

# Η αρχαία ελληνική τεχνολογία

*Μια βασικότατη πλευρά της ζωής των αρχαίων Ελλήνων, λιγότερο ίσως γνωστή απ' ό,τι η αρχαία Ελληνική φιλοσοφία και θρησκεία ή η στρατιωτική ιστορία των αρχαίων Ελλήνων, είναι η Τεχνολογία. Ένας πολιτισμός όμως δεν προσπελαίνεται χωρίς την κατανόηση βασικών κοινωνικών φαινομένων όπως η Οικονομία και η Τεχνολογία που την στηρίζει. Φαίνεται δε ότι αυτή η Τεχνολογία των αρχαίων Ελλήνων δεν ήταν πρώτη στις προτιμήσεις των μελετών-μας, ούτε και περιέχεται στη διδασκαλία της αρχαιοελληνικής Ιστορίας στα σχολεία-μας. Τόσο μεγάλες ήταν αυτές οι ελλείψεις, ώστε οδήγησαν μερικές φορές στον μύθο «οι αρχαίοι Έλληνες εχθρεύονταν την Τεχνολογία!».*



του  
**Θ. Π. Τάσιου,**  
καθηγητή Ε.Μ.Π.,  
προέδρου της Εταιρείας  
Μελέτης Αρχαίας  
Ελληνικής Τεχνολογίας

Όπως και σε κάθε κοινωνικό φαινόμενο, έτσι και στην Τεχνολογία, πρέπει καταρχήν να παρακολουθήσουμε ένα αρχικό στάδιο το οποίο περιλαμβάνει πλήθος **εισαγόμενων** επιρροών: Πλήθος εμπειρικών τεχνολογιών δεν αποκλείεται να είχαν φτάσει απ' την Εγγύς Ανατολή στις Ελληνίδες χώρες, στην Ιωνία, την Αττική και την Πελοπόννησο, και εφαρμόζονταν μέχρι τον 6ο π.Χ. αιώνα. Όπως δεν αποκλείεται κι όλες αυτές οι Τεχνολογίες να ήταν αυτόχθονες.

Όμως αυτή τη φορά, κάτι διαφορετικό άρχισε να γίνεται στην Τεχνολογία με τους Έλληνες: Σταδιακά

αλλά σίγουρα, μια καινούργια (κατεξοχήν ελληνική) δραστηριότητα, η **Επιστήμη**, αρχίζει να διαποτίζει την κληρονομημένη Τεχνολογία. Από αυτόν τον υμναιό θα προκύψουν καρποί πλούσιοι.

Πρώτον, χάρις στην Επιστήμη, η ίδια η Τεχνολογία γίνεται παραγωγικότερη (οικονομικότερη, ευρύτερης εφαρμογής), η δε τεχνολογική καινοτομία γίνεται ευχερέστερη (γρήγορη τεχνολογική πρόοδος). Δεύτερον, καθώς τώρα αλληλοσυμπληρώνονται Επιστήμη και Τεχνολογία, ένα νέο είδος αναγκών περιμένει να υπηρετηθεί από την Τεχνολογία: Πρόκειται για την ίδια την Επιστήμη, η οποία έχει ανάγκη από ποικίλα όργανα παρατηρήσεως και μετρήσεως. Τα «τεχνολογικά» αυτά προϊόντα θα είναι το αντίδωρο της Τεχνολογίας για όσα δωρήματα έλαβε από την Επιστήμη! Στην αρχαία Ελλάδα, η πολλαπλή σχέση Τεχνολογία - Επιστήμη - Τεχνολογία - Επιστήμη θα παρατηρηθεί πολλές φορές:

- Η εμπειρική τεχνική της μετρήσεως των χωραφιών μετεξελίσσεται στην επιστήμη της Γεωμετρίας. Έτσι, ο μέγας μαθηματικός Θαλής ο Μιλήσιος ήταν και Μηχανικός σπουδαίος: *τον Άλιν ποταμόν κατά τη δώρυχα εκτρεπόμενος εκ των αρχαίων ρεέθρων, Κροίσου στρατόν διεβίβασεν* (Ηρόδοτος, Ι, 70).
- Με τη σειρά της, τώρα, η επιστήμη της Γεωμετρίας γίνεται υπόβαθρο νέων εφαρμοσμένων επιστημών, όπως της Οπτικής, της Γεωγραφίας, της Αστρονομίας αλλά και της Στατικής.
- Άλλο ένα παράδειγμα διαλεκτικής σχέσεως ανάμεσα στην Επιστήμη και την Τεχνολογία στην αρχαία Ελλάδα ήταν η μουσική τεχνική: Η εμπειρική κλίμακα ήχων μετατρέπεται σε κλίμακα αντίστοιχων αριθμών από τον Πυθαγόρα. Και τότε, η κατασκευή μουσικών οργάνων γίνεται ευχερέστατη.

