

# OSTIA ANTICA

Vandhjul og termer – 37 år efter

*Af Thorkild Schiøler og Jørgen Martin Hansen*

I sommeren 1978 gennemførte Det danske Institut i Rom en undersøgelse af Mithras-termerne i Ostia Antica (Reg. I, insula xvii, 2, se fig.1). Formålet var at dokumentere vandforsyningen i et romersk termeanlæg.

Trods nærheden til havet var der ingen problemer med at benytte ferskvand fra brønde i Ostia. En forudsætning var naturligvis den simple, at vandet kunne hentes op med et lerkar i et tov eller f.eks. med en brøndvinde. Det faldt ikke svært, for grundvandet står højt i Ostia, kun 2½-3 m under jordoverfladen. Men i en række tilfælde var kravet mere kompliceret. Vandet skulle løftes op til højtliggende cisterner i bygningerne for at skaffe en stabil forsyning af rindende vand. Hertil brugte man forskellige former for vandløftningsmekanismer.

Bygningerne i Ostia har undergået talrige ændringer i de første 4 århundreder af vor tidsregning. Mithras-termerne er ingen undtagelse. De anses for indrettet på Hadrians tid i allerede eksisterende bygninger, men undergik derefter forskellige ændringer i funktionsperioden. For at skaffe tilstrækkelig lagerkapacitet og forsynings-sikkerhed var en højtliggende cisterne nødvendig. Det viste sig, at cisternen i Mithras-termerne blev placeret stadigt højere, i den seneste fase helt oppe på 2 sal i bygningen. Den tekniske løsning på vandforsyningen omfattede i det mindste 3, måske 4 faser. Omfanget af ændringer betyder, at bedømmelsen af bygningsændringer og den tekniske indretning af vandløftningen i de forskellige faser er ganske kompliceret (fig.5).

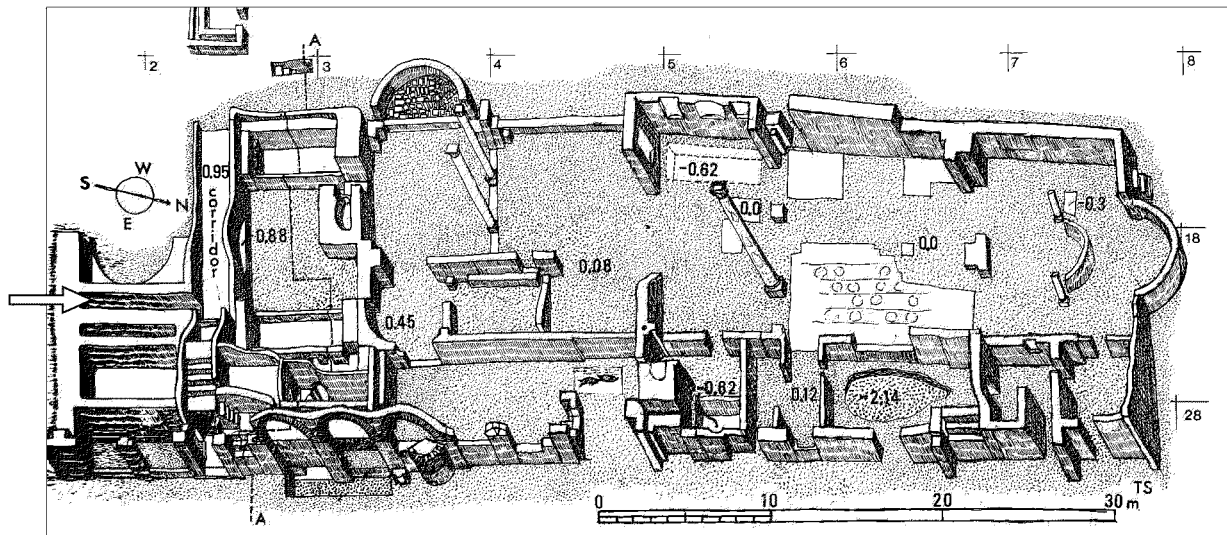


Fig. 1 Grundplan og perspektiv af Mithras-temperne. Bygningens "teknikrum" er placeret i det syd-østlige hjørne. Vandhjulene var i den vestlige af de to aflange skakter (ved pilen). Efter Nielsen/Schiøler fig. 1).

