

Υπολογίζοντας την περιφέρεια της Γης με τη μέθοδο του Ποσειδώνιου

Ιωάννης Βέργος

(e-mail: etas910@gmail.com)

Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος, Γ. Καρτάλη 72, Τ.Κ
38333, Βόλος

Περίληψη

Ο Ποσειδώνιος γεννήθηκε γύρω στο 135 π.Χ. και έζησε κυρίως στη Ρόδο. Ανελίχθη σε ανώτερα πολιτικά αξιώματα ενώ αναδείχθηκε επίσης σε πανεπιστήμονα της εποχής του, εφάμιλλο του Ερατοσθένη. Ταξίδεψε ανά τη Μεσόγειο πραγματοποιώντας διάφορες μελέτες. Σ' ένα από τα ταξίδια του μέτρησε το μέγιστο ύψος του αστεριού Κάνωπος από την Αλεξάνδρεια, το οποίο από τη Ρόδο δεν ήταν ορατό. Έτσι, με γνωστή την απόσταση Αλεξάνδρειας – Ρόδου, υπολόγισε την περιφέρεια της Γης με αρκετά μεγάλη ακρίβεια.

Το ίδιο πείραμα μπορεί να επαναληφθεί σήμερα χωρίς να χρειαστεί να ταξιδέψουμε σε διαφορετικά γεωγραφικά μήκη και πλάτη, χρησιμοποιώντας τα δωρεάν προγράμματα Stellarium και Google Earth. Επιλέγουμε ένα αστέρι και μεταβάλλουμε την τοποθεσία μας στο Stellarium. Καταγράφουμε τα διαφορετικά ύψη του αστεριού που αντιστοιχούν στις διαφορετικές τοποθεσίες. Την απόσταση μεταξύ των τοποθεσιών μετρούμε με τα εργαλεία του Google Earth. Μπορούμε να κινηθούμε στον άξονα Βορρά – Νότου ή Ανατολής – Δύσης, ώστε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματά μας με τις γνωστές τιμές πολιτικής και ισημερινής περιφέρειας αντίστοιχα.

Μπορεί να πραγματοποιηθεί ως project στη σχολική τάξη. Η ακρίβεια της μέτρησης εξαρτάται από το πόσο εύστοχα θα “κεντράρουμε” ένα αστέρι πάνω στον άξονα που έχουμε επιλέξει, σταματώντας την φαινόμενη κίνηση της Ουράνιας Σφαιράς την κατάλληλη στιγμή, αλλά και από την ακρίβεια στη μέτρηση της απόστασης. Η ομάδα που θα πετύχει τη μικρότερη απόκλιση από τις γνωστές τιμές κερδίζει!

Λέξεις-κλειδιά: Ύψος, πόλοι, Ισημερινός, αστέρι, απόσταση, συντεταγμένες, σφάλμα

Εισαγωγή

Σκοποί της εργασίας αυτής είναι αφενός η γνωριμία με το πείραμα του Ποσειδώνιου εντασσόμενο στο γενικότερο πλαίσιο της ζωής του και φυσικά της εποχής του, η απόπειρα επανάληψης της μεθόδου του με τη χρήση Η/Υ, και η εφαρμογή του ως δράση (project) στο σχολικό περιβάλλον.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Η βασική ιδέα στην οποία στηρίζεται η εργασία είναι η διαπίστωση ότι αν μπορούσαμε να παγώσουμε το χρόνο και να σταματήσουμε τη φαινόμενη περιστροφή της ουράνιας σφαίρας, τότε αν κινούμασταν κατά μήκος μιας συγκεκριμένης κατεύθυνσης πάνω στην επιφάνεια της Γης θα παρατηρούσαμε ένα αστέρι να αλλάζει συνεχώς ύψος. Εάν ολοκληρώναμε κατ' αυτόν τον τρόπο μια πλήρη περιστροφή κατά μήκος ενός μέγιστου κύκλου (θεωρούμε τη Γη τέλεια σφαίρα), το αστέρι θα συμπλήρωνε μια διαδρομή 360 μοιρών. Η διαφορά των υψών αποτελεί τη γωνία που “διήνυσε” το αστέρι ενώ εμείς αντίστοιχα διανύαμε κάποια απόσταση κατά μήκος ενός μέγιστου κύκλου. Γωνία 360 μοιρών για το αστέρι θα αντιστοιχεί σε απόσταση ίση με την περιφέρεια της γης. Τα παραπάνω έχουν αφετηρία τα διαδικτυακά

άρθρα [1] και [2].