Δεν επιτρέπει εδώ ο χώρος να αναπτύξουμε τη θεμελιώδη **μετρητική** τεχνολογία και τα βασικά μηχανικά **εργαλεία** των αρχαίων Ελλήνων. Αυτά όμως ήταν



ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Ε.Μ.Ε.Τ.

## **Οδόμετρο του Ήρωνος.**

*Η κατασκευή αποτελείται από ένα σύμπλεγμα οδοντωτών τροχών οι οποίοι, εμπλεκόμενοι με ατέρμονες κοχλίες, μεταφέρουν την κίνηση του τροχού ενός άρματος και την μετατρέπουν σε μονάδες μέτρησης του μήκους. Οι τρεις δίσκοι στο πάνω μέρος του οδόμετρου καταγράφουν σε μονάδες μήκους την διανυθείσα απόσταση.  
(Μελέτη - κατασκευή: Δ. Κριάρης)*

η βασική αιτία για την μεγάλη ώθηση που έλαβε η Ελληνική Τεχνολογία, απ' τον 5ο π.Χ. έως τον 1ο μ.Χ. αιώνα.

Ακολουθεί εδώ (δειγματοληπτική μόνο) παράθεση ορισμένων επιτευγμάτων της Τεχνολογίας των Ελλήνων.

### Μεταλλευτική - Μεταλλουργία

Η νίκη των Αθηναίων στη Σαλαμίνα με 200 νεοαναπηγμένες τριήρεις, δεν είναι άσχετη του γεγονότος ότι, επί τρία χρόνια πριν, η παραγωγή αργύρου στο Λαύριο είχε φθάσει στο απόγειο (750 τάλαντα κατ' έτος). Κι αν έχασαν τον Πελοποννησιακό πόλεμο, είναι ίσως διότι τα μεταλλεία είχαν σχεδόν κλείσει (75 τάλαντα κατ' έτος). Βεβαίως, ούτε η μεταλλευτική ούτε η μεταλλουργία των Αθηναίων ήταν αρχικώς πρωτότυπες. Όμως, κατά τον 5ο αι. και τον 4ο αι. παρατηρείται μια άνθηση και μια συστηματοποίηση που ουδέποτε άλλοτε είχε παρατηρηθεί:

- Άνετες στοές εξορύξεως.
- Δίδυμα φρεάτια για την μηχανοποίηση της ανύψωσης φορτίων.
- Οργανωμένη μαζική εκκαμίνευση και τήξη.
- Νέες τεχνικές εξόρυξης των μεταλλευμάτων.
- Μηχανοποίηση της κοπής νομισμάτων.