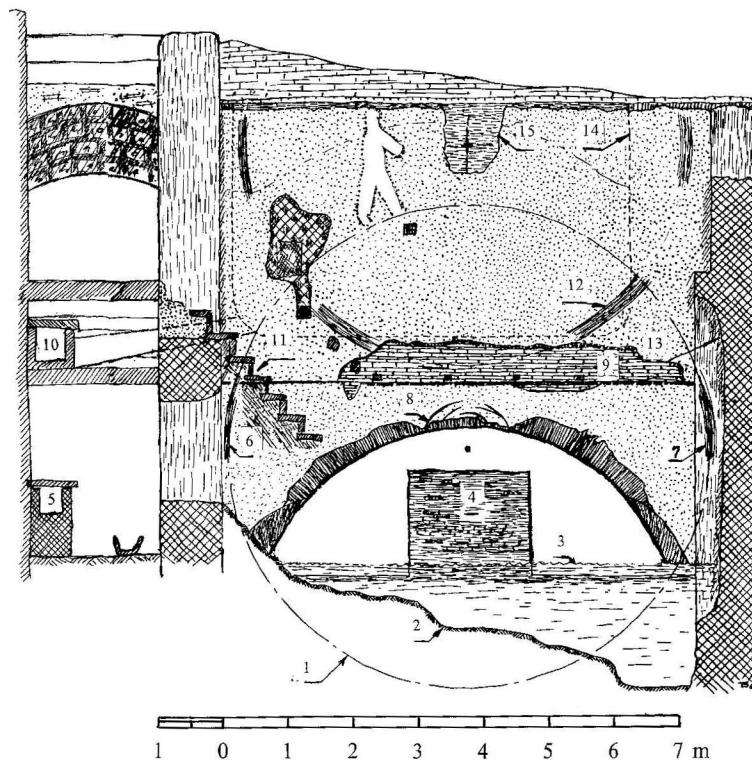


Fig. 2 Opstalt af den ene væg i noria-rummet, set mod øst: 1) Hjul fra fase I, 2) Aflejret slam i brønden, 3) Vandhøjde i dag 4) Støttestøtte til hjulakslen, 5) Hovedafløb, 6) Skurestriber neden for trappen tilhørende første fase, 7) Skurestriber i forhugningen i muren (nichen), 8) Skurestriber frembragt af hjulnavet, 9) Placering af truget, hvor øverste vandhjul hentede vandet fra det nederste, 10) Vandledninger til badene, 11) Trappe tilhørende fase II, 12) Skurestriber fra øverste vandhjul, 13) Niche til hjulet, 14) Stiplet linje, som angiver cisternen bag muren, 15) Placering af støttestøtte for hjulakslen til øverste hjul. Bemærk den dybe forhugning (7) i ydermuren, for at få plads til (udvidelsen af ?) det nederste hjul (Nielsen/Schiøler fig. 6).

Nede i brønden blev vandhjulets hulrum fyldt med vand inden de hævedes op til tømning. Hjulet skulle nå så langt ned under vandoverfladen, at vandstanden ikke kom under bunden af hjulet. Og helst så dybt, at hjulet også virkede ved sommervandstand. Hvis pumpekapaciteten oversteg tilstrømningen af grundvandet måtte slaverne tage en pause.

Skurestriberne på væggen i brøndskakten fremviser spor af to hjul. Deres indbyrdes placering sandsynliggør, at de på et tidspunkt blev brugt samtidig. Men det nederste kan have fungeret alene, før tilføjes af nr. to. Hjul diameter er ca. 24 romerske fod, 7,25 m. Skurestriberne på brøndskaktens vægge er ret dybe. Det kan undre, at man gennem så lang tid har ladet træværket skrabe på muren, før man rettede skævheden. Træhjulet tog vel skade. Hjulene blev drevet som en trædemølle. Med den fornødne kraftoverførsel fra et separat trædehjul kunne et mindre hjul påmonteret en spandekæde have erstattet de to store vandhjul. Dette skete nok først i den sidste fase (fig. 5).

Ingen rester af vandhjul blev fundet i 1978, fordi der hverken var tilladelse eller udstyr til tømning af den vandfyldte del af brøndskakten. Den dag i dag vides derfor ikke, om der er bevaret træfragmenter i slammet på bunden af brønden. Men det ville undre, hvis vandhjulene blev fjernet, da termene gik af brug. Sandsynligvis har trærester overlevet under vand.

I begyndelsen blev der sandsynligvis kun benyttet et enkelt vandløftningshjul. Det kunne forsyne en cisterne med bund ikke særligt meget over baderummenes gulv. Ikke en trykhøjde til springvand, men nok til en stabil forsyning af kar og bassiner.

I en senere bygningsfase blev en meget større cisterne taget i brug højere oppe ved at den første cisterne blev forhøjet. Det stillede krav om øget løftehøjde dvs. endnu et vandhjul, sådan som skurestriberne viser. Det tog sit vand fra et åbent bassin (et trug), som blev fyldt af nederste hjul.

Den successive tilpasning og udbygning af vandløftningshjulene ses bl.a. af det faktum, at det var nødvendigt at lave en forhugning i noria-kammerets tykke ydervæg for at få plads til det nederste hjul. Med mindre man målte forkert ved nybygningen og installationen af det første vandhjul, må behovet for den ca. 40 cm dyb niche i muren være opstået ved en senere forøgelse af hjuldiameter (fig. 2, punkt 13).

Den store hjuldiameter viser, at spandene var indbygget i hjulkransen (det, englænderne kalder et "water-wheel with compartmented rim"). Vandhjulet fungerede som et trædehjul. Vandslaven gik på siden af eller oven på hjulet (fig.2). Men hjulkransen var jo våd, så måske har man søgt at undgå det. I så fald måtte der ske kraftoverførsel til vandhjulets aksel gennem et særskilt trædehjul monteret på samme aksel og helst placeret i et tørt naborum. I øvrigt var vandslaverne nok natarbejdere. De skulle fylde cisternen op, så der var klar til de første badegæster næste morgen. Om dagen skulle de sikkert servicere gæsterne.