Η δική μου συνεισφορά είναι η αξιοποίηση των πληροφοριών αυτών των άρθρων σε περιβάλλον Η/Υ, χρησιμοποιώντας τα προγράμματα Stellarium και Google Earth. Επίσης, η επέκταση του πειράματος αυτού, πέρα από τον άξονα Βορρά – Νότου, όπου κινήθηκε ο Ποσειδώνιος, και στον άξονα Ανατολής – Δύσης, ώστε να καταστεί δυνατή η μέτρηση και της γήινης περιφέρειας κατά μήκος του Ισημερινού. Τέλος, η παραπέρα επέκταση σε 4 συγκεκριμένες κατευθύνσεις, δηλ. προς Βορρά , Νότο , Ανατολή και Δύση, ώστε να εφαρμοσθεί ως Project στη σχολική τάξη, με τη δημιουργία 4 κατ' ελάχιστον ομάδων εργασίας. Οι μαθητές θα μπορούν να συγκρίνουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων και των υπολογισμών τους με τις γνωστές τιμές για την πολική περιφέρεια και την περιφέρεια στον Ισημερινό της Γης.

Μέθοδοι

Αρχικά υπήρξε εκτεταμένος πειραματισμός με τα συγκεκριμένα λογισμικά για την επαλήθευση της ορθότητας των παραπάνω ισχυρισμών και τη δυνατότητα μέτρησης μ' αυτόν τον τρόπο της γήινης περιφέρειας.

Ακολούθως πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός του Project για τη σχολική τάξη, που περιελάμβανε τα εξής:

Α. ΥΠΟΘΕΜΑΤΑ (ΠΟΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ-ΟΨΕΙΣ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ ΘΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΤΕ) :

1. Ο Ποσειδώνιος και η εποχή του.
2. Τρόπος σκέψης-μεθοδολογία εργασίας του για το συγκεκριμένο υπολογισμό.
3. Γεωγραφικές συντεταγμένες-Ύψος Ήλιου και Αστέρων.
4. Καμπυλότητα Γης-Φαινόμενη κίνηση Ουράνιας Σφαίρας.
5. Λήψη μετρήσεων με χειρισμό προγραμμάτων Η/Υ (Stellarium και Google Earth).
6. Υπολογισμός σφάλματος.

Β. ΠΟΙΟΥΣ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΒΑΛΑΤΕ; (γράψτε συνοπτικά τους πιο σημαντικούς)

1. Να αντιληφθούν οι μαθητές το μεγαλοφυή τρόπο σκέψης των αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων.
2. Την ικανότητά τους να προβαίνουν σε μεγάλης εμβέλειας ανακαλύψεις με πολύ απλά μέσα.
3. Την ακμή που γνώρισαν και οι θετικές επιστήμες, πέρα από τις τέχνες και τα γράμματα, στην αρχαία Ελλάδα.
4. Να διδαχθούν την ανακάλυψη της γνώσης μέσω της έρευνας.
5. Να εξοικειωθούν με το εικονικό εργαστήριο (Η/Υ).
6. Να συνειδητοποιήσουν τη συμβολή της πληροφορικής στην επιστημονική έρευνα.
7. Να καλλιεργήσουν το πνεύμα της συνεργασίας.
8. Ν' αναπτύξουν κριτική σκέψη.
9. Να καλλιεργήσουν αισιόδοξη και προοδευτική στάση και συμπεριφορά μπροστά στα γεγονότα.
10. Να νιώσουν υπερήφανοι για τους προγόνους τους.
11. Να παρακινηθούν σε ωφέλεια της πατρίδας μας.

