

EUREKA

Επιστήμη, Τέχνη και Τεχνολογία των Αρχαίων Ελλήνων
Science, Art and Technology of the Ancient Greeks

Επιμέλεια καταλόγου: ΜΟΥΣΕΙΟ ΗΡΑΚΛΕΙΔΩΝ

Απόδοση στα Αγγλικά: Άννα Μπελίντα Φυρού

Εκτύπωση, βιβλιοδεσία: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕ

Φωτογραφίες: σελίδες 32-33, 42-43, 66-67 & 76-77 Κώστας Λαδάς
 σελίδες 14-15 & 59 Βασίλης Μανίκας
 σελίδες 50-51 Μουσείο Ηρακλειδών

Εκδόθηκε από το Μουσείο των Ηρακλειδών
Αστική μη κερδοσκοπική εταιρεία

Copyright © 2019 Herakleidon Museum

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Απαγορεύεται ρητά η αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (download), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του εκδότη.

Catalogue editing by MUSEUM HERAKLEIDON

Translation in English: Anna Belinda Firos

Printing and binding: DIAGRAMMA SA

Photo credits: pages 32-33, 42-43, 66-67 & 76-77 Kostas Ladas
 pages 14-15 & 59 Vassilis Manikas
 pages 50-51 Museum Herakleidon

Published by Herakleidon Museum
Non-profit cultural organization, Athens Greece

Copyright © 2019 Herakleidon Museum

All rights are reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior permission of the publisher.

ISBN : 978-960-98478-4-1

EUREKA: Επιστήμη, Τέχνη και Τεχνολογία των Αρχαίων Ελλήνων

Υπό την αιγίδα των Υπουργείων Πολιτισμού και Αθλητισμού και Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων

EUREKA: Science, Art and Technology of the Ancient Greeks

Under the auspices of Ministry of Culture and Sports and Ministry of Education, Research and Religious Affairs

Συντελεστές Έκθεσης / Exhibition Contributors

Συν-διοργανωτές / Co-Organizers

Μουσείο των Ηρακλειδών / Museum Herakleidon

Εταιρεία Διερεύνησης Αρχαιοελληνικής
και Βυζαντινής Τεχνολογίας (ΕΔΑΒυΤ)

Association for the Research of Ancient Greek
and Byzantine Technology (ΕΔΑΒυΤ)

Επιστημονικοί και Οργανωτικοί σύμβουλοι / Scientific and Organizational Advisors

Θ.Π. Τάσιος / T. P. Tassios (ΕΔΑΒυΤ)

Κ. Παλυβού / C. Palyvou (ΕΔΑΒυΤ)

Κ. Γιαννακός / C. Giannakos (ΕΔΑΒυΤ)

Επιμέλεια και Σχεδιασμός Εκθέσεως / Curator and Exhibition Designer

Φ. Μπέλλιου / F. Belliou

Κείμενα / Texts

ΕΔΑΒυΤ

Επιμέλεια κειμένων στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα Greek and English Translation, Editing

Άννα Μπελίνα Φυρού /

Anna Belinda Firos (Museum Herakleidon)

Συντονισμός και διαχείριση / Coordination and Management

Ελένη Νομικού / Eleni Nomikou (Museum Herakleidon)

Επικοινωνία / Communication

Παντελής Μήτσιου / Pantelis Mitsiou (Museum Herakleidon)

Γραφιστικός σχεδιασμός / Graphic Design

Α. Παπαδημούλη, Μ. Χατζηγεωργίου /

A. Papadimouli, M. Hatzigeorgiou

Σχεδιαστικές αναπαραστάσεις / Illustrations

Γ. Νάκας, Α. Τούρτας / G.Nakas, A. Tourtas

Εγκατάσταση, Κατασκευές / Installation, Constructions

Isa Hoti (Museum Herakleidon)

Ευχαριστίες / Acknowledgements

Ευχαριστούμε θερμά:

Αρχαιολογικό Μουσείο Ιωαννίνων

Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Αθηνών

Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων

Woods Hole Oceanographic Institution

Αναστασίου Μαγδαληνή, υπ. Δρ. ΑΠΘ

Ευσταθίου Κυριάκο, καθηγητή ΑΠΘ

Καλλιγερόπουλο Δημήτρη, ομότιμο καθηγητή ΠΔΑ

Κορρέ Μανόλη, ομότιμο καθηγητή ΕΜΠ, ακαδημαϊκό

Κουτσαφτή Φίλιππο, κινηματογραφιστή

Λονέν Βjørn, Δρ. αρχαιολόγο

Οικονομίδη Αλέξανδρο, μηχανολόγο μηχανικό

Οικονομόπουλο Σπύρο, πλ/γο-μκx/γο, μηχανικό

Σειραδάκη Ιωάννη, καθηγητή ΑΠΘ

Οικογένεια Ιωάννη Σακκά

Ιδιωτικές Συλλογές

Κατσίκης Δημήτρης

Μάρας Δημήτρης

With special thanks to:

Archaeological Museum of Ioannina

Archaeological National Museum of Athens

Ephorate of Underwater Antiquities

Woods Hole Oceanographic Institution

Anastasiou, Magdalini, candidate PhD AUTH

Efstathiou, Kyriakos, professor AUTH

Kalligeropoulos, Dimitris, emeritus professor UNIWA

Korres, Manolis, emeritus professor NTUA,

member of the Academy of Athens

Koutsaftis, Filippos, filmmaker

Lovén, Bjørn, PhD archaeologist

Oikonomidis, Alexandros, mechanical engineer

Oikonomopoulos, Spyros, electromechanical engineer

Seiradakis, John, professor AUTH

Family of Ioannis Sakkas

Private Collections

Katsikis, Dimitris

Maras, Dimitris



MUSEUM
Herakleidon[®]
SCIENCE, ART  MATHEMATICS



ASSOCIATION FOR THE RESEARCH
OF ANCIENT GREEK AND
BYZANTINE TECHNOLOGY

EABuT



ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΡΑΚΛΗ ΣΤΟΥΣ ΗΡΑΚΛΕΙΔΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΤΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΔΩΝ

Οι περίφημοι «δώδεκα άθλοι» που επιτέλεσε ο Ηρακλής -ο εμβληματικός ήρωας της ελληνικής μυθολογίας- αντανακλούν στην πραγματικότητα τα συλλογικά κατορθώματα των αρχαίων Ελλήνων. Κατορθώματα που χάνονται στα βάθη της ιστορίας και βρίθουν επεισοδίων με τεχνολογικό ενδιαφέρον.

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του πέμπτου άθλου, στον οποίο αναφέρεται ότι ο Ηρακλής καθάρισε τους στάβλους του Αυγεία με την εκτροπή του Αλφειού ποταμού. Το κατόρθωμα αυτό παραπέμπει στην ιστορικώς διαπιστωμένη ικανότητα των Μυκηναίων, για μεγάλης κλίμακας εγγειοβελτιωτικά έργα.

Έκτοτε, πολλοί βασιλικοί οίκοι στην αρχαία Ελλάδα διεκδίκησαν τον τίτλο των Ηρακλειδών, ανάγοντας την καταγωγή τους μέχρι τον ενδοξότερο ήρωα της ελληνικής μυθολογίας, τον Ηρακλή.

Στην εποχή μας, το Μουσείο των Ηρακλειδών, με τους οιονεί άθλους που επιτελεί, φιλοδοξεί να αναδείξει

- τα αποτελέσματα της σύγχρονης επιστημονικής έρευνας για το εύρος και τα καινοτόμα επιτεύγματα της αρχαίας ελληνικής τεχνικής δημιουργίας,
- τη συμβολή των Αρχαίων Ελλήνων στη θεμελίωση της δυτικής επιστήμης,
- την άρρηκτη σύνδεση της αρχαίας ελληνικής τέχνης με την επιστήμη και την τεχνολογία, συμβάλλοντας στην ολιστική προσέγγιση του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού.

FROM HERCULES TO THE HERACLEIDAE AND THE MUSEUM HERAKLEIDON

The famous «twelve labors» of Hercules (Herakles in Greek), the iconic hero of Greek mythology, in fact reflect the collective achievements of the Ancient Greeks; achievements that are lost deep in history and are full of events of technological interest.

A characteristic example is the fifth labor, in which Hercules accomplishes the task of cleaning the Augean stables by rerouting the river Alpheus. This feat refers to the historically determined ability of the Mycenaeans for large-scale land improvement works.

Since then, many royal houses of Ancient Greece have claimed the title of Heraclidae, tracing their lineage to Hercules, the most famous hero of Greek mythology.

Today, the Museum Herakleidon with the seeming feats it is accomplishing, aspires to highlight

- the results of contemporary scientific research on the breadth and innovation of Ancient Greek technical achievements,
- the contribution of the ancient Greeks to the foundation of Western science,
- the inextricable link of Ancient Greek art with science and technology, thus contributing to the wholistic approach to Ancient Greek civilization.

ΕΝΟΤΗΤΕΣ | SECTIONS

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΕΜΟΥ
MILITARY TECHNOLOGY

ΑΥΤΟΜΑΤΑ
AUTOMATA

Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ
THE ANTIKYTHERA MECHANISM

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ
ASTRONOMY

ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ
SHIPBUILDING

ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΑ ΕΡΓΑ
BUILDING AND PUBLIC WORKS

ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ
MEASUREMENT OF TIME AND DISTANCES

ΜΗΧΑΝΙΚΗ
MECHANICAL ENGINEERING

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΙΣ ΤΕΧΝΕΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ
TECHNOLOGY IN ARTS AND SPORTS

Αρχαία Ελληνική Επιστήμη, Τέχνη και Τεχνολογία : Εισαγωγή

Ήδη από τους προϊστορικούς χρόνους, οι αρχαίοι Έλληνες ήταν ιδιαίτερα συνδεδεμένοι με την Τεχνολογία, όπως προκύπτει από τα ακόλουθα δεδομένα:

α) Εισήγαγαν την Τεχνολογία στη θρησκεία. Η θεομαχία τερματίστηκε από τον Δία, χάρη στον κεραυνό, ένα τεχνολογικό επίτευγμα των συμμάχων του, των Κυκλώπων.

β) Πίστευαν βαθιά στη σημασία της τεχνολογίας καθώς, σύμφωνα με τον Προμηθεϊκό μύθο, το ανθρώπινο γένος σώζεται από την καταστροφή χάρη στο δώρο των θεών, την «έντεχνον σοφίαν», που προήλθε από το κεφάλι της Αθηνάς.

γ) Περιέγραψαν, στα Ομηρικά Έπη, αυτόματα στην υπηρεσία των θεών ενώ ο βασιλεύς των Φαιάκων κατείχε ρομποτικό πλοίο.

δ) Ανέπτυξαν, κατά την Μυκηναϊκή εποχή, τεχνολογία αποστραγγιστικών έργων μεγάλης κλίμακας, εξειδικευμένη μεταλλοτεχνία, και προηγμένη ναυπηγική, η οποία οδήγησε στην κατασκευή της πεντηκοντόρου, το πλοίο που κυριάρχησε στη Μεσόγειο για σχεδόν πεντακάσια χρόνια.

Μετά τον 6^ο αι. π.Χ., η επιστημονική επανάσταση στην Ιωνία έδωσε νέα ώθηση στην τεχνολογία, η οποία μέχρι τότε ήταν εμπειρική. Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα αισθητά:



Προμηθέας.
Ο Τίτανας ευεργέτης της ανθρωπότητας.

Prometheus.
A Titan and benefactor of humanity.

α) Στην κατασκευή μεγάλης κλίμακας δημοσίων έργων, (π.χ. τη μήκος ενός χιλιομέτρου σήραγγα του Ευπαλίνου, την εκτροπή του ποταμού Άλυος κ.α.), που απαιτούσαν υπολογισμούς θεωρητικής γεωμετρίας.

β) Στην ανάπτυξη της ναυπηγικής με την κατασκευή της τριήρους η οποία συνδυάζει και ενσωματώνει πολλές τεχνολογίες.

γ) Στην πρόοδο της μεταλλουργίας στο Λαύριο (καθετοποίηση της παραγωγής, στεγανές κατασκευές, ελικοειδή πλυντήρια, πρόοδος εκκαμίνευσης κ.α.)

Η Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία έφτασε στην κορύφωσή της κατά την ελληνιστική περίοδο με την ανάπτυξη πληθώρας μηχανικών εφευρέσεων όπως: η δίχρονη αντλία του Κτησιβίου, η υδροκίνητη καδοφόρος αντλία του Φίλωνος του Βυζαντίου, η ελέπολις, οι καταπέλτες (παλίντονος, πολύβολος κλπ), τα υδραυλικά ωρολόγια, η ύδραυλις, τα αυτόματα του Φίλωνος και του Ήρωνος, καθώς βεβαίως και ο πρώτος αναλογικός προσομοιωτής των ουράνιων κινήσεων, που έμεινε γνωστός ως ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων.

Τα παραπάνω μαρτυρούν ότι η Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία αποτελεί θεμελιώδη συνιστώσα του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού - πολύ δε περισσότερο που διέθετε ήδη μια διαλεκτική σχέση με την επιστήμη και τις τέχνες.

Ancient Greek Science, Art and Technology : Introduction

Since their first appearance in prehistory, the Ancient Greeks were strongly associated with technology, as becomes evident from the following:

- a) They had introduced technology to their religion. Zeus ended the theomachy (war between the gods) thanks to thunder, which was the technical achievement of his allies, the Cyclops (smiths).
- b) The myth of Prometheus suggests that the human race had been saved from destruction thanks to “technical wisdom”, the divine gift taken from the head of Athena.
- c) In the Homeric Poems, the Greeks imagined the gods owning automata, and the king of the Phaeacians a robotic ship.
- d) The Mycenaeans developed large-scale technological works to drain lakes, a highly specialized metallurgy and an advanced shipbuilding technology evident in their famous 50-oared ships with which they roamed the Mediterranean, over a span of nearly five hundred years.

After the scientific revolution in Ionia (6th c. B.C.E.), the beneficial influence of science on technology, which until then was empirical, produced rich results, such as:



Ἥφαιστος.
Ὁ Ἕλληνας θεός των σιδηρουργῶν,
τεχνιτῶν και της μεταλλουργίας.

Hephaistos.
The Greek god of blacksmiths,
craftsmen and metallurgy.

- a) the construction of large-scale public works (e.g. the 1 km long tunnel of Eupalinos, the divergence of the river Alys, et al.), which required calculations of theoretical geometry.
- b) the development of shipbuilding, which produced the Greek trireme (a combination of several technologies).
- c) the advance of metallurgy at Lavrion (vertical organization of production, watertight reservoirs, helicoidal ore-washing tanks, developments in smelting, etc.)

The culmination of Ancient Greek Technology was to come in the Hellenistic period, with the development of numerous mechanical inventions, including the double-piston water pump of Ktesibios, the water powered bucket-chain pump of Philon of Byzantium, the Helepolis, catapults, water clocks, the Hydraulis (pipe organ), the automata of Philon and of Heron, as well as the analogue computer of celestial movements (known as the Antikythera Mechanism).

The above bear witness to the fact that Ancient Greek technology is a fundamental component of Ancient Greek civilization – all the more so as it had already established a strong dialogue with science and the arts.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΕΜΟΥ

Σε όλη τη διαδρομή της πολιτιστικής εξέλιξης του ανθρώπου, ο πόλεμος -δυστυχώς- συνδέεται με την αιχμή της τεχνολογίας. Στην αρχαία Ελλάδα αναπτύχθηκαν σημαντικές τεχνολογίες, τόσο στη ναυτική, όσο και στη χερσαία μάχη.

Η τριήρης υπήρξε αναμφίβολα το πιο γνωστό και πιο δημοφιλές πλοίο της ελληνικής αρχαιότητας, που κυριάρχησε στην ανατολική Μεσόγειο για πολλά χρόνια. Έγινε το έμβλημα της Αθηναϊκής Δημοκρατίας με απόγειο τη συντριβή του Περσικού στόλου στη Ναυμαχία της Σαλαμίνας. Αντίστοιχα, και οι χερσαίες τεχνολογίες αναπτύσσονται σε όλα τα επίπεδα, από την εξάρτηση του οπλίτη, έως τα μεγάλα όπλα και τις υπερκατασκευές πολιορκίας και άμυνας, ενώ σημαντικό ρόλο έπαιξαν και οι καινοτομίες στον τομέα της τηλεπικοινωνίας, με σημαντικότερο τον οπτικό λεξικό τηλεγράφο.



MILITARY TECHNOLOGY

Throughout the cultural evolution of humanity, war -unfortunately- has always been linked to technological innovation. In Ancient Greece, important technologies were developed for both naval and land battle. The trireme, which dominated the Eastern Mediterranean for many years was, without a doubt, the best known and most popular ship of Ancient Greece. It became the symbol of Athenian Democracy and culminated in the destruction of the Persian fleet during the naval battle of Salamis. At the same time, the technologies of land warfare also developed at all levels, beginning with the equipment of the hoplites (soldiers), followed by large weapons and immense structures for siege and defense. An important role was also played by innovations in the field of telecommunications, central of which was the optical word telegraph.



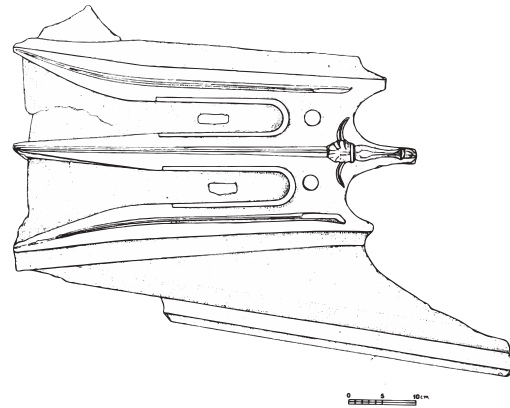
Η Τριήρης Το μεγάλο όπλο των Αθηναίων

Η Τριήρης, το μεγάλο όπλο των Αθηναίων, που εξελίχθηκε κατά την κλασική περίοδο, χρωστάει τη φήμη της στην εκπαίδευση και την πειθαρχία των ελεύθερων πολιτών που κωπηλατούσαν, καθώς και στη διατηρητική ικανότητα του εμβόλου της, με το οποίο καταναυμαχούσε τα εχθρικά πλοία. Το μέγεθος της τριήρους επέτρεπε την εύκολη ανέλκυσή της στην ξηρά, καθώς και την ταχεία καθέλκυση της σε περίπτωση έκτακτης ναυτικής απειλής.

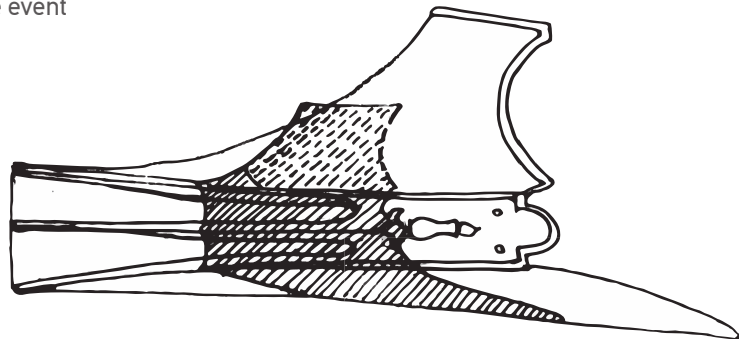
The Trireme The important weapon of the Athenians

The Athenian trireme owes its reputation to the training and discipline of the free citizens that manned the oars, as well as the ability of the ram on its prow to puncture and thus overcome enemy ships. The size of the trireme allowed it to be easily brought onto shore, but also to quickly launch it in the event of a sudden naval threat.

Πηγές / Sources:
Steinhauer, G. 2002.
"L'éperon du Musée du Pirée",
7th Intern. Symp. on Ship
Construction in Antiquity,
Athens.
Morrison, J. S., J. E. Coates,
N. B. Rankov. 2000.
The Athenian Trireme,
The History and Reconstruction
of an Ancient Warship,
Cambridge.



Σχέδιο του σωζόμενου τμήματος του εμβόλου Πειραιώς
Drawing of the preserved part of the Piraeus ram
(βασισμένο / based on: Steinhauer 2002. p.718)



Το έμβολο Πειραιώς (με διαγράμμιση) και το έμβολο Athlit
σε σύγκριση
The Piraeus ram (hatched) and Athlit ram in comparison
(βασισμένο / based on: Steinhauer 2002. p.722)

Εμβολισμός Τριήρους

Ο κύριος οπλισμός της τριήρους ήταν το έμβολο της πλώρης, ενισχυμένο συνήθως με ισχυρή μπρούντζινη επικάλυψη. Για τον επιτυχημένο εμβολισμό ήταν απαραίτητος ο άσπογος συντονισμός των κωπηλατών από τον κελευστή, ώστε να επιτευχθεί επαρκής ταχύτητα και η κατάλληλη γωνία πρόσκρουσης, με σκοπό να προκληθεί η καταστροφή και βύθιση του εμβολισμένου πλοίου, χωρίς τον κίνδυνο εμπλοκής και βύθισης του επιτιθέμενου.

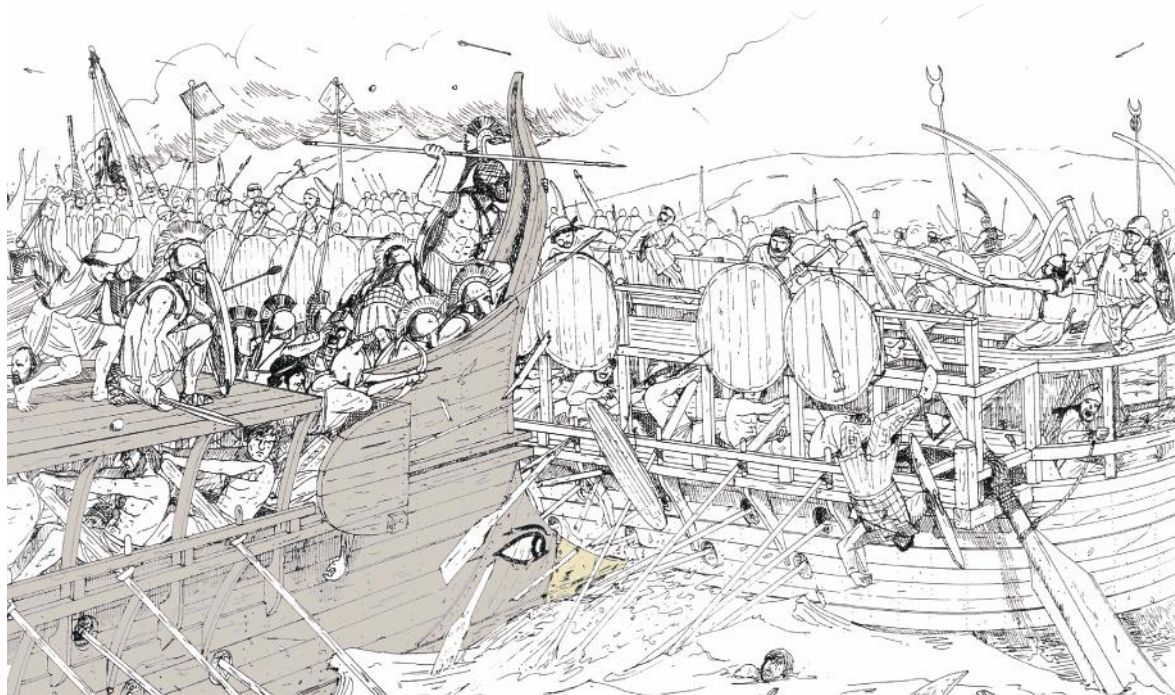
The battering ram of the Trireme

The main weapon of the trireme was the battering ram on its prow, usually reinforced by bronze sheathing. The successful ramming of an enemy ship depended on the perfect synchronization of the oarsmen by the rowing master (keleustes), in order to attain sufficient speed and the correct angle of impact, resulting in the destruction and sinking of the enemy ship without the danger of the attacking trireme becoming embedded and sinking.

Πηγές / Sources:

Σταϊνχάουερ, Γ. 2005. Ο Πόλεμος στην Αρχαία Ελλάδα, Αθήνα.
 Fields, N. 2008. Ancient Greek Warship 500-322B.C.E., Oxford.
 Connoly, P. 1981. Greece and Rome at War, London.
 Zea Harbour Project (www.zeaharborproject.dk)

*The Zea Harbour Project (ZHP) – a combined land and underwater archaeological investigation of the ancient harbours of Zea and Mounichia – launched in 2002, under the auspices of the Danish Institute at Athens and directed by Dr. Bjorn Lovén



Zea Harbour Project / Yannis Nakas

Κωπηλάτες

Η καινοτομία της τριήρους, που της χάρισε ταχύτητα και ευελιξία, ήταν η τοποθέτηση τριών σειρών κωπηλατών καθ' ύψος, με τέτοιο τρόπο ώστε τα κουπιά να μπορούν να κινούνται ανεμπόδιστα.

Είχε συνολικό πλήρωμα 210 - 216 ανδρών, από τους οποίους οι 170 ήταν κωπηλάτες (85 ανά πλευρά) χωρισμένοι σε τρεις επάλληλες σειρές: 31 «θρανίτες» στην επάνω, 27 «ζυγίτες» στη μεσαία και 27 «θαλαμίτες» στην κατώτερη.

Oarsmen

The innovation of the trireme, which gave it speed and maneuverability were the three tiers of oarsmen, placed in such a way that they could row freely.

The total crew numbered 210-216 men, of which 170 were rowers (85 along each side) divided into three parallel tiers: 31 "thranites" on the top tier, 27 "zygites" on the middle one and 27 "thalamites" on the bottom tier.

Πηγές / Sources:

Morrison, J. S., J. E. Coates, N. B. Rankov. 2000. *The Athenian Trireme, The History and Reconstruction of an Ancient Warship*, Cambridge.
Fields, N. 2008. Reprint.
Ancient Greek Warship 500-322B.C.E., Oxford.
Connoly, P. 1981. *Greece and Rome at War*, London.





“ΟΛΥΜΠΙΑΣ”

Η τριήρης στην πιο εξελιγμένη της μορφή είχε μήκος 37 μ., πλάτος 5,20 μ., και βύθισμα 1,20 μ. Το εκτόπισμα για κανονικώς φορτωμένη τριήρη ήταν περίπου 45 κ.μ., ενώ μια επιτεύξιμη ταχύτητα ήταν γύρω στα 9 μίλια ανά ώρα.

Για την ιστιοπλοΐα έφερε έναν κύριο ιστό με μεγάλο τετράγωνο πανί και έναν μικρότερο προς την πλώρη, με μικρότερο πανί. Η ηδδαλιούχηση γινόταν με δύο τιμόνια (με μορφή πλατιών κουπιών), που υπήρχαν σε κάθε πλευρά της πρύμνης.

Στο πλαίσιο της πειραματικής αρχαιολογίας, με βάση τις μελέτες των Βρετανών Κόουτς και Μόρισον και με τη συνεργασία του Ελληνικού Πολεμικού Ναυτικού, κατασκευάστηκε την δεκαετία του 1980 η πειραματική τριήρης «Ολυμπιάδα».

Πηγές / Sources:

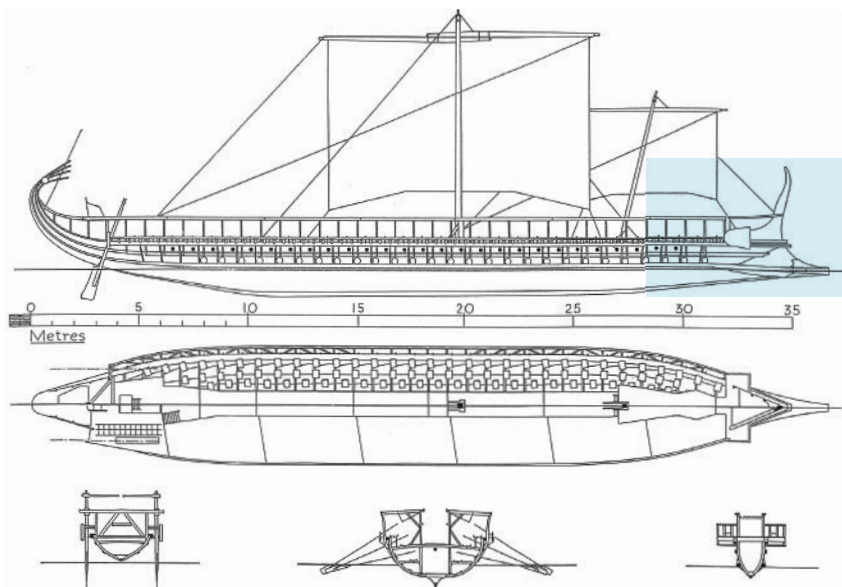
Morrison, J. S., J. E. Coates, N. B. Rankov. 2000. *The Athenian Trireme, The History and Reconstruction of an Ancient Warship*, Cambridge. Fields, N. 2008. *Ancient Greek Warship 500-322B.C.E.*, Oxford.
Connolly, P. 1981. *Greece and Rome at War*, London.

“OLYMPIAS”

The trireme in its most evolved form was 37 m. long, 5.20 m. wide and had a draught of 1.20 m. The displacement volume of a normally laden trireme was about 45 cubic meters and it could achieve a speed of approximately 9 miles per hour.

For navigation it had a main mast with a square sail and a smaller mast towards the prow with a smaller sail. It was steered by means of two flat oars on each side of the stern.

Based on the research of Coates and Morrison and the collaboration of the Hellenic Navy, the trireme “Olympias” was built during the 1980s as part of an archaeological experiment.



Κάτοψη, όψη και εγκάρσιες τομές της τριήρους κατά Coates και Morrison.

Plan, elevation and sections of the trireme according to Coates and Morrison.

(Morrison et al. 2000. p.208)

Η εξέλιξη της τριήρους

Τα πλοία που περιγράφει ο Όμηρος ήταν ελαφρά με 20 κουπιά, καθώς και βαρύτερα με 50 κουπιά. Περί το τέλος του 8^{ου} αι. π.Χ., μια δεύτερη σειρά κωπηλατών προστέθηκε και εμφανίσθηκε η διήρης, που ήταν βαρύτερο πλοίο. Κατά τη διάρκεια του 6^{ου} αι. π.Χ. προστέθηκε τρίτη σειρά κωπηλατών και προέκυψε η περίφημη τριήρης. Γύρω στο 400 π.Χ. προστέθηκε και τέταρτη σειρά κωπηλατών οπότε υπήρξε μετάβαση στις τετρήρεις και στη συνέχεια στις πενήρεις κ.ο.κ.

Η σπουδαιότερη αναπαράσταση τριήρους που σώθηκε είναι αυτή του περίφημου ανάγλυφου Λένορμαν, στην Ακρόπολη των Αθηνών και χρονολογείται στο διάστημα 410 - 400 π.Χ. Υπήρξε καθοριστικό εύρημα για την μελέτη και αναπαράσταση της τριήρους.

The evolution of the trireme

The ships described by Homer were twenty-oared light ones and fifty-oared heavier ones. Towards the end of the 8th c. B.C.E., a second tier of oarsmen was added, thus creating the bireme, a much heavier ship. The famous trireme appeared during the 6th c. B.C.E. with the addition of a third tier of rowers. Around 400 B.C.E., yet a fourth tier of oarsmen was added, leading to the quadriremes, then later the quinqueremes. The most important representation of a trireme that has survived is that of the bas-relief Lenorman, at the Acropolis of Athens and dates to 410-400 B.C.E. It was a pivotal artifact for the study and reconstruction of the trireme.

Πηγές / Sources:
Fields, N. 2008. Reprint, Ancient Greek Warship 500-322B.C.E., Oxford.
Connoly, P. 1981.
Greece and Rome at War, London, p.262-267



Ανάγλυφο τμήματος τριήρους (5^{ος} αι. π.Χ.)
Κλίμακα 1:1
Αντίγραφο (Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού)
Relief depicting part of a trireme (5th c. B.C.E.)
Scale 1:1
Cast from the original (Hellenic Ministry of Culture and Sports)



Παράσταση μονήρους σε αγγείο
A bireme represented on a pottery vase
(αφαιρετική απόδοση σχεδίου από / simplified rendering of a drawing in Connolly.1981. p.263)

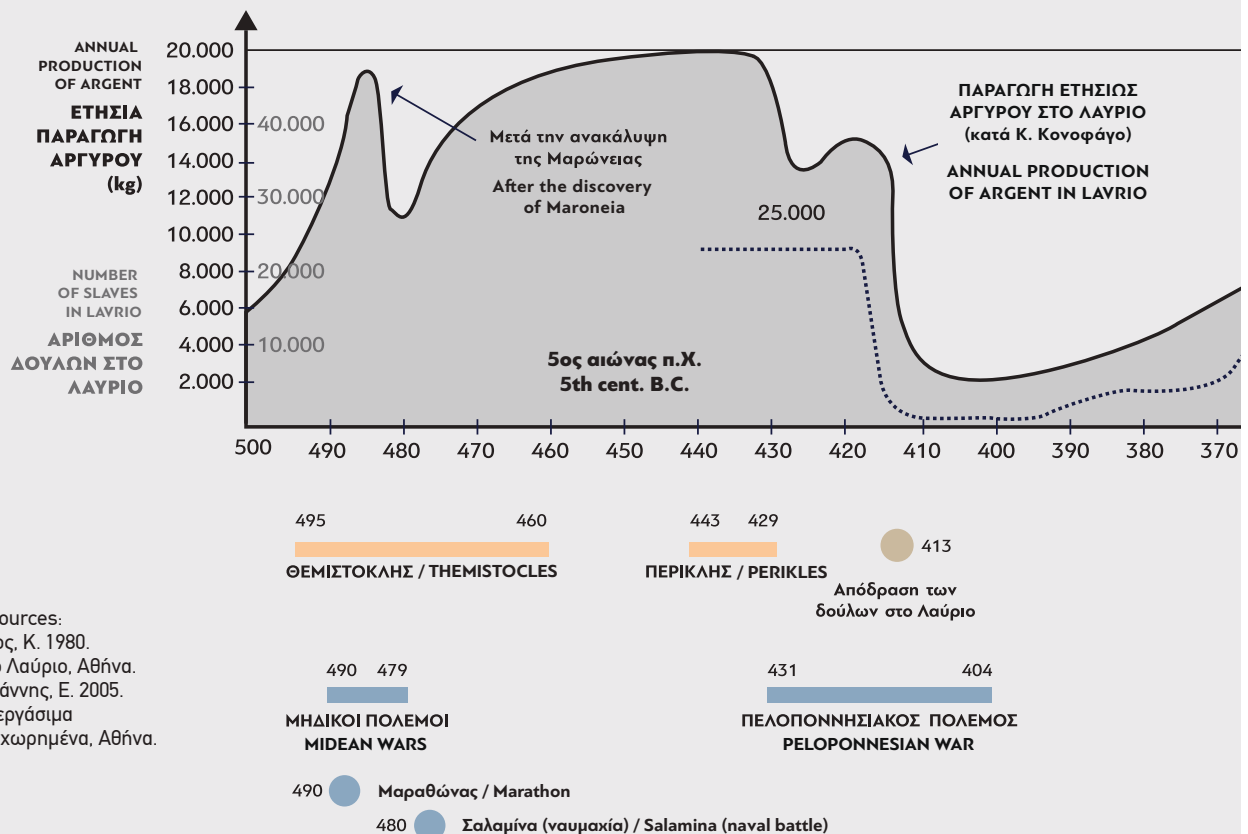


Παράσταση διήρους
σε αγγείο του 6^{ου} αι. π.Χ.
A bireme represented on a pottery vase of the 6th c. B.C.E.
(αφαιρετική απόδοση σχεδίου από / simplified rendering of a drawing in Connolly.1981. p.263)

Ο ρόλος του Λαυρίου και της μεταλλευτικής άνθησης στη νίκη των Αθηναίων

Η νίκη των Αθηναίων στη Σαλαμίνα δεν είναι άσχετη του γεγονότος ότι, επί τρία χρόνια πριν, η παραγωγή αργύρου στο Λαύριο είχε φθάσει στο απόγειο (750 τάλαντα κατ' έτος, δεκαπλάσια παραγωγή σε σχέση με την περίοδο των πελοποννησιακών Πολέμων). Η άνθηση αυτή και ο πλούτος που απέφερε, επέτρεψε την γρήγορη κατασκευή 200 νέων τριήρων. Κατά τον 5^ο αι. και τον 4^ο αι. π.Χ. παρατηρείται μια πρωτοφανής συστηματοποίηση της παραγωγής μεταλλεύματος και νομισμάτων στο Λαύριο με τις εξής τεχνολογικές καινοτομίες:

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



Πηγές / Sources:
Κονοφάγος, Κ. 1980.
Το Αρχαίο Λαύριο, Αθήνα.
Κακαβογιάννης, Ε. 2005.
Μέταλλα εργάσιμα
και συγκεχωρημένα, Αθήνα.

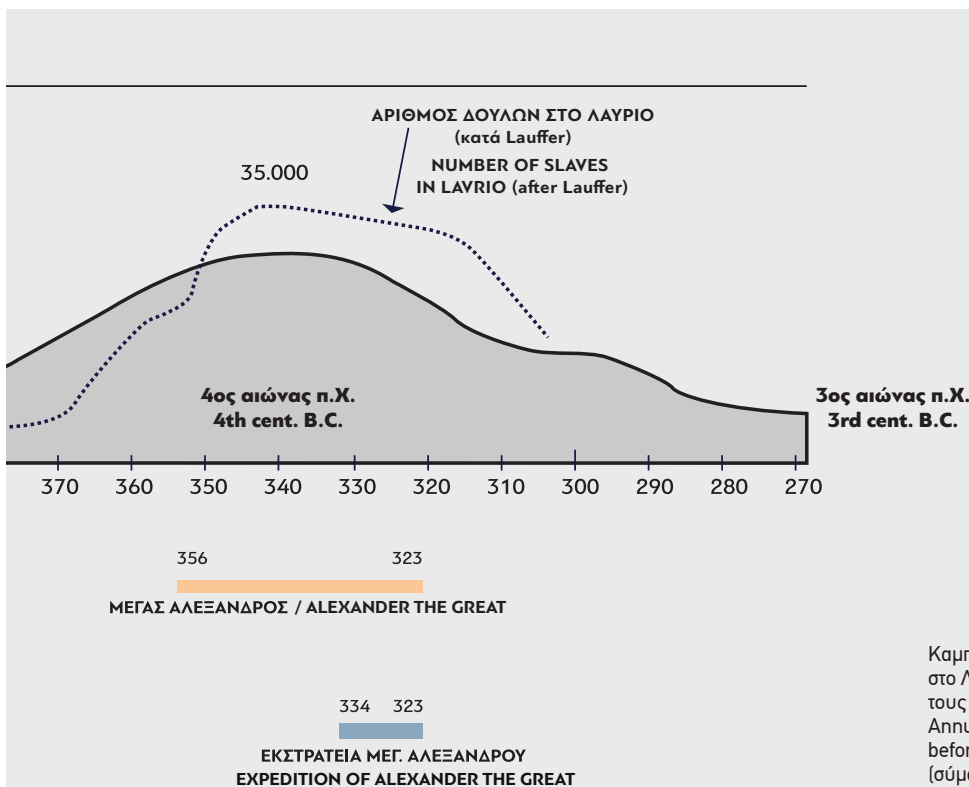
The role of Lavrio and the development of its metallurgy in the Athenian victory

The victory of the Athenians at Salamis is not unrelated to the fact that during the previous three years the production of silver in Lavrio had reached its peak (750 talents per year).