Der blev i 1978 ikke forsøgt rekonstruktion af vandhjulet. Ingen vandhjul fra antikke termer var fundet på det tidspunkt. Den nærmeste inspiration man kunne finde, stammede fra to fund af romerske vandløftningshjul i miner.<sup>1</sup> Men siden 1978 er interessen for vandforsyning og vandløftningsteknik vokset. Blandt andre har den daværende Soprointendent for Ostia, professor Scrinari,<sup>2</sup> senere selv gennemført undersøgelser af vandforsyningen i Ostia. Yderligere har den franske skole i Rom udforsket Ostias akvædukt og distributionen i byen. Akvædukten, som blev bygget i begyndelsen af 1. årh. e. Kr., havde imidlertid ikke så stor trykhøjde, at den kunne erstatte vandløftningshjulene. Vandhjulene har derfor nok været i brug indtil anvendelsen af termerne endeligt ophørte, vel i løbet af 5. årh.

### *Et nyt vandhjul*

Umiddelbart forekom det sandsynligt, at hjulet var opbygget med to rækker af eger fra navet op til hjulkransen ("fælgen"), dvs. stort set som egerne i et nutidigt cykelhjul eller Rio Tinto-hjulet. En vis soliditet var påkrævet, især hvis hjulet skulle bære en vandrende slave på toppen.

- 
1. 16 hjul til afvanding af de romerske kobberminer ved Rio Tinto i vore dages Andalusien. Her løftede 8 dobbelte vandhjul successivt vandet 24 m op. Disse vandhjul har en dobbeltrække af eger fastgjort i et bredt hjulnav, opbygget omkring drivakslen. Små åbne træbokse placeret inde i hjulkransen, mellem egerne, fungerer som spande til vandløftningen. Et fragment med hjulnav og 8. sæt eger er udstillet i British Museum, doneret i 1889 af ejeren, det britiske mineselskab Rio Tinto. Datering: 1.-2. årh. e.Kr. Hertil kommer fundet i 1930'erne af en træbeholder fra et vandhjul i en romersk guldmine i Dalaucothi (Wales). Det dateres ved C14-analyse til ca. 90 e.Kr. I dag udstillet i National Museum of Wales.
  2. Ricciardi-Scrinari, vol I, p.149f.

Men et usædvanligt fund af trærester fra et romersk vandhjul blev gjort i 2001 i en af Ostias andre termer. Nærmere betegnet i Terme dei Cisiarii, indrettet under Hadrian i de såkaldte "Magazzini Repubblicani" nær Porta Romana og benævnt efter kærredri-  
verne, som afbildes på mosaikken i termernes frigidarium.<sup>3</sup> I termernes "teknikafde-  
ling" fandt man på bunden af noria-kammeret en ca. 3 m lang velbevaret rest af hjul-  
kransen. Fundet pegede på, at man benyttede en noget smallere og lettere konstruktion  
til vandhjulet end umiddelbart forventeligt.

Hjulkransen kan bedst beskrives som to koncentriske ringe, det ene med lidt  
mindre diameter end det andet. De to ringe var opbygget af kortere trædele og blev  
placeret med passende og ensartet indbyrdes afstand i hele omkredsen. Dermed blev  
der skabt et hulrum imellem de to ringe. Ringene blev holdt på plads af tætsiddende,  
skråtstillede træstykker i hulrummet. De stabiliserede hele konstruktionen og blev fast-  
gjort med 4 jernsøm i hver, 2 fra hver side. I den ene side af hjulkransen blev hul-  
rummet lukket til med tynde træplader, og i denne side blev samtlige hjuleger fastgjort.  
Hjulkransen ("fælgen") blev fastgjort til hver ege bl.a. ved hjælp af en profileret vinkel-  
konsol. I modsat side forblev hulrummene åbne. Her foregik vandindtag og -udløb. En  
tegning af hjulkransen i udsnit ses som fig. 3.<sup>4</sup>

Den lette konstruktion må være resultatet af empiriske erfaringer. Hjulet måtte  
ikke blive for tungt, men hvor spinkelt kunne det være uden at gå på kompromis med  
styrke og ydelse? Det må antages, at det fundne hjul er resultatet af en mangeårig for-  
udgående håndværksmæssig udvikling af sådanne vandhjul. Men andre fund eksisterer  
for tiden ikke i Ostia, så en udvikling kan ikke dokumenteres.

To rækker eger blev åbenbart fravalgt, hvis det overhovedet blev overvejet og  
afprøvet. Denne løsning havde krævet et bredere hjulnav til fastgørelse af dobbelt-  
rækken af eger, omtrent som et nutidigt cykelhjul. I Ostia findes ikke bevaret rester af  
egernes fastgørelse til hjulnavet. Men skurestriberne nær akslens centrum afslører at  
det var et hjulnav af betydelig diameter. Det kunne ligne konstruktionen på hjulet i Bri-  
tish Museum.