Γ. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ – ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕ ΑΛΛΟΥΣ ΦΟΡΕΙΣ:

1. Μέθοδος Project.
2. Ενημέρωση για το πρόγραμμα-Ανάλυση σκοπού-Στοχοθεσία.
3. Παρακολούθηση εναυσματικού βίντεο.
4. Χωρισμός ομάδων-αρμοδιοτήτων.
5. Συλλογή πληροφοριών από διαδικτυο-βιβλιοθήκη-εγκυκλοπαίδειες κλπ. για τον Ποσειδώνιο και την εποχή του.
6. Επιλογή-διαμόρφωση τελικών κειμένων.
7. Εξοικείωση με τα προγράμματα Η/Υ (Stellarium, Google Earth, μετατροπής συντεταγμένων).
8. Διαδικτυακή έρευνα εύρεσης της σήμερα παραδεκτής τιμής για τη γήινη περιφέρεια.
9. Λήψη μετρήσεων με τα παραπάνω προγράμματα.
10. Πραγματοποίηση υπολογισμών και εξαγωγή αποτελέσματος.
11. Υπολογισμός σφάλματος-σύγκριση αποτελεσμάτων των 2 πειραμάτων.
12. Εξαγωγή συμπερασμάτων-τελικού προϊόντος παρουσίασης.

Δ. ΠΕΔΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕ ΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

1. Ιστορία: Ελληνιστικά χρόνια
2. Μαθηματικά: Γεωμετρία κύκλου, αναλογίες.
3. Αστρονομία: Ύψος αστέρων, Φαινόμενη κίνηση της Ουράνιας Σφαίρας.
4. Γεωγραφία: Γεωγραφικές συντεταγμένες, αποστάσεις.
5. Γεωλογία: Σχήμα Γης.
6. Πληροφορική: Χρήση προγραμμάτων Η/Υ, διαδικτυο, δημιουργία παρουσίασης και παραγωγή τελικού προϊόντος.

Ε. ΚΑΤΑΓΡΑΨΤΕ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΤΗΝ ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΧΡΟΝΙΑ (20- 25 ΔΙΩΡΑ)

Η χρονική εξέλιξη του προγράμματος
(διερεύνηση θέματος, επεξεργασία, υλοποίηση δράσεων, επισκέψεων, παρουσίαση κλπ)

1 ^{ος} ΜΗΝΑΣ	Ενημέρωση για το θέμα, χωρισμός ομάδων, παρακολούθηση εναυσματικού βίντεο, έρευνα σε διάφορες πηγές των ιστορικών στοιχείων.
2 ^{ος} ΜΗΝΑΣ	Μελέτη της μεθοδολογίας του Ποσειδώνιου, έρευνα ανεύρεσης της τιμής της γήινης περιφέρειας που παραδεχόμαστε σήμερα, εκμάθηση υπολογισμού σφάλματος.
3 ^{ος} ΜΗΝΑΣ	Εξοικείωση με τα προγράμματα Η/Υ που θα χρησιμοποιηθούν.

4ος ΜΗΝΑΣ	Λήψη μετρήσεων και υπολογισμοί, εξαγωγή συνολικών συμπερασμάτων.
5ος ΜΗΝΑΣ	Δημιουργία τελικού προϊόντος, παρουσίαση του προγράμματος, δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα του Project ήταν αρχικά η συγκέντρωση πληροφοριών για τη ζωή και το έργο του Ποσειδώνιου, και ειδικά για το πείραμα του:

Ποιος ήταν ο Ποσειδώνιος;

Πρόκειται για πανεπιστήμονα της εποχής του (σαν τον Αριστοτέλη και τον Ερατοσθένη). Γεννήθηκε στην Απάμεια της Συρίας, από ελληνική οικογένεια, περίπου το 135 π.Χ. και έζησε κυρίως στη Ρόδο, έως το 51 π.Χ. Ασχολήθηκε ενεργά με την πολιτική ζωή του νησιού φτάνοντας σε ανώτερα αξιώματα. Ταξίδεψε περί την Μεσόγειο, όπου και πραγματοποίησε μελέτες αστρονομικές, γεωγραφικές, γεωλογικές, εθνογραφικές.

Σε κάποιο από τα ταξίδια του παρατήρησε ότι στην Αλεξάνδρεια ο αστέρας Κάνωπος ανέβαινε μέχρι και 7,5 μοίρες πάνω από τον ορίζοντα, ενώ στη Ρόδο δεν τον είχε δει ποτέ. Εκτιμούσε ότι η Ρόδος βρισκόταν ακριβώς βόρεια της Αλεξάνδρειας σε απόσταση 5000 σταδίων.