This development and the resulting wealth allowed for the quick construction of 200 new triremes.

During the 5th and 4th c. B.C.E., there was an unprecedented systematic organization of the production of metal and coins in Lavrio thanks to the following technological innovations:

- Larger mining tunnels
- Twin shafts for better aeration and, possibly, for the mechanization of load lifting
- Organized mass smelting
- New techniques of metal ore enrichment
- Mechanization of coin minting



Σχεδιαστική αναπαράσταση Αθηναϊκού τετράδραχμου
 Drawing of an Athenian Tetradrachmon

Καμπύλη ετήσιας παραγωγής αργύρου στο Λαύριο πριν και μετά τους Πελοποννησιακούς πολέμους
 Annual production of argent in Lavrio before and after the Peloponnesian war. (σύμφωνα με / after: Κονοφάγος 1980, σ. 56).

Η ναυμαχία της Σαλαμίνας

Η ναυμαχία της Σαλαμίνας έλαβε χώρα στις 28 ή 29 Σεπτεμβρίου του 480 π.Χ. Η τοποθεσία που επέλεξε ο Θεμιστοκλής για τη διεξαγωγή της ήταν στενή και ανάγκαζε τους Πέρσες να χρησιμοποιούν στην πρώτη γραμμή ίδιο περίπου αριθμό πλοίων με τα ελληνικά, εξουδετερώνοντας με αυτόν τον τρόπο το αριθμητικό πλεονέκτημα των αντιπάλων. Έτσι η ναυμαχία κρίθηκε από την πολεμική τακτική και την επιδεξιότητα των αξιωματικών και των πληρωμάτων.

The naval battle of Salamis

The naval battle of Salamis took place on the 28th or 29th of September of the year 480 B.C.E. The location chosen by Themistocles for this battle was narrow and forced the Persians to use the same number of ships in the front line as did the Greeks, thus neutralizing the numerical advantage of the enemy. The result was that the battle was decided by the strategy and the skill of the officers and their crews.

Πηγές / Sources:
 Ιστορία του Ελληνικού Έθνους. 1970. Τόμος Β, Αθήνα.
 Connoly, P. 1981. Greece and Rome at War, London.





Πολεμικοί λιμένες (5^{ος} - 3^{ος} αι. π.Χ.)

Πολεμικοί λιμένες είναι οι λιμένες στους οποίους ελλιμενίζονταν τα πολεμικά πλοία όταν βρίσκονταν στην πατρίδα τους. Στον Πειραιά, στους λιμένες της Ζέας (Πασαλιμάνι) και της Μουνιχίας (Μικρολίμανο), που ήταν οι κύριοι πολεμικοί λιμένες των αρχαίων Αθηνών, αλλά και στον λιμένα του Κανθάρου (κεντρικό λιμάνι), είχαν κατασκευασθεί «νεώσοικοι», δηλαδή οικήματα στέγασης των πλοίων. Στον Πειραιά συνολικά υπήρχαν νεώσοικοι για 380 τριήρεις. Η άμυνα των πολεμικών λιμένων εξασφαλιζόταν με κατασκευή τειχών και πύργων στα άκρα τους, αλλά μερικές φορές και με τοποθέτηση ύψαλων εμποδίων σε θέσεις που μόνον οι αμυνόμενοι γνώριζαν, ώστε τα προσεγγίζοντα εχθρικά πλοία να προσκρούουν και να καταστρέφονται.

Military ports (5th - 3rd c. B.C.E.)

Military ports were those where warships berthed when in their own country. In Piraeus, in the ports of Zea (Pasalimani) and Mounichia (Microlimano), which were the main military ports of ancient Athens, as well as in Kantharos (the central port) shelters had been built on land for the ships (neosoikoi: boat houses). In Piraeus, a total of 380 triremes could be thus housed.

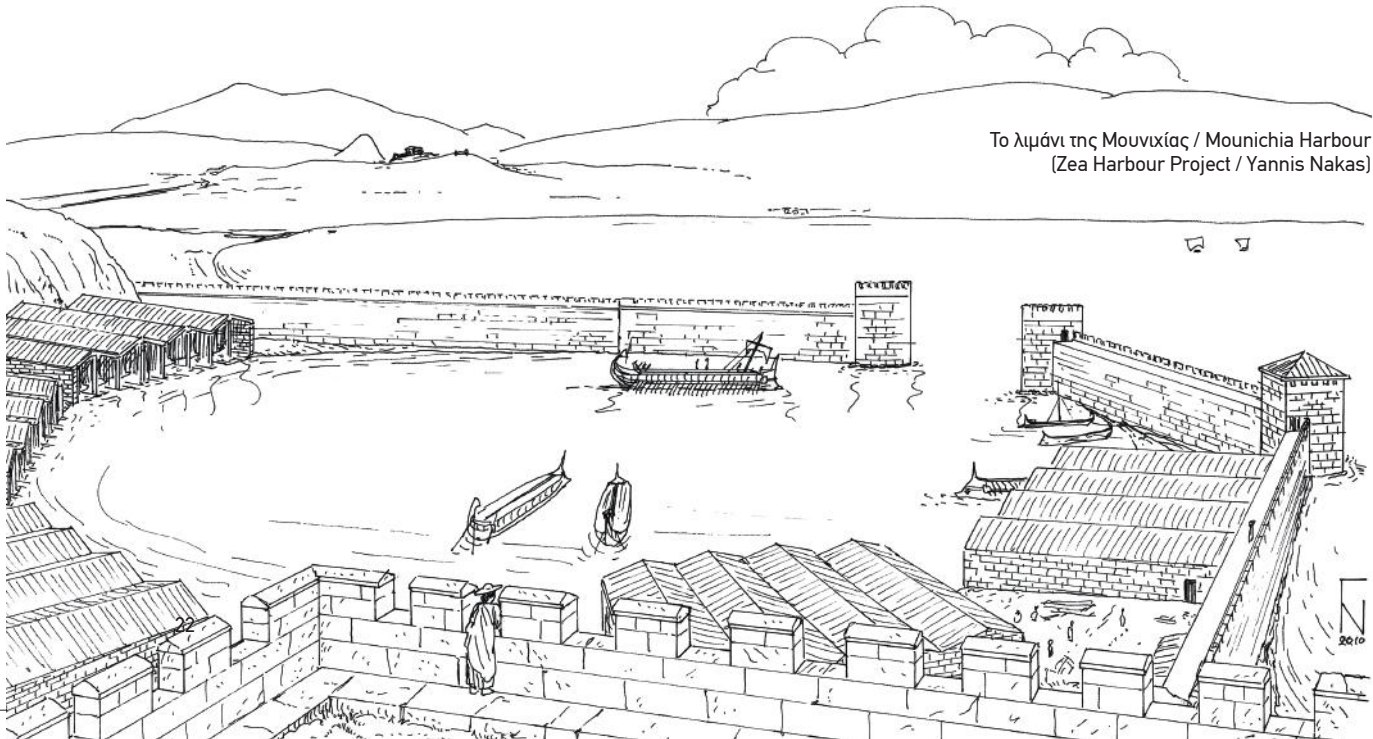
The military ports could be defended by walls and towers at either end, but sometimes by reef obstacles placed in locations that only the defenders knew, so that the attacking enemy ships would crash into the reefs and sink.

Πηγές / Sources:

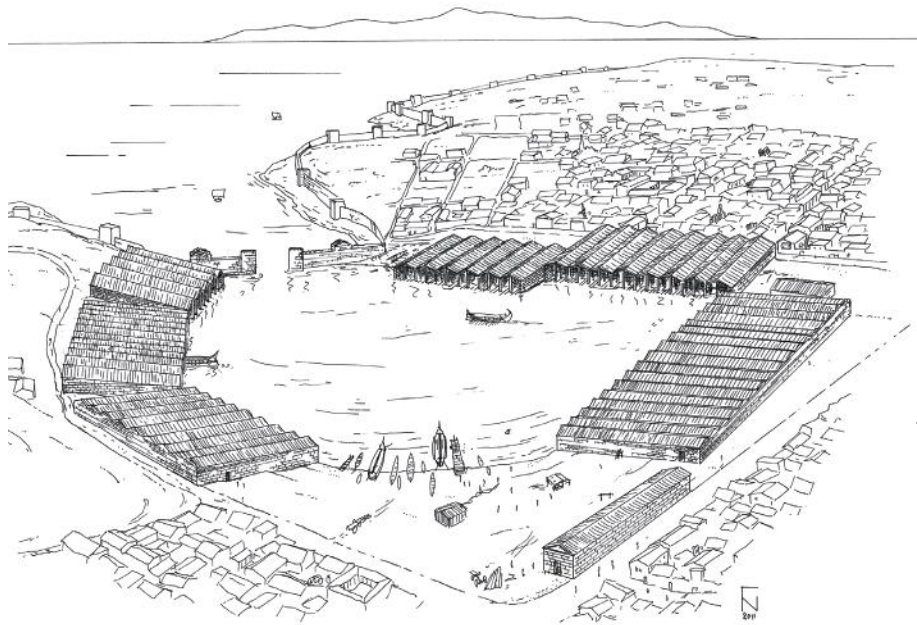
Lovén, B. 2011. The Ancient Harbours of Piraeus, Vol. I.1, Athens Zea Harbour Project

Σίμωνι, Α.Γ. 2009. "Ο «Κλειστός» Πολεμικός Λιμένας της Σάμου - Ομοιότητες και

Συγκρίσεις με Άλλα Παράλληλα Παραδείγματα «Κλειστών» Λιμένων της Μεσογείου", Αθήνα

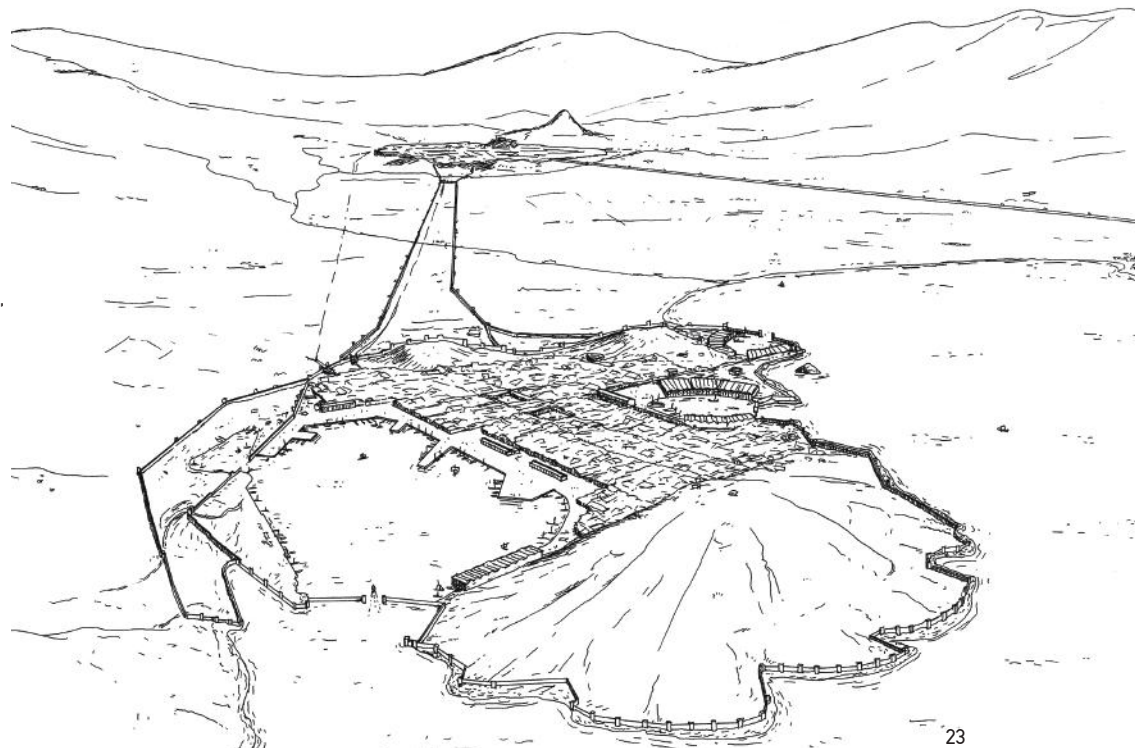


Το λιμάνι της Μουνιχίας / Mounichia Harbour
(Zea Harbour Project / Yannis Nakas)



Το λιμάνι της Ζέας / Zea Harbour
(Zea Harbour Project / Yannis Nakas)

Ο Πειραιάς
και τα μακρά τείχη,
στο βάθος η Αθήνα /
Piraeus and the long walls,
Athens on the background
(Zea Harbour Project /
Yannis Nakas)



Νεώσοικοι

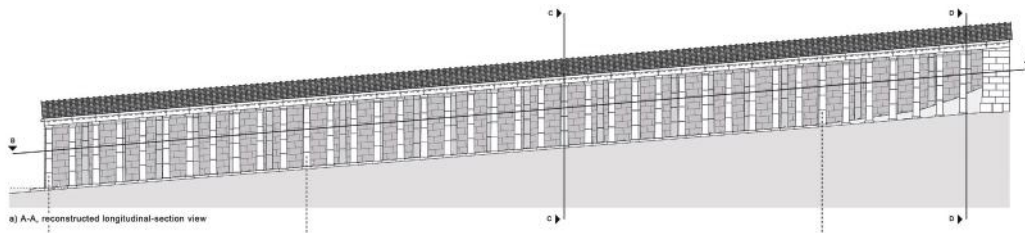
Το σχετικά μεγάλο κόστος κατασκευής και συντήρησης της τριήρους δημιούργησε την ανάγκη για την κατασκευή μεγάλων οικοδομημάτων που θα προστάτευαν τα ευαίσθητα ξύλινα πλοία από τις καιρικές συνθήκες κυρίως κατά τη χειμερινή περίοδο, οπότε και συντηρούνταν (ξύσιμο, επάλειψη με αδιάβροχα υλικά και υλικά συντήρησης του ξύλου κ.λπ.). Τα οικοδομήματα αυτά, οι νεώσοικοι, ήταν επιμήκη, κατασκευασμένα το ένα δίπλα στο άλλο, με ράμπες ανέλκυσης και ξύλινη στέγη. Ίχνη νεώσοικων που σώζονται στους λιμένες του Πειραιά, παρέχουν στους μελετητές πολλά στοιχεία για το μέγεθος αλλά και τον τρόπο ανέλκυσης των πλοίων.

Shipheds

The relatively great cost of constructing and maintaining the triremes led to the need to construct large buildings that would protect the sensitive wooden ships from the weather, particularly during the winter period when the triremes would also be maintained (sanding, covering with waterproof materials and wood preservatives, etc.). These boat houses were long, built one next to the other, with ramps and wooden roofs. A few traces of such boat houses that have survived in Piraeus provide researchers with information about the size of the ships as well as the manner by which these were lifted to shore.

Πηγές / Sources:

Lovén, B. 2011. The Ancient Harbours of Piraeus, Vol. I.1, Athens



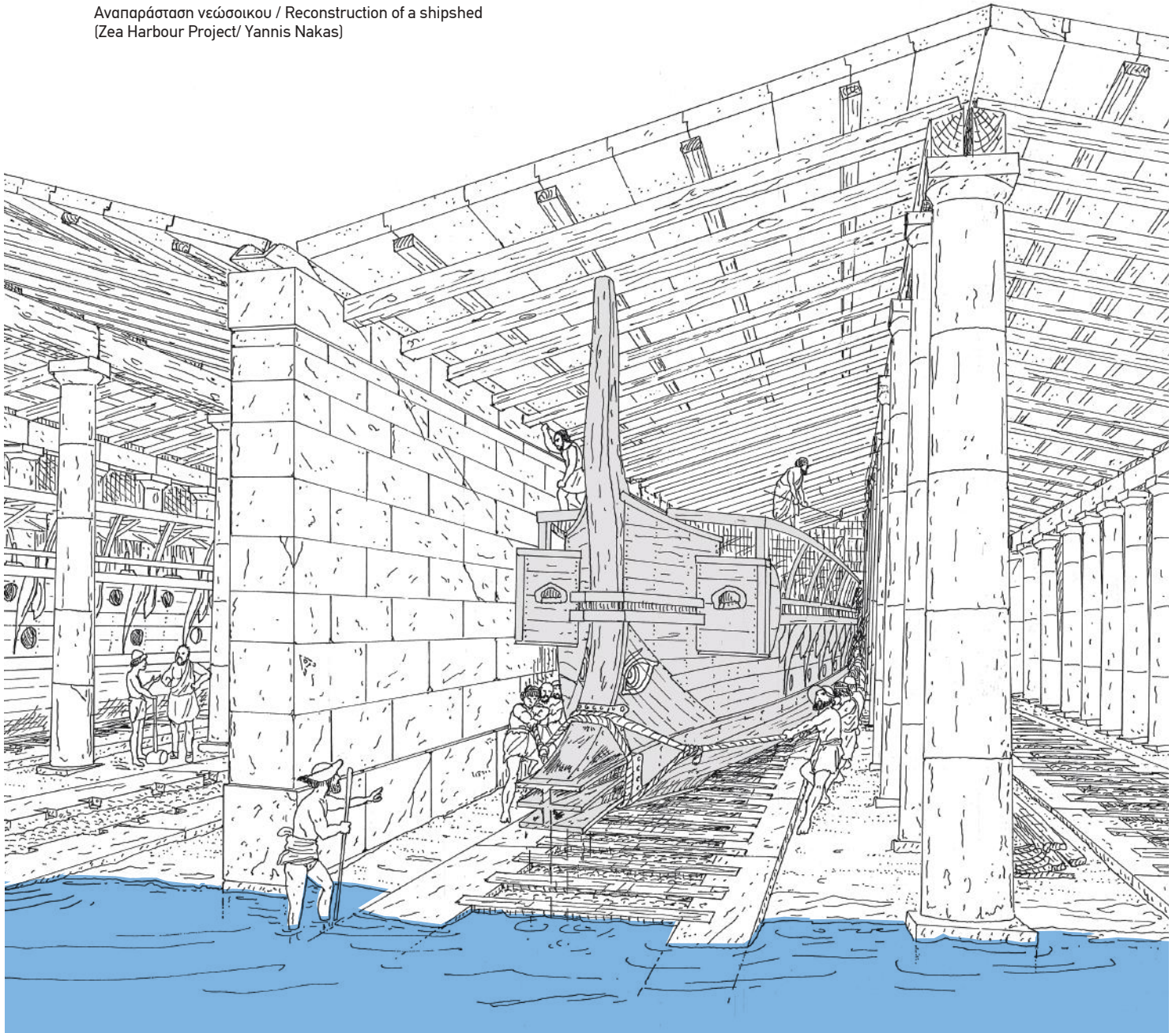
Γραφική αποκατάσταση κατά μήκος τομής νεώσοικου / Reconstructed longitudinal-section of a shipshed (Lovén. 2011. pl. 37)



Γραφική αποκατάσταση εγκάρσιων τομών νεώσοικου / Reconstructed cross-section of a shipshed (Lovén. 2011. pl. 37)



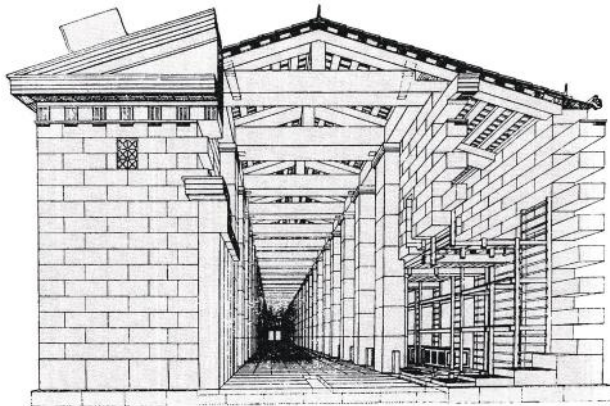
Αναπαράσταση νεώσοικου / Reconstruction of a shipshed
(Zea Harbour Project/ Yannis Nakas)



Η σκευοθήκη του Φίλωνος (4^{ος} αι. π.Χ.)

Οι σκευοθήκες ήταν κτήρια - αποθήκες που κτίζονταν στους πολεμικούς λιμένες για να στεγάσουν τα κινητά εξαρτήματα των πολεμικών πλοίων. Η σκευοθήκη του Φίλωνος στον Πειραιά, στο λιμάνι της Ζέας, θεωρούνταν από τους αρχαίους ιστορικούς ένα από τα σημαντικότερα οικοδομήματα της εποχής του. Μέσω των τεχνικών προδιαγραφών του κτηρίου (οι οποίες σώζονται στην ενεπίγραφη στήλη EM 12538) και των αρχαιολογικών ευρημάτων, κατέστη δυνατή η αναπαράσταση του οικοδομήματος.

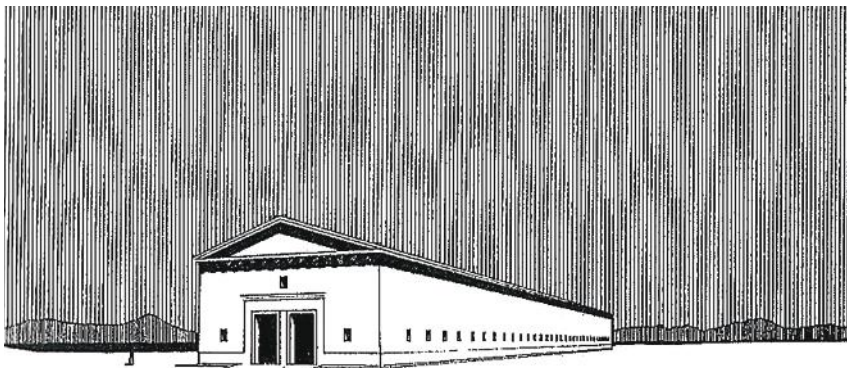
Πρόκειται για ένα επίμηκες κτίσμα διαστάσεων 18μ. x 133μ. με είσοδο στη στενή πλευρά και με εσωτερικές ξύλινες διώροφες κατασκευές για την αποθήκευση του εξοπλισμού.



Προοπτική απεικόνιση εσωτερικού /
Perspective view of the inner space
(Τσούλη. 2002. σ. 50, σχέδιο / drawing: Marstrand)

The arsenal of Philo (4th c. B.C.E.)

The arsenals were storage buildings constructed in the military ports to house the moveable parts of warships. The Arsenal of Philo in Piraeus, in the port of Zea, was considered by the ancient historians to be one of the most important buildings of the time. Thanks to the technical specifications of the building (which survive on inscribed stele EM 12538) and several archaeological finds, it was possible to reconstruct the building. It is long, 18m. x 133m., with the entrance on the narrow side and with interior wooden two-story high structures for the storing of equipment.



Αναπαράσταση σκευοθήκης
Φίλωνος / Reconstruction of the
Arsenal of Philo
(Τσούλη. 2002. σ. 47, σχέδιο /
drawing: K. Jeppessen)

Η ασπίδα του Αχιλλέα

ΑΠΟ ΤΟ ΜΥΘΟ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ, ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η διασημότερη ασπίδα, της οποίας η εξαιρετική τέχνη και τεχνική περιγράφεται με γλαφυρότητα στην Ιλιάδα του Ομήρου, αποτελούνταν, σύμφωνα με την περιγραφή, από 5 επάλληλες μεταλλικές στρώσεις: 2 εξωτερικές από σκληρό μπρούντζο (κράμα χαλκού με κασσίτερο¹), 2 εσωτερικές από κασσίτερο και 1 κεντρική από καθαρό (μαλακό) χρυσό. Η διαδοχή αυτή, φαίνεται να είναι η βέλτιστη όσον αφορά την αντίσταση σε διάτρηση από ένα δόρυ, όπως διαπίστωσε ο καθηγητής Παϊπέτης ύστερα από πειράματα στο εργαστήριο, κατά τα οποία αποδείχθηκε ότι μόνον αυτή η ασπίδα απωθεί προς τα πίσω την αιχμή του δόρατος μόλις αυτή διεισδύσει μέχρι τη στρώση του χρυσού, σε αντίθεση με άλλα είδη ασπίδων στα οποία έγιναν πειράματα. Καταδεικνύεται έτσι, η ακρίβεια με την οποία στο σημείο αυτό, το Έπος περιγράφει, όχι μόνο την τεχνογνωσία του τρόπου κατασκευής, αλλά και την απόδοση της ασπίδας στη μάχη.

¹ Μπρούντζος = κράμα χαλκού με κασσίτερο το οποίο οι αρχαίοι Έλληνες ονόμαζαν κρατέρωμα. Ορείχαλκος = κράμα χαλκού με ψευδάργυρο.

The shield of Achilles

FROM MYTH TO HISTORY, FROM ART TO TECHNOLOGY

The most famous shield, whose exquisite art and workmanship is elegantly described in Homer's *Iliad*, consisted, according to this account, of five successive metal layers: two outer ones of hard bronze (a copper and tin alloy¹), two interior ones of tin and the central one of pure (soft) gold. This succession of metals seems to be the best at resisting puncture by a spear, as ascertained by professor Paipetis in a series of laboratory experiments. It was proven that only such a shield can push back the spear point when it arrives at the gold layer, as opposed to other kinds of shields that were used in the experiments. It is thus established with what precision the epic poem describes the know-how necessary for the construction of the shield, as well as its performance in battle.

¹ Bronze = a copper and tin alloy that the Ancient Greeks called krateroma. Brass = copper and zinc alloy.

Ο Ηφαιστος παραδίδει τον οπλισμό του Αχιλλέα στη Θέτιδα / κύλικας, 490-480 π.Χ.)

Hephaestus presents Thetis with armor for Achilles / Kylix, 490-480 B.C.E.

(Antikensammlung Berlin F2294, wikicommons)



Καλλιτεχνικές αναπαραστάσεις της ασπίδας του Αχιλλέα, με βάση την περιγραφή στην Ιλιάδα
Artistic representations of Achilles' shield, according to the description in Iliad
A. L. Weniger,
Γ. Δ. Καλλιγερόπουλος / G.D.Kalligeropoulos

Πηγές / Sources:

Paipetis, S.A., Kostopoulos, V. 2008. "Defensive Weapons in Homer" in S.A. Paipetis, (Ed.), Science and Technology in Homeric Epics, Dordrecht.
Καλλιγερόπουλος, Δ., Βασιλειάδου, Σ. 2005. Ιστορία της Τεχνολογίας και των Αυτομάτων, Αθήνα.
Weniger, L. 1912. Der Schield des Achilleus, Versuch einer Wiederherstellung.

Ιλιάς, Ραψωδία Σ/Βιβλίο 18, στίχοι 468-482
 ...Είκοσι φυσερά μαζί φυσούσαν στα καμίνια [...]
 Έριξε πρώτα στη φωτιά χαλκό ακατάλυτο, κασσίτερο,
 Πολύτιμο χρυσό κι ασήμι [...]
 Πρώτα πήρε να φτιάχνει την ασπίδα,
 μεγάλη, στιβαρή,
 περίτεχνη· γύρω της πέρασε τριπλή στεφάνη λαμπερή,
 απ' όπου κρέμασε λουρί ασπμένιο.
 Έστρωσε στην ασπίδα πέντε φύλλα απανωτά,
 με τη σοφή του τέχνη χάραξε στη ράχη παραστάσεις.

Ιλιάς, Ραψωδία Υ/Βιβλίο 20, στίχοι 259-272
 ...Ούτε και τότε το βαρύ κοντάρι του
 εμπειροπόλεμου Αινεία σύντριψε την ασπίδα
 – το μάλαμα του έκοψε τη φόρα, δώρο θεού
 κι αυτό. Τις δύο μόνο στρώσεις πέρασε, κι έμειναν
 άλλες τρεις, γιατί ήταν πέντε οι πτυχές που
 ο χωλός θεός είχε καρφώσει· τις δύο χάλκινες,
 δύο παραμέσα από κασσίτερο, και μια στη μέση
 από χρυσό – αυτή σταμάτησε το φράξινο κοντάρι.

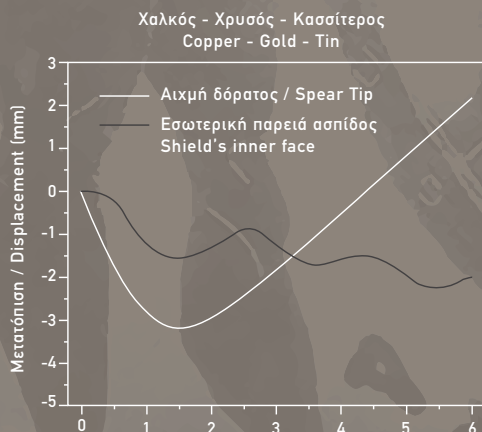
Ιλιάς, Ραψωδία Χ/Βιβλίο 22, στίχοι 289-291
 ...το μακρόσκιο δόρυ πάλλοντας, στον Αχιλλέα
 Το ρίχνει· στη μέση της ασπίδας πέτυχε,
 αναπηδώντας όμως το κοντάρι πέταξε μακριά.
 Φουρκίστηκε ο Έκτορας

Iliad, Book 18, verses 468-482
 ...Twenty bellows blew upon the melting-pots [...]
 He threw tough copper into the fire,
 and tin, with silver and gold [...]
 First he shaped the shield, so great and strong, adorning
 it all over and binding it round with a gleaming circuit
 in three layers; And The baldric was made of silver.
 He made the shield in five thicknesses,
 and with many a wonder did his cunning hand enrich it.

Iliad, Book 20, verses 259-272
 ...and indeed Aeneas's spear did not pierce the shield,
 for the layer of gold, gift of the god, stayed
 the point. It went through two layers, but the god
 had made the shield in five, two of bronze, the two
 innermost ones of tin, and one of gold; It was in this
 that the spear stayed.

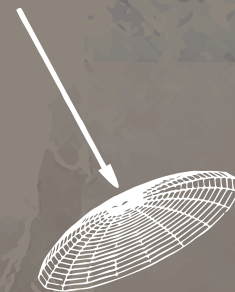
Iliad, Book 22, verses 289-291
 ...He poised his spear as he spoke and hurled it. His
 aim was true for he hit the middle of Achilles' shield,
 but the spear rebounded from It, and did not pierce it.
 Hector was angry...

Πηγή / Source:
 Ιλιάς, Μετάφραση στα Ελληνικά / Translation into Modern Greek :
 Δ. Ν. Μαρωνίτης, Μετάφραση στα Αγγλικά/ Translation into English:
 Samuel Butler



Πείραμα με την ασπίδα του Αχιλλέα:
 Μετά από 1.5 msec η διείσδυση του
 δόρατος σταματά, ενώ μετά από 3 msec
 η αιχμή του δόρατος κινείται προς τα πίσω,
 έξω από το εσωτερικό της ασπίδας.

Experiment on Achilles' shield:
 After 1.5 msec the spear's penetration
 is stopped, whereas after 3 msec,
 the spear tip moves backwards, outside
 of shield's inner face. (Paipetis, 2008.)
 Courtesy Professor S.A. Paipetis



Υπολογιστικό μοντέλο για την
 ανάλυση του συστήματος
 δόρυ - πενταστρωματική
 ασπίδα (ανασχεδίαση από:
 Paipetis, 2008)
 Computing model for the
 analysis spear - five-layered
 shield (redesigned by
 Paipetis, 2008).



𐀓 𐀆 𐀓𐀓
to- ra- ke

ΘΩΡΑΚΑΣ
CUIRASS - THORAX

ΑΣΠΙΔΑ
SHIELD

Αναπαράσταση Μυκηναίου πολεμιστή*

Representation of a Mycenaean warrior*

(Γ. Νάκας / J. Nakas)

*φαίνονται στοιχεία της αμυντικής εξάρτησης και του οπλισμού για λόγους διδακτικών, χωρίς απαραίτητα να αντιστοιχούν στην ίδια ακριβώς περίοδο. Several elements of the equipment are presented for didactical purposes, even though they might not belong to the same period.

Τυπικό ξίφος
Typical sword
Κατασκευή Δ. Κατσίκης
/ Construction D.
Katsikis
(Βασισμένο / based on:
Molloy, 2010, p.419)

ΠΕΡΙΚΝΗΜΙΔΕΣ
GREAVES

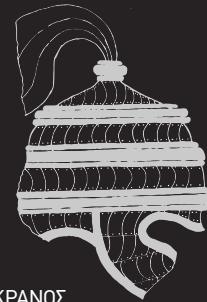
Ο «ήρωας» πολεμιστής στην Μυκηναϊκή εποχή (15^{ος}-12^{ος} αι. π.Χ.)

Ο «ήρωας» πολεμιστής κατά τα Μυκηναϊκά χρόνια έφερε για προστασία πανοπλία, που περιλάμβανε θώρακα, περικνημίδες και κράνος, (οδοντόφρακτο, όπως εμφανίζεται σε ευρήματα και απεικονίσεις ή μπρούντζινο). Κρατούσε επίσης μια μεγάλη ασπίδα και επιθετικά όπλα όπως δόρυ, πέλεκυ, ξίφος και εγχειρίδιο, τόξο και σφεντόνα.

The «hero» warrior of the Mycenaean era (15th-12th c. B.C.E.)

The «hero» warrior of the Mycenaean era was protected by armor that included a cuirass, greaves and a helmet, (either one covered with tusks as it appears in certain artefacts and depictions or a bronze one). He also held a large shield and offensive weapons, such as a spear, battle axe, sword and dagger or bow and slingshot.

Μαραμπέα Χριστίνα, 2010. Διδακτορική Διατριβή, «Το Ανατολικό Κτηριακό Συγκρότημα ΙΑ-ΙΒ-ΙΔ στη Μυκηναϊκή Ακρόπολη στα Κανάκια Σαλαμίνας: Περιεχόμενο και Λειτουργία», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Φιλοσοφική Σχολή, Τόμος Ι.
 Παννακός, Κ. 2016. Τεχνολογία, Μαρτυρίες και Χρονολόγηση του Τρωικού Πολέμου - Μυκηναϊκά Ευρήματα σε Χατούσα, Μικρά Ασία, Αίγυπτο, Κύπρο, Αθήνα.
 D'Amato, R./A. Salimbeti. 2011. Bronze Age Greek Warrior 1600-1100B.C.E., Osprey.
 Grguric, N. 2008. The Mycenaeans c. 1650-1100B.C.E., Osprey.
 Ακριβάκη, Ν. 2003. «Τοιχογραφία με Παράσταση Οδοντόφρακτου Κράνους από την Ξεστή 4 του Ακρωτηρίου Θήρας», στο ΑΡΓΟΝΑΥΤΗΣ - τιμητικός τόμος για τον Καθηγητή Ντούμα, Αθήνα.

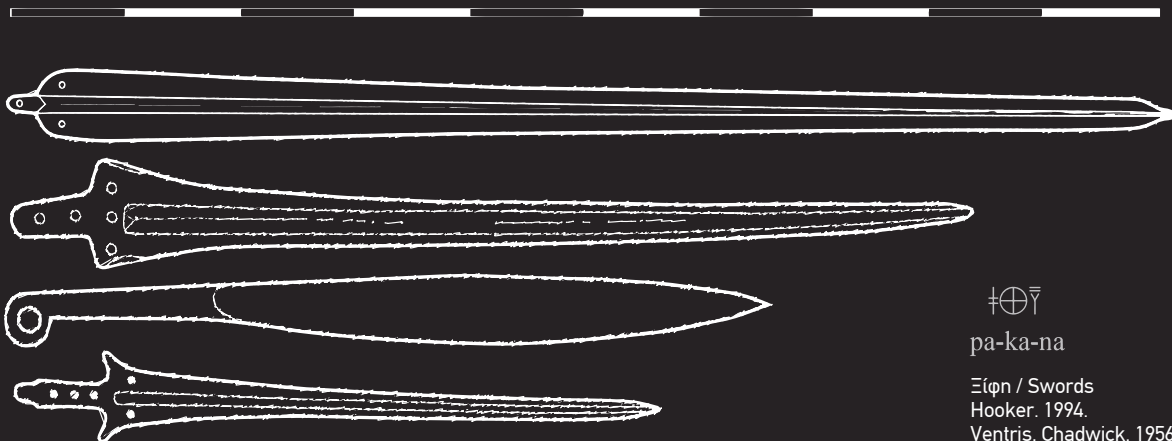


ko-ru-to

ΚΡΑΝΟΣ
HELMET

Οδοντόφρακτο κράνος
Boar's-tusk helmet
(Βασισμένο / based on:
Ακριβάκη, 2003. σ. 528)

Τυπικά ξίφη / Typical swords (Βασισμένο / based on: Molloy, 2010. p.419)



pa-ka-na

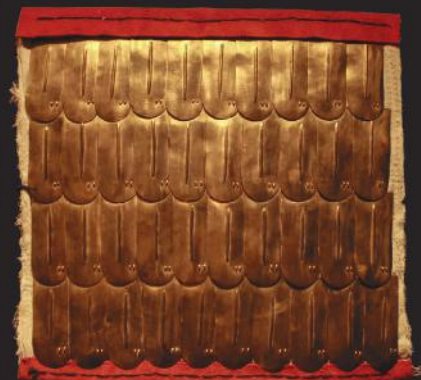
Ξίφη / Swords
Hooker, 1994.
Ventris, Chadwick, 1956.

Θώρακας

Ο θώρακας ήταν συνήθως από μπρούντζο, αποτελούμενος είτε από δακτυλίους μπρούντζινους που παρείχαν πλήρη κάλυψη του άνω τμήματος, ή και ολόκληρου του σώματος (πανοπλία Δενδρών), είτε από προστατευτικά μπρούντζινα εξαρτήματα (φολίδες) πάνω σε οργανικό υπόστρωμα.

Cuirass

The cuirass was usually of bronze, consisting either of bronze rings that completely covered the upper or the whole body (Dendra panoply) or of protective bronze plates on an organic underlay.

