

OM DET ANTIKA GREKLANDS VATTENFÖRSÖRJNING

On the water supply of ancient Greece

av KENNETH M PERSSON, SWECO Environment AB, Teknisk vattenresurslära, LTH
e-mail: Kenneth_M.persson@tvr.lth.se; Kenneth.m.persson@sweco.se



Abstract

The development of the ancient water supply of Greece is described in brief and the central causes for why Greece has so many different technical solutions discussed. The probably most important reason to the multitude of technical solutions is that the city-states in general had a far-reaching independence. Thus, many city engineers could develop their own strategies for how to design a safe water supply. But also competition and spread of good technical solutions between the city-states enhanced knowledge transfer towards better and safer supply. Also climate factors were probably important. The long and repetitive periods of droughts that already during the classical time affected Greek life must be mitigated by intelligent design, else the life in the city would be unbearable.

Key words – Ancient water supply; Greece; Water resources management; Aqueducts; Athens

Sammanfattning

Utvecklingen av det antika Greklands vattenförsörjning behandlas översiktligt och de viktigaste orsakerna till varför Grekland uppvisar så många olika tekniska lösningar diskuteras. Den sannolikt viktigaste anledningen till mångfalden av lösningar är att stadsstaterna i stort hade en långtgående självständighet. På så sätt kunde många stadsingenjörer utveckla egna förhållningssätt till hur en säker vattenförsörjning skulle anordnas. Men även konkurrens och teknisk stimulans mellan stadsstaterna gjorde att man lärde av varandra och sporrade varandra till att ta fram bättre försörjningssystem. Klimatologiska faktorer var säkert också viktiga. De långa och återkommande perioderna med torka, som redan under antiken påverkade grekiska livsbetingelser, måste lindras genom goda tekniska lösningar, annars blev stadslivet outhärdligt.

Civilisation fordrar civiliserade lösningar

De grekiska statsstäderna växte upp i kulturvågor från 2500 f Kr och framåt. Olika kulturbildningar utvecklades i det egeiska området. Kulturen hade sitt ursprung i ett jordbrukande och boskapshållande bondefolk, men efterhand påverkades statsstäderna av influenser från protogrekiska folkgrupper från ost och syd. Ett exempel är de stora palats som uppfördes i det centrala och östra minoiska Kreta cirka 1900 f Kr. Runt palatsen byggdes vackra villor men också byar och städer. Drygt 200 år senare, kring 1700 f Kr, föll många palats och villor samman, kanske på grund av en stor jordbävning. De

väldiga palatsen i Knossos, Faistos och Mallia fanns inte mer. Men minoerna byggde nya palats ovanpå ruinerna av de raserade. Från palatsen utgick den politiska och ekonomiska makten. Det fanns fler än 1000 hallar, salar och rum i palatsen. Utgrävningarna visar att utrymmena hade många olika funktioner: representation, bostäder, badrum, verkstäder och magasin. I magasinen lagrades oliver, vin, fikon och säd i stora krus förmodligen för avsalu. De många människorna som arbetade med hantverk, skrivarbete, konst och försäljning bodde utanför palatsen, i en tät stadsbebyggelse med förhållanevis många invånare. Beräkningar visar på att bara i staden Knossos bodde 17000 runt palatset, på en yta av 75 km².



Figur 1. Akropolis i Aten.

Somliga invånare hade egna verkstäder utanför palatsen där man tillverkade keramik, vackra föremål och konsthantverk, samt inte minst stora mängder tyger.

Palatsen var utrustade med vatten- och avloppsledningar i terrakottarör. Färskvatten leddes in till palatsen från bergsslänterna, medan avloppsvattnet leddes ut i staden. På flera platser i palatsen återfinns vackra och rikt utsmyckade badkar. I det s k drottningens gemak finns ännu en konstruktion som brukar tolkas som en vattenklosett med rinnande vatten. Winblad (2001) återger en historia från utgrävningen i början av 1900-talet, då palatset i Knossos började friläggas. Avloppsledningarna visade sig fortfarande fungera. Då det började regna på det nyss frilagda palatset leddes regnvattnet bort av de nära 4000 år gamla ledningarna. Avloppssystemet fungerade perfekt ännu efter nästan 4000 år.