Η διαφορά στο ύψος του αστέρα σήμαινε ότι αυτή η απόσταση αντιστοιχούσε στο 1/48 της περιμέτρου της γης (μία ολόκληρη περιστροφή είναι 360 μοίρες). Έτσι υπολόγισε την περίμετρο στα 240000 στάδια, δηλαδή 38600 χλμ., πολύ κοντά στην πραγματική (40007 χλμ.). Αργότερα όμως αναθεώρησε την εκτίμησή του για την απόσταση Ρόδου – Αλεξάνδρειας στα 3750 στάδια, κάτι που μείωσε κατά 30% την γήινη περιφέρεια. Με τη τιμή αυτή συμφώνησε και ο ρωμαίος ναύαρχος και φυσικός φιλόσοφος Πλίνιος, ενώ καθιερώθηκε οριστικά από τον Πτολεμαίο και επικράτησε. Έτσι, χάρτες της Αναγέννησης αναπαριστούν την Ευρώπη, την Ασία και την Αφρική να καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια της Γης, χωρίς να υπάρχει χώρος για άλλη ήπειρο.

Ο Κολόμβος, μελετώντας τέτοιους χάρτες, έβγαλε το συμπέρασμα ότι η Ινδία απείχε από τα Κανάρια νησιά μόλις 6300 χλμ., οπότε σκέφτηκε ότι σχετικά εύκολα θα μπορούσε να φτάσει εκεί ταξιδεύοντας δυτικά. Αν γνώριζε την πραγματική απόσταση (28000 χλμ.) είναι σχεδόν βέβαιο ότι δεν θα αποτολμούσε το εν λόγω ταξίδι με τα πλοία της εποχής. Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε ότι το λάθος του Ποσειδώνιου ήταν καθοριστικό για την ανακάλυψη της Αμερικής από τον Κολόμβο!

Ακολούθως η επανάληψη του πειράματος:

Η Τεχνολογία μας έδινε κάποιες επιπλέον δυνατότητες:

- α) Μπορούσαμε να διαλέξουμε όποιο αστέρι θέλαμε (όχι αποκλειστικά τον Κάνωπο).
- β) Μπορούσαμε να κινηθούμε όχι μόνο στον άξονα βορρά-νότου αλλά και στον άξονα ανατολής-δύσης.

Έτσι θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε εκτός από την περίμετρο στους Πόλους, και την περίμετρο στον Ισημερινό.

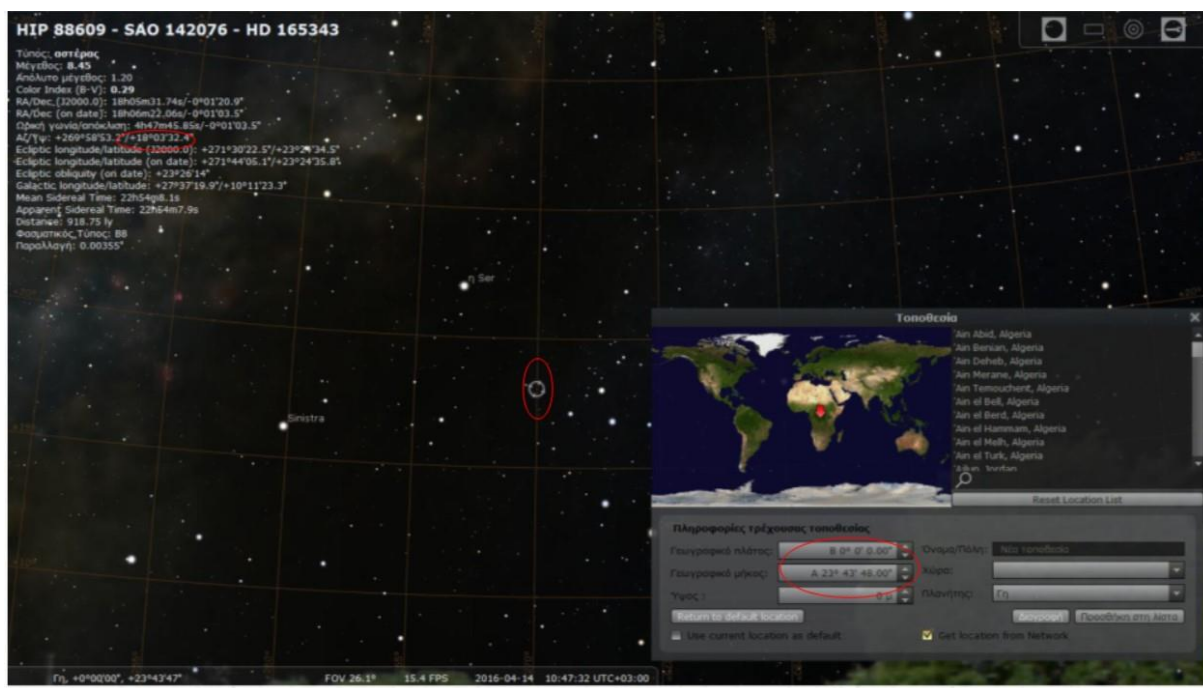
Ως τιμές αναφοράς λάβαμε αυτές του βιβλίου Γεωγραφίας της Α' Γυμνασίου:
Περίμετρος στους Πόλους: 40007 χλμ.
Περίμετρος στον Ισημερινό: 40075 χλμ.

