

Γνώμονες-Ηλιακά ρολόγια-Κλεψύδρες-Αμμοτά Όργανα μέτρησης του χρόνου κατά την αρχαιότητα

Στράτος Θ. Θεοδοσίου-Μάνος Δανέζης

Επίκουροι καθηγητές Αστροφυσικής
Πανεπιστημίου Αθηνών

Η γνωμονική είναι ο αρχαιότερος κλάδος της Πρακτικής Αστρονομίας. Ασχολείται με την κατασκευή και τις ιδιότητες των γνώμωνων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό διαφόρων αστρονομικών στοιχείων. Κυρίως, όμως η γνωμονική είναι η τέχνη της κατασκευής ηλιακών ρολογιών που συνίσταται:

α. στη χάραξη της μεσημβρινής γραμμής (ωρική γραμμή της μεσημβρίας)

β. Στην τοποθέτηση του γνώμονα κατά τη διεύθυνση του άξονα του κόσμου, και

γ. Στη χάραξη των υπολοίπων ωρικών γραμμών.

Στην αστρονομική κοινότητα θεωρούμε πολύ σημαντικό το γεγονός, ότι οι αρχαίοι λαοί, που ανέπτυξαν σπουδαίους πολιτισμούς, ανέπτυξαν την τέχνη της γνωμονικής προσδιορίζοντας, με πολύ απλές μεθόδους και απλούστατα όργανα, σημαντικά αστρονομικά φαινόμενα.

Ας δούμε όμως την πορεία της εξέλιξης της τέχνης της γνωμονικής.

Οι παλαιότερες ανεπτυγμένες πολιτισμικά κοινωνίες —ειδικότερα οι Κινέζοι, Αιγύπτιοι, Βαβυλώνιοι, Χαλδαίοι κ.ά.— αρχικά με τη βοήθεια ενός κατακόρυφου στύλου, κατόρθωσαν να χαράξουν τη *μεσημβρινή γραμμή* (διεύθυνση βορρά-νότου) και απ' αυτήν να καθορίσουν και τα άλλα σημεία του ορίζοντα. Η μεσημβρινή γραμμή, υποδεικνύεται από τη σκιά του γνώμονα τη στιγμή που έχουμε μεσημέρι. Στη συνέχεια προσδιόριζαν τις ισημερίες, τις τροπές, τη διάρκεια του τροπικού έτους και τη λόξωση της εκλειπτικής —τη γωνία που σχηματίζει το επίπεδο της φαινόμενης ετήσιας πορείας του Ήλιου με τον ουράνιο ισημερινό— την απόκλιση του Ήλιου και τελικά κατόρθωσαν να κατασκευάσουν τα πρώτα *ηλιακά ρολόγια*, που μετρούσαν τον αληθινό ηλιακό χρόνο, εφ' όσον η κίνηση της σκιάς του γνώμονα αναπαριστά την πορεία του Ήλιου και επιτρέπει τη διαίρεση της μέρας σε ίσα μέρη.

Με την πάροδο των χρόνων, οι αρχαίοι αστρονόμοι κατενόησαν ότι για να μετατοπίζεται ομοιόμορφα η σκιά του στύλου πάνω στο οριζόντιο επίπεδο, θα έπρεπε να τον κλίνουν κατά γωνία ίση με το γεωγραφικό πλάτος (φ) του τόπου, σε σχέση με την πλάκα του ηλιακού ρολογιού. Με την κλίση αυτή πετύχαιναν να παραμένει ο δείκτης του ηλιακού ρολογιού παράλληλος προς τον άξονα της ουράνιας σφαίρας και έτσι η απλή διεύθυνση της σκιάς προσδιόριζε άμεσα την ώρα.

Αυτή ακριβώς η κλίση του στύλου ως προς το οριζόντιο επίπεδο δημιούργησε την έννοια του *γνώμονα* ($\text{γνώμων} = \text{γωνιόμων} = \text{ο μετρών τη γωνία } \varphi$), όπως τον γνωρίζουμε από την Ευκλείδεια Γεωμετρία: εκείνο, δηλαδή, το γεωμετρικό όργανο, που έχει τη μορφή ορθογωνίου τριγώνου και η μία από τις άλλες γωνίες του είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου στον οποίο χρησιμοποιείται. Αυτό σημαίνει, για την ακρίβεια, ότι ο κάθε τόπος θα έχει και έναν δικό του χρησιμοποιούμενο γνώμονα.