Karaktäristiskt för den grekiska staden är borgen (polis). Från ca 1200 f Kr utvecklas borgen till en försvarsanläggning mot anfallande illasinnade, och från och med den doriska folkvandringen fram till 1000 f Kr förfinas borgen som försvarsboning så att städerna kommer att fungera som boplatser för ett tämligen ensartat folk med samma språk, ett alfabet lånat från fenicierna men modifierat och kompletterat med tecken för vokaler, en gemensam mytologi och religion och från ca 800 f Kr

också med gemensamma festspelstraditioner, olympiska spel till huvudgudomen Zeus ära (se figur 1). Städernas befolkning blir kulturellt alltmer likartad. Från denna tid delar deras befolkning upp världen i grupperna vi och dom: hellener, greker, och icke-hellener, barbarer.

Polis blir således ett mycket viktigt bidrag till den mänskliga civilisationens utvecklingshistoria. Städerna parasiterar förvisso på omgivande landsbygdsbefolkning, ungefär som Stockholm gör på Södermanland och Uppland, men eftersom de kommer att agera självständigt i både utrikes- och inrikespolitiska frågor från ca 700 f Kr tvingas de utveckla ett förbundssystem med likställda parter som sluter (i regel) civilrättsligt bindande avtal mellan sig, ungefär som en prototyp till FN. En gentleman gör överenskommelser med andra gentlemän. Fast det är ju sant, ibland kommer de till att hamna i strid med varandra och historien från 700 f Kr till 300 f Kr är full av vittnesbörd om grekiska statsstäders intrigerande och bekrigande av varandra och, ibland, omgivande makter.

Men det var också i denna miljö som de olika moderna statskicken monarki, oligarki och demokrati blev testade i fullskala, och här utvecklades den första teoribildningen kring vad människan är, vad hon finns till för, vad hon skall göra, vilka plikter hon skall föga sig i och vilka privilegier hon åtnjuter. En prototyp till den

moderna människan föds här, med oöverblickbar betydelse för människans utveckling därefter. Matematik, geometri, litteratur, filosofi och naturvetenskap föds här som vetenskapliga ämnen. Homeros, Sokrates, Platon, Aristoteles och Pytagoras är några av de personer som satt sina outplånliga avtryck i människans historia. Grekland är torrt. Vattenbristen tvingade tidigt fram en samhällelig vattenvård som främst omfattade allmänna vattentäcker och vattenleder men som också hade viss lagstiftnings- och bestraffningsmakt (se figur 2). I den allmänna vattenvården ingick en mängd lokala förbudslagar med straffbestämmelser mot förorening och annan förstöring av vatten liksom mot skadegörelse på brunnar och andra vattenanläggningar. Med indirekta bevis menar Gunnar Michelson (1994) att det antika Grekland också hade lagar om rätt till vatten för bruksvatten, ledande av vatten genom annans mark, bygge i vatten, bortledning av skadligt regnvattensflöde och rättsskydd. Han har också inspirerat sin son Staffan Michelson att skriva en bok om vattnets historiska betydelse för livskvalitetens och rättens framväxt i antikens Grekland och Rom (Michelson, 2007). Antikens badhus, fontäner och akvedukter har lämnat starka spår i civilisationen.

I en sådan kreativ miljö tog sig vattenförsörjningen många stimulerande uttryck. Och det är sant, här bland

de kanske 200 olika statsstäderna tog vattenförsörjningstekniken stora språng framåt.