Χωριστήκαμε λοιπόν σε ομάδες Ανατολής (Α), Δύσης (Δ), Βορρά (Β) και Νότου (Ν)

Όλες οι ομάδες ξεκίνησαν την προσπάθειά τους χρησιμοποιώντας κατάλληλο φύλλο εργασίας (Παράρτημα).

Την καλύτερη μέτρηση έκανε η ομάδα Δ1!

Ας δούμε αναλυτικά...



Εικόνα 1: Με το πρόγραμμα Stellarium διάλεξαν αστέρι και σημείωσαν γεωγραφικές συντεταγμένες και ύψος.



Εικόνα 2: Ακολουθώντας άλλες συντεταγμένες και σημείωσαν το νέο ύψος του ίδιου αστεριού

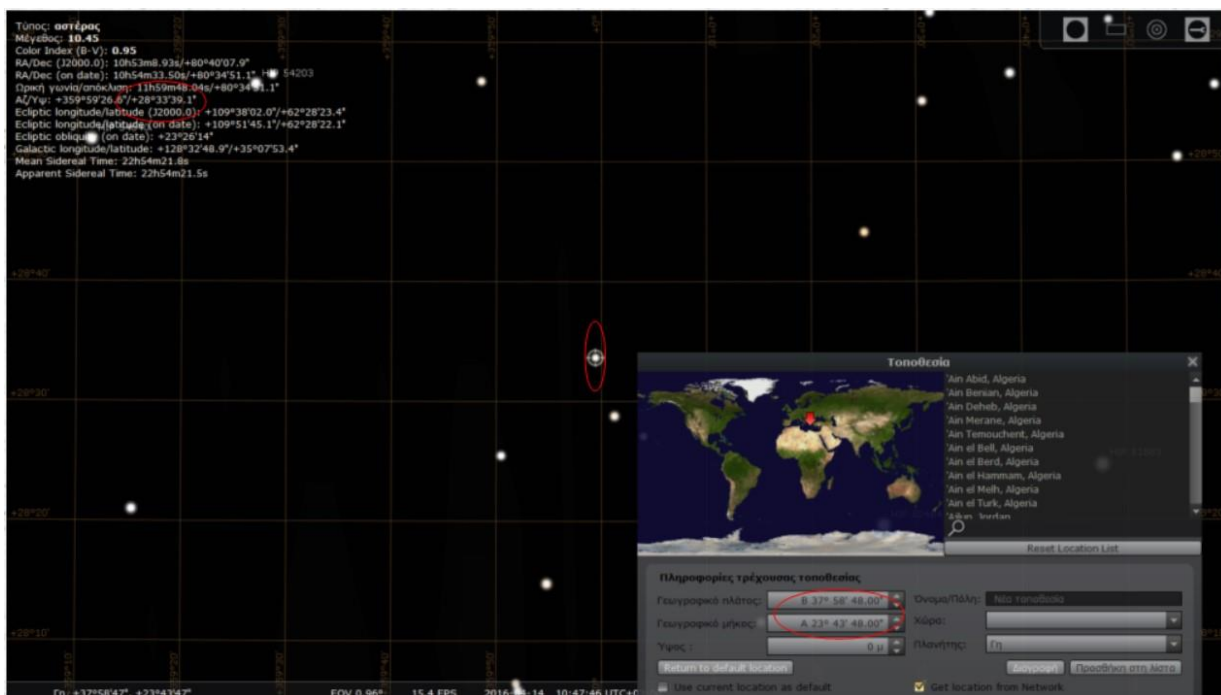


Εικόνα 3: Τις συντεταγμένες που χρησιμοποίησαν στο Stellarium τις “πέρασαν” στο Google Earth και μέτρησαν την απόσταση...