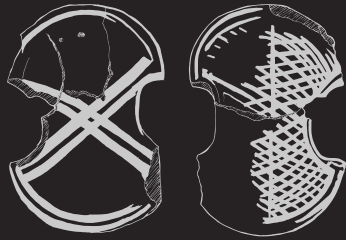


Ανακατασκευή τμήματος φολιδωτής θωράκισης 13^{ου} αι. π.Χ. Οι φολίδες στερεώνονται με συρμάτινα λεπτά μπρούντζινα σύρματα σε οργανικό υπόβαθρο κατασκευασμένο από ραμμένα μεταξύ τους φύλλα λινού υφάσματος έτσι ώστε να σχηματίζουν ένα συμπαγές παχύ στρώμα λινού. Η εξωτερική επιφάνεια του στρώματος έχει καλυφθεί με λεπτό δέρμα. (κλίμακα 1:1, σχεδιασμός - κατασκευή: Δ. Κατσίκης)

Reconstruction of a laminated cuirass section of the 13th c. B.C.E. The laminae are secured with thin bronze wires to an organic underlay made of several thicknesses of linen cloth sewn together to form a thick dense linen layer. The exterior surface of this layer is covered with thin leather. (scale 1:1, design - construction: D. Katsikis)



Καλλιτεχνική απόδοση άρματος βασισμένη σε νωπογραφία από την Πύλο περ. 1300 π.Χ. Artistic rendering of a chariot based on a fresco from Pylos dated appr. 1300 B.C.E. (Ιστορία Ελληνικού Έθνους. 1971. Τόμος Α, σ.268)



Κεραμικό αντίγραφο οκτώσχημης ασπίδας
8^{ος} αιώνας π.Χ., Δίπυλον Αθηνών
Ceramic representation of figure-of-eight shield,
8th cent. B.C.E., Dipylos, Athens
(Βασισμένο / based on: Connoly, 1981.)

Τοιχογραφία με ασπίδες από την Τύρινθα, περ.
1325-1250 π.Χ., γραφική αποκατάσταση από την
Emile Gilliéron, The MET
"Shield frieze" fresco from Tyrntha, ca.
1325-1250 B.C.E., restored by Emile Gilliéron,
The MET



Ασπίδα

Η τυπική ασπίδα αποτελούνταν από διαδοχικές στρώσεις δέρματος πάνω σε υπόστρωμα από ξύλο, και ενίοτε με μία τελική στρώση από χαλκό. Η μορφή της ασπίδας μπορούσε να είναι οκτώσχημη, ο πιο διαδεδομένος τύπος στην Μυκηναϊκή εποχή, πυργόσχημη ή, αργότερα, κυκλική, και αναλόγως με την εξέλιξη της υπόλοιπης εξάρτησης, μπορούσε είτε να καλύπτει είτε όλο το σώμα (ποδομήκης), είτε να είναι μικρότερη σε μέγεθος.

Shield

A typical shield consisted of successive layers of leather on an underlay of wood, sometimes covered with a final layer of copper. The shape of the shield could be in the shape of the number 8 - the most common type during the Mycenaean era - tower-shaped or, later, circular. Depending on the evolution of the rest of the equipment, it could either be long, covering the whole body or smaller in size.

Πηγές / Sources:
Σταματοπούλου, Β.Γ. 2006. «Η Τεχνολογία των Οπλικών



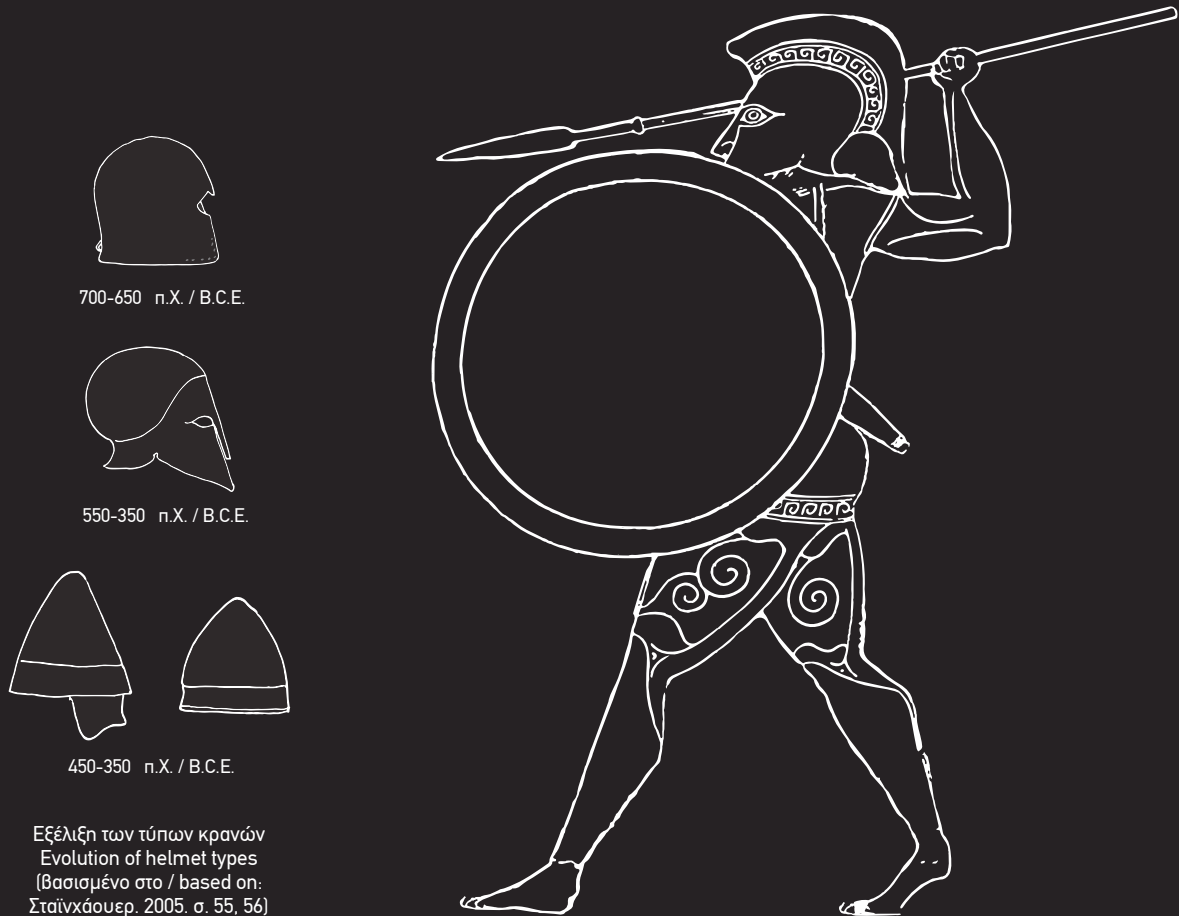
Παράσταση πολεμιστών με οκτώσχημη ασπίδα
Representation of two warriors with figure-of-eight shield
(Βασισμένο / based on: Χρυσό δαχτυλίδι από τις Μυκίνες /
Golden ring from Mycenae, Ιστορία Ελλ. Έθνους, Α', σ. 255)

Η εξέλιξη της εξάρτησης του οπλίτη

Η εξάρτηση του οπλίτη εξελίχθηκε σε συνάρτηση με τις αλλαγές στην τακτική, αλλά και την τεχνολογία του πολέμου. Αρχικά η μάχη γινόταν σώμα με σώμα, και απαιτούσε βαριά θωράκιση του πολεμιστή, η οποία ήταν αποτελεσματική και στις αρχικές διατάξεις της φάλαγγας. Η εξέλιξη της λειτουργίας της φάλαγγας κατά τους κλασικούς χρόνους συνέβαλε στη σταδιακή ελάφρυνση της θωράκισης προς πιο ευέλικτες λύσεις. Για παράδειγμα, το κράνος στην αρχαϊκή εποχή ήταν κλειστό, με παραγναθίδες και, πολλές φορές, λοφίο, ωστόσο σταδιακά γενικεύτηκε η χρήση του πύλου (μορφή σκούφου), τσόχινου, είτε μεταλλικού. Αντίστοιχα, ο αρχικός μεταλλικός θώρακας αντικαταστάθηκε σταδιακά από ελαφρύτερους, κατασκευασμένους από διαδοχικά στρώματα λινού υφάσματος (λινοθώραξ) ή δέρματος (σπολάς), ενισχυμένους συχνά με μεταλλικές λάμες.

Πηγές / Sources:

Ιστορία του Ελληνικού Έθνους. 1970. Τόμος Β, Αθήνα.
 Connoly, P. 1981. Greece and Rome at War, London.
 Σταϊνχάουερ, Γ. 2005. Ο Πόλεμος στην Αρχαία Ελλάδα, Αθήνα.



700-650 π.Χ. / B.C.E.

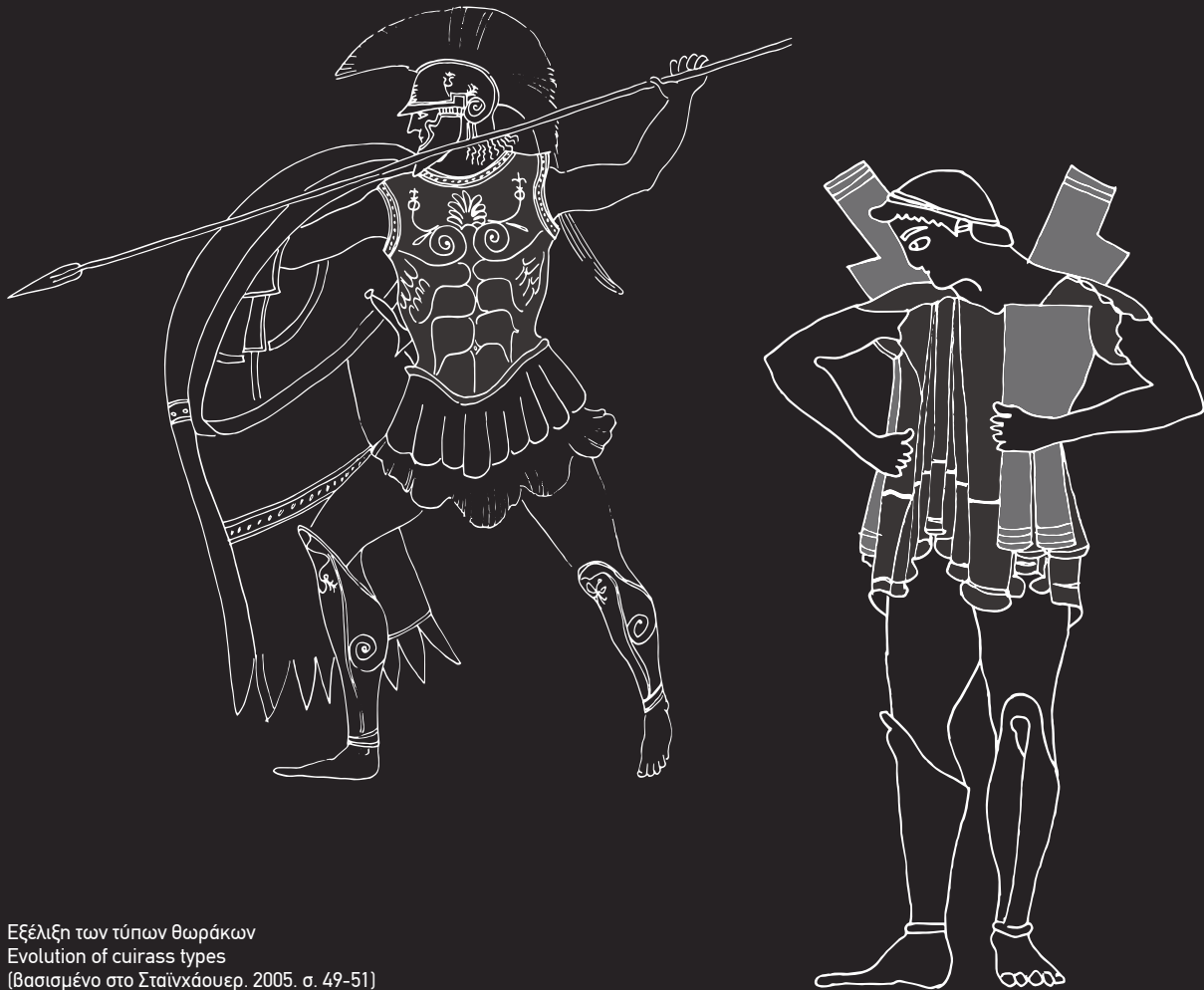
550-350 π.Χ. / B.C.E.

450-350 π.Χ. / B.C.E.

Εξέλιξη των τύπων κρανών
 Evolution of helmet types
 (βασισμένο στο / based on:
 Σταϊνχάουερ. 2005. σ. 55, 56)

The evolution of the hoplite equipment

The evolution of the hoplite equipment was a function of the changes in tactics, as well as in the technology of war. Initially battles were fought hand to hand and required heavy armor, which was effective even in the front lines of the phalanx. The change in the role of the phalanx during the classical period resulted in the gradual lightening of the armor and in more flexible solutions. For example, the helmet during the archaic period was closed, with cheek guards and, often, a plume. Gradually, however, the use of a kind of cap became more common, made either of felt or metal. The initial metal cuirass was gradually substituted by lighter ones, constructed of successive layers of linen fabric or leather, often reinforced by metallic laminae.



Εξέλιξη των τύπων θωράκων
 Evolution of cuirass types
 (Βασισμένο στο Στáινχάουερ, 2005, σ. 49-51)

Ο οπλίτης από την Αρχαϊκή εως την Ελληνιστική εποχή (8^{ος} - 3^{ος} αι. π.Χ.)

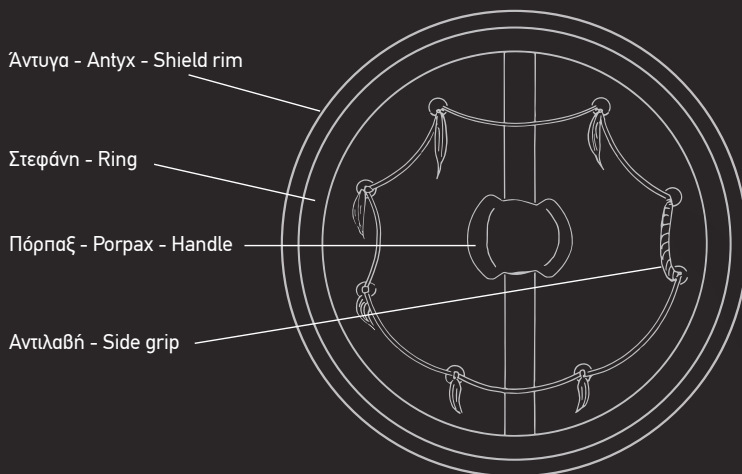
Ο οπλίτης στα ιστορικά χρόνια έφερε εξάρτηση, που περιλάμβανε κράνος, θώρακα, περικνημίδες, ασπίδα. Στον επιθετικό οπλισμό του περιλαμβάνονταν: ξίφος, εγχειρίδιο, τόξο και δόρυ ή σάρισα.

The hoplite from the Archaic to the Hellenistic period (8th - 3rd c. B.C.E.)

In historical times, the hoplite's equipment included a helmet, cuirass, greaves and a shield. His offensive weaponry consisted of a sword, a dagger, a bow and a spear or sarisa.



ΤΟΞΟ / BOW
(Βασισμένο / Based on: Connoly.1981.p.50)



Άντυγα - Antyx - Shield rim

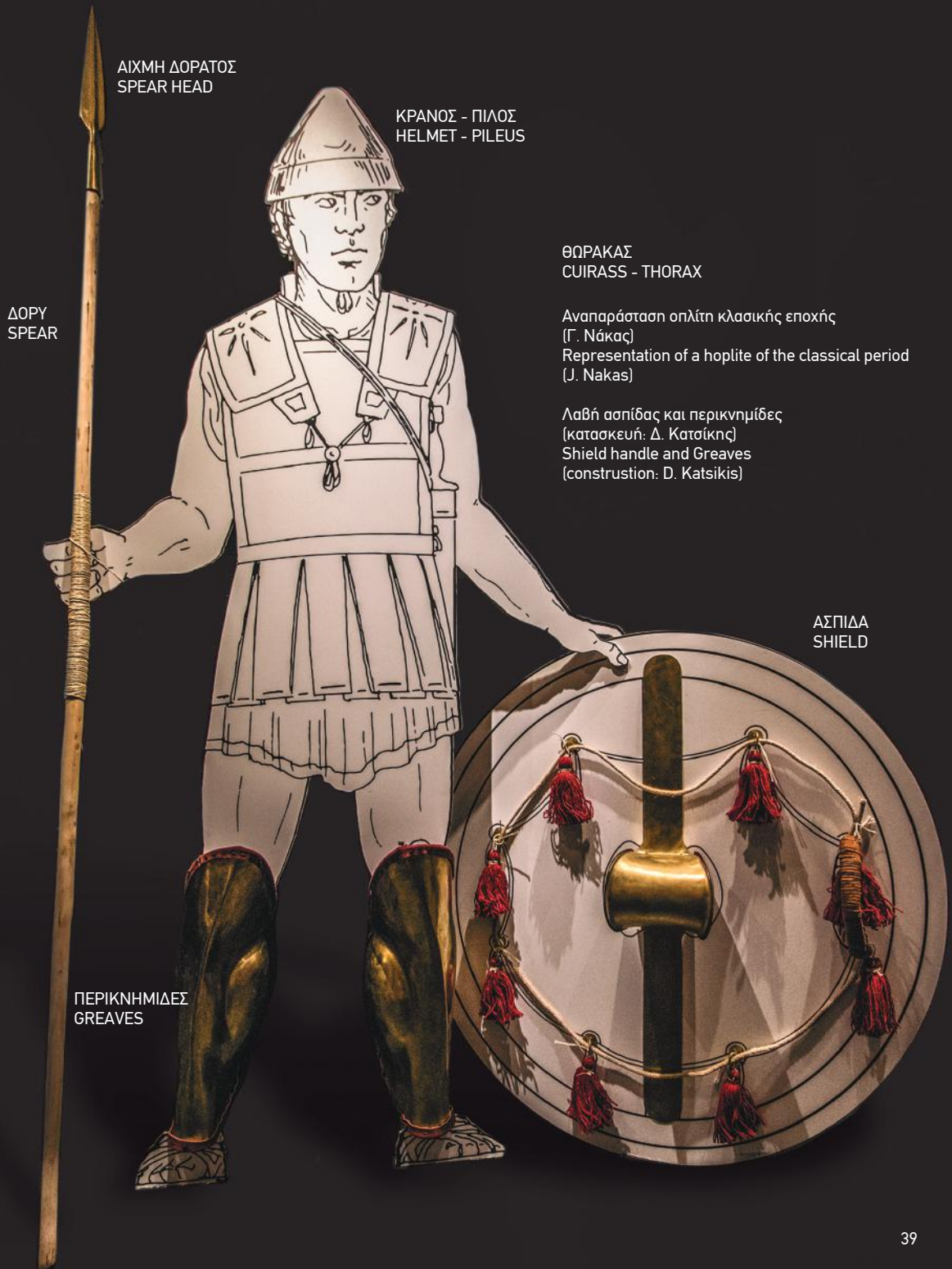
Στεφάνη - Ring

Πόρπαξ - Porpax - Handle

Αντιλαβή - Side grip

Πηγές / Sources:

Ιστορία του Ελληνικού Έθνους, 1970. Τόμος Β, Αθήνα.
Connoly, P. 1981. Greece and Rome at War, London.
Σταϊνχάουερ, Γ. 2005. Ο Πόλεμος στην Αρχαία Ελλάδα, Αθήνα.
Campbell, D.B. 2009. Greek and Roman Artillery 399B.C.E.-AD363, Osprey.
Campbell, D.B. 2011. "Ancient Catapults Some Hypotheses Reexamined", Hesperia 80.



ΑΙΧΜΗ ΔΟΡΑΤΟΣ
SPEAR HEAD

ΚΡΑΝΟΣ - ΠΙΛΟΣ
HELMET - PILEUS

ΘΩΡΑΚΑΣ
CUIRASS - THORAX

Αναπαράσταση οπλίτη κλασικής εποχής
(Γ. Νάκας)
Representation of a hoplite of the classical period
(J. Nakas)

Λαβή ασπίδας και περικνημίδες
(κατασκευή: Δ. Κατσίκης)
Shield handle and Greaves
(construction: D. Katsikis)

ΑΣΠΙΔΑ
SHIELD

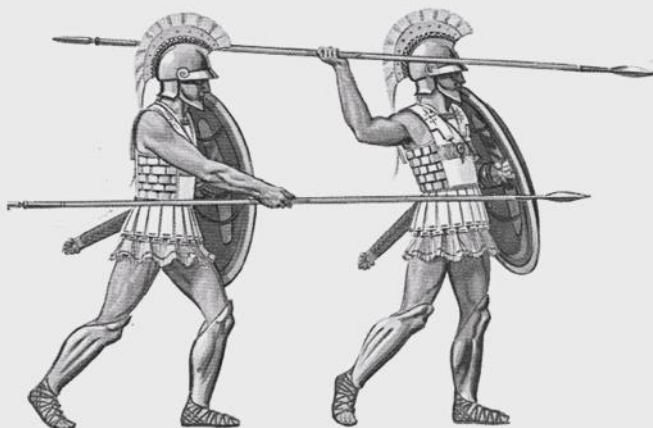
ΠΕΡΙΚΝΗΜΙΔΕΣ
GREAVES

ΔΟΡΥ
SPEAR



Σύγχρονη αναπαράσταση της στήλης του Αριστίωνα στην αυθεντική πολυχρωμία της της κλασικής εποχής. Bunte Götter exhibition.

Modern reconstruction of the original polychromy of a classical age Greek stele of Aristion Bunte Götter exhibition.



Οπλίτης (6^{ος} αι. π.Χ.)

Η εικόνα μας δίνει μια ιδέα για την εξάρτηση των οπλιτών την εποχή λίγο πριν από τους Περσικούς πολέμους.

Παριστάνεται οπλίτης στη δεξιά του άποψη. Στο αριστερό του χέρι κρατά δόρυ (δορυφόρος) ενώ το δεξί κρέμεται ελεύθερο στο πλάι σχηματίζοντας γροθιά. Φέρει λινό χιτώνα κατάσαρκα και πάνω από αυτόν, δερμάτινο με ορειχάλκινο διάκοσμο. Στο κεφάλι διακρίνεται είδος πύλου ή κράνους ενώ στα πόδια φοράει περικνημίδες.

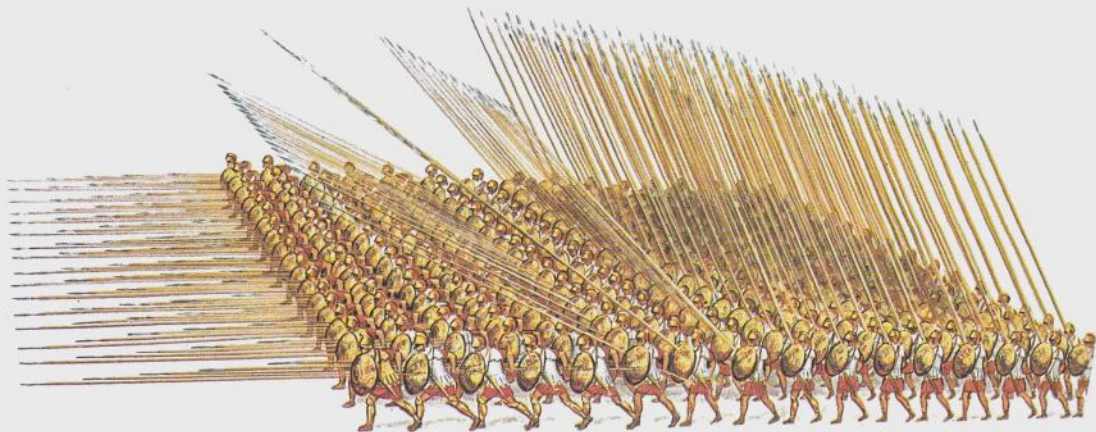
Η επιτύμβια στήλη, βρέθηκε στη Βελανιδέζα Αττικής. Στη βάση είναι χαραγμένο το όνομα του νεκρού σε γενική: Αριστίωνος και σε μια προεξέχουσα οριζόντια ταινία είναι χαραγμένο το όνομα του γλύπτη: Έργον Αριστοκλέους.

Hoplite soldier (6th c. B.C.E.)

The picture gives us an idea of the hoplites' (foot soldiers) equipment shortly before the Persian Wars.

The hoplite is facing right. He holds a spear in his left hand, while his right hand forms a fist and hangs down freely by his side. He wears a linen chiton close to his skin and on top of that a leather garment with bronze decorations. He also wears a type of cap or helmet on his head and his shins and knees are protected by greaves.

This funerary stele was found at Velanidesa of Attica. The name of the dead man is incised on the base. There is also a horizontal band on which is incised the name of the sculptor: Work by Aristokles



Μεγάλα όπλα

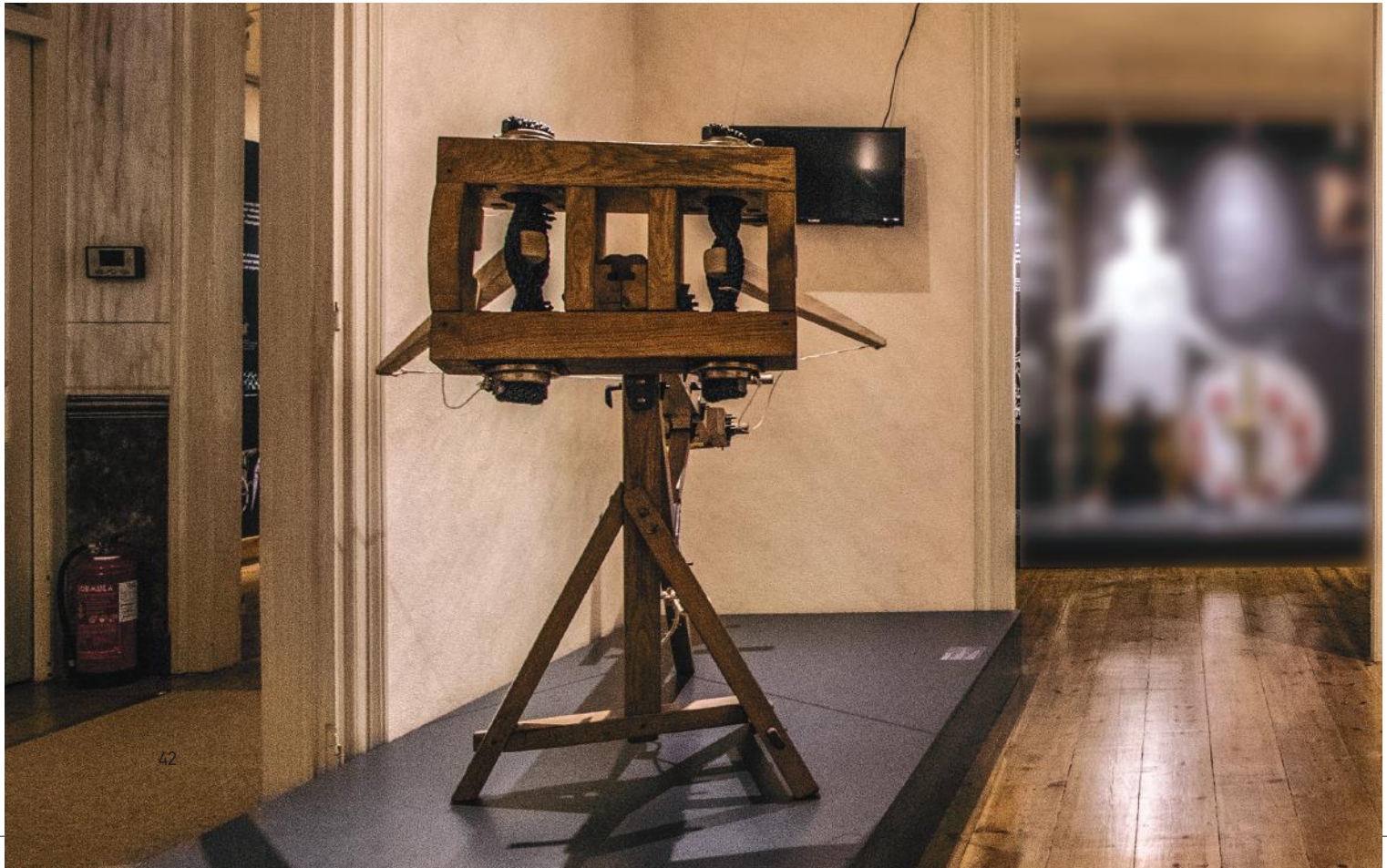
Μετά τον 5^ο αι. π.Χ. παρατηρείται ταχύτατη τεχνολογική πρόοδος στα όπλα μεγάλου βεληνεκούς. Ο Θουκυδίδης αναφέρει μηχανή που παραπέμπει σε φλογοβόλο. Άλλα τέτοια «τηλεόπλα» ήταν ο καταπέλτης (λιθοβόλος ή τοξοβόλος), ο όναγρος και, ενδεχομένως, το ατμοτηλεβόλο.

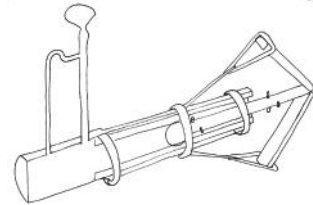
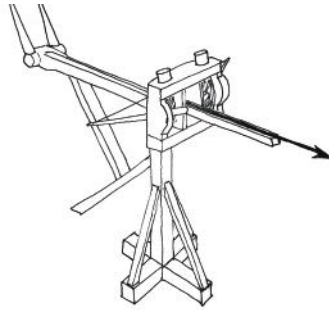
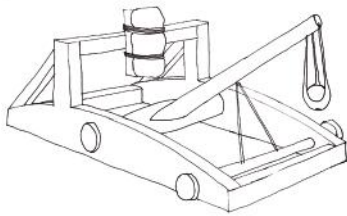
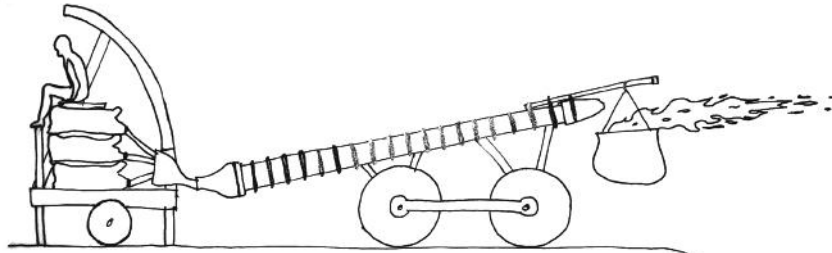
Large weapons

After the 5th c. B.C.E. there is rapid technological progress on long-range weapons. Thucydides mentions a machine that resembles a flame thrower. Other such long-range weapons ("teleweapons") were the catapult (stone or arrow thrower), the "onager" catapult and, possibly, the steam cannon.

Πηγές / Sources:

Campbell, D.B. 2008. Greek and Roman Siege Machinery 399 B.C.E.-A.D 363, Osprey.
Campbell, D.B. 2009. Ancient Siege Warfare – Persians, Greeks, Carthaginians and Romans 546-146 B.C.E., Osprey.
Connoly, P. 1981. Greece and Rome at War, London.
Mardaga, P. 1979. Les Dix Livres d' Architecture de Vitruve, corrigés et traduits en 1684 par Claude Perrault, Bruxelles/Liège.
Marsden, E.W. 1969. Greek and Roman Artillery – Historical Development, NY.
Marsden, E.W. 1999. Greek and Roman Artillery – Technical Treatises, NY.
Nossov, K. 2012. Ancient and Medieval Siege Weaponry, Lyons Press.
Βιτρούβιος. 1998. Βιτρούβιου περί Αρχιτεκτονικής/Vitruvii de Architectura, Βιβλία VI-X, μεταφρ. Παύλος Λέφας.
Σταϊνχάουερ, Γ. 2005. Ο Πόλεμος στην Αρχαία Ελλάδα, Αθήνα.



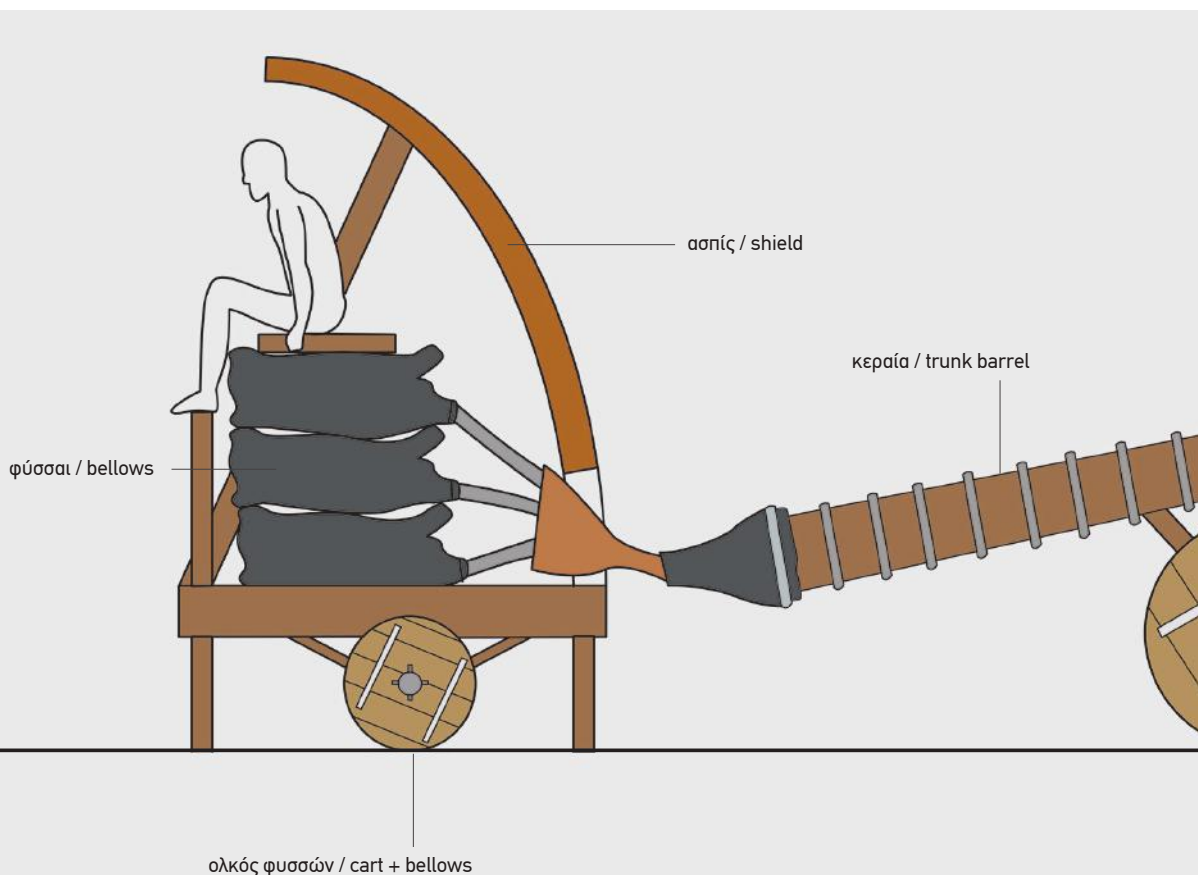


Το πρώτο φλογοβόλο της ιστορίας

Το πρώτο φλογοβόλο στην ιστορία φαίνεται ότι είναι εκείνο που περιγράφεται από τον Θουκυδίδη (Δ', 100,2) και το οποίο χρησιμοποίησαν οι Βοιωτοί για να κάψουν το ξύλινο τείχος των Αθηναίων στη μάχη του Δηλίου (424 π.Χ.).

Μπροστά από μια μακριά ξύλινη κάννη αναρτάται λέβητας με αναμμένα κάρβουνα, θειάφι και πίσσα. Πίσω από την κάννη τοποθετούνται ισχυρά φουσερά. Το ισχυρότατο ρεύμα του αέρα που δημιουργούν τα φουσερά οδηγείται λοξώς στον λέβητα, και εκτινάσσει τις φλόγες σε μεγάλη απόσταση.

Μελέτη - σχεδιασμός: Θ. Π. Τάσιος, απόδοση: Γ. Νάκας / Study - design: Th. P. Tassios, drawing: J. Nakas



The earliest flame-throwing weapon in history

The first flame-throwing weapon in history is most probably the one described by Thucydides (Δ', 100,2) that was used by the Boeotians to burn down the wooden fortification walls of the Athenians at the battle of Delion (424 B.C.E.).

In front of a long wooden barrel, a boiler was hung bearing burning coal, sulphur and tar. Behind the barrel there were powerful bellows. The strong current of air they produced was directed obliquely to the boiler, which then threw fire at a long distance.

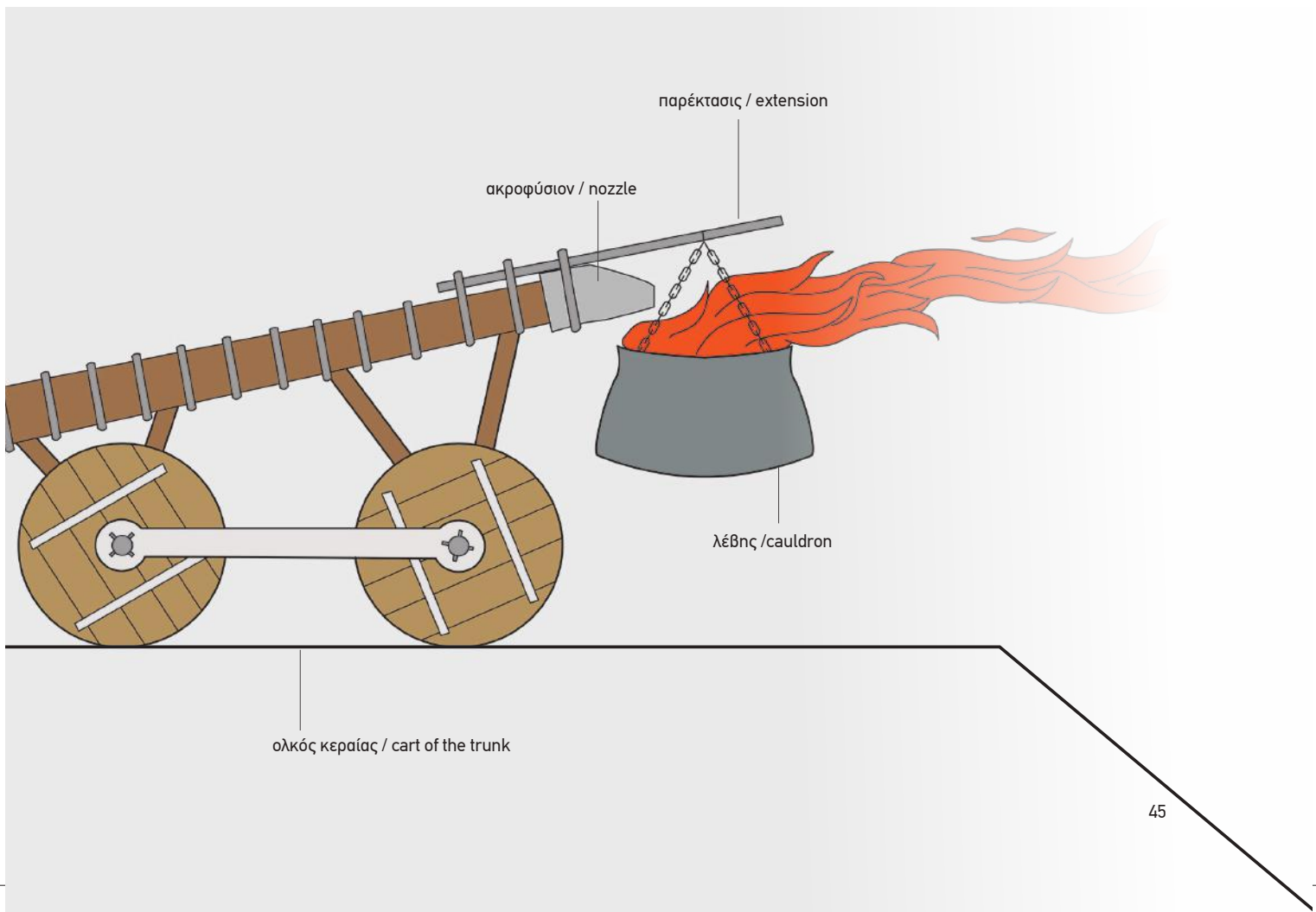
Πηγές / Sources:

Θουκυδίδης, Ιστορία, Δ.100

Campbell, D.B. 2009. Greek and Roman Artillery 399B.C.E.-AD363, Osprey.

