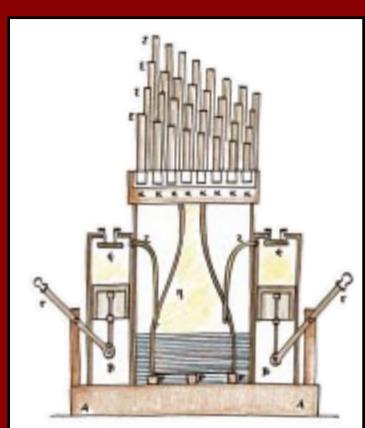
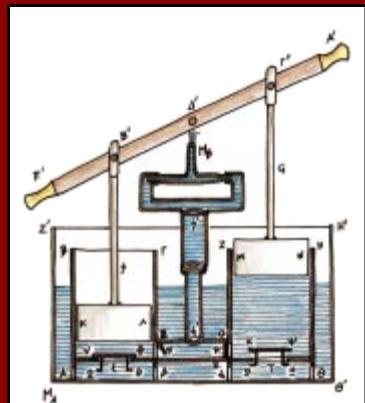
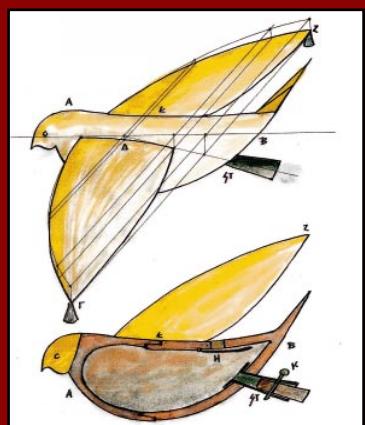
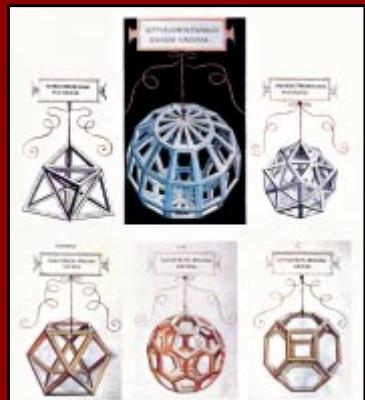




αφιέρωμα.

Σάββατο 4 Μαρτίου 2000

# Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ



# Οι αρχαίοι θαυματοποιοί



# αφιέρωμα •

**Οι ρίζες της ευρωπαϊκής  
τεχνικής σκέψης**

Η μελέτη, η ανάδειξη, η αναγέννηση της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας έχει τριπλό σκοπό:  
**Πρώτο,** να αποκαταστήσει μια κοινωνική αδικία. Να αντιταχθεί στο διαχωρισμό της τεχνολογίας από την κοινωνία, την επιστήμη, την τέχνη και τον άνθρωπο. Να αντιστρατεύει την υποτίμηση της τεχνολογίας σε αντιπαραβολή με τη φιλοσοφία, την ποίηση, τη θεωρητική και καλλιτεχνική δημιουργία. Να γεφυρώσει το χάσμα που χωρίζει τις τεχνικές από τις θεωρητικές επιστήμες, την τεχνική από την κλασική παιδεία. **Δεύτερο,** να διορθώσει μιαν ιστορική διαστρέβλωση. Να δείξει ότι ο αρχαίος ελληνικός πολιτισμός διαθέτει πλάι στην απαράμιλλη ποίηση, φιλοσοφία και τέχνη, μια βαθύτατη τεχνολογική γνώση και εμπειρία. Να αποκαλύψει το νήμα που συνδέει την αρχαία ελληνική τεχνική δεξιότητα με τις τεχνικές επινοήσεις της Αναγέννησης. Να αποκαταστήσει τη συνέχεια της ευρωπαϊκής τεχνικής σκέψης. **Τρίτο,** να ανοίξει νέους δρόμους για τους νέους. Να διεγέρει το ενδιαφέρον τους για μια σύγχρονη, δημιουργική θεώρηση της αρχαιότητας και της Ιστορίας από την τεχνολογική σκοπιά. Να συμβάλλει στην αναγέννηση της αρχαίας ελληνικής τεχνολογικής παράδοσης, στην ανάπτυξη της εφευρετικής τεχνικής σκέψης, στην καλλιέργεια τεχνολογικής συνείδησης, στη διαμόρφωση ηθικών, πνευματικών και αισθητικών αξιών για το σύγχρονο περιεχόμενο της τεχνολογίας. Τους στόχους αυτούς προβάλλει ο εξάλλου και ο μεγάλος ερευνητής της αρχαίας τεχνικής, Γερμανός φιλόλογος **Hermann Diels**, στον πρόλογο του βιβλίου του, *Αρχαία Τεχνική*, Βερολίνο 1914, που παραθέτουμε στο τέλος του αφιερώματος. Τους ίδιους στόχους αποσκοπεί να υπηρετήσει και η, αποσπασματική έστω, επιλογή των θεμάτων που πραγματεύεται το αφιέρωμα αυτό.

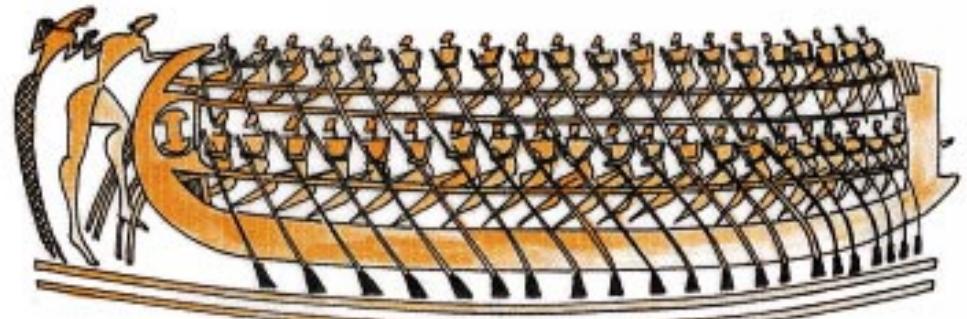
ΕΓΡΑΦΕ ΚΑΙ  
ΕΠΙΜΕΛΗΘΗΚΕ  
Ο ΔΗΜΗΤΡΗΣ  
ΚΑΛΛΙΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ

Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος, δρ τεχνικών επιστημών, καθηγητής Τμήματος Αυτοματισμού ΤΕΙ Πειραιά

αφιέρωμα:

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: **ΒΑΓΓΕΛΗΣ ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ**  
ΣΥΝΤΑΞΗ ΥΛΗΣ: **ΝΑΣΟΣ ΓΚΟΛΕΜΗΣ**  
ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ: **ΠΑΝΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ** ΕΞΩΦΥΛΛΟ: **ΒΑΓΓΕΛΗΣ ΜΑΛΑΞΙΑΝΑΚΗΣ** ΠΑΡΑΓΩΓΗ: **ΦΩΤΟΕΚΔΟΤΙΚΗ Α.Ε.**

# Τεχνολογία- κοινωνία: βίοι παρά�ητοι



Μεγάλο πεντηκόντορος, πλοίο με πενήντα κουπιά, από γεωμετρική λεκάνη του 8ου π.Χ. αι.

**T**α βήματα που έκαναν στην πορεία τους η τεχνική σκέψη και η τεχνολογία είναι συνταιριασμένα με τα βήματα που έκανε η ανθρώπινη σκέψη γενικότερα, η ανθρώπινη δημιουργία, η ανθρώπινη κοινωνία.

1. Στην πρώτη, τη συλλεκτική περίοδο του ανθρώπου, τη μητριαρχική περίοδο των γενών, αναπτύσσεται η τέχνη του κυνηγιού. Ο άνθρωπος αξιοποιεί στο έπακρο τη δύναμη του, τη φυσική, τη χειρωνακτική του δύναμη.

Με τα χέρια του δουλεύει τα πρώτα υλικά, το ξύλο, το κόκαλο, την πέτρα και αργότερα τον πηλό. Με το νου και την εμπειρία του ανακαλύπτει τη φωτιά, «δάσκαλο κάθε τέχνης» κατά τον Προμηθέα του Αισχύλου.

Με τη δεξιότητα του χεριού του κατασκευάζει εργαλεία, όπως το ρόπαλο, το ακόντιο, τον πέλεκυ και επινοεί τις πρώτες απλές μηχανές, όπως το τάξο.

Και η πρώτη αυτή τεχνική του σκέψη συμβαδίζει με τον πρωτόγονο τρόπο ζωής του, με την πάλη του για να δαμάσει τη φύση, με το δέος του για το άγνωστο, με την εξίσου πρωτόγονη, φανταστική συμβολική ερμηνεία του κόσμου που επιδιώκει.

2. Ακολουθεί η αγροτική περίοδος του ανθρώπου, όπου αναπτύσσεται η τεχνική γεωργίας. Ο άνθρωπος μαθαίνει από τη φύση. Μαθαίνει να δουλεύει τη γη, να την οργάνωει, να την ποτίζει, να τη βοηθά ν' ανθίσει. Η τεχνική του σκέψη διευρύνεται με την παρατήρηση, τη δοκιμή, τον πει-

ραματισμό.

Στην αρχή δουλεύει το ξύλινο αλέτρι και σταδιακά αξιοποιεί τη δύναμη των ζώων ως βασική πηγή ενέργειας.

Εφευρίσκει τεχνικές για την άντληση και την ανύψωση του νερού, όπως τον υδρομοχλό, τεχνικές για την κατασκευή καναλιών και διωρύγων, φραγμάτων και τεχνητών λιμών.

Αναπτύσσει την κεραμική τέχνη, εφευρίσκει τη μηχανή του κεραμικού τροχού, μαθαίνει να ψήνει τον πηλό και να φτιάχνει έτσι τη δική του χειροποίητη πέτρα.

Επινοεί τα πρώτα πλωτά μέσα και οδηγείται στην κατασκευή οικημάτων, που ξεκινούν από καλύβες για να φθάσουν στη χοήση τεράστιων ογκόλιθων και την ανύψωση θεράπειαν μνημείων και πυραμίδων.

Ετσι δημιουργούνται οι μεγάλοι παραστοτάμοι πολιτισμοί της Βαβυλώνας και της Αιγύπτου.

Κατά την περίοδο αυτή, τη δύναμη, τη οδόμη, την αντειοσύνη αντικαθιστά ο μόχθος, η κούναση, η σκληρή δουλειά και παραστήλη η μεθοδικότητα, η οργάνωση, η πειθαρχία. Ο άνθρωπος παράγει πια, δεν τα βρίσκει έτοιμα. Η μιθική του σκέψη πλέθει φανταστικά μυθολογικά όντα της ζωής και του θανάτου. Στην κοινωνία διαμορφώνεται μια έντονη πυραμιδωτή δομή και οι χειρονακτες γίνονται σκλάβοι.

3. Σταθμό στην εξέλιξη των ανθρώπινων κοινωνιών αποτέλεσε η ανακάλυψη των μετάλλων. Ο χρυσός, ο άργυρος, ο χαλκός και αργότερα ο σίδηρος διαμόρφω-





**Αγροτική σκηνή  
από τη μουσική  
ασπίδα του Αχιλλέα**

## Επιστήμονες, μηχανικοί και τεχνικοί, που οδηγούν τη σκέψη ώς τις μέρες μας



σκευή του ναού της Ήρας στη Σάμο, κατασκεύασε το **Λαβύρινθο** της Λήμνου, πελώριο κτίσμα με 150 κίονες, μαζί με τον **Σμίλι τον Αιγινίτη**.

- **Εκαταίος ο Μιλήσιος** (560-480 π.Χ.) γεωγράφος, χαρτογράφος, πρόδρομος της επιστημονικής γεωγραφίας, σχεδίασε πρώτος το **χάρτη της Γης**.
- **Γλαύκος ο Χίος** (600-550 π.Χ.), μεταλλουργός, εφήρυρε πρώτος τη μέθοδο **συγκόλλησης του σιδήρου**.
- **Ανάχαρος ο Σκύθης** (τέλος 6ου αι. π.Χ.), εφευρέτης του **κεφαλοπού τροχού**.
- **Μανδροκλῆς ο Σάμιος** (6ος αι. π.Χ.), μηχανικός, κατασκεύασε την **πλωτή γέφυρα** του Βοσπόρου κατ' εντολή του Δαρείου.
- **Αρπαλος ο Σάμιος** (τέλη 6ου - αρχές 5ου αι. π.Χ.), μηχανικός, κατασκεύασε συνδέοντας μεταξύ τους δύο σειρές πλοιών, **τη γέφυρα του Ελλήσποντου** κατ' εντολήν του Ξέρξη, 480 π.Χ.

**5.** Στην ακμή τους οι πόλεις-κράτη, και ιδιαίτερα η Αθήνα, ολοκληρώνουν τη διάσπαση ανάμεσα στη φιλοσοφική, την επιστημονική, τη θεωρητική σκέψη από τη μια μεριά και την τεχνική σκέψη από την άλλη. Ολοκληρώνουν κοινωνικά και το χάσμα ανάμεσα στους ελεύθερους και τους δούλους, ανάμεσα στην ελεύθερη πνευματική δημιουργία και την εξαρτημένη χειρωνακτική εργασία.

Η ανάγκη διαμόρφωσης της νέας πολιτείας στρέφει την ανθρώπινη σκέψη από τη μελέτη του υλικού κόσμου και της φύσης προς τη μελέτη της φύσης του ανθρώπου και της κοινωνίας του.

Κι όμως τότε, πλάι στην ανάπτυξη της θεωρητικής της αιφαιρετικής σκέψης, των φιλοσοφικών στοχασμών, των αφηρημάτων ιδεών και κατηγοριών, της ηθικής και της λογικής, της θεολογίας και της ψυχολογίας, της ποίησης και της τέχνης, επιχειρείται η διαμόρφωση των φυσικών επιστημών, της γεωμετρίας και των μαθηματικών, της αστρονομίας, της ιατρικής και της μουσικής, της γεωγραφίας και της βιολογίας, της φυσικής και της μηχανικής, καλλιεργούνται οι εφαρμοσμένες τέχνες, διπλωτικά αναπτύσσονται στον αντίποδα της κοινωνικής ανισότητας οι ιδέες της δημοκρατίας, της αρετής, της δικαιοσύνης, της πολιτείας, της Νέμεσης και της Αιδούς.

Στα κλασικά αυτά χρόνια, τη λεγόμενη **Αθηναϊκή Περίοδο** της ελληνικής αρχαιότητας, από το 480 έως το 330 π.Χ., κατασκεύαζοντας αριστουργήματα αρχιτεκτονικής, όπως ο **Παρθενώνας**, περίφημα έργα αγαλματοποίias, μεταλλοτεχνίας, κεραμικής, ζωγραφικής, μεγάλα τεχνικά έργα, λιμάνια, τείχη, σηραγγες, υδραγωγεία, εξελιγμένα ορυχεία αργύρου, χαλκού και σιδήρου, εξελιγμένα ναυπηγεία.

Ο κλασικός κόσμος ολοκληρώνεται όχι μόνο στη θεωρητική σκέψη, αλλά και στην τεχνική δημιουργία.

Από τη μια μεριά, αναδεικνύονται οι σημαντικότεροι σοφιστές και φιλόσοφοι της αρχαιότητας:

- **Πρωταγόρας από τα Αβδηρα** (480 - 411 π.Χ.), σοφιστής, δάσκαλος της διαλεκτικής, μελετητής της προϊστορίας στο έργο



# Οι άνδρωποι που έγιναν... δεοί

περίοδο, εξέχοντες μηχανικοί αρχιτέκτονες όπως:

- **Σωκράτης** (469 - 399 π.Χ.), φιλόσοφος, εισήγαγε τη διαλεκτική άρνηση «εν οίδα ότι ουδὲν οίδα».

- **Πλάτων** (427 - 348 π.Χ.), φιλόσοφος, θεμελίωσε τη θεωρία των ιδεών.

- **Αριστοτέλης** (384 - 322 π.Χ.), φιλόσοφος, μαθηματικός, αστρονόμος, φυσικός, μηχανικός, στα έργα του «Περὶ φυσικῆς αριστούσεως» και «Μετά τα φυσικά», θεμελίωσε τις αρχές των φυσικών επιστημών, στη «Λογική» του διατύπωσε τα βασικά αξιώματα των λογικών συλλογισμών, ενώ ανάμεσα στα έργα του συγκαταλέγονται και τα «Μηχανικά προβλήματα», όπου ασχολήθηκε με ζητήματα της κίνησης και της δυναμικής των σωμάτων.

Από την άλλη μεριά παρατάσσονται, στην ίδια



Ο Φάρος της Αλεξανδρείας

- **Πολύκλειτος ο Αργείος** (4ος αι. π.Χ.), αρχιτέκτων, κατασκεύασε το **θέατρο της Επιδαύρου**, 350 π.Χ. και το «Θόλον» στο Ασκληπιείον της Επιδαύρου.

Και αναδεικνύονται επίσης την περίοδο αυτή εξίσου σημαντικοί επιστήμονες και τεχνικοί μηχανικοί όπως:

- **Εύδοξος ο Κνίδιος** (408 - 355 π.Χ.), μαθηματικός, αστρονόμος, ιδρυτής της ουράνιας μηχανικής, κατασκεύασε ομοίωμα της ουράνιας σφαίρας, εφήρυσε τη διόπτρα, τον αστρολάβο και τον «πόλο», ενά συνθέτο σφαιρικό αστρονομικό δρύανο.

- **Αρχύτας ο Ταραντίνος** (430 - 350 π.Χ.), μαθηματικός, μηχανικός, φίλος του Πλάτωνα, ιδρυτής της επιστημονικής μηχανικής, κατασκεύασε πετομηχανή, αυτόματο δηλαδή περιστέρι που πετά.

- **Διονύσιος ο Πρεσβύτερος** (Συρακούσες, 430 - 367 π.Χ.), φιλόσοφος, μηχανικός, ιδρυτής της «Κέντρου Ερευνας και Τεχνολογίας» για τη μελέτη και κατασκευή πολεμικών μηχανών.

- **Αρτέμιων ο Κλαζομένιος** (5ος αι. π.Χ.), μηχανικός που κατασκεύασε με εντολή του Περικλή πολύπλοκες πολεμικές μηχανές.

Είναι όμως στην τελευταία φάση της 6. ελληνικής αρχαιότητας, στη φάση που απολούθει τη μεγάλη εκστρατεία του Αλέξανδρου, στην **Αλεξανδρινή ή Ελληνιστική Περίοδο** μετά το 330 π.Χ., όπου η ελληνική σκέψη συμφιλιώνεται, ενώνεται και αφομοιώνεται την παράδοση, τη σοφία, την πείρα, την τεχνική γνώση των άλλων μεσογειακών πολιτισμών, του περσικού, του βαβυλωνιακού και του αιγυπτιακού, αντλεί στοιχεία ακόμη και από τον Ιν-



## Στα χρόνια του Αλεξάνδρου η μεγάλη άνθηση των δετικών επιστημών

μηχανών.

□ **Διάδης ο Πελλαιός**, μηχανικός, εφεύρετης νέων πολιορκητικών μηχανών και κινητών πύρων.

□ **Γόργος ο Ιάσιος**, μεταλλουργός μηχανικός, ειδικός στην κατασκευή μεταλλείων και στη διάνοιξη σηράγγων.

□ **Κράτης ο Ολύνθιος**, υδραυλικός μηχανικός, κατασκευάσεις διώρυγες και τάφρους, σχεδίασε το σύστημα ύδρευσης της Αλεξανδρείας, κατασκευάσεις το σύστημα αποχετευτικών έργων για την αποξήρανση της λίμνης της Κωπαΐδας.

□ **Δεινοκράτης ο Ρόδιος**, αρχιτέκτων πολεοδόμων, τεχνικός σύμβουλος του Αλεξανδρού, πολεοδόμησε την πόλη της Αλεξανδρείας.

Παράλληλα αναδεικνύονται κορυφαίοι θετικοί επιστήμονες, ερευνητές, αστρονόμοι:

□ **Ευκλείδης ο Αλεξανδρεύς** (περίπου 300 π.Χ.), μαθηματικός, εργάστηκε στο Μουσείο και τη Βιβλιοθήκη της Αλεξανδρείας όπου θεμελίωσε την επιστημονική γεωμετρία.

□ **Αρχιμήδης ο Συρακούσιος** (287 - 212 π.Χ.), μαθηματικός και μηχανικός, σπουδαίας στην Αλεξανδρεία, θεμελίωσε την υδροστατική, εφήρε τον κοχλία, ως αντιτική μηχανή, το βαρούλκο, ως μηχανή έλξης βαρών, το τηλεβόλο, το πλανητάριο ή «σφαίρα του Αρχιμήδους», το οδόμετρο, το υδραυλικό «φωλόγιον» και πολλές πολεμικές μηχανές, κάτοπτρα, γερανούς και καταπέλτες, που εφάρμοσε κατά την πολιορκία των Συρακουσών.

□ **Αρίσταρχος ο Σάμιος** (320 - 250 π.Χ.) αστρονόμος, εργάστηκε στην Αλεξανδρεία και εισήγαγε το ηλιοκεντρικό σύστημα.

□ **Ερατοσθένης ο Κυρηναίος** (276 - 194 π.Χ.) αστρονόμος, γεωγράφος, διευθυντής της Βιβλιοθήκης της Αλεξανδρείας, απέδειξε τη σφαιρικότητα της Γης, κατασκεύασε τις πρώτες αριθμομηχανές.

□ **Ιππαρχος ο Ρόδιος** (190 - 120 π.Χ.), αστρονόμος, θεμελίωσε την επιστημονική αστρονομία, διαπίστωσε τη σφαιρικότητα της Γης, εφήρε το δργανό αστρολάβος.

Αρχιτέκτονες μηχανικοί:

□ **Σώστρατος ο Κνίδιος** (405 - 305 π.Χ.), αρχιτέκτων και μηχανικός, κατασκεύασε το Φάρο της Αλεξανδρείας με τον πλούσιο εσωτερικό μηχανολογικό εξοπλισμό του.

□ **Χάρης ο Λίνδιος** (Ρόδος, αρχές 3ου αι. π.Χ.), αρχιτέκτων, γλύπτης, κατασκεύασε το ορειχάλκινο άγαλμα του Κολοσσού της Ρόδου.

Μηχανικοί, κατασκευαστές πολεμικών μηχανών και πλοίων:

□ **Αρχίας ο Κορίνθιος** (τέλη 3ου αι. π.Χ.), αρχιτέκτων, ναυπηγός, κατασκεύασε το γιγάντιο πλοίο Συρακουσία, κάτω από την εποπτεία του Αρχιμήδη, 240 π.Χ.

□ **Ηγήτωρ ο Βυζάντιος** (405 αι. π.Χ.), μηχανικός, εφεύρετης των πολιορκητικών μηχα-

νών κριού και χελώνης.

□ **Καλλίας ο Ρόδιος** (τέλος 4ου αι. π.Χ.), μηχανικός, τεχνικός σύμβουλος του βασιλιά της Μακεδονίας Δημήτριου του Πολιορκητή, κατασκεύασε την πολιορκητική μηχανή **Μεγάλη Ελέπολις**.

□ **Διονύσιος ο Πολιορκητής** (Αλεξανδρεία, 3ος αι. π.Χ.), μηχανικός, εφεύρετης, κατασκεύασε τον πολύβολο **καταπέλτη**.

□ **Ηρακλείδης ο Μηχανικός** (Τάραντας, τέλος 3ου - αρχές 2ου αι. π.Χ.) εφήρε την πολιορκητική μηχανή **Σαμβύκη**.

Μηχανικοί, κατασκευαστές ωρολογίων, οργάνων και τηλεπικονιωνιακών συστημάτων:

□ **Κλεόξενος ο Μηχανικός** (τέλος 3ου αι. π.Χ.), μηχανικός, εφήρε σύστημα μετάδοσης μηνυμάτων με πυροσύνη, κωδικοποιώντας το ελληνικό αλφάριθμο σε πίνακα 5x5 τετραγωνών.

□ **Παρμενίων ο Μακεδών** (Αλεξανδρεία, 4ος αι. π.Χ.), αρχιτέκτων, εφεύρετης, κατασκεύασε το **ηλιακό ωρολόγιο των Φιλίππων**, ένα φορητό αστρονομικό όργανο.

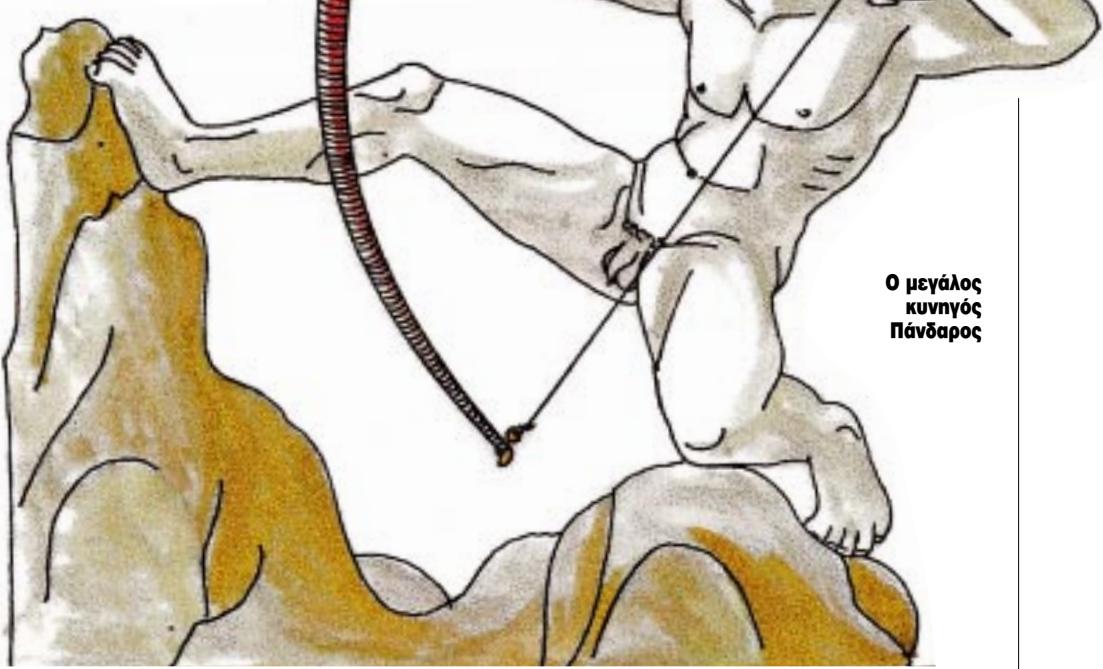
□ **Απολλώνιος ο Περγαϊός** (Αλεξανδρεία, 265 - 170 π.Χ.), μαθηματικός, αστρονόμος, μηχανικός, εφήρε το **πρώτο ωρολόγιο** που διέθετε γνώμονα πάνω σε χαραγμένη μαρμάρινη πλάκα, και το υδραυλικό μουσικό όργανο **ύδραυλος**.

□ **Διονυσόδωρος ο Μήλιος** (Αλεξανδρεία, 3ος αι. π.Χ.), μαθηματικός, γεωγράφος, εφεύρετης, κατασκεύασε **κωνικό ηλιακό ωρολόγιο** και μέτρησε τη διάμετρο της Γης.

□ **Ανδρόνικος ο Κυρρήστης** (τέλος 2ου αι. π.Χ.) κατασκεύασε το **ηλιακό ωρολόγιο** στην Τήνο και το **υδραυλικό ωρολόγιο** στη Ρωμαϊκή Αγορά της Αθήνας, το ονομαζόμενο **Αέρηδες**.

Και τέλος, η μεγάλη σχολή μηχανικών της Αλεξανδρείας που ασχολήθηκαν ιδιαίτερα με τα αυτόματα υδραυλικά, πνευματικά και μηχανικά συστήματα:

□ **Κτησίβιος** (Αλεξανδρεία, 300 - 230 π.Χ.), μηχανικός, μελετητής των υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων, εφεύρετης υδραυλικών αντλιών, υδραυλικών μουσικών οργάνων, υδραυλικού αυτόματου ωρολόγιου.



Ο μεγάλος κυνηγός Πάνδαρος

□ **Φίλων ο Βυζάντιος** (3ος π.Χ. αι.), εργάστηκε στην Αλεξανδρεία, έγραψε το τεχνικό εγχειρίδιο «**Μηχανική Σύνταξις**», μελέτησε ιδιαίτερα τα πνευματικά συστήματα, εφήρε τα **υδραυλικά σιφόνια** που τα εφάρμοσε σε αυτόματους μηχανισμούς ελέγχου στάθμης νερού.

□ **Ηρων ο Αλεξανδρεύς** (1ος π.Χ. αι.), μαθηματικός, μηχανικός, συγγραφέας των έργων «**Πνευματικά και Αυτοματοποιητικά**», πρώτος συστηματικός μελετητής, δάσκαλος και κατασκευαστής των **αυτομάτων**, εφεύρετης της **ατμοκίνησης**.

Την ανεπτυγμένη τεχνολογικά, την οικουμενική ελληνιστική περίοδο, την περίοδο του ανατολικού ελληνισμού ακολούθησε η ρωμαϊκή περίοδος, κατά την οποία αφομοιώνονται, διασώζονται και εφαρμόζονται βασικά στοιχεία της ελληνικής τεχνολογίας. Τη ρωμαϊκή ακολούθει η βυζαντινή περίοδος, όπου, κατά τον 9ο μ.Χ. αιώνα, εμφανίζεται μια ιδιόμορφη Αναγέννηση του αρχαίου ελληνικού πνεύματος και μια άνθηση των εφαρμοσμένων τεχνών. Της πτώσης της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας προηγήθηκε η άνοδος του Ισλάμ και η ανάπτυξη ενός μεγάλου αραβικού πολιτισμού, μιας αραβικής Αναγέννησης, όπου μελετώνται, μεταφράζονται και διασώζονται τα αρχαία ελληνικά και τα ελληνιστικά συγγράμματα, κυρίως επιστημονικού και τεχνικού περιεχομένου. Και τέλος, μέσα απ' τα χρόνια του κοινωνικά σκοτεινού αλλά τεχνολογικά άριστου ευωπαϊκού Μεσαίωνα, προβάλλει στα μέσα του 15ου αιώνα η μεγάλη ευρωπαϊκή Αναγέννηση, η δημιουργική αναγέννηση της αρχαίας ελληνικής επιστήμης, τεχνολογίας και τέχνης.