---

3. Tata/Fogagnolo, se bibliografien.

4. Tata/Fogagnolo bringer et foto af fundsituationen, som tydeligt viser de skråtstillede skillerum  
mellem beholderne. I Thailand brugte man højt op i 1900-tallet bambusrør i stedet for krukke,  
spande og træboks. Også de blev stillet skråt. Derved opnåede man på et vist punkt af hældningen  
en hurtig og præcis udstrømning fra den enkelte beholder, så man kunne ramme opsamlingsstruget  
med mindst muligt spild.

Udformningen af selve hjulet bærer tegn på overvejelser om at optimere forholdet mellem hjulets vægt og den menneskelige trækraft (kropsvægt). Pladerne omkring hjulkransens hulrum er reduceret i tykkelse, vinkelstykket mellem eger og "fælg" er indskåret i hypotenusen for at spare vægt, bredden af selve hjulkransen er knapt 30 cm, vel en romersk fod. Måske var der på oversiden af hjulkransen anbragt tværstillede klamper eller træribber, så vandslaven bedre kunne stå fast på det våde træ. En romersk fod giver ikke megen plads at vandre på (!), så formentlig var der over hjulet anbragt en tværbjælke, som slaven kunne støtte sig til. Men klamper fandtes ikke på det fundne hjulfragment. Også dette peger på at kraftoverførslen i stedet er sket gennem et separat trædehjul monteret direkte på vandhjulets aksel.

### *Akvædukt og cisterner*

Akvædukten i Ostia blev fremført med en trykhøjde ca. 8 m over havet. Dermed var det ikke muligt at forsyne de højestliggende cisterner i badene. De lå adskillige meter over dette niveau, helt op i 13 m. Vandløftningshjulene var derfor nødvendige også efter bygningen af akvædukten. Af hensyn til forsyningssikkerheden i den generelle vandforsyning var der indskudt en kæmpecisterne med mange rum ved akvæduktens ankomst til bymuren ved Porta Romana.

Herved adskiller forholdene i Ostia sig fra hovedparten af andre romerske akvædukter. De ender som oftest blot i et *castellum aquae*, hvad vi i dag ville kalde et vandværk. Men et sådant *castellum* er kun et gennemstrømnings- og fordelingsreservoir, det er ikke beregnet på at opmagasinere vand i store mængder. I Ostia var der også, som det rigeligt er fremgået, indskudt cisterner ved termerne. Dette er ikke enestående, men ses også f.eks. i Rom, i form af de meget store cisterner ved Diokletians og Caracallas termer. De blev fyldt fra akvædukterne. Heller ikke i det vandrige Rom ønskede man at tilslutte termerne direkte til ledningsnettet, men indskød en buffer. Det specielle ved Ostia er imidlertid, at de decentralt placerede cisterner blev forsynet med grundvand.