Ο γνώμονας, το αρχαιότερο αστρονομικό όργανο, είναι συγχρόνως και ένα πανάρχαιο μυστηριακό σύμβολο. Ο Όσιρις, κριτής των νεκρών εικονίζεται να κρατά γνώμονα, ενώ οι Πυθαγόρειοι θεωρούσαν τον γνώμονα μέτρον του χώρου, του χρόνου και των αριθμών. Αργότερα, αποτέλεσε σύμβολο των Τεκτόνων, έμβλημα της ηθικής, της ευθύτητας, του δικαίου, της σοφίας και της συνείδησης.

Οι Αρχαίοι Αιγύπτιοι φαίνεται ότι γνώριζαν τη χρήση του γνώμονα ήδη από το 2000 π.Χ. και χρησιμοποιώντας τον προσδιόρισαν τη μεσημβρινή γραμμή, κατασκεύασαν ηλιακά ρολόγια, με τα οποία μέτραγαν ώρες άνισης διάρκειας, και μόνον μ' αυτό το απλό όργανο κατόρθωσαν να μετρήσουν τη φαινόμενη διάμετρο του Ήλιου και της Σελήνης με καλή προσέγγιση.

Σημειώνουμε ότι οι αρχαίοι αιγυπτιακοί οβελίσκοι, πολλοί από τους οποίους κοσμούν πλατείες ευρωπαϊκών πρωτευουσών, χρησιμοποιούνταν σαν γνώμονες.

Όσον αφορά τους Έλληνες, που γνώρισαν την τέχνη της γνωμονικής από τους Χαλδαίους, λόγω των μεγάλων προόδων τους στη γεωμετρία και την τριγωνομετρία κατασκεύασαν πολύ τελειότερα όργανα.

Σύμφωνα με τον Διογένη τον Λαέρτιο, πρώτος ο Αναξίμανδρος ο Μιλήσιος (610-540 π.Χ.) εισήγαγε τον γνώμονα στην Ελλάδα και έστησε στη Σπάρτη έναν πυραμοειδή γνώμονα, που έδειχνε την αληθινή μεσημβρία. Ο Αναξιμένης (586-525 π.Χ.) τον τελειοποίησε και κατασκεύασε στη Σπάρτη ονομαστό ηλιακό ρολόι. Ο διάσημος για την εποχή του αστρονόμος, αρχιτέκτονας και γεωμέτρης Μέτων (5ος π.Χ. αιώνας) εκτελούσε τις παρατηρήσεις του με το *ηλιοτρόπιο*, που ήταν ένα είδος τελειοποιημένου γνώμονα. Με το όργανο αυτό, μαζί με τον συνεργάτη του Ευκτήμονα, ανακάλυψε ότι οι ισημερίες και οι τροπές δεν διαιρούσαν το έτος σε τέσσερις ίσες εποχές. Όπως αναφέρει ο Κλαύδιος Πτολεμαίος (III, 3) με το ηλιοτρόπιο πραγματοποίησαν παρατήρηση της θερινής τροπής, το αντίστοιχο έτος 432 π.Χ., μια παρατήρηση που χρησίμευσε ως βάση για τον καθορισμό της ετήσιας φαινόμενης ηλιακής τροχιάς.

Τα ηλιακά ρολόγια, που κατά πάσαν πιθανότητα επινοήθηκαν από τους Αρχαίους Κινέζους και Χαλδαίους, είναι ο αρχαιότερος τύπος ρολογιών. Τα είδη τους είναι αναρίθμητα: επίπεδες ή κατακόρυφες πλάκες με βαθμολογημένες κλίμακες, κύβοι, κοίλες σφαίρες (πόλοι) κ.ά. με σπουδαιότερα τα οριζόντια και τα κατακόρυφα ηλιακά ρολόγια. Συχνά αναφέρονται ως *σκιαθηρικά*, με την έννοια ότι «θηρεύουν» (κυνηγούν) τη σκιά του Ήλιου.