# αφιέρωμα •

## Η τεχνολογία στον αρχαίο επιπονικό μύθο

**O**αρχαίος ελληνικός μύθος πλάθεται σε μια περίοδο που ωριμάζει η ανάγκη να δοθεί μια φυσική ερμηνεία του κόσμου, να συνδεθεί η ποιητική φαντασία με την Ιστορία, να συνδυαστεί η τέχνη με την τεχνολογία. Ετσι, τα τεχνολογικά στοιχεία που περιέχονται στον αρχαίο ελληνικό μύθο συνδυάζουν την ποιητική πρόβλεψη με την τεχνική προαγματικότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός τέτοιου συνδυασμού είναι τα μυθικά αυτόματα, οι αυτοκίνητες μηχανές -δημιουργήματα θεών ή ανθρώπων.

**ΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΑ** Η Ιλιάδα είναι η ποιητική περιγραφή της Ιλιαδας ενός πολέμου. Είναι η πρώτη γραπτή ποιητική έκφραση των Ελλήνων, που περιγράφει την πολεμική σύγκρουση της στρατιάς των Αχαιών και των υπερασπιστών της Τροίας στην αιολική Μικρασία. Είναι μια σύγκρουση που προσωποποιείται στην πάλη δύο μεγάλων πολεμιστών ηρώων: του συμβόλου της ομορφιάς, της αντρειօσύνης, της δύναμης, Αχιλλέα, και του θαρραλέου, περήφανου, αφοσιωμένου στην πατρίδα του Εκτορα. Μια σύγκρουση που γίνεται κάτω από το βλέμμα, την παρότρυνση, ακόμη και τη συμμετοχή των θεών. Ετσι και οι τεχνολογικές αναφορές στην ομηρική Ιλιάδα είναι πολεμικές, ηρωικές, θεϊκές.

**ΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΕΣ** Οταν η Ήρα την ΠΥΛΕΣ ΤΟΥ ΟΥΡΑΝΟΥ απόφαση πήρε να μπει κι αυτή στον πόλεμο, μαζί με την κόρη της Αθηνά, στο πλευρό των Ελλήνων «έτρεξε κι ετοίμασε τα χρυσοστέφανα ἀλογά της. Κι η Ήρη ευθύς επέρασε στον σιδερένιον ἀξονα της δυο ἄκρες τους στρογγυλούς και χάλκινους τροχούς με τις οκτώ ακτίνες. Ο γύρος τους ήταν από άφθαστο χρυσό κι επάνω χάλκινα στεφάνια εφαρμοστά είχαν, που ήταν θαύμα να τα βλέπεις. Κι ήταν από ασήμι τριγύρω από τον ἀξονα τα δυο τους κεφαλάρια. Ο δίφρος ήταν στεριωμένος πάνω στον ἀξονα με χρυσοστόλιστα λουριά κι ασημοστόλιστα και με διπλά στεφάνια ολόγυρα. Από το ασημένιο το τιμώνι έδεσε στην ἄκρη τον δύοφρο χρυσοστόλιστα ζυγόλουρα».

(E 720-733)

Και μετά τη θαυμαστή αυτή περιγραφή του θεϊκού άρματος, η Ήρα ζεύει τα γρήγορα ἀλογά της, τα χτυπά με το μαστίγιο και τότε «αυτόματα (αυτόμαται/από μόνες τους) άνοιξαν τρίζοντας οι πύλες του ουρανού (αυτόμαται δε πύλαι μύκον ουρανού) που τις κρατούσαν οι Ωρες. Γιατί αντές είχαν το χρέος ν' ανοίγουν και να σκεπάζονται με σύννεφο πυκνό τον μέγα ουρανό και τον Ολυμπό».

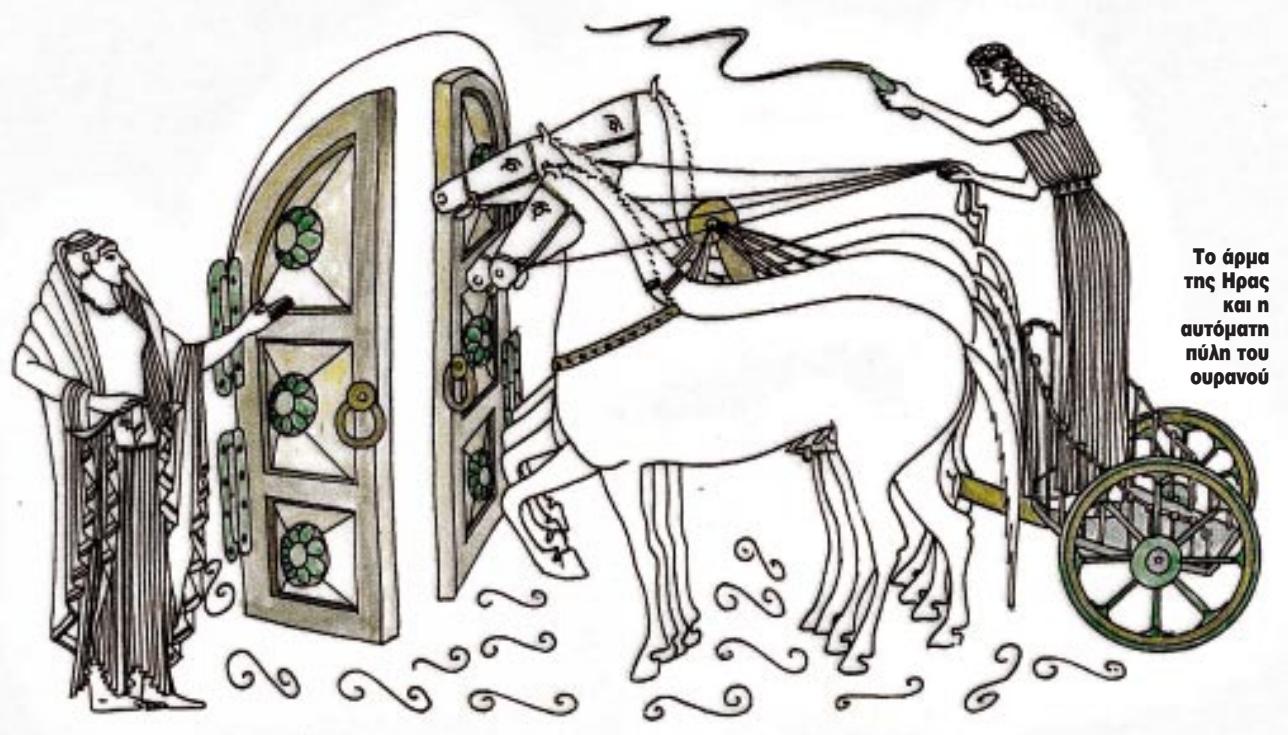
(E 749-752)

Η φανταστική αυτή ποιητική εικόνα των αυτόματων πυλών του ουρανού, που με το χτύπημα του μαστίγιου της Ήρας ανοίγουν τρίζοντας από μόνες τους, δεν έχει τη σαφήνεια, την ακρίβεια, την πληρότητα της τεχνητής περιγραφής του θεϊκού άρματος. Εισάγει όμως την έννοια της αυτόματης κίνησης, εκφράζει ίσως μιαν ασαφή τεχνική πρόθεση, ένα φανταστικό τεχνικό θράμα, και ανοίγει το δρόμο για λεπτομερέστερες περιγραφές αυτόματων μηχανών που αποδίδονται σε μια από τις τελευταίες ζωφωδίες της Ιλιάδας, στον μεγάλο μάστορα του Ολύμπου, τον Ήφαιστο.

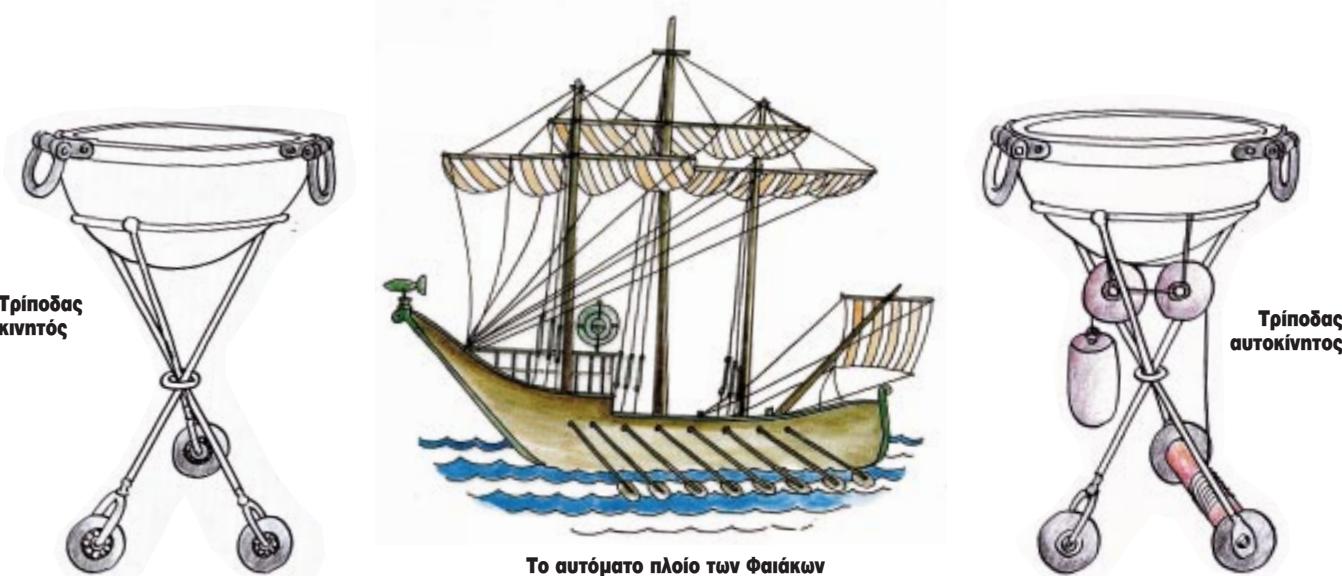
Στην Ραψωδία Σ, που φέρνει τον τίτλο Οπλοποιία, κατασκευάζει ο χαλκουργός θεός για χάρη της Θέτιδας τα περίφημα όπλα του Αχιλλέα. Εκεί συγκεντρώνει ο Ομηρος και τα πιο σημαντικά αυτόματα ηφαιστείτευκτα.

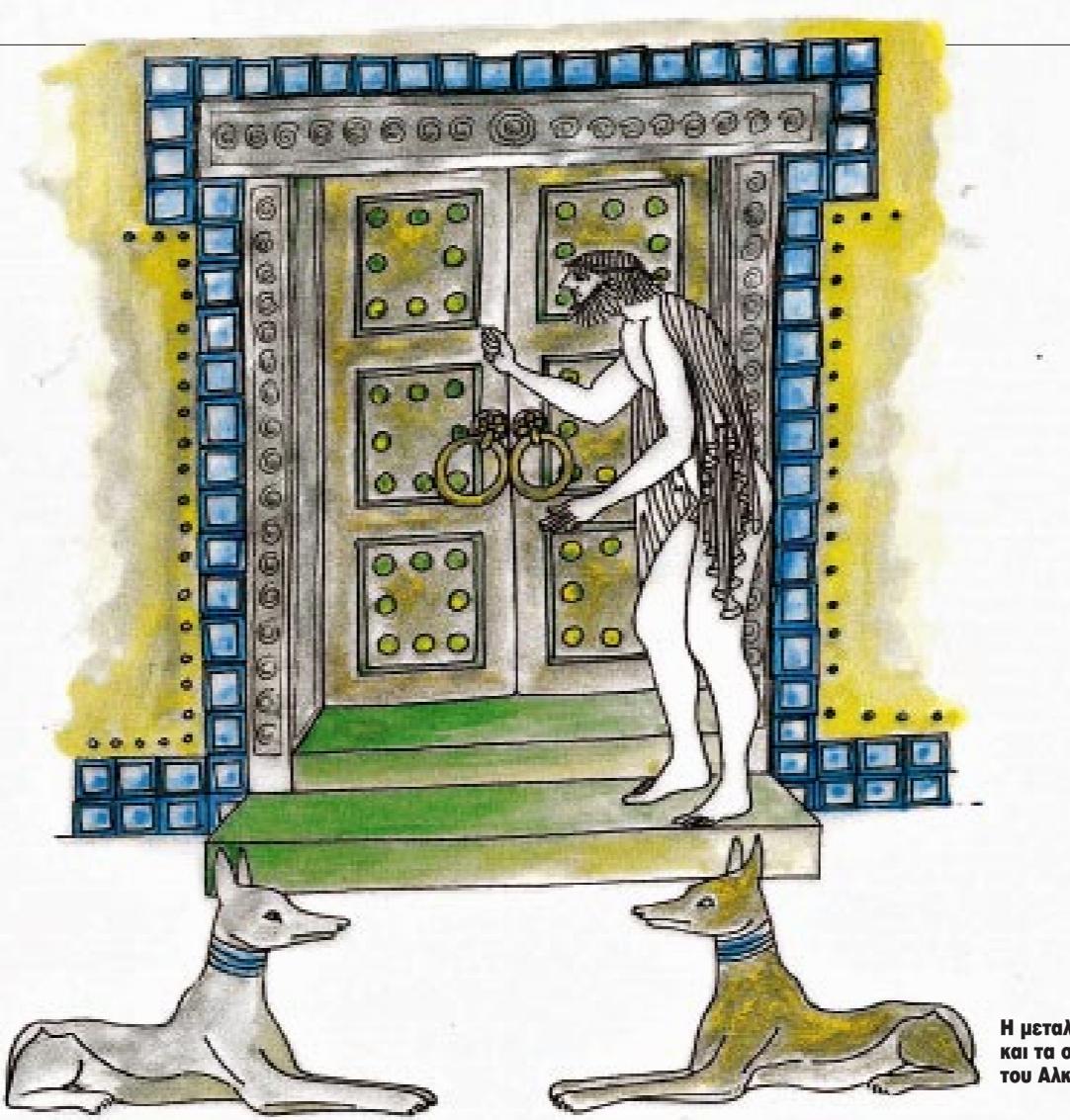
**ΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΑ** Στην οπλοποιία του ΗΦΑΙΣΤΕΙΟΤΕΥΚΤΑ ο ποιητής τολμά να μπει στο αρχοντικό και στο εργαστήριο του ξακουστού για την τέχνη του θεού, τολμά να τον περιγράψει πάνω στη δουλειά του πειστοχισμένο από τα εργαλεία, τις μηχανές και τα έργα του. Και εκεί, στα άδυτα της μυθικής τεχνολογίας, ο ποιητής περιγράφει με τη φαντασία του έργα θαυμαστά, θαυματουργά, θαύμα να τα βλέπεις. Θαύμα, τόσο με την έννοια του θαυμασμού που προκαλεί η τελειότητα της κατασκευής τους, δύσο και με την έννοια του υπερφυσικού, του απραγματοπούτου, του φανταστικού, της ακατόρθωτης, της ανεκπλήρωτης τεχνικής επιθυμίας, που η ολοκλήρωσή της αποδίδεται στους θεούς.

Και όταν στον ομηρικό μύθο ο Αχιλλέας, έπειτα από πολύχρονη πεισματική του άρνηση, αποφασίζει να συμμετάσχει στον πόλεμο των Αχαιών, τρέχει η μάνα του η Θέτιδα



# Μυθικά αυτόματα





## Η μεταλλική πύλη και τα σκυλιά του Αλκίνοου



**Η Μήδεια  
και ο  
μπρούντζινος  
γίγαντας  
Τάλως**

## Τον Ηφαίστο Βαστάζουν χρυσές Θεραπαινίδες

να βρει το φημισμένο ολύμπιο οπλουργό, να του ζητήσει όπλα να φτιάξει και νούφρια για το γιο της.

«Εγώ θ' ανέβω τώρα στον Ολυμπο τον υψηλό, στην κατοικία του Ηφαιστου, τον περίφημον για την τέχνη του (χλυτοτέχνην), να ιδώ αν θέλει για το γιο μου να φτιάξει άρματα λαμπρά και φημισμένα», λέει η Θείδα.

in Octo. (Σ 142-144)

**ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΤΡΙΠΟΔΕΣ** Σαν φτάνει η Θέτιδα στον Ολυμπο αντικούζει το μπρούντζινο αρχοντικό του Ηφαίστου, που απ' τ' άλλα οικήματα των θεών ξεγόριζε. Κι εκεί:

«Τον βρόήκε μέσο' στον ιδοώτα να στριφθεί γνωρά γύρω απ' τα φυσερά του, γιατί βιαζόταν»

Είκοσι όλους κι όλους μαστόρευε τρίποδες, για να στέκουν γύρω γύρω στην αίθουσα την στεριοκάμωτη κατά μήκος των τοίχων. Και κάπω από τη βάση καθενός άρμοξε ρόδες χρυσές, για να μπορούν αντόματα, από μόνοι τους, αυτοκινούμενοι (μοναχοσάλεντοι, λέει ο Κακοϊδής, αντόματοι, λέει ο Ομηρος) να μπαίνουν στων θεών τη σύναξη και πάλι μόνο να γυρνούν στο οίκημα. Ενα θαύμα να τους βλέπει κανείς (θαύμα ιδέσθαι). Οι τρίποδες είχαν σχεδόν τελειώσει και μόνο τα χειρούλια τους τα ψυλοδυνεμένα δεν είχαν δεθεί ακόμα πάνω τους. Αυτά ακριβώς εταίριαζε και τα καρφιά που τα συνέδεαν σφυρηλατούσε ο Ήφαιστος. Κι όπως τα εμαστόρευε με τη σοφή του τέχνη (ιδιώσι η παπιλόεσσιν) να κι έρχεται κοντά η λευκόποδη Θέτιδα»

(Σ 372-381)

Οι τρίποδες είναι πολύτιμα σκεύη, που τα συναντάμε συχνά σαν δώρα αρχοντικά σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Τρίποδες χάρισε ο Αλκίνοος στον Οδυσσέα ξεπορθοδόζοντάς τον για την Ιθάκη, τρίποδες πρόσφερε και ο Αγαμέμνων προς τον Αχιλλέα ζητώντας του να μπει στη μάχη. Τα σκεύη αυτά, σταθερά είτε κινητά, με ρόδες από κάτω, χρησίμευναν για την προσφορά οίνου ή νερού στους φιλοξενούμενους είτε ακόμη ως τελετουργικά σκεύη στις θυσίες και τις θρη-

σκευτικές τελευτές. Τέτοιους λοιπόν κινητούς τρίποδες έφτιαχνε κι εδώ ο Ηφαιστος. Ρόδα προσάρμοζε στη βάση τους.

Κι ήταν η ανάγκη προφανῆς τα σύνεντα  
μπορούν να κινούνται. Από μόνα τους  
όμως; Αυτό που ο Ήρων κατασκευάζει και  
περιγράφει με λεπτομέρειες μερικούς αιώ-  
νες αργότερα στα κινητά του αυτόματα, ο  
Ομηρος, ο ποιητής το νιώθει σαν ανάγκη, το  
προβλέπει το φαντάζεται, αισθάνεται ότι  
είναι δυνατόν να γίνει, το παρουσιάζει, το  
τραγουδά και το αποδίδει στο μεγάλο μά-  
στορα.

**ΑΥΤΟΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΑ ΦΥΣΕΡΑ** Λίγο πιο κάτω, στην ίδια φανωδία, ο ποιητής περιγράφει τον Ηφαιστο να δουλεύει με τα φυσερά του.

«Αυτά σαν είπε την άφησε (τη Θέτιδα) κει που 'ταν κι αντός πήγε στα φυσερά του, τα 'στρεψε προς τη φωτιά και τα πρόσταξε (τα κέλευνε) ν', αρχίσουν να δουλεύονταν (κέλευνσε τε εργάζεσθαι, λέει ο Ομηρος). Και τα φυσερά, είκοσι όλα μαξι, φυσούσανε μέσ' στα καμίνια βγάζοντας κάθε λογής δυνατού αέρα, άλλοτε γορήγορα σαν βιαζότανε κι άλλοτε αργά, όπως ήθελε ο Ηφαίστος κι όπως το ζητούσε η δουλειά του. Και μέσα στη φωτιά βάζει αλύγιστο χαλκό και καστίτερο και πολύτιμο χρυσό και ασήμι. Κατόπιν βάζει στη θέση του ένα αμόνι θεόρατο και παίρνει στο ένα χέρι του σφυρό γερό και μια μασιά στο άλλο».

Οι αυτόματες  
μηχανές  
στα έπη  
του Ομήρου

χληρόσει

«Είπε, κι από τη θέση του αμονιού σηκώθηκε ο πελώριος όγκος αγκομαχώντας και κυντσαίνοντας. Και κάτω κινούνταν γοήγορα οι αδύνατες κνήμες του. Βάζει μακριά απ' τη φωτιά τα φυσερά του κι όλα τα σύνεργα της δονλειάς του τα συνάζει σ' ένα κιβώτιο από άργυρο φτιαγμένο. Και με σφονγάρι εσφόργησε από τα δύο μέρη το πρόσωπο και τα δύο του χέρια και το γερό του λαιμό και τα δασύτριχά του στήθη. Και φόρεσε χιτώνα πάνω του, πήρε και σκήπτρο χοντρό και βγήκε κυντσαίνοντας από την πόρτα.

χορηγιμοποιουσαν οι θνητοί μεταλλουργοί στα δικά τους καμίνια και που βλέπουμε σε παραστάσεις αγγειών, ήταν χειροκίνητα, δουλεύονταν από έναν ή δύο άντρες μαζί κι ήταν θεόρωτα στις διαστάσεις τους. Κι όμως, στο θεϊκό εργαστήρι του ο Ηφαίστος βρίσκεται μόνος του, χωρίς βοηθούς και αρκείται να προστάξει είκοσι μαζί φυσερά για να αρχίσουν αυτά να δουλεύουν. Κι όχι μόνο αυτό. Άλλα τα φυσερά αυτούσυμβιβάζονται κι αυξημειώνουν την ταχύτητα λειτουργίας τους ανάλογα με τις ανάγκες της δουλειάς.

Σύλληψη μεγαλοφυής. Πόθος συνάμα και επιθυμία κάθε τεχνίτη μεταλλουργού, ανάγκη βγαλμένη από τις απαιτήσεις της δουλειάς. Τεχνικό δράμα, τεχνική σκέψη που προκύπτει ακόμη και απ' τις ανάγκες του ίδιουν του ποιήματος. Πώς αλλιώς θα φτιαχνε τα περίφημα έργα του μόνον ο Ηφαίστος; Και πώς αυτός που ξέρει αυτόματους τρίποδες για τους θεούς να φτιάχνει δεν θα σκάρωνε και για το δικό του εργαστήριο κάτι ανάλογης έμπνευσης;

ΧΡΥΣΕΣ ΘΕΡΑΠΟΙΗΣΕΙΣ

Κι ο Ήφαιστος δεν σταματά ε-  
κεί. Πρέπει το δύσκολο κι ελ-  
πιδωρόδο ένοντα να ολο-

Από το πλάι των κράταγαν χρυσές θεραπαινίδες, γυναίκες χρυσές, σκλάβες από χρυσό (βάριες χρυσές, λέει ο Κακριδής, αμφίπολοι χρύσεια, λεει ο Ομηρος), που έμοιαζαν με ζωντανές κοπέλες (ζωήρη νείνισσαν ειουκνύαι). Μέσα τους είχαν λογικό, είχαν φωνή και δύναμη κι απ' τους αθάνατους θεούς έμαθαν κάθε τέχνη. Αυτές πλάι στον αφέντη των βάδιξαν γοργά και τον υποβαστάζαν. Κι αντός με κόπο πλησιάζοντας τη Θέτιδα πάνω σε θρόνο λαμπρό καθίζει».

(Σ 410-422)

Στ' αλήθεια, τα θαυμαστά επιτεύγματα του τεχνολόγου θεού ολοκληρώνονται με την κατασκευή δύο ανθρωπόμορφων μηχανών, δύο ρομπότ, που έχουν λογικό, φωνή και δύναμη, κι είναι σε θέση να κοινωνάλε στον κουτσοπόδαρο στα χέρια. Η φαντασία του ποιητή δίνει ζωή στις μηχανές, φτιάχνει ζωντανές μηχανές. Κι αν ο τεχνολόγος θεός μπορεί να δώσει κίνηση σε μηχανές, αν μπορεί να φτιάξει αυτόματα και αυτορυθμιζόμενα συστήματα, τότε γιατί να μην ολοκληρώσει το τεχνολογικό του δόραμα ο ποιητής και να δημιουργήσει μηχανές, όμοιες με ζωντανές κοπέλες, σαν όντα αληθινά, καθ' άπερ της αληθείας;

Αυτά είναι τα θαυμαστά αυτόματα ἐργα του Ηφαίστου που στολίζουν το θεῖκό εργαστήριο του. Χάρις σ' αυτά ἔφτιαξε ο φημισμένος ὀπλουργός τα ὅπλα του Αχιλλέα, που η περιγραφή τους ξεπερνά τα δριώντα τῆς διάλεκτης αυτής.

Ας περάσουμε όμως στα αυτόματα της Οδύσσειας.

**Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΟΔΥΣΣΕΙΑΣ** Αν η Ιλιάδα είναι το έπος του πολέμου, η Οδύσσεια είναι το έπος για την τέχνη της θάλασσας. Αν η Ιλιάδα είναι ένας ύμνος στη ρώμη και την ομορφιά του θεϊκού Αχιλλέα, η Οδύσσεια είναι ένας ύμνος στην ευστοφία και την εφευρετικότητα του πολυμήχανου Οδυσσέα. Κι αν στην Ιλιάδα τα τεχνικά επιτεύγματα του ανθρώπου αποδίδονται στους θεούς, στην



# αφιέρωμα •

**Τα αυτόματα πλοία των Φαιάκων  
που τα κάνουν όλα μόνα τους,  
με τεχνητή νοημοσύνη**



Οδύσσεια θεωρούνται τα τεχνικά επιτεύγματα στην κύρια πλευρά έργα ανθρώπινα, επώνυμων είτε συνήθως ανώνυμων μαστόρων, είτε ακόμη μακρινών και αναπτυγμένων πολιτισμών, σαν αυτόν των Φαιάκων.

**ΤΑ ΕΡΓΑ ΤΩΝ ΦΑΙΑΚΩΝ** Στο έπος της Οδύσσειας το θαλασσινό ο Ομηρος περιγράφει με θαυμασμό τον πολιτισμό ενός μυθικού λαού, του λαού των Φαιάκων, ενός λαού που κατοικεί στη Σχερία, στην άκρη της Γης, όπου οι άνδρες κατέχουν άριστα τη θαλάσσια τέχνη, οι γυναίκες είναι φημισμένες για τα υφαντά τους, και τα έργα τους στη ναυπηγική, την οδήγηση των πλοίων, την αρχιτεκτονική, τη γεωπονία, την άρδευση και ίδρευση των κήπων είναι μοναδικά. Η ιστορικότητα των Φαιάκων δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί. Λάθος θεωρείται η αρχαία ακόμη προκατάληψη ότι η Σχερία ήταν η Κέρκυρα. Ο ποιητής συνοψίζει μάλλον στα έργα του μυθικού αυτού λαού, στον τελευταίο σταθμό της Οδύσσειας, τις αξιολογότερες τεχνολογικές εμπειρίες και τα σημαντικότερα επιτεύγματα πολλών θαλασσινών λαών της Μεσογείου.

**ΤΟ ΠΑΛΑΤΙ ΚΑΙ ΤΑ ΣΚΥΛΙΑ ΤΟΥ ΑΛΚΙΝΟΟΥ** Η περιοχή του ποιητή της Οδύσσειας για το παλάτι του βασιλιά των Φαιάκων Αλκίνου ξεπερνά τις ομηρικές περιγραφές στην Ιλιάδα για τα παλάτια των Ολύμπιων θεών. Κι εδώ θριαμβεύει η τέχνη των μετάλλων. Μπρούντζινα κατώφλια, μπρούντζινοι τοίχοι, πόρτες χρυσές με ασημένιους παραστάτες, όλα δείχνουν μιαν εξαιρετικά αναπτυγμένη μεταλλοεργασία.

«Ο Οδυσσέας βάδιξε προς τα ανάκτορα του Αλκίνου τα ξακουστά κι ο νοις του λόγιαζε πολλά καθώς στεκόταν μπροστος στο μπρούντζινο κατώφλι. Γιατί το πανύψηλο ανάκτορο του Αλκίνου του μεγαλόκαρδον είχε τη λάμψη του ήλιου και τον φεργασμόν. Επειδή μπρούντζινοι τοίχοι ορθώνταν κι απ' τις δυο πλευρές, απ' το κατώφλι ως το βάθος των οικήματος. Κι ολόγυρα το ακροτοίγι ήταν από λαζούρι (κυάνοι). Πόρτες μαλαματένιες έκλειναν τ' ανάκτορο το γεροχτούμενο. Και παραστάτες ασημένιους είχανε βάλει στο μπρούντζινο κατώφλι και ανάφλι ασημένιο και μαλαματένιο χερούλι». (η 81-90)

Κι όχι μόνο αυτά. Άλλα να σου, μπροστά στην πόρτα του παλατιού του θυητού αυτού άρχοντα, στέκονται δύο αυτόματα έργα του θείου Ηφαιστού, δύο σκυλιά ρομπότ, από χρυσάφι και ασήμι, που άγρυπνα φυλάνε το αρχοντικό του Αλκίνου στους αιώνες. **Ηφαιστειότευκτα της Οδύσσειας στη χορηγία ενός ανθρώπου**

Και είναι, μετά από τα αυτόματα που συναντήσαμε στο θεϊκό εργαστήρι του Ηφαιστού, στην οπλοποιία της Ιλιάδας, το τελευταίο αυτόματο του Ολύμπιου σιδερά, μακριά απ' τον Ολυμπό στημένο.

«Από το ένα κι από το άλλο μέρος (της πόρτας του Αλκίνου) ήσαν χρυσοί κι ασημένιοι σκύλοι, που ο Ηφαιστος τους έφτιαξε με το πολύτερο μναλό του. Κι ήταν αδάνατοι κι αγέραστοι στους αιώνες, για να φυλάνε του Αλκίνου τα παλάτια».

(η 91-94)

**ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΩΝ ΦΑΙΑΚΩΝ** Τη λιμενοποική και τη γαυπιγική τέχνη των Φαιάκων περιγράφει ο ποιητής με τα λόγια:

«Γύρω από την πόλη υπάρχει τείχος υψηλός, κι απ' τις δυο μεριές της πόλης λιμάνι ομορφοφτιαγμένο με είσοδο στενή.