Τάσις, Θ. Π. 1997. « Εισαγωγή στην αρχαία ελληνική τεχνολογία»,

Κατάλογος έκθεσης Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία, ΕΜΑΕΤ, Τ.Μ.Θ, Θεσσαλονίκη.



Αρχιμήδους ατμοπλεβόλο (3^{ος} αι. π.Χ.)

Δεν σώζεται σχετικό κείμενο του Αρχιμήδους (287-212 π.Χ.). Πληροφορίες για το ατμοπλεβόλο δίνει ο Ιταλός Πετράρχης (Petrarca, 1304 -1374), ο οποίος αναφέρει, μεταξύ άλλων, ότι η κάννη ήταν ξύλινη. Το εικονιζόμενο ομοίωμα ακολουθεί σχέδια του Leonardo da Vinci (1452-1519), ο οποίος ονομάζει το ατμοπλεβόλο Architronito.

Ο Ι. Σακάς περιγράφει τη λειτουργία του ως εξής: Τοποθετείται μια σφαίρα στην κάννη του τηλεβόλου. Πίσω απ' την κάννη βρίσκεται μικρός κυλινδρικός λέβητας, του οποίου η οπή φράσσεται με ξύλινη ράβδος. Το άλλο άκρο της ράβδου ακουμπά στο μέσον οριζοντίου ξύλινης δοκού που συγκρατείται μπρος από το στόμιο της κάννης με δύο άγκιστρα στα άκρα της. Πάνω από το μεταλλικό λέβητα μικρό δοχείο περιέχει νερό. Θερμαίνεται ο λέβητας με φωτιά επαρκώς. Ανοίγεται στρόφιγγα, και από το κλειστό μικρό δοχείο χύνεται νερό στο λέβητα. Το νερό εξατμίζεται ταχύτατα και ωθεί τη σφαίρα. Η δύναμη μεταβιβάζεται δια της ράβδου στη δοκό, η οποία θραύεται και ελεύθερη πλέον η σφαίρα εκτοξεύεται μακριά. Η απόσταση της βολής της σφαίρας ρυθμίζεται με επιλογή της αντοχής της δοκού, με την κλίση της κάννης ή και με τα δύο. Ομοίωμα του ατμοπλεβόλου, σε κλίμακα περίπου 1:5, κατασκεύασε ο Ι. Σακάς το 1981 και έριξε κατά επανάληψη επιτυχείς βολές (μέχρι και 200 μέτρα) κατά τη διάρκεια επίδειξης στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης.

Archimedes' steam cannon (3rd c. B.C.E.)

The original text by Archimedes (287-212 B.C.E.) has not survived. The earliest information comes from Petrarch (1304-1374 C.E.) who mentions, among other things, that its barrel was made of wood. The model was made after the drawings of Leonardo da Vinci (1452-1519) who called the steam cannon "Architronito". Sakas has interpreted its function as follows: The cannonball is placed in the barrel of the cannon. Behind the barrel there is a small cylindrical vessel, whose hole is blocked with a wooden rod. The other end of the rod touches the middle of a horizontal beam that is held in place, in front of the mouth of the barrel, with two hooks. Above the metal steam chamber is a small vessel with water. The steam chamber is heated to a high temperature. A stopcock is opened to let water from the small vessel into the steam chamber where it immediately turns to steam, which propels the cannonball forward. The force is transmitted through the rod to the beam which shatters, and the cannonball, released, is ejected. The distance the ball travels is regulated by the resistance of the bar or the inclination of the barrel or both. I. Sakas constructed a replica of the steam cannon (approx. 1:5) in 1981 and demonstrated its function to the press. It repeatedly shot a cannonball at a distance of up to 200m.

Πηγές / Sources:

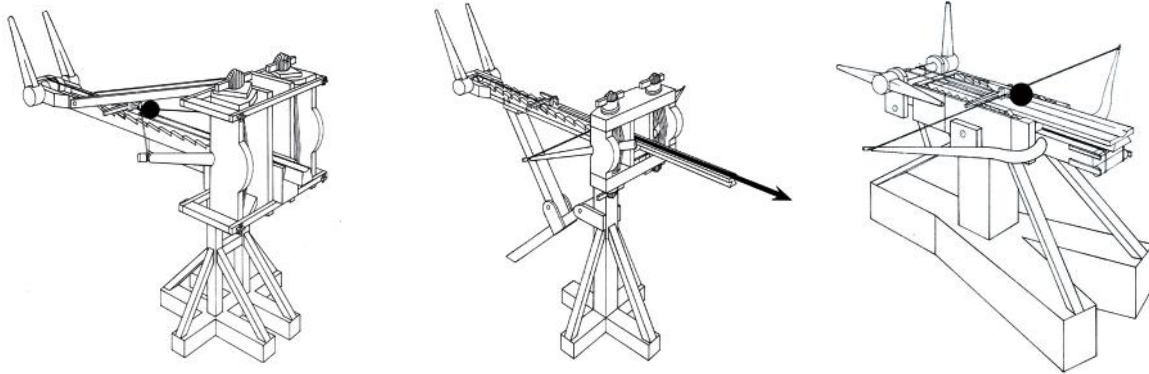
I. Σακάς: κατασκευή ομοιώματος που δοκιμάστηκε επιτυχώς 12.5.1981 και 29.6.2018.

J. Sakas: design and construction of a model that was successfully tested on 12.5.1981 and 29.6.2018.

Richard Windley: κατασκευή ομοιώματος που δοκιμάστηκε επιτυχώς / construction of a model that was successfully tested.

Petrarca, De remedijs utriusque.

Adriani, G. e altri. 1956. Leonardo da Vinci, Novara.



Τύποι καταπελτών / Types of catapults (Ιστορία Ελληνικού Έθνους, 1972, σσ.204-205)

Καταπέλτης (4^{ος} αι. π.Χ.)

Ο καταπέλτης ήταν ένα πολεμικό μηχανήμα ικανό να εκτοξεύει μεγάλα βέλη ή ακόντια ή σφαιρικούς λίθους σε μεγάλες αποστάσεις (της τάξεως των 200μ). Ήταν συντεθειμένος από ένα ισχυρό τόξο τοποθετημένο σε οριζόντια θέση, του οποίου η γερή χορδή τεντωνόταν προς τα πίσω με μηχανικό τρόπο (με ένα σύστημα μοχλών και στροφάλου). Έτσι αποθηκευόταν καμπτική και αξονική ενέργεια, οι οποίες απελευθερούμενες εκτόξευαν το βλήμα.

Η τεχνική αυτή εφεύρεση έγινε την εποχή του τυράννου των Συρακουσών Διονύσιου του Πρεσβύτερου (399 π.Χ.). Αργότερα, κατά πάσα πιθανότητα από τον Φίλιππο ΙΙ (~343 π.Χ.), στον μηχανισμό του όπλου προστέθηκαν και δύο στρεπτικά ελατήρια (από συνεστραμμένα "σχοινιά"), ώστε, με την ίδια την κάμψη των βραχιόνων του τόξου, να συστρέφονται και τα ελατήρια, τα οποία τώρα, στην επόμενη φάση θα απελευθερώσουν και την δική τους ενέργεια, αυξάνοντας περαιτέρω το βεληνεκές του όπλου.

Το ομοίωμα που εκτίθεται είναι μια μεταγενέστερη (ελληνιστική) εκδοχή καταπέλτη, στον οποίο η ενέργεια συσσωρεύεται μόνο μέσω δύο στρεπτικών ελατηρίων.

Catapult (4th c. B.C.E.)

The catapult is a military weapon capable of launching large arrows or javelins or spherical stones at great distances (around 200 m). The strong chord of a powerful bow set horizontally was pulled back mechanically (with a system of levers and cranks).

Bending and axial energy was thus accumulated, which when set free launched the projectile. This technical invention took place at the time of the Tyrant of Syracuse, Dionysios the Elder (399 B.C.E.).

Later, probably by Philippe II (~343 B.C.E.) two torsion springs (made of twisted ropes) were added, which were twisted by the very bending of the arms of the bow. In the next phase, the springs released their energy, thus increasing the range of the weapon.

The model shown in this exhibition is a later version (Hellenistic) of catapult in which the energy is accumulated only by means of two torsion springs.

Πηγές / Sources:

Campbell, D.B. 2009. Greek and Roman Artillery 399B.C.E.-AD363, Osprey.

Campbell, D.B. 2011. "Ancient Catapults Some Hypotheses Reexamined", Hesperia 80.

Francis, C.,T.E. Rihll, M.T. Wright. 2006. "The Bronze-Spring Catapult: A Case Study in the Innovation, Adaptation and Diffusion of Technology in Ancient Greece", στα Πρακτικά του 2ου Διεθνούς Συνεδρίου Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας, ΕΔΑΒΥΤ, Αθήνα.

Πολεμικές μηχανές

Εκτός από τις αναμετρήσεις πεδίου, μεγάλο μέρος της πολεμικής τεχνολογίας αναπτύχθηκε για την πολιορκία πόλεων καθώς και για την άμυνά τους. Πολλά παραδείγματα πολιορκητικών μηχανών περιγράφονται σε γραπτές πηγές, οι οποίες, παρά τις πιθανές ανακρίβειες ή και υπερβολές, μας δίνουν μια αρκετά καλή εικόνα του τρόπου λειτουργίας των μηχανών αυτών.

Η πρώτη γνωστή αναφορά σε κατασκευή πολιορκητικών μηχανών ανάγεται στον 17^ο αι. π.Χ., στους Χουρρίτες στη Μεσοποταμία. Οι Αχαιοί θα γνώριζαν σαφώς τη χρήση των μηχανών αυτών, φαίνεται μάλιστα, πως ο Δούρειος Ίππος ήταν μια ποιητική μεταφορά για μια τέτοια πολιορκητική μηχανή, κατά την άποψη πολλών αρχαίων συγγραφέων.



Δούρειος Ίππος - εικαστική απόδοση βασισμένη σε αμφορέα του 7^{ου} αι. π.Χ. στο Αρχαιολογικό Μουσείο Μυκόνου.

Trojan Horse - artistic rendering based on 7th c. B.C.E. amphora from the Archaeological Museum of Mykonos.

War machines

In addition to field battles, a large part of war technology development was devoted both to the siege and the defense of cities. There are many written sources describing siege machines. Despite the possible exaggerations or inaccuracies in these accounts, they give us a relatively good picture of how these machines functioned.

The first known reference to the construction of siege machines dates back to the 17th c. B.C.E. by the Hittites in Mesopotamia. It is probable that the Achaeans knew about the use of such machines. Moreover, many ancient writers considered the Trojan Horse to be a poetic metaphor for such a siege machine.

Πηγές / Sources:

Παυσανίας, Ελλάδος Περιήγησις.
Pausanias, Description of Greece.

Πλίνιος, Φυσική Ιστορία.
Pliny, Natural History.

Beckman, G. 1995. The Siege of Uršū Text (CTH 7) and Old Hittite Historiography, *Journal Cuneiform Studies/JCS* (47), 23-34, p.26.

Bryce, T.R. 2005. *The Kingdom of the Hittites*, NY pp.72-73, 81.

Mellink, M.J. 1986. Postscript, in: *Troy and the Trojan War*, A Symposium held at Bryn Mawr College, October 1984, pp. 99-100.

Campbell, D.B. 2008. *Greek and Roman Siege Machinery 399B.C.E.-AD363*, Osprey.

Connolly, P. 1981. *Greece and Rome at War*, London.

Marsden, E.W. 1969. *Greek and Roman Artillery – Historical Development*, NY.

Marsden, E.W. 1999. *Greek and Roman Artillery – Technical Treatises*, NY.

Σταϊνχάουερ, Γ. 2005. *Ο Πόλεμος στην Αρχαία Ελλάδα*, Αθήνα.

Βιτρούβιος, 1998. Βιτρούβιου περί Αρχιτεκτονικής/Vitruvii de Architectura, Βιβλία VI-X, μεταφρ. Παύλος Λέφας. Αθήναιος, Περί μηχανημάτων.

Αργότερα, στις αρχαίες πηγές αναφέρονται πολλές μηχανές και οι μηχανικοί τους, όπως για παράδειγμα:

- Η Ελέπολις του Διάδη, που συμπεριλάμβανε και «τρυπάνους». Ο Διάδης ο Πελλαίος (4^{ος} αι. π.Χ.) ήταν μαθητής του Πολυΐδου, και μηχανικός του Μ. Αλεξάνδρου.
- Η Ελέπολις του Επίμαχου για τον Δημήτριο τον Πολιορκητή, κατά την ανεπιτυχή πολιορκία της Ρόδου το 305-304 π.Χ. Είχε 9 ορόφους, με σιδερένια προστασία, ύψους άνω των 40μ και με βάση 22x22μ. Σε κάθε όροφο υπήρχαν καταπέλτες.
- Η Ελέπολις Ηγήτωρα του Βυζαντινού, για τον Δημήτριο τον Πολιορκητή στην πολιορκία της Σαλαμίνας. Είχε διαστάσεις 18x4μ, με 11μ ύψος και 8 τροχούς διαμέτρου 2μ και πάχους 1μ. Ήταν πολυώροφη με καταπέλτες και «τρυπάνους», και εξέλιξε την Ελέπολι του Επίμαχου τοποθετώντας έναν προστατευμένο πολιορκητικό κριό στην κορυφή της.
- Οι «Λιθορρίπται» καταπέλτες στην πολιορκία της Τύρου, που έριχναν λίθους 36 και 73 κιλών (ταλανταίοι και τριτάλαντοι), σε απόσταση 1-2 σταδίων.

At a later date, many siege machines and their engineers are mentioned in written sources, as for example:

- Helepolis of Diades, which included «borers» Diades of Pella (4th c. B.C.E.), was a student of Polyides, and an engineer of Alexander the Great.
- Helepolis of Epimachos, for Dimitrios the Besieger, used during the unsuccessful siege of Rhodes in 305-304 B.C.E. It was nine stories high, with metal armor, measured over 40m high and had a base of 22x22m. There were catapults on every story.
- Helepolis of Hegetor of Byzantium, for Dimitrios the Besieger during the siege of Salamis. It measured 18x4m, with a height of 11m, had eight wheels with a diameter of 2m and a thickness of 1m. It was multi-storied with catapults and “borers” and took the Helepolis of Epimachos a step further by adding a protected siege ram at its top.
- Stone throwing catapults during the siege of Tyre, that threw stones of 36 and 73kg to a distance of 1-2 stadia.

“Ἴππος δὲ ὁ καλούμενος Δούριος ἀνάκειται χαλκοῦς. καὶ ὅτι μὲν τὸ ποίημα τὸ Ἐπειοῦ μηχανήματα ἦν ἐς διάλυσιν τοῦ τείχους, οἶδεν ὅστις μὴ πᾶσαν ἐπιφέρει τοῖς Φρυγῶσιν εὐήθειαν”

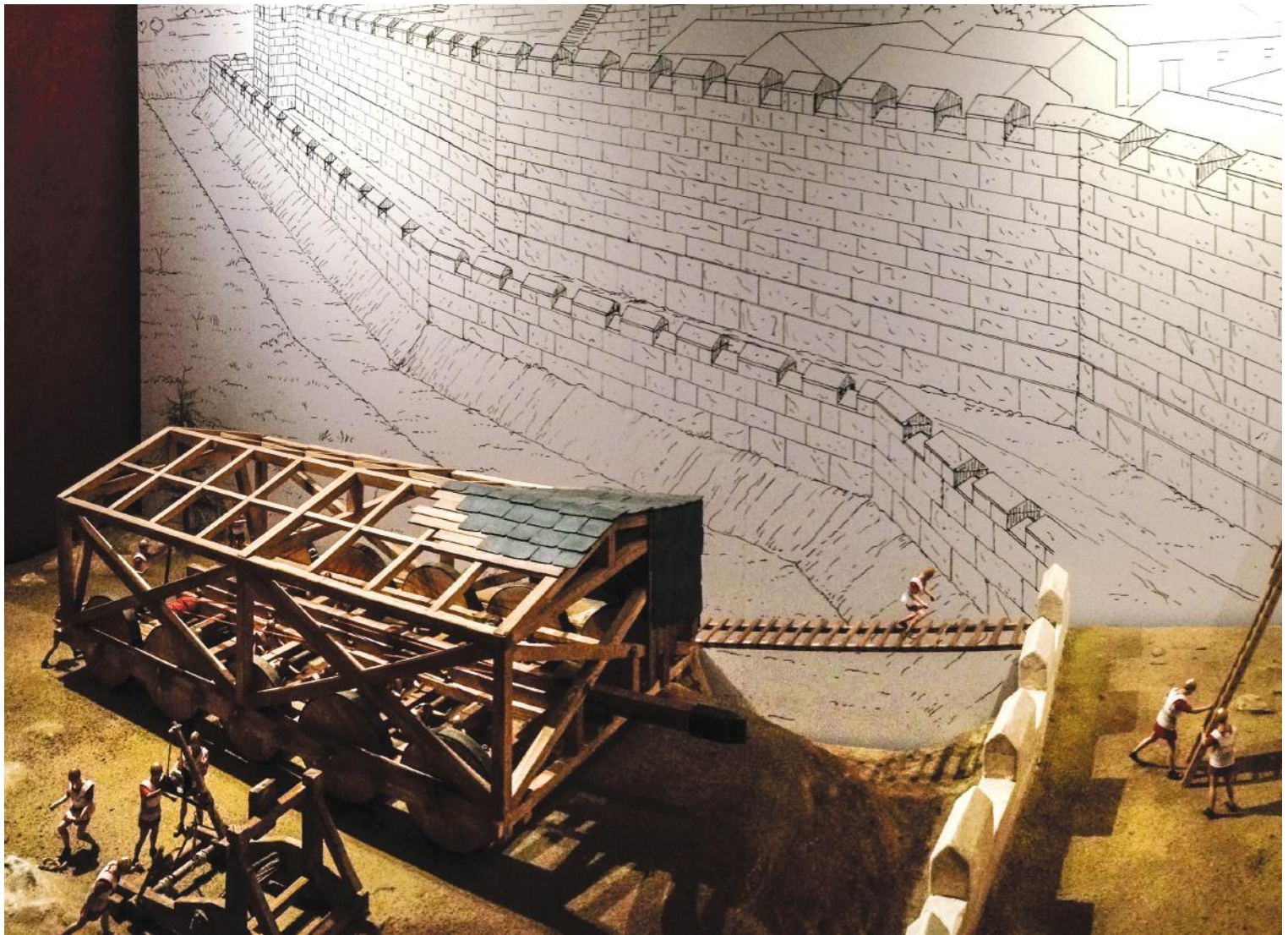
“ὁ ἀποκαλούμενος Δούριος (Ξύλινος) Ἴππος εἶχε κατασκευασθεῖ ἀπὸ χαλκοῦ. Καὶ τὸ ὅτι τὸ ἔργο πον κατασκεύασε ὁ Επειός ἦταν μηχανήματα γιὰ τὴν διάλυση τοῦ τείχους τὸ γνωρίζει κάθε ἕνας ὁποῖος δὲν ἀποδέχεται τὴν μεγάλη ἀνοησία τῶν Φρυγῶν (Τρώων)” δηλαδή να σύρουν μέσα στην πόλη τους τον Δούριο Ἴππο γκρεμίζοντας μάλιστα τμήμα των τειχῶν στις Σκαίες Πύλες επειδή δεν χωροῦσε λόγω μεγέθους.

“There is the horse called Wooden set up in bronze. That the work of Epeius was a contrivance to make a breach in the Trojan wall is known to everybody who does not attribute utter silliness to the Phrygians”, that is to pull the Horse inside their city and to demolish a part of its Wall near the Scaean Gates because the Horse was too big.

Παυσανίας, Ελλάδαος Περιήγησις,
Βιβλίο 1, Κεφ. 23 (απόδοση στην νέα ελληνική και επεξήγηση: Κ. Γιαννακός, μετάφραση στην Αγγλική : Perseus in TLG)
Pausanias. Description of Greece,
Book 1, Chapt. 23 (translation in modern Greek and comment: K. Giannakos, translation in English: Perseus in TLG)

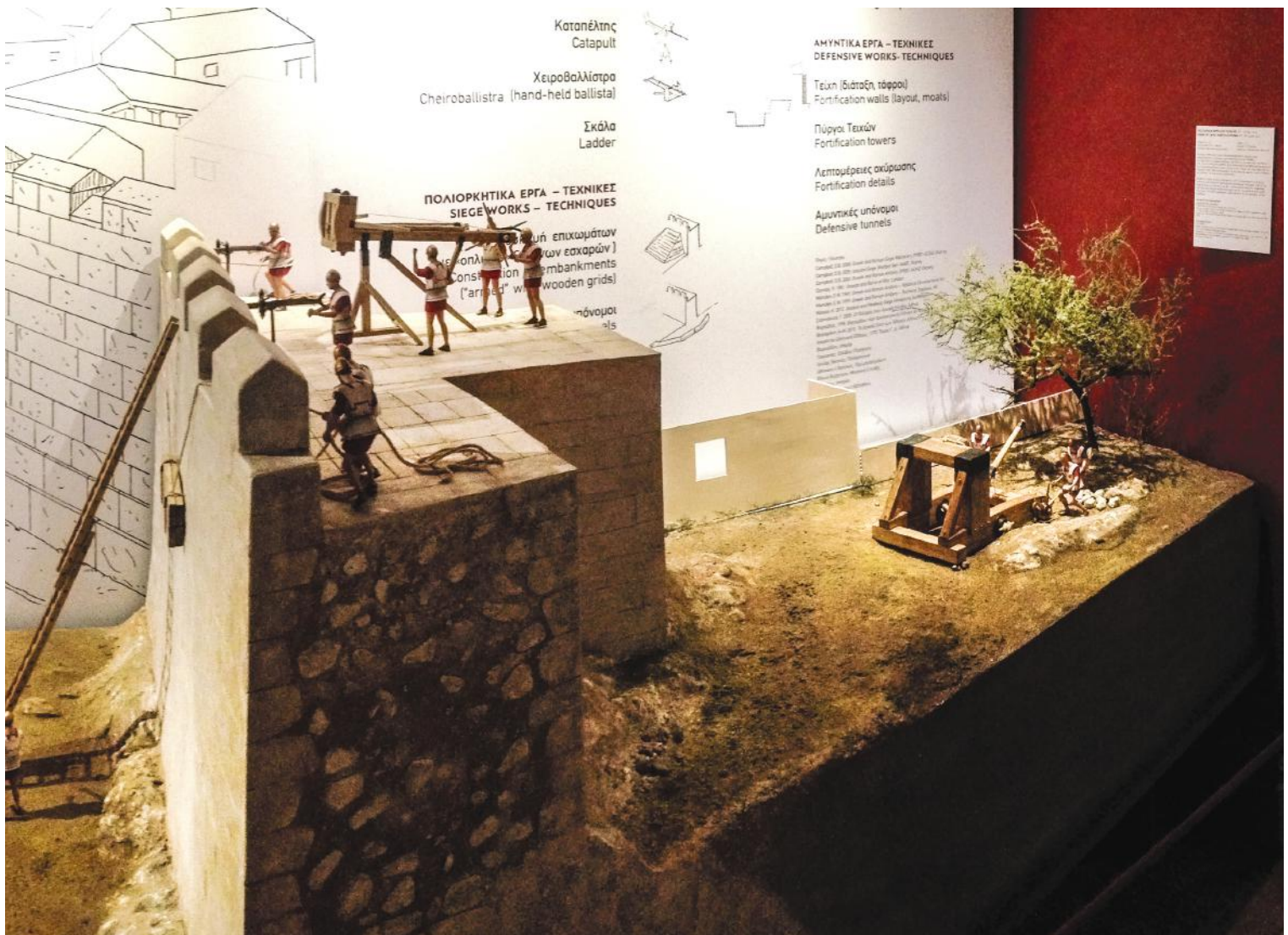
Πολιορκία χερσαίου τείχους

Η ανάπτυξη των μεγάλων όπλων και πολεμικών μηχανών επέφερε αλλαγές και στην οχυρωτική, η οποία προσαρμοζόταν αναλόγως, τόσο για να δώσει χώρο για μηχανές άμυνας, όσο και για να αντισταθεί στις όλο και πιο αποτελεσματικές πολιορκητικές μηχανές.



Siege of land fortifications

The evolution of the large weapons and siege machines resulted in changes on the fortification techniques, which had to adapt in order to give space to defensive machines, but also to further resist the more efficient siege machines.



Πολιορκητικά όπλα-μηχανές Siege weapons-machines

Επιχωματική Χελώνη (Χωστρίς)
Trench-filling tortoise

Ελέπολις (Πολιορκητικός πύργος)
Helepolis (Siege tower)

Κριός- κρουστικός και τρύπανος
Percussive ram and borer

Χελώνη με τρύπανο (ή κριό)
Roofed Borer (or Ram)

Όναγρος (μονάγκων καταπέλτης)
Onager ("monagnon" Catapult)

Καταπέλτης
Catapult

Χειροβαλλίστρα
Cheiroballistra (hand-held ballista)

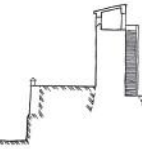
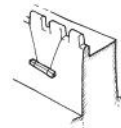
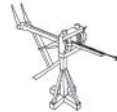
Σκάλα
Ladder

Πολιορκητικά έργα-τεχνικές Siege works-techniques

Κατασκευή επιχωμάτων
(με «οπλισμό» ξύλινων εσαρών)
Construction of embankments
("armed" with wooden grids)

Επιθετικές υπόνοιμοι
Offensive tunnels

Πρόσθετο τείχος επιτιθέμενων
Sieging walls



Αμυντικές μηχανές Defensive machines

Παλινδρομούσα δοκός
Swinging beam

Γερανός
Crane

Άρπαξ
Harpax (claw)

Εμπρησμός
Arson

Καταπέλτης «λιθορρίπτης»
Stone-throwing catapult

Αμυντικά Έργα-τεχνικές Defensive works-techniques

Τείχη (διάταξη, τάφροι)
Fortification walls (layout, moats)

Πύργοι Τειχών
Fortification towers

Λεπτομέρειες οχύρωσης
Fortification details

Αμυντικές υπόνοιμοι
Defensive tunnels

Πηγές / Sources:
Campbell, D.B. 2008.
Greek and Roman Siege Machinery 399B.C.E.-AD363, Osprey.
Campbell, D.B. 2005. Ancient Siege Warfare 546-146B.C.E., Osprey.
Campbell, D.B. 2003.
Greek and Roman Artillery 399B.C.E.-363AD, Osprey.
Connoly, P. 1981. Greece and Rome at War, London.
Marsden, E.W. 1969.
Greek and Roman Artillery – Historical Development, NY.
Marsden, E.W. 1999.
Greek and Roman Artillery – Technical Treatises, NY.
Nossov, K. 2012. Ancient and Medieval Siege Weaponry, Guilford.

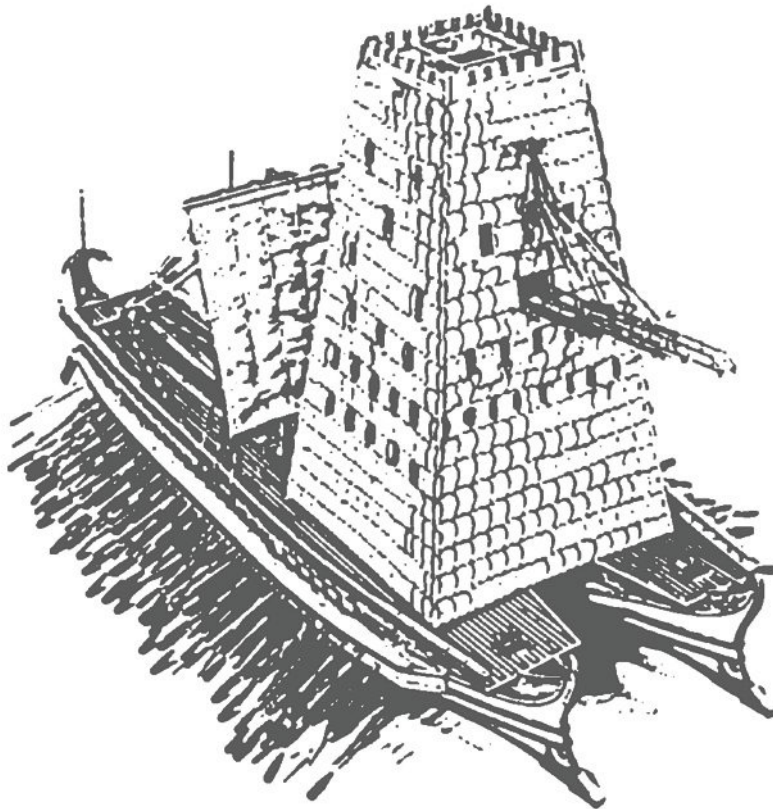
Σταϊνχάουερ, Γ. 2005. Ο Πόλεμος στην Αρχαία Ελλάδα, Αθήνα.
Βιτρούβιος, 1998. Βιτρούβιου περί Αρχιτεκτονικής/
Vitruvii de Architectura, Βιβλία VI-X, μεταφρ. Παύλος Λέφας.
Θεοχαράκη, Α-Μ. 2015. Τα Αρχαία Τείχη των Αθηνών, Αθήνα.
Ιστορία του Ελληνικού Έθνους, 1970, Τόμος Γ, Δ, Αθήνα.
Θουκυδίδης, Ιστορία.
Παυσανίας, Ελλάδος Περιήγησις.
Αινείας Τακτικός, Πολιορκητικά.
Αθήναιος ο Τακτικός, Περί μηχανημάτων.
Φίλων Βυζαντίου, Μηχανική Σύνταξις.
Πολύβιος, Ιστορία.
Διόδωρος, Ιστορική Βιβλιοθήκη.

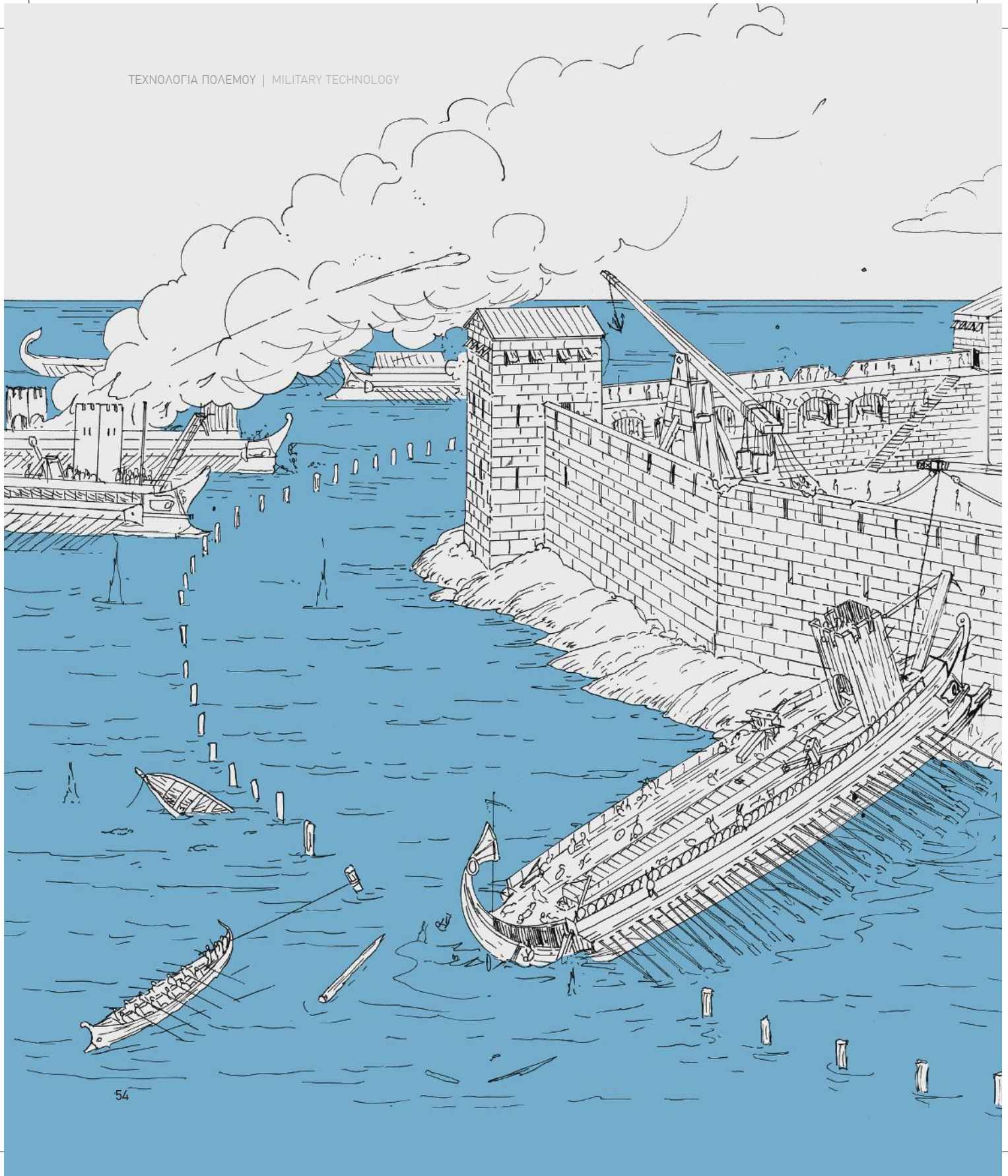
Θαλάσσια Ελέπολις

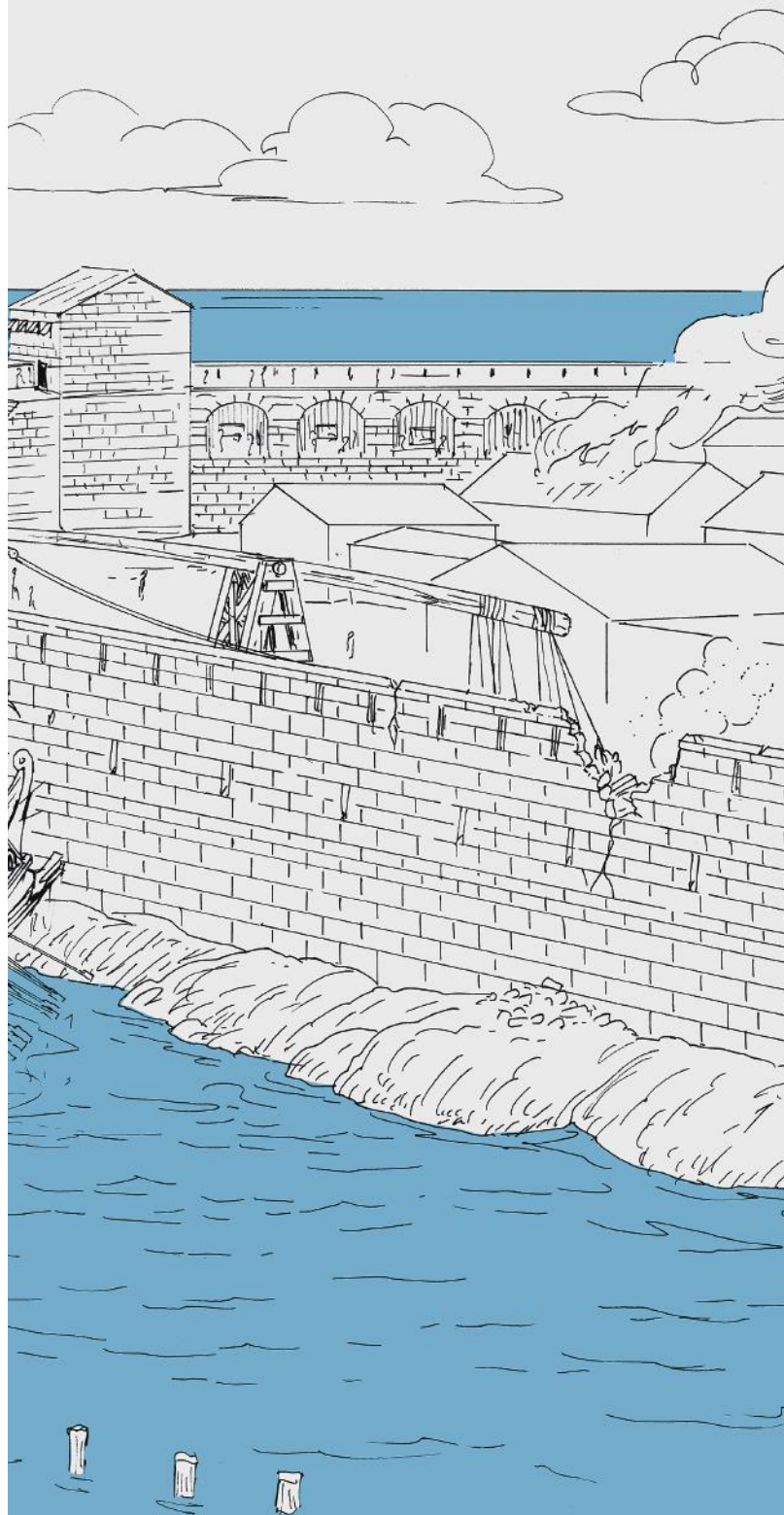
Η Ελέπολις είναι αρχαία πολιορκητική μηχανή. Την εφεύραν και την βελτίωσαν διαδοχικώς ο Πολύειδος ο Θεσσαλός, ο Επίμαχος ο Αθηναίος και ο Δημήτριος ο Πολιορκητής, κατά τον 4^ο αι. π.Χ. Ήταν πολυόροφος πολιορκητικός πύργος ύψους έως και 60 μ., που έφερε στα ανοίγματα των ορόφων του καταπέλτες. Προσέφερε στους πολιορκητές τη δυνατότητα να προσβάλλουν τα εχθρικά τείχη από μεγάλο ύψος και από ασφαλή θέση. Εξ άλλου, κατά την Ελληνιστική και Ρωμαϊκή εποχή, η Ελέπολις μπορούσε να στήνεται και πάνω σε δύο παράλληλα ενωμένα πλοία. Το ομοίωμα παριστάνει δύο τριήρεις πάνω στις οποίες έχει στηθεί Ελέπολις για πολιορκία τειχών σε θαλάσσιο τόπο.