Bland några av de olika delarna i utvecklingen kan nämnas:

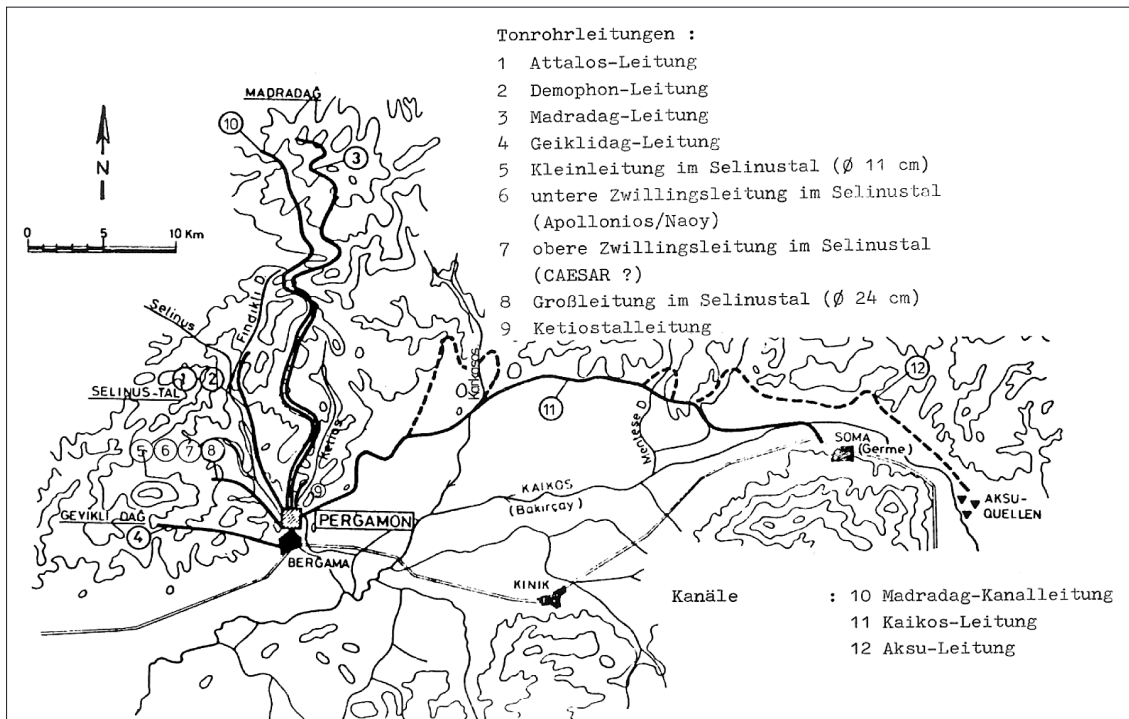
- Långväga överföringsledningar från områden med mycket vatten till mindre lyckligt lottade områden
- Publika och privata bad
- Utvinning av dricksvatten från källor vid förkastningar och karster
- Vattenhushållning: användning av vatten med olika renhetsgrad till olika ändamål (dricksvatten, renhållning, bevattning)
- Ledningar satta under tryck med hjälp av täta ledningar och sk sifoner, tryckavlastare

Vattentekniken hade icke sett sådana lösningar mer än i begränsad omfattning före ca 700 f Kr.

Genom framväxten av statsstäder med tämligen god ekonomi, stort behov av säker vattenförsörjning för att överleva krigshandlingar, belägringar och avspärrningar, och en optimistisk syn på framtiden kom dock många avancerade vattenförsörjningslösningar att se dagen ljus i Grekland. Det finns åtminstone 46 kända akvedukter från det grekiska området, varav åtminstone de från Aten, Aigina, Korint, Gortis, Kyra Vrisi, Knossos, Lindos, Lyttos, Megara, Mithimna, Mykene, Olympia, Nea



Figur 2. Regnvattenmagasin från bysantisk tid i Aten. Används numera av parkförvaltningen som redskapskyl.



