

Η παραδοχή αποδίδει στον Ευδοξο της Κνίδου (360 π.Χ.) την κατασκευή ενός πλούς που έδειχνε την ώρα, τη μέρα και τό μήνα.

Οί μηχανές πού μετρᾶν τό χρόνο

Πώς νά ὑπολογίσουμε τήν ὥρα καί τό γεωγραφικό πλάτος, όταν τό μόνο μας στοιχείο είναι ἡ τροχιά τοῦ ἡλίου στόν οὐρανό; Οἱ Ἕλληνες ξεπέρασαν τό πρόβλημα αὐτό μέ τήν ἀνακάλυψη τῶν ρολογιῶν πού ἀκόμα καί σήμερα προκαλοῦν τό θαυμασμό μας.

Μιά ματιά στό ρολόι, ἀπαραίτητο πιά ὄργανο γιά κάθε σύγχρονο ἄνθρωπο, είναι ἀρκετή γιά νά μάθει κανεῖς τήν ὥρα, ἀλλά καί τή μέρα καί τό μήνα. Τά ρολόγια πού μᾶς δίνουν αὐτές τίς πληροφορίες είναι ἀπόγονοι τῶν ἡλιακῶν ρολογιῶν πού ἔστηναν οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες στούς δημόσιους χώρους. Κι αὐτά δέν ἔδειχναν μόνο τήν ὥρα ἀλλά καί τήν, κατά προσέγγιση, θέση τῆς μέρας μέσα στό ἔτος. Ἄς σημειώσουμε ὅτι ἡ λέξη «ὥρα» σημαίνει τόσο ἓνα τμήμα τοῦ ἔτους — ἐποχή π.χ. — ὅσο καί ἓνα τμήμα τῆς μέρας, δηλαδή τήν ὥρα ὅπως τήν ἐννοοῦμε σήμερα.

Ἡ ὥρα, ὁμως, ὡς τμήμα τῆς μέρας, σπάνια συμπίπτει, στούς ἀρχαίους, μέ τή δική μας πού είναι τό 1/24 τῆς μέρας καί πάντα ἴδια σ' ὅλη τή διάρκεια τοῦ ἔτους· ἡ ὥρα τῶν ἀρχαίων συμπίπτει, σέ διάρκεια, μέ τή δική μας μόνο στίς ἡμερίες, δηλαδή δύο φορές τό χρόνο.

Μεταβλητές ώρες και ώρες ισημερίας

Τόσο στην Ελλάδα όσο και στη Ρώμη τα ήλιακα ρολόγια διαρροούσαν την πραγματική διάρκεια της μέρας (από την ανατολή στη δύση του ήλιου) σε 12 ίσα μέρη. Ήταν ο χρόνος, κι αυτό συνέβαινε γιατί η έλλειψη κατάλληλου φωτισμού έμπόδιζε την πρόκριση του χρήσιμου χρόνου μέσα στη νύχτα.

Τί συνέβαινε όμως μ' αυτή τη διαίρεση; Η διάρκεια της μέρας μεταβάλλεται με τις εποχές και όπως ήταν χωρισμένη σε ίσες μεταξύ τους ώρες βλέπουμε να μεταβάλλεται μαζί και η διάρκεια της ώρας. Κατά πρόκριση η αύξηση του χρόνου της ημερήσιας ώρας προκαλούσε την ελάττωση της νυκτερινής, ενώ η διάρκεια της μέρας και της ώρας θρικόταν σε εξάρτηση από την προς βορρά ή προς νότο θέση του τόπου. Μιά άλλη παρατήρηση είναι ότι οι ημερήσιες και νυκτερινές ώρες ήταν ίσες, όταν συνέβαινε και το ίδιο με τη μέρα και τη νύκτα, δηλαδή στις ισημερίες της άνοιξης και του φθινοπώρου.

Οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι είχαν πλήρη συνειδηση αυτού του φαινομένου. Έτσι, διέκριναν προσεκτικά μεταξύ τους τις ώρες της ισημερίας και τις μεταβλητές ώρες. Τις πρώτες τις είχαν ανάγκη οι άστρονόμοι για να έχουν μία σταθερή μονάδα μέτρησης του χρόνου για τις παρατηρήσεις και τους υπολογισμούς τους, ενώ με τις δεύτερες, που άλλαζαν σύμφωνα με την εποχή και το γεωγραφικό πλάτος, διαρροούσαν σε ίσα μέρη την πραγματική διάρκεια μιας μέρας εργασίας.

Στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιούσαν, για τις δημόσιες συζητήσεις, τις δίκες και τις αγροτικές εργασίες, τις μεταβλητές πρόσκαιρες ώρες. Όλες οι δραστηριότητες άρχιζαν με την ανατολή και τέλειωναν με τη δύση του ήλιου. Στα έλληνικά και λατινικά κείμενα κάθε ώρα που δεν καθορίζεται ρητά αναφέρεται σε μεταβλητή ώρα.

Σε μερικές περιπτώσεις υπήρχε ανάγκη καθορισμού ίσων χρονικών διαστημάτων, όποια και νάταν η εποχή, όπως π.χ. για τον καθορισμό του χρόνου ομιλίας ενός ρήτορα. Χρησιμοποιούσαν λοιπόν την κλειψύδρα, που έτρεπαν οι διάδικοι στις δίκες. Η κλειψύδρα είναι ένας μηχανισμός που αποτελείται από δύο δοχεία, το ένα τοποθετημένο χαμηλότερα από το άλλο. Στο επάνω δοχείο υπήρχε νερό που περνούσε με κανονική ροή

στο δεύτερο δοχείο και καθόριζε το ρυθμό με τον οποίο κυλούσε ο χρόνος.

Στην Ελλάδα οι δίκες δεν έπρεπε να ξεπερνάν τη διάρκεια μιας μέρας το πολύ, χωρίς να παρατεινόνται τη νύκτα. Ήταν δέ διαιρεμένες σε τρία μέρη: Την κατηγορία, την υπεράσπιση και τη διαδικασία της απόφασης. Για να μετρηθεί λοιπόν ο χρόνος, μετρούσαν το νερό που περνούσε από την κλειψύδρα στη διάρκεια της πιο μικρής μέρας, που ήταν το χειμερινό ήλιοστάσιο, και το διαρροούσαν σε τρία. Έτσι υπήρχαν τρία δοχεία με ίση ποσότητα νερού που αντίστοιχούσαν στα τρία ίσα χρονικά διαστήματα που απαιτούσε μία δίκη, ώστε οι διάδικοι να έχουν ίδιες δυνατότητες.

Εάν διαιρέσουμε διά του 24 το χρόνο - και κατά συνέπεια την ποσότητα του νερού, μεταξύ δύο δισέων του ήλιου, θα έχουμε τον καθορισμό μιας σταθερής μονάδας χρόνου, την ώρα της ισημερίας, χρήσιμη π.χ. για τον καθορισμό του γεωγραφικού πλάτους ενός τόπου. Κάθε καλλιεργημένος άνθρωπος ήξερε ότι η Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου θρικόταν στο «κλίμα» (ή ζώνη γεωγραφικού πλάτους) 14 ωρών ισημερίας, ή Ρόδος σ' αυτό τών 14 1/2, ή Ρώμη τών 15 και το Βυζάντιο τών 16 ωρών. Η κλειψύδρα, επέτρεπε τη μέτρηση της διάρκειας της μεγαλύτερης μέρας - που χαρακτηρίζει τα «κλίματα» - και την αναγνώριση τών τόπων που βρίσκονται στον ίδιο γεωγραφικό παράλληλο.

Στην καθημερινή ζωή όμως η ώρα της ισημερίας ήταν άχρηστη.

Έτσι, όταν ο Κτησίβιος, διάσημος μηχανικός από την Αλεξάνδρεια που έζησε την εποχή του Πτολεμαίου (283-247 π.Χ.), θέλησε να χρησιμοποιήσει τη ροή του νερού για την κατασκευή ρολογιών, ανέπτυξε καταπληκτική εύρεση για να μπορέσει να ανακαλύψει το μηχανισμό που θα του επέτρεπε να λαμβάνει υπόψη την αύξομείωση τών ημερήσιων και νυκτερινών ωρών στη διάρκεια του έτους, μεταβάλλοντας τη ροή του νερού.

Όταν η Ρώμη δεν ήταν στην ώρα της

Πιο άπλο ήταν βέβαια το ήλιακό ρολόι, εξαρτημένο από την ημερήσια διαδρομή του ήλιου. Η πιο συνηθισμένη του μορφή είναι αυτή που μας παρέχουν οι εγχάρκτοι δίσκοι στα

πλακότρωτα τών πλατειών.

Τα ρολόγια αυτά αποτελούνται από μία κάθετη στήλη, το γνώμονα (όβελισκος π.χ.) του οποίου η κορυφή πρόσβαλλε τη σκιά της σ' ένα όριζόντιο επίπεδο, πάνω στο οποίο ήταν χαραγμένες οι διαφόρες ένδειξεις. Αυτό το όριζόντιο σύστημα το ονόμαζαν οι αρχαίοι ανάλημμα.

Τα ανάλημματα αποτελούνταν από δύο καμπύλες: Η μία, κοντά στη βάση του γνώμονα - είναι αυτή που γράφει η άκρη της σκιάς τη μέρα του θερινού ήλιοστασίου όπου η σκιά είναι και πιο κοντή γιατί ο ήλιος είναι κάθετος - η άλλη, είναι αυτή που γράφει η σκιά τη μέρα του χειμερινού ήλιοστασίου - όπου η σκιά είναι πιο έπιμήκη.

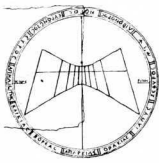
Μεταξύ τών δύο υπάρχει μία ευθεία που καθορίζει τη διαδρομή της σκιάς στις μέρες της ισημερίας και όριζει την κατεύθυνση από την ανατολή στη δύση. Οι δύο καμπύλες συνδέονται με ευθύγραμμα τμήματα που επιτρέπουν να διαβάσουμε την ώρα. Το κεντρικό τμήμα όριζει τη σκιά το μεσημέρι και την κατεύθυνση βορρά - νότου.

Έτσι η σκιά του γνώμονα μάς πληροφορεί τόσο για την ώρα της μέρας, από το ευθύγραμμο τμήμα όπου βρίσκεται, όσο και για τη θέση της μέρας μέσα στο έτος, από τη θέση της σκιάς πάνω σ' αυτό το τμήμα σε σχέση με τις γραμμές τών ήλιοστασίων και της ισημερίας.

Ο εγχάρκτος, στο έδαφος, δίσκος δίνει κι άλλες πληροφορίες όπως αυτή τών σημείων του όριζοντα, με τη βοήθεια του ευθύγραμμου τμήματος που άντιστοιχούσε στα μεσημέρια και στην ευθεία τών ισημεριών.

Αυτοί οι δίσκοι ήταν κατασκευασμένοι με αυστηρότατους κανόνες της γεωμετρικής (κλάδος της αστρονομίας). Το μόνο στοιχείο που επενέβαινε έπιπакτικά ήταν το γεωγραφικό πλάτος της πόλης που θα βεχόταν το γνώμονα. Ήταν αποδεκτό ότι έξω από τόν τόπο χρήστη, ο ήλιακός δίσκος του ρολογιού δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ακόμα κι όταν υπήρχε διαφορά έστω και ενός βαθμού. Συνέβη μάλιστα και το έξης άστειο με τούς Ρωμαίους: Ένθουσιασμένοι από το ήλιακό ρολόι της Κατάνης το μετέφεραν στη Ρώμη. Έτσι για ένα αιώνα περίπου χρησιμοποιούσαν λάθος ώρα γιατί υπήρχε διαφορά πάνω από 4 βαθμούς μεταξύ τών δύο πόλεων.

Ένας άλλος τύπος ρολογιού, που ξεπερνούσε μερικά το πρόβλημα αυτό, ήταν ο πόλος, μηχανισμός μικρότε-



Ηλιακός διακός που βρίσκεται στη Ρωμή.

ρος και φορητός.

Ήταν ένα κοίλο ημισφαίριο, με όριζοντια τομή, όπου πάνω του προβάλλε τη σκιά της μιά μικρή μπάλα τοποθετημένη στο κέντρο. Έτσι, στην κυκλική διαδρομή του ήλιου αντιστοιχεί μιά κυκλική διαδρομή της σκιάς μέσα στο κοίλο του ημισφαιρίου, την οποία διαιρούσαν σε ίσα μέρη, που με τη σειρά τους αντιστοιχούσαν σε ίσα τμήματα της μέρας. Οι 11 καμπύλες των ωρών που συγκλίνανε στο βορρά και στο νότο έδειχναν την μεταβλητή ώρα.

Αν, όπως συνέβαινε συνήθως, χαραχτούν πάνω στον πόλο τα τμήματα του κύκλου που διείραξε η σκιά τη μέρα των ηλιοστασίων και της ισημερίας, τότε ο πόλος γινότανε ένα όργανο σε συνάρτηση με το γεωγραφικό πλάτος και μ' αυτόν τον τρόπο είναι δυνατό να βρούμε, εκτός από την ώρα, τη θέση της μέρας μέσα στο έτος. Η παράδοση αποδίδει στον Ευδόξο από την Κνίδο (360 π.Χ.) την κατασκευή ενός τελειοποιημένου πόλου, πάνω στον οποίο ήταν χαραγμένα τα τμήματα του κύκλου που αντιστοιχούσαν στις διαδρομές της σκιάς την πρώτη μέρα κάθε ηλιακού μήνα, όταν ο ήλιος μπαίνει διαδοχικά σε καθένα από τα δώδεκα ζώδια. Αυτός ο πόλος έδειχνε, όπως τα ρολόγια μας, την ώρα και το μήνα.

Τι συνέβαινε όμως με τη νύχτα που δεν υπάρχει σκιά; Κι η νύχτα είναι μεταβλητή σύμφωνα με τις εποχές και εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος. Ο μόνος τρόπος λοιπόν να διακριθεί η νύχτα σε ίσα μέρη είναι η παρακολούθηση του έναστρου ουρανού και της ανόδου, στον όριζοντα, των ζωδίων. Αυτή ήταν και η μέθοδος η πιο συνηθισμένη, αν όχι η πιο ακριβής. Ποιά ήταν όμως η αρχή αυτής της μεθόδου;

Η γεωμετρία της σφαιράς δείχνει ότι ο ζωδιακός κύκλος με τό να είναι ένας μεγάλος κύκλος της ούρανίας σφαιράς, κόβεται πάντα σε δύο ίσα μέρη από τον όριζοντα, που αποτελεί και αυτός έναν άλλον μεγάλο κύ-

κλο. Ο πρώτος ακολουθεί την ούρανία σφαιρά στην κίνησή της, ενώ ο δεύτερος μένει σταθερός. Στην διάρκεια όμως της περιστροφής της σφαιράς μένουν πάντα πάνω από τον όριζοντα εξι από τα δώδεκα ζώδια. Άρα η δύση του ήλιου γίνεται την ίδια στιγμή με το βαθμό (σημείο) του ζωδιακού κύκλου μέσα στον οποίο βρίσκεται αυτήν την μέρα. Την επόμενη το πρωί ο ήλιος ανατέλλει - κατά προσέγγιση - πάλι στον ίδιο βαθμό. Το συμπέρασμα λοιπόν είναι ότι το μισό του ζωδιακού κύκλου που ήταν κάτω από τον όριζοντα τη στιγμή της δύσης του ήλιου θά περάσει στο πάνω τμήμα στη διάρκεια της νύχτας. Έξι ζώδια λοιπόν που θ' ανέβουν στον ουρανό, αρχίζοντας από το διαμετρικά αντίθετο σημείο από αυτό που βρίσκεται ο ήλιος. Έχουμε έτσι έναν, κατά προσέγγιση, τρόπο που η αρχαιότητα χρησιμοποίησε για τη διαίρεση της νύχτας σε 6 μέρη των 2 προσκαίρων ωρών το καθένα.

Αντίθετα απ' ό,τι πίστευε ο πολύς κόσμος, τα ίσα τόξα του ζωδιακού κύκλου δεν φτάναν στον όριζοντα σε ίσα χρονικά διαστήματα. Αυτό συμβαίνει γιατί ο ζωδιακός κύκλος είναι κεκλιμένος. Η διάρκεια ανόδου των ζωδίων στον ουρανό δεν εξαρτάται μόνο από τη θέση τους σε σχέση με τον ισημερινό και τους τροπικούς αλλά και από τη θέση του όριζοντα, δηλ. από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Έτσι οι αστρονόμοι και οι μαθηματικοί όπως ο Ευδόξος της Κνίδου, ο Εύκλειδης, ο Ίππαρχος, ο Πτολεμαίος, κατέβαλαν μεγάλες προσπάθειες για να καλυτέψουν το παραπάνω σύστημα υπολογισμού με διάφορες εργασίες τους. Η προσπάθεια αυτή δείχνει ότι η χρήση του ήταν τρέχουσα. Ο Πόλυβος συνιστά στους στρατηγούς να το χρησιμοποιούν στις εκστρατείες για να αιφνιδιάζουν τον εχθρό, μετά από νυχτερινή πορεία, με τις πρώτες ακτίνες του ήλιου.

Έτσι, το μέτρημα του χρόνου στην κλασική αρχαιότητα στηριζόταν σ' έναν ορισμένο αριθμό παρατηρήσεων οι οποίες έγιναν με βάση τη γεωκεντρική θεωρία (ότι δηλαδή το κέντρο του Σύμπαντος ήταν η γη). Αυτές οι παρατηρήσεις ήταν ότι: Ο ήλιος στην ημερησία του διαδρομή γράφει ίσα τόξα σε ίσους χρόνους. Στην ετήσια κίνησή του διατρέχει τον κεκλιμένο ζωδιακό κύκλο, διαγράφοντας ένα ζώδιο του κύκλου σ' έναν ηλιακό μήνα και ένα βαθμό του ζωδιακού κύκλου σε μιά μερα περίπου: η διάρκεια της μέρας και της

νύχτας εξαρτάται από το βαθμό του ζώδιου στο οποίο βρίσκεται ο ήλιος αυτήν τη μέρα και μιά όμοια θέση του ήλιου στο ζωδιακό κύκλο εξαρτάται (η διάρκεια της μέρας και της νύχτας) από το γεωγραφικό πλάτος: ο γεωγραφικό πλάτος ενός τόπου μπορεί να υπολογιστεί από το μεσημερινό ύψος του ήλιου στην ισημερία ή από τον αριθμό των ωρών ισημερίας ή σκιά διαγραφεί μιά ευθεία με κατεύθυνση από την ανατολή στη δύση κάθε βράδυ εξι ζώδια ανεβαίνουν στον όριζοντα, αλλά η διάρκεια ανόδου τους είναι συνάρτηση της θέσης τους στο ζωδιακό κύκλο: τα άστέρια έχουν αμετάβλητες απόστασεις μεταξύ τους και η ακριβής γνώση των άστερισμών επιτρέπει τη γνώση του βαθμού του ζωδιακού κύκλου που ανεβαίνει στον όριζοντα, κ.λ.π.

Οι έννοιες αυτές ήταν μέρος των συνηθισμένων εφοδίων των επιστημονικών γνώσεων ενός μέσα καλλιεργημένου ανθρώπου: Η κατευθείαν ανάγνωση της ώρας στο γνώμονα, η αποκρυπτογράφηση των άστερισμών, η μέρα και η νύχτα, του επίτρεπαν να τις εμπλουτίσει και να τις διατηρεί. Η αστρονομία ήταν μιά ζωντανή επιστήμη, χρήσιμη και στη διάθεση της πλειοψηφίας. Τα σύγχρονα ρολόγια απαλλάσσουν το μη είδικό απ' αυτήν τη γνώση. Είναι τάχα μεγάλη η ωφέλεια;

Ελληνική απόδοση: Αντρέας Ίωαννιδης

Βιβλιογραφία

ΒΙΤΡΟΥΒΙΟΣ, Περί αρχιτεκτονικής, Ι, 9
Έγκυκλι, Πυρούστ, λημ. Γνωμονική,
L' Astronomie dans l' Antiquité Classique,
Πρακτικά συνεδρίου που έγινε στην Του-
λουζή (21-23 Οκτ. 1977), Παρίσι 1979.

Machines that Measure Time

The Greeks deserve credit for the calculation of time and geographic breadth on the basis of the sun's orbit, since they invented the clock.

A look at a modern clock or wrist watch gives us not only the exact time but also tells us the day of the week and the date. The clocks that supply us with all this information are descendants of the solar clocks that the ancient Greeks used to set up in public areas. These clocks did not only indicate the time but also, approximately, the position of the day in the year. We are reminded here that the Greek word «ώρα» means not only «season» but also «hour» in the modern sense of the word.

However, the hour as a part of the day was calculated in a different manner by the ancient Greeks and coincides in duration with the 1/24 of the day only during the winter and the summer solstices.