Naval Helepolis

The Helepolis is an ancient siege machine invented and subsequently developed by Polyeidus from Thessaly, Epimachos the Athenian and Demetrios the Besieger, in the 4th c. B.C.E. It was a multi-story tower, up to 60m high, that had apertures and catapults at all floor levels, allowing the besiegers to attack enemy walls from a great height and a safe place. During the Hellenistic and Roman periods, the Helepolis could be fitted on the deck of two ships joined together, one next to the other. The model depicts two triremes supporting an Helepolis designed to attack fortification walls from the sea.







Πολιορκία θαλάσσιου τείχους

Η βάση της από θαλάσσης άμυνας μιας πόλης ήταν τα παραθαλάσσια τείχη. Εκτός από τους πύργους που προέβαλλαν από την περίμετρο, τα τείχη αυτά απέληγαν σε ακραίους πύργους προστασίας του λιμένα. Για να γίνουν τα τείχη πιο δύσκολα προσβάσιμα, οι αμυνόμενοι έστηναν μια σειρά εμποδίων, όπως οι αλυσίδες, τα υποθαλάσσια αναχώματα και οι πάσσαλοι. Αμυντικές μηχανές όπως γερανοί εντός των τειχών και υγρό πυρ στις επάλξεις συμπλήρωναν την αμυντική διάταξη. Από την πλευρά τους οι επιτιθέμενοι χρησιμοποιούσαν θαλάσσιες ελεπόλεις, όναγρους και άλλες μηχανές προσαρμοσμένες στα πλοία τους για να καταβάλουν την ισχυρότατη αυτή άμυνα.

Siege of sea fortifications

The elementary protection means of a city under naval siege were the sea walls. Apart from the towers that were protruding from the perimeter, the walls would end in towers that formed the entrance of the harbour. In order for the walls to be inaccessible, the defenders would form a set of barriers, like chains, artificial "reefs" and piles. Defending machines like cranes inside the walls and "Greek fire" on the battlements would complete the defenders' stance. The offenders would use naval elepolis, onagers and other war machines adapted on their ships in order to override the mighty defense.

Φρυκτωρίες

Οι φρυκτωρίες χρησιμοποιούνταν για τη μετάδοση προσυμφωνημένων μηνυμάτων, μέσω πυκνού καπνού κατά τη διάρκεια της ημέρας, ή -προτιμότερα- μέσω δυνατής φλόγας κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στις κορυφές βουνών κτίζονταν πύργοι (φρυκτώρια) σε τέτοιες θέσεις, ώστε να έχουν οπτική επαφή με την επόμενη φρυκτωρία. Στην τραγωδία «Αγαμέμνων» ο Αισχύλος περιγράφει πώς έφτασε η είδηση της πτώσης της Τροίας στις Μυκήνες, μέσω των εξής διαδοχικών φρυκτωριών: Ίδη Τροίας, Ερμαίον Λήμνου, Άθως, Μάκιστος Εύβοιας, Μεσσάπιον Βοιωτίας, Κιθαιρών, Αιγίπλαγκτον Μεγάρων, Αραχναίον Μυκηνών.



Fire beacons (Phryctoriae)

The beacons were used for the transmission of a specific, prearranged message through thick smoke (in the daytime) or, preferably, a robust, concentrated flame (at night). Towers (phryctoria) were built on selected mountaintops, so that they had visual contact with the next Phryctoria. Aeschylus, in the tragedy "Agamemnon" describes how the news of the fall of Troy arrived at Mycenae by means of these successive beacons: Mount Ida (south of Troy), Hermaion (on the island of Limnos), Athos Mount, Makiston (in Chalkis), Mesapion (across in Boiotea), Kithairon, Aigiplagkton (in Megara) and from there, directly to mountain Arachnaion (in Mycenae).

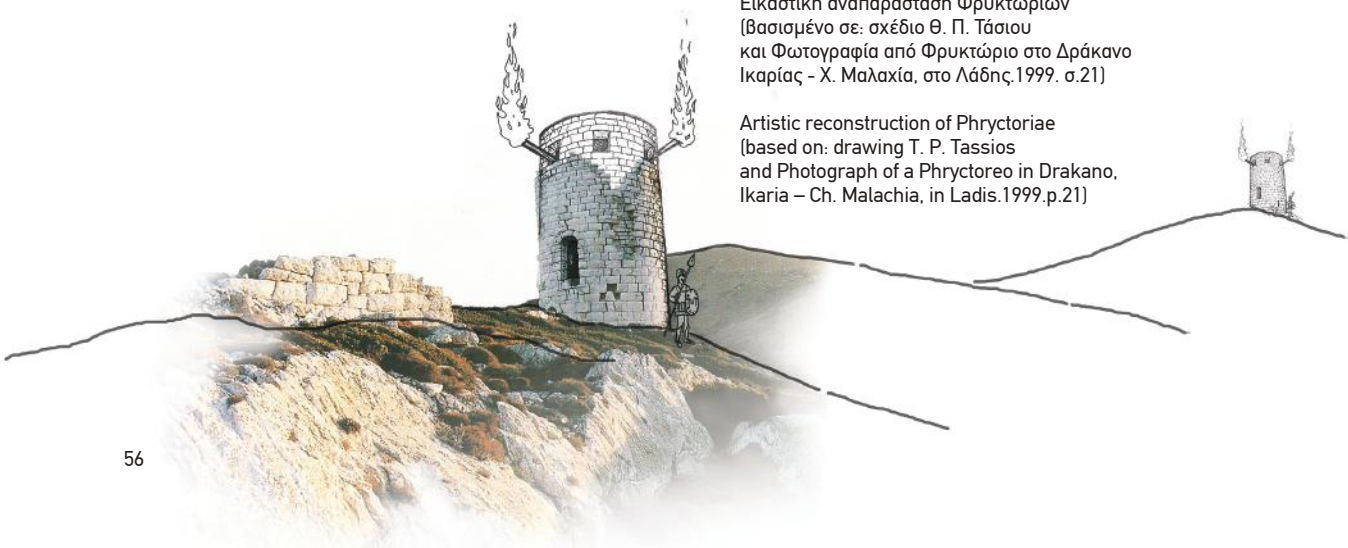
Πηγές / Sources:
 Λάδης, Φ. 1999. Από τις Φρυκτωρίες στις δορυφορικές επικοινωνίες, ΟΤΕ, Αθήνα.
 Αισχύλος, Αγαμέμνων. / Aischylos, Agamemnon.
 Θουκυδίδης, Ιστορία. / Thucydides, Historiai.

Χάρτης με τους σταθμούς-φρυκτωρίες που μετέδωσαν το μήνυμα της πτώσης της Τροίας στις Μυκήνες. (Βασισμένο: Λάδης, 1999. σ.20)

Map of the successive beacons that were used to transmit the message of the fall of Troy.

Εικαστική αναπαράσταση Φρυκτωριών (Βασισμένο σε: σχέδιο Θ. Π. Τάσιου και Φωτογραφία από Φρυκτώριο στο Δράκано Ικαρίας - Χ. Μαλαχία, στο Λάδης, 1999. σ.21)

Artistic reconstruction of Phryctoriae (based on: drawing T. P. Tassios and Photograph of a Phryctorio in Drakano, Icaria - Ch. Malachia, in Ladis.1999.p.21)



Υδραυλικός Τηλέγραφος του Αινεία (4^{ος} αι. π.Χ.)

Μέσα σε ένα μεγάλο δοχείο με νερό, επιπλέει πλωτήρας με κατακόρυφη ράβδο πάνω στην οποία είναι χαραγμένα διαφορετικά μηνύματα. Η μετάδοση ενός μηνύματος απαιτούσε την ύπαρξη δύο πανομοιότυπων τέτοιων κατασκευών. Ο πομπός ανύψωνε αναμμένο πυρσό όταν ήταν έτοιμος να ανοίξει τον κρουνό στη βάση του δοχείου. Ο δέκτης απαντούσε επίσης με ανύψωση πυρσού. Καθώς το νερό έρεε αδειάζοντας το δοχείο, ο πλωτήρας κατέβαινε μέχρι να φτάσει το επιθυμητό μήνυμα στο χείλος του δοχείου, οπότε ο πομπός ύψωνε πάλι τον πυρσό του ως σήμα διακοπής της ροής του νερού. Ο δέκτης έτσι μπορούσε να διαβάσει το μήνυμα.

Πηγές:
Πολύβιος, Ιστορίαι
Φίλων Βυζαντινός, Σύνταξη Μηχανικής

Hydraulic telegraph of Aeneas (4th c. B.C.E.)

Inside a large tank filled with water, a float is attached holding a vertical rod that bears incised standardized messages. To transmit a message required two identical such structures. The sender signaled with a torch when he was ready to open the tap at the bottom of his tank. The receiver would then do the same. As the water flowed out of the tank, the float descended until the desired message reached the top of the tank, at which point the sender signaled again with his torch that the receiver should now turn off his tap. The receiver could then read the message.

Sources:
Polyvios, *Historiai*
Philo of Byzantium, *Mechanike Syntaxis*



Υδραυλικός τηλεγράφος του Αινεία
σε χαλκογραφία του 18ου αι.
(Λάζος, 1997, σ.117)

Hydraulic telegraph of Aeneas
as depicted on a copper engraving of the 18th cent.

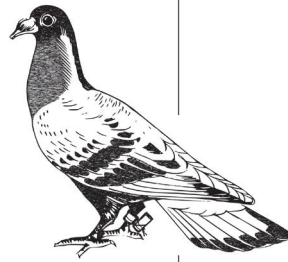
Τηλεπικοινωνίες

Το παλαιότερο τηλεπικοινωνιακό μέσον ήταν τα περιστέρια*. Ο Αιλιανός μνημονεύει τον ολυμπιονίκη Ταυρασθένη, ο οποίος ανήγγειλε τη νίκη του με ένα περιστέρι στην πατρίδα του, Αίγινα. Ακόμη, ανέκαθεν φαίνεται ότι χρησιμοποιούνταν μεγάλες φωτιές σε κορυφές βουνών ως σήματα με προσυμφωνημένη σημασία.

Οι αρχαίοι Έλληνες προσάρμοσαν και εξέλιξαν μέσα μετάδοσης που χρησιμοποιούνταν ήδη στην Ανατολή, ενώ ανέπτυξαν και καινοτόμες τεχνολογίες, όπως ο υδραυλικός και ο οπτικός τηλεγράφος.

Όπως είναι φυσικό, τα μέσα τηλεπικοινωνίας έπαιζαν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στον πόλεμο.

*Αιλιανός, Ποικίλη Ιστορία
Αθήναιος, Δειπνοσοφιστές



Telecommunications

The oldest mode of telecommunication was the pigeon*. Aelianus mentions the Olympic winner Taurasthenes, who announced his victory to his homeland, Aegina, by dispatching a pigeon.

Furthermore, it seems that large fires on mountain peaks had always been used as signals with prearranged meaning.

The Ancient Greeks adapted and improved modes of communication that were already in use in the East, while also developing innovative technologies, such as the hydraulic and the optical telegraph.

Obviously, telecommunications played a particularly important role in wartime.

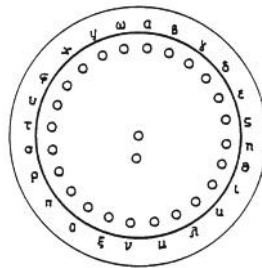
*Aelianus, Varia Historia
Athenaeus, Deipnosophists

Κρυπτογραφικός δίσκος

Χρησιμοποιούσαν έναν στρογγυλό δίσκο με 24 οπές που συμβόλιζαν σε σειρά τα γράμματα της αλφαβήτου.

Στο κέντρο 2 οπές όριζαν μια νοπή ευθεία που καταδείκνυε τη θέση του γράμματος Α ή κάποιου άλλου, προσυμφωνημένου γράμματος. Τύλιγαν ένα νήμα στις οπές που αντιστοιχούσαν στα γράμματα του μηνύματος και έτσι, ξετυλίγοντάς το, μπορούσε κανείς να σημειώνει ένα-ένα τα γράμματα των αντίστοιχων οπών, ανασυνθέτοντας το μήνυμα.

Αινείας Τακτικός, Πολιορκητικά



(Λαζος, 1997, σ.82)

Cryptographic disc

They used a round disc with 24 openings symbolizing the letters of the alphabet. In the center, two openings indicated a straight line that showed the position of the letter A, or a previously decided letter. They would then wind a string around the openings corresponding to the letters of the message, so that when unwinding it, the recipient could write one by one the letters that corresponded to the openings, thus reconstructing the message.

Aeneas Tacticos, Poliorketika

Τα συστήματα κρυπτογράφησης ήταν επίσης ένας τρόπος μετάδοσης κωδικοποιημένων μηνυμάτων:

Κρυπτεία σκυτάλη

Γύρω από κυλινδρικό ξύλο τύλιγαν λεπτή ταινία από δέρμα, πάνω στην οποία έγραφαν το μήνυμα. Ο δέκτης, για να διαβάσει το μήνυμα έπρεπε να τυλίξει την ταινία σε ξύλο ίσης ακριβώς διαμέτρου.

Πλούταρχος, Λύσανδρος

Cryptographic systems were yet another way of communicating coded messages:

Relay transposition cipher

A message was written on a fine strip of leather that was wound around a wooden cylinder. The person receiving the message, in order to read it, had to wind the leather strip around a cylinder of the same diameter.

Plutarch, Lysander



Πηγές / Sources:

Λάζος, Χ. 1997. Τηλεπικοινωνίες των Αρχαίων Ελλήνων, Αθήνα.
 Λάδης, Φ. 1999. Από τις Φρυκτωρίες στις δορυφορικές επικοινωνίες, ΟΤΕ, Αθήνα.
 Τάσιος, Θ. Π. «Τηλεπικοινωνίες στην αρχαία Ελλάδα» στο Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία, υπό έκδοση.
 Θουκυδίδης, Ιστορίαι / Thucydides, Historiari.

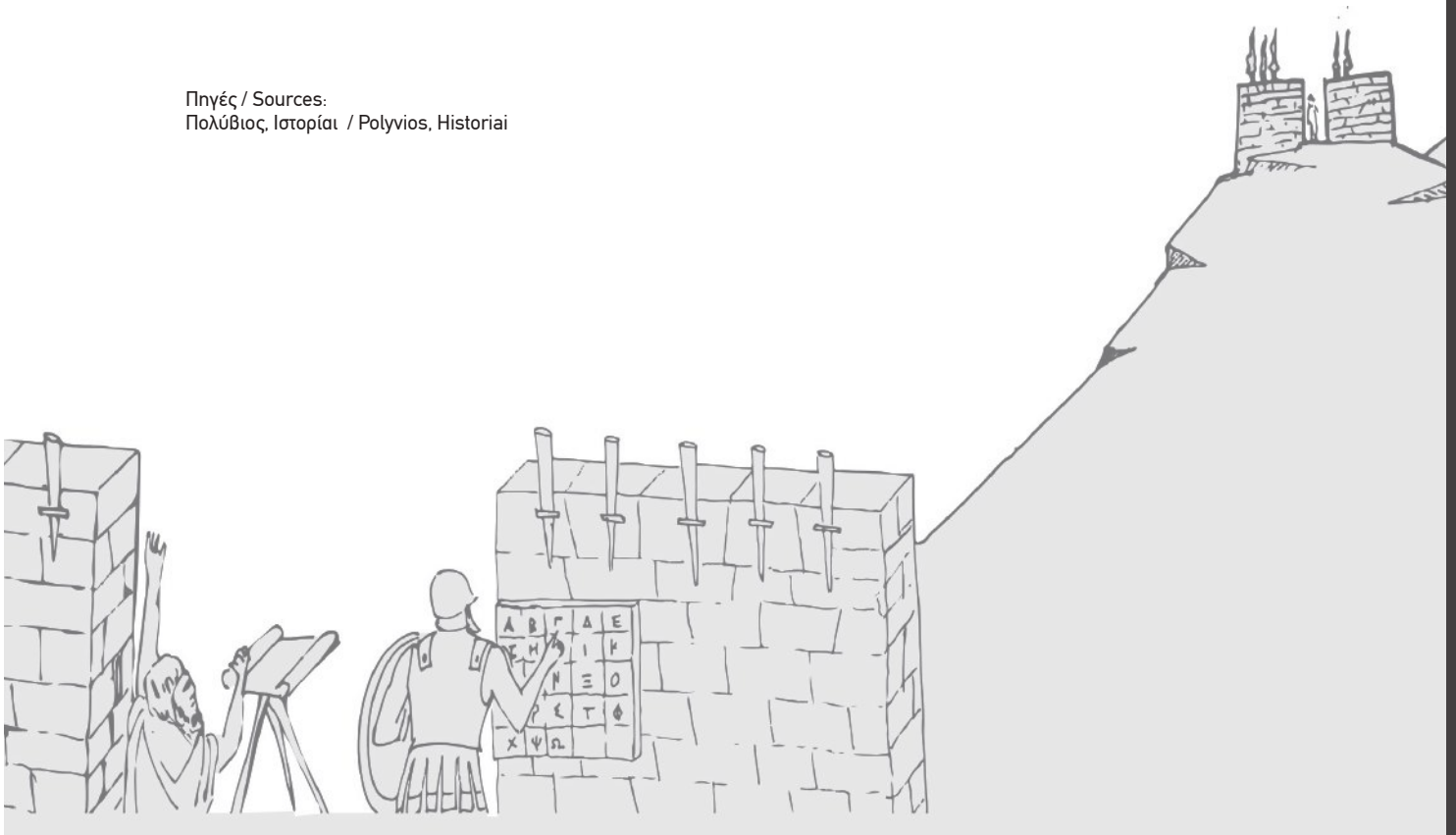
Οπτικός τηλεγράφος (Πυρσεΐα) ~200 π.Χ.

Τον 3^ο αι. π.Χ., οι αλεξανδρινοί μηχανικοί Κλεόξενος και Δημόκλειτος επινόησαν την «πυρσεΐα», ένα σύστημα μετάδοσης μηνυμάτων με πυρσούς, σε μεγάλες αποστάσεις. Τα γράμματα καταχωρούνταν σε πίνακα με τρόπο ώστε το καθένα να αντιστοιχεί σε μια σειρά και μια στήλη. Χρησιμοποιώντας δύο ομάδες μεγάλων πυρσών, την αριστερή για τις σειρές, και τη δεξιά για τις στήλες, μπορούσαν, με συνδυασμούς αναμένων πυρσών, να ορίσουν συγκεκριμένο γράμμα.

Optical telegraph (Pyrseia) ~200 B.C.E.

In the 3rd c. B.C.E., Kleoxenos and Demokleitios from Alexandria invented a system for transmitting messages at long distances with torches called "pyrseiae". The letters of the alphabet were listed on a table and each letter corresponded to a row and a column. By using two groups of torches, the left group indicating the row and the right group the column of the table, they could define a specific letter through combinations of lit torches.

Πηγές / Sources:
Πολύβιος, Ιστορίαι / Polyvios, Historiai



ΑΥΤΟΜΑΤΑ AUTOMATA

Ήδη από την εποχή των Ομηρικών Επών, οι Έλληνες όχι μόνο είχαν επίγνωση της τεχνολογίας αλλά είχαν αρχίσει να μεταχειρίζονται την ιδέα των αυτομάτων, μηχανισμών δηλαδή χωρίς εμφανές εξωτερικό αίτιο της κίνησης: Ο Όλυμπος ήταν γεμάτος από αυτόματα αλλά και στην Οδύσσεια εμφανίζεται ένα τελείως ρομποτικό πλοίο. Αργότερα, ο Αριστοτέλης διατύπωσε μια κοινωνιολογικώς πολύ ενδιαφέρουσα ουτοπία, στηριζόμενος στις αυτοματοποιημένες λειτουργίες: “εάν οι μηχανές, είτε εκτελώντας εντολές [αυτόματα] είτε προαισθανόμενες [ρομπότ] μπορούσαν να επιτελούν το έργο τους [...], τότε οι δεσπότες δεν θα είχαν ανάγκη από δούλους” (Πολιτικά, 1253.6,35). Και ήρθε πράγματι η εποχή κατά την Ελληνιστική περίοδο όπου οι Έλληνες θα κατασκεύαζαν αυτόματα, αντί μόνο να τα φαντάζονται...

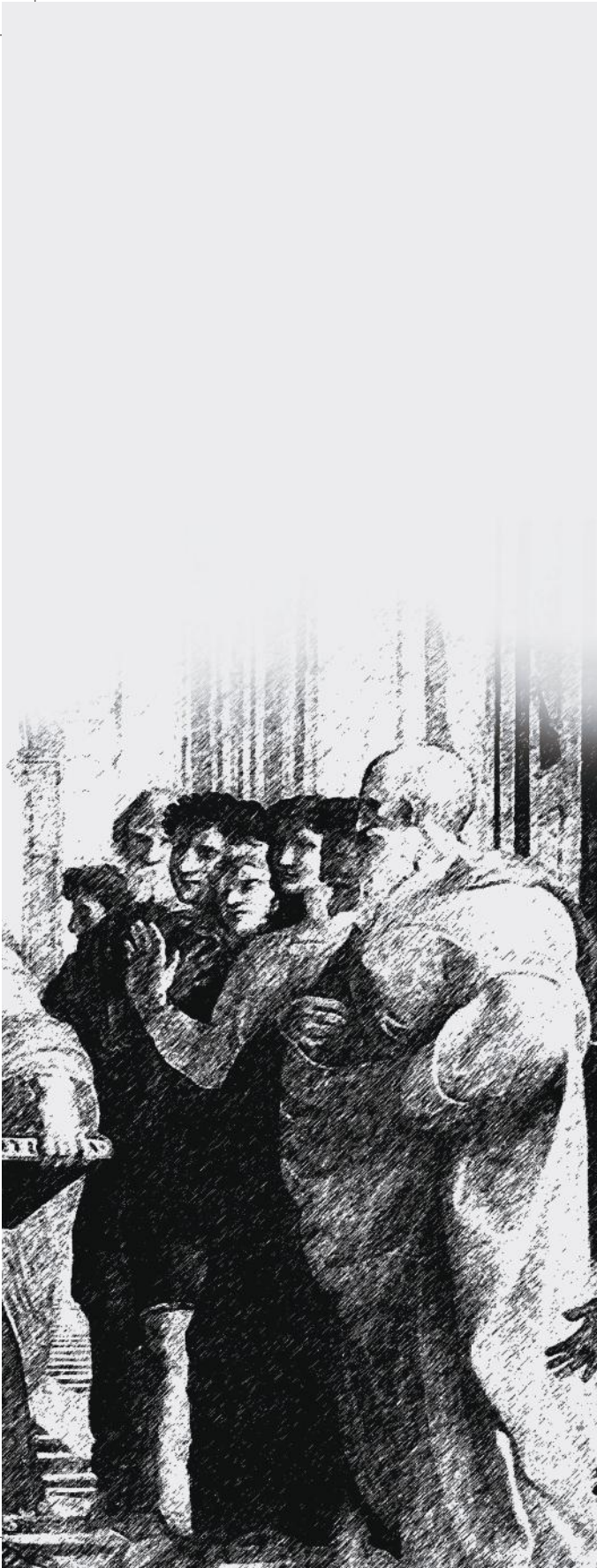
At the time of the Homeric poems, the Greeks had already gained such technological awareness that they even treated the idea of the automata; mechanisms with no obvious external cause of movement. Mount Olympus was full of automata and in the Odyssey there is also mention of a robotic ship.

Later, Aristotle expressed a sociologically interesting utopia, based on automatic function: “if machines, after being ordered [automata] or having sensed [robots], could fulfill their duties, then rulers would not need slaves” (Politics, 1253.6,35). And indeed a time came, during the Hellenistic period, when Greeks constructed automata instead of only imagining them.

Εἰ γὰρ

28. ἡδύνατο ἕκαστον τῶν ὀργάνων κελευσθέν ἢ προαι-
σθανόμενον ἀποτελεῖν τὸ αὐτοῦ ἔργον, [ἦ,] ὥσπερ τὰ
Δαιδάλου φασὶν ἢ τοὺς τοῦ Ἱφαιστοῦ τρίποδας,
οὓς φησὶν ὁ ποιητὴς αὐτομάτους θεῖον δύεσθαι ἀγῶ-
να, οὕτως αἱ κερκίδες ἐκέρκιζον αὐταὶ καὶ τὰ
πλήκτρα ἐκιδάριζεν, οὐδὲν ἂν ἔδει οὔτε τοῖς ἀρχι-
τέκτοσιν ὑπηρετῶν, οὔτε τοῖς δεσπόταις δούλων. Ἐὰ
μὲν οὖν λεγόμενα ὄργανα ποιητικὰ ὄργανά ἐστιν·
τὸ δὲ κτήμα πρακτικῶν· ἀπὸ μὲν γὰρ τῆς κερκίδος
ἕτερόν τι γίνεται παρὰ τὴν χρῆσιν αὐτῆς· ἀπὸ δὲ τῆς
30. ἑσθῆτος καὶ τῆς κλίνης ἢ χρῆσις μόνον.





*"εάν τα μηχανήματα, είτε
κατόπιν εντολής [αυτόματα]
είτε προαισθανόμενα [ρομπότ]
μπορούσαν να επιτελούν
το έργο τους [...],
τότε οι δεσπότες δεν
θα είχαν ανάγκη από δούλους".*

Aριστοτέλης (Πολιτικά, 1253.6,35)

*"if machines, either
upon being ordered [automata]
or upon sensing [robots],
could fulfill their duties,
then rulers would
no longer need slaves".*

Aristotle (Politics, 1253.6,35)

Η κινούμενη αυτόματη Θεραπαινίς Φίλωνος και Ήρωνος

Αυτό το αυτόματο της ελληνοιστικής εποχής συνδυάζει δύο μηχανισμούς αυτομάτων:

- α) Φίλωνος του Βυζαντίου: "Διαλείπουσα Κρήνη υπό Μορφήν Θεραπαινίδος" στο Βιβλίον Πνευματικών και Υδραυλικών Μηχανών,
- β) Ήρωνος του Αλεξανδρέως: "Κινητόν Αυτόματον" από το βιβλίο Περί Αυτοματοποιητικής.

Ο πρώτος μηχανισμός περιλαμβάνεται στο εσωτερικό του κορμού, ο δε δεύτερος είναι ενσωματωμένος στο κάτω τμήμα της οσφύς του ξύλινου αγάλματος.

Το Αυτόματο λειτουργεί σε δύο φάσεις:

1) Αφαιρούμε μία τροχοπέδη και η Θεραπαινίς κινείται προς έναν συνδαιτυμόνα. Η κίνηση εξασφαλίζεται χάρις σ' ένα αντίβαρο, το οποίο κατέρχεται αργά στο εσωτερικό του αγάλματος. Το σχοινί που συγκρατεί το αντίβαρο τυλίγεται σ' έναν άξονα, ο οποίος αναγκάζεται να στραφεί και να κινήσει δυο κρυμμένους τροχούς. Όταν το αντίβαρο φτάσει στον πυθμένα του δοχείου όπου ολισθαίνει, η κίνηση διακόπτεται. Τώρα, η Θεραπαινίς έχει πλησιάσει τον συνδαιτυμόνα και είναι έτοιμη να τον κεράσει κεκραμένον ελληνικόν οίνον.

2) Όταν ο συνδαιτυμόνας τοποθετήσει ένα βαρύ κύπελλο στο (κρυφίως αρθρωτό) αριστερό χέρι της Θεραπαινίδος, ο βραχίονάς της στρέφεται και ενεργοποιεί έναν οριζόντιο "σύρτη" ο οποίος, γλιστρώντας αργά, επιτρέπει στην ατμοσφαιρική πίεση να εισέλθει σ' ένα κρυμμένο κλειστό δοχείο κρασιού. Τότε το κρασί αρχίζει να ρέει από την οινόχνη την οποία κρατά η Θεραπαινίς στο δεξί της χέρι. Σε λίγο, καθώς ο σύρτης συνεχίζει να κινείται, θα αποκλείσει και πάλι την είσοδο του ατμοσφαιρικού αέρα στο δοχείο του κρασιού, οπότε το κρασί θα παύσει να ρέει. Ο σύρτης όμως συνεχίζει ακόμα να κινείται, και θα επαναλάβει την ίδια διαδικασία, από ένα κλειστό δοχείο νερού αυτή τη φορά. Τότε ο συνδαιτυμόνας αφαιρεί το κύπελλο του από το αριστερό χέρι της Θεραπαινίδος, η οποία τώρα είναι έτοιμη να κεράσει και τους υπόλοιπους με τον ίδιο τρόπο.

Κλίμακα: 1:1

Έμπνευση / κείμενα : Θεοδόσης Π. Τάσιος

Σχέδια : Μανώλης Κορρές

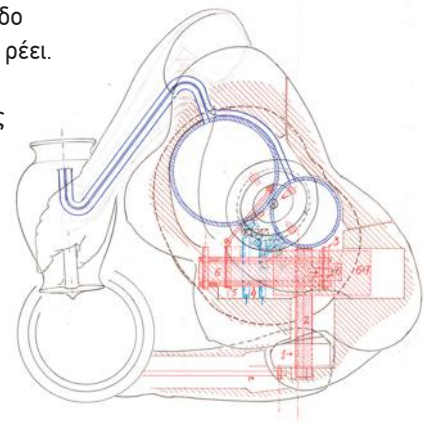
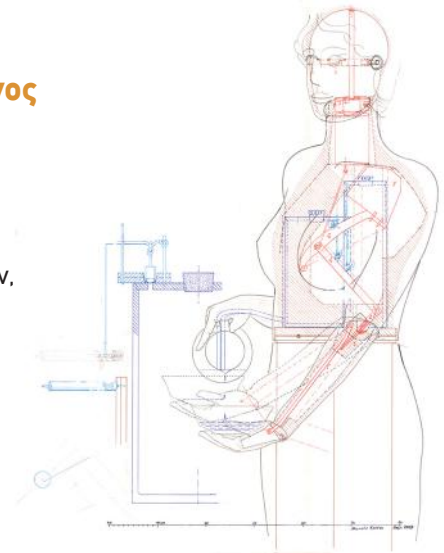
Σχεδιασμός - κατασκευή αγάλματος και μηχανισμού χειρών : Μανώλης Κορρές

Σχεδιασμός - κατασκευή μηχανισμού κεράσματος : Σπύρος Οικονομόπουλος

Σχεδιασμός - κατασκευή μηχανισμού κίνησης : Μανώλης και Δημήτρης Κορρές

Επιμέλεια ενδύματος : Σύλβια Κουτρούλη

Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών / ΕΔΑΒuT



The moving automated Servant of Philo and Heron

This automaton of the Hellenistic period utilizes two separate automation mechanisms:

- a) Philo of Byzantium: "Intermittent Fountain in the Form of a Servant" from his Book on Pneumatic and Hydraulic Machines,
- b) Heron of Alexandria: "Moving Automaton" from his book On Automation.

The first mechanism is placed inside the torso of a wooden female figure, whereas the second is attached to the lower part of its back.

The automaton functions in two stages:

1) A break is released and the figure moves towards a symposium participant. Motion is achieved by means of a counterweight that descends slowly inside the figure. The rope that holds it winds around a pivot that is thus forced to turn and give motion to two hidden wheels. When the counterweight reaches the bottom of the vessel within which it has been sliding, movement is interrupted. The Servant has now reached the participant and is ready to offer him the legendary Greek wine.

2) After the participant has placed a heavy cup on the left hand of the Servant, her arm turns and activates a horizontal latch which, sliding slowly, allows atmospheric pressure to enter a hidden closed vessel of wine. Wine now pours from the pitcher that the Servant holds in her right hand. After a while, as the latch is still moving, the air will stop entering the concealed vessel and wine will no longer flow. The latch, however, is still in motion and will now repeat the same process, this time from a closed vessel of water. The participant then removes the cup from the Servant's left hand, so that she can then pour wine and water for the other waiting participants.

Scale: 1:1

Inspirations/texts: T.P. Tassios

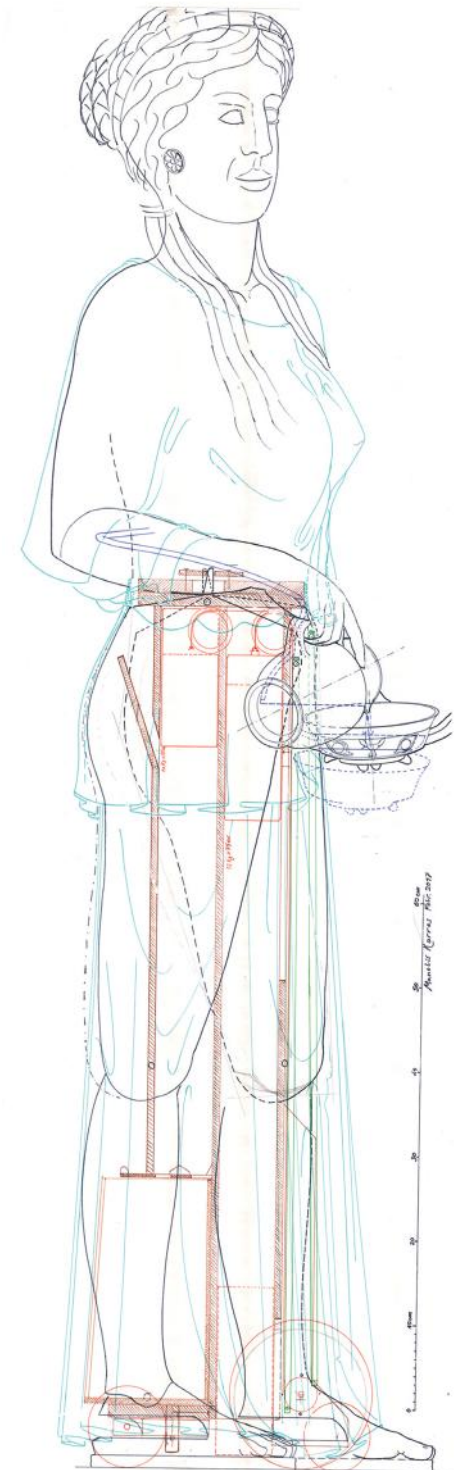
Design and construction of the statue and the hand mechanism: M. Korres

Study and construction of the serving mechanism: S. Oikonomopoulos

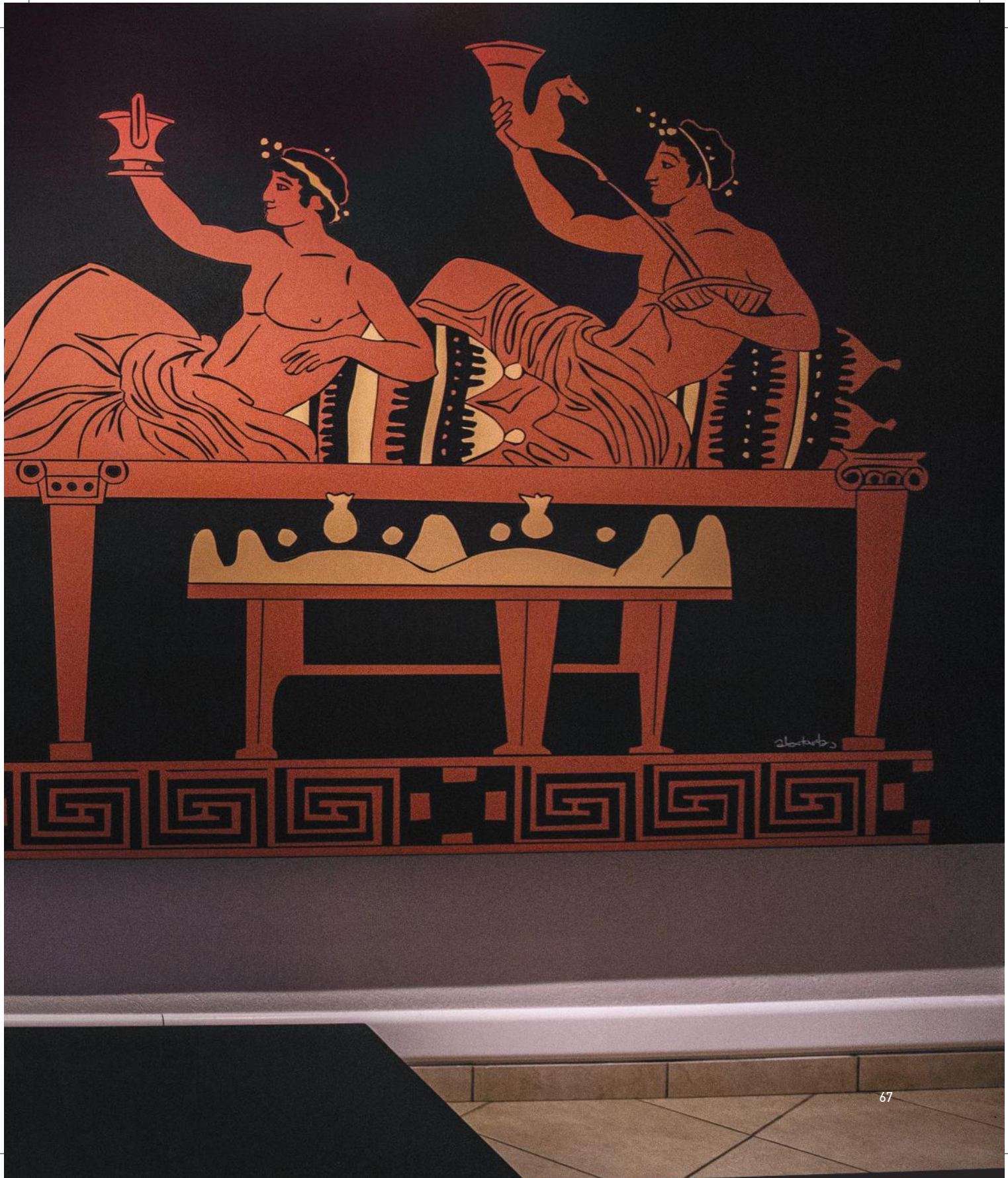
Study and construction of the moving mechanism: M. and D. Korres

Statue outfit: S. Koutrouli

Collection: Herakleidon Museum / ΕΔΑΒuT



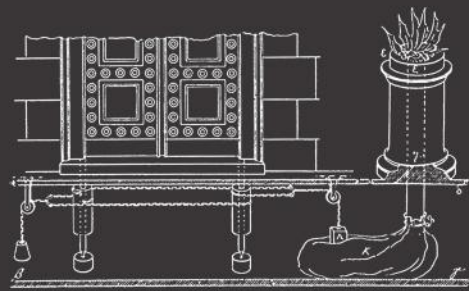
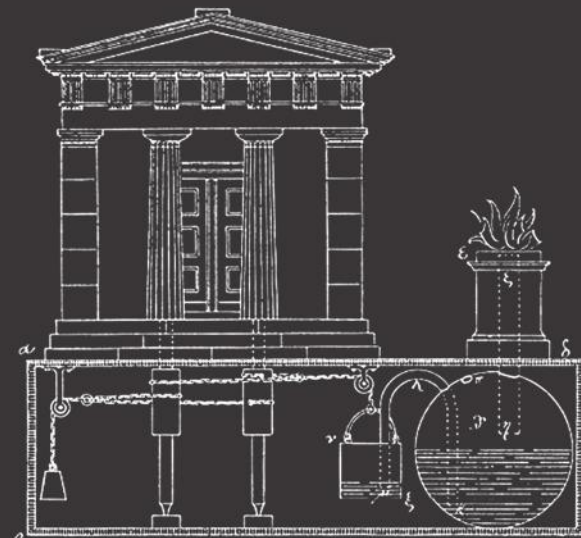




Ναῖσκου κατασκευή, ὥστε θυσίας γινομένης τὰς θύρας αὐτομάτως ἀνοίγεσθαι, σβεσθείσης δὲ τῆς θυσίας πάλιν κλείεσθαι.