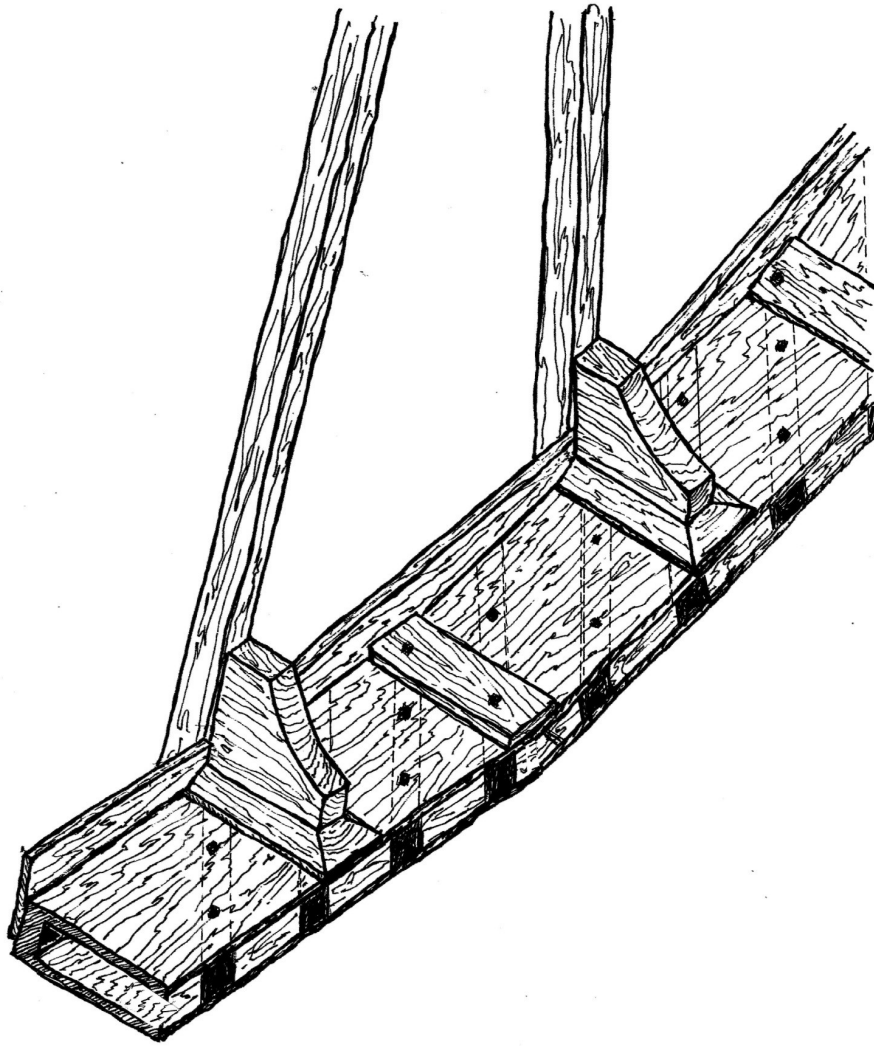


Fig. 3 Rekonstruktion på basis af fundet i Terme dei Cisiarii. Vandindtaget skete i den åbne side af hjulkransen, egerne er fastgjort i modsat side (Tegning: Thorkild Schiøler efter Tata/Fogagnolo, fig. 13). Fælgen er 30 cm bred.

### *Oversigt over termer og vandløftningshjul i Ostia*

På basis af en gennemgang af den foreliggende sekundærlitteratur er udarbejdet nedenstående liste over samtlige kendte termer i Ostia samt et enkelt andet forbrugssted med cisterner. Det er i oversigten angivet, hvilken type vand, der forsyner cisternen og om der har været installeret vandhjul eller anden form for vandløftning. Kun i Terme dei Cisiarii er dele af et vandhjul fundet. I de andre tilfælde skyldes konstateringen af et vandhjul alene udformningen af det "teknikum", hvor vandhjulet

har været installeret (“noria-kammeret”). Disse rum er meget karakteristiske, det er brøndskakter på 7-10 m længde og kun omkring 4 fods bredde.

I de tilfælde, hvor disse indikationer ikke findes, er det nødvendigt at gennemgå bygningerne med det specielle formål at afgøre forsyningstypen. Cisterner og højdebeholdere, som ligger over akvæduktens topkote på ca. 8 m o. h. kunne ikke forsynes med et trykrør fra akvædukten. I så fald var der kun regnvand og brøndvand tilbage. Men termeanlæg nogle få meter over terræn kunne godt tilsluttes direkte til akvæduktens ledningsnet.

Hvad der har afgjort, hvilke termer der foretrak forsyning fra egen brønd, vides faktisk ikke, bortset måske fra ønsket om at undgå betaling for tilslutning og forbrug, samt at få et højere vandtryk end akvæduktvandet. I øvrigt er det karakteristisk, at der i Ostia ikke synes fundet paralleller til de ca. 7 m høje “vandtårne” (vandfordelingsøjler, hvor forsyningsrørene var tilsluttet), som vi kender fra Pompeji og andre byer. I Ostia findes følgende typer af cisterner:

- A) Cisterner forsynet med grundvand.
- B) Cisterner forsynet med regnvand.
- C) Cisterner forsynet med vand fra byens akvædukt.
- D) Kombicisterner, dvs. forsyning med vand fra akvædukten plus grundvand (og/eller regnvand).

Af 24 cisterner (heraf 23 i termer) er der konstateret vandløftningsmekanismer ved 9 (heraf 7 vandhjul, dertil 1 spandekæde og 1 (uspecificeret) pumpe.

Vandforsyning /lokaltet	1	2	3	Reg	Isola	Notat
Terme del Sileno	?	?	?	?	?	Ikke omtalt hos Ricciardi/Scrinari. Først udgravet fra 2008 og næppe færdigudgravet. Beliggende i Ostia Marina, i dag ca. 4 km inde i landet, dengang lige ud til havet, formentlig med talassoterapi (!) i en kombination af salt- og ferskvand. Hvorfra ferskvandsforsyningen kommer er pt. uoplyst. Publiceret 14. juli 2013, Università di Bologna.
Terme del Perseo		3	4	C	?	Opført i 4. årh, på en tidligere bygning fra Hadrians tid. Beliggende uden for Porta Laurentina, kun delvist synlig, tildækket efter udgravning. Anses for forsynet fra akvædukten, evt. direkte fra forsyningsnettet. 2 rum kandidere til cisterne eller højdebeholder, men usikkert.