### Στρατιωτική Τεχνική

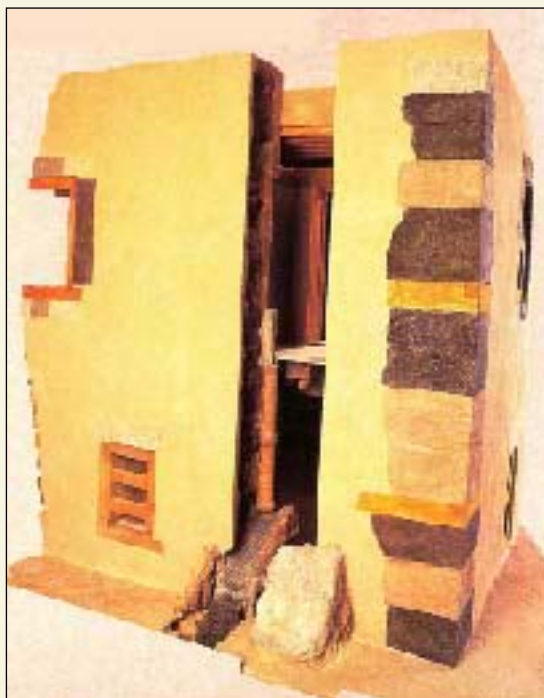
Εδώ πρόκειται για ένα **μόνιμο ιστορικό φαινόμενο** κι όχι για «επανάληψη» της Ιστορίας: Οι περισσότερες τεχνικές ανακαλύψεις γίνονται (ή, έστω, εφαρμόζονται ευρέως) για να εξυπηρετήσουν στρατιωτικές σκοπιμότητες. Αποφεύγοντας μια ηθικολογική προσέγγιση στο θέμα, παρατηρεί κανείς πως τούτο το φαινόμενο είναι εύλογο: Εδώ, το ψυχολογικό κίνητρο για την εφεύρεση είναι (δυστυχώς) έντονο, ενώ τα οικονομικά μέσα και η τεχνική υποστήριξη απεριόριστα (εξουσία, γαρ).

Βεβαίως, οι στρατιωτικές μηχανές (όπως και ένα μεγάλο μέρος της αρχαίας τεχνολογίας, όπως είπαμε) είναι προγενέστερες των Ελλήνων. Ο Ηρόδοτος (III, 52) περιγράφει πώς οι Πέρσες, εγκατεστημένοι στον Άρειο Πάγο, *όκως στυπέιον περί τους οϊστούς περιθέντες άψειαν, ετόξευον ες το φράγμα*.

Μόνο, όμως, μετά τον 5ο αι., μαζί με τις μεταβολές στην οχυρωτική (ή αντιστοιχία ήταν αναπόφευκτη), παρατηρείται ταχύτατη τεχνολογική πρόοδος και στα «επιθετικά» όπλα. Ακούστε πρώτα πώς ο Θουκυδίδης (Δ, 100) περιγράφει την κατά του Δηλίου επίθεση των Βοιωτών: *Κεραίαν μεγάλην δίχα πρίσαντες, εκοίλανον άπασαν και ξυνήρμωσαν άπασαν πάλιν ακριβώς ώσπερ αυλόν. Και επ' άκραν λέβητά τε ήρτησαν αλύσσει και ακροφύσιον από της κεραίας σιδηρούν ες αυτόν νεύον καθείτο, και εσεδιδήρωτο επί μέγα και του άλλου ξύλου. Προήγον δε εκ πολλού αμάξαις τω τείχει, και όποτε είη εγγύς, φύσας μέγας εσθέντες ες το προς εαυτών άκρον της κεραίας*

*εφύσων. Η δε πνοή ιούσα στεγανώς ες τον λέβητα (έχοντα άνθρακας τε ημμένους και θείον και πίσσαν), φλόγα εποίει μεγάλην και ήψε του τείχους. Το πρώτο φλογοβόλο της Ιστορίας είχε νικήσει την αθηναϊκή φρουρά του Δηλίου.*

Όμως, οι καιροί άλλαζαν, οι καταπέλτες που εφευρέθηκαν απ' τους μηχανικούς του Διονυσίου του Πρεσβύτερου (399 π.Χ.), το **ευθύτονον** και το **παλίντονον** (τριπλάσιας αρχικής δυνάμεως απ' το ευθύτονον) περιείχαν γεωμετρικές και μηχανικές συλλήψεις που δίκαια επαληθεύουν κι εδώ την πλησιότητα εισαγωγή του επιστημονικού πνεύματος στην τεχνολογία. Όταν δε ο μηχανικός του, ο Πολύειδος, κατασκευάσει την **ελέπολιν**, θα έχει εφεύρει το πρώτο θωρηκτό άρμα. Το ίδιο κι ο Επίμαχος



ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Ε.Μ.Α.Ε.Τ.