Ἔστω ὁ προειρημένος ναῖσκος ἐπὶ βάσεως τῆς $ΑΒΓΔ$, ἐφ' ἧς ἐπικείσθω βωμίσκος ὁ $ΕΔ$. διὰ δὲ ¹⁵ τοῦ βωμίσκου διώσθω σωλὴν ὁ $ΗΖ$, οὗ τὸ μὲν Z

ὕψρον διὰ τοῦ $ΚΑΜ$ σωλῆνος. καὶ πρῶτον μὲν πληρωθήσεται ὁ ἀσκὸς ὕδατος· εἶτα ἐκχυθήσεται εἰς τὸ λουτηροῖδιον· τὸ δὲ ἐγχεθὲν ἐν αὐτῷ ὕδωρ φερόμενον πάλιν εἰς τὸ $ΓΒ$ ἀγγεῖον ἐκθλίψει ὁμοίως τὸν ἐν αὐτῷ ἀέρα, ὅς δὴ πάλιν ²⁰ τὸ ἐν τῷ $ΑΔ$ ἀγγεῖῳ ὕδωρ ἐκθλίψει εἰς τὸν ἀσκὸν καὶ εἰς τὸ λουτηροῖδιον· καὶ τοῦτο ἀεὶ γενήσεται, ἄχρις ἂν κενωθῇ τὸ ἐν τῷ $ΑΔ$ ἀγγεῖῳ ὕδωρ. δεήσει δὲ τὸν $ΚΑΜ$ σωλῆνα λεπτότατον παντάπασιν ὑπάρχειν ἕνεκα τοῦ τὴν ἐπίδειξιν ἐπὶ πλεῖονα χρόνον παραμένειν. 25

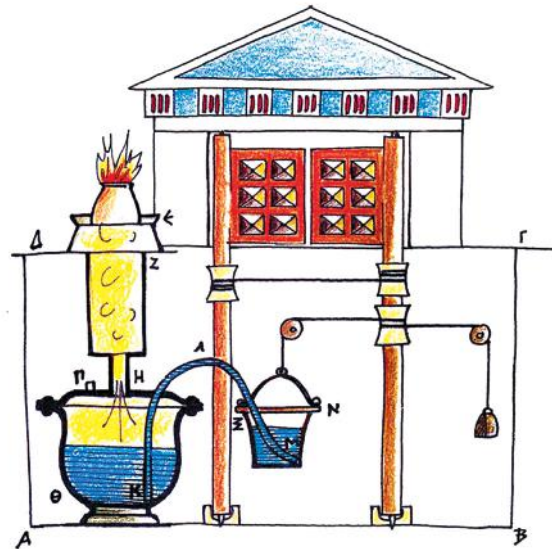


Αυτόματες πύλες ναού του Ήρωνος Heron's automated temple gates



Κλίμακα: 1:1
Μελέτη: Δ. Καλλιγερόπουλος
Κατασκευή: Δ. Καλλιγερόπουλος, Β. Νικολής, Π. Βασιλειάδης
Συλλογή: ΕΔΑΒuT

Scale: 1:1
Study: D. Kalligeropoulos
Construction: D. Kalligeropoulos, B. Nikolis, P. Vasileiadis
Collection: ΕΔΑΒuT



Αυτόματες πύλες ναού του Ήρωνος
(πηγή: B.W. Schmidt, Ήρων Αλεξανδρείας).

Heron's automated temple gates
(source: B.W. Schmidt, Heron Alexandrinus).

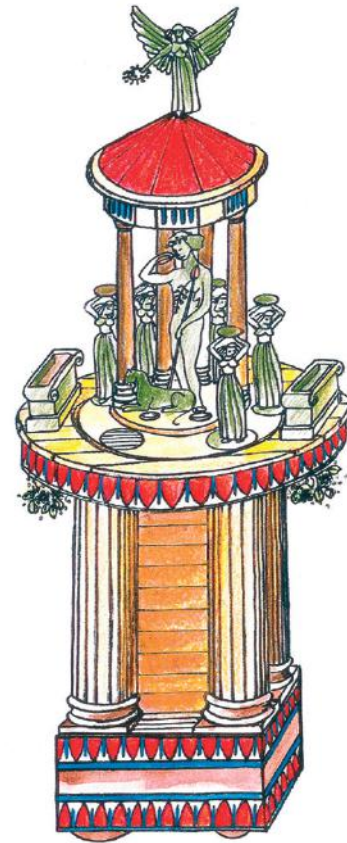
Στο Θεώρημα 38 των Πνευματικών, ο Ήρων περιγράφει την αυτόματη λειτουργία των πυλών ενός ναού: «Ναός κατασκευάζεται, έτσι ώστε μόλις ανάψει φωτιά σε βωμό που βρίσκεται στην είσοδό του και γίνει θυσία, οι πόρτες του ναού να ανοίγουν αυτόματα, και μόλις σβήσει η φωτιά πάλι να κλείνουν». Στο μηχανισμό αυτό ο Ήρων αξιοποιεί τη διαστολή του θερμαινόμενου αέρα κάτω από τον βωμό. Η πίεση του αέρα ωθεί το υγρό από ένα σταθερό σε ένα κινητό δοχείο. Στη συνέχεια, ενεργοποιείται ένα σύστημα τροχαλιών και αντίβαρων για την περιστροφή των πυλών του ναού.

«A temple is constructed such that as soon as a fire is lit on the altar before it, and the sacrifice is made, the doors of the temple open automatically; and as soon as the fire is quenched, they close again» (Heron, Theorem 38, Pneumatics). In this mechanism, Heron exploited the expansion of air heated beneath the altar. The pressure of the air forces a liquid to move from a fixed vessel into a movable one, after which a system of pulleys and counterweights is activated to pivot the doors of the temple.

Το κινητό αυτόματο του Ήρωνος Heron's mobile automaton



Κλίμακα: 1:1
Μελέτη: Δ. Καλλιγερόπουλος
Κατασκευή: Δ. Καλλιγερόπουλος, Β. Νικολής, Π. Βασιλειάδης
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ



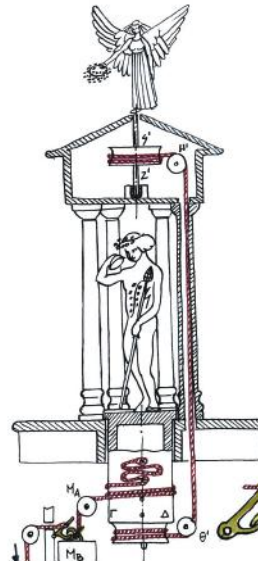
Scale: 1:1
Study: D. Kalligeropoulos
Construction: D. Kalligeropoulos, B. Nikolis, P. Vasileiadis
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Το ομοίωμα του κινητού αυτομάτου του Ήρωνος έγινε με βάση τις διαστάσεις και τις αναλυτικές περιγραφές που περιέχονται στο έργο του «Αυτοματοποιητική». Την κινητήρια ενέργεια προκαλεί η σταδιακή πτώση ενός μολύβδινου βάρους, συνδεδεμένου με τον κινητήριο τροχό μέσω ενός σχοινιού. Ο προγραμματισμός των κινήσεων του μηχανισμού, αλλά και των μερών του, μπορεί να γίνει με συνδυασμούς δεξιόστροφων ή αριστερόστροφων περιελίξεων του σχοινιού γύρω από τον κινητήριο άξονα.

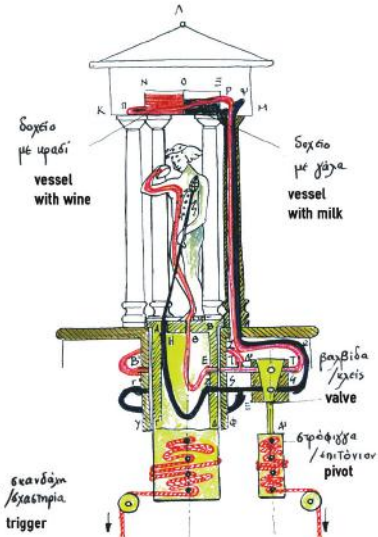
The model of the mobile automaton was made on the basis of the dimensions and detailed descriptions given by Heron of Alexandria in his «Automatopoietike». The motor force is provided by the gradual fall of a lead weight, attached through a rope to the rotating axle of the wheels. The movement of the automaton as a whole but also of each of its individual parts separately can be programmed according to a pattern of clockwise or counterclockwise winding of the rope around the corresponding rotating axle.

Το κινητό αυτόματο του Ήρωνος
(πηγή: Δ. Καλλιγερόπουλος).

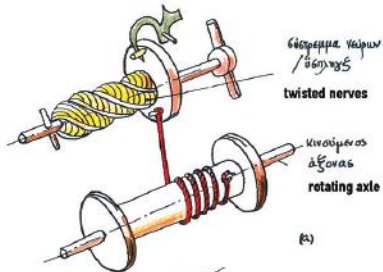
Heron's moving automaton
(source: D. Kalligeropoulos).



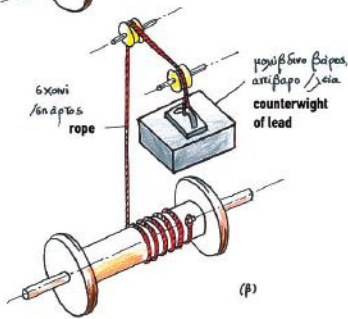
Ο μηχανισμός περιστροφής των ειδωμάτων
Rotating mechanism for the figurines



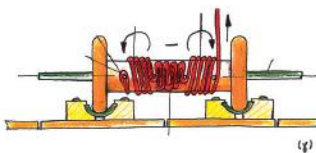
Ο μηχανισμός συγχρονισμού εισροής υγρών
Mechanism for synchronizing the flow of liquids



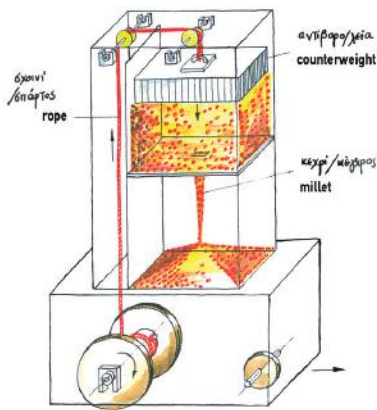
(β)



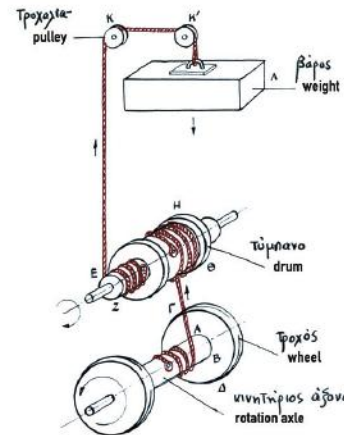
(γ)



(δ)

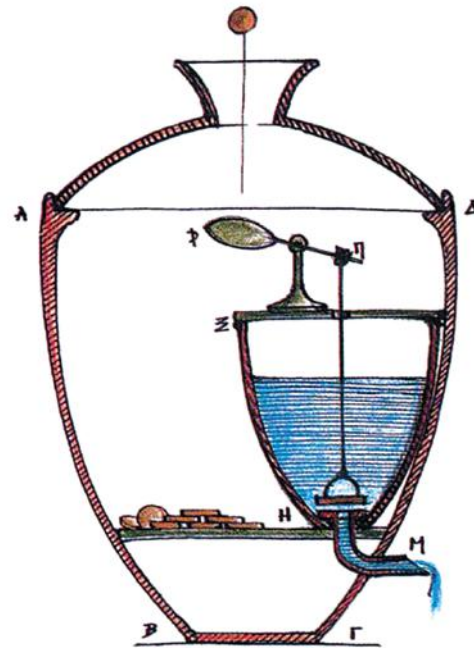


Ο μηχανισμός κίνησης του κινητού αυτόματου
The motion mechanism of the automaton



Ο μηχανισμός πολλαπλασιασμού των όγκων για τον επιμήκυνση της πορείας
Mechanism multiplying the number of rotations in order to lengthen the route

Αυτόματος κερματοδέκτης Automatic slot machine



Κλίμακα: 1:1
Μελέτη: Δ. Καλλιγερόπουλος
Κατασκευή: Μ. Κοτσάμπασόγλου
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ

Scale: 1:1
Study: D. Kalligeropoulos
Construction: M. Kotsabasoglou
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Ο κερματοδέκτης ήταν τοποθετημένος μπροστά από έναν ναό και πρόσφερε αγίασμα με τη ρίψη κέρματος. Αποτελείται από μια ζυγαριά, το ένα τάσι της οποίας δέχεται τα κέρματα που ρίχνουν οι πιστοί. Το άλλο τάσι είναι συνδεδεμένο με κωνικό πλωτήρα, βυθισμένο σε δεξαμενή γεμάτη νερό. Όταν πέσει το κέρμα, η κωνική βαλβίδα ανοίγει στιγμιαία αφήνοντας να ρεύσει μικρή ποσότητα νερού (το «αγίασμα») στο άλλο άκρο του μηχανισμού.

The automatic slot machine was placed in front of a temple and dispensed holy water with the insertion of a coin. The mechanism includes a scale: one pan receives the coin, whereas the other is connected to a conical floater sunk into a small tank filled with water; when the coin is tossed in, the conical valve opens temporarily, allowing a small quantity of water to flow from the other end of the mechanism.

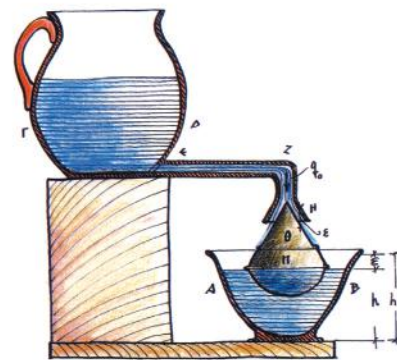
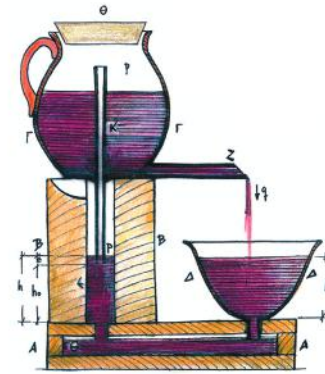
Ρύθμιση στάθμης υγρού κατά τον Φίλωνα Philo's liquid level regulator



Κλίμακα: 1:1
Μελέτη: Δ. Καλλιγερόπουλος
Κατασκευή: Δ. Καλλιγερόπουλος, Β. Νικολής, Π. Βασιλειάδης
Συλλογή: ΕΔΑΒuT

Scale: 1:1
Study: D. Kalligeropoulos
Construction: D. Kalligeropoulos, B. Nikolis, P. Vasileiadis
Collection: ΕΔΑΒuT

Ρύθμιση στάθμης υγρού
κατά τον Φίλωνα,
με υδραυλική βαλβίδα
(πηγή: Δ. Καλλιγερόπουλος).
Philo's liquid level regulator
with hydraulic valve
(source: D. Kalligeropoulos).

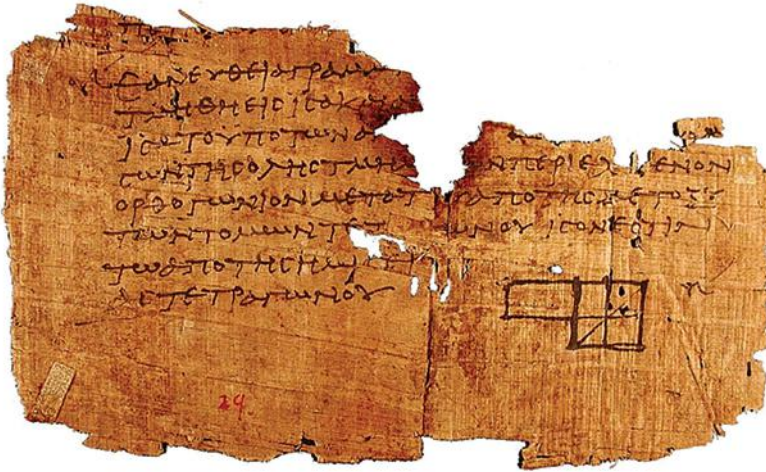


Ρύθμιση στάθμης υγρού κατά τον Κτησίβιο,
με κωνικό πλωτήριο (πηγή: Δ. Καλλιγερόπουλος).
Ktesebio's liquid level regulator
with conical float (source: D. Kalligeropoulos).

Ο Φίλων ο Βυζάντιος επινόησε περί το 250 π.Χ συσκευή ρύθμισης στάθμης υγρού, αντίστοιχη αυτής του υδραυλικού ωρολογίου του Κτησίβιου. Μέσω μιας υδραυλικής βαλβίδας ο Φίλων εξασφάλισε την αυτόματη λειτουργία ενός κρουνού, που συμπλήρωνε νερό σε ένα κύπελλο, κάθε φορά που κάποιος αφαιρούσε από αυτό μian ορισμένη ποσότητα.

Philo of Byzantium created, ca. 250 B.C.E., a liquid level regulating mechanism, after Ktesibios' hydraulic clock. A hydraulic valve ensures that each time some liquid is removed from the vessel, it is automatically refilled to the original level.

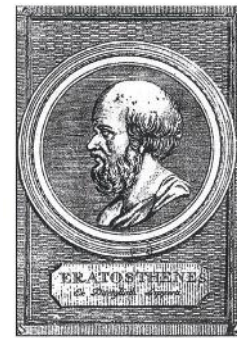
Μηχανικοί της Αλεξανδρινής Σχολής The Engineers of the Alexandrian School



Τμήμα παπύρου. Το παλαιότερο σωζόμενο κείμενο από τα *Στοιχεία* του Ευκλείδη
Papyrus fragment. The oldest existing text from Euclid's *Elements*



ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ | ARCHIMEDES



ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ | ERATOSTHENES

“Κάθε φορά που ακούμε εκκλησιαστικό όργανο ή βλέπουμε μια κοχλιωτή αντλία σε χρήση, ο νους μας πάει στην Αλεξάνδρεια” - J. Rodenbeck

Η Αλεξάνδρεια ιδρύθηκε το 331 π.Χ. από τον Μέγα Αλέξανδρο, για να αναδειχθεί σε μητρόπολη του Ελληνορωμαϊκού πολιτισμού, ισότιμη της Αθήνας και της Ρώμης. Κατά την ελληνιστική περίοδο, η ελληνική πνευματική παράδοση, η κοσμοπολίτικη ιστορική συγκυρία σε συνδυασμό με την εμπνευσμένη χρηματοδότηση των επιστημών από τους Έλληνες ηγεμόνες της Αιγύπτου, κατέστησαν την Αλεξάνδρεια μοναδικό κέντρο τεχνολογικών ερευνών και εφαρμογών. Ενδεικτικά μνημονεύονται εδώ, μερικοί από τους πρωτοπόρους μηχανικούς της περίφημης Αλεξανδρινής Σχολής της τεχνολογίας.

“Whenever a pipe-organ is played or an Archimedean screw is used, we think of Alexandria” - J. Rodenbeck

Alexandria was founded by Alexander the Great in 331 B.C.E., and became the metropolis of the Greco-Roman world, equal to Athens and Rome. During the Hellenistic period, the Greek intellectual tradition, the cosmopolitan environment, together with the enlightened sponsorship of science offered by the Greek kings of Egypt, made Alexandria a unique centre of technological research and application. Some of the pioneering engineers of this “Alexandrian School” of Technology are indicatively presented below.

ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ (287-212 π.Χ.). Γεννημένος στις Συρακούσες, σπούδασε στην Αλεξάνδρεια και κράτησε προσωπικές σχέσεις με τους επιστήμονες του Μουσείου. Εφηύρε ή βελτίωσε σημαντικά τους γερανούς, τα υδραυλικά ωρολόγια, τις αντλίες νερού, τα κάτοπτρα ανάφλεξης, κ.ά. Είχε επίσης θεμελιώδη συμβολή στην Επιστήμη της Θεωρητικής Μηχανικής. Η περίφημη λέξη «ΕΥΡΗΚΑ», την οποία αναφώνησε, όπως φημολογείται, όταν ανακάλυψε την αρχή της άνωσης, αποτελεί τον λογότυπο της έκθεσης.

ΚΤΗΣΙΒΙΟΣ (285-222 π.Χ.). Φέρεται ως ο ιδρυτής της «σχολής». Εφευρέσεις: Υδραυλικό ωρολόγιο, δικύλινδρη αντλία, ύδραυλις, αεροπνευματικά όπλα κλπ. Το βιβλίο του Υπομνήματα Μηχανικά δεν διασώθηκε. Τα έργα του όμως μνημονεύονται λεπτομερώς απ' τον Βιτρούβιο, τον Αθήναιο, τον Φίλωνα τον Βυζάντιο, κ.ά.

ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ (276-194 π.Χ.). Σπούδασε στην Αθήνα και στη συνέχεια προσκλήθηκε από τον Βασιλιά Πτολεμαίο τον 3ο τον Ευεργέτη να διευθύνει την Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας, όπου έμεινε μέχρι το τέλος της ζωής του. Θεμελίωσε την επιστήμη της Γεωγραφίας και είναι γνωστός ως ο πρώτος που υπολόγισε την περιφέρεια της γης με θαυμαστή ακρίβεια.

ΦΙΛΩΝ ο Βυζάντιος (260-180 π.Χ.). Μαθητής του Κτησιβίου. Συνέγραψε εννέα βιβλία. Περιγράφει καταπέλτες, σίφωνες, αυτόματους μηχανισμούς κ.ά., με επιστημονική ακρίβεια.

ΗΡΩΝ ο Αλεξανδρεύς (1^{ος} αι. π.Χ.). Συγγραφέας 16 βιβλίων (τα 10 σώζονται πλήρως) και λαμπρός διδάσκαλος θετικών επιστημών στην Αλεξάνδρεια. Τα Πνευματικά και Αυτοματοποιητική θα είναι για πολλούς αιώνες το βασικό εγχειρίδιο σ' όλον τον κόσμο.

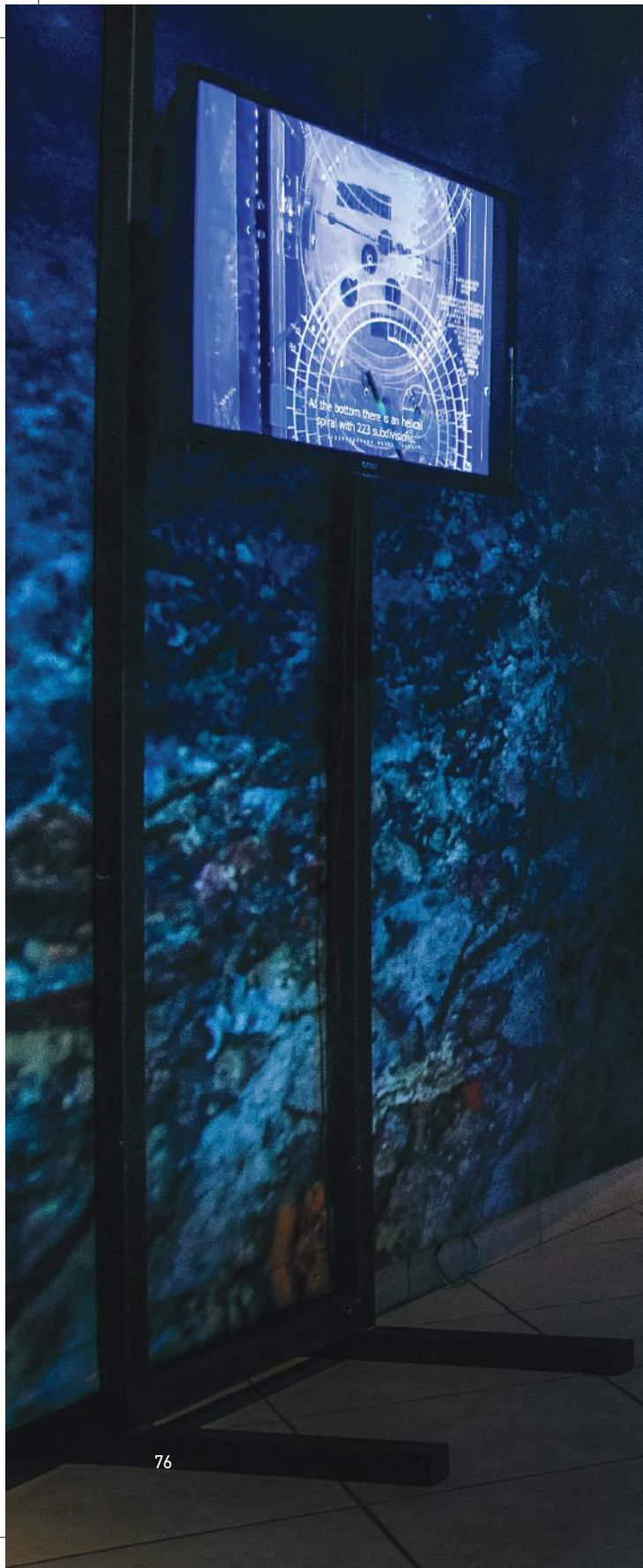
ARCHIMEDES (287-212 B.C.E.). Born in Syracuse, he studied in Alexandria where he maintained long personal friendships with several scholars of the Musaeum. He created, or substantially improved, various inventions such as cranes, hydraulic clocks, water pumps, destructive mirrors (to burn ships attacking Syracuse), etc. He also made fundamental contributions to theoretical mechanics. The logo of this exhibition is his well-known exclamation "EUREKA!" (Greek "εὕρηκα", meaning "I have found it!"), purportedly shouted when he discovered the principle of buoyancy.

KTESIBIOS (285-222 B.C.E.). He is considered the founder of the "School". Inventions: Hydraulic clock, double piston pump, hydraulis, pneumatic weapons, etc. His book Memoranda Mechanika has not survived. His works, however, are mentioned in detail by Vitruvius, Athenaios, Philon of Byzantium, and others.

ERATOSTHENES (276-194 B.C.E.). He studied in Athens and was consequently invited by King Ptolemy III Euergetes to direct the Library of Alexandria where he spent the rest of his life. He is the founder of the discipline of Geography and is well known for being the first to calculate the circumference of the earth with remarkable accuracy.

PHILON of Byzantium (260-180 B.C.E.). Pupil of Ktesibios. He wrote nine books describing catapults, siphons and automata with scientific precision.

HERON of Alexandria (1st c. B.C.E.). He wrote 16 books (10 have been completely preserved) and was a brilliant teacher of exact sciences in Alexandria. His Pneumatics and Automata will remain for many centuries to come the basic manuals used throughout the world.



Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ

THE ANTIKYTHERA MECHANISM

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ήταν ένας αναλογικός υπολογιστής εκπληκτικής τεχνικής ικανότητας. Κατασκευάστηκε πριν από 2.000 χρόνια και μπορούσε να υπολογίσει με ακρίβεια τη θέση του ήλιου, της σελήνης και ενδεχομένως των πλανητών στον ουρανό. Υπολόγιζε τις φάσεις της σελήνης, προέβλεπε τις εκλείψεις τόσο της σελήνης όσο και του ηλίου, ενώ προσδιόριζε τις ημερομηνίες κατά τις οποίες διεξάγονταν οι Ολυμπιακοί και οι άλλοι «Στεφανίτες» αγώνες. Στις πόρτες και στις εσωτερικές πρόσθιες και οπίσθιες επιφάνειές του έφερε αστρονομικές, γεωγραφικές και τεχνικές επιγραφές, όλες γραμμένες με ελληνικούς χαρακτήρες. Το ύψος των περισσότερων γραμμών είναι μεταξύ 1,5 και 2,5 mm. Χάρη στις καινοτόμες ερευνητικές τεχνικές, αυτά τα κείμενα, που παρέμειναν κρυφά για περισσότερα από 2.000 χρόνια, έχουν πλέον διαβαστεί (περίπου 3.400 γράμματα).

Ο μηχανισμός περιβαλλόταν από ξύλινη θήκη διαστάσεων 30 x 20 x 10 εκατοστών περίπου, λίγο μεγαλύτερη δηλαδή από ένα σύγχρονο φορητό υπολογιστή και περιείχε τουλάχιστον 30 συμπλεκόμενους οδοντωτούς τροχούς. Στην εμπρόσθια όψη έφερε δύο ομόκεντρους κύκλους με εγχάρακτες υποδιαιρέσεις του καθένα σε ημέρες ηλιακού και σεληνιακού έτους και στην οπίσθια όψη, δύο εγχάρακτες ελικοειδείς σπείρες, η μια για την πρόβλεψη των εκλείψεων και η δεύτερη, καταγραφής των σεληνιακών μηνών.



Educational Model of Antikythera Mechanism, Scale 3:1



The Antikythera Mechanism was an analog computer of astonishing technical capacity. It was constructed 2,000 years ago and could accurately calculate the position of the sun, the moon and possibly the planets in the sky. It calculated the phases of the moon, predicted eclipses of the sun and the moon and determined the dates on which the ancient Olympic and the other "Crown" games (called "Stefanites") were held. On its covering plates and on its interior front and rear surfaces it bore astronomical, geographical and technical inscriptions, all written in Greek characters. The height of most of the letters is between 1.5 and 2.5 mm. Thanks to innovative investigative techniques these texts, lost for more than 2,000 years, have now been read (about 3,400 letters).

The mechanism was enclosed in a wooden case with dimensions approximately 30 x 20 x 10 cm, a bit larger than a modern laptop, and contained at least 30 cooperating gears. It had a double circular dial on the front surface and two helical spiral dials on the rear surface.

Η ενάλια ανασκαφή

Ιωάννης Σειραδάκης | Κυριάκος Ευσταθίου | Μαγδαληνή Αναστασίου

Το 1900 βρέθηκε στις ακτές των Αντικυθήρων ένα αρχαίο ναυάγιο από Συριακούς σφουγγαράδες. Λίγους μήνες αργότερα η Αρχαιολογική Υπηρεσία ξεκίνησε μια σειρά συστηματικών ενάλιων ανασκαφών, κατά τη διάρκεια των οποίων ανασύρθηκαν σημαντικά ευρήματα, όπως για παράδειγμα ο περίφημος Έφηβος των Αντικυθήρων, πολλά από τα οποία εκτίθενται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην Αθήνα. Ανάμεσά τους ήταν και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ο οποίος, διαβρωμένος, κομματιασμένος και απολιθωμένος πλέον μετά από 2000 χρόνια στο βυθό της θάλασσας, έμελλε να αλλάξει τη γνώμη που είχαμε μέχρι σήμερα για τις τεχνολογικές ικανότητες των προγόνων μας.

Από νομίσματα (της Περγάμου), το ναυάγιο χρονολογείται μεταξύ 85 και 67 π.Χ. Από γραφολογικές μελέτες υπολογίστηκε ότι ο Μηχανισμός είχε κατασκευαστεί, πιο νωρίς, το 150 έως 100 π.Χ.

Τον Ιούνιο 1976 διεξήχθησαν νέες ανασκαφές από την ομάδα του Ζακ Υβ Κουστώ, η οποία έφερε στο φως νέα αρχαιολογικά αντικείμενα. Τον Σεπτέμβριο του 2014 μια διεθνής ομάδα αρχαιολόγων καταδύθηκε στο ναυάγιο, ανασύροντας μερικά νέα αντικείμενα και συνέχισε με εις βάθος θαλάσσιες ανασκαφές κατά το 2015 και 2016. Ανασύρθηκαν πολλά σημαντικά ευρήματα, κανένα όμως που να σχετίζεται με τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.



The underwater excavation

John H. Seiradakis | Kyriakos Efstathiou | Magdalini Anastasiou

On April 4th 1900, at Pinakakia on the Greek island of Antikythera, an ancient shipwreck was discovered by Symiot divers who announced their discovery to the Minister of Education, Spyridon Stais, on November 6th of that year. On November 24th, the archaeological service started a series of systematic underwater excavations, during which important findings were retrieved, such as the Antikythera Youth, other statues (or parts of statues), jewelry, glassware, ceramics, marbles, coins and pottery. These artefacts are now displayed in the National Archaeological Museum in Athens. The divers continued their work until autumn of 1901.

Among the discoveries was the Antikythera Mechanism, which, although corroded, fragmentary and calcified, after 2,000 years at the bottom of the sea, has changed forever our earlier held opinions about the technological capabilities of our ancestors.

According to the coins from Pergamon, the shipwreck is dated between 85 and 67 B.C.E. After some graphological studies however, it was determined that the Mechanism was constructed earlier, around the 2nd c. B.C.E.

Later excavations at Antikythera were held in June of 1976 by Jacques Yves Cousteau's team, which brought to light new archaeological objects. In September of 2014 an international team of archaeologists dived in the shipwreck, retrieved a few new things and continued with in-depth marine excavations during 2015 and 2016. Several important artefacts were found, none, however, associated with the Antikythera Mechanism.



Ένα αρχαίο ημερολόγιο

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων έφερε δύο ελικοειδείς σπείρες στην πίσω επιφάνεια. Η κάτω σπείρα χρησίμευε στην πρόβλεψη εκλείψεων και είχε 4 περιελίξεις με 223 υποδιαιρέσεις, που αντιστοιχούν στους 223 μήνες της περιόδου του Σάρως.

Η πάνω σπείρα είχε 5 περιελίξεις με 235 υποδιαιρέσεις, που αντιστοιχούν στους 235 μήνες της περιόδου του Μέτωνα, ο οποίος είχε υπολογίσει ότι στο χρονικό αυτό διάστημα η Σελήνη επανέρχεται στον ίδιο σημείο του ουρανού με την ίδια φάση. Στις υποδιαιρέσεις της σπείρας ήταν χαραγμένα, με εξαιρετική τέχνη τα αρχαία ονόματα 12 μηνών, τα οποία επαναλαμβάνονταν μέχρι να συμπληρωθούν και οι 235 μήνες (19 έτη). Τα ονόματα αυτά τα συναντούμε κυρίως σε πόλεις της ΒΔ Ελλάδας και στο Ταυρομένιο της Σικελίας.

An Ancient Calendar

The Antikythera Mechanism bore two helical spirals on its rear surface. The lower spiral was used for the prediction of eclipses and had four windings with 223 divisions, which correspond to the 223 synodic months of the period of Saros (≈ 6585.3 days or 18 years, 11 days and 8 hours). A synodic month is the time between new moons (29.53 days). Saros is used to predict the eclipses of the sun and the moon: when two eclipses are separated by a period of one Saros they have a very similar geometry.

The upper spiral had 5 windings with 235 divisions that correspond to the 235 synodic months of the Metonic cycle. Meton of Athens, an ancient astronomer, calculated that in this period of time (235 synodic months ≈ 19 years) the moon returns to the same point in the sky and has the same phase. Ancient names of the twelve synodic months were engraved on the divisions of the spiral and repeated until all 235 months of the Metonic cycle were completed. These names are mainly found in cities of Northwestern Greece.

NAMES OF THE TWELVE SYNODIC MONTHS

ΦΟΙΝΙΚΑΙΟΣ ΚΡΑΝΕΙΟΣ ΛΑΝΟΤΡΟΠΙΟΣ ΜΑΧΑΝΕΥΣ ΔΩΔΕΚΑΤΕΥΣ ΕΥΚΛΕΙΟΣ
ΑΡΤΕΜΙΣΙΟΣ ΨΥΔΡΕΥΣ ΓΑΜΕΛΙΟΣ ΑΓΡΙΑΝΙΟΣ ΠΑΝΑΜΟΣ ΑΠΕΛΛΙΟΣ

Οι στεφανίτες αγώνες

Ιωάννης Σεραδάκης | Κυριάκος Ευσταθίου | Μαγδαληνή Αναστασίου

Ο δείκτης της μικρής κλίμακας, η οποία βρίσκεται εντός της πάνω ελικοειδούς σπείρας, έδειχνε το έτος τέλεσης των αρχαίων ελληνικών στεφανιτών αθλητικών αγώνων. Περιφερικά της κλίμακας έχουν αναγνωσθεί οι λέξεις ΟΛΥΜΠΙΑ, ΠΥΘΙΑ, ΙΣΘΜΙΑ, NEMEA και NAA, ενώ εσωτερικά, σε κάθε τεταρτημόριο, αναγράφονται τα έτη του τετραετούς ολυμπιακού κύκλου. Όλοι οι παραπάνω αγώνες ήταν στεφανίτες αγώνες, δηλαδή οι νικητές βραβεύονταν με ένα στεφάνι.