Figur 3. Plan över Pergamons vattenförsörjning. Tonrohr = lerrör, Kanäle = akvedukter. Efter Garbrecht, 1978.

Olynthos, Pergamon (figur 3) och Samos uppfördes före romersk tid. I många städer har grekiska akvedukter kompletterats med romerska då vattenförbrukningen ökade. Så skedde tex. i Aten, Megara, Olympia och Samos.

I mytologin hyllades källnymfer som följeslagare till Artemis, naturens och jaktens gudinna. Källsprången sågs ofta som heliga och fick en arkitektonisk gestaltning, ett nymfeion, där nymfen kunde tillbedjas. Sådana är vanliga runt hela Medelhavet. På Filopapposkullen i Aten, mitt emot Parthenon, ligger Phyx källa, utbyggt i omgångar med en så stor bassäng att antika föremål förvarades inmurade där under andra världskriget för att skyddas mot plundring. Pythia, oraklet i Delphi, tvättade sig i vatten från Kastaliakällan innan hon kunde spå i framtiden. Alla besökare som rådfrågade henne skulle också tvätta sig rituellt i Kastaliakällan innan de fick närma sig templet. Det vatten Pythia drack inne i templet tog hon från en annan källa – Iassotis. När östroms kejsar Julianus (361–363) beslöt att all hednisk dyrkan skulle upphöra i det kristna riket, vilket inneslöt också oraklets verksamhet i Delfi, svarade den tjänstgörande Pythia till hans härold: »Säg din kung att det snidade templet har förfallit. Foibos har inte kvar något kapell, ingen spådomsalkov, ingen ängskälla. Strömmen är torr.» Religionen var viktig. Varje flod var en levande

gud och varje källa en levande gudinna. Eftersom gudarna var heliga, skulle ett övergrepp på en gudom eller dess egendom vara ett nidingsdåd. Gunnar Michelson (1994) redovisade hur antikens greker såg gudomligheternas ständiga närvaro i havets stormar och vågor, regndroppar, flodernas strömvirvlar och källornas porlande. Vid offer till källor och vattendrag var det viktigt att inte förorena vattnet: slaktades ett djuroffer åt en flodgud, skulle detta ske vid sidan av floden.

Dränering av städer var viktigt. Ån Eridanos började vid Lykavittoskullen i Aten, slingrade sig västerut genom staden förbi Akropolis och rann ut i den större floden Ilissos. Under 500-talet fKr började Eridanos stensättas för att öka genomflödet ned till Ilissos och för att minska problemet med översvämningar. Åbotten och sidorna kläddes med stora stenblock. Luktproblemen blev med tiden stora från ån. På kejsar Hadrianus tid slogs därför tegelvalv över Eridanos, så att den kulverterades helt. Valven täcktes av jord och ledningen kunde så med gott samvete användas som kloak när lukten stängdes in i kulverten. Vid utgrävningar för Atens tunnelbana frilades den bortglömda ån vid Monastirakis station, där en bit av den välgjorda kulverten är bevarad. I en tempelinskrift från Aten var det t.ex. förbjudet av religiösa skäl att kasta sopor och avfall i floden Ilissos för att inte förorena den (Michelson, 1994)

Den amerikanska forskaren Dora Crouch (1993) redovisar många förhållanden om grekiska städers vattenförsörjning. Hon konstaterar att de flesta antika städer i Grekland ligger där vattenförsörjningen är rikligt ordnad genom förkastningar och karster. Hon hävdar att det inte är möjligt att förstå lokaliseringen av grekiska städer eller städernas olika utvecklingsvägar om inte hänsyn tas till de lokala geologiska och hydrologiska förhållandena i respektive stad eller de utvinningsbara vattenvolymer där städerna är lokaliserade.