Το λιμάνι  
της Σχερίας

# Kι ένα ρομπότ φρουρός της Κρήτης

*Και τα γοργοκίνητα καράβια εμποδίζουν τη δίοδο, γιατί όλοι οι Φαιάκες έχουν, καθένας, δικό του ταρσανά. Εκεί είναι και η λιθόστρωτη αγορά τους, γύρω από τ' όμορφο ιερό του Ποσειδώνα. Εκεί κατασκευάζουν τ' άρμενα των μαύρων καραβιών, πανιά και παλαμάρια, και πελεκάνε τα κουπιά. Γιατί δεν ενδιαφέρονται οι Φαιάκες για τόξα ή για φαρέτρες, παρά για τ' άρμπουρα και τα κουπιά και για τα ζηγιασμένα καράβια, που μ' αντά, χαρά γεμάτοι, την αφριδική θάλασσα διασχίζουν».* (ζ 262-272)

Αυτός ο θαλασσινός λαός, με τα λιμάνια και τους ταρσανάδες του, με τα καλοξυγιασμένα καράβια και τους χαρούμενους επαγγελματίες ναυτικούς του, διαθέτει κατά τον ποιητή μιαν ιδιαίτερα υψηλή, ανώτερη των άλλων, ναυπηγοκατασκευαστική τεχνολογία.

Τα πλοία των Φαιάκων είναι αυτόματα. Ξέρουν από μόνα τους να ταξιδεύουν, να προσανατολίζονται, να κατευθύνονται στον προορισμό τους χωρίς κυβερνήτες, χωρίς πηδάλιο. Ακολούθουν την ορθή κατεύθυνση, ακόμη κι αόταν είναι συννεφιά ή νύχτα, χωρίς δηλαδή να συμβουλεύονται, κατά τον πατραπαράδοτο τρόπο των ναυτικών, τα αστέρια. Είναι ταχύτατα και τις θαλασσινές αποστάσεις διανύουν σε χρόνο ελάχιστο, αφού σ' ένα μερόνυχτο τελικά μετέφεραν τον Οδυσσέα από τη μακρινή Σχερία στην Ιθάκη. Κι είναι ασφαλή, φτιαγμένα με τέτοιο τρόπο, που ούτε βλάβη να παθάνουν ούτε να βουλιάζουν ποτέ.

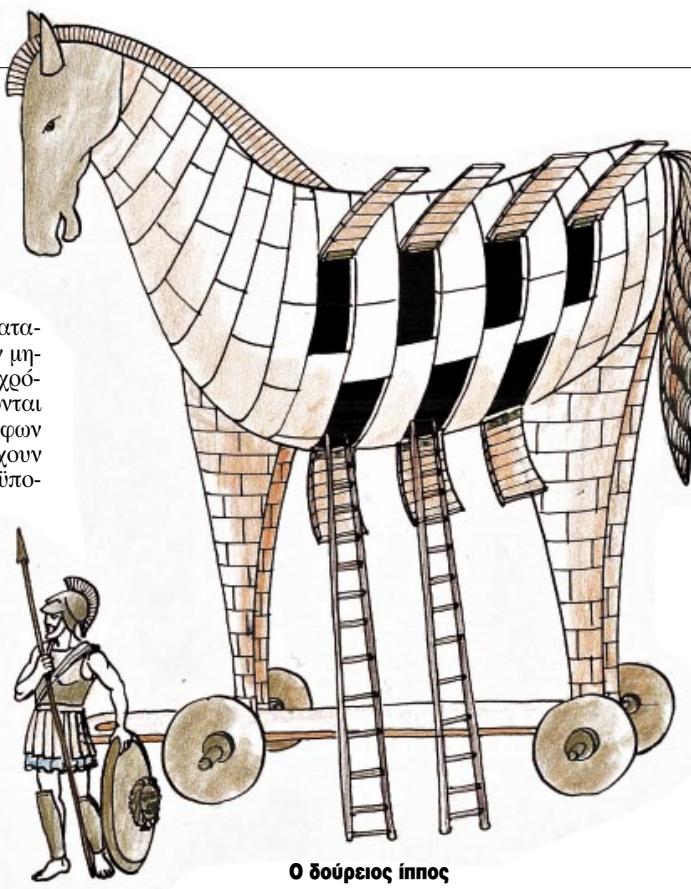
Την περιγραφή των εξαίσιων αυτόματων αυτών πλοίων κάνει ο ίδιος ο βασιλιάς Αλκίνοος, διάν ξητά απ' τον Οδύσσεα να του πει τη χώρα και τον προορισμό του. «Πες μου για τη χώρα και το λαό σου και την πόλη σου για να σε πάνε εκεί τα πλοία μας τα κατασκευασμένα με σκέψη (τιτυοκόμενη φρεσί νήσ), που ορθότερα πρέπει να μεταφραστεί: τα πλοία με την κατασκευασμένη σκέψη, με την τεχνητή νοη-

μοσύνη, τα πλοία με τους διαλογισμούς τους, όπως λένε οι Καζαντζάκης - Κακοιδής). Γιατί δεν υπάρχουν κυβερνήτες στα πλοία των Φαιάκων, ούτε πηδάλια σαν αυτά που έχουν τα άλλα καράβια. Παρά τα πλοία των Φαιάκων ξέρουν τις διαθέσεις και τις σκέψεις των ανθρώπων και γνωρίζουν τις πατοϊδες όλων και τους εύφορους αγρούς και με εξαιρετική ταχύτητα (λάπια τάχιστα, σαν τα πουλιά) διανύουν τις θαλασσινές αποστάσεις, ακόμη κι όταν έχει σκοτάδι και συννεφιά. Και ποτέ δεν υπάρχει φόβος να πάθουν καμιά βλάβη ούτε ν' αφανιστούν».

(θ 555-563)

Εκπληξη ιδιαίτερη προκαλεί η έκφραση που χρησιμοποιεί ο ποιητής για τα αυτόματα πλοία των Φαιάκων, «νήσεις τιτυοκόμενα φρεσί» – πλοία σκεπτόμενα, κατασκευασμένα να σκέπτονται, κατασκευασμένα με σκέψη, με τεχνητή νοημοσύνη, θα λέγαμε σημερά. Και υπονοεί, είτε φαντάζεται ένα ολόκληρο τεχνικό υπόβαθρο, πάνω στο οποίο θα στηριζόταν αυτή η τεχνητή νοημοσύνη.

Πρώτα απ' όλα, λέγοντας ότι τα πλοία των Φαιάκων γνωρίζουν τις πατοϊδες όλων των ανθρώπων και μπορούν να σε πάνε οποιδήποτε, αρκεί να τους δώσεις τον τελικό σου στόχο, ο ποιητής υπονοεί άριστη γνώση της γεωγραφίας, ίσως λεπτομερή χαρτογράφηση, γνώση των δρόμων της θάλασσας, έτσι που σε κάθε προορισμό να είναι με ακρίβεια προδιαγεγραμμένη η πορεία. Επειτα η άποψη ότι τα πλοία δεν έχουν κυβερνήτες, ούτε πηδάλια όπως τ' άλλα καράβια, αλλά ταξιδεύουν από μόνα τους κι ακόμη ότι δεν χρησιμοποιούν τις κλασικές μεθόδους προσανατολισμού με βάση τα άστρα κρύβει την επιθυμία, την πρόθεση, το δράμα, ίσως την επινόηση ή ακόμη και τη φήμη, για την κατασκευή οργάνων θαλασσοπορείας, αστρολάβων, μηχανισμών περιπλοκών σαν αυτόν, τον πολύ νεότερο, των Αντικυθήρων, μηχανών



**Ο δούρειος ίππος**

κόμη που επιτρέπουν την αυτόματη πλοήγηση, τον έλεγχο της πορείας του πλοίου, με μέσα διάφορα από τα μέχρι τότε γνωστά. Υπονοεί, δηλαδή, γνώση της αστρονομίας, των μαθηματικών, της μηχανικής, της αυτοματοποιητικής και μιαν αναπτυγμένη τεχνολογία κατασκευής λεπτών αστρολογικών οργάνων και αυτόματων μηχανισμών ελέγχου -επιστήμες και επιτεύγματα που λίγα χρόνια αργότερα άρχισαν όσο γνωρίζουμε να διαμορφώνονται στον ελληνικό χώρο με τη συμβολή των φυσικών φιλοσοφών της Ιωνίας. Θεωρώντας, τέλος, ότι τα πλοία αυτά δεν έχουν φόρο να πάθουν βλάβη ή να βουλιάξουν, ο ποιητής προϋποθέτει μεγάλη κατασκευαστική δεινότητα, εφευρετικότητα και ιδιαίτερη ναυπηγική δεξιότητα.

Χαρακτηριστικό όμως είναι ότι τα επιτεύγματα αυτά που υπέθεσε, φαντάστηκε είτε άκουσε ο ποιητής, τα απέδωσε σε ανθρώπους και όχι σε θεούς, έκφρασε έτσι τεχνολογικά οράματα, πόθους και επιθυμίες των ναυτικών, σκέψεις των τεχνικών, των μηχανικών και των μαστόρων, στολισμένες με ποιητική φαντασία, αλλά και με τη βεβαιότητα ότι μπορούν, θα μπορούσαν, να γίνουν πραγματικότητα.

Πέρα από τους Φάιάκες όμως, το έπος της Οδύσσειας εκφράζει από μόνο του ένα θρίαμβο της τεχνολογίας.

**Ο ΔΟΥΡΕΙΟΣ ΙΠΠΟΣ** Ενώ η Ιλιάδα τελειώνει με το θάνατο του Αχιλλέα, τον ήρωα για τον οποίο γράφτηκε το πρώτο αυτό ομηρικό έπος, του συμβόλου της ανδρείας, της δύναμης και του κάλλους, την πολυπόθητη νίκη στο δεκάχρονο πλεύμα των Αχαιών τη θέρευν η εφευρετικότητά του πολυμήχανου αυτού που μηχανές επινοεί, που τέχνες μηχανεύεται, του πολύμητη, του πολύβουλου, του πολύξερου, ποικιλομήτη, γνώστη πολλών τεχνών, Οδύσσεα. Η λύση του Τρωικού Πολέμου και η νίκη των Αχαιών τραγουδιέται για πρώτη φορά στην Οδύσσεια και καταχτίεται με ένα ξύλινο έργο τέχνης, έργο του τεχνίτη Επειού, γιγάντιο, κινητό, με μυστικές κρύπτες, έργο του νου, της ευστροφίας αλλά και της δεξιοτεχνίας, της τεχνικής, της εμπειρίας από την κατασκευή των ξύλινων πλοίων, των ξύλινων ικριωμάτων και των πολεμικών μηχανών - ο Δούρειος Ιππος (Ιππος ξεστός, ίππος δουράτευς).

Τον ίδιο τον κατασκευαστή του Δούρειου Ιππου Επειο, ενώ η Ιλιάδα τον περιφρονεί και οι Αχαιοί βασιλιάδες τον ταπεινώνουν προστάζοντάς τον να κουβαλάει νερό στις σκηνές τους, στην Οδύσσεια η Αθηνά η ίδια τον ορίζει υπεύθυνο για την κατασκευή του πελώρου, σύνθετου αυτού τεχνικού έργου.

Στα έπτα «Ιλιάς Μικρά» και «Ιλίου Πέρσις» προβάλλεται ιδιαίτερα η τέχνη του Επειού, που μέσα σε λίγες μέρες κατέρθισε να στήσει, να καρφώσει, να σκαλίσει ένα θεόριτο ξύλινο άλογο, με κρυφά ανοίγματα από τις δυο πλευρές του, και που η κοιλιά του χόραγε, κατά το μύθο, όχι λιγότερους από τρεις χιλιάδες αριματωμένους Αχαιούς.

Κι ύστερα (ο Οδυσσέας) κατά τον Απολλόδωρο, επινόησε την κατασκευή του Δούρειου Ιππον και την ανάθεσε στον Επειό, που ήταν αρχιτέκτονας. Από την ίδη αυτός ξύλινη έκπυφη και κατασκευάσεις άλογο, κούφιο στο εσωτερικό του, με πόρτες στα πλευρά. Σ' αυτό ο Οδυσσέας έπεισε πενήντα απ' τους καλύτερους άνδρες του να μπορούν, ή όπως λέει ο συγγραφέας της Μικρής Ιλιάδας, τοις χιλιάδες.

(Απολλόδωρος, επιτομή, Γ, 14)

Σύμφωνα όμως της τεχνολογίας και μυθικά αυτόματα δεν υπάρχουν μόνο στα ομηρικά έπη, αλλά συνεχίζουν να στολίζουν και τους κατοπινούς μύθους, όπως αυτόν της Αργοναυτικής Εκστρατείας.

## Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ

### ΑΡΓΟΝΑΥΤΙΚΗ ΕΚΣΤΡΑΤΕΙΑ

Η εκστρατεία του Ιάσονα και των Αργοναυτών από τη θεσσαλίη Ιωλκό στη μακρινή Κολχίδα, όπου βασίλευε ο βασιλιάς Αινήτης, είναι και αυτός ένας παλιός ναυτικός μύθος, στολισμένος με τεχνολογικά επιτεύγματα, γρογοτάξιδια καράβια, παλάτια περίφημα, έργα αναπτυγμένης αρχιτεκτονικής, μυθικά κατασκευάσματα της μεταλλοτεχνίας και χάλκινα δομιτό πολύτιμα μηχανές ίδιες με ζωντανά άντα. Τα πολλά απ' τα έργα αυτά είναι και δω δημιουργήματα του τεχνονογίου χαλκωμάτα θεού Ήφαιστου, μερικά ακόμη αξιοθαύματα ηφαιστειότευκτα.

**ΤΟ ΠΑΛΑΤΙ ΚΑΙ ΟΙ ΒΡΥΣΕΣ ΤΟΥ ΑΙΝΗΤΗ** Φτάνοντας στη μακρινή Κολχίδα ο Ιάσονας επισκέπτεται με τους άνδρες του το παλάτι του βασιλιά Αινήτη. Ενα παλάτι αξιοθαύματο, σημαντικό έργο της αρχαίας αρχιτεκτονικής, στολισμένο με νέα ηφαιστειότευκτα, υδραυλικά συστήματα που δουλεύουν αστελλόμενα (αέναα), βρύσες με διάφορα υγρά που αναβλύζουν, ζεστά και κρύα, που προϋποθέτουν πολύπλοκους υδραυλικούς μηχανισμούς.

Ο Απολλώνιος ο Ρόδιος στα Αργοναυτικά του περιγράφει τους Αργοναύτες στο δρόμο του γυναικού να περνούν απ' την Κορήτη και να πασχίζουν στα λιμάνια της Αγκυρού στην Κορήτης:

«Αυτούς όμως δεν τους άφηνε ο μπρούντζινος ο Τάλως (Τάλως χάλκειος), απ' το γερό το βράχο πέτρες ρίχνοντας, να δέσουν παλαμάρια στη στεριά, στον οόμο της Δικτήσης σαν ήθελαν ν' αράξουν.

Αυτόν που είχε τη σέλα του στο χάλκινο γένος των ανθρώπων και μόνος απ' τους ημίθεους έμεινε, ο γιος του Κρόνου στην Ευρώπη τον έδωσε, φύλακας της Κορήτης να ναι και να γνωίζει το νησί τρεις φορές τη μέρα με τα μπορούντζινα πόδια του.

Άλλα το σώμα του όλο και τα μέλη του ήταν από μπρούντζινο χυτό (τέτικτο χάλκεος) και ήταν άτρωτα. Κάτω από τον τένοντα όμως, στη φτέρων, είχε σωλήνα (σύριγγα) με αίμα, που τον σκέπαζε λεπτή μεμβράνη. Κι ήταν υπόθεση ζωής και θανάτου γ' αυτόν.

Και ο μυθογράφος των Αργοναυτικών περιγράφει το τέλος του μυθικού αυτού συμβόλου της τεχνολογίας που υποκύπτει κάτω από την οργή, τα ξόρκια και τις κατάρες της μάγισσας Μήδειας -συμβόλου της δεισιδαιμονίας και της φαντασίας εχθρούτητας προς την τεχνολογία.

«Κι έτσι, αν και χάλκινος, υπέκυψε κι αυτός, κάτω από την οργή της Μήδειας της μάγισσας. Και καθώς πέτρες βαριές εσήκωνε, στον οόμο ο Αργοναύτες να μη φτάσουν, με πέτρα μυτεργή τη φτέρων του έσκισε. Και τότε έτρεξε το ιχώρ (υγρό θεῖο, τεχνητό αίμα) όμοιο με λιωμένο μολύβι. (τηρούμενα μολύβι ίκελος). Κι άλλο στο βράχο να σταθεί ορθός δεν μποραγε. Σαν πεύκο πελώριο, μόνο πάνω στα ψηλά βουνά μισοκομένο από τα κοφτερά πελέκια ξυλοκόπων, που το παράτησαν εκεί γνωρώντας πίσω, και που οι άνεμοι της νύχτας πρώτα το τράπταξαν κι έπειτα το ξερίζωσαν και το οξέαν». Ετοιμα για λίγο κρατήθηκε αυτός, ακόμα αιωρούμενος στ' αδύνατά του πόδια, κι ύστερα σωριάστηκε αδύναμος με φοβερό γδυόπτο.

(Απολλώνιος ο Ρόδιος, Αργοναυτικά, 4, 1638-1688)

Ο Απολλώνιος ο Ρόδιος μιλάει στην αναλυτική αυτή περιγραφή του για ένα υδραυλικό σύστημα λειτουργίας του χάλκινου Τάλω. Θεωρεί ότι το υγρό ιχώρ κυκλοφορεί μέσα σε μια σύριγγα, έναν υδραυλικό σωλήνα, που στην άκρη του ήταν κλειστός με μεμβράνη, υμένα. Μια άλλη παραδοταγή για τη λειτουργία του μηχανικού αυτού γίγαντα δίνεται από τον Απολλόδωρο. Εδώ ο μυθογράφος ονομάζει φλέβα τη σωληνωτή διόδο του υγρού ιχώρ και τη θεωρεί κλεισμένη με καρφί, με ήλιο και όχι με μεμβράνη.

«Από κει ανοίγονται στο πέλαγος αλλ' εμποδίζονται να προσεγγίσουν στην Κορήτη από τον Τάλω. Γ' αυτό άλλοι λένε ότι κατάγονται από το χάλκινο γένος και άλλοι ότι τον χάρισε στον Μίνωα ο Ήφαιστος. Ο Τάλως ήταν ένας χάλκινος γίγας, μερικοί όμως λένε πως ήταν ταύρος. Κι είχε μια φλέβα που κατέβαινε από τον τράχηλο μέχρι τους αστραγάλους. Στην άκρη της η φλέβα ήταν καρφωμένη με χάλκινο καρφί.

Αντός λοιπόν ο Τάλως έκανε τρεις γύρους την ημέρα στο νησί και το επιτηρούσε. Ετοιμάστηκε να πέσει στην Κορήτη από τον Τάλω. Π' αυτό άλλοι λένε ότι κατάγονται από το χάλκινο γένος και άλλοι ότι τον χάρισε στον Μίνωα ο Ήφαιστος. Ο Τάλως ήταν ένας χάλκινος γίγας, μερικοί όμως λένε πως ήταν ταύρος. Κι είχε μια φλέβα που κατέβαινε από τον ποντίκη του τον θεό της θεωρείτηκε να τον κάνει αθάνατο και την άφησε να τον βγάλει το καρφί. Τότε έτρεξε όλος ο ιχώρ και πέθανε.

(Απολλόδωρος Βιβλιοθήκη, 1, 9, 26)

Αλλά και ο Σοφοκλής αναφέρεται σε αποστάσιμα του στον Τάλω και παρουσιάζει μια διπλή ερμηνεία για τη λειτουργία του.

Σε απόστασιμα με τον τίτλο:

«Το τέλος των Τάλω -Τάλω έμαρτο τελευτήσαι, θεωρεί ότι η σύριγγα, ο σωλήνας, ο αγωγός του ιχώρ είναι τυλιγμένος μέσα σε μεμβράνη, τον παρομοιάζει όμως με περόνη, με καρφί ασφαλείας, σαν αντό που ασφαλίζουν οι σιδηρούργοι τους άξονες για να μη βγαίνουν».

«Ο Τάλως είχε στον αστραγάλο (το σφυρόν) αγωγό (σύριγγα) σκεπασμένο με μεμβράνη. Σύριγγα δε λέγεται η περόνη (το καρφί ασφαλείας)».

(Σοφοκλής, Δαιδαλος, απόστασιμα 161)

Ο ίδιος τραγικός ποιητής παρουσιάζει ακόμα τον Τάλω φλεγόμενο, με πυρακτωμένο το μεταλλικό κορμό του, να καίει όσους πλησιάζουν και να γελά με γέλιο σαρδόνιο.

Αυτά ήταν μερικά επιλεγμένα αυτόματα που περιέχονται στον αρχαίο ελληνικό μύθο.

Εργα μυθικής τεχνολογίας, που ζευγαρώνουν δύο διαζευγμένες ανθρώπινες δημιουργίες: την πούηση, το μέθο, τη φαντασία και το άνειδο πότη τη μηριά, την τεχνολογία, την περινόηση και πρόβλεψη από την άλλη.

Σημ. Οι μεταφράσεις των αποστασιμάτων είναι του Δ. Καλλιγερόπουλου από το βιβλίο του «Μύθος και Ιστορία της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας και των αντομάτων» του Α. επ



# αφιέρωμα •

## Τα δαύματα της Βαβυλώνας και της Αιγύπτου

**Ο**Ηρόδοτος γεννήθηκε το 490-480 π.Χ. στην Αλικαρνασσό της Μικράς Ασίας και πέθανε 60 περίπου χρόνια αργότερα. Ταξίδεψε σε όλο σχεδόν τον τότε γνωστό κόσμο, γνώρισε άμεσα τους πολύμορφους πολιτισμούς των αρχαίων λαών, των Λυδών και των Μήδων, των Κάρων και των Σκυθών, των Περσών και των Βαβυλωνίων, των Ασσυρίων και των Αιγυπτίων, των Ελλήνων της Ιωνίας και της ελληνικής χερσονήσου και έγραψε σε εννέα βιβλία τις ιστορίες του.

Στο συνοπτικό του προοίμιο αναφέρει περιεκτικά τους τρεις σκοπούς και τα τρία μεγάλα περιεχόμενα του ιστορικού του έργου, που είναι:

**1.** Οι κοινωνικές σχέσεις και τα δημιουργήματα των απλών ανθρώπων, τα έθιμα, οι συνήθειες, τα χαρακτηριστικά του πολιτισμού των.

**2.** Τα μεγάλα και θαυμαστά τεχνικά έργα, τα επιτεύγματα της τεχνολογίας, της εφευρετικότητας, της δεξιοτεχνίας, της τεχνικής ικανότητας των λαών, και

**3.** Τα αίτια και οι περιγραφές των πολεμικών επιχειρήσεων.

Ετοι ο Ηρόδοτος δεν περιορίζεται σε μια απλή πολεμική ιστοριογραφία, αλλά συντάσσει τη συνολική ιστορία της εποχής του.

Και περιγράφει με ιδιαίτερο θαυμασμό όχι μόνο τον κόσμο των Ελλήνων αλλά ιδιαίτερα τον κόσμο των αποκαλούμενων βαρβάρων.

Και εστιάζει ακόμα τις περιγραφές του όχι μόνο στα μεγάλα, εκθαμβωτικά, κολοσσιαία έργα αρχιτεκτονικής, οδοποιίας, κατασκευής διώρυγων, γεφυρών, φραγμάτων, τεχνητών λιμνών, ανοικοδόμησης πύργων, πυραμίδων, λαβυρίνθων, αλλά και στα μικρά, ευφυή, απλά, ευτελή τεχνικά επινοήματα, έργα της καθημερινής, της λαϊκής τεχνολογίας.

Και αντιμετωπίζει ακόμα πολύπλευρα αυτά τα ίδια τα τεχνικά επιτεύγματα, εξετάζοντάς τα ιδιαίτερα από την τεχνική τους σκοπιά, δίνοντάς αναλυτικές τεχνικές περιγραφές, αναφέροντας τις πρώτες ύλες, τις διαστάσεις των έργων, τις κατασκευαστικές μεθόδους και εκφράζοντας, όπου θεωρεί ο περιγραφέας, τη γνώμη του ως ειδικού.

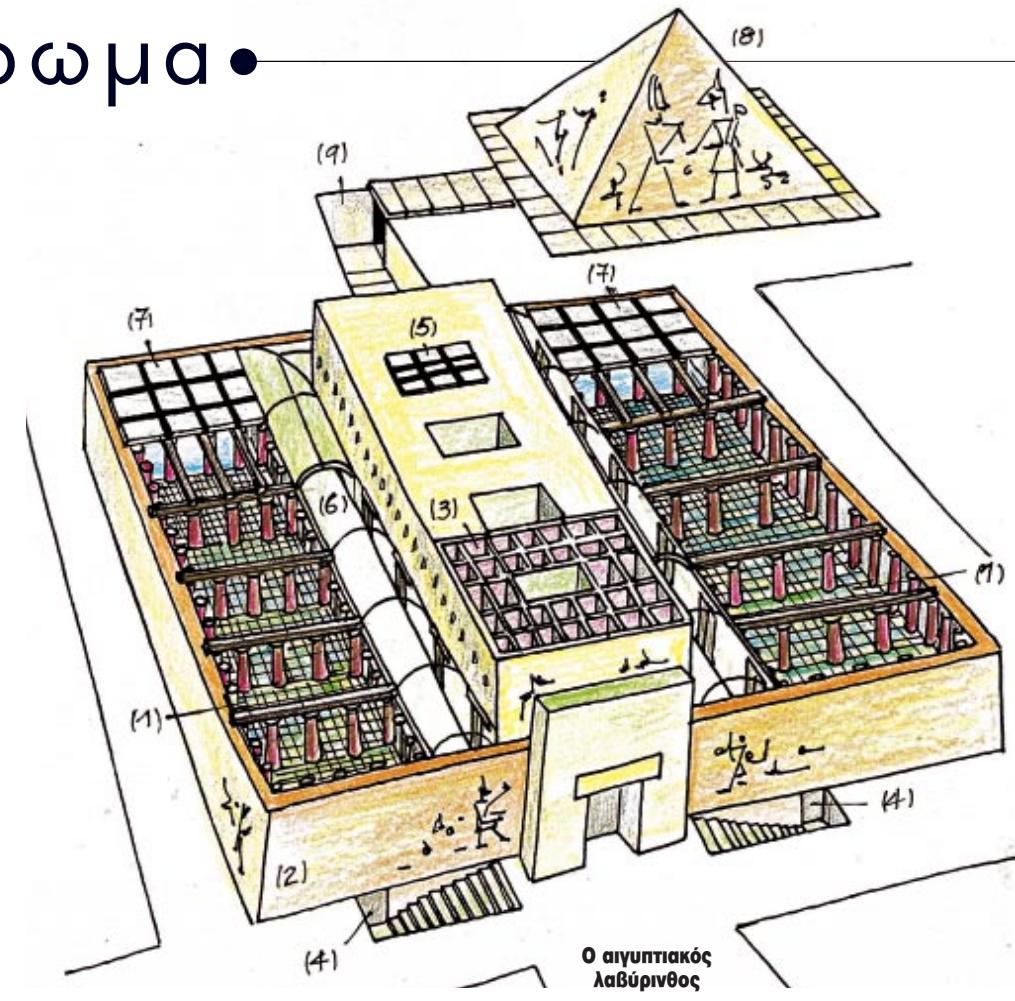
Μία επιλογή τέτοιων τεχνολογικών επιτευγμάτων από τις ιστορίες του Ηρόδοτου θα παρουσιάσουμε εδώ, δίνοντας έμφαση στην οπτική απεικόνιση των περιγραφών με πρωτότυπα σχέδια.

### Ο Θαλής σχεδιάζει την εκτροπή του ποταμού Αλυ

Μέσα στην ιστορική περιγραφή των εκστρατειών του Κροίσου κατά των Περσών εντάσσει ο Ηρόδοτος την περιγραφή ενός μεγάλου, μυθικού θα λέγαμε, τεχνικού έργου της αρχαιότητας, την αλλαγή της κοίτης του ποταμού Αλυ, που μελέτησε και επέβλεψε ο αστρονόμος, μαθηματικός, φιλόσοφος και φυσικός, ο μηχανικός Θαλής ο Μιλλήσιος.

Εκφράζοντας αρχικά την προσωπική του άποψη, ότι ο Κροίσος πέρασε με το στρατό του τον ποταμό Αλυ πάνω από γέφυρες, ο Ηρόδοτος αναφέρεται στην ελληνική παράδοση που λέει ότι «ο Θαλής μέσα από το στρατόπεδο (του Κροίσου) έκανε το ποτάμι να αλλάξει την πορεία του ρέοντας περιμετρικά γύρω από το στρατόπεδο». (I 75)

Και τη δεύτερη ώμος αυτή παραδοσιακή εκδοχή τη συνοδεύει με μιαν αναλυτική τε-



Ο αιγυπτιακός λαβύρινθος

# Η τεχνολογία

χινκή περιγραφή του μεγάλου έργου:

«Να πώς έκανε (ο Θαλής το έργο): Αρχισε να σκάβει πάνω από το στρατόπεδο μια βαθιά διώρυγα, ώστε να επιτυγχάνεται η εκροή των νερών του ποταμού προς τη διώρυγα, και μια διατήρηση της κοίτης τη διώρυγας διαφράξ κάτω από το επιπέδο της παλαιάς κοίτης του ποταμού, και δεύτερο με ένα κινητό φράγμα στο αριστερό άκρο της διώρυγας ή με διαδοχικές επιχωματώσεις στο σημείο αυτό που θα επέτρεπε την επαναφορά του ποταμού στην παλαιά του κοίτη.»

Σχετικά με τη λειτουργία των έργων αναφέρει ότι:

«Το αποτέλεσμα ήταν να χωριστεί στη μέση γρήγορα ο ποταμός και να γίνει διαβατός και στα δύο του μέρη. Υπάρχουν όμως και εκείνοι που λένε ότι η παλιά κοίτη του ποταμού αποξηράνθηκε. Αυτό όμως δεν το παραδέχομαι. Γιατί τότε πώς θα περνούσαν πάλι το ποτάμι όταν θα γύριζαν πάνω;». (I 75).