### Εγκατάσταση υγιεινής.

*Στο Ακρωτήρι της Θήρας ανασκάπτεται μια εντυπωσιακά διατηρημένη πόλη της εποχής του Χαλκού (~1500 π.Χ.). Στον άνω όροφο της λεγόμενης «Δυτικής Οικίας» υπάρχει εγκατάσταση υγιεινής απομονωμένη από το υπόλοιπο σπίτι με πλινθότοιχο. Σε εσοχή του εξωτερικού τοίχου έχουν κτιστεί δύο πεζούλια, ανάμεσα στα οποία υπάρχει κενό με οπή στο πάτωμα, η οποία αποτελεί το στόμιο αγωγού. Ο αγωγός καταλήγει σ' ένα άνοιγμα του τοίχου προς την εξωτερική πλευρά του κτηρίου. Τα απόβλητα χύνονταν σε φρεάτιο το οποίο συνδέεται με το κεντρικό δίκτυο του οικισμού.*

*Μέσα στο φρεάτιο βρέθηκαν πλάκες τοποθετημένες έτσι ώστε η ροή των αποβλήτων να επιταχύνεται, διατηρώντας το δίκτυο καθαρό. Επιπλέον, οι πλάκες αυτές απομονώνουν σε μεγάλο βαθμό το φρεάτιο από το σπίτι - σχηματίζουν δηλαδή ένα είδος «οσμοπαγίδας».*

*(Μελέτη - επίβλεψη: Κ. Παλυβού, Κατασκευή:*

*Β. Αντωνόπουλος - Σ. Καμενόπουλος - Γ. Κανέλλος)*



ο Αθηναίος (μηχανικός του Δημητρίου του Πολι-  
ορκητή): Η ελέπολις του Επιμάχου είχε 40 μ. ύψος,  
ήταν επενδυμένη εξωτερικά με σιδερένιες πλάκες,  
τα δε παράθυρα άνοιγαν με μηχανικά μέσα για να  
επιτρέψουν στα παντοειδή βλητικά μηχανήματα  
όλων των ορόφων να βάλλουν κατά του εχθρού. Το  
όλον εκινείτο πάνω σε οκτώ γιγαντιαίους τροχούς  
πάχους 1,0 μ. Η περιγραφή του Διοδώρου (XX, 91)  
κόβει την ανάσα! Ένας μάλιστα απ' τους καταπέλ-  
τες (του Διονύσου εκ Μαγνησίας) είχε το όνομα **πο-  
λυβόλον**, όπως μαρτυρεί ο Φίλων ο Βυζάντιος. Τέ-  
τοιες επιθετικές μηχανές ήταν φυσικό να προκαλέ-

σουν την ανάπτυξη αντίστοιχης αμυντικής τεχνο-  
λογίας. Ας αναφερθεί εδώ ένα απ' τα πιο ξακουστά  
παραδείγματα, η κατά των Ρωμαίων άμυνα των Συ-  
ρακουσών, με τη βοήθεια του αρχιμηχανικού Αρχι-  
μήδους: Επιβλητικοί γερανοί που ξαφνικά έβγαζαν  
τις μπούμες-τους έξω απ' τα τείχη, για να αρπάξουν  
τους πλωτούς πολιορκητικούς πύργους των Ρωμαί-  
ων, να τους σείσουν στον αέρα και να τους βροντή-  
ξουν στη θάλασσα! Σημειώνει και ο (κατά τα άλλα  
μάλλον αντι-τεχνικός) Πλούταρχος, (Μάρκελλος,  
XV): *Τας δε ναυσίν, από των τειχών, άφνω υπεραιω-  
ρούμεναι κεραιάι, τας μεν υπό βρήθους στηρίζοντας  
άνωθεν ωθούσας κατέδυσον εις βυθόν, τας δε χερσίν  
σιδηραίς ή στόμασιν εικασμένοις γερανών ανασπώ-  
σαι πρώραθεν, ορθάς επί πρύμναν εβάπτισον, ή δι'  
αντιτόνων ένδον επιστρεφόμεναι και περιαγόμεναι,  
τοίς υπό το τείχος πεφυκόσι κρημνοίς και σκοπέλοις  
προσήρασσον, άμα φθόρω πολλών των επιβατών συ-  
ντριβομένων.*