The Crown Games

John H. Seiradakis | Kyriakos Efstathiou | Magdalini Anastasiou

The pointer of the small dial, located inside the upper helical spiral, showed the year when the ancient Greek athletic games were held. Around this dial the words ΟΛΥΜΠΙΑ, ΠΥΘΙΑ, ΙΣΘΜΙΑ, NEMEA, NAA and ΑΛΙΕΙΑ have been read, while the year-numbers of the four-year Olympic Cycle are written in each quadrant in its interior. The words refer to the names of the games-Olympia (in Peloponnese), Pythia (at Delphi), Isthmia (at Corinth), Nemea (south of Corinth), Naia (at Dodona) and Halieia (at Rhodes). The first four were called Stefanites in ancient Greece, which means that the winners were awarded wreaths (stefani).

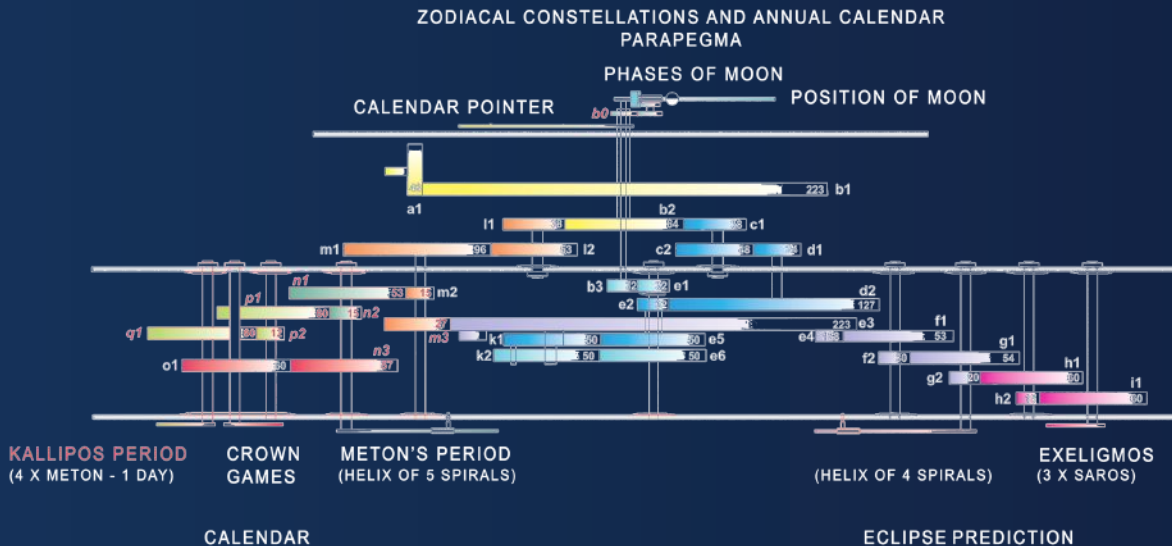


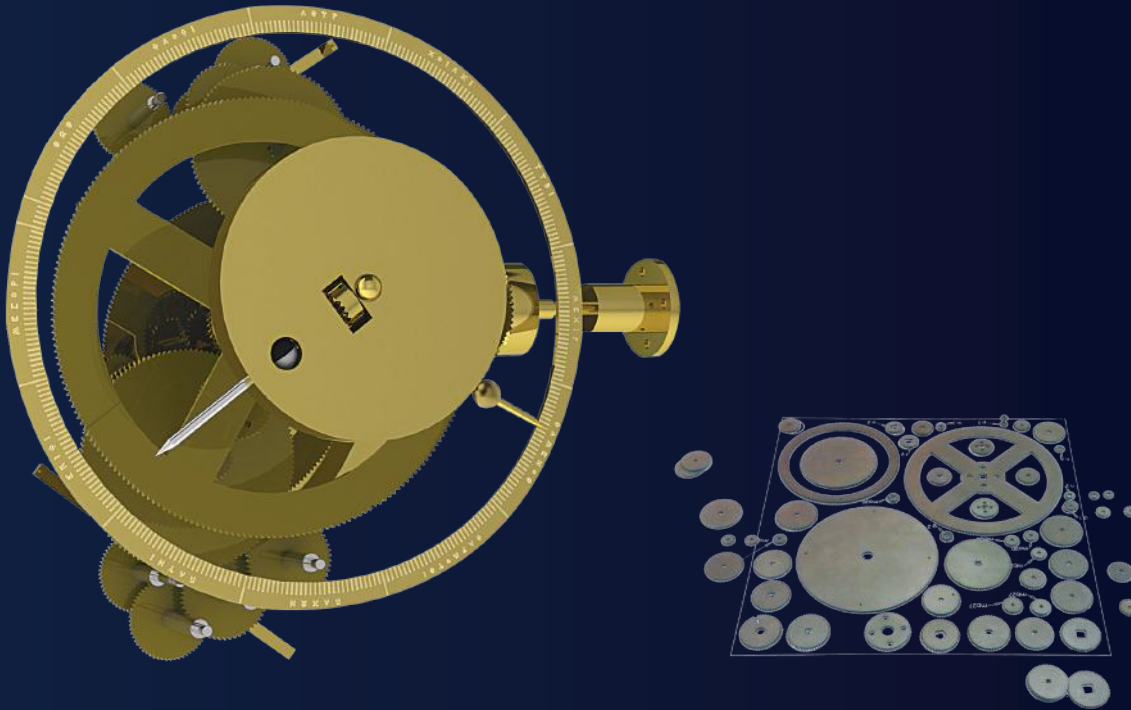
Οι οδοντωτοί τροχοί

Ιωάννης Σεραδάκης | Κυριάκος Ευσταθίου | Μαγδαληνή Αναστασίου

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων περιείχε τουλάχιστον 30 συνεργαζόμενα γρανάζια και μερικούς δείκτες. Στη μπροστινή επιφάνεια έφερε δύο ομόκεντρες κυκλικές κλίμακες. Η εξωτερική ετήσια κλίμακα είχε 365 υποδιαιρέσεις και τα ονόματα των 12 μηνών στην Αιγυπτιακή γλώσσα με ελληνικούς χαρακτήρες. Η εσωτερική κλίμακα είχε 360 υποδιαιρέσεις και τα ονόματα των 12 ζωδιακών αστερισμών. Ο χειριστής, περιστρέφοντας ένα στρόφαλο, έδινε κίνηση στους οδοντωτούς τροχούς οι οποίοι στη μπροστινή επιφάνεια κινούσαν δύο δείκτες που έδειχναν τη θέση του Ήλιου και της Σελήνης. Κάτω από την εξωτερική (ετήσια) κλίμακα, η οποία ήταν αποσπώμενη, υπήρχαν 365 οπές. Κάθε τέσσερα χρόνια ο χειριστής μπορούσε να την αποσπάσει και να τη μετατοπίσει κατά μία οπή, λαμβάνοντας έτσι υπόψη τα δίσεκτα έτη. Στο δείκτη της Σελήνης ήταν προσαρμοσμένο με μία κορώνα ένα περιστρεφόμενο σφαιρίδιο που έδειχνε τις φάσεις της Σελήνης.

Η κίνηση της Σελήνης δεν είναι κυκλική αλλά ελλειπτική. Η διόρθωση ως προς την ανωμαλία που προέρχεται από την έκκεντρη τροχιά της γύρω από τη Γη γινόταν με τη βοήθεια δύο έκκεντρων οδοντωτών τροχών, οι άξονες των οποίων απείχαν 1.1 mm. Ο κάτω τροχός είχε μία ακίδα (πείρο) η οποία οδηγούσε τον πάνω τροχό εμπλεκόμενη σε μια σχισμή του. Έτσι ο πάνω τροχός εκτελούσε μια επικυκλική κίνηση, η γωνιώδης ταχύτητα του οποίου παρακολουθούσε την κίνηση της Σελήνης στον ουρανό με πολύ μεγάλη ακρίβεια.





The Gears

John H. Seiradakis | Kyriakos Efstathiou | Magdalini Anastasiou

The Antikythera Mechanism contained at least 30 cooperating gears and 7 pointers. On its front surface it bore two concentric circular dials. The outer annual dial had 365 divisions and the names of the 12 months in the Egyptian language with Greek characters. The inner dial had 360 divisions and the names of the 12 zodiacal constellations. The operator, by turning a knob, gave motion to the gears, which moved two pointers that showed the position of the sun and the moon on the inner dial. Underneath the outer (annual) dial, which was removable, there were 365 holes. Every four years the operator could take it out and move it back by one hole, thereby taking into account the leap years. On the pointer of the moon a rotating spherule, painted half black (for new moon) and half white (for full moon) displayed the changing phases of the moon.

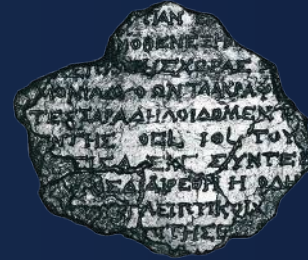
The orbit of the moon around the earth is not circular but elliptical. The correction regarding the differential (not constant) motion of the Moon that originates from its eccentric orbit was simulated with the help of two gears, the shafts of which differed by 1.1 mm. The lower gear had a pin, which moved the upper gear by engaging in a slot. In that way the upper wheel was performing an epicyclic motion, the angular velocity of which was following the movement of the moon in the sky with great accuracy.

Καινοτόμες τεχνικές διερεύνησης

Ιωάννης Σειραδάκης | Κυριάκος Ευσταθίου | Μαγδαληνή Αναστασίου

Τον Σεπτέμβριο του 2005, το τμήμα έρευνας της Hewlett-Packard (HP Labs, Καλιφόρνια) έστειλε στην Αθήνα τρεις ειδικευμένους επιστήμονες οι οποίοι κατέγραψαν, ακόμα και σχεδόν σβησμένα κείμενα και άλλες λεπτομέρειες της επιφάνειας του Μηχανισμού, με τον πρωτοποριακό μηχανισμό ψηφιακής απεικόνισης PTM Dome. Τα θραύσματα φωτογραφήθηκαν από 50 διαφορετικές κατευθύνσεις, έτσι ώστε αργότερα χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικούς υπολογιστές κατέστη δυνατή η μελέτη των λεπτομερειών της επιφάνειάς τους ακόμα και όταν αυτές δεν ήταν ευδιάκριτες και με τα καλύτερα συστήματα συμβατικής και ψηφιακής φωτογράφισης.

Τον Οκτώβριο του 2005 εργάστηκε στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο πολυμελής ομάδα της εταιρείας X-Tek, σχεδιάστριας του πρωτοπόρου τομογράφου Blade Runner, βάρους 8 τόνων, μέγιστης τάσεως 450 kVolt και διακριτικής ικανότητας ενός εικοστού του χιλιοστού (50 μm). Οι τρισδιάστατες εικόνες που προέκυψαν όταν τα θραύσματα του αρχαίου Μηχανισμού εξετάστηκαν με τον υπερσύγχρονο τομογράφο αποκαλύπτουν επιγραφές και μηχανικές λεπτομέρειες του εσωτερικού του, οι οποίες παρέμεναν κρυμμένες στον βυθό της θάλασσας των Αντικυθήρων περισσότερο από δύο χιλιάδες χρόνια.



Innovative Investigative Techniques

John H. Seiradakis | Kyriakos Efstathiou | Magdalini Anastasiou

In September of 2005, the research department of Hewlett-Packard (HP Labs, California) sent three specialized scientists to Athens who recorded the text and other details inscribed on the surface of the Mechanism (that had been almost erased after 2,000 years in the bottom of the sea), using an innovative imaging technique called Polynomial Texture Mapping (PTM) Dome. Using this dome, the fragments were photographed from 50 different directions so that subsequently, using computers, even tiny details of their surfaces, which until then had not been distinguished by the best systems of analog and digital photography, could be studied. In October of 2005, a large group of scientists and technicians of the British company X-Tek, based in Tring, Hertfordshire, came to the National Archaeological Museum. X-Tek designed and built a unique, high penetrating power, 450kV, high resolution (one twentieth of a millimeter – 50 μm) X-ray Computed Tomography (CT) System, called, "BladeRunner", solely to research the Antikythera Mechanism. Modern Computed Tomography creates three-dimensional (3D) images of the interior of an object. The 3D images that were created from the fragments of the ancient Mechanism were examined, using mathematical algorithms and powerful computers, revealing inscriptions and mechanical details of its interior that had remained hidden at the bottom of the sea at Antikythera for more than 2,000 years.

Έρευνα Αντικυθήρων

Η Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων διεξάγει από το 2013 μια νέα φάση έρευνας στο ναυάγιο των Αντικυθήρων, με την τεχνολογική υποστήριξη του Ωκεανογραφικού Ινστιτούτου του Woods Hole και την ευγενική χορηγία, μεταξύ άλλων, της ελβετικής ωρολογοποιίας Hublot και του Ιδρύματος Αικατερίνης Λασκαρίδη.

Χάρη στη χρήση του ρομποτικού καταδυτικού σκαφάνδρου Exosuit είναι πλέον δυνατή η παραμονή και έρευνα του ναυαγίου που βρίσκεται σε βάθος 55 μέτρων για πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σχέση με παλαιότερα.

The Antikythera research

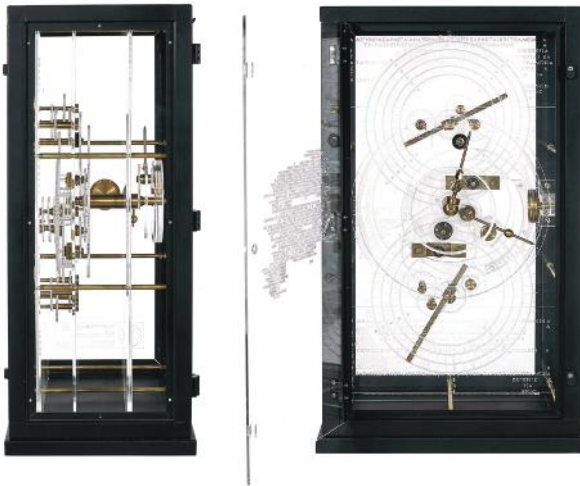
The Ephorate of Underwater Antiquities has launched a new research campaign at the Antikythera shipwreck since 2013, with the technical support of Woods Hole Oceanographic Institution (MA, USA) and the generous contribution, among others, of the Swiss watchmakers Hublot and the Aikaterini Laskaridis Foundation.

Thanks to the atmospheric diving suit Exosuit, it is now possible to remain and work on the site at a depth of 55 meters for much longer than before.



Photo: © 2014 Hublot SA

Ομοιώματα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων Models of the Antikythera Mechanism



Κλίμακα 3:1

Μελέτη καθ. Κ. Ευσταθίου, καθ. Ι. Σειραδάκης,
Α. Μπασιακούλης, Μ. Ευσταθίου, Δρ. Μ. Αναστασίου,
Σχεδιασμός και κατασκευή: 3D Solidforms με τη χρήση
με τα ελληνικής κατασκευής συστήματα laser της Steelburner
Copyright @ 2017 με την επιφύλαξη παντός νομίμου
δικαιώματος 3D Solidforms

Scale: 3:1

Research: Prof. K. Efstathiou, Prof. J. H. Seiradakis,
A. Basiakoulis, M. Efstathiou, Dr. M. Anastasiou
Design & Construction: 3D Solidforms powered
by the Hellenic made Laser systems Steelburner
Copyright @ 2017. All rights reserved by 3D Solidforms



Scale: 1:1

Construction: D. Kriaris
Renovated by: Navarino models

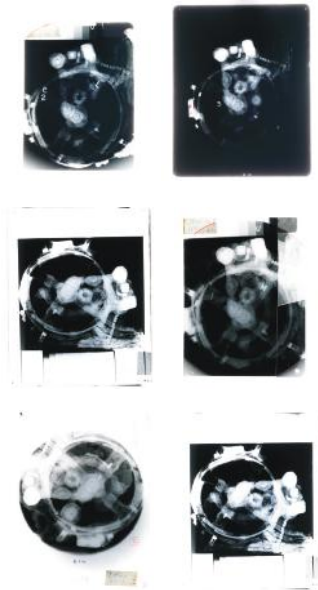
Κλίμακα 1:1

Κατασκευή: Δ. Κριάρης,
Παρεμβάσεις αποκατάστασης: Navarino models

Πρόκειται για ένα πλήρως λειτουργικό, μεγάλης κλίμακος ομοίωμα, εκπαιδευτικού χαρακτήρα, κατασκευασμένο κυρίως από διαφανή υλικά.

This is a large scale fully operational as the prototype didactic model, made mostly of transparent materials, such as Plexiglas.

Ακτινογραφίες του Μηχανισμού των Αντικυθήρων Radiographs of the Antikythera Mechanism



Αντίγραφα των ακτινογραφιών (γαμμαγραφιών και ακτίνων X) του μηχανισμού, από τον Χαράλαμπο Καράκαλο κατά τη διάρκεια της συνεργασίας του με τον Price (1971-1974). Οι ακτινογραφίες απεικονίζουν την αλληλουχία των εσωτερικών στρωμάτων του μηχανισμού. Τα πρωτότυπα αρχεία ευρίσκονται στα χέρια της κ. Γ. Α. Καράκαλου.

Copies of the radiographs (Gamma and X rays) of the mechanism made by Charalambos Karakalos during his collaboration with Price, 1971-1974. The radiographs show the progressively deeper layers of the mechanism. Original archive G. A. Karakalos.

Τα πρώτα ομοιώματα δια χειρός D. Se Solla-Price The early models made by D. De Solla-Price



- Η πρώτη προσπάθεια αναπαράστασης του μηχανισμού, όπως κατασκευάστηκε από τον Price κατά τη δεκαετία του 1950. Σε εκείνη την προσπάθεια, ο Price χρησιμοποίησε χαρτόνι και ένα κουτί πούρων.
- Το βραβείο Da Vinci που απονεμήθηκε στον Derek de Solla Price το 1976 από την Society for the History of Technology.
- Αντίτυπο του βιβλίου Gears from the Greeks από την πρώτη έκδοση του 1974.

- The first reproduction of the mechanism constructed by Price of cardboard and a cigar box during the 50s.
- The Da Vinci prize that was awarded to Derek de Solla Price in 1976 from the Society for the History of Technology.
- A copy from the first edition (1974) of the book "Gears from the Greek".

Όλα τα παραπάνω έχουν δωρηθεί από την οικογένεια Price στο Μουσείο των Ηρακλειδών.

Donated to the Herakleidon Museum by the Price family.

Ομοιώματα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων Models of the Antikythera Mechanism

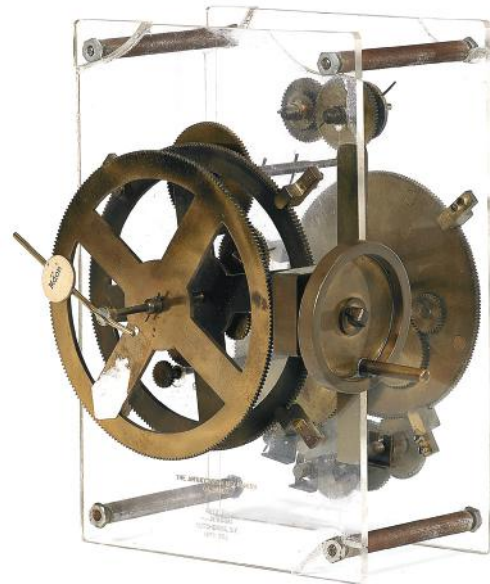


Κλίμακα: 1:1
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:1
Collection: Herakleidon Museum

Αναπαράσταση του μηχανισμού, όπως σχεδιάστηκε από τον Price, κατασκευασμένη από Plexiglas κατά τη δεκαετία του 1980. Δωρεά της οικογένειας Price στο Μουσείο των Ηρακλειδών.

Reproduction of the mechanism as designed by Price, made of bronze and plexiglas during the 80s. Donated to the Herakleidon Museum by the Price family.



Κλίμακα: 1:1
Κατασκευή: R.J. Deroski
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:1
Construction: R.J. Deroski
Collection: Herakleidon Museum

Η πρώτη από μια σειρά αναπαραστάσεων του μηχανισμού που κατασκεύασε ο R.J. Deroski για τον Price με Plexiglas και μπρούτζο, το 1978. Δωρεά της οικογένειας Price στο Μουσείο των Ηρακλειδών

The first of a series of reproductions made by R.J. Deroski for Price in 1978, of bronze and Plexiglass. Donated to the Herakleidon Museum by the Price family.

Απόμεινοι δίσκοι του Αριστοτέλους (3^{ος} αι. π.Χ.) The tangent discs of Aristotle (3rd c. B.C.E.)



Μελέτη: Θ.Π. Τάσιος
Κατασκευή: Ι. Γιαννόπουλος
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ

Study: T.P. Tassios
Construction: I. Yannopoulos
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Ομοίωμα στηριγμένο στην περιγραφή του ψευδο-Αριστοτέλη (3^{ος} αι. π.Χ.) για την μετάδοση κινήσεως μέσω μικρών εφαπτόμενων δίσκων. Ο συγγραφέας αναφέρεται σε μικρό όργανο που περιέχει πολλούς τροχίσκους, των οποίων η αρχική αιτία της κίνησης ήταν κρυφή. Η σύλληψη του «τροχού τριβής» είναι πρόδρομος των οδοντωτών γραναζιών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν και στον μηχανισμό των Αντικυθήρων.

The model is based on a description by pseudo-Aristotle (3rd c. B.C.E.) regarding the transfer of motion by means of small tangent discs. The author refers to a small instrument consisting of several rotating discs, the cause of whose movement was hidden. This conception of “wheels of friction” is the forerunner of the cogwheel, also used in the Antikythera Mechanism.

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

ASTRONOMY

Πλινθίς (2^{ος} αι. π.Χ.)

Plinthis (2nd c. B.C.E.)



Μελέτη - Κατασκευή: Δ. Κριάρης
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Study - Construction: D. Kriaris
Collection: Herakleidon Museum

Εφευρέτης αυτού του οργάνου πιθανότατα ήταν ο αστρονόμος Ήππαρχος. Αποτελείται από ένα τέταρτο διαβαθμισμένου κύκλου και χρησιμοποιείτο για την μέτρηση κατακόρυφων γωνιών ύψους στην αστρονομία.

This instrument was invented most probably by the astronomer Hipparchos. It consisted of a quarter circle bearing gradations and was used for taking angular measurements of altitude in astronomy.

Βυζαντινός Αστρολάβος Byzantine Astrolabe



Μελέτη - Κατασκευή: Δ. Κριάρης
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Study - Construction: D. Kriaris
Collection: Herakleidon Museum

Ο βυζαντινός αστρολάβος της Brescia αποτελεί σπάνιο δείγμα αστρονομικού οργάνου, όχι μόνο για τη βυζαντινή προέλευσή του αλλά και για τις δύο επιγραφές που φέρει. Η μία είναι έμμετρη και αναφέρεται στις γενικές χρήσεις του οργάνου, στο όνομα και την εθνικότητα του κατασκευαστή –Σέργιος Πρωτοσπαθάριος από την Περσία– ενώ στην άλλη αναγράφεται ότι το όργανο κατασκευάστηκε το 1062.

Πάνω στην αράχνη είναι χαραγμένα κυκλικά τα ονόματα των δώδεκα αστερισμών. Δεκατέσσερα προκαθορισμένα αστέρια υποδεικνύονται από τους δείκτες της αράχνης. Είναι τα φωτεινότερα αστέρια των συμπλεγμάτων στα οποία εμπεριέχονται και αναφέρονται με τα ίδια ονόματα στον Πτολεμαίο. Στον κάθε ένα από τους τρεις δίσκους έχουν χαραχθεί ένα τοπωνύμιο (Ρόδος, Βυζάντιο, Ελλήσποντος), το κλίμα, ο αριθμός των ωρών της μεγαλύτερης μέρας και το γεωγραφικό πλάτος του.

The Byzantine astrolabe of Brescia is a rare case of astronomical instrument not only due to its Byzantine origin, but also for its two inscriptions. The first is in verse and refers to the various functions of the instrument, the name and the nationality of its manufacturer –Sergios Protospatharios from Persia– whereas the second refers to its date of construction, in 1062.

The names of the twelve constellations / zodiac are inscribed in a circle upon the spider and the pointers of the spider indicate fourteen specific stars. They are the brighter stars of the constellations they belong to, and they are mentioned by Ptolemy with the very same names. Each one of the three discs is engraved with inscriptions that mention the toponym (Rhodes, Byzantium, Hellespont), the climate, the number of hours of the longest day and the latitude.

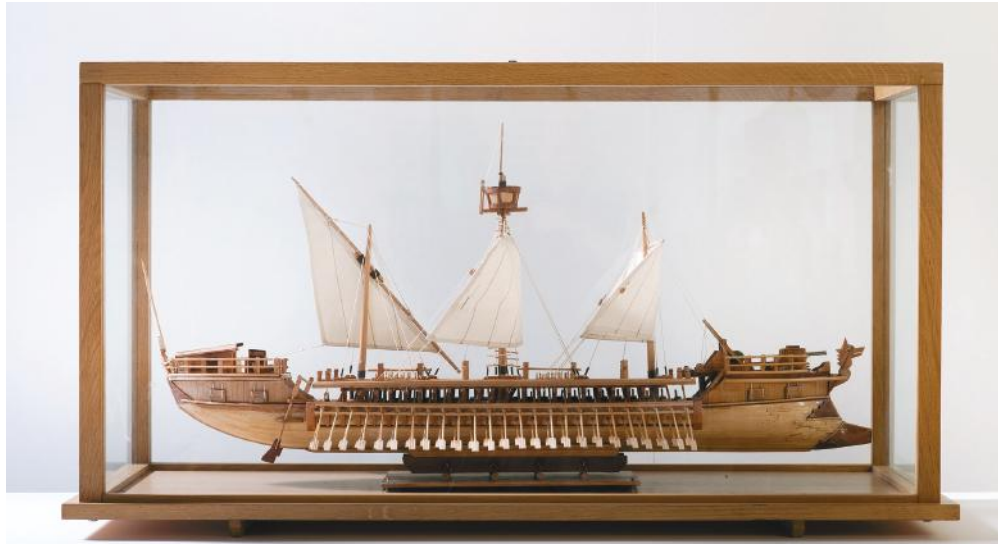
ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ SHIPBUILDING

Στην Αρχαιότητα πρώτα κατασκεύαζαν ένα ισχυρό και ολοκληρωμένο κέλυφος πλοίου και μετά τοποθετούσαν εσωτερικά νομείς και άλλα ενισχυτικά στοιχεία. Οι συνδέσεις των σανιδιών του κελύφους γίνονταν κυρίως με τόρμους και εντορμίες και σταθεροποιούνταν με κυλινδρικές καβίλιες. Εναλλακτικά κατά την αρχαϊκή περίοδο εφαρμοζόταν ένα είδος «ραψίματος». Οι συνδέσεις των σανιδιών του κελύφους γίνονταν αρχικά με μεγάλες ξύλινες καβίλιες, ενώ κατόπιν ράβονταν με ένα λινό κορδόνι. Αυτό περνούσε μέσα από τρύπες -σε σχήμα τετράεδρου- και έσφιγγε με λεπτές ξύλινες καβίλιες. Η κατασκευή των ραφτών πλοίων αποδίδεται κυρίως σε ελληνικά ναυπηγεία της αρχαϊκής περιόδου. Αντίθετα οι κατασκευές με τόρμους και εντορμίες εφαρμόζονταν σ' όλη τη Μεσόγειο και καθ' όλη σχεδόν την αρχαιότητα. Η τεχνική με τους τόρμους και τις εντορμίες εγκαταλείφθηκε σταδιακά κατά το δεύτερο μισό της πρώτης χιλιετίας μ.Χ. και έδωσε τη θέση της στη νέα τεχνική, όπου πρώτα κατασκευαζόταν ένας ολοκληρωμένος και ισχυρός σκελετός και ύστερα καρφωνόταν επάνω του ένα λεπτό και λείο πέτσωμα.

In Antiquity, the shell of the ship was constructed first; internal frames and other reinforcing elements were built afterwards. The connections of the planks of the shell were mainly made with tenons and mortises. During the archaic period, however, connections of planks were made by "sewing": a linen cord was passed through holes (arranged in a tetrahedral pattern), and it was tightened by means of thin timber pegs inserted in the same holes. Except for the archaic period in Greece, the tenons-and-mortises technique was used throughout the Mediterranean Sea during Antiquity. The ship-building principle "shell-first, frames after" was gradually abandoned during the second half of the first millennium C.E., replaced by the construction of a strong skeleton-on-frame first, subsequently covered by a thin and smooth shell nailed on the skeleton.

Βυζαντινός Δρόμων (7^{ος} -14^{ος} αι. μ.Χ.)

Byzantine Dromon (7th -14th c. C.E.)



Κλίμακα: 1:30
Μελέτη - Κατασκευή: Ν. Δραπανιώτης
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ

Scale: 1:30
Design - Construction: N. Drapaniotis
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Ο Δρόμων ήταν βαρύ πολεμικό σκάφος, το κυριότερο πλοίο του Ναυτικού του Βυζαντίου. Οι Δρόμωνες ήταν εφοδιασμένοι με ειδικές μηχανές εκτόξευσης «υγρού πυρός» κατά των εχθρών. Η μορφή τους κατάγεται από τις ελληνικές διήρεις, ενώ οι μεταγενέστεροι Δρόμωνες αποτελούν τους προγόνους των μεσαιωνικών γαλερών. Διέθεταν 100 κουπιά (50 σε κάθε πλευρά), τρεις ιστούς με τετράγωνα και τριγωνικά ιστία, πλήρες κατάστρωμα και υπερυψωμένες κατασκευές σε πλώρη και πρύμνη, ενισχυμένες με μηχανήματα «υγρού πυρός» και καταπέλτες.

The dromon was a heavy warship of the Byzantine Imperial Navy. It was armed with special flame-throwers that fired jets of «Greek fire» at enemy vessels. Developed from the ancient bireme, the dromon eventually evolved into the medieval galley. The dromon was a fully-decked vessel that carried 100 oars (50 to a side), it had three masts with square and triangular sails, and was fitted with superstructures at the bow and stern to house its armory of «Greek fire» and catapults.

ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΑ ΕΡΓΑ BUILDING AND PUBLIC WORKS

Εγκατάσταση υγιεινής στο Ακρωτήρι Θήρας (17^{ος} αι. π.Χ.) Sewage facility at Akrotiri, Thera (17th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:4
Σχεδιασμός: Κ. Παλυβού
Κατασκευή:
Β. Αντωνόπουλος,
Σ. Καμενόπουλος,
Γ. Κανέλλος
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ

Scale: 1:4
Study: C. Palyvou
Construction:
V. Antonopoulos,
S. Kamenopoulos,
G. Kanellos
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Στο ομοίωμα απεικονίζεται τμήμα σπιτιού της πόλης του Ακρωτηρίου, της Ύστερης Εποχής του Χαλκού (17^{ος} αι. π.Χ.), που θάφτηκε κάτω από τις στάχτες του ηφαιστείου. Στον άνω όροφο του σπιτιού διασώθηκε σε άριστη κατάσταση το αποχωρητήριο. Σε εσοχή του τοίχου βρίσκονται δυο κτιστοί πάγκοι. Το κενό ανάμεσά τους αντιστοιχεί σε οπή του πατώματος που αποτελεί το στόμιο κατακόρυφου αγωγού από πήλινους σωλήνες. Μέσω του αγωγού, τα λύματα κατέληγαν σε φρεάτιο έξω από το σπίτι, συνδεδεμένο με το κοινοτικό αποχετευτικό δίκτυο της πόλης. Πλάκες τοποθετημένες κατάλληλα σχημάτιζαν ένα είδος σιφονιού.

The model shows part of the so-called West House of the Late Bronze Age town (17th c. B.C.E.) of Akrotiri, Thera that was buried under the ash of the volcano. On the upper floor there is a perfectly preserved lavatory. Built into a recess in the wall there are two benches, and between them there is a hole in the floor. This is the mouth of a conduit consisting of vertical clay pipes that channel waste into a pit outside the house, itself connected to the main sewerage system of the town. A set of slabs within the pit indicates a rudimentary form of siphon.

Το εργοτάξιο κατασκευής του Παρθενώνος (5^{ος} αι. π.Χ.)

The worksite for the construction of the Parthenon (5th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:16
Σχεδιασμός: Μ. Κορρές
Κατασκευή: Navarino Models
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:16
Based on M. Korres
Construction: Navarino Models
Collection: Herakleidon Museum

Αναπαράσταση του εργοταξίου και του ικρίωματος κατασκευής του Παρθενώνος, έτσι όπως αποδίδεται από τον Μ. Κορρέ στο βιβλίο του "Από την Πεντέλη στον Παρθενώνα", 1994, σελ. 51. Απεικονίζονται ποικίλες τεχνικές επεξεργασίας των μαρμάρινων αρχιτεκτονικών μελών του ναού, σε διαφορετικά στάδια μορφοποίησης, καθώς και οι τρόποι μετακίνησης (ξύλινες ράμπες, έλκυθρα, "εργάτης") και ανύψωσης. Το ξύλινο ικρίωμα στήριζε γεραμούς, τροχαλίες και σχοινιά για την ακριβή τοποθέτηση των αρχιτεκτονικών στοιχείων.

The model represents the worksite and scaffolding for the construction of the Parthenon based on the drawings by M. Korres «From Penteli to the Parthenon», 1994, p. 51. Depicted are various techniques for the treatment of the marble architectural members of the temple, at different stages of their fabrication, as well as the means and methods for their transportation both horizontally (ramps, sledges, etc.) and vertically. The scaffolding supported cranes, pulleys and ropes used for the precise placement of the architectural members.

Προϊστορική κατοικία στο Ακρωτήρι (17^{ος} αι. π.Χ.)

Prehistoric building at Akrotiri, Thera (17th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:20
Σχεδιασμός: Κ. Παλυβού
Κατασκευή: Ι. Γιαννόπουλος
Συλλογή: ΕΔΑΒuT

Scale: 1:20
Study: C. Palyvou
Construction: I. Yiannopoulos
Collection: ΕΔΑΒuT

Πρόκειται για ένα μεγάλο, τριώροφο κτήριο -πιθανότατα δημόσιο- που χρονολογείται στην εποχή του λαμπρού Μινωικού πολιτισμού (17^{ος} αι. π.Χ.). Το κτήριο διατηρήθηκε σε μεγάλο ύψος χάρη στο ηφαιστειακό υλικό που κάλυψε το νησί. Το ομοίωμα αποδίδει τις περίτεχνες κατασκευαστικές τεχνικές της εποχής και την σημαντική συμμετοχή του ξύλου, ιδιαίτερα ως ενίσχυση των τοιχοποιιών. Φαίνεται επίσης ο τρόπος κατασκευής των πατωμάτων και των κλιμακοστασίων, καθώς και τα σύνθετα ξύλινα πλαίσια των πολυάριθμων ανοιγμάτων.

This was a large three story building – probably of public function – dating to the time of the flourishing Minoan civilization in the Aegean (17th c. B.C.E.). The building has survived in an excellent state of preservation, thanks to the volcanic ash that blanketed the island. The model illustrates the sophisticated structural techniques of the period, in which wood played an important role, especially as timber reinforcement within the walls. The model shows the way floors and staircases were built, and the intricate wooden frames of the numerous openings.

Η λεγόμενη “κρήνη του Θεαγένους” στα Μέγαρα (6^{ος} αι. π.Χ.)

The so-called fountain (krene) of Theagenes in Megara (6th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:24
 Σχεδιασμός: N. Hellner
 Κατασκευή: Navarino Models
 Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:24
 Study: N. Hellner
 Construction: Navarino Models
 Collection: Herakleidon Museum

Η κρήνη, χωρητικότητας 350 κ.μ., είναι η μεγαλύτερη ως τώρα στην Ελλάδα και ένα από τα σπουδαιότερα δείγματα αστικής κρήνης του ελλαδικού χώρου. Αποτελεί τον καταληκτικό κόμβο ενός υδρομαστευτικού αγωγού που οδηγούσε το νερό στην πόλη των Μεγάρων. Σύμφωνα με τη μαρτυρία του Πausανία (I, 40, 1) κτίστηκε από τον τύραννο Θεαγένη (6^{ος} αι. π.Χ.). Κατά τις σημερινές απόψεις, χρονολογείται στο πρώτο τέταρτο του 5^{ου} αι. π.Χ.

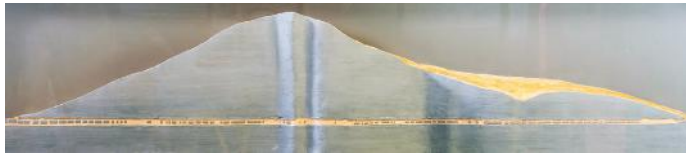
Αποτελείται από δύο ισομεγέθη διαμερίσματα, τα οποία διέθεταν ξεχωριστό αγωγό συρροής υδάτων το καθένα, ώστε σε περίπτωση λειψυδρίας ή καθαρισμού, να είναι δυνατή η αυτόνομη λειτουργία της μίας μόνο πλευράς. Κάθε διαμέρισμα είχε μια λεκάνη συλλογής και μια στενή λεκάνη άντλησης. Στο διαχωριστικό τοίχιο έχουν διατηρηθεί δύο διανοίξεις προς την πλευρά της λεκάνης συλλογής, για την εισροή των υδάτων. Η μια φέρει ίχνη χάλκινου μηχανισμού ρύθμισης της ροής του νερού. Οι λεκάνες έχουν διατηρήσει το κονιάμα σε ύψος 1,37 μ., ενώ ο πυθμένας (περίπου 260 m²) και οι περιμετρικοί τοίχοι επαλείφθηκαν ως το ύψος των 15 εκ. με μία λεπτή στρώση πιθανώς από άσφαλτο, η οποία είχε αναμειχθεί με ζωικό λίπος, τον λεγόμενο σάπωνα του ασβεστίτη, ο οποίος είναι σε μεγάλο βαθμό υδροαπωθητικός, με αποτέλεσμα να αποτρέπει τη δημιουργία αλάτων στην επιφάνεια του κονιάματος.

The krene, with a capacity of 350m³, constitutes the largest and one of the most important examples of public fountain houses in Greece. It forms the end of a water collection system leading water into the city. According to Pausanias (I, 40, 1), it was built by the tyrant Theagenes (6th c. B.C.E.), but recent research dates the fountain house to the first quarter of the 5th c. B.C.E.