Κατά την κοίση μας, τα δύο βασικά ζητήματα που θέτουν οι αμφιβολίες αυτές του Ηρόδοτου, η πλήρης αποξήρανση της παλαιάς κοίτης του ποταμού κατ' αρχάς και η αναστρεψιμότητα του έργου κατά

δεύτερον, μπορούν να επιτευχθούν: πρώτο με μια βαθύτερη εκσκαφή στο αριστερό άκρο της διώρυγας, ώστε να επιτυγχάνεται η εκροή των νερών του ποταμού προς τη διώρυγα, και μια διατήρηση της κοίτης τη διώρυγας διαφράξ κάτω από το επιπέδο της παλαιάς κοίτης του ποταμού, και δεύτερο με ένα κινητό φράγμα στο αριστερό άκρο της διώρυγας ή με διαδοχικές επιχωματώσεις στο σημείο αυτό που θα επέτρεπε την επαναφορά του ποταμού στην παλαιά του κοίτη.

### Η πόλη της Βαβυλώνας

Ο Ηρόδοτος θεωρεί τη Βαβυλώνα σαν τη μεγαλύτερη πόλη των Ασσυρίων, την πιο «νομαστή και πανίσχυρη». Και περιγράφει αναλυτικά τα τείχη, την πολεοδομία, τους δρόμους, τα οικοδήματα, τα μεγάλα έργα της πόλης, παραθέτοντας τεχνικά στοιχεία, διαστάσεις, υλικά, τοπογραφία κατασκευής.

Ιδού στην αρχή η γενική περιγραφή της πόλης:

«Η Βαβυλώνα κείται σε μια μεγάλη πεδιάδα και είναι τε-



Τα στρογγυλά πλοία των Αρμενίων

τράγων. Η κάθε πλευρά της έχει μήκος εκατόντα πόδια (22.320 μέτρα)....

Από τις πλέον πον γωρίζουμε καμία άλλη δεν ήταν τόσο ομορφοστολισμένη. Πρώτα την περιβάλλει τάφρος βαθιά, πλατιά και γεμάτη νερό.

Κατόπιν ακολουθεί τείχος πλάτους πενήντα βασιλικών πάγκων (27 μέτρα) και ύψους διακοσίων πάγκων (96ή 108 μέτρα). (I 178).

Ακολουθεί η τεχνική περιγραφή για την κατασκευή του τείχους και της τάφρου.

Κατά τον Ηρόδοτο, το τείχος και τα χείλη της τάφρου ήταν κατασκευασμένα από «πλίνθους πολλούς που τους έψηγαν μέσα σε καμίνια». Και «αντί για λάσπη χορηγοποιούσαν πίσσα καυτή».

Και «κάθε τριάντα σειρές πλίνθων τοποθετούσαν πλέγματα από καλάμια».

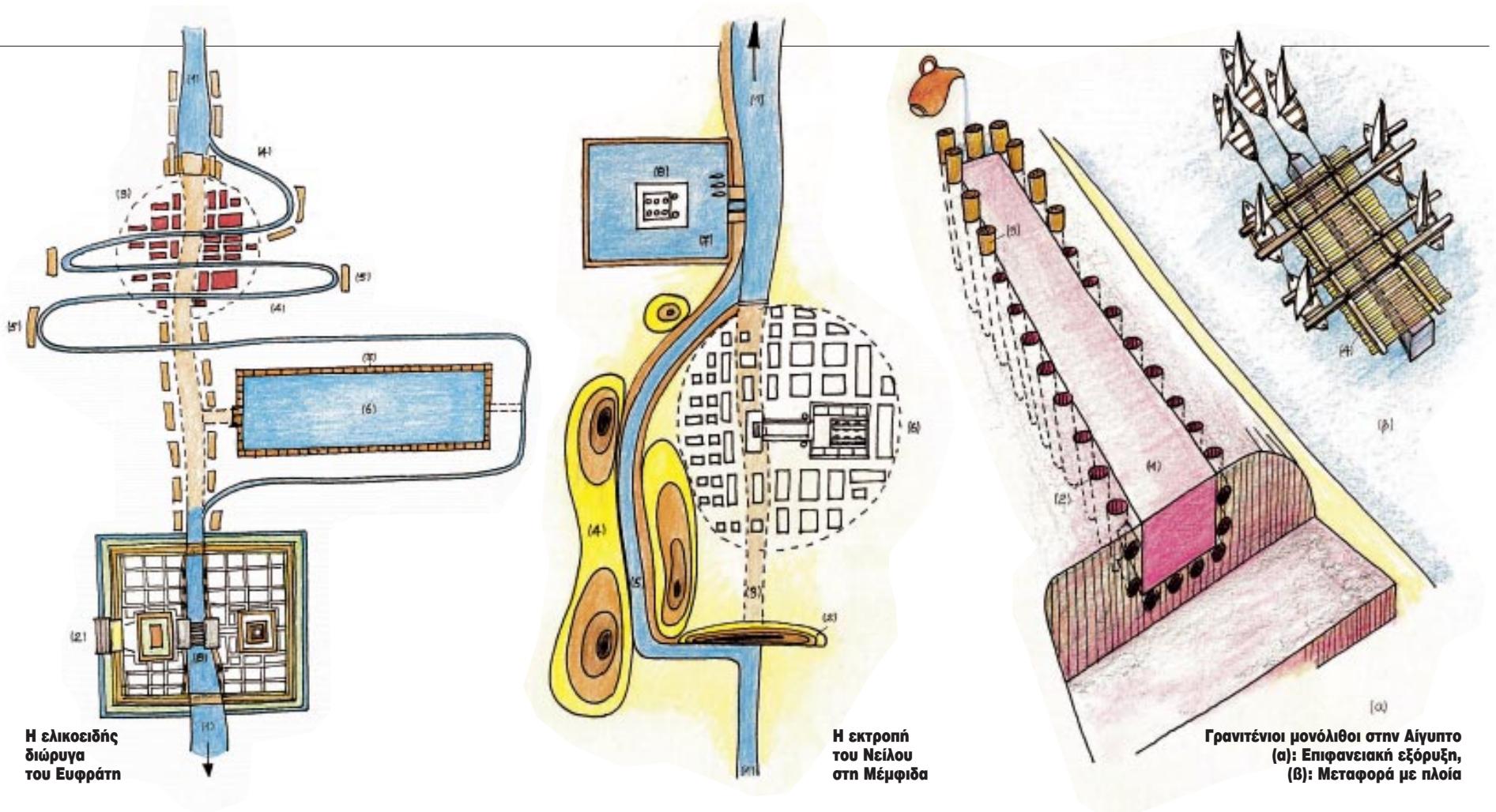
Οι περιγραφές αυτές του Ηρόδοτου ανταποκρίνονται σε μεγάλο βαθμό προς τα αρχαιολογικά ευρήματα από τις ανασκαφές στη Βαβυλώνα.

Και η περιγραφή του τείχους συνεχίζεται ως εξής:

«Πάνω στο τείχος, στις άκρες του, έχτισαν μονώδοι οικήματα, το ένα απέναντι στο άλλο. Ανάμεσα στα οικήματα άφησαν χώρο για να μπορεί να περνάει ένα τέθριππο άρμα. Γύρω στο τείχος υπάρχουν εκατό πόλεις, όλες χάλκινες, το ίδιο και οι παραστάδες τους και τα υπέρθυρα». (I 179).

Ακολουθεί η περιγραφή για την εσωτερική δομή της πόλης, την οργανωμένη πολεοδομία της, τη μεθοδική χάραξη των δρόμων, την ανεπτυγμένη αρχιτεκτονική των κτιρίων, τη σύνθεση της πόλης με το μεγάλο ποτάμι που τη διασχίζει.

«Η πόλη είναι χωρισμένη στα δύο γιατί τη διαπερνά στη μέση το ποταμός που λέγεται Ευφράτης. Καθένας από τους δύο βραχίονες του τείχους φθάνει στο ποτάμι, όπου κάνει γωνία και συνεχίζει πάνω στις δύο όχθες του ποταμού σαν φράγμα από



# στον Ήρόδοτο

ψημένους πλίνθους.

Η πόλη είναι μέσα γεμάτη από σπίτια τριώροφα και τετραώροφα. Και χωρίζεται από ίσιους δρόμους παράλληλους και κάθετους που οδηγούν στον ποταμό. Στο τέρμα κάθε δρόμου, στο φράγμα πλάι στο ποτάμι, υπήρχαν αιώνες πύλες, όσες και τα δρομάκια, και ήταν χάλκινες και οδηγούσαν κι αντές στον ίδιο ποταμό. (Ι 180).

## Ο πύργος της Βαβέλ

Στα θαύματα όμως της αρχιτεκτονικής και της οικοδομικής τέχνης ανήκουν τα μεγάλα κτίσματα της Βαβυλώνας και ιδιαίτερα ο περιφήμος πύργος της Βαβέλ, ο πύργος του λερού του Θεού Βήλου. Ιδού η περιγραφή:

«Σε κάθε ένα από τα δύο μέρη της πόλης υπήρχε στο μέσον ένα οχυρωμένο κτίσμα. Στο ένα μέρος ήταν τα βασιλικά ανάκτορα που περιβάλλονταν με ένα μεγάλο και ισχυρό περίβολο. Ενώ στο άλλο μέρος ήταν το ιερό του Διός Βήλου με χάλκινες πύλες.

Το κτίσμα αυτό υπήρχε ακόμα και στις μέρες μου, ήταν τετράγωνο και η κάθε πλευρά του ήταν δύο στάδια (372 μ.). Στη μέση του λερού ήταν κτισμένος ένας πύργος σταθερός, που είχε μήκος και πλάτος ενός σταδίου (186 μ.). Πάνω σε αυτό τον πύργο υψώνεται ένας άλλος, και σ' αυτόν άλλος, μέχρι συνολικά οκτώ πύργοι. Οι σκάλες που ανεβάζονται στους πύργους αυτούς είναι κατασκευασμένες εξωτερικά κυκλικά γύρω από όλους τους πύργους. Στη μέση της σκάλας υπήρχε πλάτωμα με αναπαντικά καθίσματα για να ξεκουράζονται όσοι ανεβαίνουν. Πάνω στον τελευταίο πύργο υπήρχε μεγάλος ναός». (Ι 181).

Το ύψος αυτού του περίφημου οκτάροφου πύργου είναι η μόνη διάσταση που λείπει από τις κατά τα άλλα λεπτομερείς περιγραφές του Ήροδότου. Ισως επειδή ξεπερνούσε κι αντές ακόμα τις προσδοκίες του ιστοριογράφου.

## Εργα υποδομής της Βαβυλώνας

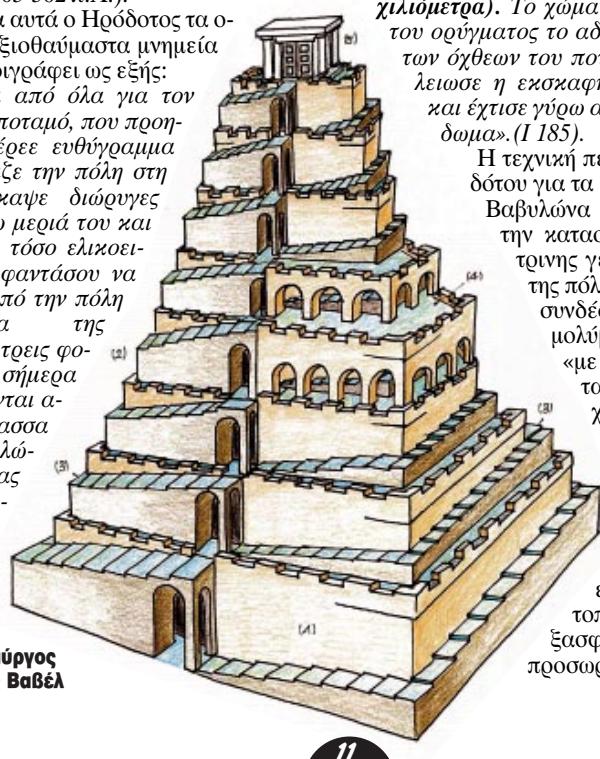
Χαρακτηριστικό της μεγάλης τεχνολογίκης ανάπτυξης των Βαβυλωνίων δεν είναι μόνο τα θαύμαστά αρχιτεκτονικά τους επιτεύγματα αλλά και τα μεγάλα τεχνικά έργα υποδομής που αφορούν την επέμβαση του ανθρώπου στη διαμόρφωση της φύσης ενός ποταμού του οποίου διαμορφώνεται ποταμούς του κόσμου, του ποταμού Έυφρατη.

Τα πρώτα φράγματα, τα πρώτα αντιπλημμυρικά αναχωμάτα του Έυφρατη κατασκεύασε κατά τον Ήρόδοτο η βασιλισσα Σεμίδαιμις (810-762 π.Χ.). Σημαντικά όμως θεωρούνται τα έργα της βασιλίσσας Νίτωκοις (πιθανότατα πρόκειται για τον Ναβουχοδονόσωρα, 605-562 π.Χ.).

Τα έργα αυτά ο Ήρόδοτος τα ονομάζει αξιοθαύματα μνημεία και τα περιγράφει ως εξής:

«Πρώτα από όλα για τον Έυφρατη ποταμό, που προηγούμενα έρεε ευθύγραμμα και διέσχιξε την πόλη στη μέση, έσκαψε διώρυγες στην πάνω μεριά του και τον έκανε τόσο ελικοειδή, ώστε φαντάσου να περνάει από την πόλη Αρδέρικκα της Ασσυρίας τρεις φορές. Και σήμερα οσοι έρχονται από τη θάλασσα στη Βαβυλώνα πλέοντας στον Έυφρατη

Ο πύργος της Βαβέλ



ποταμό περνάνε από αυτή την πόλη τρεις φορές μέσα σε τρεις μέρες». (Ι 185).

Το μεγάλο αυτό έργο, που είχε στόχο την απόσβεση της οδηγητικής δοής του ποταμού και τη μεταποτή του σε ένα διαβατό για τα πλοία κανάλι, συμπληρώνεται με σημαντικά αντιπλημμυρικά, αρδευτικά έργα και δεξαμενές:

«Σε κάθε όχθη του ποταμού σήκωσε ανάχωμα αξιοθαύμαστο για το μέγεθος και το ύψος του. Και σε μεγάλη απόσταση πάνω από τη Βαβυλώνα έσκαψε λίμνη μεγάλης χωρητικότητας, που απείχε λίγο από το ποτάμι και ήταν βαθιά ώστε να έχει πάντα νερό και πλατιά τόσο ώστε να περιμέτρος της να φτάνει τα τετρακόσια είκοσι στάδια (78 χιλιόμετρα). Το χώμα από την εκσκαφή του ορούματος το αδειάζει κατά μήκος των όχθεων του ποταμού. Κι όταν τελειωσε η εκσκαφή μετέφερε λίθους και έχτισε γύρω από τη λίμνη κορηπόδωμα». (Ι 185).

Η τεχνητή περιγραφή του Ήροδοτού για τα έργα υποδομής στη Βαβυλώνα ολοκληρώνεται με την κατασκευή μεγάλης πετρινής γέφυρας στο κέντρο της πόλης «από λίθους που συνδέονται με σίδερο και μολύβι» αφού χτίστηκαν «με ψημένους πλίνθους τα φράγματα στις όχθες του ποταμού κατά μήκος της πόλης και οι κλιμακώτες κατεβασιές από τις μηρές πύλες προς τον ποταμό». Τα έργα αυτά προγραμματοποιήθηκαν αφού εξασφαλίστηκε πρώτα η προσωρινή αποξήρανση

της παλαιάς κοίτης του ποταμού και η εκτροπή των νερών του σε βαθύ όρυγμα.

## Τα στρογγυλά πλοία

Με τις λέξεις «θαύμα μεγαλύτερο απ' όλα τ' άλλα, μετά την ίδια την πόλη» χαρακτηρίζει ο Ήρόδοτος μια καθόλου μεγαλοπρεπή και εντυπωσιακή αλλά αντίθετα ευτελή και φτωχή βασιλωνιακή ναυπηγική τεχνική, χαρακτηριστική για την απλότητα, την ευφύη σύλληψή της, τη δυνατότητα μεταφοράς μεγάλων φορτίων κατά μήκος του ποταμού με πλοία μιας χρήσεως.

«Τα πλοία αυτών που κατεβαίνουν το ορείμα του ποταμού προς τη Βαβυλώνα είναι όλα στρογγυλά και δερμάτινα. Τα φτιάχνουν στην Αρμενία που βρίσκεται πάνω από την Ασσυρία. Κόβουν κλαδιά από ιτιά και τα σκεπάζουν εξωτερικά περιβάλλοντάς τα με δέρματα, φτιάχνοντας έτοι το πάτωμα. Ούτε πρόμνη ξεχωρίζουν, ούτε στην πλώμα τα στενεύουν, παρότι τα κάνουν στοργυγάλια όπως είναι η ασπίδα.

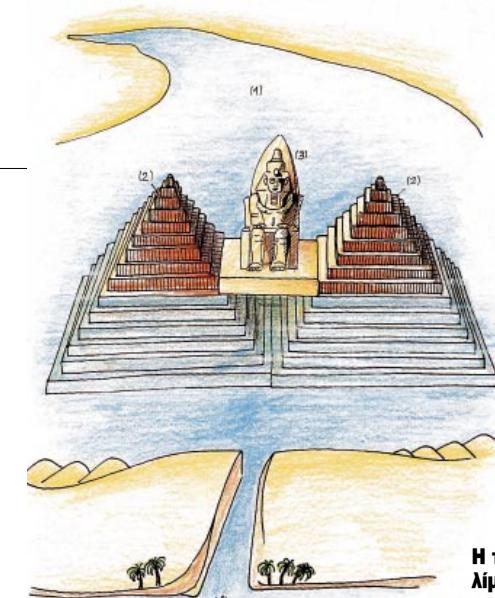
Ολό το πλοίο το γεμίζουν με καλαμές, το φορτώνουν με φορτία και το αφήνουν να τα πάρει το ποτάμι. Κνώσις μεταφέρουν πιθάρια από τη Φοινίκη γεμάτα κρασί. Το κατευθύνουν με δύο κουπάδια δύο άντρες όρθιοι...

Αυτά τα πλοία τα φτιάχνουν και πολύ μεγάλα και πολύ μικρά. Τα πιο μεγάλα μπορούν να χωρέσουν βάρος πέντε χιλιάδες τάλαντα (130 τόνους). Στο καθένα υπάρχει μέσα και από ένας χωντανός γάιδαρος. Οταν λοιπόν ταξιδεύουνται στη Βαβυλώνα ξεποντούνται πάντα το φορτίο τους. Τα κλαδιά της ιτιάς και όλες τις καλαμές τα έδιναν σε δημοπρασία. Τα τομάρια τα φόρτωνταν στους γαϊδάρους και έφευγαν προς την Αρμενία. Κι αυτό γιατί δεν γίνεται με κανένα τρόπο να πλεύσουν το γορήγορο ποτάμι ανάποδα... Οταν γύριζαν πίσω στην Αρμενία έφτιαχναν με τον ίδιο τρόπο άλλα πλοία». (Ι 194)

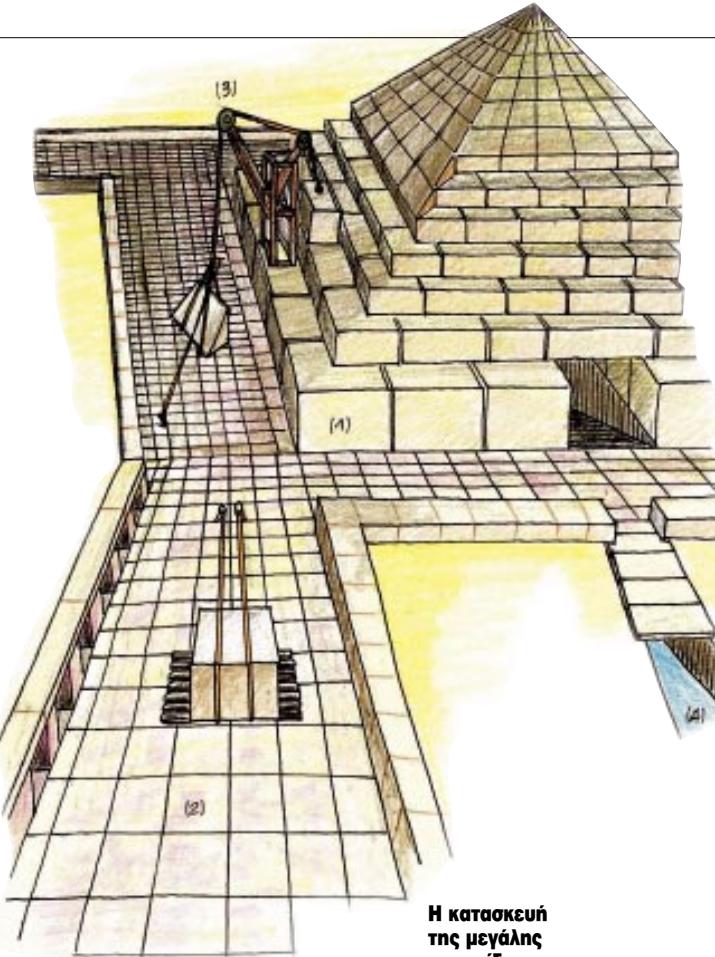
## Αυτοκατευδυνόμενα αιγυπτιακά πλοία

Οι Αιγύπτιοι δεν ήταν θαλασσοπόδοι. Δεν είχαν έτσι αναπτυγμένη ναυπηγική για την κατασκευή πλοιών με υπερόποντια αποστολή. Ομως η ιδιόμορφη γεωγραφία της

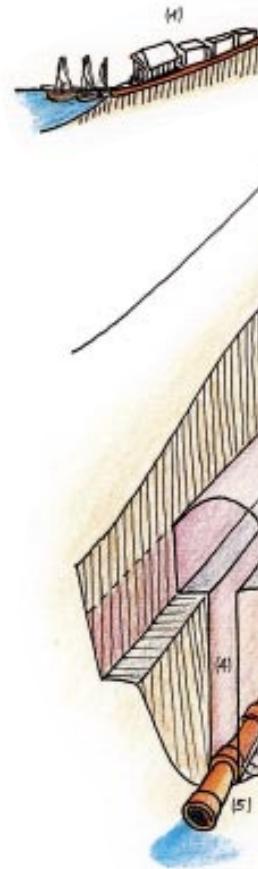




Η τεχνητή λίμνη Μοίρινα



Η κατασκευή της μεγάλης πυραμίδας



χώρας, που περιορίζοταν βασικά στις όχθες του ποταμού Νείλου, έκανε το ποτάμι τη βασική μεταφορική αρτηρία των Αιγυπτίων.

Ο Ηρόδοτος περιγράφει λοιπόν αναλυτικά την κατασκευή πλοίων ειδικευμένων στη πλεύση του ποταμού. «Τα κατασκευάζουν», λέει, «από ξύλα ακακίας δυο πήχεις μακριά... που τα καρφώνουν περιμετρικά με γόμφους (ξύλινα καρφιά)... Τα δένουν από μέσα τους αρμόνις με πάπυρο... κατασκευάζουν ένα πηδάλιο που διαπερνάει όλη την καράνια, στήνουν κατάρτι από ξύλο ακακίας και στρώνουν πανιά φτιαγμένα από πάπυρο». (Π. 96).

Το πιο ενδιαφέρον όμως είναι ότι τα πλοία αυτά, αν και διέθεταν πηδάλιο και πανιά με τα οποία ο κυβερνήτης μπορούσε εύκολα να ελέγχει την πορεία τους, ήταν επιπρόσθετα εφοδιασμένα με έναν πρωτότυπο μηχανισμό σταθεροποίησης της κατεύθυνσης του πλοίου μέσα στα οριμτικά νερά του ποταμού, μια μορφή αυτόματης πλοήγησης, ένα σύστημα ελέγχου της πορείας και εξουδετέρωσης των ροπών που έτειναν στο να παρεκκλίνει το σκάφος από την επιθυμητή κατεύθυνση στο κέντρο του ποταμού. Ιδού η περιγραφή:

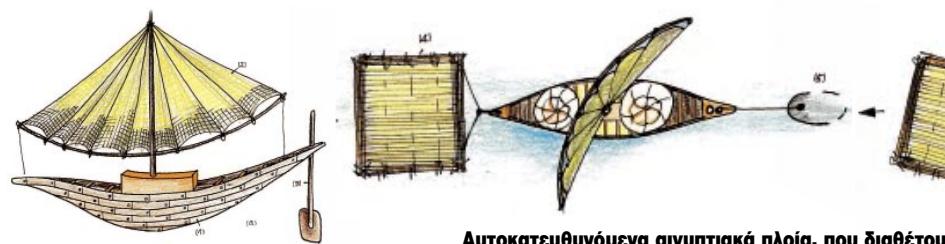
«Τα πλοία αυτά δεν μπορούν να πλεύσουν αντίθετα με το ρεύμα του ποταμού, εκτός εάν πνέει δυνατός άνεμος, και τα σέργονταν από τη στεριά. Οταν όμως ακολουθούν την πορεία του ρεύματος ελέγχουν την κατεύθυνση του πλοίου με τον εξής τρόπο: Κατασκευάζουν από μυρίκη (αιγυπτιακή θάμνος) μια σχεδία, ένα τελάρο ντυμένο με πλέγμα καλαμιών και ένα τρύπιο λιθάριο δυο τάλαντα βαρύ (52 κιλά) σαν βαρώδι. Από αυτά τα δύο αφήνουν τη σχεδία να πλέει δεμένη με άλλο σχοινί από το μπροστινό μέρος του πλοίου, και σίγουρα την πέτρα στο νερό, δεμένη με άλλο σχοινί από το πίσω μέρος του πλοίου. Η σχεδία παρασυρμένη από το ρεύμα προχωράει γρήγορα και τραβάει μαζί της το πλοίο από τον ονομάζεται βαριδά, ενώ η πέτρα έλκεται από πίσω, σέρνεται στο βυθό του ποταμού και ελέγχει την πορεία του πλοίου.

Αυτού τον είδον τα πλοία είναι πολλά στον αριθμό και μερικά μεταφέρονται βάρος πολλών χιλιάδων ταλάντων (χιλια τάλαντα είναι 26 τόνοι). (Π. 96)

### Μεγάλα μονόλιθα έργα

Με πλοία σαν αυτά που περιγράψαμε παραπάνω γινόταν και η μεταφορά τεράστιων

# Νείλος και πυραμίδες Η μεγάλη γυνάντη



Αυτοκατευθυνόμενα αιγυπτιακά πλοία, που διαθέτουν

μονόλιθων από γρανίτη σε μεγάλες αποστάσεις, όπως π.χ. από τα λατομεία της Ελεφαντίνης, κοντά στο σημερινό Ασουάν, στη Μέμφιδα, κοντά στο σημερινό Κάρο.

Τέτοιους μονόλιθους αναφέρει ο Ηρόδοτος: «Τους οβελίσκους του βασιλιά Φερώ «που ο καθένας τους είχε μήκος εκατό πήχεων (48 μέτρα) και πλάτος οχτώ πήχεων (3,84 μ.).» (Π. 11), το μονόλιθο ναό στο μαντείο της πόλης Βουτώ (Π. 155), τους υπερφυσικούς μονόλιθους που μετέφερε ο βασιλιάς Αμασίς από την Ελεφαντίνη στην πόλη Σάν με τα πλοία, και ιδιαίτερα το μονόλιθο οίκημα «που το μετέφεραν για τρία χρόνια δύο χιλιάδες ἄνδρες ειδικοί στη μεταφορά, διαλεγμένοι όλοι κυβερνήτες πλοίων. Του στεγασμένου αυτού οικήματος το μήκος εξωτερικά ήταν είκοσι ένας πήχεις (10,08 μ.), το πλάτος δεκατέσσερις (6,72 μ.) και το ύψος οχτώ (3,84 μ.).» (Π. 175).

Κι ακόμα ο κολοσσός που αφιέρωσε ο Αμασίς στη Μέμφιδα «βρίσκεται ύπιπτος μπροστά από το ναό του Ηφαίστου και έχει μήκος εβδομήντα πέντε πόδια (24 μ.).» (Π. 176).

Για την εξόρυξη και μεταφορά αυτών των

μονόλιθων υπάρχει η εξής παραδοση.

Στα επιφανειακά λατομεία του γρανίτη, στη Μέμφιδα και την Ελεφαντίνη, ελείσιαναν αρχικά

τη γρανιτένια επιφάνεια και άνοιγαν στη συνέχεια στην περιμέτρο του ογκόλιθου που ήθελαν να εξορύξουν με νεροτρούπανα κάθετες τρύπες σε μικρές αποστάσεις.

Σε αυτές σφήνωναν στη συνέχεια ξύλινους ή παπυρέ-

νιους πασσάλους, που τους έβρεχαν για να φουσκώσουν, να διασταλούν και να σπάσουν τα λίθινα τμήματα ανάμεσα στις τρύπες. Κατόπιν άνοιγαν γύρω από τον ογκόλιθο αυλάκι για να επαναλάβουν την ίδια διαδικασία στην κάτω πλευρά. Για τη μεταφορά δε έκαναν τα εξής: Εδεναν στο επάνω μέρος του γιγαντιού ογκόλιθου ξύλα και περιμεναν τις πλημμύρες του Νείλου για να πλημμυρίσει το λατομείο και το νερό να σηκώσει τα μονόλιθα. Από κει και πέρα η μεταφορά γινόταν με πλοία που έσερναν χιλιόμετρα μακριά την περίεργη αυτή σχεδία με το μονόλιθο βυθισμένο στα νερά του Νείλου.

### Εργα υποδομής στη Μέμφιδα

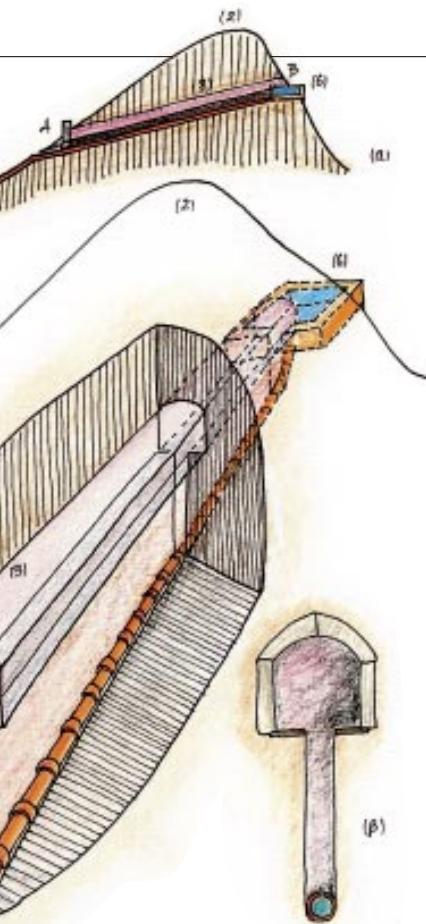
Αντίστοιχα με τα μεγάλα έργα υποδομής στη Βαβυλώνα, προχώματα, φράγματα, έργα εκπροστής του ποταμού Νείλου, τεχνητές λίμνες και διώρυγες, αναφέρει και ο Ηρόδοτος για την κατασκευή της μητρόπολης της Αιγύπτου, τη Μέμφιδα, χρησιμοποιώντας ως πη-

γές του τις αφηγήσεις Αιγύπτιων ιερέων.