Terme del Palazzo Imperiale		44	C	?	?	Fra 2. årh. e. Kr., antagelig forsynet fra akvædukten, som menes at være ført frem hertil på Trajans tid. Teknikrum og cisterne synes endnu ikke fundet/udgravet.
Terme di Nettuno		30	C	I	IV,2	I nordøst en 66 m <sup>3</sup> stor cisterne med flere rum, i 2 niveauer, forsynet fra akvædukten. Ingen vandløftningsmekanismer rapporteret. Datering: Domitian til 4. årh.
Terme Adrianee + cisterne		?	?	I	XII,4	Under Foro della Statua Eroica er der fundet rester af en badebygning fra Hadrians tid. Desuden: i den sydlige del af "the Hadrianic courtyard" blev der 2-4. årh. installeret en stor cisterne i 2 niveauer, den nederste rummede 80 m <sup>3</sup> . Den blev forsynet dels fra akvædukten, dels fra 2 vandhjul.
Terme del Foro	N	25	C	I	XII,6	Øst for caldariat findes en cisterne i 2 etager og lige op til dem et aflangt "noria-kammer". I så fald har hjulet haft diameter på ca. 10 m. Slidspor ikke omtalt. Øst for caldariat er der 2 buer i 2 etager, som Ricciardi mener indgik i akvædukten og at denne førte vand direkte ind i den øvre cisterne, som så i en sen fase skal have suppleret cisternen. Men termernes 2. etage ligger 13,9 m o.h., trykhøjden i Ostias akvædukt kun ca. 8. Datering: +160 til 5. årh.
Terme di Buticoso	N	26	C	I	XIV,8	Vest for caldariat, som har meget tykke vægge og måske har båret en cisterne, findes spor af et vandhjul, beliggende i et rum nord for pronaos i det nærliggende Tempio di Ercole (I,XV,5). Nærmere beskrivelse ikke fundet. Datering: +112 til midten af samme årh.
Terme Piccole (Termette)		28	C	I	XIX,5	Senantik badebygning (kun ca. 24x16 m) ligger i sydvesthjørnet af Horrea dei Mensores (I,XIX,4) og har dermed nok været forsynet fra akvædukten. Datering: 450 -550 e.Kr, dvs.en af de seneste bygninger i Ostia. Forsynet fra akvædukten.
Terme del Mithra	N	27	A	I	XVII,2	Grundvandet samles i et rektangulært brøndkammer beklædt med opus signinum og i en skakt parallelt dermed var installeret et, senere vandhjul, at dømme efter slidsporene på væggen. I to senere faser ændredes teknikrummene og der blev installeret nye vandhjul, herunder øjensynlig en spandekæde, med træk fra et enkelt trædehjul og kraftoverføring til to aksler via remtræk. Datering: Hadrian og modificeret helt frem til 1. halvdel af 4. årh.
Terme del Cisiarii	N	29	A	II	II,3	Vandforsyning fra brønd via et vandhjul. Ved udgravning i 1990'erne er fundet en 3 m lang rest af vandhjulets hjulkrans med spor af de indbyggede vandbeholdere. Se Tata/Fogagnolo. Datering: Hadrian, ændret frem til 3. årh.
Terme della Basilica Cristiana		31	C	III	I,3	Forsyning fra akvædukten. Datering: Trajan, med 2. fase i beg. af 3. årh.
Terme dei Dioscuri		32	C	III	IX,1	Forsyning fra akvædukten. Små termer til privat brug, indrettet på Hadrians tid i en del af Case a Giardino (III,IX).

Terme Marittime		35	C	III	VIII,2	Forsyning fra akvædukten. Datering: Hadrian og Antoninus Pius.
Terme dei Sette Sapienti		33	D	III	X,2	Forsyning fra hhv. regnvand og akvædukt. Datering: ca. 205 e.Kr.
Terme delle Trinacria	N	34	A	III	XVI,7	Forsyning fra grundvand til to cisterner. Den ene lå ved frigidariet og blev fyldt via en noria. Den anden cisterne lå ved bygningens sydmur, nær caldariat. Den var større og blev fyldt fra to vandhjul. Datering: Hadrian, m. restaureringer under Marcus Aurelius og Commodus.
Terme del Faro		36		IV	II,1	Opført under Trajan eller Hadrian, benævnt efter mosaik der fremstiller Ostias fyrtårn. Mod NV ligger på 1.etage en stor cisterne (rum 13). Vandhjul ikke omtalt, men findes muligvis i nabobygningerne til cisternen.
Terme Byzantine		37	C	IV	IV,8	Fik vand fra beholderen i haveanlægget (IV, IV,8-9). Fra akvædukt eller regnvand?
Terme dei sei Colonne	N	38	A	IV	V,11	Med egen indgang fra Via Decumana ligger teknikrummene, under rum A er opført en underjordisk cisterne, hvorfra en noria i et naborum B hentede vandet op (adskiller sig fra de øvrige "noria-rum" ved at være kvadratisk i grundplan, dvs. der var nok tale om en spandekæde). Det fremgår ikke, hvorledes denne mekanisme blev drevet. Cisternen menes bygget samtidig med den øvrige bygning. Datering: Trajan. En senere højdebeholder forsynet fra akvædukten er muligvis tilføjet omkring +200.
Terme della Marciana = Terme di Porta Marina		39	C	IV	X,1	Højdebeholder forsynet fra akvædukten. Datering: 2. halvdel af 1.årh, fuldført under Hadrian. Restaureret frem til 493 e.Kr.
Terme del Nuotatore		42		IV	X,3	I den nordøstlige del ligger service-rummene, bl.a en 2 etager høj cisterne med flere rum. Vandhjul her eller i nærheden? Forsynet fra akvædukt eller regnvand?
Terme del musiciolus ???				IV	XV,2	Udgravet i 1980erne, benævnt efter portrætbuste afbildet på en gulvmosaik. Forsyning ikke beskrevet. Datering: 2. årh. e. Kr.
Terme del Filosofo	P	40	A	V	II,7	I termernes nord-østlige hjørne ligger en underjordisk cisterne, men intet spor af en noria i nærheden. Ricciardi (nr. 40, p. 177) foreslår, at vandløftningen i så fald er foregået med en (ikke nærmere defineret) "pumpe." Datering: 4. årh. e. Kr. Eneste sene termeanlæg med forsyning fra brøndvand.