Η Τεχνολογία αναγνωρίζεται τώρα ως κύρια δύνα-  
μη, όταν ο ίδιος ο Μάρκελλος λέει (XVII) για τον Αρχι-  
μήδη: *...προς τον γεωμετρικόν τούτον Βριάρεων πολε-  
μούντες, ός τας μεν ναυς ημών καθίζων προς την θά-  
λασσαν, παίζων, μετ' αισχύνης εκβέβληκε, τους δε μυ-  
θικούς εκατόγχειρας υπεραίρει, τοσαύτα βάλλων άμα  
βέλη καθ' ημών.* Προσέξτε αυτό το «μετ' αισχύνης».  
Ακόμα δεν μπορούσε να συλλάβει ο νους-του πως κά-  
τι άψυχες μηχανές τον έκαναν καλά κι όχι ένας γεν-  
ναίος αντίπαλος. Λάθος μέγα, βέβαια. Η μηχανή είχε  
πίσω-της τα πιο ανθρώπινα χαρακτηριστικά: Όχι τα  
ζωώδη μπράτσα του μεχλιβάνη, αλλά τον ανθρώπι-  
νο νού του επιστήμονα.

### Τεχνικά έργα

Αναφέρθηκε ήδη η περίπτωση του Θαλή (6ος αι.)  
να εκτρέπει τον Άλυν ποταμόν. Κοντά στην Ιωνία πά-  
ντοτε, ο κυματοθραύστης της Σάμου (βάθος 35 μ., μή-  
κος 335 μ.) είναι από τα σημαντικότερα λιμενικά έργα  
της αρχαιότητας. Η σήραγγα όμως της Σάμου, έργο  
του Μεγαρέως Ευπαλίνου, παρουσιάζει ίσως το μεγα-  
λύτερο ενδιαφέρον: Με ύψος γύρω στα 2,0 μ. και μή-  
κος 835 μ. (εκτός απ' τα 400 μ. ορύγματος προσπελά-  
σεων) εντυπωσιάζει, ακόμα και για τα σημερινά δε-  
δομένα.

Σειρά έχει τώρα ένα ευρύτερο υδραυλικό έρ-  
γο, η αποξήρανση της λίμνης των Πτεχών (της λί-  
μνης Δύστου δηλαδή, στην νότιο Εύβοια). Σώζεται  
η **σύμβαση** του δήμου Ερετριέων με τον μηχανικό  
Χαιρεφάνη (330 π.Χ.). Περιγράφεται το έργο (κα-  
τασκευή αποχετευτικών αγωγών και δρυφράκτων,  
κατασκευή υδροδεξαμενής κ.ά.), δίνεται τετραε-  
τής προθεσμία, παρέχεται ατέλεια στα εισαγόμε-  
να υλικά, και ασυλία στον εργολάβο και στους ερ-  
γαζομένους κατά τη διάρκεια της τετραετίας. Προ-  
βλέπονται όμως και σαφείς ποινικές ρήτρες, υλικής  
και ηθικής φύσεως. Το σπουδαιότερο: Αυτό είναι το  
πρώτο γνωστό έργο Β.Ο.Τ. στον κόσμο – αυτοχρη-



ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Μ.Α.Ε.Τ.

### Αντλία Κτησιβίου.

Η εμβολοφόρος αντλία του Κτησιβίου (285 - 222 π.Χ.)  
θεωρείται μία από τις σημαντικότερες μηχανολογικές  
εφευρέσεις για την άντληση νερού, η οποία βρίσκει  
εφαρμογές εδώ και 23 αιώνες.

Αποτελείται από δύο όμοιους κυλίνδρους οι οποίοι  
στο εσωτερικό τους φέρουν έμβολα που κινούνται  
παλινδρομικά με τη βοήθεια μοχλού. Η κίνηση των  
εμβόλων δημιουργεί κενά αέρος και αναρρόφηση  
νερού, το οποίο μέσω σωλήνα μεταφέρεται έξω  
από τον χώρο όπου είναι βυθισμένη η αντλία. Για  
την κατασκευή του ομοιώματος έγινε συνδυαστική  
χρήση των στοιχείων που δίνουν στα βιβλία τους οι  
συγγραφείς Φίλων, Ήρων και Βιτρούβιος. Η παροχή  
της εμβολοφόρου αντλίας είναι 1 m<sup>3</sup>/h, με απόδοση  
περίπου 80%.

(Μελέτη - κατασκευή: Δ. Κριάρης)

ματοδοτούμενο δηλαδή έργο με 10-ετή παραχώρηση εκμετάλλευσης.