«Οι ιερείς έλεγαν ότι ο Μίνας, ο πρώτος βασιλιάς της Αιγύπτου, έφτιαξε προχώματα για να προστατεύσει τη Μέμφιδα. Γιατί ο ποταμός έρεε παλιά δίπλα από τα αμμώδη βουνά που βρίσκονται κατά τη Λιβύη και ο Μίνας κατασκεύασε στην πάνω μεριά της Μέμφιδας, σε απόσταση εκατό σταδίων (18,6 χιλιομέτρων), ένα πρόχωμα σχηματίζοντας ορθή γωνία προς το νότο (αγκώνα). Ετσι η παλιά κοιτή αποξηράνθηκε και τα νερά του ποταμού διοχετεύτηκαν έτσι ώστε να κυλούν ανάμεσα απ' τα βουνά.

Ακόμα και σήμερα οι Πέρσες προσέχουν πάρα πολλά τον αγκώνα αντό του Νείλου, τον φράζουν κάθε χρόνο και φροντίζουν το ποτάμι να ρέει περιορισμένο. Γιατί αν το ποτάμι θελήσει να σπάσει το φράγμα και να ξεχειλίσει, τότε υπάρχει κίνδυνος να πλημμυρίσει όλη τη Μέμφιδα». (Π. 99).

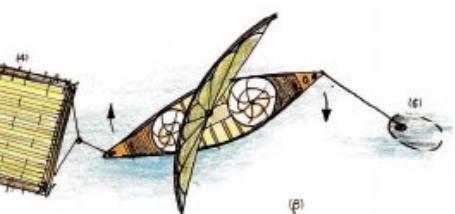
Αυτά διηγείται ο Ηρόδοτος για το φράγμα και την εκτροπή του Νείλου. Και εξηγεί στη



Η σύραγγα του Ευπαλίνου στη Σάμο

# Ιδες:

# Την



ν μηχανισμό ελέγκου της κατεύθυνσης

συνέχεια πως οι Αιγύπτιοι μηχανικοί, με μεγάλη εμπιστοσύνη στα κολοσσιαία τεχνικά τους έργα, έχτισαν τη Μέμφιδα στην αποξηραμένη κοιτή του ποταμού.

«Μόλις, λοιπόν, ο Μίνας, ο πρώτος βασιλιάς αποξήσαντες τη φραγμένη περιοχή, έχτισε εκεί την πόλη αυτή που σήμερα λέγεται Μέμφιδα, κι έσκαψε έξω απ' αυτήν προς τα βόρεια και δυτικά της πόλης μια τεχνητή λίμνη που γέμισε με τα νερά του ποταμού και που την έφραξε ανατολικά ο Νείλος. Κι έχτισε μέσα σ' αυτήν το ιερό του Ηφαίστου, μεγάλο και αξιολογότατο να το αναφέρει κανείς». (ΠΙ 99).

## Η τεχνητή λίμνη Μοίρινα

Ο Ηρόδοτος χαρακτηρίζει και αξιολογεί τους βασιλείς της Αιγύπτου ανάλογα με τα έργα που άφησαν. Στους αξιολογότατους λοιπόν συγκαταλέγει έναν από τους τελευταίους βασιλιάδες, τον Μοίριν, στον οποίο αποδίδει την κατασκευή «της τεχνητής λίμνης

Μοίρινας, των πυραμίδων μέσα σ' αυτήν και των βορειών προπολιαίων του ναού του Ηφαίστου στη Μέμφιδα». (ΠΙ 101).

Η λίμνη αυτή θεωρεί ο Ηρόδοτος ότι αποτελεί ακόμη μεγαλύτερο θαύμα και αυτού του λαβυρίνθου, τη θεωρεί δηλαδή το μεγαλύτερο τεχνικό έργο της αρχαίας Αιγύπτου.

«Περιγρέτος της λίμνης αυτής ήταν τρεις χιλιάδες εξακόσια στάδια (670 χιλιόμετρα), όση και η παραθαλάσσια ακτή της Αιγύπτου. Η λίμνη προεκτείνεται προς το βορρά και προς το νότο και το μεγαλύτερο βάθος της είναι πενήντα οργιές (96 μ.).

Οτι δε, είναι φτιαγμένη με ανθρωπίνα χέρια και τεχνητή, μόνη της το φανερώνει. Στο μέσο αυτής της λίμνης στέκονται δύο πυραμίδες, που προεξέχουν από το νερό κατά πενήντα οργιές κάθε μία κι είναι χτισμένες κάτω από το νερό άλλο τόσο. Οι πυραμίδες είναι, λοιπόν, εκατό οργιές ψηλές (192 μ.). Και στις δύο επάνω στέκεται ένα κολοσσιαίο λίθινο άγαλμα καθισμένο στο θρόνο». (ΠΙ 149).

Η λίμνη αυτή λειτουργούσε σαν ένα τεράστιο αντιτληματικό έργο για τον έλεγχο της στάθμης του Νείλου. Γιατί;

«Το νερό που είναι μέσα στη λίμνη δεν αναβλύζει από το έδαφος, αλλά έρχεται από το Νείλο με μια διώρυγα, και έξι μήνες ρέει προς τη λίμνη ενώ τους άλλους έξι μήνες ρέει προς τα έξω και ξαναχυνεί στο Νείλο». (ΠΙ 149).

## Η πυραμίδα του Χέοπα

Από τα σημαντικότερα και μεγαλύτερα τεχνικά έργα της αρχαίας Αιγύπτου είναι αναμφισβήτητα η μεγάλη πυραμίδα του Χέοπα. Αναλυτική περιγραφή για την κατασκευή της δίνει ο Ηρόδοτος θεωρώντας ότι ο μεγάλος βασιλιάς Χέοπος έριξε στην αθιμότητα το λαό του, γιατί «ανάγκαιες δύος τους Αιγύπτιους να δουλεύουν γι' αυτόν».

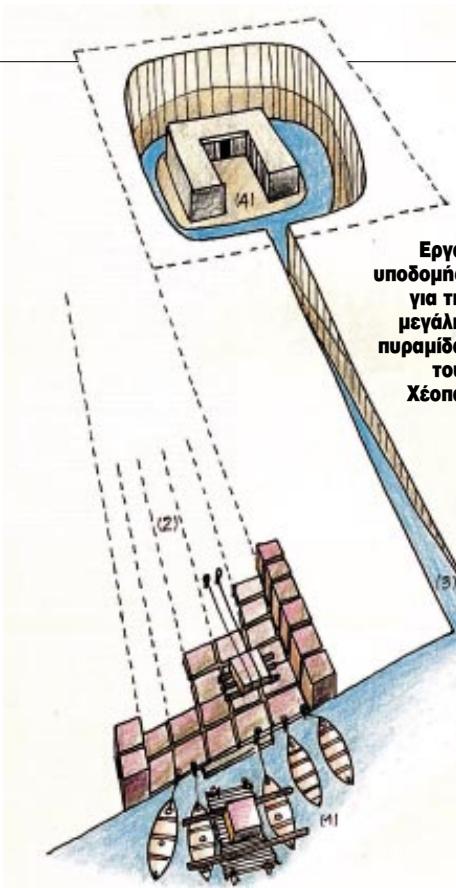
Προηγείται η περιγραφή για την κατασκευή του λίθινου δρόμου προς τις πυραμίδες, της εξόρυξης και της μεταφοράς των μεγάλων λίθινων ογκων, της προετοιμασίας του υπέδαιφους, της κατασκευής διώρυγας και υπόγειων τάφων κάτω από τη μελλοντική πυραμίδα.

«Έδωσε εντολή ο Χέοπας, άλλοι να βγάζουν ογκόλιθους από τα λατομεία στο Αραβικό όρος και να τους σύρουν μέχρι το Νείλο, από κει να τους μεταφέρουν κατά μήκος του ποταμού με πλοία, και άλλοι να παραλαμβάνουν τους ογκόλιθους και να τους σέρνουν προς το καλούμενο Λιβυκό όρος. Δούλευαν αδιάκοπα εκατό χιλιάδες άνθρωποι, εναλλασσόμενοι ανά τρίμηνο...»

Πρόκειται, νομίζω, για έργο όχι πολύ κατώτερο από αυτό της πυραμίδας. Γιατί το μήκος του δρόμου είναι πέντε στάδια (930 μ.), το πλάτος δέκα οργιές (19,2 μ.) και το ύψος του στο υψηλότερο σημείο της επιχωμάτωσης είναι οχτώ οργιές (14,9 μ.). Οι ογκόλιθοι είναι σκαλιστοί και στολισμένοι με ανάγλυφες μορφές ζώων.

Δέκα χρόνια χρειάστηκαν για την κατασκευή αυτού του δρόμου αλλά και των υπόγειων οικημάτων που κατασκευάστηκαν πάνω στους λόφους, όπου στήθηκαν οι πυραμίδες. Τα υπόγεια αυτά σκόπευνε να τα κάνει τάφους δικούς του πάνω σε νησί, που το διαμόρφωσε φέροντας νερό από το Νείλο μέσα από διώρυγα». (ΠΙ 124).

Τα μεγάλα αυτά έργα υποδομής, που διήρκεσαν δέκα χρόνια πριν από την κατασκευή της πυραμίδας, δείχνουν τη σύνδεση του έργου με το Νείλο και αφήνουν ανοιχτή τη δυνατότητα μιας υδραυλικής εργατικής για τη λειτουργία της διώρυγας, της υπόγειας δεξαμενής και της ίδιας της πυραμίδας. Μια τέτοια ερμηνεία επιχείρησε ο Ε. Kuncle, που βασίστηκε στις περιγραφές του Ηρόδοτου για να υποθέσει ότι η μεγάλη πυραμίδα λειτουργούσε σαν μια τεράστια αναρροφητική υδραυλία, οι εσωτερικοί θάλαμοι και διάδρομοι της πυραμίδας σαν σωλήνες αναρροφητικούς και ο μεγάλος γρανιτένιος ογκόλιθος που έφραζε την είσοδο του αντιθαλάμου σαν μια μεγάλη



κόμια και τις πυραμίδες».

Η περιγραφή του έργου είναι η εξής: «(Ο λαβύρινθος) περιλαμβάνει δώδεκα στεγασμένες αυλές με πύλες αντικριστές η μία απέναντι στην άλλη, έξι στραμμένες στο βορρά και έξι στο νότο, συνεχόμενες. Έξιτερικά τις περιβάλλει ένας και μόνο τοίχος. Στο εσωτερικό υπάρχουν αιθουσες χτισμένες σε δύο επίπεδα. Οι μισές είναι υπόγειες, οι άλλες μισές υπερυψωμένες πάνω στις πρώτες, τοις χιλιάδες στον αριθμό, κάθε επίπεδο από χιλιες πεντακόσιες. Τώρα τις υπερυψωμένες αιθουσες τις είδαμε και περιγράφουμε όσα οι ίδιοι αντικρίσαμε... και είναι ανώτερες από κάθε ανθρώπινο έργο!»

Γιατί οι έξοδοι από τα υπόστεγα και οι ελιγμοί μέσα στις αυλές, ήταν εξαιρετικά περίπλοκοι, κι ήταν θαύμα απίστεντο πως τα περιόδατα οδήγουσαν απ' τις αυλές στις αιθουσές κι απ' τις αιθουσές στις στοές κι απ' τις στοές σε άλλα υπόστεγα κι απ' τις αιθουσές αντές σε άλλες αυλές. Η οροφή όλων αντών είναι πέτρινη, όπως και οι τοίχοι, που είναι γεμάτοι με ανάγλυφες παραστάσεις. Κάθε αυλή περιβάλλεται από κολώνες φτιαγμένες από λίθους λευκούς άριστα συναρμοσμένους. Στη γωνία όπου τελειωνει ο λαβύρινθος ακολουθεία μια πυραμίδα σαράντα οργιές (76,8 μ.), όπου είναι σκαλισμένες παραστάσεις μεγάλες. Ο δρόμος που οδηγεί σε αυτήν είναι υπόγειος». (ΠΙ 148)

## Η σύραγγα του Ευπαλίνου στη Σάμο

Ο Ηρόδοτος ολοκληρώνοντας την περιοδεία του στην Αίγυπτο λίγο αναφέρεται στα αρχαία ελληνικά τεχνικά έργα. Τα πιο αξιόλογα απ' αυτά θεωρεί ότι είναι «οι ναοί στην Εφεσο και τη Σάμο». (ΠΙ 148).

Η Σάμιος ιδιαίτερα αναφέρεται στον Ηρόδοτο σαν ένα από τα σημαντικότερα ελληνικά κέντρα, φημισμένο για τα μεγάλα του έργα. Τοίχα από αυτά αναφέρει ο Ιστορικός: πρώτο, το περίφημο υδραγωγείο του Ευπαλίνου, τη μεγάλη άηλαδη σήραγγα που έσκαψε ο Μεγαρέας αυτός μηχανικός ξεκινώντας από δύο διαφορετικές αφετηρίες εξόρυξης, δεύτερο, το μεγάλο λιμενοβραχίονα στο λιμάνι της Σάμου, μήκους πάνω από δύο στάδια (372 μ.), και βάθους πάνω από είκοσι οργιές (38,4 μ.) και τρίτο, το μεγαλοπρεπή ναό της Ήρας, που είναι κατά τον Ηρόδοτο ο μεγαλύτερος από όλους τους ναούς που έχουμε δει». (ΠΙ 60).

Αναλυτικά θα σταθούμε στην περιγραφή του Ηρόδοτου για τη σήραγγα του Ευπαλίνου, τη σήραγγα που κατασκεύασε το τουρόντα της Σάμου για να μεταφέρει εκεί νερό από μια μακρινή πηγή.

Σημαντική καινοτομία, που προϋποθέτει γνώση τοπογραφίας και χρήση τοπογραφικών οργάνων σαν την κατοπινή διόπτρα του Ηρωνα, αποτελεί η ταυτόχρονη εξόρυξη της σήραγγας με αφετηρίες τα δύο αντιδιαμετρικά άκρα της και η ακρίβεια της εξόρυξης αυτής.

Ιδού η περιγραφή: «Μίλησα περισσότερο για τους Σάμιους γιατί αυτοί έχουν κατασκευάσει τα μεγαλύτερά έργα όλων των Ελλήνων. Πρώτο είναι μια σήραγγα που έσκαψαν σε ένα βυνό εκατόντα οργιές ψηλό (288 μ.). Τη σήραγγα αυτή άρχισαν να τη σκάψουν από κάτω, έχει όμως δύο στόμα (είναι σκαμμένη από τις δύο πλευρές, αμφίστομος). Έχει μήκος εφτά στάδια (1.302 μ.), ενώ το ύψος και το πλάτος της σήραγγας είναι και τα δύο οχτώ πόδια (2,56 μ.). Σ' όλο το μήκος της έχει σκαφετεί ένα άλλο ορόγυμα βάθους είκοσι πήχεων (9,6 μ.) και πλάτους τριών ποδών (96 εκατοστών), όπου διοχετεύεται μέσα από σωλήνες το νερό, που προέρχεται από μεγάλη πηγή και καταλήγει στην πόλη. Αρχιτέκτονας αυτού του ορύγματος ήταν ο Μεγαρέας Ευπαλίνος, γιος του Ναυστρόφου». (ΠΙ 60)

Σημ. Οι μεταφράσεις των αποσπασμάτων είναι του Δ. Καλλιγόρουπουλου



# αφιέρωμα •

## **Κτησίβιος, Φίλων ο Βυζαντιος και Ηρων ο Αθεξανδρεύς**

ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΟΥ ΤΣΑΤΣΑΡΩΝΗ\*

νας (ακόμη) τομέας όπου η συνεισφορά των αρχαίων Ελλήνων στην ιστορία των επιστημών, των τεχνών και του πνεύματος γενικότερα είναι σημαντική, είναι και αυτός της τεχνολογίας, παρ' όλο που η συνεισφορά αυτή δεν έχει τύχει καθολικής αναγνώρισης (όπως έχει γίνει για τη φιλοσοφία, τα θεωρητικά μαθηματικά κ.ά.).

Ομως, όπως αναλύεται σε μεγάλο πλήθος μελετών, τόσο τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του τεχνολογικού έργου των αρχαίων Ελλήνων όσο και η μεγάλη επιρροή που αυτό είχε στην εξέλιξη της τεχνολογίας για πολλές εκατοντάδες χρόνια, αποδεικνύουν τη μεγάλη σημασία και αξία του.

Ιδιαίτερη άνθηση γνωρίζει η αρχαία τεχνολογία κατά τους ελληνιστικούς χρόνους στην Αλεξανδρεία της Αιγύπτου. Εκεί, σε ένα περιβάλλον όπου η γνώση συγκεντρώνεται και καλλιεργεύται συστηματικά στο Μουσείο και τη Βιβλιοθήκη, η ελληνική επιστημονική και τεχνική παράδοση μαζί με εκείνη άλλων μεγάλων πολιτισμών (Αιγυπτιακού, Περσικού κ.ά.) καταγράφεται και είναι διαθέσιμη σε όσους θέλουν να τη μελετήσουν, να την εφαρμόσουν, να τη βελτιώσουν και βασισμένοι σε αυτήν να δημιουργήσουν. Επι, στο έργο των μηχανικών της εποχής συναντούμε συνεχείς αναφορές σε παλαιότερους που είχαν ασχοληθεί με το ίδιο αντικείμενο.

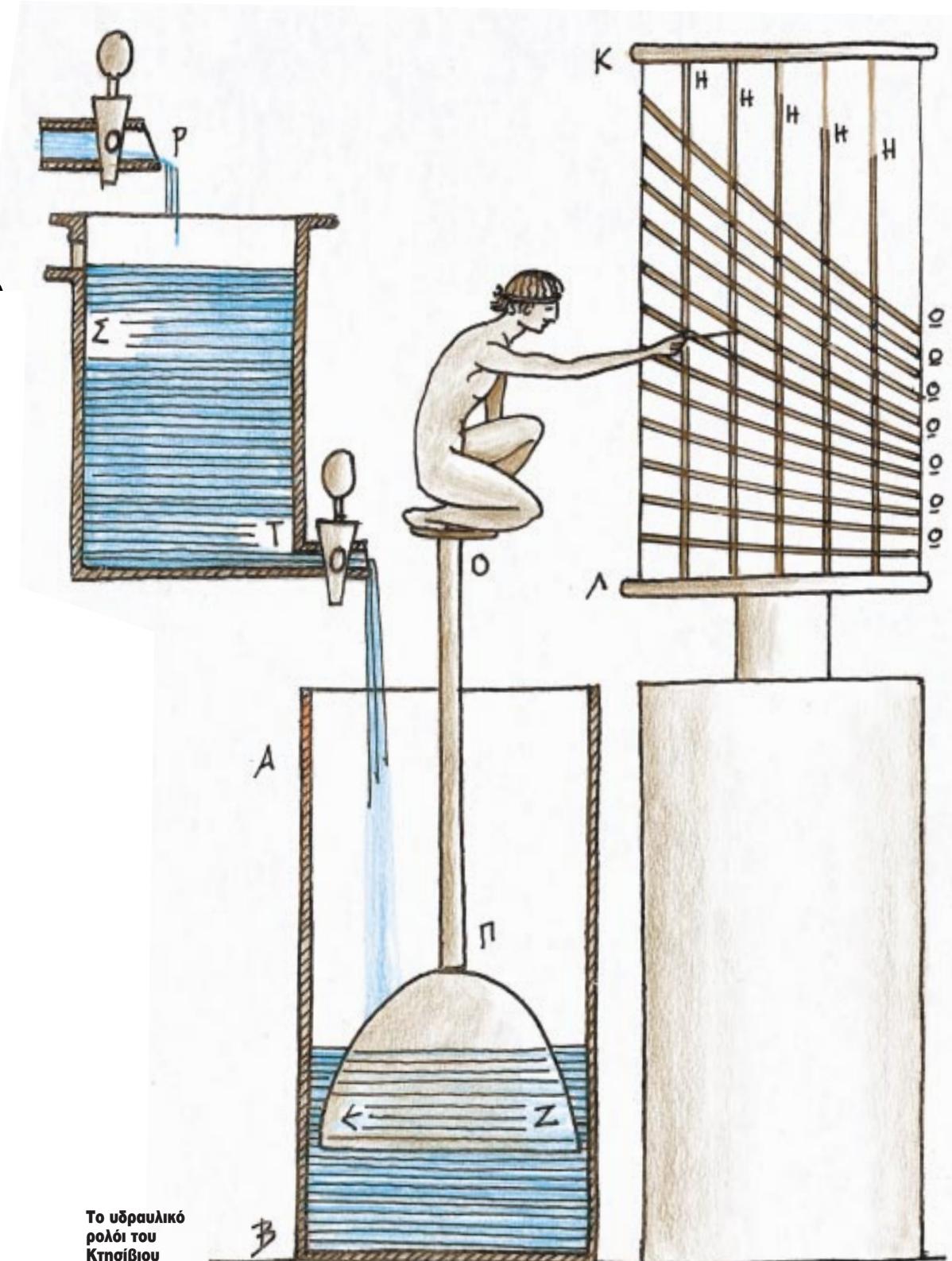
Σε ένα τέτοιο λοιπόν γόνυμο για την ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας περιβάλλον και με νωπή την αύρα των μηχανικών που ο Αλέξανδρος είχε μάζι του για να δίνουν τεχνολογικές λύσεις στις εκπορφατίες του, δημιουργήθηκε με προπομπό το μεγάλο δάσκαλο Αρχιμήδη η «σχολή των Αλεξανδρινών μηχανικών». Κύριοι εκπρόσωποι ήταν ο **Κηπούριος**, ο **Φίλων** ο **Βυζάντιος** και ο **Ηρών** ο **Αλεξανδρεύς**. Το έργο τους, παρότι εκτείνεται σε διάφορους τομείς (θεωρητικά μαθηματικά, στρατιωτική μηχανική, οπτική, δομική τεχνολογία κ.ά.), χαρακτηρίζεται από την ιδιαίτερη επικέντρωσή του στα αυτόματα πνευματικά, υδραυλικά και μηχανικά συστήματα.

Με τη σύντομη αναφορά, που ακολουθεί, στη ζωή καθώς και σε κάποιες από τις δημιουργίες των τριών Ελλήνων μηχανικών της αρχαιότητας μπορούμε να πάρουμε μια γεύση για τη σπουδαιότητα αλλά και τον ιδιαίτερο χαρακτήρα του έργου τους. Γιατί ο Κηφισίος, ο Φύλων και ο Ήρων προσέγγισαν την τεχνολογία με σκοπό δημιουργήματα που θα ήταν όχι μόνο λειτουργικά και χρήσιμα, αλλά και ικανά να προσφέρουν θαυμασμό, έκπληξη και αισθητική απόλαυση.

Περισσότερο λοιπόν από 20 αιώνες πριν, στην Αλεξανδρεία, οι Ελλήνες μηχανικοί είχαν – θα μπορούσαμε να πούμε – συνδυάσει την τεχνολογία με την ποίηση και την τέχνη. Και μοιάζει ο συνδυασμός αυτός, όπως φαίνεται από τα έργα τους, τόσο αρμονικός σαν έτοι να είναι ορισμένο και σωστό να συμβαίνει.

## Κινέιβιος - Φίλων - Ηρων: εργοβιογραφία

Σύμφωνα με την άποψη που περισσότερο επικρατεί, ο Κτησίβιος έζησε στην Αλεξάνδρεια από το 300 έως το 230 π.Χ.



# Mia τριάδα δημιου

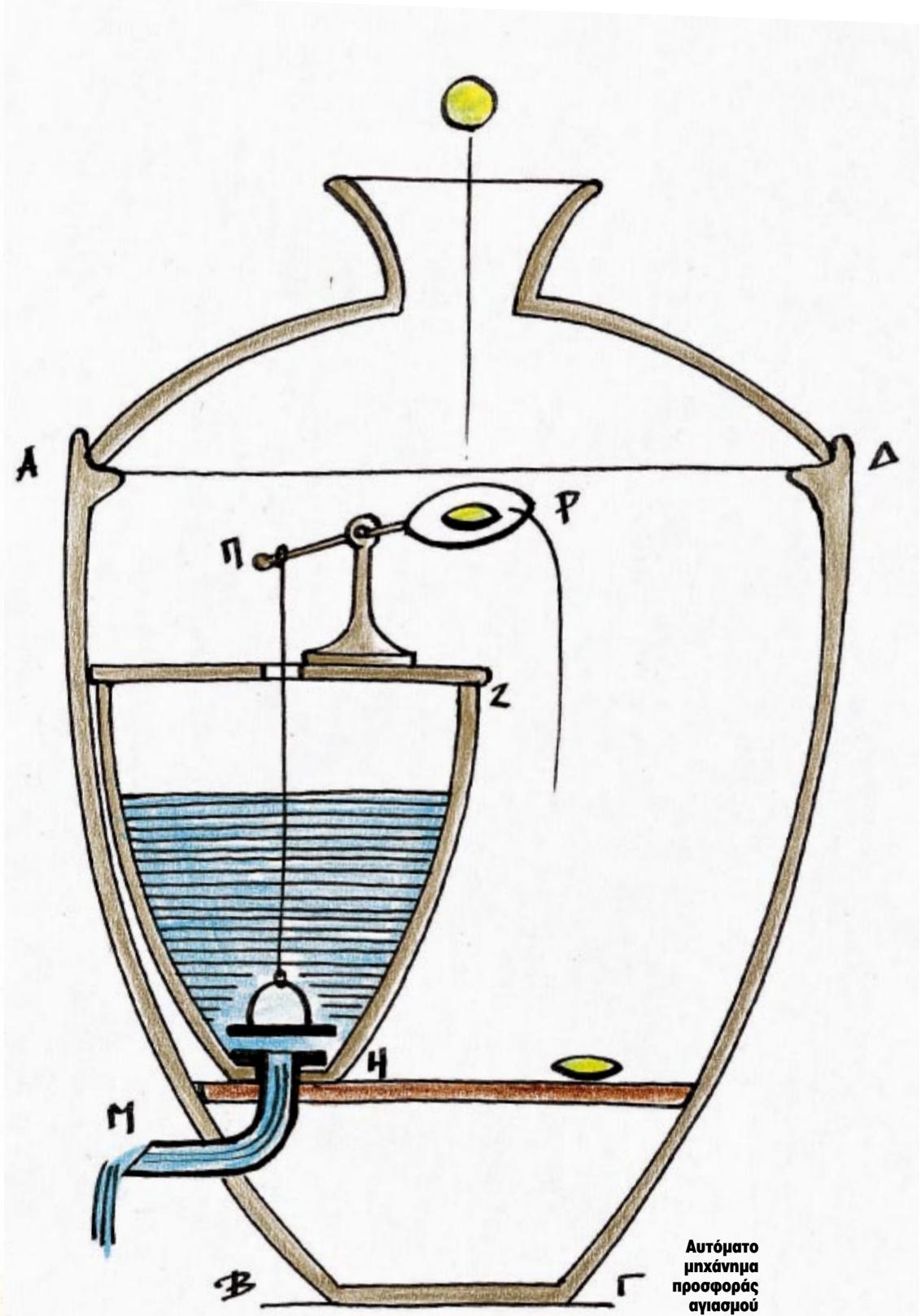
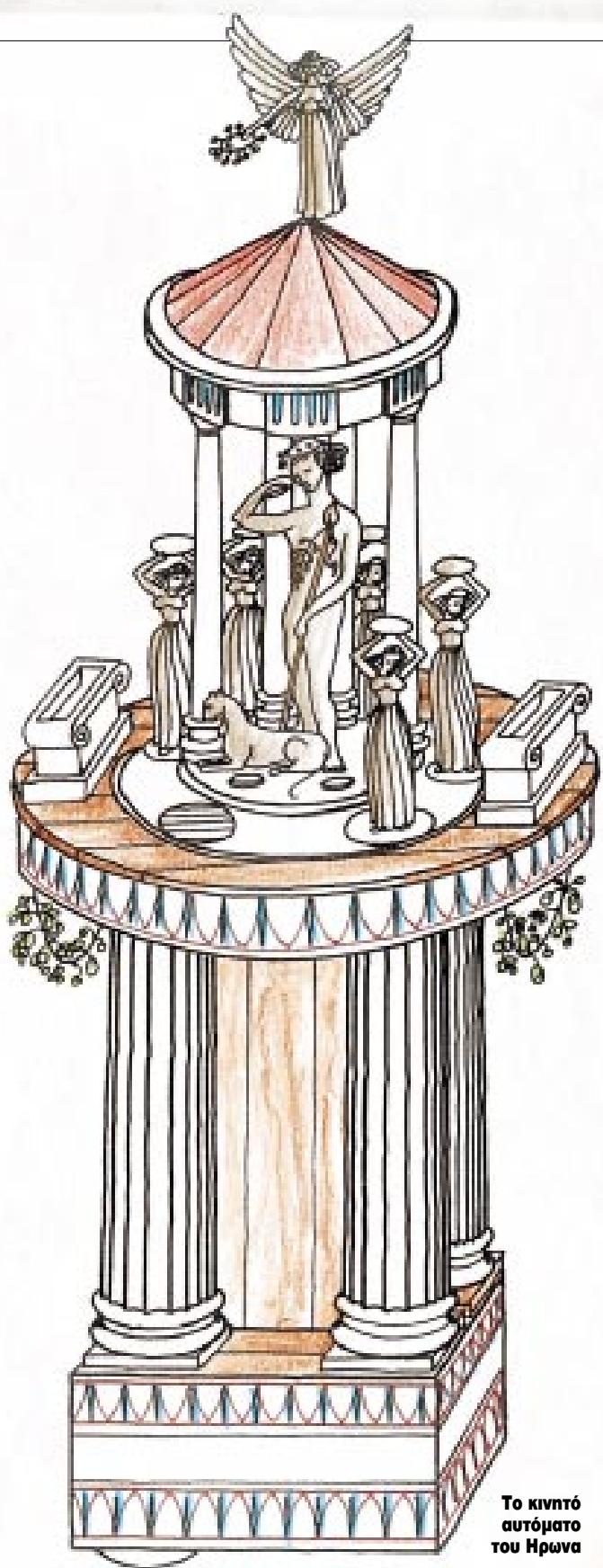
περίπου. Ήταν γιος κουρέα και πιθανότα κουρέας και ο ίδιος. Προσπαθώντας να στήσει ένα σύστημα ρυθμιζόμενων καθετητών στο κουρέο του πατέρα του παρατήρησε τον τρόπο που απελευθερώνταν ο συμπτειχός αέρας με δυνατό θόρυβο από έναν στενό σωλήνα. Η παρατήρηση αυτή στάθηκε η αφομηγα πολλές από τις εφευρόσεις. Για τα έργα

του Κτησίβιου ξέρουμε ότι αφορούσα τους τομείς των Πνευματικών των Υδραυλικών και της Στρατιωτικής Μηχανικής. Επίσης ξέρουμε ότι έγραψε ένα βιβλίο για τις εφευρόσεις και τα πειράματά του. Το βιβλίο του Κτησίβιου χάθηκε και όσα ξέρουμε για το έργο του είναι από παραπομπές και αποσπάσματα στο έργο μεταγενέστερων συγγραφέων

ΗΣ ΤΙΟ ΔΙΕΙΘΥΝΜΕ του Βιτσούβια

Φίλων ο Βιζάντιος

Ο Φίλων ο Βυζαντιος, σύμφωνα με τους μελετητές, έζησε όχι παραπάνω από μία γενιά μετά τον Κτησίβιο, κι αυτό είναι το μόνο που ξέρουμε γι' αυτόν εκτός από το έργο του. Ο Φίλων έγραψε μια τεχνική εγκυκλοπαίδεια με τίτλο



# ΡΥώΝ ΠΟΥ ΣΥΝΔΡΑΠÁΖΕΙ

«Μηχανική Σύνταξις», όπου συγκέντρωσε την τεχνική γνώση της εποχής σε 9 βιβλία. Από αυτά, το 4ο («Βελοπουκά»), μέρος του 7ου («Παρασκευαστικά») και μέρος του 8ου («Πολιορκητικά») έχουν διασωθεί στα ελληνικά, ενώ το 5ο («Πνευματικά») έχει διασωθεί σε αραβική μετάφραση μόνο. Τα υπόλοιπα βιβλία είχαν θέματα σχετικά με τα εφαρμοσμέ-

να μαθηματικά, τη θεωρία μοχλών και της στατικής, τη λιμενοποιία και στοιχεία δομικής και αρχιτεκτονικής, την τέχνη κατασκευής αυτόματων θεάτρων και εφαρμογές πολεμικών μηχανών.

