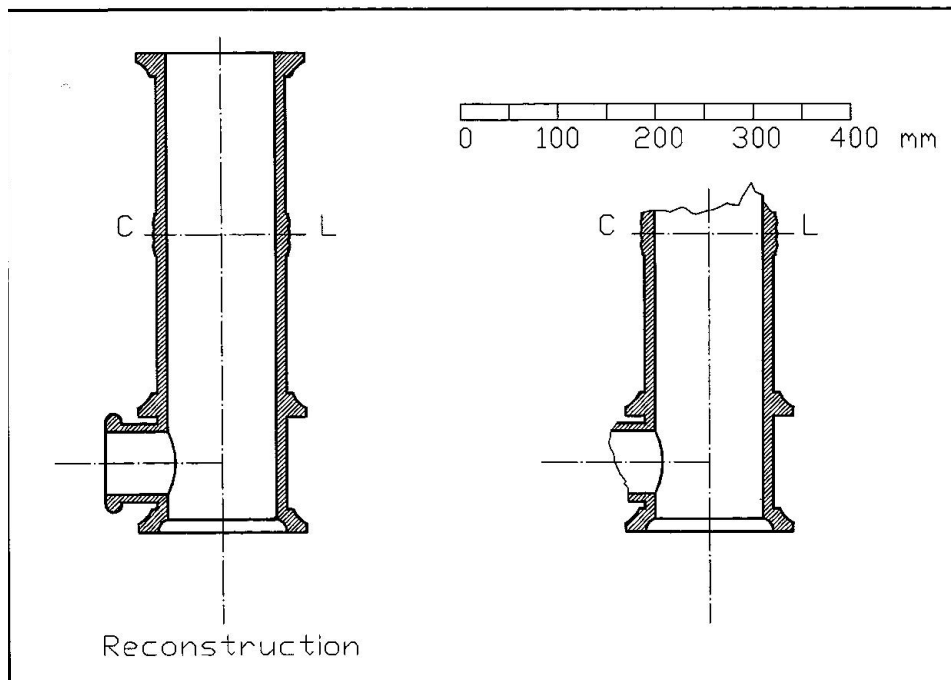
Forhistorien er følgende: I min søgen efter romerske møllesten stødte jeg på *Avanches 1* som jeg meget hurtigt fandt ud af måtte være cylinderen til en stor pumpe. På en henvendelse angående røret til Nationalmuseet i Schweiz, fik jeg intet svar. Først to år senere svarede redaktør Rudolf Degen mig og spurgte

mig om jeg ville skrive en artikel om romerske pumper. Den skulle indeholde mange tegninger og en stor bibliografi men ikke for megen tekst. Det blev til artiklen i *Helvetia Archaeologica*.



Avanches. 3

Bronze var et dyrt metal i oldtiden og blev genbrugt i stor stil. Hele cylinderen har været for stor for smeltediglen og den ovenstående rest har stadig været for stor, så derfor har den overlevet til vore dage.



Avanches. 4.

Disse to tegninger er i virkeligheden to rekonstruktioner. Den højre gengiver fundet uden forhammerens deformationer. Den venstre viser den samme cylinder, men nu er den blevet 200 mm højere. Det kommer man frem til ved at sammenligne top og bund. Toppen er hele vejen rundt en brudflade. Hvis man derefter undersøger det øverste "bånd", så ser man, at det har en symmetrilinje. Sammenholdt med de andre pumper kommer man derfor frem til, at dette er cylinderens midterbånd. Dette bånd ligger normalt midtvejs mellem øverste og næstnederste bånd. Herved fremkommer rekonstruktionen til venstre.



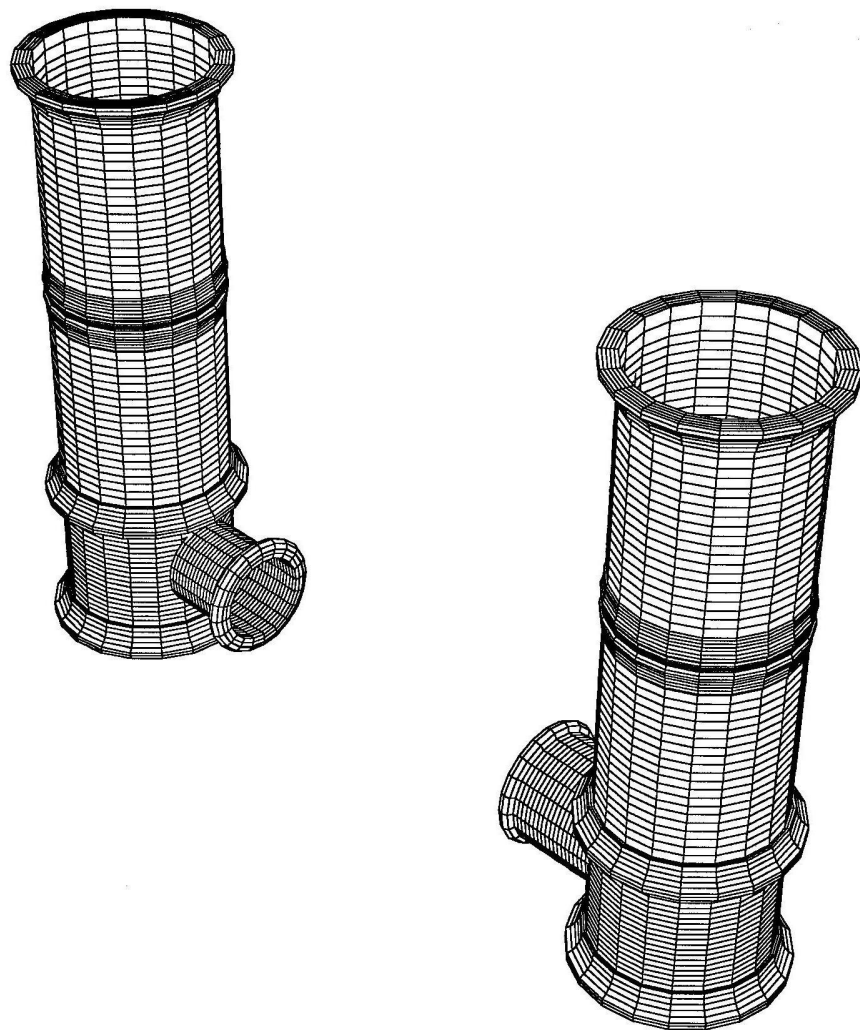
Avanches 5

Den konkave reces i bunden af cylinderen skaber en vandtæt samling mellem ventilsæde og cylinder.



Avanches 6

Etiketten på cylinderen oplyser os om, at cylinderen vejer 24 pund, heraf følger, at den rekonstruerede cylinder må veje 32 pund eller 16 kg. Hele pumpen har derfor vejlet omkring 50 kg.



Avanches 7.

Hvis vi går ud fra at der i sin tid var to cylindre, så dukker det næste spørgsmål op. Var denne cylinder en del af en pumpe bestemt for et teater eller beregnet for et orgel til et teater? Det der er rigtig i denne forbindelse vedrører fundstedet. Cylinderen blev fundet i Avanches romerske teater.

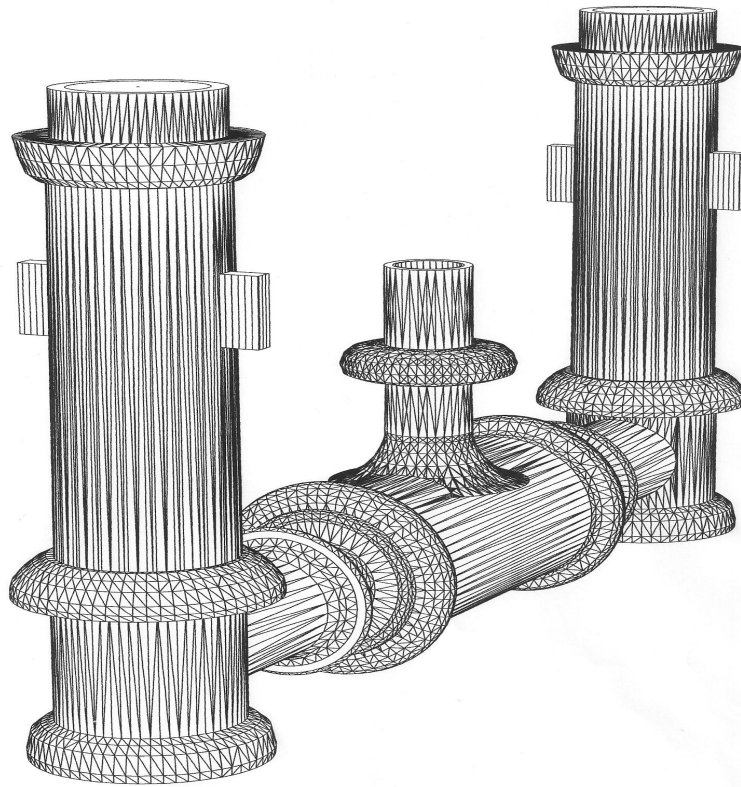
Det er værd at tilføje at ikke langt fra teateret har man fundet resterne af et græsk-romersk orgel.

Bolsena 1, 1-2



Bolsena 1, Fig. 1.

Denne næsten intakte pumpe blev fundet af franskmændene i slutningen af det 19. århundrede og straks solgt til British Museum. Her har den været udstillet i over 100 år og været genstand for megen opmærksomhed. I forhold til den forrige pumpe er den meget lille, og det medfører endnu et spørgsmål: "Hvor har den været anvendt".



Bolsena.1, Fig.2.

På denne tegning ser man, at der på hver cylinder er anbragt to tappe, hvis formål har været diskuteret i utallige år. Alle har accepteret, at tappene vedrørte pumpens fastgørelse til det kar, hvori den var neddykket.