Särskilt menar hon att städerna lokaliseras till platser där riklig tillgång på vatten förelegat, särskilt till platser med förkastningar och karster. Som exempel nämner hon Akragas, Argos, Assos, Aten, Korint, Delos, Delfi, Gela, Gortys, Bysans, Posidonia, Priene, Rhodos, Samos, Selinus, Syrakusa, Thalos och Troja.

Hennes huvudtes är att man redan på förhand tagit hänsyn till vattenbehovet, genom att de flesta antika grekiska städer är lokaliserade till platser där vattenförsörjningen från början varit tillfredsställande. Eller anorlunda uttryckt, att en riklig vattentillgång har varit en förutsättning för en bosättning. Särskilt menar hon sig ha sett att grundvatten från karster och förkastningar var attraktivt och användes till städernas vattenförsörjning. Städerna ligger i regel placerade där trakten är mycket vacker, för att inte säga som vackrast. Crouch (1993) menar att det var en medveten placering, så att städerna hamnade där läget var som vackrast.

I många antika grekiska städer, som Korint och Aten användes vidare akvedukter för att flytta vatten från områden med rika vattentillgångar till områden med sämre förutsättningar, eller där befolkningen vuxit över de lokala vattenresurserna. Akvedukterna kunde också ligga

under jord, som kanaler i marken – quanaater. Hon menar sig ha sett många bevis på en utvecklad vattenhushållning. I det antika Grekland användes vattnet tre gånger: först som dricksvatten och i hushållet för matlagning, därpå som vatten för renhållning och bortskaffning av träck, och slutligen för konstbevattning och tillförsel av nyttiga näringsämnen till odlade växter. I städerna byggdes avlopps- och dräneringssystemen medvetet för att ta tillvara vattnet, så att inget gick förlorat. Alla olika grader av renhet (eller kanske snarare smutsighet) hade sin självklara användning. Till och med mycket salta eller svavelhaltiga vatten kunde komma till nytta som hälsovatten eller i olika badanläggningar. I de antika grekiska städerna fanns väl utbyggda system för dränering i samma utsträckning som vattenförsörjning. Inget vatten skulle förfaras. Ju längre söderut i medelhavsområdet städerna ligger, desto torrare är klimatet och desto viktigare är återanvändningen av redan nyttjat sekunda vatten.

I den viktiga staden Pergamon, i det nuvarande anatoliska Turkiet, löstes vattenförsörjningen genom inte mindre än 8 akvedukter, varav tre var hellenistiska och fem från senhellenistisk och romersk tid (figur 3). Vattnet ledades som längst från täkter nära sju mil från staden in till den. Längs med akvedukterna fanns flera sifoner placerade där ledningar avlastades från övertryck genom att vattenledningstrycket släpptes mot atmosfärstryck.

Centralt i all antik grekisk vattenförsörjning verkar ha varit att det skulle tillföras tillräckligt med friskt vatten för behoven och att städerna, i den mån de icke var lokaliserade där det på förhand fanns tillräckligt med färskvatten, organiserade projekt så att akvedukter och quanaater uppfördes för städerna behov. En annan



Figur 4. Vattenkälla vid Akropolis slänt.

bidragande orsak till den mångfald av olika vattenförsörjningslösningar som kom till användning i det antika Grekland var att de många statsstäderna var mer eller mindre självständiga och att olika städer kunde välja olika tekniska lösningar för att lösa vattenöverföringen från blöta till torra områden. Därför kunde också, under de ca 500 år som den antika grekiska kulturen stod på sin höjdpunkt, många olika sätt att lösa vattenförsörjningen testas, vilket innebar att olika erfarenheter kunde samlas in för att nå större insikt i hur en säker försörjning kunde byggas upp. Romarna använde i sin tur erfarenheter från de grekiska städerna då de utvecklade vattenförsörjningen i Romarriket.