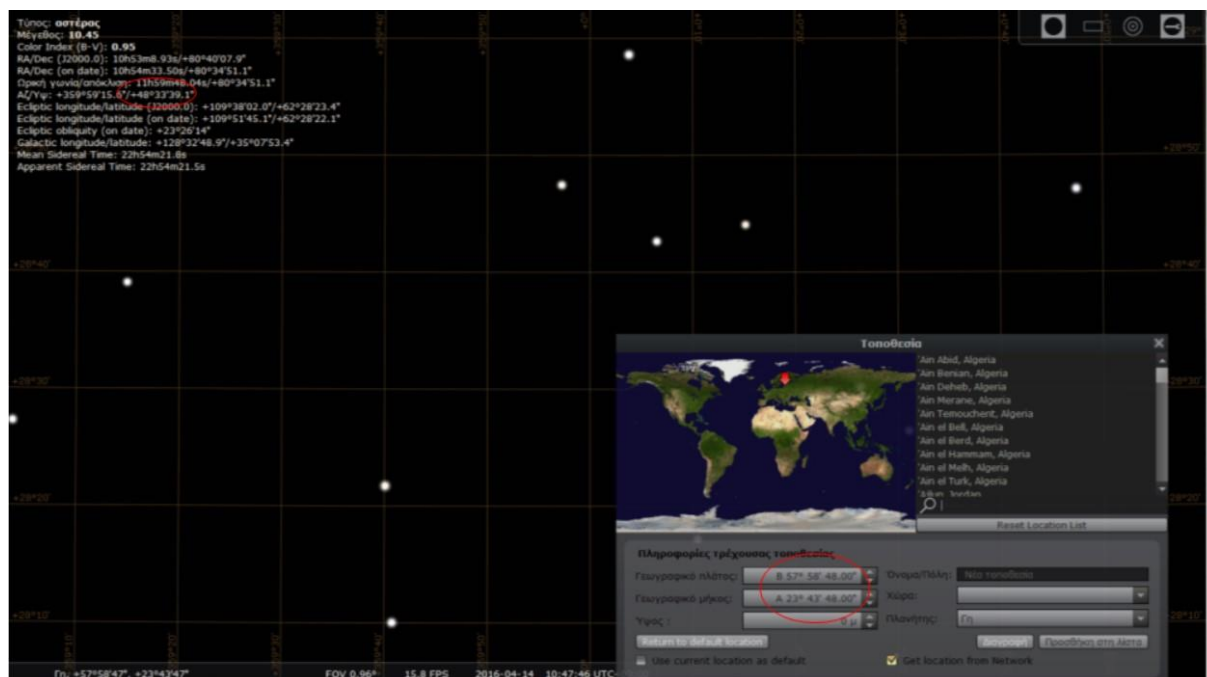
Υπολόγισαν την γήινη περίμετρο (στον Ισημερινό) στα 40073,34 χλμ., εξαιρετικά κοντά στην τιμή αναφοράς που είπαμε ότι είναι τα 40075 χλμ. Απόκλιση μόλις 0,004%!

2η ήρθε η ομάδα Β1!