## Η Μεγάλη Αλεξάνδρεια

Στο ενοποιημένο γεωπολιτικό, οικονομικό και πολιτιστικό πλαίσιο του ελληνικού κόσμου ήταν φυσικό να ολοκληρωθεί η **στροφή** της ελληνικής σκέψεως προς αυτό που (πολύ - πολύ αργότερα) ο Νεύτων θα ονόμαζε Φυσική Φιλοσοφία. Αντί για την ερμηνεία του κόσμου από τα «έξω προς τα μέσα» (π.χ. αντί να ξεκινούν από τα τέσσερα στοιχεία της φύσεως ή τις γενικές αρχές), αναζητούν τώρα να συνδέσουν τα μικρογεγονότα της πραγματικότητας, για να τα κάνουν ενδεχομένως ν' αποκτήσουν νόημα. Έτσι, ψάχνουν τον Κόσμο από «μέσα προς τα έξω», μ' έναν τρόπο που προαναγγέλλει τον Γαλιλαίο. Τώρα, πολύ περισσότεροι αρέσκονται στην παρατήρηση, στη μέτρηση, στην κατασκευή. Και κάτι ακόμα: Οι μεγάλοι συγγραφείς μηχανικοί δεν είναι πλέον κτηματίες ή στρατηγοί. Ο Κτησίβιος (ο ιδρυτής της Αλεξανδρινής τεχνολογικής παράδοσης) ήταν γιος κουρέα, ενώ ο Ήρων (του οποίου το έργο θα επανεκδίδεται συνεχώς μέχρι τον 16ο αι. μ.Χ. στην Ευρώπη) εργαζόταν στην αρχή ως υποδηματοποιός.

Μια συντομότερη παρουσίαση του έργου των μηχανικών εκείνης της περιόδου εισάγει στο κλίμα της Αλεξανδρινής σχολής:

Σύγχρονος ή λίγο αρχαιότερος του Αρχιμήδους ο Κτησίβιος, επιστήμων Φυσικός κατ' αρχήν, «επεδείκνυε με παραδείγματα την φύση του αέρα και την δύναμη/ταχύτητα της κινήσεώς του» μας λέει ο Φίλων ο Βυζάντιος. Το **αερότονο** του Κτησιβίου ήταν μια μηχανή η οποία, συνδυάζοντας ένα ελατήριο και πεπιεσμένο αέρα, ήταν σε θέση να πετάει κατά διαστήματα πέτρες. Το σπουδαιότερο είναι πως το μηχανήμα περιλάμβανε και μεταλλικό κύλινδρο με έμβολο, έναν μηχανισμό μεγάλης τεχνικής σημασίας. Η μεγάλη δόξα, όμως, του Κτησιβίου ήσαν οι αντλίες του. Ο Βιτρούβιος τις περιγράφει ονομαστικά (και λεπτομερέστατα), ενώ ο Αρχιμήδης φαίνεται πως μάλλον βελτίωσε παρά εφηύρε την αντλία-κοχλία. Για τα επόμενα 2.000 χρόνια όλη η ανθρωπότητα αυτές τις αντλίες θα χρησιμοποιεί. Το χαρακτηριστικό του αλεξανδρινού πνεύματος, ήταν το εύρος των τεχνικών ενδιαφερόντων, αλλά και οι μεγαλύτερες πρακτικές δυνατότητες χάρις στην ευχερέστερη χρήση των μετάλλων. Ο Βιτρούβιος (X, 7) ομολογεί πως δεν ξέρει τι να πρωτοδιαλέξει απ' τις μηχανές του Κτησιβίου, και παραπέμπει τους ενδιαφερομένους στα βιβλία του μεγάλου Αλεξανδρινού...