Terme dell'Invidioso	N	41	A	V	V,2	Vandhjul i termernes sydøstlige hjørne. Første bygningsfase (år +50) et eller to vandhjul. Efter rummets længde måske et hjul på 9 m diameter eller evt. 2 på hver ca. 4 m. Anden fase: Under Antoninus Pius restaureredes termene, cisternen opdeltes i 2 rum, og der installeredes et nyt vandhjul (diam ca. 3 m) nederst, som forsynede et øvre (diam ca. 4,40 m). I 3. fase henved +300 udsmykkedes bygningen med mosaikker og fresker, og det øverste vandhjul blev erstattet af et nyt, lidt højere.
Cisterna pubblica Caseggiato della Cisterna	N(?)		D	I	XII,4	Stor 2-etages cisterne m. vandhjul indrettet i den sydlige del af cortilen, mellem 2. og 4. årh. Den nederste kunne rumme 80 m <sup>3</sup> . Blev delvist forsynet fra akvædukten, delvist fra 2 vandhjul. Sidstnævnte synes dog ikke dokumenteret nogetsteds.

Fig. 4 Skematisk oversigt over bygningsmæssig dokumentation for vandløftningshjul eller mulighed for samme.  
Kolonne 1: N= noria P= pumpe  
Kolonne 2: Nr. i Ricciardi-Scrinari, vol. I, kap.4.  
Kolonne 3: A: Grundvand B: Regnvand C: Akvæduktforsynet D: Kombiforsyning, dvs. fra akvædukten plus A og eller B.  
Kilder til skemaet: en gennemgang af Ricciardi/Scrinari og <http://www.ostia-antica.org>.