Σήμερα είναι γνωστό ότι οι αρχαίοι Κινέζοι χρησιμοποιούσαν πολύ πριν από το 2000 π.Χ. γνώμονες ύψους 8 σινικών ποδών και είχαν παρατηρήσει ότι η σκιά αυτών των γνωμόνων τη μεσημβρία του θερινού ηλιοστασίου ήταν 15 σινικά πόδια, ενώ κατά τη μεσημβρία του χειμερινού ηλιοστασίου 13 πόδια. Πάνω σ' αυτά τα δεδομένα στηρίχθηκε ο Λαπλάς και εξακρίβωσε ότι το γεωγραφικό πλάτος της πόλης Λο-Υ-Γιάγκ, στην οποία γίνονταν οι τότε παρατηρήσεις, συμπίπτει με τη θέση της σημερινής κινεζικής πόλης Χόναν-Φου. Ο Κο-Τσέο-Κιγκ, ο μεγαλύτερος από τους Κινέζους αστρονόμους, κατασκεύασε τον 13ο αιώνα έναν ακριβέστατο για την εποχή του γνώμονα, όχι 8 ποδών, όπως ήθελε μέχρι τότε η κινεζική παράδοση, αλλά 40 σινικών ποδών.

Όσον αφορά τα ηλιακά ρολόγια, το αρχαιότερο, σχήματος κεφαλαίου ταυ (T) χρονολογείται από την εποχή του φαραώ Τούθμωση Γ' (1504-1450 π.Χ.), ενώ γνωστό βιβλιογραφικά θεωρείται το κλιμακωτό ρολόι που κατασκεύασε ο Άχαζ, βασιλέας της Νότιας Ιουδαίας (741-730 π.Χ.).

Σύμφωνα με τον Διογένη τον Λαέρτιο, το πρώτο ηλιακό ρολόι στην Αρχαία Ελλάδα κατασκευάστηκε από τον Αναξίμανδρο τον Μιλήσιο, ενώ και ο Αναξαγόρας κατασκεύασε ένα ηλιακό ρολόι, που από το σχήμα του, το ονόμασε *σκάφη*.

Ένα άλλο είδος ηλιακού ρολογιού, που ονομαζόταν *αράχνη*, αποδίδεται στον ονομαστό μαθηματικό Εύδοξο τον Κνίδιο (534-407 π.Χ.). Τέλος, σημειώνουμε ότι το γνωστό οκταγωνικό μνημείο του Ανδρόνικου του Κυρρήστου (50 π.Χ.), που είναι γνωστό ως *Πύργος των Ανέμων* ή *Ναός του Αιόλου* ή *Αέρηδες*, και το οποίο βρίσκεται στη μεσημβρινή πλευρά της Ακρόπολης των Αθηνών στην Αρχαία Ρωμαϊκή Αγορά, εκτός

από υδραυλικό χρονόμετρο, έφερε στις οκτώ έδρες του ισάριθμα ηλιακά ρολόγια, αλλά και χρυσό Τρίτωνα στην κορυφή του που χρησίμευε ως ανεμοδείκτης.

Οι Ρωμαίοι γνώρισαν τα ηλιακά ρολόγια από τους Έλληνες της Μεγάλης Ελλάδας το 164 π.Χ. και από τότε πολλά απ' αυτά άρχισαν να κοσμούν ρωμαϊκές επαύλεις. Συνήθως είχαν χαραγμένα επάνω στην ωρολογιοπλάκα τους τρία κεφαλαία S, τα αρχικά των λέξεων: Sine-Sole-Sileo: (χωρίς Ήλιο σιωπώ).

Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα ήταν πολύ διαδεδομένα τα φορητά δακτυλιοειδή ηλιακά ρολόγια για προσωπική χρήση.

Επίσης πολλά κατακόρυφα ηλιακά ρολόγια σε συνδυασμό με υπέροχα αγάλματα άρχισαν να κοσμούν τις εκκλησίες της Δυτικής Ευρώπης με χαρακτηριστικά παραδείγματα τους Καθεδρικούς ναούς της Σαρτ και του Στρασβούργου.