## Ηρων ο Αλεξανδρεύς

Η εποχή κατά την οποία εξήσει ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς δεν έχει ακόμη καθορι-

στεί με βεβαιότητα. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές απόψεις που έχουν εκφραστεί σε αντίστοιχα πολλές μελέτες διαφόρων ερευνητών. Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών παρέχουν μία κλίμακα χρονολογιών από το 100 π.Χ. μέχρι το 200 μ.Χ. Μέσα στην κλίμακα αυτή, σαν πιθανές χρονολογίες για τη ζωή και το έργο του Ήρωνος έχουν καθοριστεί οι

πλέον διαφορετικές. Καθένας από τους μελετητές προβάλλει τα επιχειρήματά του, τα οποία όμως οι υπόλοιποι αντικρούν προβάλλοντας τα δικά τους κ.ο.κ. Για τους παραπάνω λόγους το θέμα αυτό έχει γίνει ιστορικά γνωστό σαν το «Ηρώνειο Ζήτημα» (στα αγγλικά





# αφιέρωμα •

**Υδραυλικό ρολόι, υδραυλικό μουσικό όργανο, αυτόματος νιπτήρας και πυροσβεστική αντίλια**



«The Heronian Question», στα γερμανικά «Die Heronische Frage».

Το έργο του Ήρωνος, που (ευτυχώς) στο μεγαλύτερο μέρος του διασώθηκε, έχει δομή αντίστοιχη με αυτό του Φίλωνος και περιλαμβάνει βιβλία με θέματα θεωρητικών μαθηματικών, στερεομετρίας, οπτικής, γεννικών μετρήσεων, τοπογραφικών μετρήσεων, μηχανικής, θεωρίας βολής και ανάλυσης βαλλιστικών οπλών, υδροπνευματικών και αυτόματων μηχανισμών και τίτλους δύος: «Γεωμετρικά», «Στερεομετρικά», «Κατοπτρικά», «Μετρικά», «Περὶ Διόπτρας», «Μηχανική», «Βελοποικά», «Πνευματικά», «Αυτοματοποιητική».

Το εύρος αλλά και το περιεχόμενο του έργου του Ήρωνος τού δίνουν τον τίτλο ενός από τους πιο σημαντικούς επιστήμονες της Ιστορίας. Ειδικά

δε στον τομέα της τεχνολογίας, όπου και μέχρι την εποχή της Αναγέννησης οι άνθρωποι βασίζονταν στα έργα του Ήρωνα, η συνεισφορά του ήταν τέτοια που δεν είναι λίγοι όσοι τον θεωρούν το μεγαλύτερο μηχανικό της αρχαιότητας.

## Μερικές κατασκευές: Κηπούβιος - Το υδραυλικό ρολόι

Το υδραυλικό ρολόι αναφέρεται από τον Βιτρούβιο (9, 8) ως μία από τις εφευρέσεις του Κηπούβιου. Οι βασικές συσκευές μέτρησης χρόνου που προϋπήρχαν του υδραυλικού ρολογιού ήταν τα ηλιακά ρολόγια και οι ακλεψύδρες. Όμως τα ηλιακά ρολόγια λειτουργούσαν μόνο όταν υπήρχε ηλιοφάνεια, δηλαδή όχι τις μέρες με συννεφιά και τις νύχτες. Οι δε ακλεψύδρες δεν ήταν ακριβώς ρολόγια, αλλά συσκευές μέτρησης ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (όσο χρειάζονταν για να αδειάσει η άμμος ή το νερό από την ακλεψύδρα) και δεν μπορούσαν να υποδιαιρέσουν το χρονικό αυτό διάστημα γιατί η ροή δεν ήταν σταθερή (όσο κατέβαινε η στάθμη τόσο μειωνόταν και η ταχύτητα εκροής).

Το υδραυλικό ρολόι του Κηπούβιου είχε δύο μορφές. Στην πρώτη μορφή ήταν ένα χρονόμετρο με δυνατότητα συνεχούς μέτρησης του χρόνου, πράγμα που ο Κηπούβιος κατάφερε εξασφαλίζοντας τη σταθερή ροή του νερού με τη διάταξη που φαίνεται στο αριστερό μέρος του σχήματος 1: από την κεντρική παροχή Ρ το νερό έπεφτε σε ένα δοχείο που η στάθμη του διατηρείτο σταθερή μέσω της οπής υπερχελυσης Σ και της εκροής Τ. Ετοι, σταθερή ήταν και η ροή του νερού στο δοχείο ΑΒΓΔ και επομένως σταθερή η ταχύτητα ανόδου του νερού στο δοχείο. Ενώ λοιπόν για τη μέτρηση του χρόνου θα αρκούσε μια κλίμακα σκαλισμένη στο εσωτερικό του δοχείου, που το νερό θα την κάλυπτε σιγά σιγά, ο Κηπούβιος προτίμησε κάτι πιο εντυπωσιακό. Τοποθέτησε έναν πλωτήρα ΕΖΕ στο δοχείο και εκμεταλλευόμενος τη σταθερή κίνηση του πλωτήρα προς τα πάνω, εκτός από τη

χρήση του ως δείκτη για το χρόνο, με ένα σύστημα γραναζιών δημιουργησε μια σειρά από άλλες κινήσεις που είχαν αποτέλεσμα την εμφάνιση και κίνηση αγαλμάτων, την παραγωγή ήχων από σάλπιγγες, την περιστροφή οβελίσκων κ.λπ. Στη μορφή αυτή του ρολογιού του Κηπούβιου εύκολα αναγνωρίζουμε έναν πρόγονο των ρολογιών με θεάματα, που βρίσκονται σε λειτουργία σε πολλά παλιά κτίρια (δημόσια κτίρια, εκκλησίες κ.λπ.) στην Ευρώπη. Να σημειωθούμε ότι ο πρωτικός Ρωμαϊκός Βιτρούβιος, περιφρόνω-

ντας αυτό το κομμάτι της κατασκευής του ρολογιού και δηλώνοντας ότι αυτά τα σποιχεία (που τα ονομάζει «πάρεργα») «...δεν είναι απαραίτητα, αλλά για διασκέδαση και απόλαυση...» δεν προχωρεί στην ανάλυσή τους αλλά μας παραπέμπει στο πρωτότυπο έργο του Κηπούβιου.

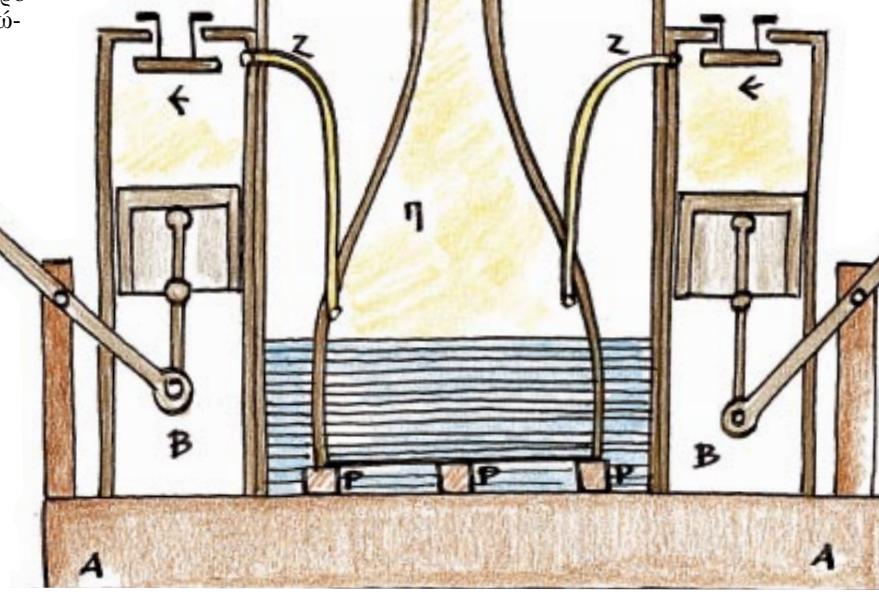
Αυτό όμως δεν έχει διασωθεί.

Στη δεύτερη μορφή του το ρολόι του Κηπούβιου μετρούσε τις ώρες της ημέρας και της νύχτας. Όμως την εποχή εκείνη οι ώρες δεν είχαν την ίδια διάρκεια, γιατί χώριζαν την ημέρα σε

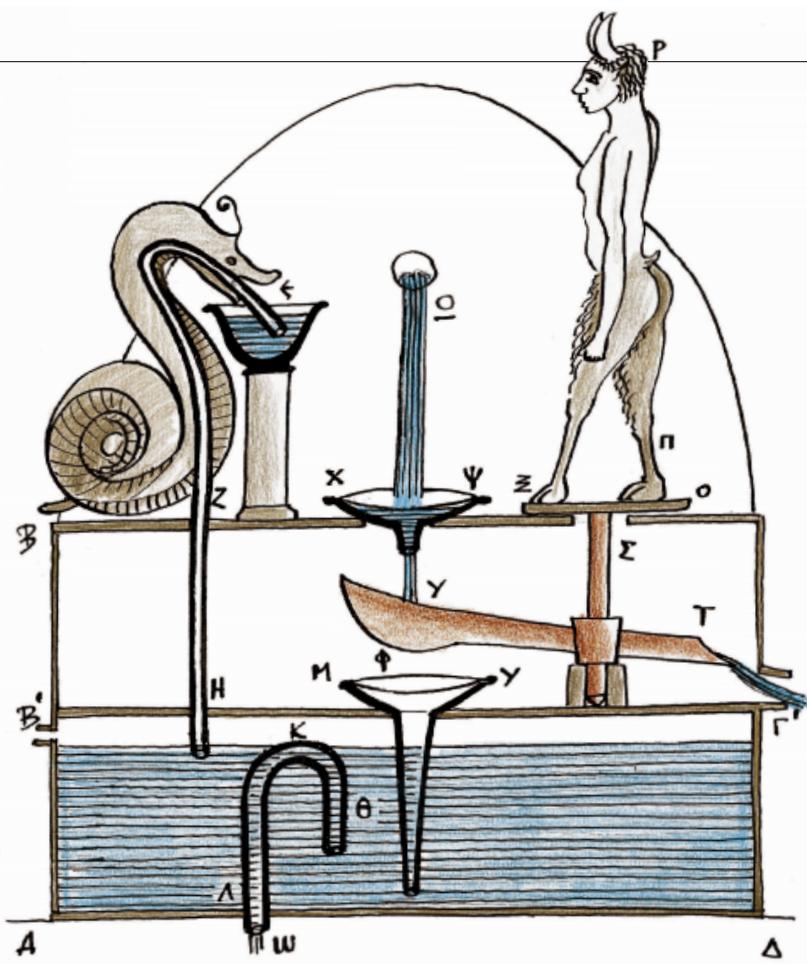
12 «ώρες» από την αυγή μέχρι τη δύση και σε 12 «βάρδιες» ή «αγρύπνιες» τη νύχτα. Κατά τον τρόπο αυτό οι «ώρες» ήταν μεγάλες το καλοκαίρι και οι «αγρύπνιες» μικρές, και αντίστροφα το χειμώνα. Ο Κηπούβιος προσπάθησε να κάνει το ρολόι του να μετρά τις διαφορετικής διάρκειας ανάλογα με την εποχή ώρες με ένα σύστημα με μεταβαλλόμενη ροή νερού. Το σύστημα αυτό όμως δεν λειτούργησε ικανοποιητικά και έτσι στράφηκε στη λύση της μεταβαλλόμενης κλίμακας, που φαίνεται και στο σχήμα. Η μεταβαλλόμενη κλίμακα σχηματίζοταν από παραλλήλες ευθείες στον κάθετο άξονα που τέμνονταν από πλάγιες ευθείες έτσι σχεδιασμένες ώστε σε κάθε κάθετη ευθεία να υπάρχουν 12 ίσα μεταξύ τους διαστήματα, αλλά το μήκος των διαστημάτων να διαφέρει από ευθεία σε ευθεία. Η κάθε ευθεία αναπαριστούσε την ημέρα ή τη νύχτα και τα 12 διαστήματα τις «ώρες» ή τις «αγρύπνιες». Η κλίμακα ήταν προσαρμοσμένη σε κύλινδρο που περιστρέφοταν ανάλογα με το αν ήταν μέρα ή νύχτα και ανάλογα με την εποχή. Να παρατηρήσουμε εδώ ότι ενώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένας απλός δεξιάτης για την κλίμακα, ο Κηπούβιος χρησιμοποίησε ένα μικρό αγαλματίδιο που έδειχνε το χρόνο.

## Κηπούβιο - Η υδραυλική

Η υδραυλική, το υδραυλικό μουσικό όργανο του Κηπούβιου, είναι ο πρόγονος του εκκλησιαστικού οργάνου. Οπως φαίνεται και στο σχήμα 2, οι 4 συστοιχίες των αυλών και η πλήκτροφόρος του οργάνου ήταν τοποθετημένα σε μια βάση που εξωτερικά είχε το σχήμα βωμού, στην πρωτικότητα άμμος ήταν μια δεξαμενή νερού. Μέσα στη δεξαμενή υπήρχε ένας αεροθάλαμος σε σχήμα ανεστραμμένης χοάνης που γέμιζε με νερό έως ένα συγκεκριμένο ύψος και ονομάζόταν «πνιγεύς». Δεξιά και αριστερά από το κυρίως σώμα του οργάνου υπήρχαν



Το υδραυλικό μουσικό όργανο του Κηπούβιου



### **Μηχανισμός με δράκο που πίνει νερό**

δύο εμβιολοφόρες αντλίες που διοχέτευαν αέρα στον πνιγέα. Η πίεση του νερού σταθεροποιούσε τη ροή του αέρα προς το πάνω μέρος του οργάνου όπου με μια αρκετά πολύπλοκη κατασκευή ο αέρας διοχετεύεται επιλεκτικά στις οριζόντιες σειρές των αυλών με βαλβίδες που λειτουργούσαν με χειρολαβές, ενώ στις κάθετες σειρές των αυλών ο αέρας διοχετεύεται με το πάτημα των πλήκτρων.

## Φίλων - Ο αυτόματος νιπτήρας

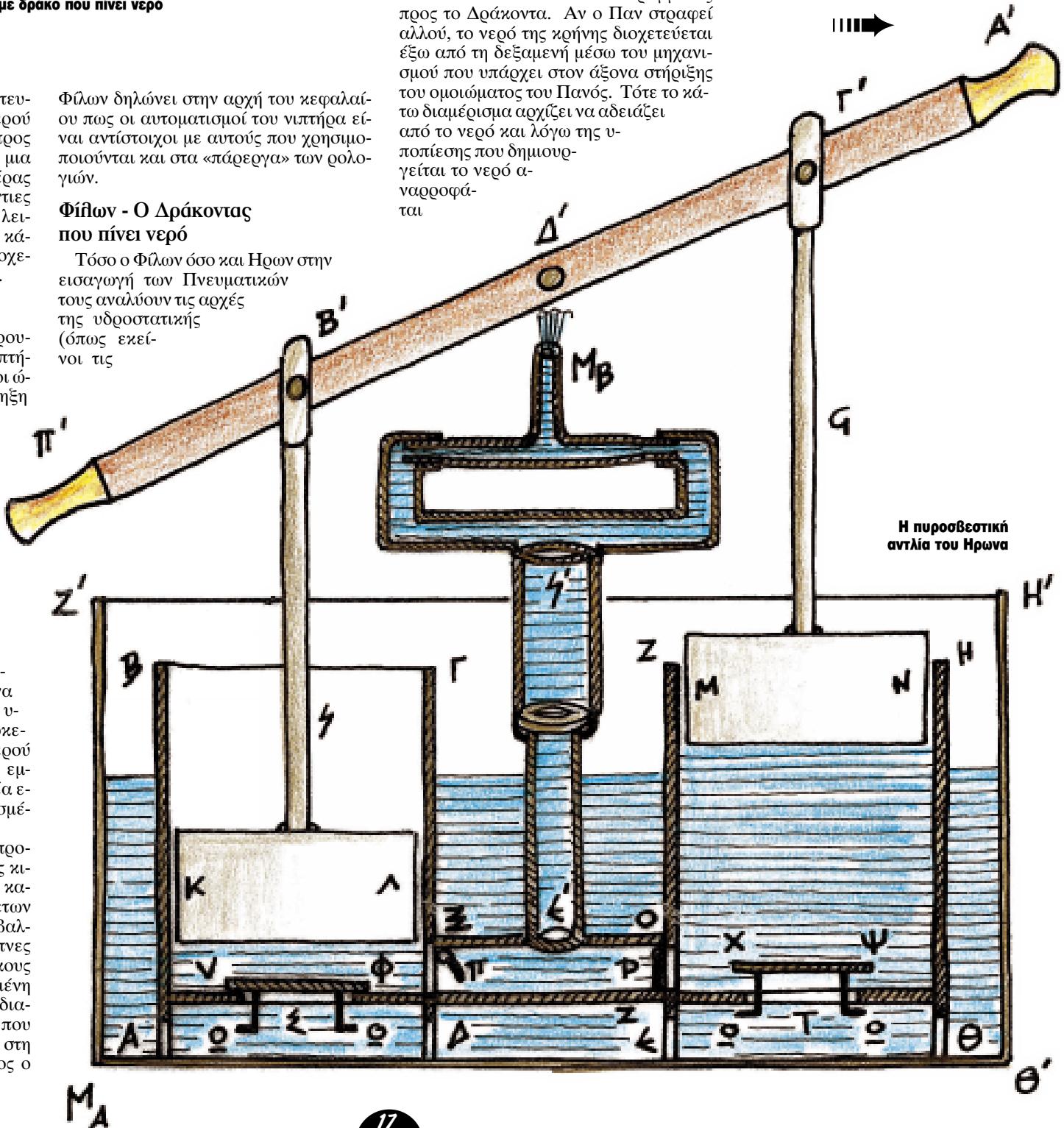
Ο Φίλων στα Πνευματικά του παρουσιάζει 4 αιτόματους νιπτήρες. Οι νιπτήρες αυτοί είναι έτσι κατασκευασμένοι ώστε να προκαλούν ευχάριστη έκπληξη και θαυμασμό στους καλεσμένους σε ένα σπίτι, σε ένα συμπόσιο κ.λπ., ενώ ταυτόχρονα είναι απόλυτα λειτουργικοί. Στον αιτόματο νιπτήρα, που φαίνεται στο σχήμα 3, η λειτουργία είναι η ακόλουθη: υπάρχει μια βρύση με σχήμα ράμφους πουλιού και πάνω από αυτήν ένα χέρι που κρατά μια ελαφρόπετρα (το υποκατάστοτου σαπουνιού την εποχή εκείνη). Αν ο καλεσμένος πάρει την ελαφρόπετρα, το χέρι εξαφανίζεται πίσω από μια πόρτα που κλείνει και η βρύση αρχίζει να τρέχει νερό, λόγο στην αρχή για να γρονθεί η ελαφρόπετρα και μετά αρκετό για πλύσιμο. Υστερά η ροή του νερού σταματά, η πόρτα ανοίγει και το χέρι εμφανίζεται και πάλι κρατώντας μια νέα ελαφρόπετρα για τον επόμενο καλεσμένο.

Για να υλοποιηθούν όλες αυτές οι προ-  
γομματισμένες και συγχρονισμένες κι-  
νήσεις αυτόματα, στο εσωτερικό της κα-  
τασκευής υπήρχε μια σειρά σύνθετων  
υπηρεσιών που λειτουργούσαν με βαλ-  
βίδες, αντίβαρα κ.ά.) αλλά και έξυπνες  
συλλήψεις, όπως ο στενός μικρού μήκους  
σωλήνας για την αρχική περιορισμένη  
ροή του νερού και ο μεγαλύτερος σε δια-  
τομή αλλά και διαδορική σωλήνας, που  
διοχέτευε μεγάλη ποσότητα νερού στη  
βρύση αλλά καθυστερημένα. Ο ίδιος ο

αντιλαμβάνονται), καθώς και τη λειτουργία των σιφώνων όπου οι αρχές αυτές ισχύουν. Στη συνέχεια αναφέρουν τις συσκευές που μπορούν να κατασκευαστούν και να λειτουργήσουν σε αυτή τη βάση, πάντα στο πλαίσιο του συνδυασμού της χρηστικότητας και της αισθητικής. Μια τέτοια κατασκευή παρουσιάζει ο Φίλων στα Πνευματικά του. Πρόκειται για μια αυτόματη παράσταση με κινήσεις προσαρμοσμένες σε έναν μύθο. Ενας Δράκοντας δεν πίνει το νερό που του προσφέρουμε με κύπελλο, όσο ο θεός Παν κοιτάει προς το μέρος του. Αν ούμως στρέψουμε το ομοίωμα του Πανός (στο πρωτότυπο «Πανίσκος») προς άλλη κατεύθυνση, τότε άφοβα πίνει νερό από το κύπελλο. Και να πώς λειτουργεί ο μηχανισμός: η βάση στην οποία βρίσκονται οι Δράκοντας και ο Παν είναι μια δεξαμενή χωρισμένη σε δύο οριζόντια διαμερίσματα. Από την κορήν Ω το νερό πέφτει στο κάτω διαμέρισμα και το κρατά συνέχως γεμάτο γιατί η εκροή γίνεται αργά από το καμπύλο σιφόνι. Ετσι το νερό που βρίσκεται στο κύπελλο μπροστά από το Δράκοντα δεν μπορεί να διοχετευθεί από το σωλήνα EZH και το κύπελλο να αδειάσει δύσος ο Παν είναι στραμμένος προς το Δράκοντα. Αν ο Παν στραφεί αλλού, το νερό της κορήνς διοχετεύεται έξω από τη δεξαμενή μέσω του μηχανισμού που υπάρχει στον άξονα στήριξης του ομοιώματος του Πανός. Τότε το κάτω διαμέρισμα αρχίζει να αδειάζει από το νερό και λόγω της υποπίεσης που δημιουργείται το νερό αναρριφά-

## Ηρων - Αυτόματο μηχάνημα που λειπουργεί με κέρματα

Το μηχάνημα είναι ένα αγγείο απ' όπου έπαιρναν σπονδές («σπονδείον»), ένα ιερός αγιασμού στην Είσοδο των ναών, και λειτουργεί ως εξής: από το στενό στόμιο του αγγείου ρίχνουμε το νόμισμα. Στο εσωτερικό υπάρχει ένα μικρότερο αγγείο γεμάτο νερό. Ενας σωλήνας εκροής (Μ) βγαίνει έξω και από το μεγάλο αγγείο. Το άλλο άκρο του σωλήνα κλείνει με ένα στρογγυλό καπάκι. Το καπάκι είναι ενωμένο με κατακόρυφο στέλεχος το οποίο στο άλλο άκρο του συνδέεται με οριζόντιο μικρότερο στέλεχος που στηρίζεται σε άξονα και έχει τη μια του άκρη πεπλατυσμένη. Το καπάκι είναι βαρύτερο από το σύστημα των στελεχών οπότε σε ηρεμία κλείνει την εκροή του νερού. Αν ούμως κάποιος φέρει ένα νόμισμα στο αγγείο, αυτό πέφτει στο πεπλατυσμένο μέρος του οριζόντιου στέλεχους, το καπάκι σηκώνεται και τρέχει νερό που έπειτα από λίγο σταματά, αφού το νόμισμα πέ-

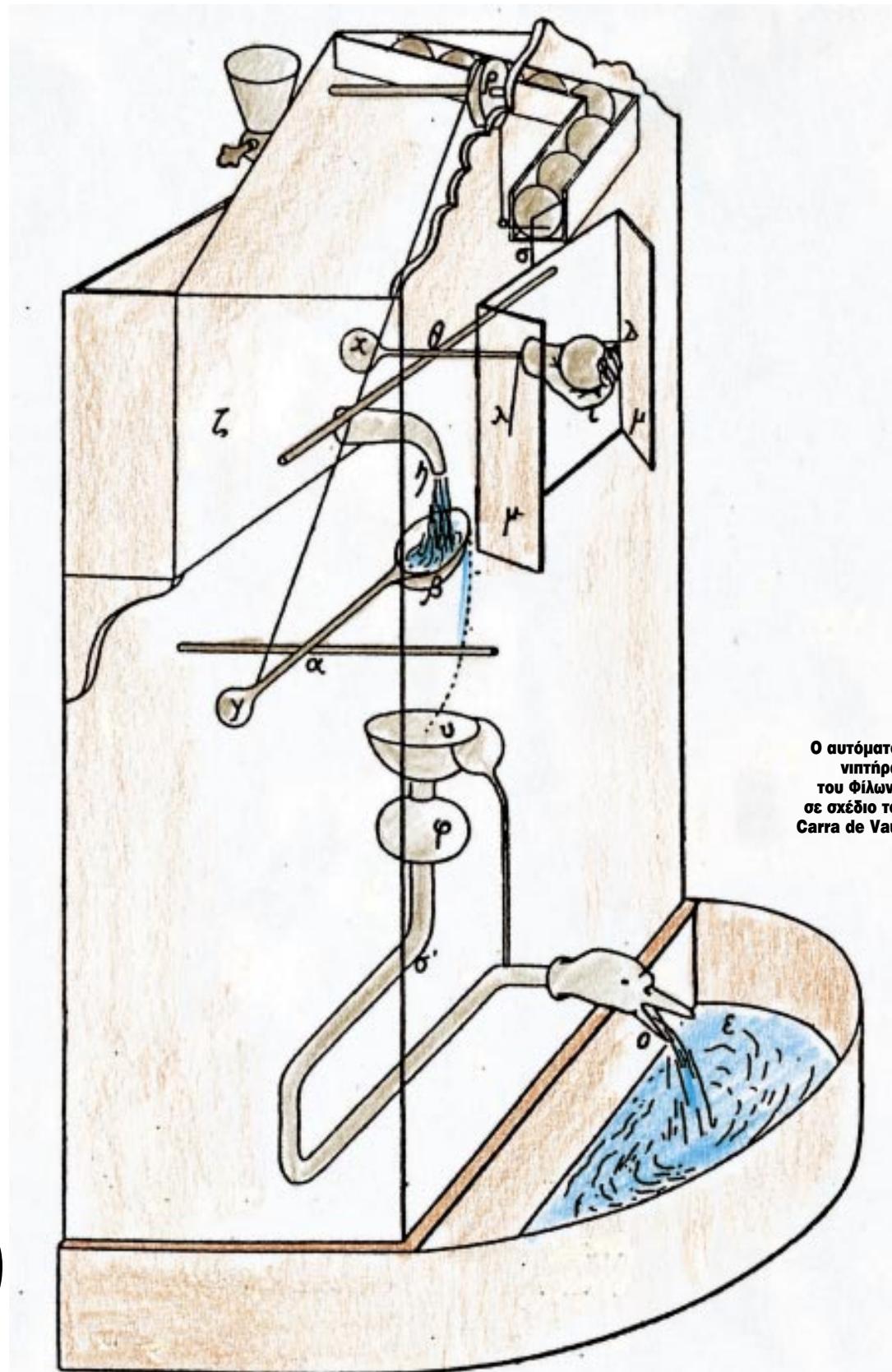




# αφιέρωμα •

**Εντυπωσιάζει ο προγραμματισμός,  
η επιλογή της κατεύθυνσης  
και η χρονική διάρκεια των κινήσεων**

Eva  
θέατρο  
που  
έπαιζε  
μόνο του



# Ο αυτόματος νιπτήρας του Φίλωνα, σε σχέδιο του Carra de Vaux



φτει από το κεκλιμένο στέλεχος και το καπάκι επιστρέφει στη θέση του.

## Ηρων - Η πυροσβεστική αντιλία

Πρόκειται για ένα ευβολοφόρο αντλητικό σύστημα, ο ρόλος του οποίου προσδιορίζεται από τον ίδιο τον Ήρωνα ως πυροσβεστικός. Παρόμοιες αντλίες συναντάμε και στον Κτησίβιο και στον Φίλωνα. Το διπλό σύστημα των αντλιών τοποθετείται μέσα σε νερό, π.χ. δεξαμενή. Τα έμβολα κινούνται με κοινό μοχλό. Στον πυθμένα κάθε εμβόλου και στο στόμιο του σωλήνα εκροής υπάρχουν βαλβίδες. Κατά την κίνηση του εμβόλου προς τα πάνω, στη μία αντλία η βαλβίδα του

πυθμένα ανοίγει ενώ η βαλβίδα του σωλήνα εκροής κλείνει και έτσι η αντλία γεμίζει νερό. Οταν το έμβολο κατεβαίνει, συμβαίνει το αντίθετο -δηλαδή κλείνει η βαλβίδα στον πυθμένα και ανοίγει η βαλβίδα εκροής και το νερό διοχετεύεται μέσα από το σωλήνα προς τα έξω. Η λειτουργία δε του ενός εμβόλου είναι την ίδια στιγμή ακριβώς αντίστροφη από του άλλου.