Ο Φίλων ο Βυζάντιος (γύρω στο 250 π.Χ.) συνέγραψε βιβλία, σημαντικό μέρος των οποίων διασώζεται: *Μοχλοί, Πνευματικά, Κλεψύδρα, Πολιορκητική, Πολεμικά Μηχαναί, Οδοντωτοί τροχοί*. Αξίζει να προβληθεί το θέμα των οδοντωτών τροχών: Η μετά-

δοση δυνάμεως και ο πολλαπλασιασμός ή η υποδιείρηση περιστροφικών κινήσεων στηρίζονται στους τροχούς αυτούς. Ήταν μια μεγάλη στιγμή για τη Μηχανολογία. Τα *Πνευματικά* του Φίλωνος είναι μια πραγματεία Φυσικής για υγρά και αέρια, χωρίς όμως ακόμα να αποτελεί άρτιο επιστημονικό σύστημα. Περιλαμβάνει ωστόσο πολλά διδακτικά πειράματα. Οι μεταλλουργικές γνώσεις του Φίλωνος είναι προχωρημένες: Δικαιολογεί λεπτομερώς τον Κτησίβιο που είχε συστήσει την αντικατάσταση του «νευροτόνου με το χαλκότονον». Πρόκειται για την αντικατάσταση των ινών των ζώων με καταλλήλως θερμοσφρηλατούμενα ελάσματα κρατερώματος. Ο Φίλων, τέλος, τιμά την αλεξανδρινή τάση προς τους αυτοματισμούς, πάνω στους οποίους ο Κτησίβιος τόσο είχε εργασθεί. Η σωζόμενη αραβική μετάφραση των *Πνευματικών*-του είναι θησαυρός τέτοιων παιγνίων: Ο αέρας, τα υγρά, η φωτιά, οι πλωτήρες, οι οδοντωτοί κανόνες προσφέρουν πλούσιο οπλοστάσιο για μια καινούργια τεχνολογία (τους αυτοματισμούς), που δυστυχώς δεν πρόλαβε τότε να ολοκληρωθεί - όμως θα τροφοδοτούσε όλη την Ευρώπη για άλλα 1500 χρόνια...



ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Ε.Μ.Α.Ε.Τ.

### **Έλεγχος στάθμης υγρού Φίλωνος.**

Η συσκευή αποτελείται από στεγανό δοχείο και κύπελλο τα οποία συνδέονται ανάμεσά τους με έναν υδραυλικό μηχανισμό. Αν αφαιρέσει κανείς ορισμένη ποσότητα υγρού από το κύπελλο, τότε ίση ποσότητα υγρού ρέει από το στόμιο του δοχείου, μέχρις ότου αποκατασταθεί πάλι η αρχική ισορροπία.

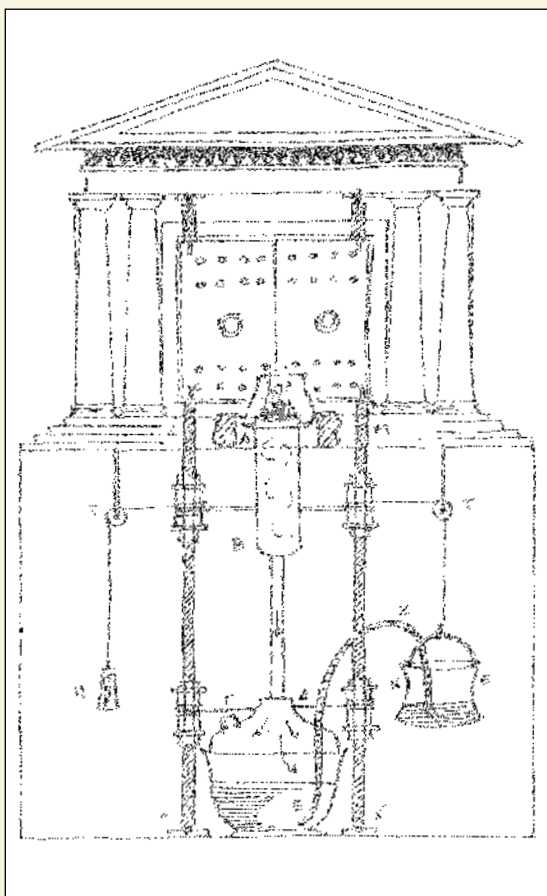
(Μελέτη - κατασκευή: Δ. Καλλιγερόπουλος)