Τα σύγχρονα ηλιακά ρολόγια σε πολλές παραλλαγές κοσμούν κάστρα και κυρίως κήπους πολλών πόλεων της Ευρώπης.

Στην Αθήνα το γνωστότερο ηλιακό ρολόι είναι αυτό που κοσμεί την είσοδο του Εθνικού Κήπου. Στη μία πλευρά της μαρμαρίνης βάσης του δίνονται οι τιμές της εξίσωσης του χρόνου ανά πενήμερο για όλο το έτος και χρησιμεύουν για τη μετατροπή του αληθινού ηλιακού χρόνου σε μέσο. Στην αντίθετη πλευρά δίνεται η ταυτότητά του:

«Τό παρόν ηλιακόν ωρολόγιον εστήθη το πρώτον εις την παρά την μεσημβρινήν πλευράν των ανακτόρων μαρμαρίνη κλίμακα του Εθνικού Κήπου επί βασιλέως Όθωνος. Μετεφέρθη δε ενταύθα κατά μήνα Απρίλιον του 1929».

Η εποχή της κλεψύδρας

Όσον αφορά την κλεψύδρα, η εφεύρεσή της αποδίδεται στον θεό χρονομέτρη Θωθ, τον Ερμή τον Τρισμέγιστο, που ήταν διαιρέτης του χρόνου και πατέρας όλων των επιστημών, ιδιαίτερα δε της Αστρονομίας.

Η κλεψύδρα, που σημαίνει «κλέφτης του ύδατος», ουσιαστικά ήταν το πρώτο υδροχρονόμετρο γνωστό στους Αιγυπτίους από την εποχή των βασιλέων των Θιβών της 18ης δυναστείας. Πάντως η πρώτη κλεψύδρα για την οποία έχουμε γραπτά στοιχεία χρονολογείται γύρω στο 1800 π.Χ. και κατασκευάστηκε από τον φαραώ Αμενεμχέτ Γ'.

Η λειτουργία της κλεψύδρας βασίζεται στην ισόχρονη συνεχή ροή νερού ανάμεσα σε δύο όμοια βαθμολογημένα δοχεία τοποθετημένα σε διαφορετικά ύψη. Το νερό κάποια στιγμή άρχιζε να στάζει από μια μικρή οπή που βρισκόταν στη βάση του υψηλότερου δοχείου, γεμίζοντας αυτό που είχε τοποθετηθεί χαμηλότερα. Στα αθηναϊκά δικαστήρια η κλεψύδρα χρησιμοποιείτο για να καθορίζεται η διάρκεια της δίκης. Σημειώνουμε ότι ανάμεσα στα ευρήματα των ανασκαφών στην Αρχαία Αγορά των Αθηνών ήταν και μία μοναδική στο είδος της κλεψύδρα που χρονολογείται από το 400 π.Χ. και η οποία κοσμεί το Μουσείο της Αρχαίας Αγοράς των Αθηνών (No 27. Σκεύη από δικαστήρια, 5ος-4ος π.Χ. αιώνας).

Οι απλές υδάτινες κλεψύδρες σύντομα εξελίχτηκαν σε πολύπλοκα υδραυλικά όργανα, με σιφόνια και οδοντωτούς τροχούς, όπως η περίφημη *υδραυλίδα*, έργο του ονομαστού μηχανικού της αρχαιότητας Κτησίβιου του Αλεξανδρέα.

Σημειώνουμε ότι από τα γνωστότερα υδραυλικά χρονόμετρα της αρχαιότητας ήταν και το μνημείο του Ανδρονίκου του Κυρρήστου που ετροφοδοτείτο με νερό από την πηγή της Ακρόπολης, που έμεινε γνωστή ως *Κλεψύδρα των Αθηνών*.

Στην Κίνα η πρώτη βέβαιη μνεία για την κλεψύδρα γίνεται στο έργο Λου-σουί-τσουάν-Χουν-τ' ιέν-ι-τσι (Lou-shui-chuan-Houn-t' ien-i-chi), που σημαίνει "*Μέθοδος περιστροφής μιας κρικωτής σφαίρας με νερό που σταλάζει από μια κλεψύδρα*». Το έργο αυτό γράφτηκε από τον Τσανγκ Χενγκ το 90 μ.Χ.