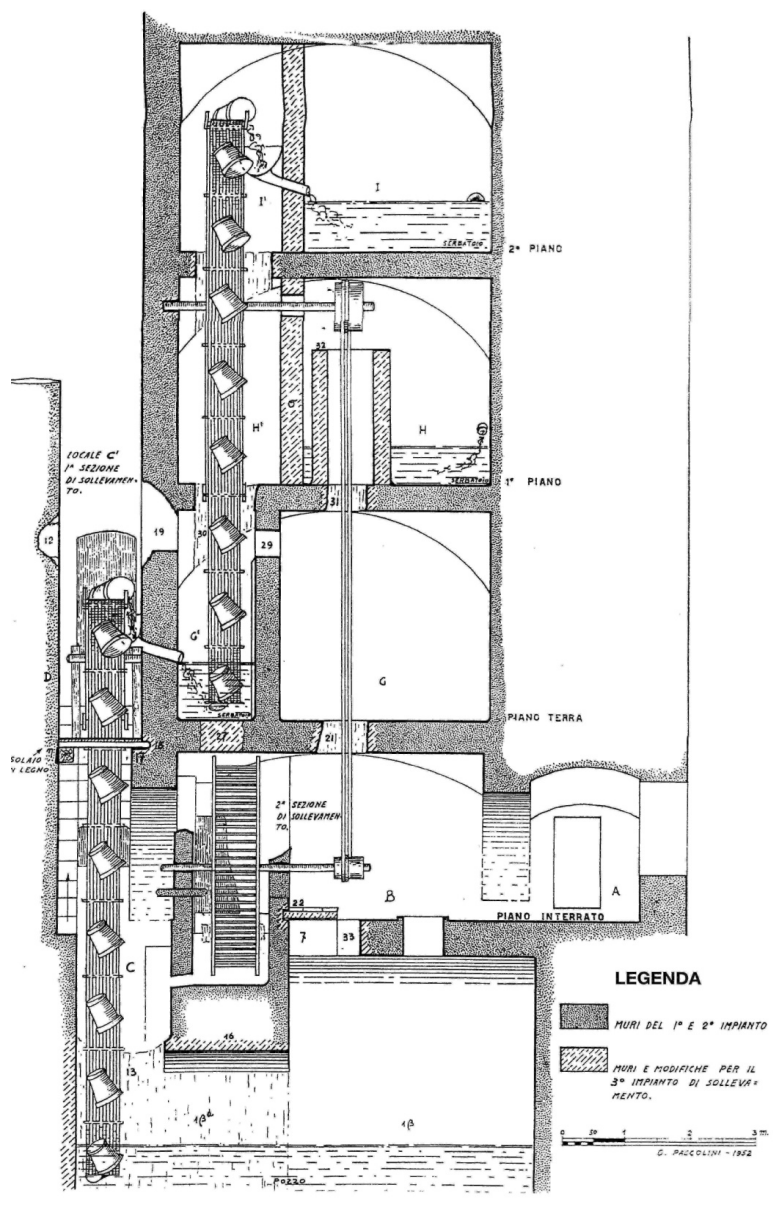


Fig. 5 De mest detaljerede rekonstruktionstegninger af vandhjulene i Mithrastermen skyldes arkitekten G. Pascolini, fra Soprintendenza di Ostia. Disse tegninger fra 1952 findes i dag på Roms kommunes historiske arkiv i Museo della Civiltà Romana i EUR. Det er uvist, om opmålinger og tegninger ledsages af tekstforklaringer eller alene forklares ved de talrige signaturer på tegningerne. Ovenstående gengiver Pascolinis fortolkning af den tekniske indretning i sidste fase af Mithras-temernes funktion. Det øverste hjul er en spandekæde, at dømmе efter drivakslens asymmetriske placering. Det er det nederste vandhjul formentlig også, men det synes ikke klart, hvordan det aktiveres. Remtrækket fra trædehjulet er en overraskende, men formentlig sandsynlig, fortolkning af åbningerne i etageadskillelserne. Tegningen illustrerer meget godt, hvor kompliceret fortolkningen af de vandrelaterede bygningsrester er (Ricciardi/Scrinarì I, fig.236, p. 155).

Efter fundet af vandhjulet i Terme dei Cisiarii vil et projekt, der undersøger samtlige noria-kamre i Ostia, være særdeles interessant. Flere udgravninger i disse brøndskakter vil formentlig udbygge vores viden om den tekniske indretning og eventuelle udvikling af disse vandhjul over tid. Fund vil kunne udbygges med dendroanalyse, således at træsort og fældningstidspunkt kan fastslås. Dette ses ikke at være sket med fundet i Terme dei Cisiarii.

Hvis grundvandet står 3 m under jorden, og vandhjulet skal tømme sit vand ud i en cisterne med maximum vandstand ca. 6 m.o.h. (f.eks. en cisterne placeret på 1. sal med en vanddybde på 2-3 m), skal der anvendes et vandhjul på op mod 10 m i diameter. Nogle af de eksisterende noria-kamre har faktisk denne længde.

Problemet er imidlertid, at disse kamre er meget smalle, dvs. ikke meget bredere end det installerede vandhjul. Man må derfor regne med at vandhjulene er blevet opbygget af præfabrikerede trædele inde i det lange, smalle rum. Det var næppe muligt at installere et færdigt hjul, alene af den grund at et sådant skulle fastgøres til den horisontale drivaksel, hvad der klart taler for en successiv opbygning af vandhjulet.

Tilsvarende giver disse fysiske vilkår også en forklaring på, at der skulle gå flere hundrede års udforskning af Ostia før nogen besluttede sig for at udgrave et noria-kammer. Det er ikke behageligt at arbejde i smalle, bælgmørke og forholdsvis dybe brøndskakter, og ikke uden risiko.

Ostia rummer formentlig den største tæthed af vandløftningsteknik bevaret i nogen antik romersk by. Forskningspotentialer er langt fra udtømt. Der er store muligheder for kommende generationer, som fatter interesse for at udbygge vores viden på det felt.

*Thorkild Schiøler*

[noria@post7.tele.dk](mailto:noria@post7.tele.dk)

*Jørgen Martin Hansen*

[curatoraquarum@hotmail.com](mailto:curatoraquarum@hotmail.com)

***Bibliografi:***

- Inge Nielsen, Thorkild Schiøler, *The Water System in the Baths of Mithras in Ostia*, *Analecta Romana Instituti Danici*, vol. IX, 1980, pp.149-159).
- Antonietta Ricciardi, *Valnea Santa Maria Scrinari, La Civiltà dell'acqua in Ostia antica I-II*, Rom 1996.
- Margherita Bedello Tata, Stefania Fogagnolo, *Una ruota idraulica da Ostia, i "Aquam in altum exprimere": Les machines élévatrices d'eau dans l'antiquité, actes de la journée d'études tenue à Bordeaux le 13 mars 2003, sous la direction de Alain Bouet (Ausonius, Pessac 2005), p. 115-138.*
- Evelyne Bukowiecki, Hélène Dessale, Julien Dubouloz, *Ostie, L'eau dans la ville: Châteaux d'eau et réseau d'adduction*, Ecole Française de Rome. Collections de l'école de Rome no 402, Rome 2009.
- Heres, 1982 = Heres T.L, *A Proposal for a Dating System of Late-antique Masonry Structures in Rome and Ostia. Studies in Classical Antiquity, 5*, Amsterdam.
- G. Pascolini, Roma 1952 (*Rekonstruktionstegninger Archivio Storico, Museo Civiltà Romana*).
- Thorkild Schiøler, *Roman and Islamic Water-Lifting Wheels*, Odense 1973.
- G.C. Boon, C. Williams: *The Dolaucothi Drainage Wheel*, *Journal of Roman Studies*, 56 (1966) 122-127.
- Rio Tinto-vandhjul: *Rotae Uronienses, Las norias romanas de riotinto (Huelva, España)*, A. Delgado Dominguez og M.C. Regalado Ortega, 2011 (<http://www.trajanvs.net>).