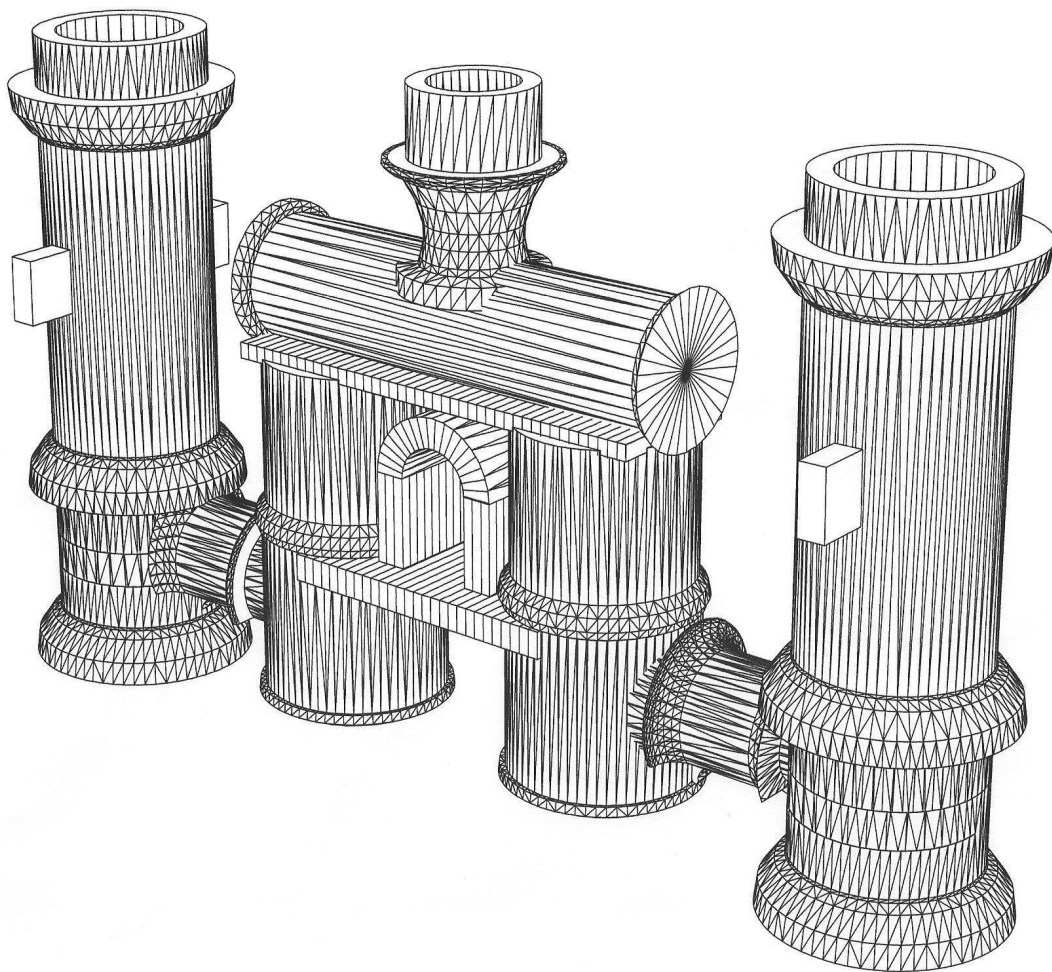


Bolsena 2, Fig.1.

En enkelt forfatter har dog bemærket, at sådanne tappe er der også på Dramont-pumpen, som havde et firkantet ventilhus. Selv uden de firkantede tappe kunne dette hus nemt fastgøres til karret.

Vitruvius antyder, at pumpen skal være neddykket for at virke. Det hænger sammen med, at ingen af pumperne har tætsluttende stempler, endsige stempelringe. Se *Bolsena 3*.

Ved en dykket pumpe forstår man en pumpe, hvor stemplet hele tiden er under vand. Det er især tydeligt på tegningen af Dramont-pumpen. De firkantede tappe er vandstandsmerker. Også den ovenfor viste pumpe har disse karakteristiske tappe.



Bolsena 2, Fig. 2.

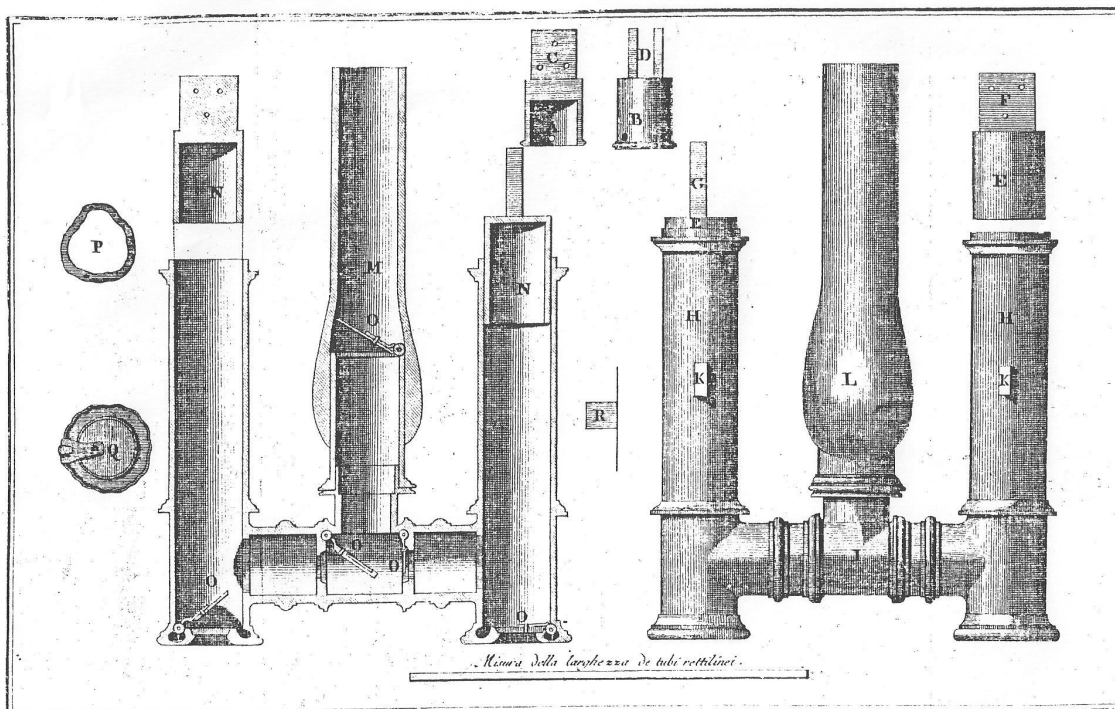
Af denne tegning fremgår det, at alle pumperne er støbt ved hjælp af lost wax-metoden. I første omgang bygges pumpen op af simple geometriske voksfigurer. De fleste af figurerne er formet på en primitiv drejebænk. De skarpe kanter glattes derefter ud med fingrene. Tegningen gengiver det stade, hvor pumpens kantede former endnu ikke er glattet ud.



Bolsena No. 3

I British Museums katalog er der kun registreret to pumper, men det overskydende stempel hører ikke til *Bolsena 2*. Derfor arbejder vi nu med tre pumper, hvor det overskydende stempel kaldes *Bolsena 3*. På den måde er der i året 2011 bevaret rester af i alt 14 romerske bronze-pumper.

Castrum Novum 1 - 3



Castrum Novum 1

Allerede i 1795 blev denne pumpe publiceret – som den første af de 14 pumper vi kender. Den var tilsyneladende komplet, men nu ukomplet den er desværre forsvundet. Denne tegning – som er den originale - er med stor omhu gentegnet utallige gange.

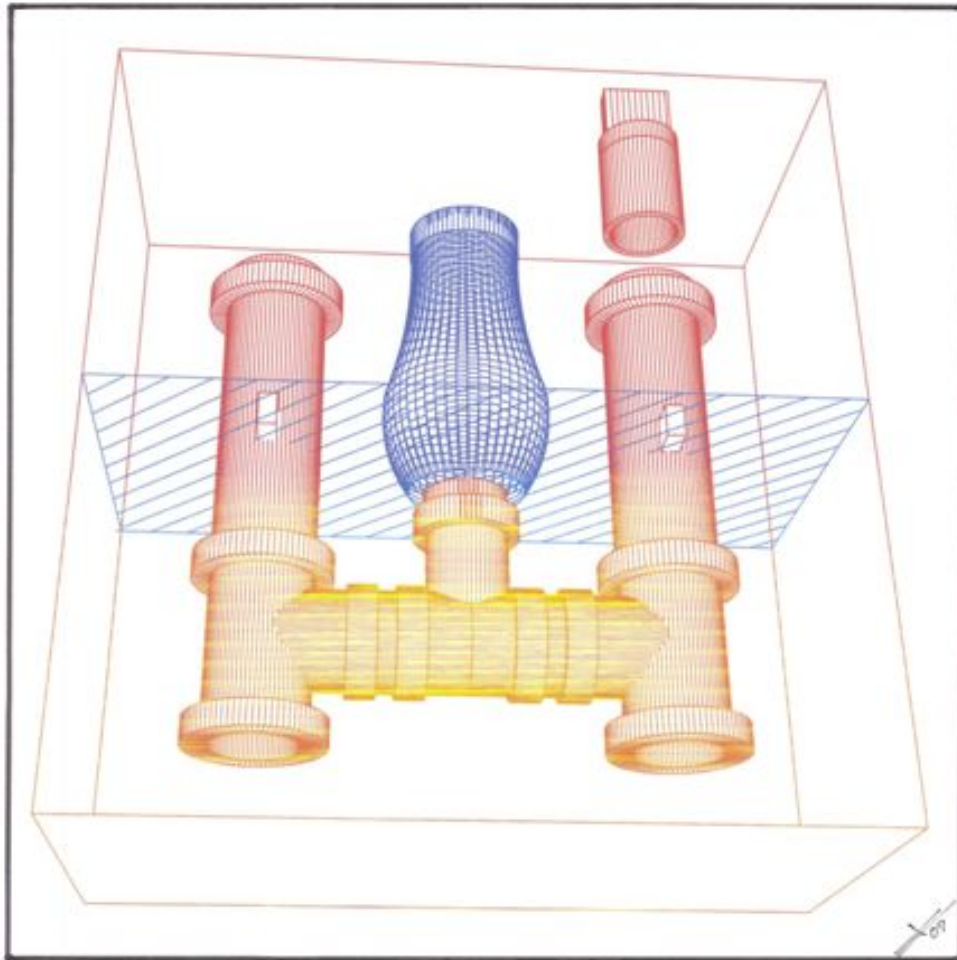
Tegningen er udført efter de regler der gælder for arkitekter. Derfor ser det ud som om pumpen er støbt ud i et stykke. Den består i virkeligheden af mange enkeltstykker.

Manuskriptet til artiklen findes endnu, men eventuelle udkast til kobberstikket mangler. Under stikordet *antica tromba idraulica* finder man artiklen på Google.

Det altoverskyggende problem vedrører denne pumpes forsvinden. Den burde være at finde i et af de to magasiner der findes i Vatikanet som rummer alt fremstillet i bronze. Her er den ikke.

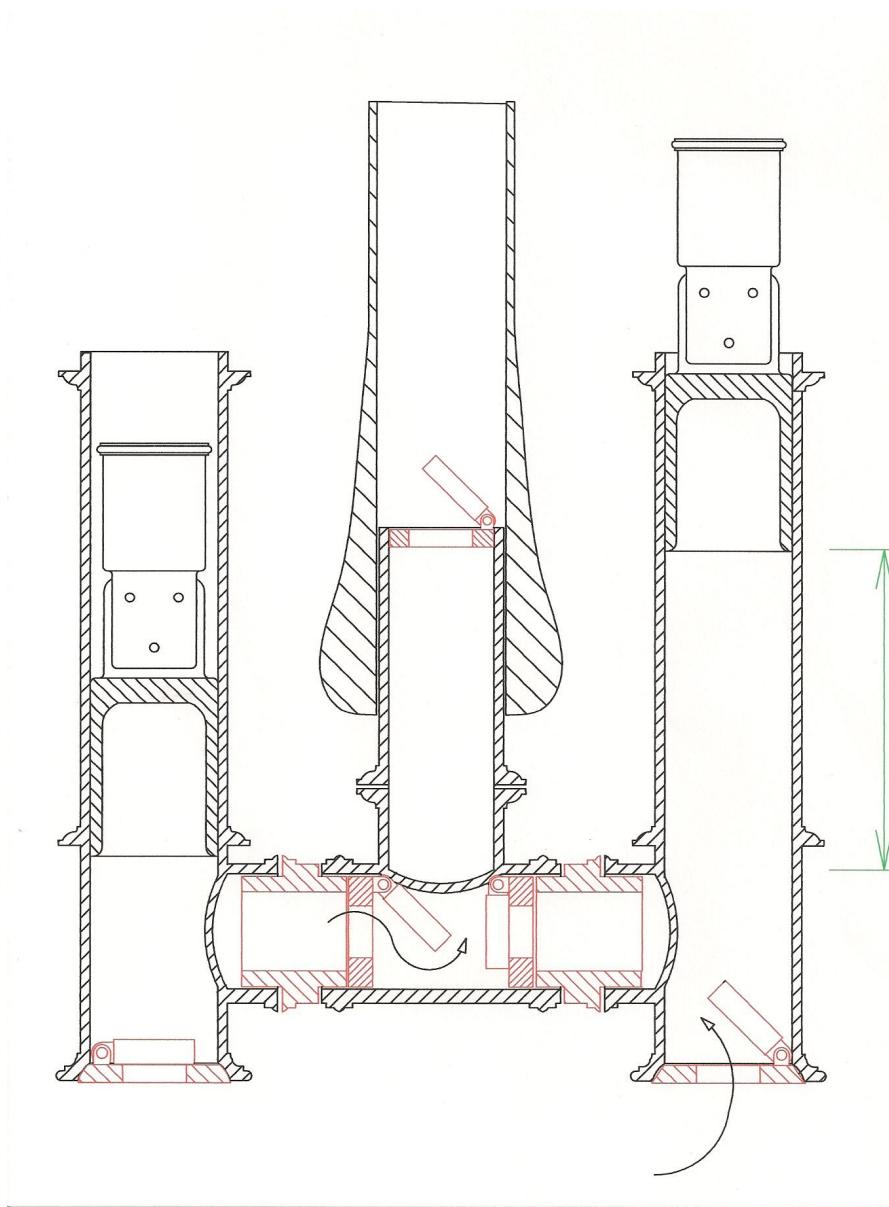
Også John P. Oleson har søgt efter den og har i den anledning fundet en artikel hvor den burde være nævnt. Artiklen handler om den udgravning hvor pumpen blev fundet. Artiklen er af italieneren Isabella Cipriani. Se den fulde reference i litteraturlisten. Oleson kommer frem til at pumpen ikke er omtalt. Han har ledt efter den italienske

glose for pumpe men her er den omtalt med en sjælden brugt glose som Visconti bruger: *tromba*. Her i artiklen står det tydeligt at forfatteren ikke har set *la tromba*. Derimod omtaler forfatteren en notits hvoraf det fremgår at til Vatikanet er der fra udgravningerne ankommet en del sager af kobber, se Ciprianni p.327, note 50. Disse sager er måske den pumpe vi søger.



Castrum Novum 2.

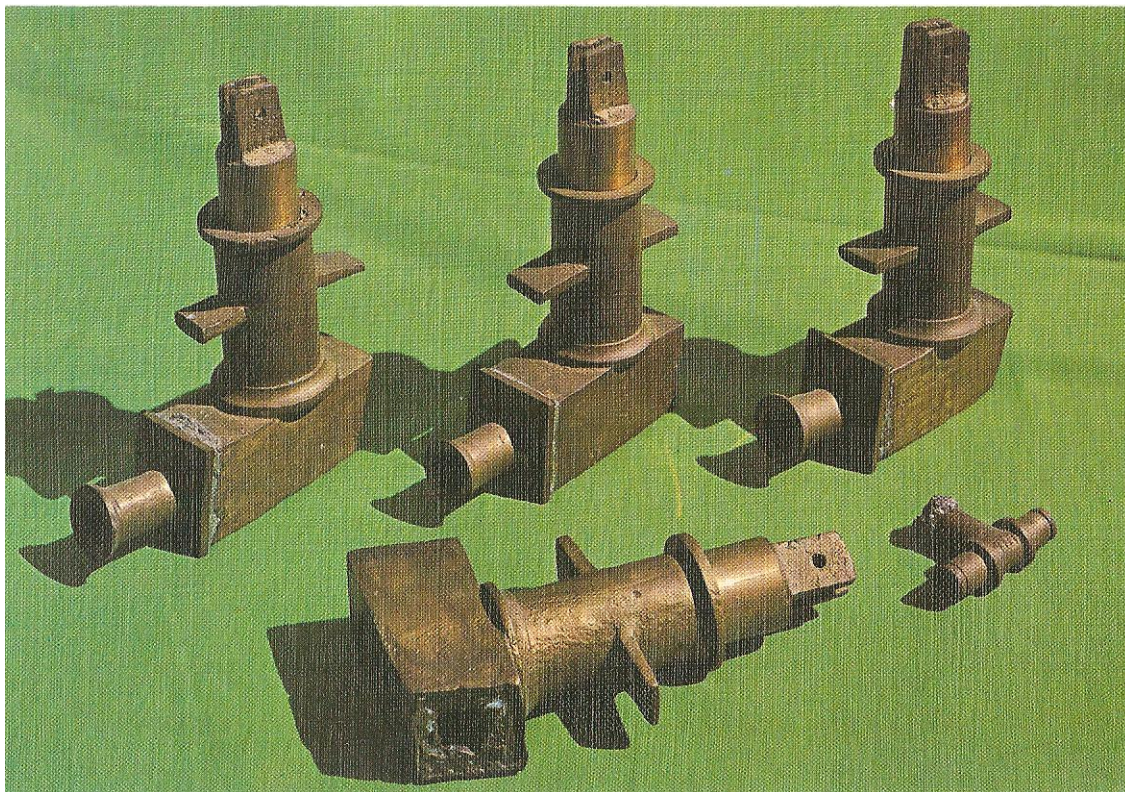
Af denne tegning fremgår det, at næsten alle delene er cirkulære, det vil sige at alt voksarbejdet er gjort på en primitiv drejebænk. Stigrøret i midten er af bly.



Castrum Novum 3

Denne tegning er en tro kopi af originaltegningen, men jeg har brugt de tegneregler, der gælder for maskiningeniører. Derfor kan denne version af pumpen skilles ad, det kan man ikke gøre med den originale version.

Dramont 1- 5

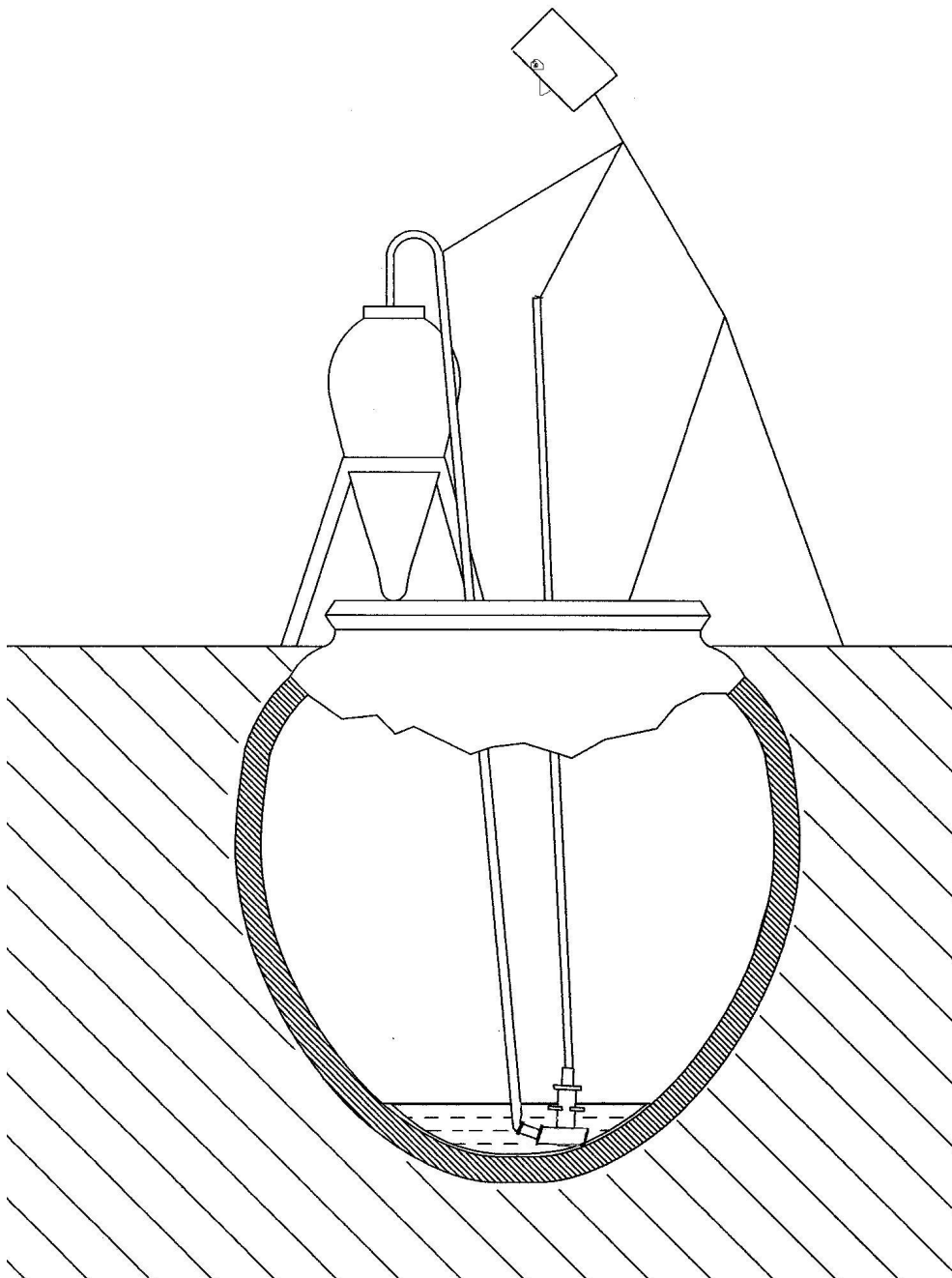


Dramont 1

Disse fire pumper blev fundet i et romersk skibsvrag. Derfor mener flere af forfatterne, at pumperne har været samlet til en enhed og tjent som skibets læsepumpe.

Vi ved en del om romerske læsepumper, men ingen af disse er stempelpumper.

Dramontpumperne har hørt til skibets last.

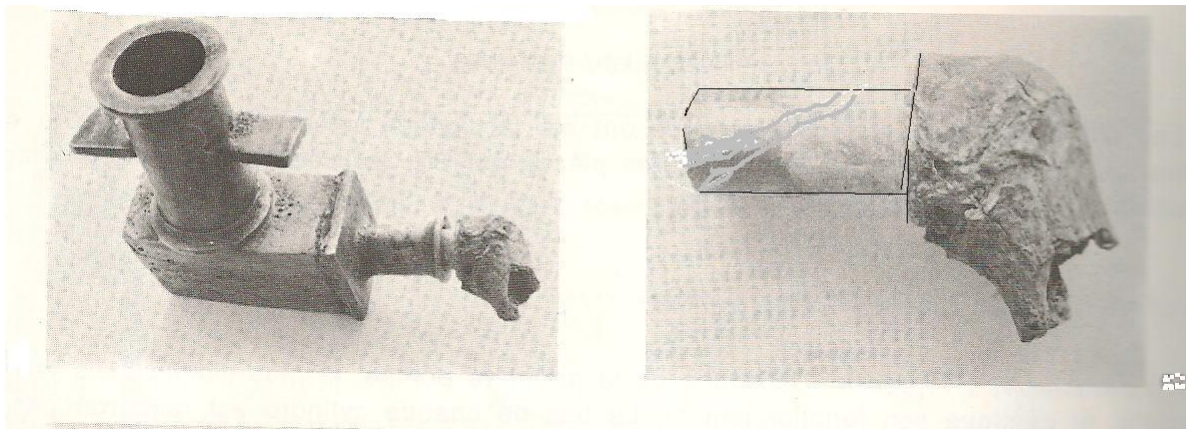


Dramont 2

Denne principskitse viser et andet forslag til Dramont-pumpernes anvendelse.

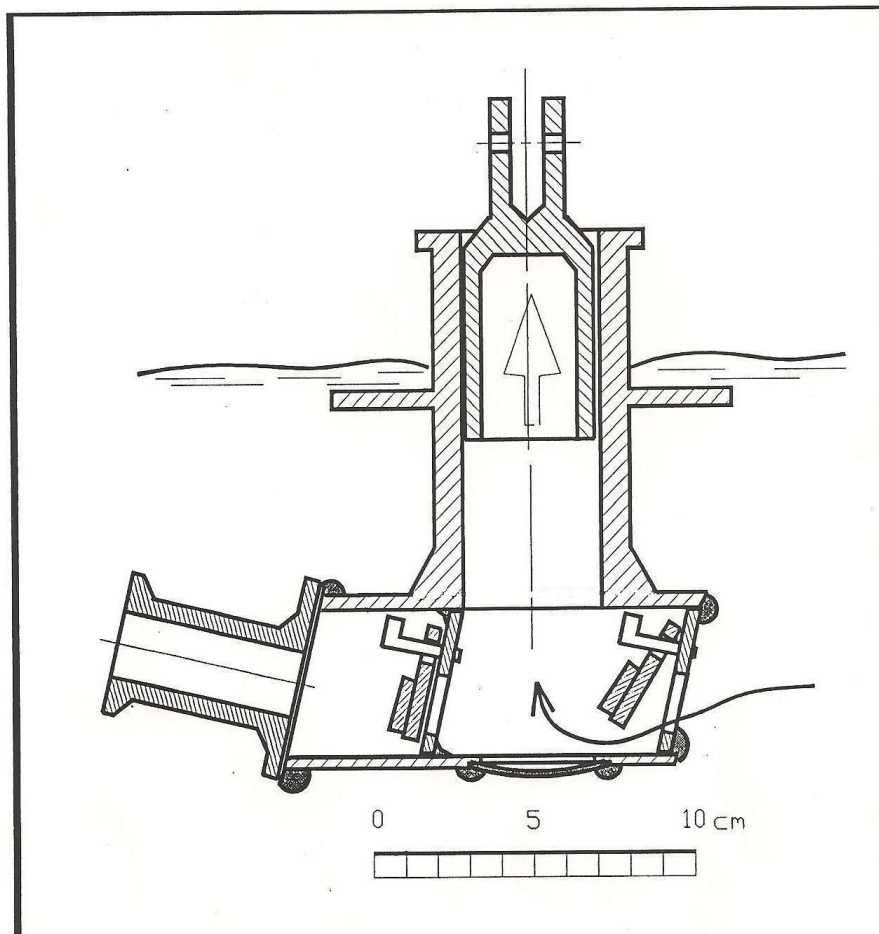
De mange olivenoliemøller der lå spredt ud over Romerriget havde næsten alle en mængde pithoi/dolia gravet ned i jorden. Det er nemt nok at få olivenolien hældt ned i krukkerne, men transporten den modsatte vej er ikke uden problemer. Man kan godt øse olien op, men meget går til spilde.

Det er nærliggende at gætte på at olien blev pumpet op. Til dette formål vil pumperne fra Dramont være ideelle. Samtidig er det så heldigt, at man sammen med pumperne fandt et langt rør hvis rørstuds passer til pumpen. Ved at trykke på 150% kan man se pumpens detaljer.



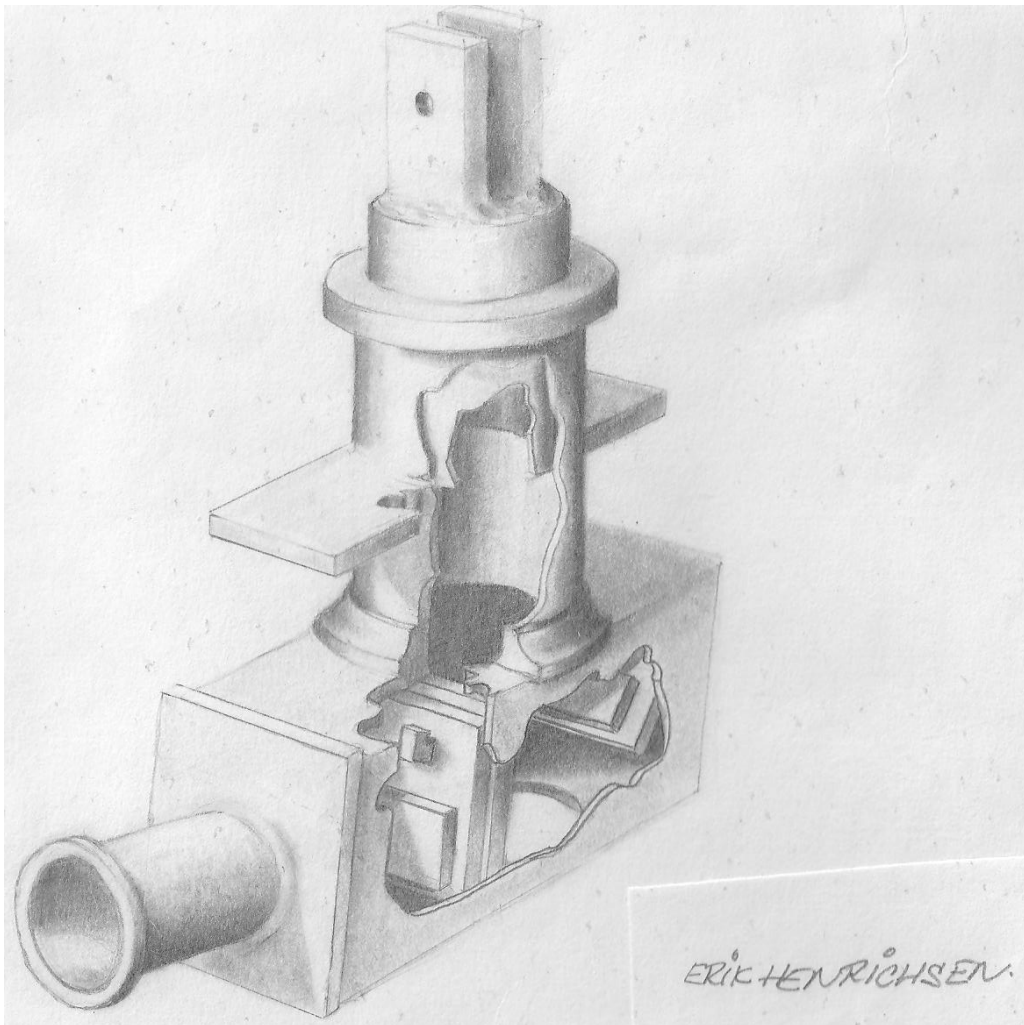
Dramont 3.

Rørstudsens er her gengivet på to forskellige fotografier. Studsen er skæv, således at pumperøret kommer til at stå lodret. Rørstudsens passer til pumpen.



Dramont 4

Snittegningen viser pumpens konstruktion. Ventilkonstruktionen er gennemtænkt, for det første har man forsynet ventilklopperne med lodder. For det andet har man anbragt ventilklopperne og ventilsæderne på skrå, derved lukker ventilen bedre end hvis ventilkloppen stod lodret.



Dramont 5

På denne perfekte perspektivtegning – uden brug af 3D - kan man se, at der i bunden af pumpen er et stort rundt hul. Det vedrører muligvis fremstillingen af pumpen. Pumpe-modellen består i første omgang af to dele udført i voks, det vil sige en cylinder og et ventilhus. Voksdelene smeltes sammen således at de to dele bliver til en helhed. Derefter fremstiller vi en form i sand. Formen fyldes med bronze og pumpen er stor set færdig. Kun mangler vi at anbringe de to ventilsæder med klapper inde i ventilhuset.

Det er sikkert muligt at anbringe de to ventilsæder med tilhørende klapper inde i ventilhuset, men selve loddearbejdet kræver brug af en loddekolbe. Jeg tror, at det store hul er beregnet for loddekolben og derefter er dækslet loddet fast.

Irun 1 - 5



Irun 1

Den første publikation om denne sædeventil går tilbage til 1999, hvor den blev nævnt på Internettet. Her står blot, at man har fundet en sædeventil, som leder tanken hen på Sotiel Coronada-pumpen i Madrid. På grund af fundomstændighederne kan den dateres til perioden 80 – 150 e.Kr.

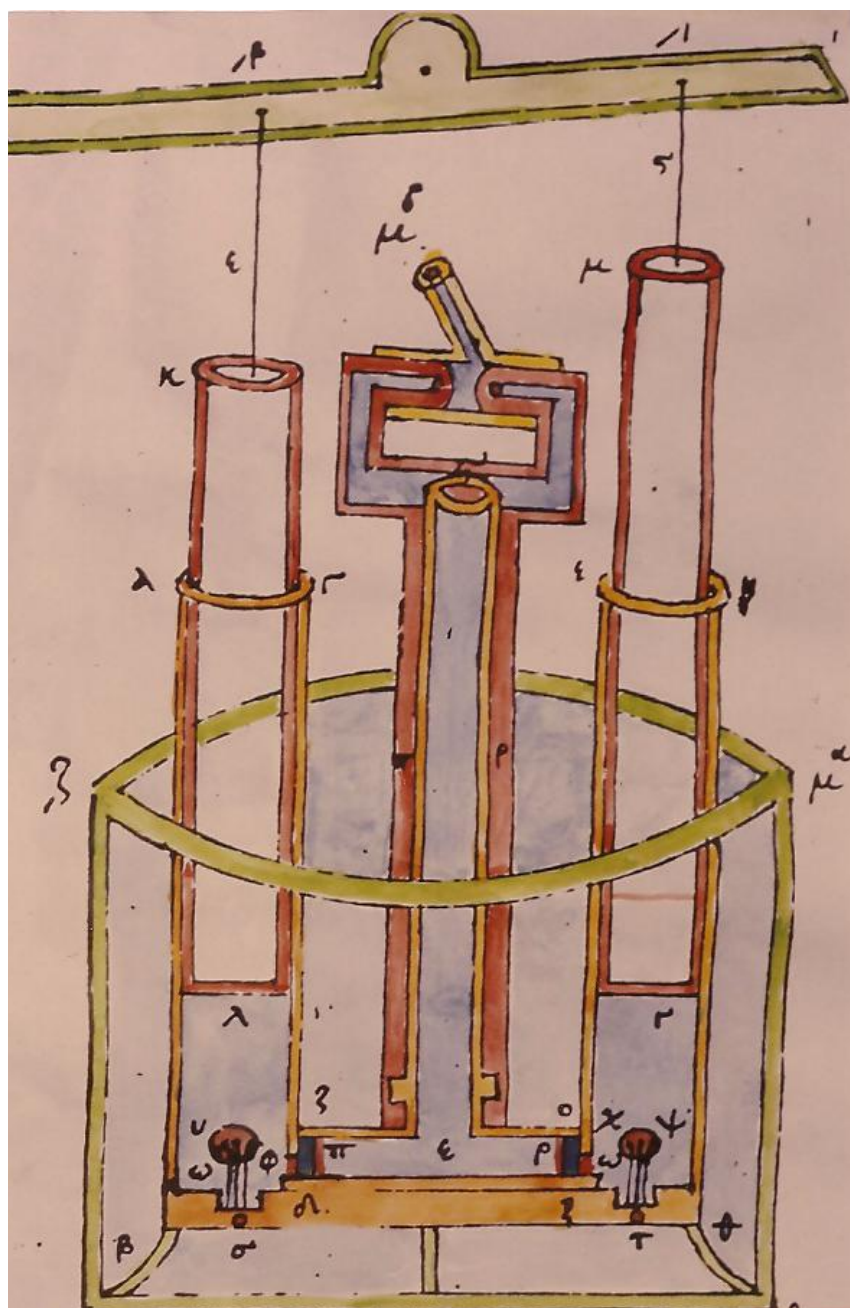
Fra museet modtog jeg ved min henvendelse et lille fotografi og en enkelt skitse af fundet. I dag har jeg kun to brugbare fotografier af den øverste del af ventilen. Her ser vi at ventilens vægt er forøget med et indstøbt blylod.



Irun 2.

Bagsiden af ventilen. Langt mere kompliceret er ventilkonstruktionen i bunden. Her er der fire kramper som tilsyneladende har at gøre med ventilstyringen. Styringen skal være af en sådan art, at ventilen ikke falder af, hvis man vender pumpen på hovedet.

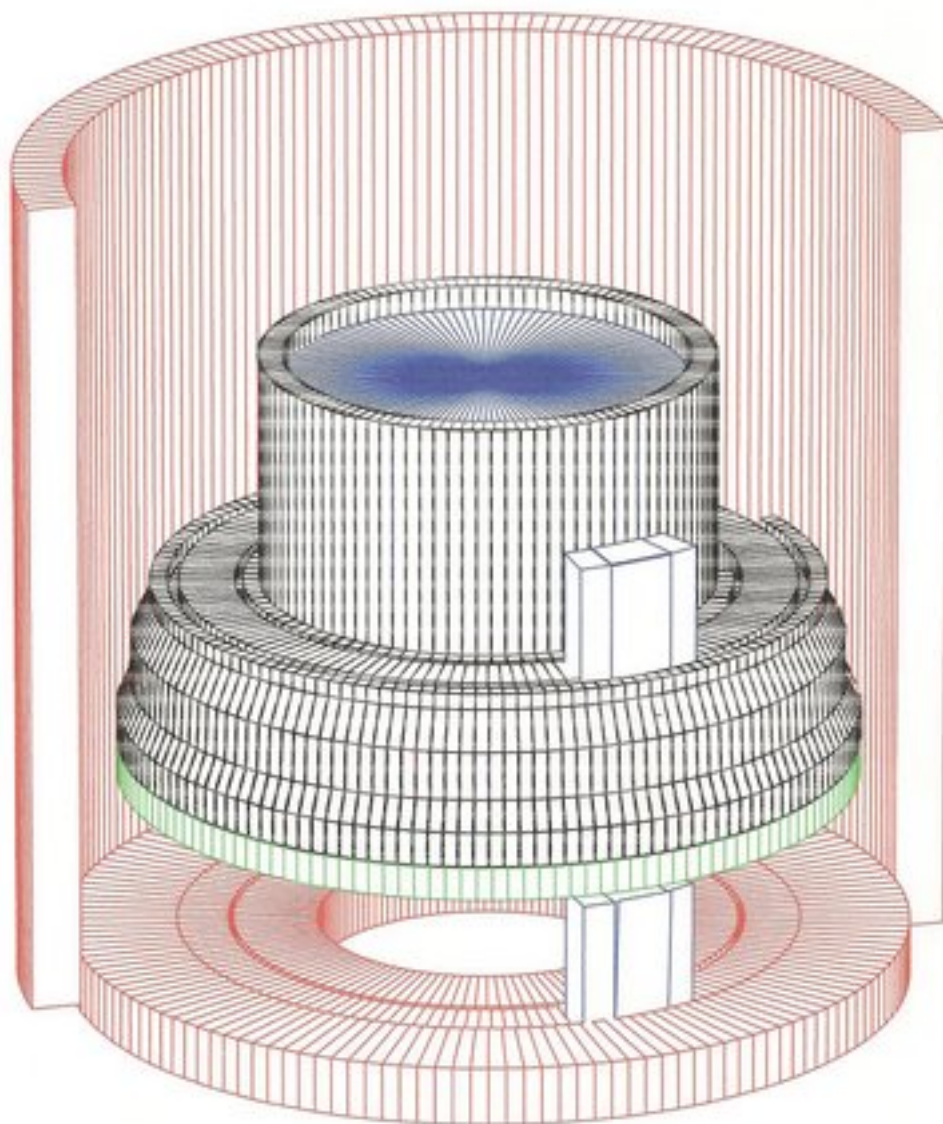
Verbalt er det ikke let at beskrive, hvorledes styremekanismen er bygget op, men de følgende tegninger skulle gøre det muligt at forstå virkemåden.



Irun 3.

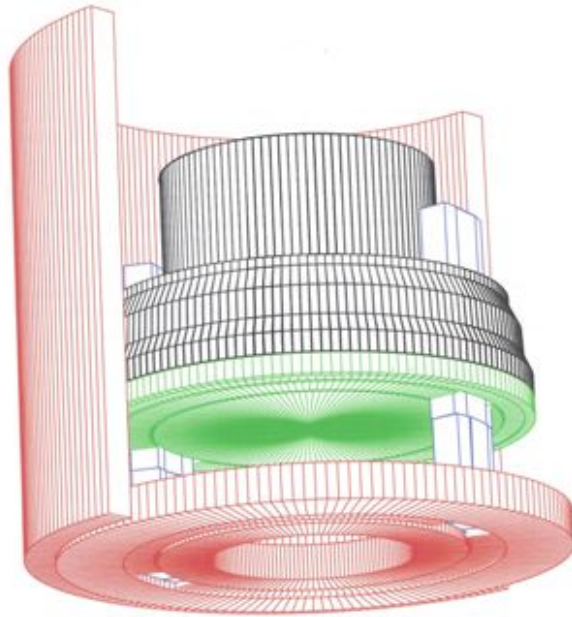
På denne manuskripttegning kan vi skimte tilstedeværelsen af fire ventiler, hvoraf de to nederste er sædeventiler, *sigma* og *thau*. Manuskripttegning til Herons manuskript om stempelpumpen.

Det Kongelige Bibliotek, Thott 215, fol.14 r.



Irun 4.

Dette er den rekonstruerede ventil. De røde og de grønne streger vedrører rekonstruktionen. Yderst har vi pumpecylinderen og i bunden ventilsædet. De to styr er gjort fast til ventilsædet. Se også næste figur. Selve ventilhuset er tegnet i sort. Det har foroven en 15 mm fordybning, som er fyldt op med bly.



Irun 5.

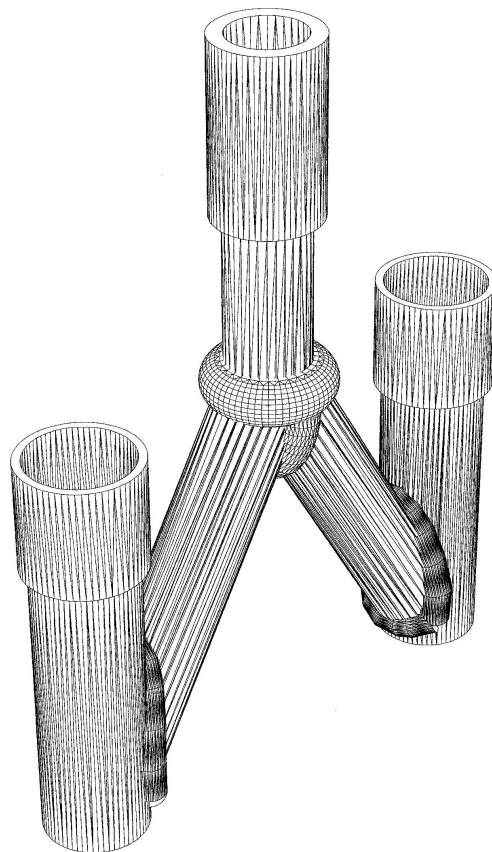
Ventilens indmad har jeg ikke kunnet rekonstruere, men det drejer sig om en eller anden form for en låsemekanisme med nøgle. Den skal forhindre at ventilen falder af under transporten eller at pilfingre fjerner ventilen. Museet har selv rekonstrueret denne indmad. Direktør Mertexe Urteaga har meddelt mig at ventilen vil blive publiceret i museets næste nummer af deres tidsskrift (november – december 2011 ?).

Sierra de Cartagena 1- 3



Sierra de Cartagena 1

Oprindelig var pumpen ikke brækket over i to dele, men ved dette senere uheld kom en af ventilkuglerne til syne. Det er mig ikke ganske klart, hvorfor hver af cylindrene afsluttes med en bred ring i toppen. Det er måske en erstatning for de to firkantede tappe, der normalt angiver hvor høj vandstanden skal være inde i cylinderen. Eller måske er det blot en forstærkning af cylinderen.

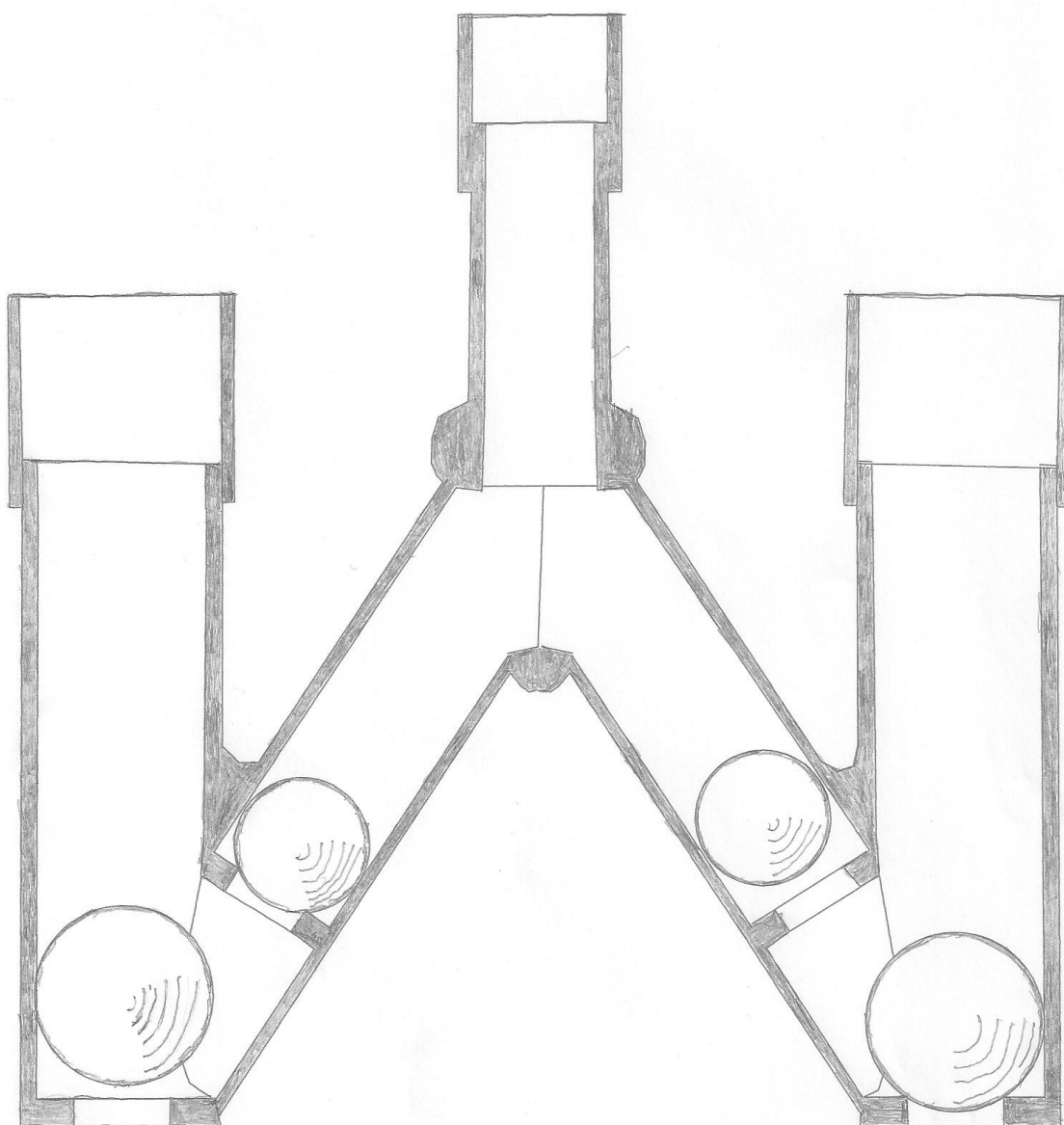


Sierra de Cartagena 2

I hele sin opbygning virker denne pumpe uhyre simpel, uden tekniske problemer. Det er imidlertid ikke tilfældet.

Umiddelbart ser det ud til at pumpens otte rør er loddet sammen. Især samler opmærksomheden sig om de tre store vulster i sammenføjningerne.

Det vil være forkert at kalde dem loddesejme for loddesejme er konkave og små. Hvis cylindrene skulle loddet sammen med de skrå rør så skulle samlingerne mellem disse dele være meget tætsluttende. Det er en meget svær opgave at tilpasse et skrå tykvægget rør med en tilsvarende cylinder. I teorien kan det løses, men i praksis prøver fagmanden at bruge metoden "på øjemål". Denne metode giver et resultat som kræver store efterbearbejdnings. Efter mit bedste skøn er de store vulster fremstillet i voks og derefter lagt uden på rørsamlingerne. Sagt på en anden måde: De skrå samlinger er ikke loddet sammen men støbt sammen.

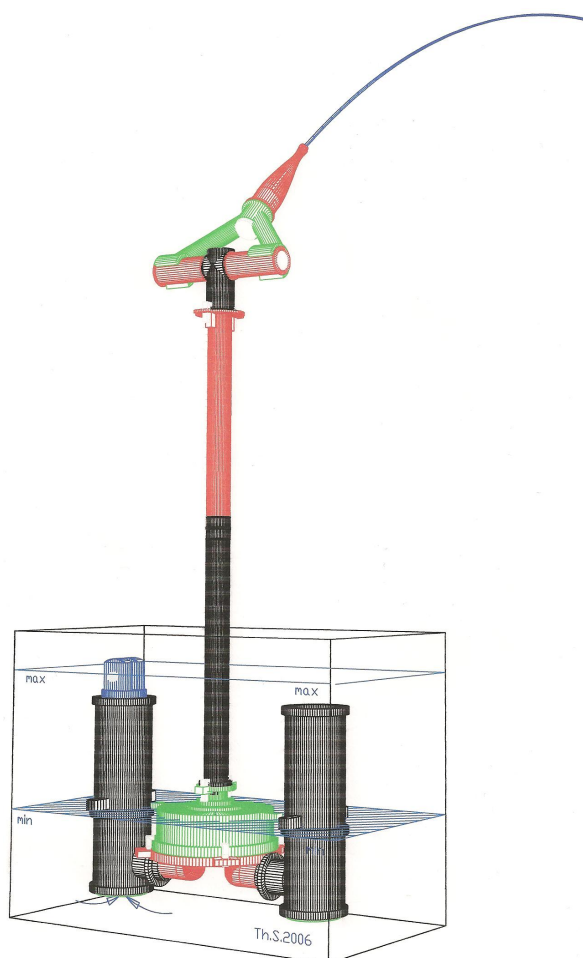


Sierra de Cartagena 3

Tegningen handler især om de fire ventilkugler. Af de ret få pumper vi kender er denne den eneste, der anvender kugleventiler. I lighed med selve pumpen er kuglerne fremstillet i hårdt bly. Kuglen er massiv, hvilket er en medvirkende årsag til at ventilen lukker hurtigt. Ventil sæderne må være støbt ud i eet med cylinderen.

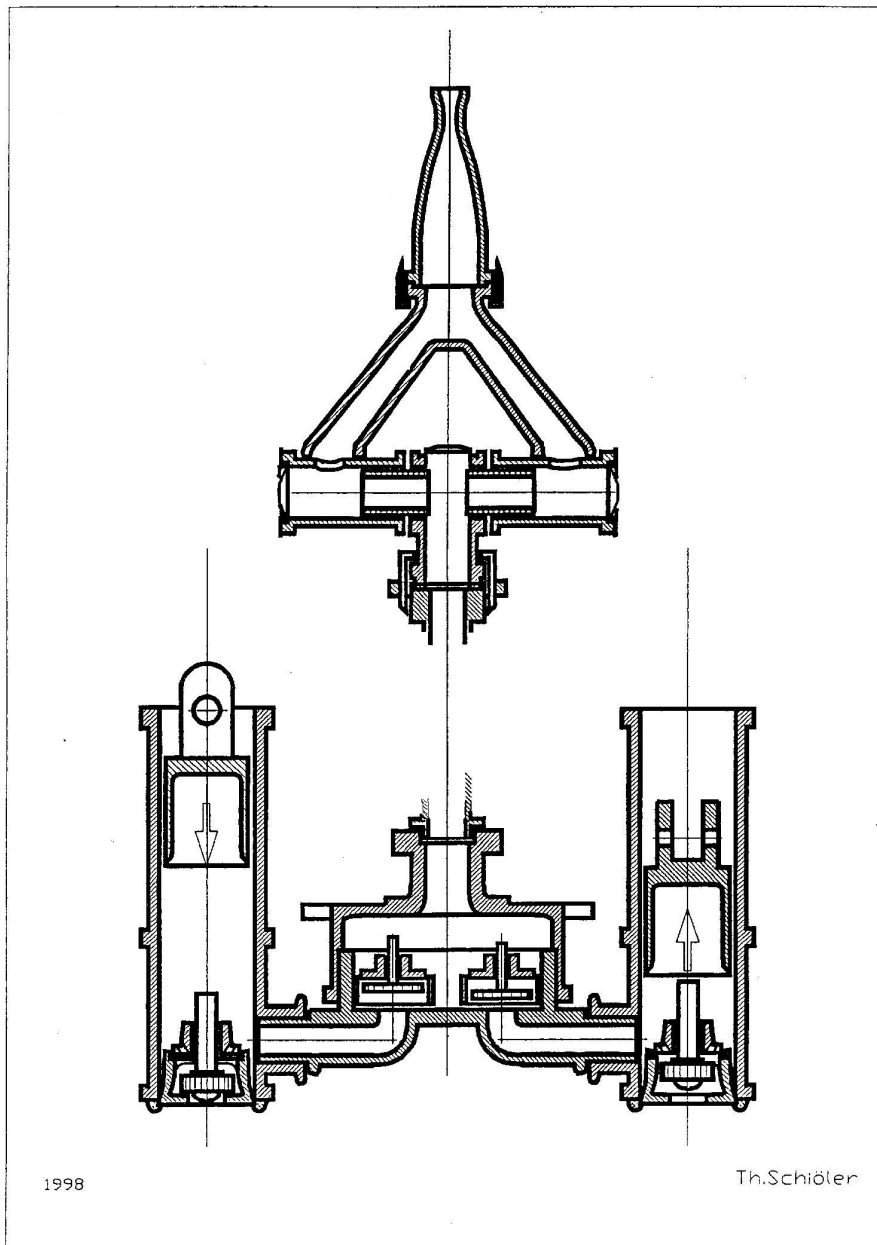
Den ovenstående tegning er en gengivelse af en pumpekonstruktion, hvor delene er støbt ud i ét.

Sotiel Coronada 1 – 5



Sotiel Coronada 1

Blandt de romerske bronzepumper er denne den eleganteste. Den er fundet i en spansk mine, hvorfra man må slutte, at den også har været brugt dér. Flere er af den opfattelse, at man først opvarmede minens vægge ved hjælp af store bål og derefter sprøjtede vand på den varme væg, hvorefter det var nemt at slå kobbermalmen løs fra væggen. Andre har en anden opfattelse. Når temperaturen nærmede sig de fyrretyve grader, måtte minearbejderne afkøles med et brusebad fra pumpen. Sådanne brusebade benyttes den dag i dag og er omtalt i moderne litteratur om minedrift.



Sotiel Coronada 2.

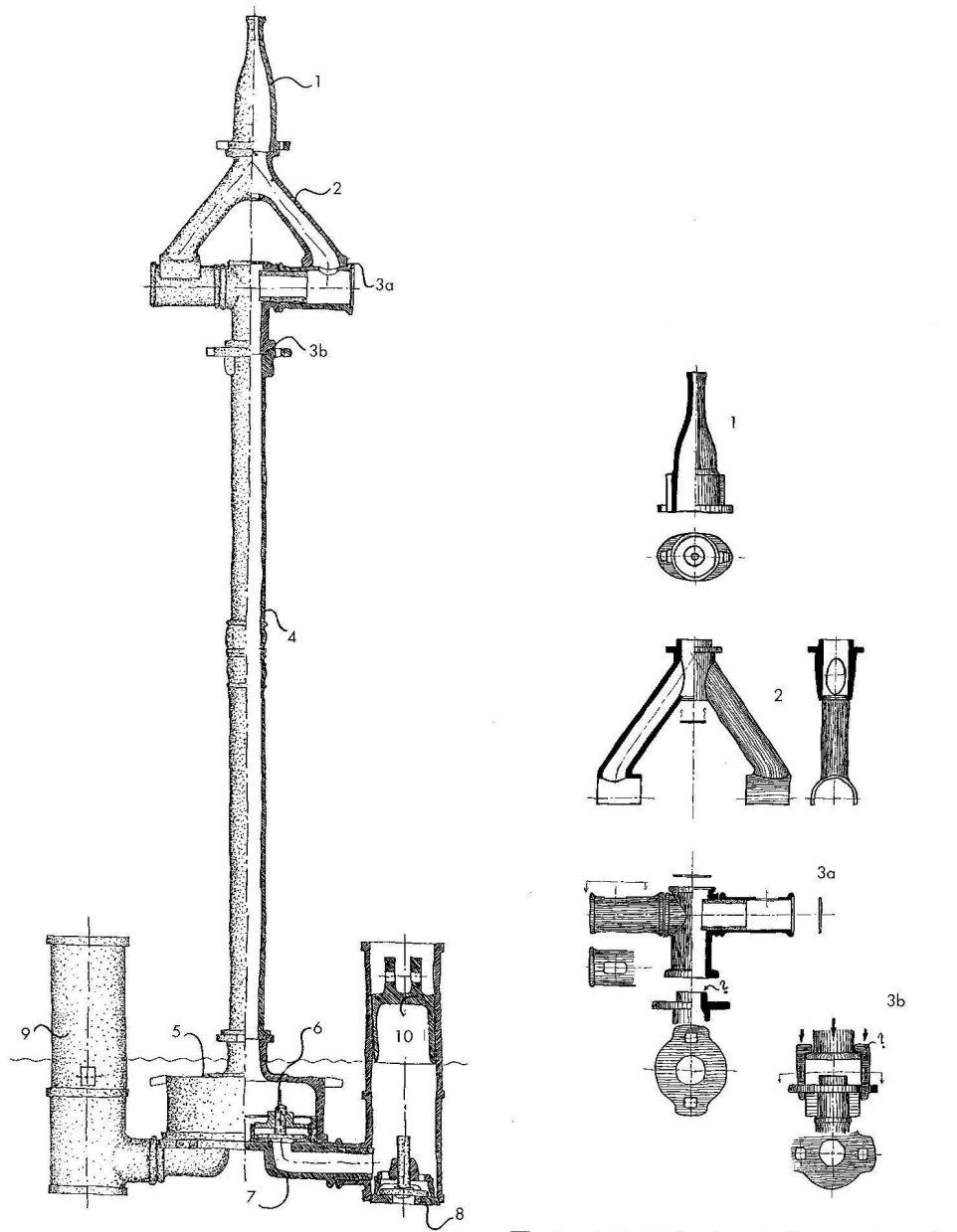
Dette snit gennem pumpen viser os, hvor kompliceret den romerske teknik kunne være. Pumpen består af mere end fyrretyve enkeltdele.

Hovedelementerne er de to stempler og de fire glideventiler. Som den eneste af pumperne er udgangsventilerne her bygget ind i et fælles ventilhus. Hvordan disse ventiler er gjort fast, véd jeg ikke, det fremgår heller ikke af min tegning.



Sotiel Coronada 3

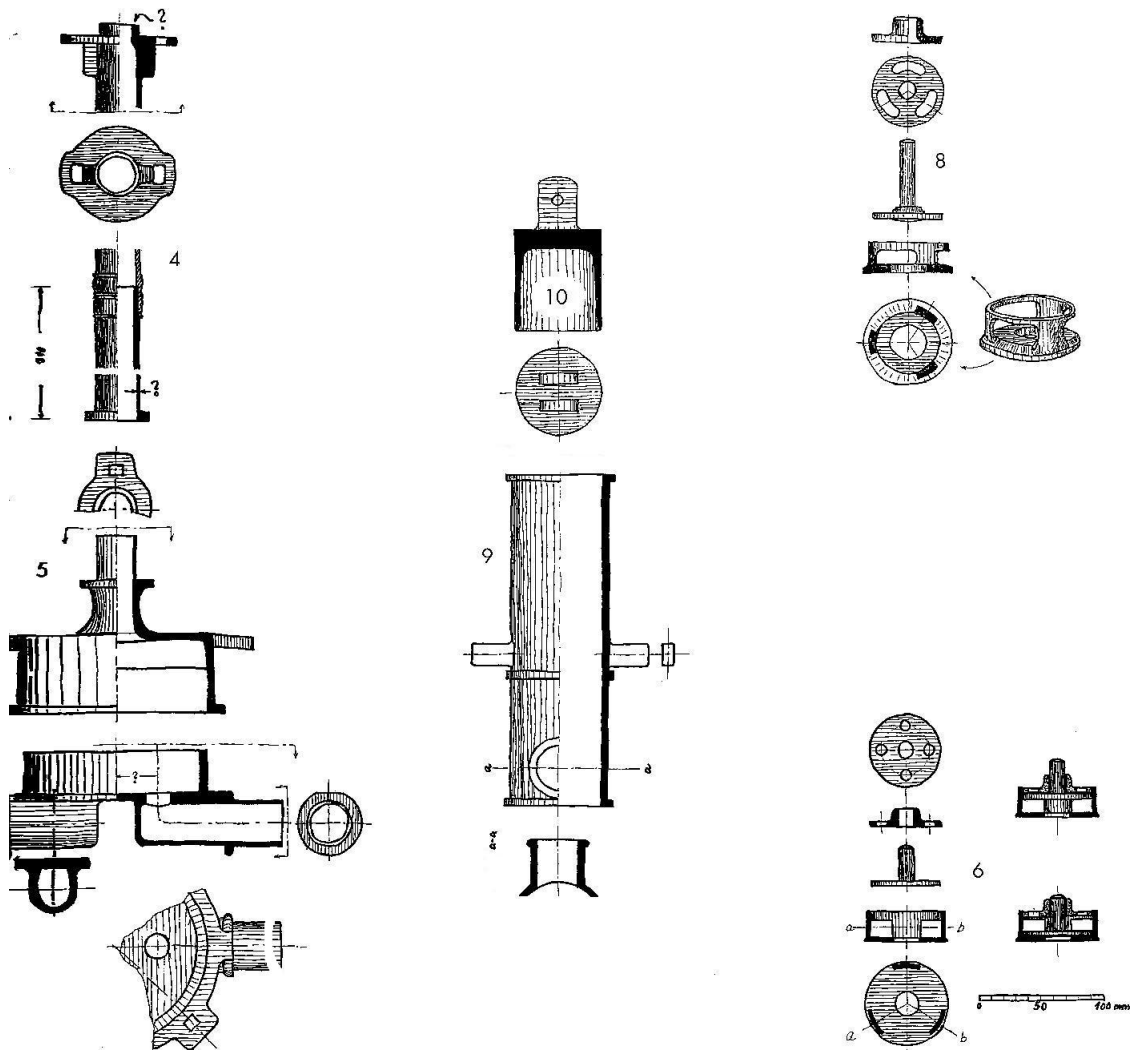
Bunden af ventilhuset er ret kompliceret. De fire firkantede huller er beregnet for fire hakkiler. Sådanne firkantede hakkiler møder vi stadig på gamle konsolure. De erstattede vore dages maskinskruer med gevind. I vort tilfælde holdt kilerne sammen på ventilhusets over- og underdel.



Sotiel Coronada 4

Da mange af delene er "rustet" (irret) sammen kan pumpen ikke skilles ad i alle sine enkeltdele. For eksempel er der et stempel, hvor kun den øverste tredjedel af stemplet er "synligt". Resten af stemplet sidder skjult inde i cylinderen.

Uden en arbejdstegning af hver del kan pumpen ikke rekonstrueres. Både af denne og især den næste tegning kan man se at stemplet er hult. Det hænger sammen med støbningen. Et eventuelt massivt stempel sprænges under størkningen, fordi ydersiden af en massiv klods afkøles hurtigere end klodsens indre. Tryk på 150% så kommer detaljerne frem.

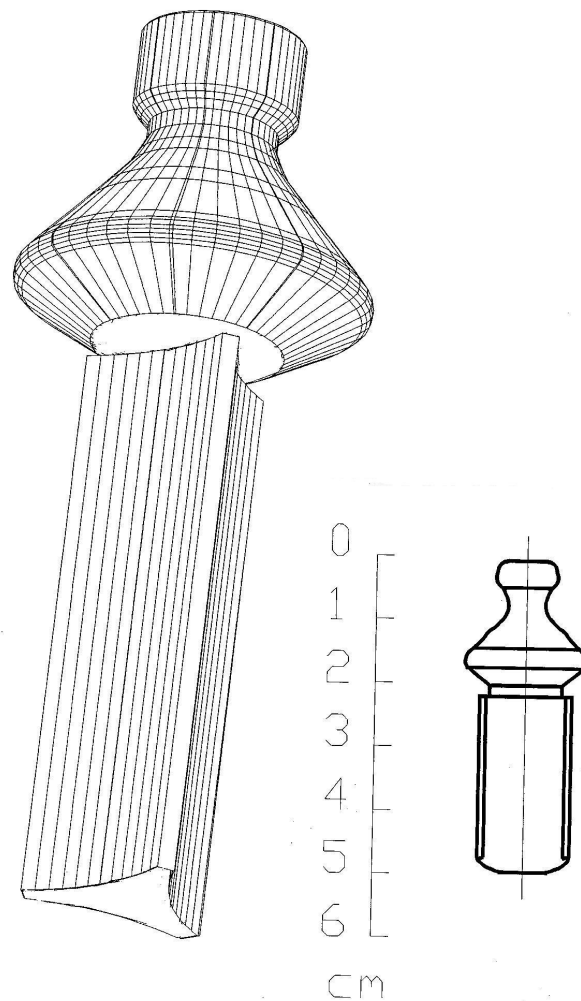


Sotiel Coronada 5

Hvis man forstørrer denne tegning er det muligt at se detaljerne.

Selv en fagmand, der fremstiller voksmodellerne og sandformene og udfører bronzestøbningen, vil være en uge om at fremstille en sådan pumpe. Bemærk det "hule" stempel i tegningens midte.

Torre Valdaliga



Torre Valdaliga

Kun en fagmand kan skelne denne romerske glide- og sædeventil fra en moderne ventil. Desværre har vi kun fundet ventilen og derfor må vi gætte os til resten af pumpens konstruktion. Pumpens ventilhus har i dette tilfælde været et rør hvori den

trekantede spindel gled op og ned. Vandet passerer gennem røret uden om den trekantede spindel. Det er hvad jeg vil kalde en elegant romersk løsning.

Ingeniør, dr.phil. Thorkild Schiøler

Schweizerdalstien 31

2610 Rødovre

noria@post7.tele.dk