The krene is divided into two equal compartments, each equipped with a water conduit and basin, so that one or the other could function autonomously in case of a water shortage or for cleaning purposes. Each compartment consisted of a catchment tank and a narrow basin for water distribution. The dividing wall bears two holes, one of which preserves traces of a bronze mechanism for regulating the flow of water. The basins were plastered and, in order to prevent sinter formation, an additional thin layer of mixed tar and animal fat was applied to the bed of the tank (approx. 260m²) and the perimeter walls up to a height of 15cm.

Το Ευπαλίνειο Όρυγμα (6^{ος} αι. π.Χ.)

The tunnel of Eupalinos (6th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:1000
Σχεδιασμός: Η. Kienast
Κατασκευή: Σ. Καμενόπουλος
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ

Scale: 1:1000
Study: H. Kienast
Construction: S. Kamenopoulos
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Το σύστημα ύδρευσης της πόλης της Σάμου κατασκευάστηκε από τον Μεγαρέα μηχανικό Ευπαλίνο περί τα μέσα του 6^{ου} αιώνα π.Χ. Είναι ένα από τα πλέον αξιόλογα τεχνικά επιτεύγματα του αρχαίου κόσμου. Το πιο σημαντικό τμήμα του είναι η σήραγγα μήκους 1036μ η οποία διανοίχτηκε ταυτόχρονα και από τα δύο άκρα. Η σήραγγα έχει ύψος περίπου 1,80μ και πλάτος 1,80μ και διασχίζει οριζόντια το το σκληρό ασβεστολιθικό πέτρωμα του βουνού. Πύλνοι αγωγοί ύδρευσης ήταν τοποθετημένοι στο εσωτερικό της σήραγγας σε τάφρο πλάτους 0,70μ και με κλίση περίπου 0.4%. Το σύστημα ύδρευσης παρέμεινε σε χρήση περίπου 1000 χρόνια.

The water supply system of the city of Samos was constructed by the engineer Eupalinos from Megara around the middle of the 6th century B.C.E. It is one of the most significant technical achievements of the ancient world. Its most important feature is a tunnel 1036m long that was dug from both ends simultaneously. Running horizontally through the hard limestone of the mountain, the tunnel is approximately 1.80m high and 1.80m wide. Clay water pipes were laid inside the tunnel in a ditch 0.70m wide with a slope of around 0.4%. The water supply system remained in use for about 1000 years.

Το Ευπαλίνειο Όρυγμα - λεπτομέρεια (6^{ος} αι. π.Χ.)

The tunnel of Eupalinos - detail (6th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:20
Σχεδιασμός: Η. Kienast
Κατασκευή: Σ. Καμενόπουλος
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ

Scale: 1:20
Study: H. Kienast
Construction: S. Kamenopoulos
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Ένας βαθύς χάνδακας διανοίχθηκε στη μια πλευρά του ορύγματος, προκειμένου να υποδεχθεί τους κεραμικούς σωλήνες του υδραγωγείου.

A deep trench was excavated in one side of the tunnel, to accommodate the ceramic pipes of the aqueduct.

Δίολκος (6^{ος} αι. π.Χ.) Diolkos (6th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:7500
Σχεδιασμός: Α. Παπαφωτίου
Κατασκευή: Γ. Κανέλλος, Μ. Παπαγεωργίου
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:7500
Study: A. Papafotiou
Construction: G. Kanellos, M. Papageorgiou
Collection: Herakleidon Museum

Ο Δίολκος ήταν πλακόστρωτος δρόμος κατά μήκος του ισθμού της Κορίνθου, μήκους περίπου 6χλμ, που συνέδεε τον Κορινθιακό με τον Σαρωνικό Κόλπο και τα αντίστοιχα λιμάνια του Λέχαιου και των Κεγχρεών. Πάνω του έλκονταν πλοία τοποθετημένα σε κατάλληλα φορεία (ολκούς). Μ' αυτόν τον τρόπο αποφεύγονταν ο περίπλους της Πελοποννήσου. Ο Δίολκος κατασκευάστηκε πιθανώς κατά τον 6^ο αι. π.Χ., φαίνεται δε ότι βρισκόταν σε λειτουργία μέχρι τον 12^ο αι. μ.Χ.

The Diolkos was a paved road crossing the Isthmus of Corinth (about 6km long) connecting the Corinthian Gulf to the Saronic Gulf and the corresponding harbors of Lechaion and Kenchreai. It was used to transfer boats from one sea to the other by pulling them on special carriers (called an olkos), thus avoiding the need to circumnavigate the Peloponnese. The Diolkos was probably constructed in the 6th c. B.C.E. and remained in use until the 12th c. C.E.

Δίολκος - λεπτομέρεια (6^{ος} αι. π.Χ.) Diolkos - detail (6th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:72
Σχεδιασμός: Α. Παπαφωτίου
Κατασκευή: Γ. Κανέλλος, Μ. Παπαγεωργίου
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:72
Study: A. Papafotiou
Construction: G. Kanellos, M. Papageorgiou
Collection: Herakleidon Museum

Εδώ απεικονίζεται ένα εμπορικό πλοίο να μεταφέρεται επί της οκτατρόχου ολκού, κατά μήκος του Δίολκου.

Here a commercial ship is shown, carried on an eight-wheeled "olkos" along the Diolkos.

Εκτροπή του χειμάρρου της Τίρυνθος (13^{ος} αι. π.Χ.)

The Tiryns dam (13th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:7500
Σχεδιασμός: J. Knauss
Κατασκευή: Γ. Κανέλλος,
Μ. Παπαγεωργίου
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:7500
Study: J. Knauss
Construction: G. Kanellos,
M. Papageorgiou
Collection: Herakleidon Museum

Η εκτροπή του χειμάρρου της Τίρυνθος στην κοίτη του Αγίου Αδριανού λειτουργεί μέχρι σήμερα, ακριβώς όπως την είχαν σχεδιάσει και εκτελέσει οι Μυκηναίοι τον 13^ο αι. π.Χ. για να αποτρέψουν την καταστροφή από πλημμύρες της κάτω πόλης της προϊστορικής Τίρυνθος.

Το φράγμα εκτροπής είχε μήκος περίπου 100μ, πλάτος 3,50-4,00μ., και έφερε επένδυση από μεγάλους ογκόλιθους οι οποίοι σχημάτιζαν βαθμιδωτό ανάλημμα ύψους 8-10μ. Μιά τεχνητή διώρυγα μήκους 1,5 χλμ. μετέφερε τα νερά σε γειτονική κοίτη. Η επέμβαση επέτυχε την εκτροπή κι άλλων παραποτάμων, πέραν του βασικού χειμάρρου.

The earthworks diverting a seasonal torrent near Tiryns to the Hagios Adrianos river bed are still in use to this day, exactly as they were designed and executed by the Mycenaeans in the 13th c. B.C.E. in order to protect the lower city of prehistoric Tiryns from flooding.

The diversion earth dam was approximately 100m long and 3.50-4.00m wide, and was lined with large stone blocks forming a stepped retaining wall 8-10m high. An artificial canal 1.5 km long channeled the water to a nearby stream bed. Apart from the main torrent, the earthworks also collected water from several tributaries.

Η αποστράγγιση της Κωπαΐδας (14^{ος} αι. π.Χ.)

Drainage of lake Kopais
(14th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:20.000
Σχεδιασμός βασισμένο σε: J. Knauss
Γραφιστική αναπαράσταση: Φ. Μπέλιου
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:20.000
Study and Design based on: J. Knauss
Graphic design: F. Belliou,
Collection: Herakleidon Museum

Οι μεγάλης κλίμακας εργασίες αποστράγγισης στην Κωπαΐδα, εκτελέστηκαν κατά τη Μυκηναϊκή εποχή, (14^ο αι. π.Χ.) από τους Μινύες, Μυκηναϊκό φύλο της περιοχής του Ορχομενού. Τα νερά των ποταμών και χειμάρρων που πλημμύριζαν την πεδιάδα, οδηγούνταν σε ένα σύστημα καναλιών πλάτους 40-60 μέτρων, περιμετρικά της προς αποστράγγιση περιοχής. Τα νερά οδηγούνταν από εκεί, σε φυσικές καταβόθρες. Αργότερα, κατασκευάσθηκε όρυγμα μήκους 2.230 μέτρων.

The enormous drainage works at Kopais were constructed during the Mycenaean era (14th c. B.C.E.). The waters of rivers and torrents that flooded the plains were channeled through canals 40-60 m wide, running around the drained area; the waters were carried away through numerous cesspits. An additional tunnel, 2,230 m. long, was constructed later on.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

MEASUREMENT OF TIME AND DISTANCES

Με την εξέλιξη του Πολιτισμού, πολύ γρήγορα οι άνθρωποι αισθάνθηκαν την ανάγκη να μετρήσουν τον χρόνο, για ποικίλους κοινωνικούς κι αργότερα για επιστημονικούς λόγους.

Η αναφορά στη θέση του ήλιου στο στερέωμα ήταν η πρώτη μέθοδος προσδιορισμού του χρόνου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Κι αυτή η ποιοτική «μέτρηση» οδήγησε αργότερα στην εφεύρεση των ηλιακών ωρολογιών. Δεν επρόκειτο όμως για μια αντικειμενική μέτρηση του χρόνου καθαυτόν: η μέτρηση αυτή επιτεύχθηκε μόνον χάρις στις κλεψύδρες και τα υδραυλικά ωρολόγια (τα «υδρεία ωροσκοπεία» των αρχαίων Ελλήνων), για να γίνει ακόμα αντικειμενικότερη και ακριβής με τα ωρολόγια μέσω οδοντωτών τροχών, όπως σώζονται στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

The progress of civilization brought about the need to calculate time for social reasons and, later on, for scientific purposes. Reference to the position of the sun in the sky was the first method used to define time during the day. This qualitative measurement lead eventually to the invention of sundials. This, however, was not an objective measurement of real time: such measurement came later, thanks to the clepsydra and the water clocks (the «hydreia horoskopeia» of the ancient Greeks) and was to become even more objective and accurate with the use of gear wheels, such as those preserved in the Antikythera Mechanism.

Ωρολόγιον του Ανδρόνικου Κυρρήστου (2^{ος} αι. π.Χ.)

The Horologion of Andronikos Kyrrhestes (2nd c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:13
Κατασκευή: Η. Σαρακασίδης
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:13
Construction: H. Sarakasides
Collection: Herakleidon Museum

Το Ωρολόγιον του αρχιτέκτονα/αστρονόμου Ανδρόνικου Κυρρήστου είναι ένας οκταγωνικός μαρμάρινος πύργος, ύψους 14μ., ο οποίος είναι διακοσμημένος με ανάγλυφες παραστάσεις που απεικονίζουν τους οκτώ κυριότερους ανέμους. Χρονολογείται στα τέλη του 2^{ου} αι. π.Χ. και πιθανολογείται ότι δωρήθηκε στην Αθήνα από τους Ατταλίδες βασιλείς της Περγάμου. Στις οκτώ πλευρές του οικοδομήματος είναι επίσης χαραγμένα ηλιακά ωρολόγια. Ένα κυλινδρικό παράρτημα του κτιρίου λειτουργούσε ως δεξαμενή νερού, η οποία τροφοδοτούσε μέσω αγωγών έναν μηχανισμό στο εσωτερικό του κτιρίου. Ο μηχανισμός αυτός ενδέχεται να ήταν ένα περίτεχνο υδραυλικό ωρολόγιον του οποίου όμως η λειτουργία δεν θα απαιτούσε τόσο μεγάλες παροχές νερού, ούτε τόσο μεγάλη πίεση. Κατά νεώτερη ερμηνεία του H.J. Kienast (2014), ο μηχανισμός αυτός κινούσε ένα ομοίωμα ουράνιας σφαίρας που βρισκόταν κοντά στο δάπεδο του κτιρίου. Άλλωστε, υπάρχουν ενδείξεις, ότι η εσωτερική οροφή του ήταν χρωματισμένη γαλάζια και περιλάμβανε και ζωγραφισμένες χρυσές θέσεις αστέρων. Αν δεχθούμε την ερμηνεία του Kienast, τότε (εκτός από τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων) διαθέτουμε άλλη μία Ελληνιστική κατασκευή Πλανηταρίου.

The Horologion of the architect/astronomer Andronikos Kyrrhestes is an octagonal tower made of marble, 14m high. It is decorated with reliefs depicting personifications of the eight main winds and has sundials etched on all sides. It was built in the late 2nd c. B.C.E. and it may have been donated to Athens by the Attalide kings of Pergamos.

It has been assumed that this mechanism was a sophisticated water clock. Its function, however, would not have required such quantities of water nor such pressure. According to a new interpretation by H.J. Kienast (2014) this mechanism mobilized a celestial sphere located near the floor. On the ceiling inside the building there are traces of blue color and golden painted stars. If the interpretation put forth by Kienast is correct, then (apart from the Antikythera Mechanism) this is yet another Hellenistic example of a planetarium.

Ηλιακό ωρολόγιο από το Κούριον της Κύπρου

Sundial from Kourion, Cyprus



Κλίμακα: 1:1
 Σχεδιασμός: Χ. Κανελλόπουλος
 Κατασκευή: Θ. Γκριτζάπης (εκμαγείο), Π. Κωνσταντόπουλος (ψηφιακή προσομοίωση)
 Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:1
 Study: Ch. Kanellopoulos
 Construction: Th.Gritzapis (cast), P. Konstantopoulos (digital rendering)
 Collection: Herakleidon Museum

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή ηλιακών ωρολογίων του τύπου “σκάφιον” ήταν αρκετά πολύπλοκος και δεν είναι τυχαίο ότι διάσημοι μαθηματικοί, όπως ο Απολλώνιος από την Πέργη, ασχολήθηκαν με αυτά. Με τέτοια ωρολόγια μπορούσε κανείς να διαβάσει όχι μόνον την ώρα, αλλά ακόμα και την ημερομηνία μέσω της σκιάς της βελόνης (γνώμων). Οι γραμμές των τόξων στην κοίλη επιφάνεια αντιστοιχούν στις ημερομηνίες αλλαγής των αρχαίων μηνών, δηλαδή στην 22^η ημέρα των μηνών του σύγχρονου ημερολογίου. Οι ευθείες γραμμές που συναντώνται σε θεωρητικό σημείο κοντά στην κορυφή του σκάφιου (σκάφη), αντιστοιχούν σε ώρες της ημέρας. Έτσι, η διάρκεια της ημέρας διαιρούνταν σε 12 ίσους τομείς – ώρες. Ο σχεδιασμός του κοίλου μέρους πραγματοποιούνταν βάσει ενός θεωρητικού κώνου.

Ένα ακριβές σκάφιον ωρολόγιον πρέπει να είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε η κλίση της βάσης του κώνου ως προς την κατακόρυφο, να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της θέσης όπου αυτό θα λειτουργεί.

To design and construct a sundial of the “skafion” type was a difficult task and it is no wonder that it attracted the attention of famous mathematicians such as Apollonios of Perge. With such sundials, one could read not only the time but also the date, with the aid of the shadow of the needle (gnomon). The arcs engraved on the concave surface correspond to the dates at the beginning of each month in antiquity; that is, to the 22nd day of the month according to the current calendar. The straight lines meet, theoretically, at the apex of the skafion and correspond to the hours of the day. Thus, the duration of the day is divided in 12 equal sectors - hours. The design of the concave part was based on a theoretical cone. A precise skafion must be designed so that the inclination of the base of the cone with regard to the perpendicular is equal to the latitude for which it has been designed to perform.

Το ξυπνητήρι του Πλάτωνος (4^{ος} αι. π.Χ.) Plato's alarm clock (4th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:1
Σχεδιασμός: Δ. Καλλιγερόπουλος
Κατασκευή: Μ. Κοτσαμπασόγλου, Π. Βασιλειάδης
Συλλογή: ΕΔΑΒuT

Scale: 1:1
Study: D. Kalligeropoulos
Construction: M. Kotsabatsoglou, P. Vasileiadis
Collection: ΕΔΑΒuT

Σύμφωνα με τις μελέτες του καθηγητή Hermann Diels, που στηρίζονται στην αναφορά του Αριστοκλή, μουσικολόγου του 2^{ου} αι. π.Χ., το ωρολόγιο αυτό έχει τη μορφή μιας μεγάλης κλεψύδρας. Αποτελείται δηλαδή από δύο κατακόρυφα δοχεία και μία στεγανή κοίλη βάση, συνδεδεμένα μεταξύ τους με υδραυλικό σιφώνιο. Τα δοχεία και η βάση είναι χάλκινα, εξελασμένα στον τόρνο. Η στεγανή βάση διαθέτει χάλκινη σωληνοειδή σύριγγα (σφυρίχτρα) ικανή να παράγει οξύ ήχο σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα από τη στιγμή ενεργοποίησης του μηχανισμού, μέσω μιας μικρής μπρούτζινης στρόφιγγας.

The clock is in the form of a large klepsydra. It consists of two vertical tubes and a waterproof concave base, connected to a hydraulic siphon. The tubes and the base are made of metal, manufactured on a lathe. The waterproof base has a bronze syringe (whistle) that can produce an acute sound at predefined intervals, after the mechanism is activated by a means of a small bronze tap.

Υδραυλικά ωρολόγια τύπου Κλεψύδρας (4^{ος} αι. π.Χ.) Water clock - Klepsydra (4th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:1
Σχεδιασμός: Δ. Καλλιγερόπουλος
Κατασκευή: Δ. Καλλιγερόπουλος, Π. Βασιλειάδης, Β. Καπάρος
Συλλογή: ΕΔΑΒuT

Scale: 1:1
Study: D. Kalligeropoulos
Construction: D. Kalligeropoulos, P. Vasileiadis, V. Kaparos
Collection: ΕΔΑΒuT

Η Κλεψύδρα ήταν το πρώτο όργανο μέτρησης του χρόνου ομιλίας στις δημόσιες δίκες στην αρχαιότητα. Αποτελούνταν από ορθογώνια δεξαμενή με λεπτό κρουνό για την εκροή του νερού και διέθεταν πλωτήρα, κανόνα και δείκτη για την επίδειξη των ωρών σε κατακόρυφη στήλη. Λόγω της μεταβολής της ροής του νερού, η κλίμακα των ωρών στις υδραυλικές κλεψύδρες δεν ήταν γραμμική.

Klepsydra was the first instrument for measuring time during public speeches or in court. It consists of a rectangular tank with a small nozzle for the discharge of water. A pointer connected to a float indicated the time on a vertical panel. Due to the variable speed of the flow of the water, the scale on the panel was obviously non-linear.

Υδραυλικό Ωρολόγιο του Κησιβίου (3^{ος} αι. π.Χ.)

Ktesibios' water clock (3rd c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:1
Σχεδιασμός:
Δ. Καλλιγερόπουλος
Κατασκευή:
Μ. Κοτσαμπασόγλου,
Π. Βασιλειάδης
Συλλογή: ΕΔΑΒuT

Scale: 1:1
Study: D. Kalligeropoulos
Construction:
M. Kotsabatsoglou,
P. Vasileiadis
Collection: ΕΔΑΒuT

Το ωρολόγιο αυτό (Κησιβίος 308-246 π.Χ.) διαθέτει δεξαμενή νερού και μηχανισμό ελέγχου στάθμης και ροής, με κωνική υδραυλική δικλείδα, ώστε να εξασφαλίζεται η γραμμική του λειτουργία. Η κατασκευή διαθέτει επίσης χάλκινο δοχείο ύδατος, μέσα στο οποίο κινείται μεταλλικός πλωτήρας με δείκτη, ο οποίος δείχνει τις ώρες πάνω σε ξύλινο κύλινδρο. Στον κύλινδρο αυτόν είναι χαραγμένες διαφορετικές κλίμακες των ωρών για τους διάφορους μήνες του έτους.

Ktesibios (308-246 B.C.E.) was the first to construct a water clock equipped with a conical hydraulic valve that ensures the steady and linear operation of the clock. A float in a bronze water vessel holds a pointer that indicates the hours engraved on a wooden cylinder. The hours appear in different scales, according to the month of the year. A timekeeper fills the tank with water once a day and sets the cylinder to the proper date.

Φορητό ηλιακό ωρολόγιο από τους Φιλίππους

Portable sundial from Filippo



Κλίμακα: 1:1
Σχεδιασμός - Κατασκευή: Δ. Κριάρης
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:1
Study - Construction: D. Kriaris
Collection: Herakleidon Museum

Μοναδικό στο είδος του ηλιακό ωρολόγιο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την κατά προσέγγιση μέτρηση των γεωγραφικών πλατών και αζιμουθίων και ζενιθίας απόστασης αστέρων. Βρέθηκε στους Φιλίππους και χρονολογείται στο 250 με 350 μ.Χ. Αποτελείται από τρεις αρθρωτούς δακτυλίους: ο μεσαίος έχει δύο χωριστούς ημιδακτυλίους και φέρει επιγραφές με τα ονόματα των μηνών και τεσσάρων πόλεων: Αλεξάνδρεια, Ρόδος, Ρώμη, Ουιέννη. Ήταν κατασκευασμένος έτσι ώστε να χρησιμοποιείται σε διαφορετικά, αλλά καθορισμένα γεωγραφικά πλάτη αυτών των τεσσάρων συγκεκριμένων πόλων.

A unique sundial also used for approximate calculation of latitudes, azimuths and star heights. It is dated to the period between 250 and 350 C.E. It consists of three joined rings: the middle one consists of two separate semi-rings and bears inscriptions with the names of the months and four cities: Alexandria, Rhodes, Rome, Vienna. The instrument was designed to function at the latitudes of these four specific cities.

Οδόμετρο του Ήρωνος (1^{ος} αι. π.Χ. - 1^{ος} αι. μ.Χ.) Heron's Odometer (1st c. B.C.E. - 1st c. C.E.)



Κλίμακα: 1:1
Σχεδιασμός - Κατασκευή: Δ. Κριάρης
Συλλογή: ΕΔΑΒΥΤ

Scale: 1:1
Study - Construction: D. Kriaris
Collection: ΕΔΑΒΥΤ

Αποτελείται από ένα σύμπλεγμα οδοντωτών τροχών οι οποίοι μετατρέπουν την κίνηση του τροχού ενός άρματος σε μονάδες μέτρησης του μήκους. Οι τρεις δίσκοι στο πάνω μέρος του οδόμετρου καταγράφουν σε μονάδες μήκους την διανυθείσα απόσταση. Το ομοίωμα του άρματος είναι μικρότερο του φυσικού μεγέθους, ενώ ο μηχανισμός του οδόμετρου μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι σε φυσικό μέγεθος, αφού είναι δυνατόν να προσαρμοστεί και σε μεγαλύτερο όχημα. Η κατασκευή βασίστηκε στην περιγραφή του Ήρωνος (1^{ος} αι. μ.Χ.).

This device was used to measure distances. It consists of a set of toothed wheels and interminable screws converting the movement of the wheels of the vehicle into units of length. The three discs on the upper surface of the odometer record the distance covered in units of length. While the vehicle is a scale model, the odometer can be considered as full size, since it can be matched to any vehicle. This construction was based on the description given by Heron (1st c. C.E.).

ΜΗΧΑΝΙΚΗ

MECHANICAL ENGINEERING

Η αιολόσφαιρα του Ήρωνος

The sphere of Aeolus or Aeolopile



Κλίμακα: 1:1
Σχεδιασμός: Δ. Καλλιγερόπουλος
Κατασκευή: Δ. Ποτούριδης
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ

Scale: 1:1
Study: D. Kalligeropoulos
Construction: D. Potouridis
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Αξιοποιεί την πίεση του ατμού και τη μετατρέπει σε κινητήρια περιστροφική δύναμη. Ο ατμός που παράγεται μέσα στο λέβητα διοχετεύεται με σωλήνα παροχής στη σφαίρα και στη συνέχεια εκτοξεύεται από δύο ακροφύσια με πίεση η οποία, λόγω της αντιθετικής διάταξης των ακροφυσίων, προκαλεί κινητήρια ροπή. Ο μηχανισμός αυτός αποτελεί αναμφίβολα τον πρόδρομο της ατμομηχανής. (Το έκθεμα περιλαμβάνει στοιχεία σύγχρονης κατασκευής. Προφανώς η πηγή ισχύος είναι επίσης σύγχρονη).

Heron's Aeolopile exploits the pressure of vapor, converting it into motive rotary force. The steam produced in the boiler is directed through pipes into the sphere and is then ejected under pressure through two nozzles in opposite directions, causing the sphere to spin. It is considered a precursor of the steam engine; only a simple chain-belt should be added, in order to transfer the rotary motion to a pump. (The model exhibited here includes components of modern construction. The source of power is obviously also modern).

Μηχανισμός ανύψωσής (5^{ος} αι. π.Χ.) Hoisting mechanism (5th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:4
Σχεδιασμός: Μ. Κορρές
Κατασκευή: Γ. Εξηντάρης
Συλλογή: ΕΔΑΒuT

Scale: 1:4
Study: M. Korres
Construction: G. Exintaris
Collection: ΕΔΑΒuT

Τα βασικά μέρη ενός γερανού είναι ο ιστός, το πολύσπαστο - παλάγκο και το βαρούλκο. Το βαρούλκο είναι ένα τύμπανο ή ένας άξονας με μηχανισμό περιέλιξης. Προορισμός του είναι να αποτελεί μέρος του μηχανισμού ανύψωσης των δομικών στοιχείων, αλλά χρησιμοποιήθηκε και για την ανύψωση ή την ταπείνωση του ιστού κατά την εγκατάσταση ή απεγκατάσταση του γερανού.

The principal components of a crane are the mast, the block-and-tackle and the winch. The winch, a drum or a shaft with a winding apparatus, was essentially intended as part of the hoisting mechanism, but it was also useful in the raising and lowering of the mast when the crane was being installed or dismantled.

Η εμβολοφόρος αντλία του Κτησιβίου (3^{ος} αι. π.Χ.)

Ktesibios' pump (3rd c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:1
Σχεδιασμός - Κατασκευή: Δ. Κριάρης
Συλλογή: ΕΔΑΒuT

Scale: 1:1
Study - Construction: D. Kriaris
Collection: ΕΔΑΒuT

Η εμβολοφόρος αντλία του Κτησιβίου θεωρείται μία από τις σημαντικότερες μηχανολογικές εφευρέσεις για την άντληση νερού, η οποία βρίσκεται εφαρμογές εδώ και 23 αιώνες. Αποτελείται από δύο όμοιους κυλίνδρους, οι οποίοι στο εσωτερικό τους φέρουν έμβολα που κινούνται παλινδρομικά με τη βοήθεια μοχλού. Η κίνηση των εμβόλων δημιουργεί κενά αέρος και αναρρόφηση νερού, το οποίο μέσω σωλήνα μεταφέρεται έξω από τον χώρο όπου είναι βυθισμένη η αντλία.

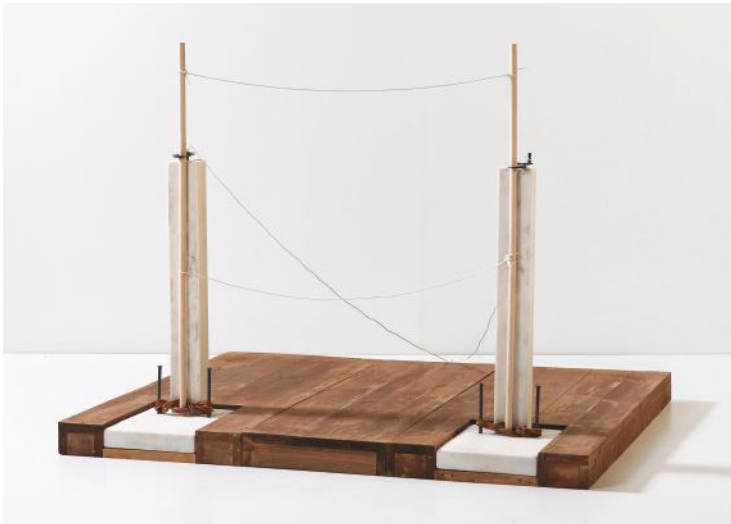
Ktesibios' pump is among the most important mechanical inventions for pumping water, still used today. It consists of two identical hollow cylinder reservoirs, within which pistons can reciprocate smoothly. When a piston is pushed down, appropriate valves allow water to come up into a hose-pipe, channeling it out.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΙΣ ΤΕΧΝΕΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ

TECHNOLOGY IN ARTS AND SPORTS

Ύσπληγξ, μηχανισμός εκκίνησης αγώνων δρόμου (4^{ος} αι. π.Χ.)

Hysplex, race starting mechanism (4th c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:1
Σχεδιασμός - Κατασκευή: Δ. Καλλιγερόπουλος
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ

Scale: 1:1
Study - Construction: D. Kalligeropoulos
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Η ύσπληγξ ήταν μηχανισμός που τοποθετείτο μπροστά από τη γραμμή έναρξης αγώνων δρόμου για να αποτρέψει την πρόωρη εκκίνηση των δρομέων. Αποτελείται από δύο οριζόντια σχοινιά τα οποία συγκρατούνται από κατακόρυφους πασσάλους. Το σύστημα ελευθερωνόταν με την βοήθεια στρεπτικών ελατηρίων και έπιπτε απότομα, εξασφαλίζοντας την ταυτόχρονη εκκίνηση των δρομέων. Οι μηχανισμοί αυτοί ήταν προσαρτημένοι σε λίθινες βάσεις, κατάλοιπα των οποίων έχουν αναγνωρισθεί σε τέσσερα αρχαία ελληνικά στάδια.

Hysplex was a device placed in front of the starting line so as to prevent untimely starting of the sprinters. It consisted of two horizontal ropes held by vertical wooden poles that were released abruptly by torsional springs, thus securing the simultaneous start of the sprinters. These mechanisms were placed on stone bases, remnants of which have been identified in four ancient Greek stadia.

Χύτευση μπρούτζινου αγάλματος με τη μέθοδο του «χαμένου κεριού»

Phases of smelting bronze statues with the «lost wax» method



Κλίμακα: 1:4
Σχεδιασμός - Κατασκευή: Δ. Καλλιγερόπουλος
Χύτευση: Β. Καπαρός
Συλλογή: ΕΔΑΒυΤ

Scale: 1:4
Study - Construction: D. Kalligeropoulos
Moulding: V. Kaparos
Collection: ΕΔΑΒυΤ

Τα ομοιώματα παριστούν τη διαδικασία κατασκευής μπρούτζινων αγαλμάτων με την τεχνική του «χαμένου κεριού».

1. Κατασκευάζεται πήλινο ομοίωμα πάνω σε ξύλινο σκελετό.
2. Καλύπτεται με λεπτό στρώμα κεριού.
3. Προστίθενται κέρινοι σωλήνες, το δε σύνολο καλύπτεται με χώμα.
4. Το ομοίωμα, ενσωματωμένο στον πηλό, θερμαίνεται. Το λιωμένο κέρι αφήνει κενά τα οποία συμπληρώνονται με μπρούτζο.
5. Απομακρύνονται οι σωλήνες και γίνεται η τελική επεξεργασία.

1. A clay model is built upon a wooden skeleton.
2. The model is covered with a thin layer of wax.
3. Wax tubular extensions are added, and the whole model is covered with earth.
4. The model, embedded in clay, is heated. As the wax melts away, the empty spaces left behind are filled with bronze.
5. The extensions, now of bronze, are removed and the statue is finished.

Το άγαλμα του Μαραθώνα (4^{ος} αι. π.Χ.)

Statue from Marathon (4th c. B.C.E.)



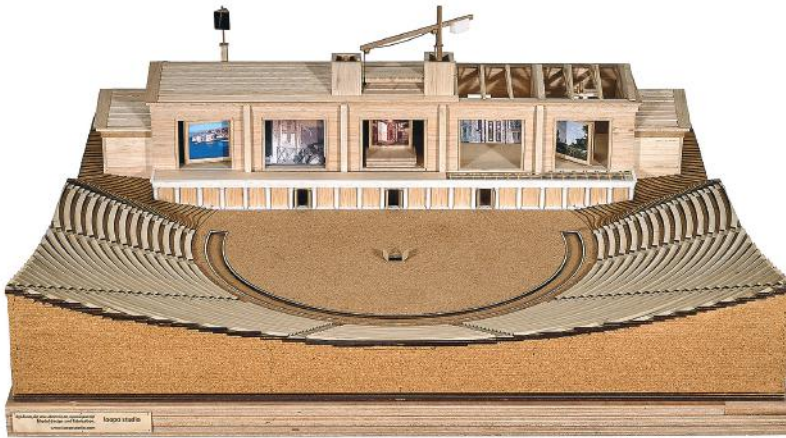
Κλίμακα: 1:1
Κατασκευή: Η. Σαρακασίδης
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:1
Construction: H. Sarakasides
Collection: Herakleidon Museum

Ένα παράδειγμα κατασκευής μπρούτζινου αγάλματος (δείτε τις φάσεις χύτευσης με την τεχνική του «χαμένου κεριού») το οποίο αναπαριστά έναν νεαρό αθλητή. Θεωρείται ως ένα αριστούργημα της κλασικής περιόδου.

An example of casting bronze statues (see Phases of smelting bronze statues with the 'lost wax' method) which represents a young athlete. It is considered one of the masterpieces of the classical period.

Τεχνολογία αρχαίου ελληνικού θεάτρου (3^{ος} αι. π.Χ.) Technology of the ancient Greek theatre (3rd c. B.C.E.)



Κλίμακα: 1:50
Σχεδιασμός: Γ. Καραδέδος
Κατασκευή: Μ. Βελένης
Συλλογή: Μουσείο Ηρακλειδών

Scale: 1:50
Study: G. Karadedos
Construction: M. Velenis
Collection: Herakleidon Museum

Η σκηνογραφία αποδίδεται από τον Αριστοτέλη στον Σοφοκλή. Με τη βοήθεια της προοπτικής συνδυάζονταν γραμμές της εικόνας των σκηνικών με πραγματικά στοιχεία του σκηνικού οικοδομήματος για να δημιουργηθεί η ψευδαίσθηση αληθινών κτηρίων.

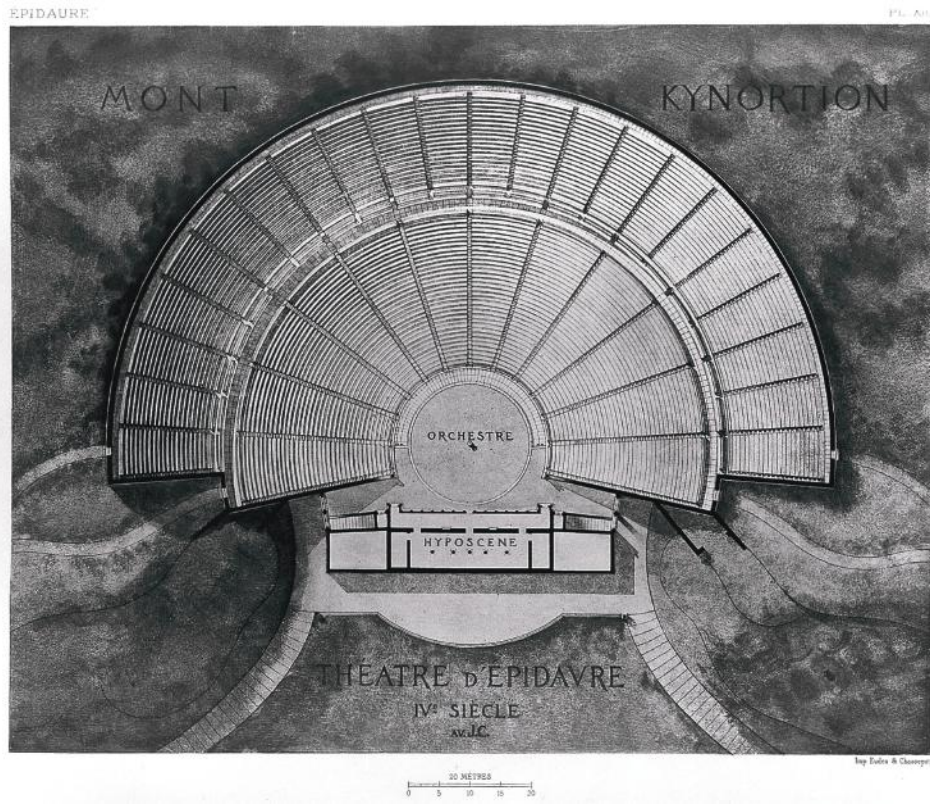
Ο Βιτρούβιος αναφέρει τρία είδη σκηνικών, το «τραγικό», το «κωμικό» και το «σατυρικό», τα οποία αντιστοιχούν στα τρία είδη του δράματος, την τραγωδία, την κωμωδία και το σατυρικό δράμα.

Η τέλεση θεατρικών αγώνων με τρεις, τουλάχιστον, παραστάσεις την ίδια ημέρα, οδήγησε στην εξεύρεση λύσεων για τη γρήγορη και ανώδυνη αλλαγή των σκηνικών παρουσία των θεατών. Η χρήση «καταβλημάτων», δηλαδή ζωγραφισμένων υφασμάτων πετασμάτων, τυλιγμένων πίσω από τα υπέρθυρα των θυρών της σκηνής, τα οποία έπεφταν το ένα μπροστά από το άλλο, έδιναν αυτή τη δυνατότητα. Στο αρχαίο θέατρο του Δίου, της ιερής πόλης των Μακεδόνων, τεκμηριώνονται οι περισσότεροι από τους θεατρικούς μηχανισμούς, οι οποίοι μας είναι γνωστοί από τις γραπτές πηγές

Aristotle attributes scenography to Sophocles. Using perspective drawing, lines drawn on the stage sets merged with actual elements of the stage building to create the illusion of real buildings.

Vitruvius mentions three types of scenery: the «tragic», the «comic» and the «satyric», corresponding to the three types of drama, tragedy, comedy, and satyric drama.

The fact that theatrical competitions included at least three performances in the same day led to inventions to facilitate the fast and easy change of scenery in the presence of the audience. One such solution was the use of «katablemata», i.e. painted curtains rolled up behind the lintels of the stage doors that could unfurl one after the other. Many of the theatrical mechanisms known to us from Greek literature can be attested at the ancient theatre of Dion, the holy city of the Macedonians.



Η πηγή του/Source of reconstruction plan Epidaurus:
<https://wellcomecollection.org/works/pjq2zf9x>
Έχει σχεδιαστεί από τον/ designed by Alphonse Defrasse.

«Η Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία αποτελεί θεμελιώδη συνιστώσα του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού - πολύ δε περισσότερο που διέθετε ήδη μια διαλεκτική σχέση με την επιστήμη και τις τέχνες». Θ.Π. Τάσιος

«Ancient Greek Technology is a fundamental component of ancient Greek Civilization - so much so, since it had already established a strong dialectic relationship with Science and Arts». T.P. Tasios



ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ
ΑΡΧΑΙΟΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΒΥΖΑΝΤΙΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΔΑΒυΤ