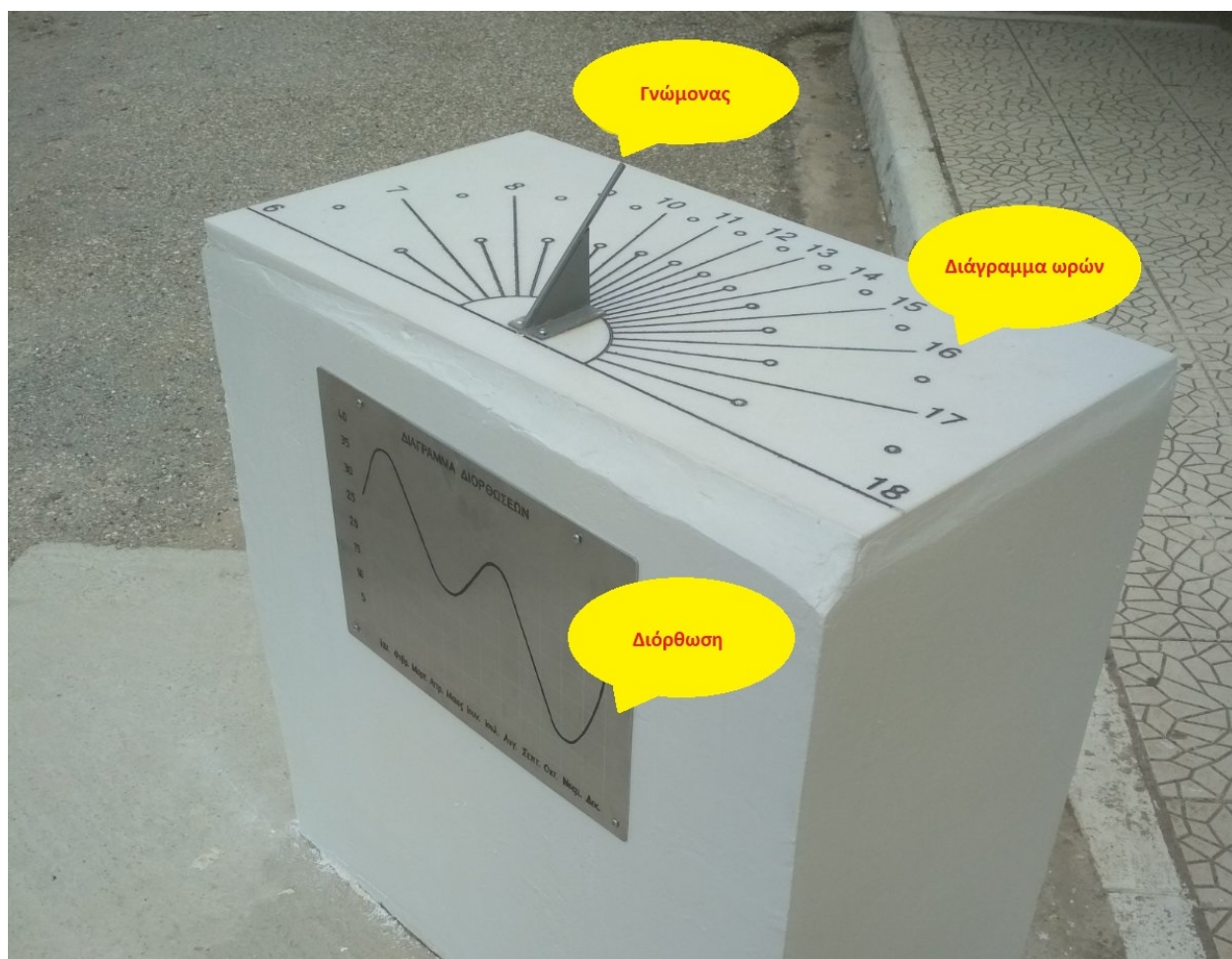


Οδηγός Κατασκευής Οριζόντιου Ηλιακού Ρολοιού

Σε αυτόν τον οδηγό θα σας παρουσιάσω τα στάδια για την κατασκευή ενός οριζόντιου ηλιακού ρολοιού μέσω της μελέτης περίπτωσης, της κατασκευής του ηλιακού ρολοιού του Γυμνασίου Δοξάτου.

Στην εικόνα βλέπουμε το οριζόντιο ηλιακό ρολόι του Γυμνασίου Δοξάτου, ολοκληρωμένο και τοποθετημένο στην αυλή του σχολείου.

Το οριζόντιο ηλιακό ρολόι αποτελείται από το διάγραμμα των ωρών, τον γνώμονα και τη διόρθωση, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



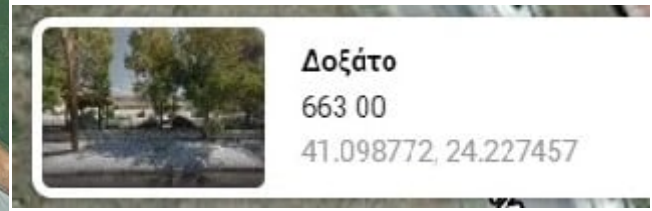
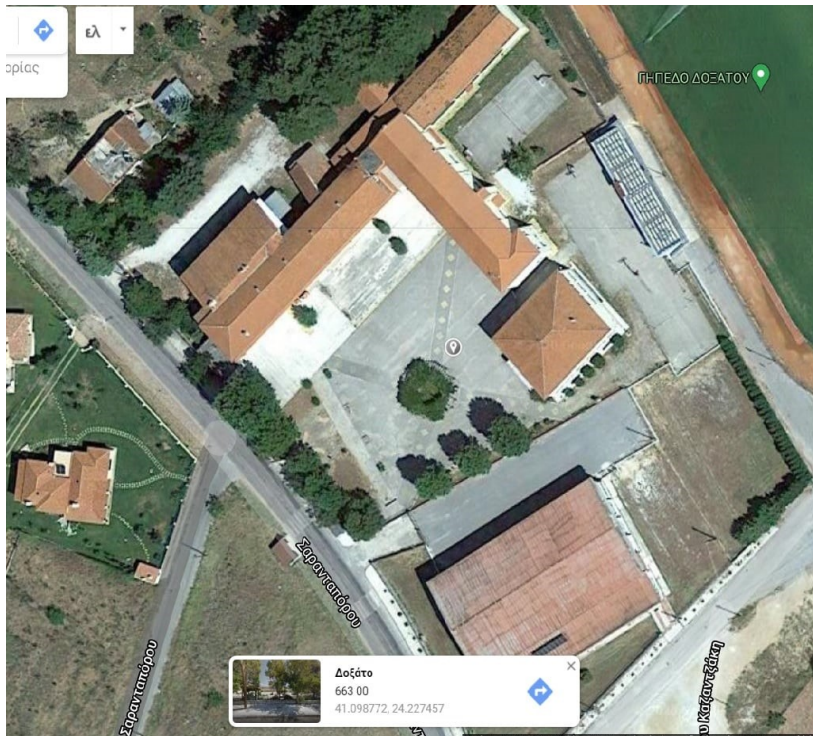
Για να κατασκευάσουμε ένα οριζόντιο ηλιακό ρολόι ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα.

Βήμα 1^ο

Εύρεση γεωγραφικών συντεταγμένων

Κάθε κατασκευή ηλιακού ρολοιού είναι μοναδική και η σχεδιάσή του εξαρτάται από τον τόπο για τον οποίο προορίζεται. Οπότε το πρώτο βήμα είναι η εύρεση των γεωγραφικών συντεταγμένων με ακρίβεια ενός δεκαδικού.

Στην εφαρμογή **Google map**, βρίσκουμε το μέρος και με αριστερό κλικ βρίσκουμε τις γεωγραφικές συντεταγμένες.



Βήμα 2°

Σχεδιάζουμε το διάγραμμα των ωρών σε μακέτα.

Αποφασίζουμε τις διαστάσεις του διαγράμματος των ωρών. Στο παράδειγμά μας είναι 90 cm x 60 cm.



Κατά μήκος της μεγάλης διάστασης σχεδιάζουμε μια γραμμή 5 cm από την άκρη. Αυτή είναι η γραμμή των ωρών 6:00 και 18:00. Στο μέσο αυτής της γραμμής, στο σημείο K, φέρουμε την κάθετο. Αυτή είναι η γραμμή της ώρας 12:00.

Βήμα 3°

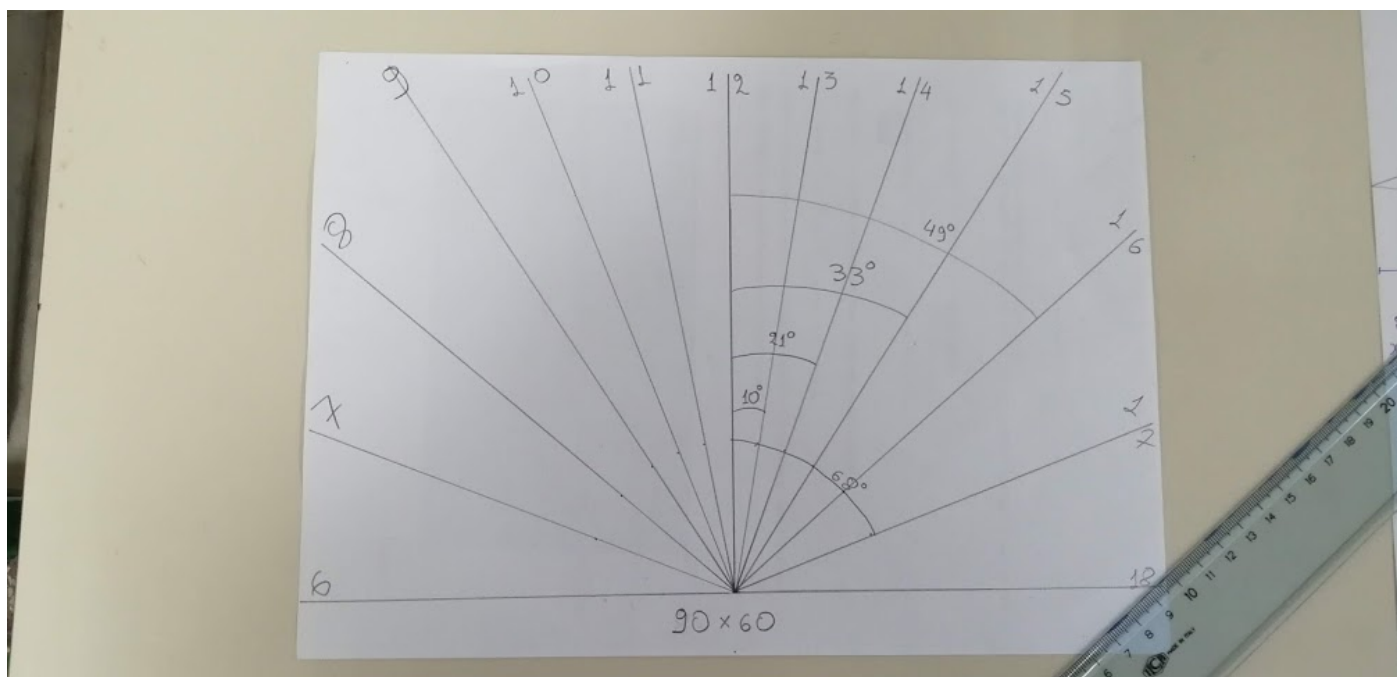
Σχεδιάζουμε τις γραμμές των ωρών

Οι γραμμές των ωρών σχεδιάζονται από το σημείο K, το σημείο τομής των γραμμών των ωρών, και μετρώντας τη γωνία που σχηματίζουν με την ώρα 12:00. Η γωνία υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\theta = \arctan [\sin\varphi * \tan(t * 15)]$$

Όπου φ το γεωγραφικό πλάτος, η μεταβλητή t παίρνει τιμές 1 για τις ώρες 11:00 και 13:00, 2 για τις ώρες 10:00 και 14:00, 3 για τις ώρες 9:00 και 15:00 κ.τ.λ.

Στον τύπο ο αριθμός 15 προκύπτει από τη διαίρεση $360^\circ / 24 \text{ h}$.



Βήμα 4°

Σχεδιάζουμε τις γραμμές των μισών ωρών

Με τον ίδιο τύπο υπολογίζουμε τις γωνίες των μισών ωρών.

Η μεταβλητή t παίρνει τιμές:

Γραμμή ωρών	t	$t*15$
11:30 και 12:30	0,5	7,5
10:30 και 13:30	1,5	22,5
9:30 και 14:30	2,5	37,5
8:30 και 15:30	3,5	52,5
7:30 και 16:30	4,5	67,5
6:30 και 17:30	5,5	82,5

Εάν επιθυμούμε να σχεδιάσουμε γραμμές και για τα τέταρτα υπολογίζουμε τις γωνίες από τον ίδιο τύπο με την ίδια λογική. Π.χ. για την γραμμή 12:15 η μεταβλητή παίρνει τιμή: $t=0,25$.

Σχεδίαση του Γνώμονα

A right triangle is shown with a horizontal base of 20 cm. The hypotenuse is 26 cm long. The angle between the base and the hypotenuse is 41° . A vertical line segment of 6 cm is drawn from the top vertex of the triangle down to the base line.

Diagram illustrating the geometry of the problem:

- The horizontal distance is $L \cos \varphi$.
- The vertical distance is $L \sin \varphi$.
- The angle between the true path and the vertical is φ .
- The angle between the apparent path and the vertical is $\varphi + 23,5^\circ$.
- The angle between the apparent path and the horizontal is $\varphi + 23,5^\circ$.
- The apparent distance is L' .
- The true distance is L .

Στην εικόνα φαίνεται η σκιά του γνώμονα μήκους L το μεσημέρι του χειμερινού ηλιοστασίου. Η συνολική απόσταση της σκιάς από το αριστερό άκρο της μέχρι τη βάση του γνώμονα δεν πρέπει να υπερβαίνει το μήκος της γραμμής της ώρας 12:00.

Στο παράδειγμά μας, με ϕ συμβολίζουμε το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, οι υπολογισμοί έχουν ως εξής:

$$\text{Συνολικό Μήκος Σκιάς} = 55\text{cm} \Rightarrow$$

$$L\cos\phi + L\sin\phi \tan(\phi + 23,5) = 55\text{ cm} \Rightarrow$$

$$L = 26\text{ cm}$$

Βήμα 6°

Διόρθωση

Κάθε ηλιακό ρολόι πρέπει να συνοδεύεται από τη διόρθωση δ , το χρόνο σε λεπτά που πρέπει να προσθέσουμε στην ένδειξη του ηλιακού ρολογιού ώστε να υπολογίσουμε την Ώρα Ελλάδας. Η διόρθωση δίνεται είτε με μορφή διαγράμματος είτε με μορφή πίνακα.

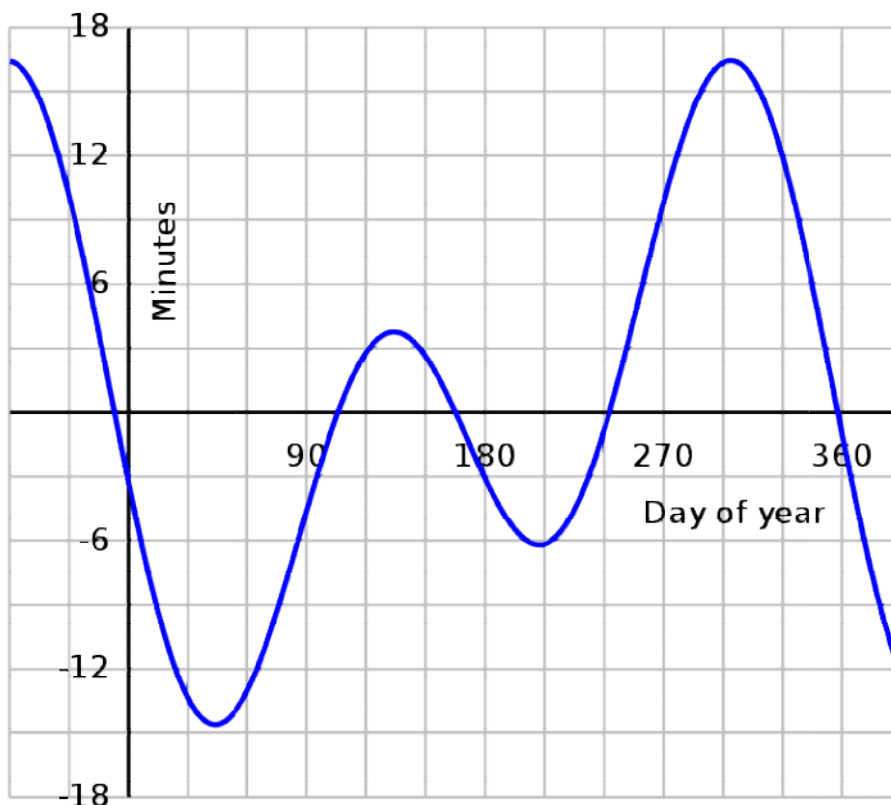
Τα ηλιακά ρολόγια μας δείχνουν τον αληθή ηλιακό χρόνο του τόπου ενώ η Ώρα Ελλάδος είναι ο μέσος ηλιακός χρόνος του μεσημβρινού των 30ο που περνά εκτός Ελλάδας, κοντά στην Προύσα της Τουρκίας.

Η διόρθωση δ εξαρτάται από δύο παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας, δ_1 , εξαρτάται από τη διαφορά μεταξύ του δικού μας μεσημβρινού που αντιστοιχεί στο γεωγραφικό μήκος του τόπου μας και του μεσημβρινού των 30°.

Ο παράγοντας δ_1 υπολογίζεται σε λεπτά της ώρας από τη σχέση:

$$\delta_1 = (30 - \text{Γεωγραφικό_Μήκος}) * \frac{60}{15}$$

Ο δεύτερος παράγοντας, ϵ , εξαρτάται από τη μετατροπή του αληθούς ηλιακού χρόνου(ένδειξη ηλιακού ρολογιού) σε μέσο ηλιακό χρόνο (ώρα Ελλάδας) και δίνεται από την εξίσωση χρόνου με τη μορφή διαγράμματος:



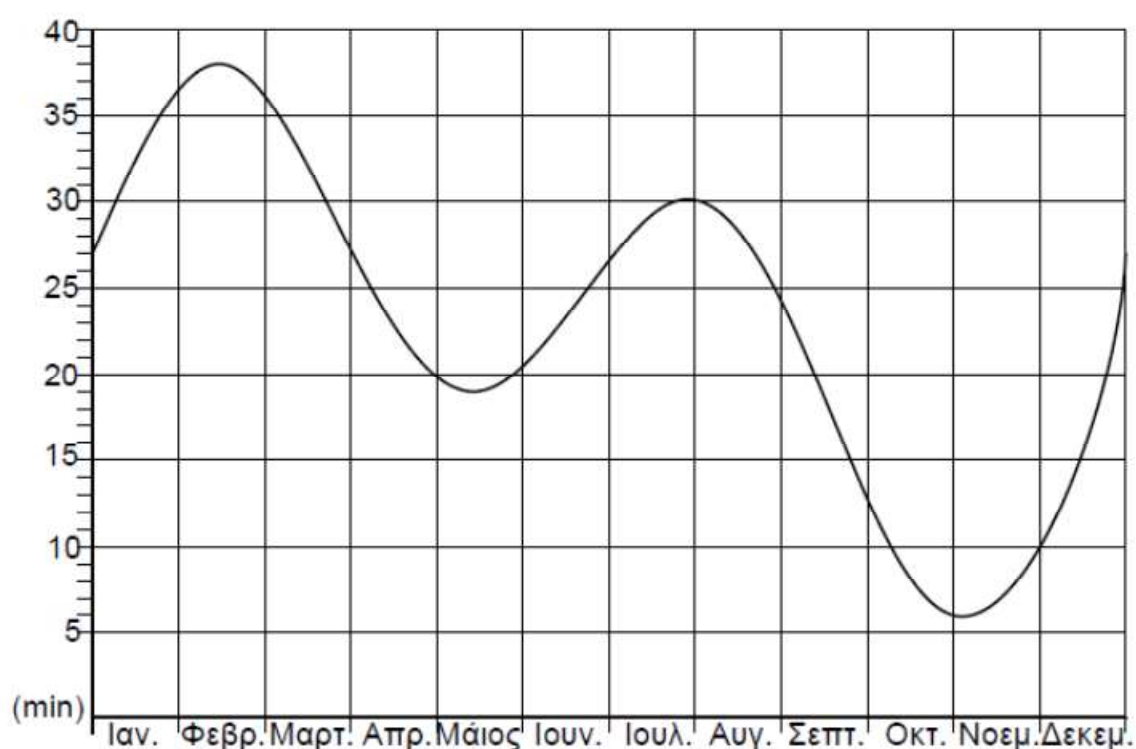
$$\varepsilon = \text{Αληθής ηλιακός χρόνος} - \text{Μέσος ηλιακός χρόνος}$$

Οπότε η διόρθωση δίνεται από τη σχέση:

$$\delta = \delta_1 - \varepsilon$$

Τη διόρθωση δ μπορούμε να την παρουσιάσουμε είτε με μορφή πίνακα είτε με διάγραμμα. Ακολουθεί το διάγραμμα διορθώσεων όπως υπολογίστηκε στο παράδειγμά μας.

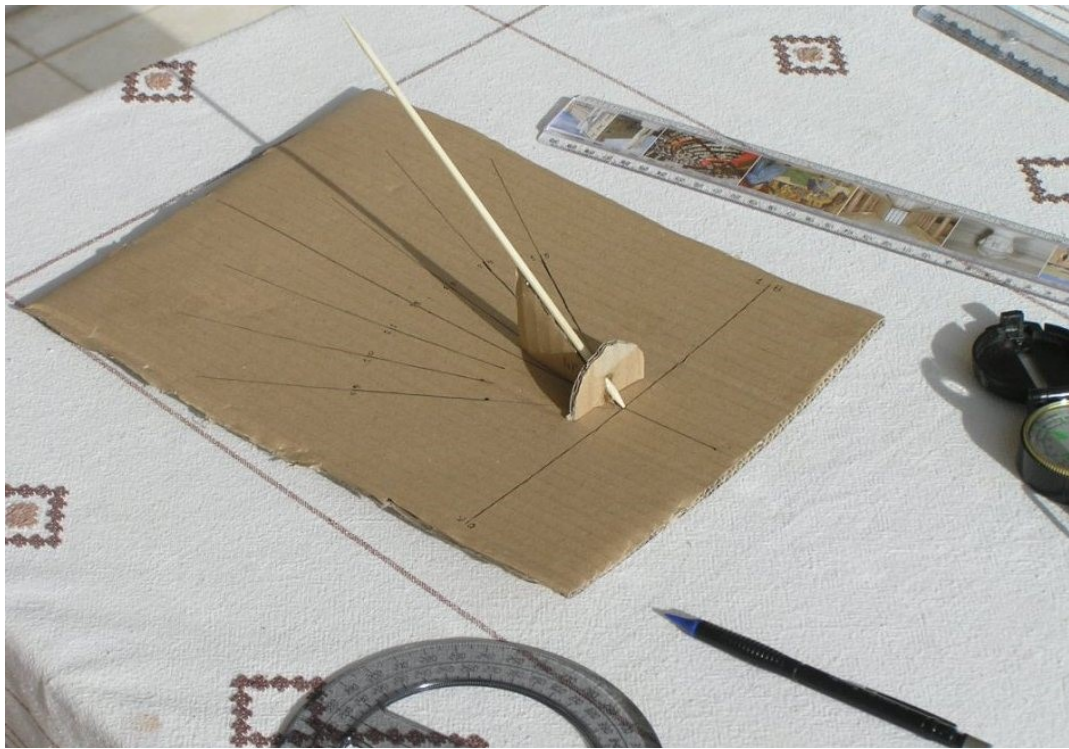
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΝ



Βήμα 7°

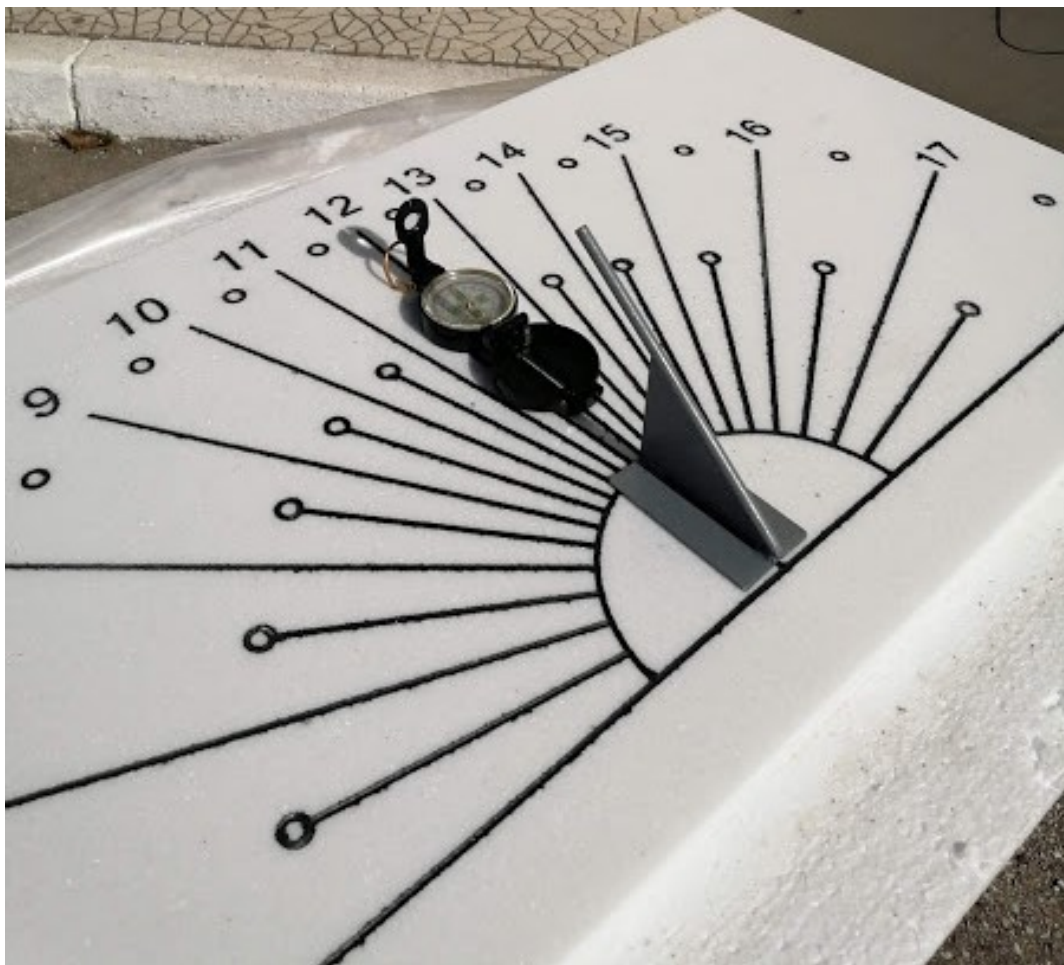
Μοντελοποίηση

Αφού ολοκληρώσουμε τα βήματα για τη σχεδίαση του οριζόντιου ηλιακού ρολογιού καλό είναι πριν προχωρήσουμε στην υλοποίηση του να κατασκευάσουμε ένα χάρτινο μοντέλο και να ελέγξουμε τη λειτουργικότητά του. Το χάρτινο μοντέλο μπορεί να κατασκευαστεί στις πραγματικές διαστάσεις ή υπό κλίμακα. Το τοποθετούμε στο χώρο ώστε η γραμμή της ώρας 12:00 να δείχνει το βορρά και ελέγχουμε εάν λειτουργεί σωστά.



Βήμα 8° Κατασκευή

Κατασκευάζουμε το διάγραμμα των ωρών και τον γνώμονα σύμφωνα με τα σχέδιά μας και τα τοποθετούμε στο χώρο. Στο παράδειγμά μας το διάγραμμα των ωρών χαράχθηκε σε λευκό μάρμαρο διαστάσεων 90 cm x 60 cm και ο γνώμονας κατασκευάστηκε από μεταλλικό κύλινδρο διαμέτρου 0,5 cm.



Βήμα 9°

Τοποθέτηση στο χώρο

Κατά την τοποθέτηση στο χώρο πρέπει να φροντίσουμε η γραμμή της ώρας 12:00 να προσανατολιστεί στη διεύθυνση Βορρά – Νότου. Αυτό μπορεί να γίνει με τη σκιά του νήματος της στάθμης τη στιγμή της αληθούς μεσημβρίας.



Το ηλιακό ρολόι στην αυλή ενός σχολείου αποτελεί πολύτιμο εκπαιδευτικό εργαλείο. Μπορούν να σχεδιαστούν πολλές υπαίθριες πειραματικές δραστηριότητες με όργανο μέτρησης το ηλιακό και να συμβάλει στην πειραματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Επίσης ένα ηλιακό ρολόι συμβάλει στον καλλωπισμό της σχολικής αυλής.

Παναγιώτης Παζούλης
Φυσικός
Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Δράμας