Ετσι, τα δύο έμβολα εναλλακτικά αντλούν και διοχετεύουν νερό, και το τελικό αποτέλεσμα είναι η συνεχής, χωρίς διακοπές, άντληση και παροχή νερού. Η κατασκευή του σωλήνα είναι ειδικά μελετημένη. Ο σωλήνας μπορεί να περιστρέφεται σε δύο άξονες (οριζόντια και κάθετα). Ο συνδυασμός αυτών των κινήσεων επιτρέπει την εύκολη αλλαγή κατεύθυνσης της οοής του νερού προς οποι-

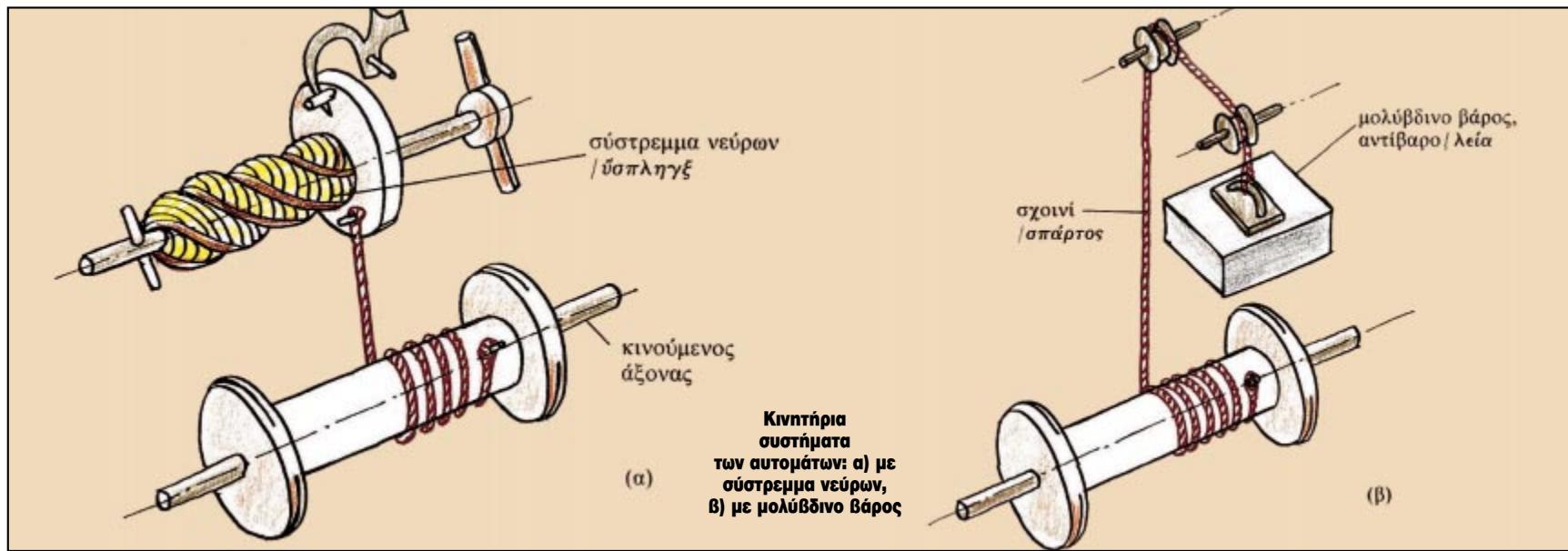
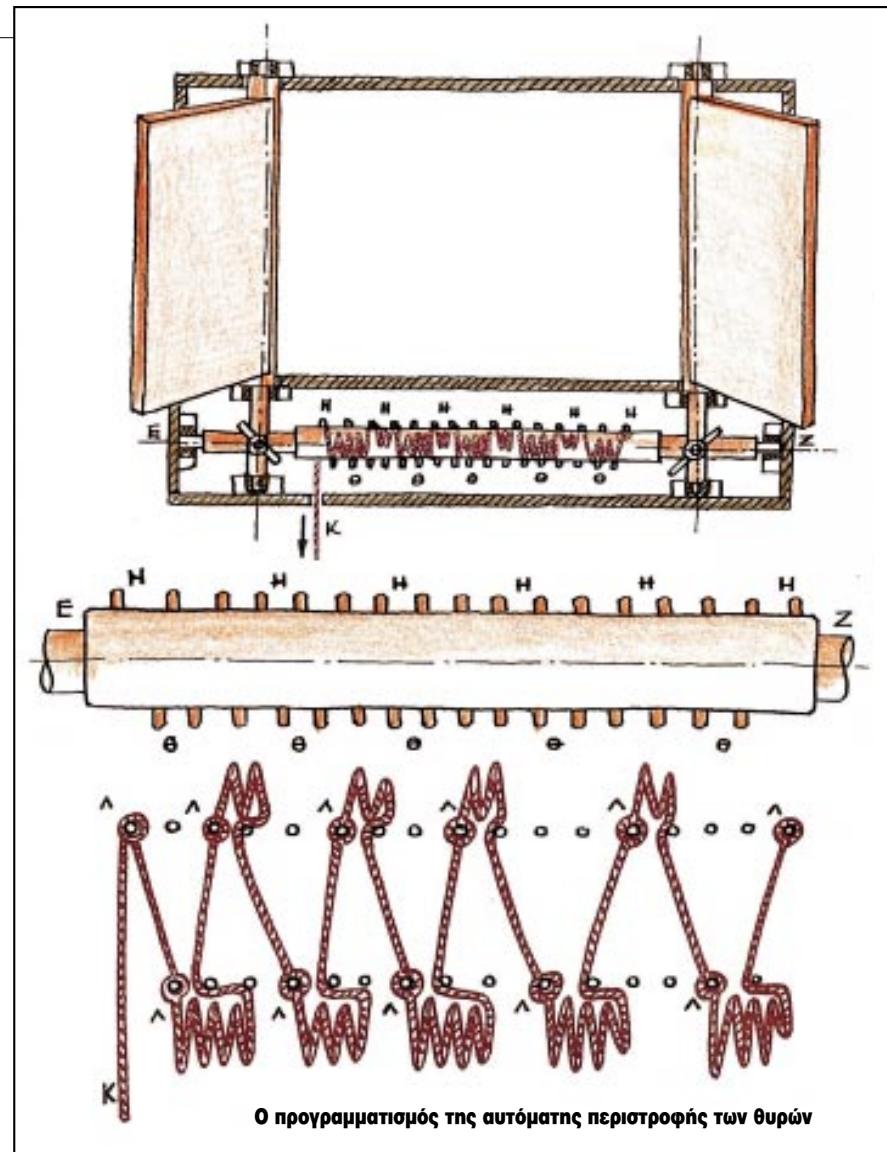
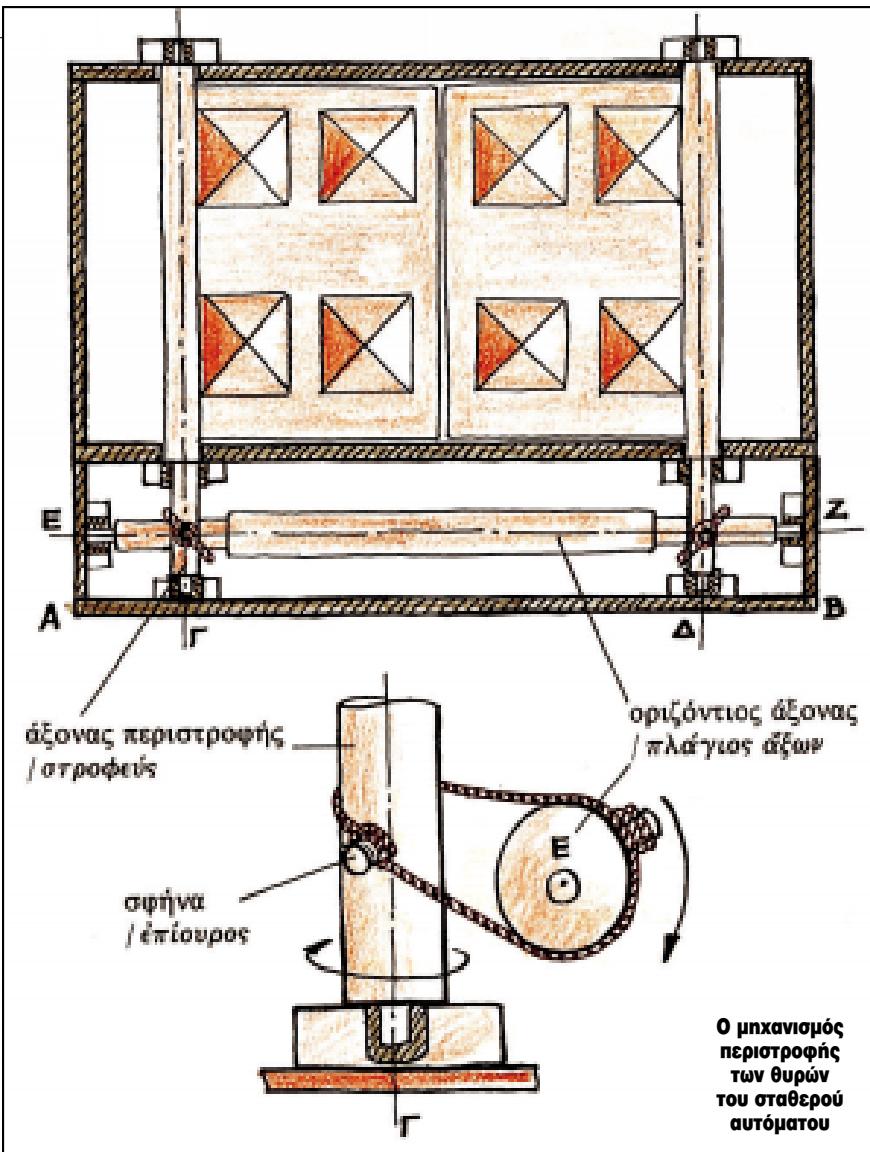
οδήποτε επιθυμητό σημείο

## Ηρων - Σταθερό αυτόματο, ο προγραμματισμός των κινήσεων

Ο Ήρων στο βιβλίο του με τον ποιητικό τίτλο «Αυτοματοποιητική» μάς παρουσιάζει τη μορφή αλλά και τον τρόπο λειτουργίας και κατασκευής των αυτόματων θεάτρων. Τα αυτόματα θέατρα χωρίζονται από τον Ήρωνα σε δύο κατηγορίες: τα κινητά και τα σταθερά. Τα πρώτα ήταν κατασκευές μετρίου με γέγονο θους, που έμοιαζαν με ναυούς ή βωμούς και είχαν τη δυνατότητα να μετακινούνται από μόνες τους προς διάφορες κατευθύνσεις, να σταματούν και πάλι να ξεκινούν. Επίσης, πάνω τους υπήρχαν μορφές (ομοιώματα θεοτήτων κ.ά.) που και αυτές μπορούσαν να περιστρέψο-

νται και να κινούνται υπό τους ήχους μουσικής, φωτιές άναβαν αυτόματα σε βωμούς, εμφανιζόνταν λουλούδια που στόλιζαν το ναό, σε ορισμένο χρόνο έτρεχε γάλα ή κρασί κ.ά. Το αποτέλεσμα ήταν ένα ολοκληρωμένο θέαμα, μια παράσταση όπου όλες οι κινήσεις γίνονταν αυτόματα, με μια συγκεκριμένη λογική αλληλουχία, και ανταποκρίνονταν σε κάποιο «δενάριο», σε κάποιο μύθο.

Τα σταθερά αυτόματα ήταν μια κατασκευή που έμοιαζε με θεατρική σκηνή και ήταν τοποθετημένη σε ένα μικρό στύλο. Οι πόρτες άνοιγαν και έκλειναν αυτόματα ανάμεσα στις σκηνές του έργου. Το έργο που είχε συγκενδωμένη πλοκή παρουσίαζε ζωγραφισμένες μορφές ανθρώπων, ζώων, πλοίων κ.λπ. να κινούνται σαν αληθινές με τη συνοδεία των αντίστοιχων ήγων, γα ειφαντίζονται και να



εξαφανίζονται από μόνες τους, φωτιές να ανέβουν στη σκηνή κ.ά. Ο Ήρων περιγράφει τέτοια έργα με πέντε πρόδεις, όπως την παράσταση με το μύθο του Ναυπλίου.

Σχετικά με την κατασκευή και τον τρόπο λειτουργίας των αυτομάτων του Ήρωνα, την κίνηση έδινε ένα μολύβδινο βάρος που έπεφτε σιγά σιγά και καθώς ήταν συνδεδεμένο μέσω ενός νήματος με έναν κινητήριο άξονα μετεδίδει την κίνηση στα αυτομάτων γίνονταν με συγκεκριμένο από πριν καθορισμένο τρόπο, δηλαδή «προγραμματισμένα»!

#### Η ιστορική εξέλιξη

Η επιρροή του έργου των αρχαίων Ελλήνων και συγκεκριμένα της Σχολής των Αλεξανδρινών μηχανικών, του Κτησίβιου, του Φίλωνος του Βυζαντίου και του Ήρωνος του Αλεξανδρέως, στη μετέπειτα εξέλιξη της τεχνολογίας είναι

μεγάλη και σημαντική και στις ισλαμικές χώρες και στο Βυζάντιο και στην Ευρώπη του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης.

Η επιρροή αυτή αποδεικνύεται:

**1.** Από το γεγονός ότι ακόμη και στην εποχή μας λειτουργούν συσκευές και μηχανισμοί που εκείνοι (οι Αλεξανδρινοί μηχανικοί) πρώτοι εμπνεύστηκαν, σχεδίασαν και κατασκεύασαν (τα ρολόγια με θεάματα, το μουσικό όργανο κ.ά.), αλλά και από τις σπουδαίες εφευρέσεις που αποτελούν σταθμό στην Ιστορία, όπως η εφεύρεση της ατμοκίνησης από τον Ήρωνα, πρόδρομο της ατμομηχανής.

**2.** Το έργο μηχανικών όπως του Ήρωνας αδιάκοπα μεταφράζόταν και μεταγραφόταν σε διάφορες γλώσσες, εποχές και πολιτισμούς, απόδειξη του πόσο ενδιαφέροντο το θεωρούσαν.

**3.** Μελετώντας το ίδιο το έργο μεταγενέστερων μηχανικών, η επιρροή είναι φανερή και αυταπόδεικτη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το έργο (το σχετικό με την τεχνολογία) που μας άφησε «ο Μάγος από το Βίντσι» της Ιταλίας. Σε ορισμένα σχέδια μηχανών του Leonardo η επιρροή είναι τόσο φανερή που δεν μπορεί κανές παρά να συμπεράνει πως το έργο των Ελλήνων μηχανικών της αρχαιότητας κατάφερε να διανύσει μια χρονική περίοδο 15 και πάνω αιώνων για να συμβάλει στην ευρωπαϊκή Αναγέννηση.

Ο ΧΡΗΣΤΟΣ ΤΣΑΤΣΑΡΩΝΗΣ είναι Μηχανικός Αυτοματισμού T.E., Μηχανικός SIEMENS A.E.

★Τα σχέδια είναι από το Βιβλίο Αυτοματοποιητική, η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων, Ηρώα του Αλεξανδρινού του Δ. Καλλιγερόπουλου, Αθήνα, 1990



# αφιέρωμα •

Αυτόματες  
δεατρικές  
παραστάσεις

# Και μια προσφορά: Δείτε...

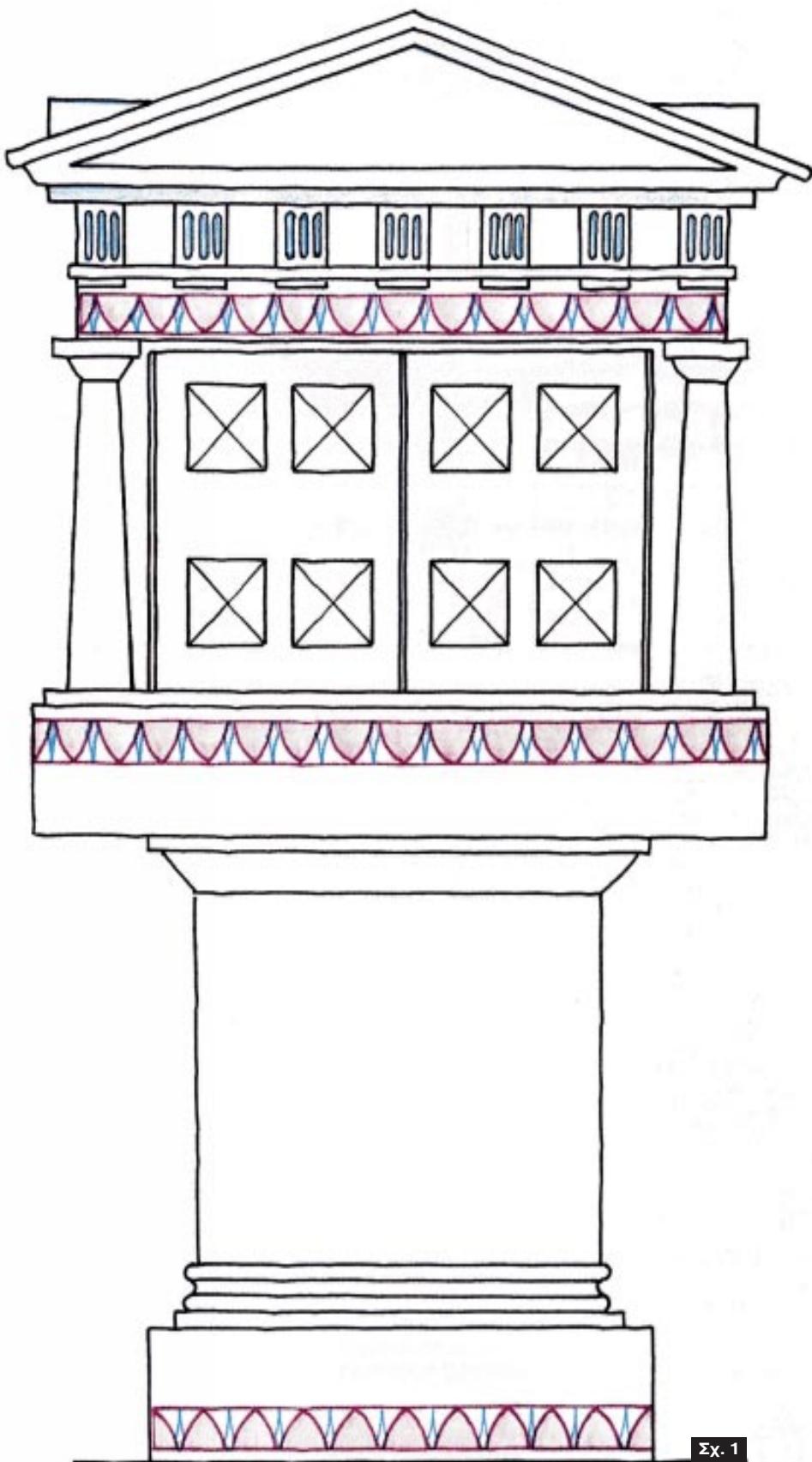
# Ηρωνα σε 5 πράξεις

**Σ**το κεφάλαιο 22 της Αυτοματοποιητικής του ο ελληνιστής μηχανικός και μαθηματικός, εφευρέτης και καλλιτέχνης, **Ηρών** ο Αλεξανδρινός περιγράφει μιαν εξαισία θεατρική παράσταση που παιζόταν εξ ολοκλήρου σε ένα από τον ίδιο κατασκευασμένο σταθερό αυτόματο θέατρο.

Παραθέτουμε χωρίς σχόλια το σχετικό απόσπασμα του έργου πλαισιωμένο από πρωτότυπα σχέδια. (Η μετάφραση και τα σχέδια είναι

από το βιβλίο: Δ. Καλλιγερόπουλος, Αυτοματοποιητική - Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων, Ηρώνα του Αλεξανδρινού, Αθήνα 1996) «Στα σταθερά αυτόματα θέατρα οι αρχαίοι αυτοματοποιοί παρουσίαζαν μιαν απλήν υπόθεση...»

Οι σύγχρονοι με μας αυτοματοποιοί ανεβάζουν στις σκηνές των αυτόματων θεάτρων μήθους ευχάριστους και χρησιμοποιούν κινήσεις πολλές και ανόμοιες. Και όπως προσανήγγειλα, θα μιλήσω για ένα θέατρο που κατά τη γνώμη μου είναι ανώτερο όλων. Στο θέατρο



αυτό παρουσιάζεται ο μύθος του Ναυπλίου. Τα μέοη, οι πράξεις του έργου, είναι οι εξής.

**σχ. 1. Το σταθερό αυτόματο θέατρο του Ηρώνα**

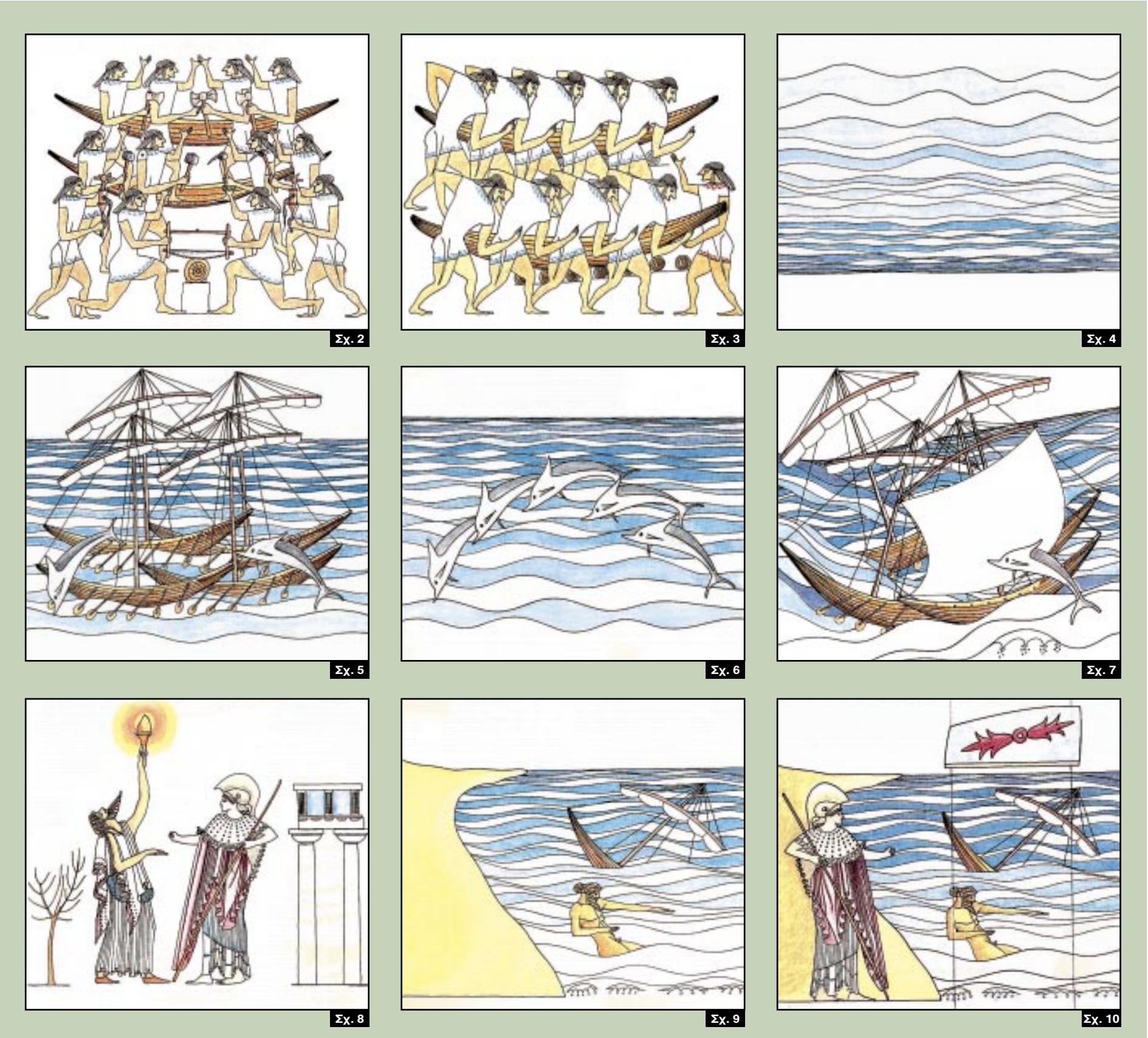
## ΠΡΑΞΗ ΠΡΩΤΗ

Στην αρχή ανοίγει η σκηνή και φαίνονται δώδεκα ζωγραφισμένες μορφές, χωρισμένες σε τρεις σειρές. Οι μορφές απεικονίζουν κάποιους Δαναούς να επισκευάζουν τα πλοία και να τα ρίχνουν στη θάλασσα.

Και οι μορφές αυτές κινούνται, άλλες μεν προιοντας, άλλες δουλεύοντας με τα πελέκια και τα σφυριά και άλλες χρησιμοποιώντας χειροδράπανα και τρυπάνια, κάνοντας θόρυβο πολύ, σαν να γίνονταν όλα στην πραγματικότητα.

**σχ. 2. Σκηνή πρώτη.**

**Οι Δαναοί επισκευάζουν τα πλοία**  
Υστερα από αρκετό χρόνο, πάλι κλείνουν και ανοίγουν οι πόρτες και παρουσιάζεται μια άλλη εικόνα. Οι Αχαιοί φαίνονται να



οίχνουν τα πλοία τους στη θάλασσα.

**σχ. 3. Σκηνή δεύτερη. Οι Αχαιοί ωρίχνουν τα πλοία στη θάλασσα**

#### ΤΡΙΤΗ ΠΡΑΞΗ

Πάλι ακλείνουν και ανοίγουν οι πόρτες και τύποτε δεν φαίνεται στη σκηνή εκτός από ζωγραφισμένο ουρανό και θάλασσα.

**σχ. 4. Σκηνή τρίτη. Θάλασσα και ουρανός**

Επειτα όμως από λίγο χρόνο παρουσιάζονται τα πλοία να πλέουν σε διάταξη στόλου, κι άλλα

να κρύβονται κι άλλα να εμφανίζονται.

**σχ. 5. Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Τα πλοία ταξιδεύουν**

Συχνά κολυμπούν στο πλάι τους δελφίνια, άλλοτε βιστώντας μέσ' στη θάλασσα κι άλλοτε ξεποιθάλλοντας σαν να ήταν αληθινά

**σχ. 6 Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Τα δελφίνια κολυμπούν**

Υστερα από λίγο φαίνεται η θάλασσα να φουρτουνιάζει και τα πλοία τρέχουν συνεχώς.

**σχ. 7. Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Η θάλασσα φουρτουνιάζει**

#### ΤΕΤΑΡΤΗ ΠΡΑΞΗ

Κι όταν κλείσει κι ανοίξει πάλι η αυλαία, δεν φαίνεται κανένα πλεούμενο, αλλά εμφανίζεται ο Ναύπλιος κρατώντας τον πυρσό και η Αθηνά να στέκεται πλάι του. Τότε φωτιά ανάβει πάνω στη σκηνή, που φαίνεται σαν φλόγα πάνω στον πυρσό.

**σχ. 8. Σκηνή τέταρτη. Ο Ναύπλιος με τον πυρσό και η Αθηνά**

#### ΠΕΜΠΤΗ ΠΡΑΞΗ

Κλείνει κι ανοίγει πάλι η σκηνή και φαίνονται τα πλοία να βουλιάζουν και ο Αίαντας να κολυμπά. Και η Αθηνά με μηχανή σηκώνεται πάνω από τη σκηνή.

**σχ. 9. Σκηνή πέμπτη. Τα πλοία βουλιάζουν και ο Αίαντας κολυμπά**

Κι από τη σκηνή ακούγεται βροντή και πέφτει κεραυνός πάνω στον Αίαντα και η μορφή του χάνεται. Κι όταν η αυλαία κλείνει, τελειώνει ο μύθος.

**σχ. 10. Σκηνή πέμπτη (συνέχεια). Η Αθηνά και ο κεραυνός**



## Λεονάρντο ντα Βίντσι: Η τεχνολογία στην Αναγέννηση και η αναγέννηση της Τεχνολογίας

Του ΓΕΩΡΓΙΟΥ-ΦΩΤΙΟΥ Σ. ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ\*

**O** *Leonardo da Vinci* είναι μία από τις μιροφές που δικαιώνουν τον χαρακτηρισμό τους ως μεγαλοφυΐες. Το 1452, την εποχή που στη Γερμανία ο Γουεμάνιος βέργιος ανακάλυψε την τυπογραφική πρέσα, στην Ιταλία, στο χωριό Ανκιάνο, κοντά στο Βίντσι, 20 μίλια δυτικά της Φλωρεντίας, σε ένα σπίτι που παρόμοια του σώζονται ώς τις μέρες μας, γεννήθηκε ο νόθος γιος του συμβολαιογράφου *Ser Piero* και της *Caterina*, μιας κοπέλας από λαϊκή τάξη, αγνώστων λοιπών στοιχείων.

Οι περισσότεροι γνωρίζουν τον *Leonardo da Vinci* σαν ζωγράφο αλλά, εκτός από τη ζωγραφική, ασχολήθηκε και με τη γλυπτική και με την αρχιτεκτονική και παράλληλα ήταν και μηχανικός και ανατόμος και φυσιολόγος και βιοτανολόγος και φυσικός και μουσικός και λογοτέχνης και φιλόσοφος.