Antikens kanske klokaste man, Solon i Aten, skrev en lag för atenarna. I denna stadgade han om vattenförsörjning att eftersom Aten inte var försörjt med vatten från perenna floder, ej heller sjöar eller rika källor, utan de flesta människor använde brunnar som hade grävts i marken, skulle människor i första hand hämta vatten från publika brunnar, om dessa låg inom ett avstånd av fyra stadier (ca 800 m) från hemmet. Låg brunnen längre bort, fick invånarna söka hitta eget grundvatten genom att gräva en egen brunn. Om de grävt tio famnar djupt utan att hitta vatten (drygt 18 m) hade de rätt att hämta vatten från grannbrunnar. Grannarna skulle tillåta att den nödställda hämtade fem congus (1 congus är ungefär 4 liter) med vatten två gånger per dag. »Ty han tänkte att det var hans plikt att hjälpa de behövande» skriver Plutarchos om Solons bevekelsegrund.

Det finns emellertid inga särskilda exempel på att de grekiska filosoferna brydde sig om så triviala förhållanden som vattenförsörjning. Filosofer som alla andra gillade vatten, vatten ingick som ett av de fyra elementen varmed världen var uppbyggd och berömt är Thales postulat att det främsta av de fyra elementen är vatten (Glover, 1945). För övrigt fanns det en mycket utbredd uppfattning bland de filosofiskt inriktade tänkarna att endast ägna sig åt teoretiskt spännande ämnen, medan enkla praktiska områden (vatten, mat, bygge, sjöfart, jordbruk osv) hörde till slavernas och de enkla borgarnas ansvarsområden. Undantaget var krigskonsten. Thukydides skriver att det var omöjligt att attackera Aiolosöarna sommardag, ty de saknade vatten. När atenarna belägrade ön Pylos blev de varse att det bara fanns en färskvattenkälla på ön, uppe i den belägrade borgen och den gav inte mycket. De flesta måste dricka av vattnet de fann när de grävde i gruset på stranden och »hurdant det var kan man lätt föreställa sig» säger Thukydides. Aristoteles konstaterade så i sin statslära, hur centralt det var för en stad från både försvars- och hygiensynpunkt att ha en rikedom på olika vattentäkter och att skilja dricksvattnet från avloppsvattnet. Samma principer gäller i både krig och fred och är än i dag lika aktuella.

Fyra grekiska praktiker omtalas med stor respekt när

det gäller vattenbyggnadskonst i Grekland. Det är Ktesibios, Filon, Heron från Alexandria och Arkimedes. Signifikant nog kommer alla från det grekiska rikets periferi. Ktesibios var grek och hellenist, verksam i Alexandria under första hälften av 200-talet f.Kr. Om Ktesibios är föga känt från samtida källor och inte heller är några av hans skrifter bevarade. Men senare källor betonar Ktesibios betydelse för utvecklingen av en rad hellenistiska uppfinningar, bland andra vattenuret (klepsydran), vattenorgeln, tryckpumpen och kugghjulet.

Filon från Byzantion var grekisk ingenjör och levde under andra hälften av 200-talet f.Kr. Han skrev ett teknologiskt kompendium i nio delar, varav fyra finns bevarade. De handlar om belägringsteknik, katapulter och lufttrycket. Filon tros vara den förste som beskrivit hur ett vattenhjul kunde drivas med underfall. Han var lärjunge till Ktesibios.