Οκτακόσια χρόνια παράδοση τελείωνε σχεδόν με τον Ήρωνα, το κύριο χαρακτηριστικό-της όμως δεν αλλοιωνόταν: Ο Ήρων ο Αλεξανδρινός ήταν πάνω απ' όλα επιστήμονας μεγάλου εύρους και βάθους. Τα διασωθέντα βιβλία-του ανήκουν σε τρεις κυρίως κατηγορίες, τα γενικά επιστημονικά (*Μετρητική, Μηχανική, Βαρούλλκος*), τα αναφερόμενα σε εφαρμοσμένες επιστήμες (*Πνευματικά, Περί Διόπτρας*), και τεχνολογικά (*Περί υδρίων υροσκοπίων, Βελοποιϊκά, Χειροβαλίστρας κατασκευή και Αυτοματοποιητική*). Στη *Μηχανική* του, έργο ωριμότητας, αναφέρεται συχνότατα επωνύμως στον Αριστοτέλη, στον Αρχιμήδη και στον Φίλωνα. Νέα μηχανήματα, όπως τα παντοειδή πιεστήρια, παρουσιάζονται για πρώτη φορά. Κάθε μηχανήμα αναλύεται σε απλούστερα τμήματά-του, που ανάγονται με τη σειρά τους σε μοχλούς, με βασική γεωμετρική ερμηνεία. Μέθοδος, λοιπόν, επιστημονική και διδακτική - παρ' όλο που τα βιβλία έχουν στόχο τις εφαρμογές. Υπάρχουν όμως και ερωτήματα, όπως «το γιατί ένα πεπλατυσμένο σώμα πέφτει βραδύτερα από σφαίραν ίσου βάρους», που μένουν (τραγικώς, θα έλεγα) αναπάντητα: Η επιστήμη θα είχε να κάμει ακόμα δρόμο

πολύν - αν δεν διεκόπτετο... Στα *Πνευματικά* (σίφωνες, λάμπες, αντλίες, υδραυλικά μουσικά όργανα) βρισκόμαστε στην ατμόσφαιρα του Φίλωνος, αλλά με πολύ περισσότερες εφαρμογές, ιδίως με την κινητήρια δύναμη του ατμού. Όχι, δεν είχαν φτάσει ακόμα στην ατμομηχανή του Watt - ωστόσο, αρκετές βασικές γνώσεις είχαν ήδη αποκτηθεί: Η ωστική και η κινητήρια δύναμη του ατμού, καθώς και οι ιδιότητες-του κατά τη συμπίεση και τη διαστολή-του, αλλά και η γνώση των αναγκαίων αυτοματισμών για τη ρύθμιση τροφοδοσίας ατμού. Έτσι, ο περίφημος **ατμοστρόβιλος** του Ήρωνος μπορεί στα μάτια-σας να μοιάζει με παιχνίδι, συνιστά όμως μια διανοητική επανάσταση. Και θα είναι ο μόνος πρόδρομος της ατμομηχανής για τα επόμενα 1000 χρόνια... Με τέτοια δεδομένα, δεν είναι καθόλου περίεργο που τα έργα του Ήρωνος γνώριζαν αλλεπάλληλες εκδόσεις σ' όλο τον κόσμο, μέχρι και το 1578 μ.Χ., οπότε δημοσιεύτηκε η τελευταία ιταλική έκδοση. Γιατί αυτό; Άραγε, μόνο από τον 17ο αι. και ύστερα οι γνώσεις-μας ξεπέρασαν το εύρος της τεχνολογικής παιδείας των Ελλήνων;

π



ΠΗΓΗ: ΑΡΧΕΙΟ Ε.Μ.Α.Ε.Τ.

#### **Αυτόματες πύλες ναού**

*Το Θεώρημα 38 των Πνευματικών του Ήρωνος περιγράφει την αυτόματη λειτουργία των πυλών ενός ιερού ναού: «Ναός κατασκευάζεται, έτσι ώστε μόλις ανάψει φωτιά σε βωμό που βρίσκεται στην είσοδό του και γίνει θυσία, οι πόρτες του ναού να ανοίγουν αυτόματα, και μόλις σβήσει η φωτιά πάλι να κλείνουν.»*

*Ο Ήρων αξιοποιεί στον μηχανισμό αυτό τη διαστολή του θερμαινόμενου αέρα κάτω από τον βωμό. Με την πίεση του αέρα, μεταφέρει υγρό από ένα σταθερό σε ένα κινητό δοχείο, και κατόπιν χρησιμοποιεί σύστημα τροχαλιών και αντίβαρων για την περιστροφή των πυλών του ναού. (Μελέτη - κατασκευή: Δ. Καλλιγερόπουλος)*