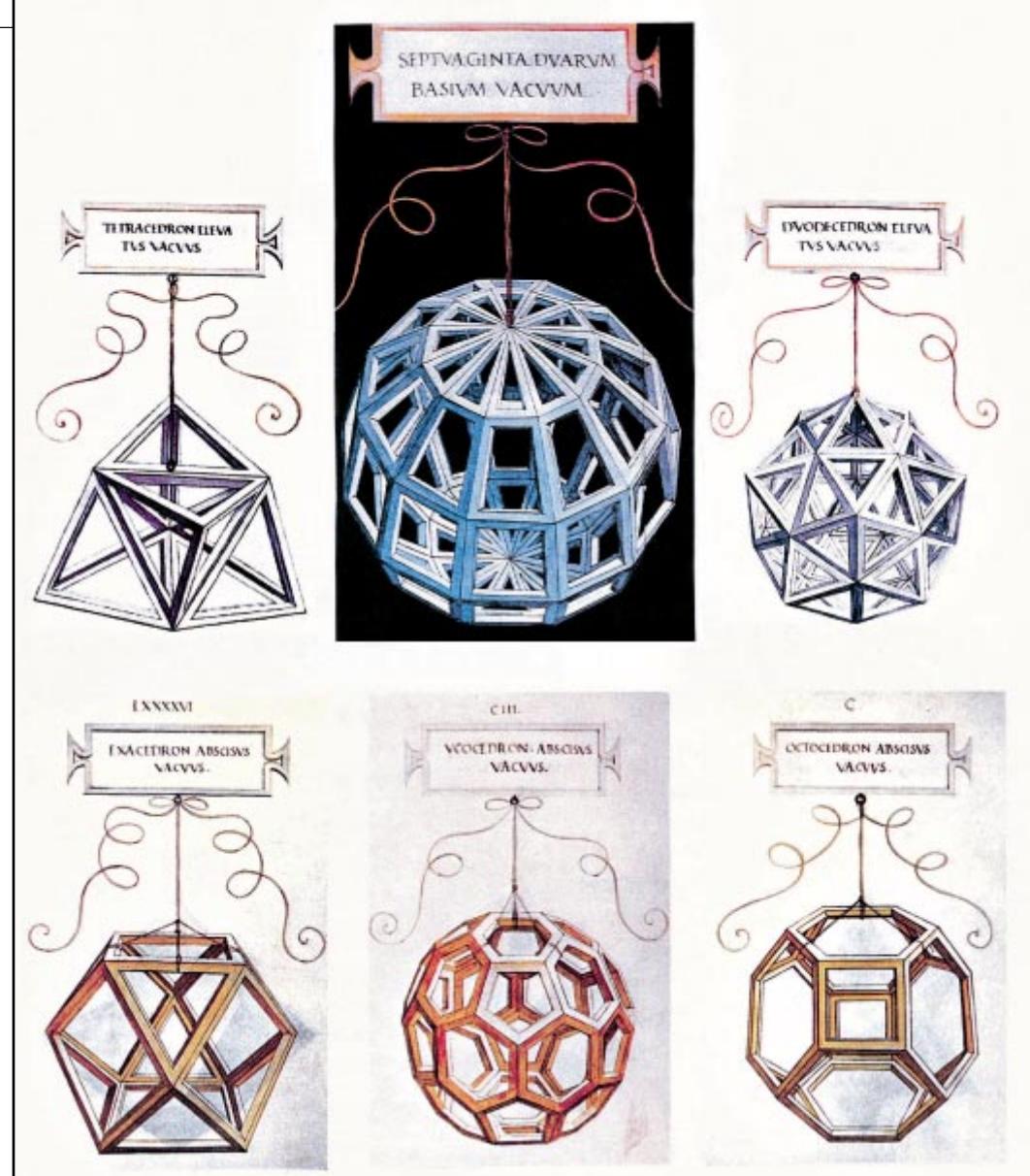
Στα χρόνια της Αναγέννησης, στα χρόνια που το ανθρώπινο πνεύμα αναδυόταν διψαμένο από τα σκοτάδια και τις δεισιδαιμονίες του Μεσαίωνα και που σημαντικές ανακαλύψεις διαμόρφωναν νέα σύνορα για την ανθρώπινη διανόηση και το εξερευνητικό πνεύμα, βρέθηκε να μεγαλώνει ο νεαρός *Leonardo*. Με την αρωγή του πατέρα του και την ευασθησία της μητέρας του, ο *Leonardo* δεν προχώρησε πρός κάποιο πρακτικό επάγγελμα, αλλά επιδόθηκε σε καλλιτεχνικές δραστηριότητες και παρατήρησε τον κόσμο που τον περιεβαλέει με ένα διαισθητικό και καλλιεργημένο μάτι. Ψάχνοντας ηγεμόνες για να προσφέρει τις υπηρεσίες του, περιηγήθηκε από τη Φλωρεντία μέχι το εργαστήριο του γνωστού ζωγράφου *Andrea Del Verrocchio* και την αιλή των *Sforza* στο Μιλάνο και μετά στη Μάντονα και στη Βενετία. Μετά από πολλά ταξίδια ανάμεσα στο Μιλάνο και στη Φλωρεντία, μετά τον θάνατο του *Giuliano* των *Medici*, που ήταν προστάτης και εργοδότης του εκεί, μετακομίζει στη Ρώμη και καταλήγει, τέλος, στη Γαλλία, στην Αμπουάζ, όπου και πέθανε στις 2 Μαΐου του 1519.

Με κύρια ιδιότητα αυτή του ζωγράφου και του γλύπτη, ο *Leonardo* εμφάνιζε τα απαραίτητα διαιτιστευτήρια, για να γίνεται δεκτός στις βασιλικές αυλές της Ιταλίας και της Γαλλίας. Επειδή ήταν αριστερόχειρας και ίσως και για να αποφύγει το εξεταστικό μάτι της Ιεράς Εξετασης, γράφει με ένα μοναδικό τρόπο. Από δεξιά προς τα αριστερά με τους χαρακτήρες σχεδιασμένους αντικατοπτρικά (ώστε να διαβάζονται μόνο μέσα από καθόρεφτη). Ετσι διαφύλασσει τα έργα του από επιδίξους αντιγραφείς και ελεύθερος να ασχοληθεί με την εξερεύνηση της γνώσης, αναπτύσσει ικανότητες σε κατασκευή και σχεδίαση οχυρωματικών έργων και κατασκευή πρωτότυπων πολιορκητικών όπλων, εξελίσσει μηχανήματα για το δουλεμά του ξύλου και του μετάλλου, σχεδιάζει επαναστατικές εφευρέσεις και πτητικές μηχανές. Παρ' όλο που αρχίζει να γράφει στην προχωρημένη για την εποχή ήλικια των 30 ετών, το έργο του είναι χειραρχώδες. Εώς σήμερα σώζονται περί τις 5.000 σελίδες και υπολογίζονται τουλάχιστον άλλες τόσες να έχουν χαθεί...

### Η γραπτή κληρονομά του *Leonardo*

Τα περισσότερα χειρόγραφα του *Leonardo* βρίσκονται σήμερα στις Ιταλία, Γαλλία, Αγγλία και Ισπανία. Μεμονωμένα φύλλα βρίσκονται στις Γερμανία, Αυστρία, Ελβετία, Ολλανδία, Ουγγαρία και Ηνωμένες Πολιτείες.

Στη βιβλιοθήκη *Ambrosiana* του Μιλάνου βρίσκονται 1.119 σελίδες διαφόρων μεγεθών, που ο γλύπτης της βασιλικής αυλής της Ισπανίας και έμπορος τέχνης *Pompeo Leoni* τον 16ο αιώνα συγκέντωσε, διαλύνοντας τα ανθεντικά σημειωματάρια του *Leonardo*, επιλέγοντας τα σχέ-



Μελέτες του *Leonardo da Vinci* πάνω σε πλατωνικά κανονικά πολύεδρα

# Η Αναγέννηση της Τεχνολογίας

δια επιστημονικού και τεχνικού περιεχομένου, κολλώντας τις σε 400 σελίδες μιας συλλογής που ονομάστηκε *Codex Atlanticus*. (Προσφάτως τα κείμενα και σχέδια του *Leonardo* αποκόλληθηκαν από τη συλλογή του *Leoni* και μετά από συντήρηση βιβλιοθετήθηκαν σε 12 λαμπτρούς τόμους.) Πολλές από τις λοιπές σελίδες, που αφέθηκαν εκτός του κώδικα, βρίσκονται στην συλλογή *Windsor*. Οι σελίδες του κώδικα χρονολογούνται από το 1480 έως το 1518. Προγιαματεύονται μια ποικιλία θεμάτων, όπως μαθηματικά, γεωμετρία, αστρονομία, βιοτανική, ζωολογία και πολεμικές τέχνες.

Στη βιβλιοθήκη *Trivulziana*, επίσης του Μιλάνου, στο *Castello Sforzesco*, βρίσκεται ο *Codex Trivulzianus*. Πρόκειται για μια συλλογή με 55 φύλλα 20,5x15cm (από τα αρχικά 62). Προγιαματεύεται αρχιτεκτονικά και θρησκευτικά θέματα και είναι το σημαντικότερο στοιχείο για την απόδειξη της προσπάθειας που κατέβαλε μόνος του ο *Leonardo*, για να βελτιώσει την κλασική του παιδεία. Οι σελίδες του κώδικα χρονολογούνται από το 1487 έως το 1490.

Στο Τορίνο, στη βιβλιοθήκη *Reale* βρίσκεται ο μικρός *Codex perì tης Πτήσεως των πτηνών*, που περιλαμβάνει 17 σελίδες 21 x 15cm (από αρχικώς 18). Κυρίως προγιαματεύεται την πτήση των πουλιών και τη μηχανική της πτήσεως, την αντίσταση του αέρα και τα φεύγατα. Οι σελίδες του κώδικα χρονολογούνται περίπου στο 1505.

Στο Βρετανικό Μουσείο βρίσκεται ο *Codex Arundel*. Πρόκειται για ένα χειρόγραφο 238 χάρτινων σελίδων βιβλιοδεμένων σε μαροκινό δέρμα. Οι σελίδες του προσέρχονται και έχουν κοπεί και αφαιρεθεί από άλλα χειρό-

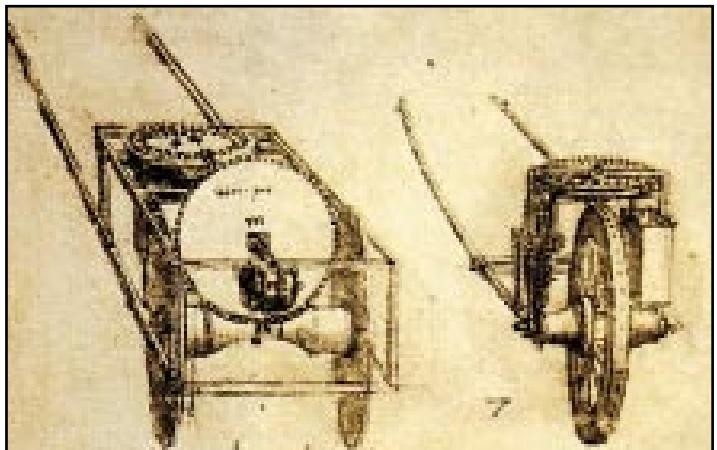
γραφα. Οι περισσότερες χρονολογούνται από το 1480 έως το 1518. Προγιαματεύονται μια ποικιλία θεμάτων, όπως μελέτες γεωμετρίας, αρχιτεκτονικής και βαρούτητας.

Η Αγγλία έχει στην κατοχή της τους *Codex Forster I* (14x10 cm), *Codex Forster II* (10x7 cm) και *Codex Forster III* (9x7 cm) στο Μουσείο «Victoria and Albert» στο Λονδίνο. Είναι χειρόγραφα δεμένα σε περγαμηνή και περιλαμβάνουν μελέτες σε γεωμετρία, βαρούτητα και υδραυλικές μηχανές. Εχουν γραφεί σε διάφορες περιόδους: ο *Forster I* 1490-1505, ο *Forster II* 1495-97 και ο *Forster III* 1490-96.

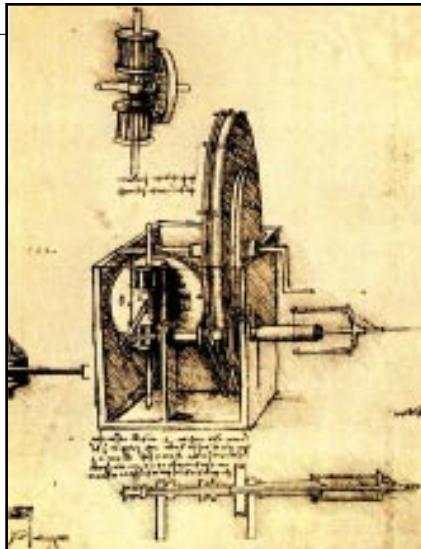
Στο *Windsor Castle* βρίσκεται η βασιλική συλλογή *Windsor folios*, με 600 περίπου άδετες σελίδες διαφόρων μεγεθών. Προγιαματεύονται ανατομία και γεωγραφία, σπουδές σε άλογα, σχέδια, καρικατούρες και μια σειρά από χάρτες. Καλύπτουν μια μεγάλη περίοδο της ζωής του *Leonardo*, από το 1478 έως το 1518.

Στη Γαλλία βρίσκονται, στο Παρίσι, τα 12 από τα 13 χειρόγραφα που απέσπασε ο Ναπολέων από τη βιβλιοθήκη *Ambrosiana*. Εχουν για χαρακτηρισμό τα γράμματα A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L και M και είναι στην πλεινότητά τους χάρτινα με λίγες σελίδες σε περγαμηνή. Οι 2 *Codices Ashburnham* αποτελούν μέρος των χειρογράφων A και B, από τα οποία αποσπάστηκαν μόλις τον προηγούμενο αιώνα. Πολλά και διάφορα θέματα καλύπτονται σε αυτές τις σελίδες, όπως σπρατιωτικές τέχνες, οπτική, γεωμετρία, η πτήση των πουλιών και υδραυλικά. Οι σελίδες χρονολογούνται από το 1492 έως το 1516.

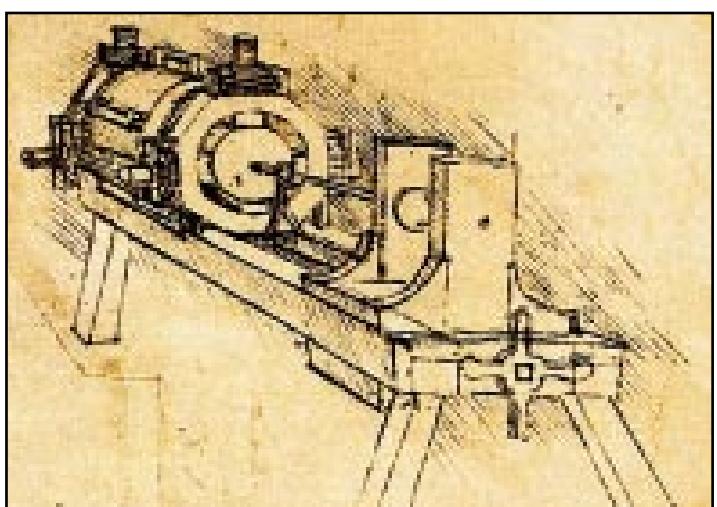
Εδώ και μόλις μερικά έτη γνωρίζουμε ότι στη Μαδρίτη, στην Εθνική Βιβλιοθήκη, βρίσκονται δύο πολύ σημα-



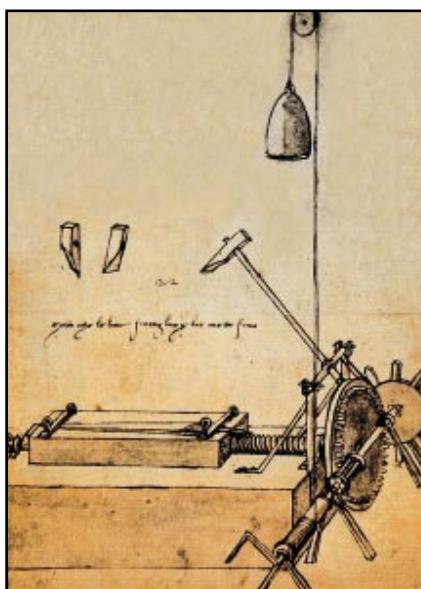
Οδόμετρο



Μηχανικό αδράκτι



Ρυθμιζόμενο οριζόντιο τρυπάνι



Αυτόματη μηχανή κατασκευής λιμών

## Υπόρξε για δεκαετίες μελετητής του Ευκλείδη, του Αρχιμήδη και του Ήρωνα του Αλεξανδρινού

ενασχόλησή του με τη γεωμετρία και τα μαθηματικά. Ο Leonardo σχεδίασε τα Πλατωνικά «Κανονικά σώματα», πάντε πολύέδρα, τα οποία ο Πλάτωνας γράφει ότι αντιπροσωπεύουν τα πέντε στοιχεία της φύσης:

- A. Η πυραμίδα -φωτιά
- B. Ο κύβος - γη
- Γ. Το οκτάεδρο - αέρας
- Δ. Το εικοσάεδρο - νερό
- Ε. Το δωδεκάεδρο - αιθέρας.

Ο Leonardo ασχολήθηκε με διάφορα μαθηματικά προβλήματα της Ευκλείδειας γεωμετρίας, που είχαν απασχόλησε και τον Αρχιμήδη. Οπισθεν της σελίδας 112 (folio 112 recto) του Codex Madrid II, δοματικά σημειώνει στο περιθώριο ένα συμβάν της 30ής Νοεμβρίου 1504:

«Την νύκτα του Αγ. Ανδρέου, βρήκα επί τέλους τον τετραγωνισμό του κύκλου. Και καθώς το φως του κεριού, και η νύχτα, και το χαρτί πού έγραφα κόντεναν να τελείσουν, ολοκληρώθηκε. Στο τέλος της ώρας».

Νόμιμες λοιπόν ότι είχε ξεπεράσει τον Αρχιμήδη, ο οποίος 17 αιώνες πριν είχε προσδιορίσει τον λόγο της περιφέρειας ενός κύκλου προς τη διάμετρό του (τον συντελεστή  $\pi$ ) σαν 22:7 και έτσι επέτρεψε τον υπολογισμό της επιφάνειας του κύκλου. Χωρίς να μπούμε σε λεπτομέρειες της μεθόδου, εκεί που ο Αρχιμήδης είχε διαιρέσει την περίμετρο σε 96 τμήματα, ο Leonardo αποπειράθηκε να τη διαιρέσει σε ένα εκατομμύριο τμήματα. Με την παραδοχή λοιπόν ότι το τόξο των κυκλικών τομέων ήταν «σχεδόν ευθεία» και τον υπολογισμό του εμβαδού 1.000.000 τριγώνων, υπέθεσε ότι τετραγώνισε τον κύκλο. Άλλα δεν προχώρησε στον αριθμητικό υπολογισμό ενός συντελεστή και έτσι μια στιγμή έμπτυνευσής χάθηκε χωρίς αποτέλεσμα...

Στον Codex Leicester ο Leonardo

ασχολείται σε βάθος με το έργο του Ήρωνα του Αλεξανδρινού πάνω στα σιφώνια (που ο Ήρωνας είχε ανακαλύψει). Πειραματίζεται πάνω στην υδροστατική πίεση και προχωρεί σε σχεδιασμούς υδραυλικών ωρολογίων. Φαίνεται καθαρά ότι στα 50 έτη του (1505) και μετά από μελέτη των λατινικών, που ήταν η λόγια γλώσσα των επιστημονικών συγγραμμάτων της εποχής, ο Leonardo εκτιμά το έργο του Ήρωνα και συνεχίζει το έργο του με βάση τις λατινικές μεταφράσεις. Α-

σχολείται με προβλήματα υδροδυναμικής και βασίζεται σε θεμελιώδεις αρχές υδροστατικής, όπως τα συγκοινωνούντα δοχεία του Αρχιμήδη και τα σιντοιχία του Ήρωνα.

### Καθηλιεύεντς, επιστήμων, μηχανικός

Ο Leonardo ήταν σίγουρα ένας μεγάλος καλλιτέχνης και ο καλλιτέχνες κατά την Αναγέννηση συνέβαλαν σημαντικά στην επιστήμη. Με την ανακάλυψη της προσπτικής, με τη σύλληψη του χώρου που διαιρείται και ενοποιείται με τη γεωμετρική προβολή φωτεινών ακτίνων, με τη χρήση των εικονογραφήσεων σαν το τέλειο δραγανό παρουσίασης επιστημονικών ευρημάτων, με τη σύλληψη της τέχνης και του αρχαιοελληνικού «κάλλους» σαν μαθηματικές αναλογίες και αριθμητική ένωση των μερών, η επιστημονική σκέψη μπήκε σε νέα τροχιά. Ήταν ένα αποφασιστικό σημείο καμπής. Οι καλλιτέχνες δεν ήταν τελείως απομονωμένοι από τον επιστημονικό κόσμο. Ανάμεσα στους δασκάλους των «καλών τεχνών» και αυτούς των «μηχανικών τεχνών», μεταξύ της θεωρητικής σκέψης και της πρακτικής εφαρμογής, υπήρχε επί τέλους επαφή.

**I. Τετραγωνισμός των κύκλων:** Είναι ο προσδιορισμός ενός τετραγώνου με επιφάνεια ίση με αντήν ενός δεδομένου κύκλου ή το αντίστροφο. Δηλαδή, ο προσδιορισμός ενός κύκλου, με επιφάνεια ίση με αντήν ενός δεδομένου τετραγώνου.

\*Ο ΓΕΩΡΓΙΟΣ·ΦΩΤΙΟΣ Σ. ΔΑΣΚΑΛΑΚΗΣ είναι μηχανικός αυτοματισμού T.E.Msc., Μηχανικός παραγωγής ΣΕΛΑΜΑΝ Α.Ε.

# γινε 1.500 χρόνια

ντικά χειρόγραφα: οι Codex Madrid I και Codex Madrid II. Θεωρούντο χαμένα και ξαναβρέθηκαν το 1966. Είναι χάριτινα χειρόγραφα βιβλιοθεμένα σε κόκκινο μαροκινό δέρμα. Οι περισσότερες σελίδες είναι στον Madrid I (192 σελίδες 21 x 15cm) και κυρίως είναι μελέτες σε θέματα μηχανικής. Ο Madrid II πραγματεύεται κυρίως σπουδές στη γεωμετρία.

Τέλος, το 1994, ο Bill Gates, ο πρόεδρος της εταιρείας λογισμικού H/Y Microsoft, αγόρασε σε δημοπρασία τον Codex Leicester. Ο κώδικας αυτός αγοράστηκε από τον μεγαλοεπιχειρηματία της βιομηχανίας πετρελαίου Armand Hammer, ο οποίος τον είχε μετονομάσει σε Codex Hammer. Ο Bill Gates αποκατέστησε την αρχική ονομασία του κώδικα στο όνομα της οικογένειας του Thomas Coke, Early of Leicester, που τον κατείχε από το 1717 έως το 1980, έτος που τον αγόρασε ο Hammer. Η εταιρεία φωτογραφικού αρχείου Corbis Corporation, που ιδρύθηκε από τον Bill Gates πρόσφατα, δημοσίευσε ένα CD-ROM πάνω στη ζωή και το έργο του Leonardo da Vinci που περιλαμβάνει τον κώδικα.

### Η κλασική παιδεία του Leonardo

Στα χειρόγραφά του φαίνεται ότι, παρ' όλο που τα τυπωμένα επιστημονικά συγγράμματα θα αργούσαν μερικές δεκαδές χρόνια να εμφανιστούν, ο Leonardo είχε μια αρκετά πλούσια βιβλιοθήκη, αν και πιστεύεται ότι πολλά από τα αναγραφόμενα «βιβλία» δεν ήταν τίτοτα άλλο από πρόχειρες ή και ελλιπείς αντιγραφές από αυθεντικά ολοκληρωμένα έργα. Ας μην ξεχνάμε, ότι ο



# αφιέρωμα •

«Στεκόμαστε πάνω στους ώμους των  
Ελλήνων στοχαστών και τεχνιτών»...

Hermann Diels

**O**Hermann Alexander Diels γεννήθηκε το Μάιο του 1848 στο Βισμπάντεν και πέθανε τον Ιούνιο του 1922 στο Βερολίνο. Σπούδασε κλασική φιλολογία και φιλοσοφία. Διδαξε αρχικά ως απλός καθηγητής Γυμνασίου. Απέκτησε το 1822 μια καθηγητική έδρα στο Πανεπιστήμιο του Βερολίνου και ορίστηκε το 1895 μόνιμος γραμματέας του Φιλοσοφικού και Ιστορικού Τμήματος της Πρωτικής Ακαδημίας των Επιστημών. Μελέτησε ιδιαίτερα την αρχαία ελληνική φιλοσοφία και ιατρική και έγραψε τα έργα:

- «Ελλήνες δοξογάφοι», (1879).
- «Αποστάσματα των Προσωρινών», (1903).
- «Το σύνολο των Ελλήνων ιατρών», (1907).

Το τελευταία χρόνια της ζωής του ασχολήθηκε με τις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία των αρχαίων Ελλήνων.

Στο έργο του «Αρχαία τεχνική» (1914) περιέλαβε επτά πανεπιστημακές διαλέξεις του με θέματα σπώς:

- Επιστήμη και τεχνική των Ελλήνων.
- Αρχαίες θύρες και κλειδαριές
- Ατμομηχανή, αυτόματο και Ταχύμετρο
- Αρχαία τηλεγραφία
- Αρχαίο πυροβολικό
- Αρχαία Χημεία
- Αρχαία ωρολόγια.

Στον πρόλογο της πρώτης έκδοσης του έργου του «Αρχαία τεχνική» ο Hermann Diels επιχειρεί να γεφυρώσει το χάσμα ανάμεσα στους θεωρητικούς και τους τεχνικούς της εποχής του, ανάμεσα στην αρχαία ελληνική και τη σύγχρονη ευρωπαϊκή τεχνική σκέψη.

«...Επιθυμία μου ήταν (με την έκδοση του βιβλίου αυτού) να δειξω σε ευρύτερους κύκλους και με συγκεκριμένα παραδείγματα, ότι η αρχαιότητα, και σε ό,τι αφορά τις τεχνικές της επιδιώξεις, είναι πολύ πιο στενά συνδεδεμένη με τον σύγχρονο κόσμο, απ' ό,τι η ενδιάμεση περίοδος του Μεσαίωνα. Και ταυτόχρονα ήθελα να αποκαλύψω τα απειράθιμα νήματα που ένωναν, πότε οριστά και πότε αιρόταν, τους δύο αυτούς κόσμους, τον παλιό και τον νέο.

Ο πόλεμος της σύγχρονης τεχνολογίας και των σύγχρονων φυσικών επιστημών κατά των αντίστοιχων αρχαίων, που οργίαζε τον προηγούμενο αιώνα και που ακόμα και σήμερα βραδαίνει μερικούς στενοκέφαλους, οφειλόταν σε μια θλιβερή αμφιβαία άγνοια και ημιμάθεια των δυο μαχόμενων πλευρών. Οι ουμανιστές, εξαρτημένοι από τον ασαφή ιδεαλισμό τους, πολύ λίγο γνώριζαν τον πραγματικό κόσμο της αρχαιότητας και δεν μπορούσαν έτσι να συλλάβουν τη σχέση του με τη σημερινή πραγματικότητα. Και οι αντίπαλοι του ουμανισμού, από την άλλη, τίποτε δεν ήθελαν να ξέρουν για το αρχαίο ημισφαίριο του ευρωπαϊκού μας πολιτισμού, γιατί, πολύ λιγότερο φυσικά κι από τους ουμανιστές, ήταν σε θέση να τιμήσουν τον θεατρισμό της αρχαιότητας και γιατί απεχθάνονταν τον φορμαλισμό και τον ιδεαλισμό της, τα μόνα που οι ουμανιστές εκτιμούσαν.

Οι σημερινοί κλασικοί φιλόλογοι, που ανήκουν στα πιο μισητά είδη της σύγχρονης ανθρωπότητας, δεν ανταποδίδουν με κανένα τρόπο το μίσος αυτού. Γιατί ξέρουν, ότι κάθε αποστροφή που οφείλεται στην άγνοια, εξαφανίζεται μόλις εμφανιστεί η καλύτερη γνώση. Εξουκειώθηκαν σε μεγάλο βαθμό με τις πραγματικότητες του αρχαίου πολιτι-

# Από τον Δαίδαλο στον κόμη Ζέπελιν

Η σφαίρα  
του Αιόλου,  
πρόδρομος  
της ατμομηχανής



Οι φωτογραφίες  
του εξώφυλλου  
και του  
οπισθόφυλλου  
αφορούν ομοιώματα  
αυτόματων μηχανών  
του Ηρώα του  
Αλεξανδρίνου,  
που μελέτησε  
και κατασκεύασε  
ο καθ. Δημήτρης  
Καλλιγερόπουλος  
και που εκτέθηκαν  
την Θεσσαλονίκη  
το Σεπτέμβριο του 1997  
στο πλαίσιο της Έκθεσης  
Αρχαία Ελληνική  
Τεχνολογία, Θεσσαλονίκη,  
Πολιτιστική Πρωτεύουσα  
της Ευρώπης, που  
διοργάνωσε η Εταιρεία  
Μελέτης Αρχαίας  
Ελληνικής  
Τεχνολογίας και το  
Τεχνικό Μουσείο  
Θεσσαλονίκης

ελληνική φαντασία στην αρχαία μυθική μορφή του θαυματοποιού τεχνίτη Δαίδαλου, μέχρι την ολοκληρωμένη δημιουργία του κόμη Ζέπελιν. Άλλα, όποιος γνωρίζει την ιστορία της τεχνολογίας, ξέρει, ότι χωρίς τη φαντασική πρώτη μορφή της σκέψης, χωρίς τις ψηλαφητές προσπάθειες των παλιών καλλιτεχνών και χειροτεχνών, χωρίς τα πενιχρά κι από το σκοτάδι του Μεσαίωνα σωσμένα, μια πολλαπλά ακρωτηριασμένα απολειφάδια της δικής τους τεχνικής βιβλιογραφίας, δεν θα είχαμε φθάσει στην κορυφή του βιομηχανικού και τεχνικού μας πολιτισμού, για τον οποίο τόσο πε-

ρήφανος είναι ο σημερινός κόσμος.

Στεκόμαστε ψηλά –ποιος αμφιβάλλει γι' αυτό – αλλά στεκόμαστε πάνω στους ώμους απειράθιμων προγόνων και πάνω απ' όλα στους ώμους των Ελλήνων στοχαστών και τεχνιτών που τους θεούς αγαπούσαν.

Κι όπως παλιά καλούσε ο Εφέσιος σοφός (Ηράκλειτος) τον απροκατάληπτο αναγνώστη, έτσι προσκαλεί και το βιβλιαράκι αυτό εσένα, ιδιαίτερα από τον κύκλο της σπουδαγμένης νεολαίας, να μπεις άφοβα στα μαυρισμένα απ' την καπνιά εργαστήρια, όπου των καμινιών η φλόγα φουντώνει!