Arkimedes, ca 287–212 f.Kr., var grekisk matematiker verksam i Syrakusa. Från honom lär de bevingade orden »rubba inte mina cirklar!» komma. Enligt traditionen skall en romersk soldat ha stört honom då han ritade geometriska figurer i sanden. Soldaten dödade Arkimedes i alla fall. Arkimedes arbetade både praktiskt och teoretiskt och blev ryktbar redan under antiken för uppfinningar som ett mekaniskt planetarium och arkimedesskruven, förmodligen också kugghjulsväxlar. Som matematiker utvecklade han Eudoxos och Euklides geometri betydligt. Hans princip om kroppars jämvikt i vatten (summan av den undanträngda vätskans tyngdkraft är lika med vätskans lyftkraft) är fundamental i hydrostatiken och hans tillämpning av matematik för att studera jordiska fenomen har stimulerat arabiska, bysantinska och västerländska matematiker, bland dem Johannes Kepler och Galileo Galilei. Arkimedesskruven är en vattentransportör. Den består av en spiral som vrids runt sin axel i ett rör. När spiralen vinklas mot en vattenyta och vrids, så skruvas vattnet uppåt. Arkimedesskruven har använts sedan århundradena närmast före Kristi födelse för konstbevattning och länshållning av gruvor.

Heron från Alexandria var matematiker och fysiker och torde ha verkat omkring 50 eKr, men inget är känt om honom som person eller av hans liv. Lyckligtvis är flera av hans skrifter om teknik och mekanik bevarade och de sammantaget är den bäst kända redogörelsen för hur antiken hanterade tekniska och mekaniska problem. Snart sagt alla böcker innehåller viktiga åskådnings-exempel på grundläggande fysikaliska principer, varför nutidens forskare tror att Heron varit verksam som lärare vid biblioteket i Alexandria och använt böckerna som föreläsningsunderlag. Hans verk finns utgivna i fem band, i tysk översättning: *Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia* (1899–1914). *Mechanika* beskriver maskiner och deras användning, hur energi transporteras och omvandlas med kugghjul för att lyfta och flyta

tunga saker med mera. *Pneumatika* redogör för hur kraft överförs med luft, vatten eller ånga; här beskrivs den första kända ångmaskinen, med reaktionsdrift, här redogörs för sättet att bygga en vattenorgel och hur en vattenspump kan byggas med två parallellkopplade kolvar. *Dioptra* är ett kompendium i lantmåleri och sammanfattar hur en dioptra, den antika teodoliten, används. Här beskriver han också förhållandet mellan flöde (Q), tvärsnittsytan (A) och hastighet (v). »Det bör noteras att för att veta hur mycket vatten en källa ger, räcker det inte att känna ytan eller tvärsnittet av flödet... Det är viktigt att också känna flödets hastighet, då ju snabbare flödet är, desto mer vatten ger källan, och ju långsammare den är desto mindre...» Detta är den först implicita beskrivningen av ekvationen $Q=A \cdot v$. *Belopoika* beskrivs hur olika belägrings- och stridsmaskiner skall byggas, bland annat katapulter. *Metrica* är en matematisk-geometrisk samling om hur ytor och volymer av olika objekt kan beräknas. *Catoptrica* skildrar ljus, reflektion och speglar. I *Automata* redogör Heron för olika automater, som kan öppna och stänga tempeldörrar, leverera ett glas heligt vatten mot betalning i en myntspringa eller hålla upp ett glas vin ur en staty.

Referenser

- Politiken : Politika / Aristoteles ; översättning med inledning och kommentar av Karin Blomqvist, Partille : Åström, 1993
- Dora P. Crouch (1993) Water management in ancient Greek cities, Oxford University Press, New York
- G. Garbrecht (1978). Wasserwirtschaftliche Anlagen des antiken Pergamon: Die Durchleitung. Leichtweiss-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig, Mitteilungen Heft 60/1978
- Terrot Reaveley Glover (1945) Springs of Hellas and other Essays. Cambridge University Press
- Gunnar Michelson (1994) Vattenvård och rätt till vatten i forntidens Grekland, Studies in Mediterranean archaeology and literature, Partille
- Staffan Michelson (2007) Vatten. Natur och Kultur, Stockholm
- Plutarchos (1949) Levnadsteckningar över namnkunniga greker och romare / svensk översättning av Ivar A. Heikel. Söderströms förlag, Helsingfors
- Marie-Louise Winbladh (2001). Knossos. HELLENIKA nr 96