Μετά την κλεψύδρα ένα άλλο όργανο που χρησιμοποιήθηκε κατά τον Μεσαίωνα για τη μέτρηση του χρόνου ήταν τα αμμοτά ή αμμομετρικά ρολόγια ή αμμοκλεψύδρες, όργανα παρόμοια σε γενικές γραμμές με τις κλεψύδρες, μόνο που σ' αυτά η άμμος αντικατέστησε το νερό. Η επινοήσή τους αποδίδεται στον Γάλλο μοναχό Luitprand, που έζησε στη Chartes τον 8ο αιώνα. Τα αμμοτά, πολύ γνωστά πλέον ως διακοσμητικά είδη, αποτελούνται από δύο κατακόρυφα σφαιροειδή δοχεία ίσης χωρητικότητας, στημένα έτσι ώστε να συγκοινωνούν μόνιμα μεταξύ τους μέσω μιας πολύ μικρής οπής που συνδέει τα στόμιά τους. Στο εσωτερικό του επάνω δοχείου τοποθετείται λεπτή και ξηρή άμμος, που ρέει συνεχώς προς το κενό κάτω δοχείο σε καθορισμένο και υπολογισμένο εκ των προτέρων χρόνο. Ειδικά αμμοτά χρησιμοποιούσαν παλαιότερα και οι ναυτικοί για να μετρούν την ταχύτητα του πλοίου σε μίλια σε συνδυασμό με το δρομόμετρο. Αυτά ήταν τα καλούμενα *αμμοτά δρομομετρήσεως* ή *μετζομινούτα*, ενώ υπήρχαν και τα *αμμοτά τετραωρίας* ή *μετζαρόλια*.

Είναι γεγονός ότι οι κλεψύδρες, τα υδροχρονόμετρα και τα αμμοτά επέτρεψαν την ανάπτυξη μιας νέας αντίληψης για τον χρόνο. Με το άδειασμα ή το γέμισμα των αντίστοιχων δοχείων έδιναν μια σαφή και συγκεκριμένη ένδειξη για το πόσος χρόνος είχε περάσει, αντίθετα με τα ηλιακά ρολόγια που ήταν κυρίως δείκτες, εφ' όσον απλώς έδειχναν σε ποιές ώρες έπρεπε να γίνουν ορισμένες προγραμματισμένες εργασίες. Μ' αυτήν την έννοια η εφεύρεση της κλεψύδρας μπορεί να χαρακτηριστεί ως η ουσιαστική απαρχή της ιστορίας της μέτρησης του χρόνου. Ταυτόχρονα με τη διάδοση της κλεψύδρας διαδόθηκε και η αντίληψη πως ο χρόνος είναι μια ρέουσα πραγματικότητα που μπορούσε να μετρηθεί ανεξάρτητα από τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων.

Θαυμάσια είναι η αναφορά του καθηγητή *Ενρίκο Μέντι* στη Σελήνη, στο βιβλίο του «Η Σελήνη μας κοιτάζει», όπου την παρομοιάζει με μια τεράστια φωτεινή κλεψύδρα:

«... Ο δίσκος της Σελήνης αργά και προοδευτικά αδειάζει μέχρι να μηδενιστεί ολότελα και μετά, με την ίδια ακρίβεια, αργά και σταθερά γεμίζει ολότελα, δείχνοντάς μας ολόκληρο τον φωτεινό δίσκο της, την πανσέληνο, σε μια αδιάκοπη αιώνια διαδικασία..... Η μεταβολή της όψης της, πάντα σταθερή στη ρυθμική επανάληψή της, χαράζει τον παλμό του χρόνου στο βήμα της ιστορίας. Αυτή δίνει στη Γη το τακτικό σήμα του χρόνου, που περνάει και ξαναγυρίζει».

Βιβλιογραφία

Θεοδοσίου, Σ. και Δανέζη, Μ.: *Μετρώντας τον άχρονο χρόνο. Ο χρόνος στην Αστρονομία*. Εκδ. Δίαυλος, Αθήνα 1994.