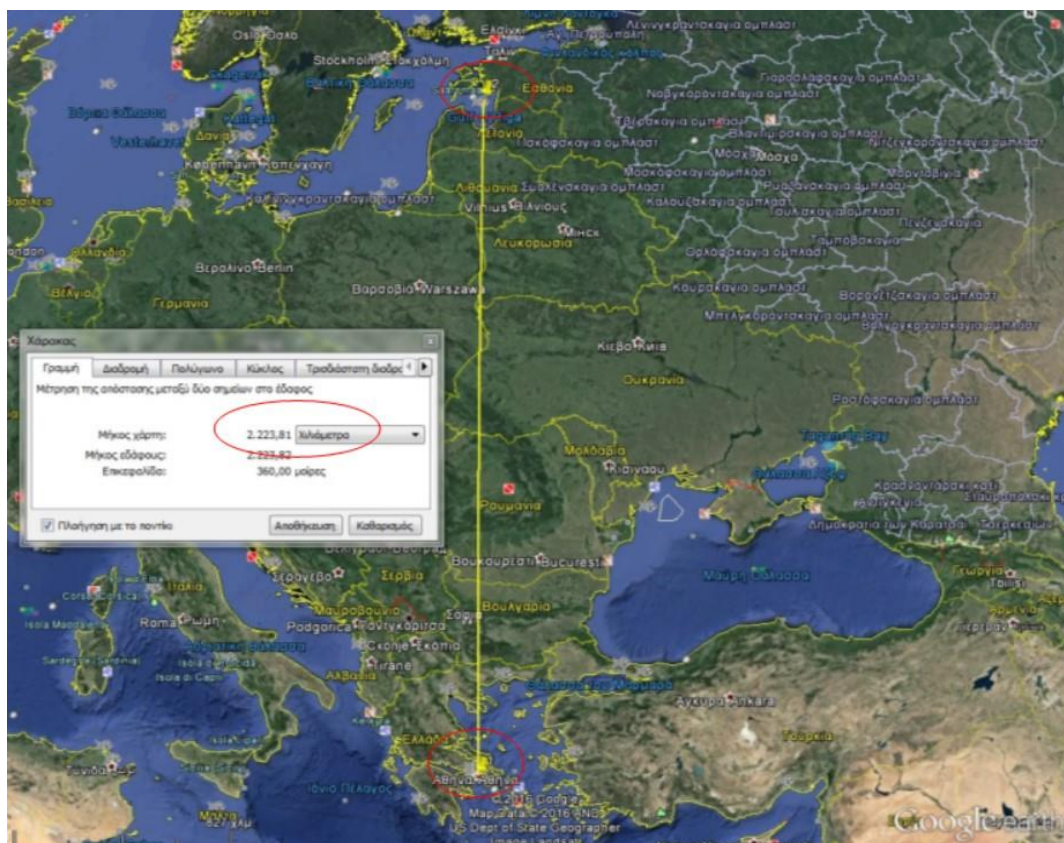
Ας δούμε κι αυτούς αναλυτικά, μιας και κινήθηκαν στον άλλο άξονα...



Εικόνα 4: Αυτοί διάλεξαν ένα άλλο αστέρι ακριβώς βόρεια και σημείωσαν συντεταγμένες και ύψος



Εικόνα 5: Ακολούθως άλλαξαν κι αυτοί συντεταγμένες και σημείωσαν το νέο ύψος του ίδιου αστεριού.



Εικόνα 6: «Πέρασαν» κι αυτοί τις συντεταγμένες από το Stellarium στο Google Earth και μέτρησαν την απόσταση...

Υπολόγισαν την γήινη περίμετρο (στους πόλους) στα 40028,58 χλμ., πολύ κοντά κι αυτοί στην τιμή αναφοράς που είπαμε ότι είναι τα 40007 χλμ. Απόκλιση μόλις 0,05%!

Βέβαια και όλοι οι υπόλοιποι είναι αξιέπαινοι για την προσπάθειά τους...

Συζήτηση

Η ελάχιστη απόκλιση των αποτελεσμάτων από τις γνωστές τιμές, για όσους ήταν προσεκτικοί στις μετρήσεις, αποδεικνύει την αξιοπιστία της αναβίωσης του πειράματος αυτού με τα συγκεκριμένα λογισμικά.

Το ενδιαφέρον των μαθητών που συμμετείχαν ήταν πάρα πολύ μεγάλο. Ιδιαίτερα εντυπωσιάστηκαν από την αναπαράσταση της ουράνιας σφαίρας με όλες τις λεπτομέρειές της, όπως προσφέρεται από το Stellarium, καθώς και από την κίνησή της, η οποία ήταν άγνωστη γι' αυτούς και προκάλεσε την απορία τους, εμφανής όμως στην μεγέθυνση που πραγματοποιούσαν προκειμένου να "κεντράρουν" με επιτυχία το επιλεγμένο αστέρι πάνω στην κατάλληλη γραμμή του πλέγματος. Το όλο περιβάλλον αποδείχτηκε ιδιαίτερα ελκυστικό. Οι μαθητές είχαν έκδηλα ενθουσιαστεί και αδημονούσαν για την ώρα που θα συνεχιζόταν το project. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι οι περισσότεροι τουλάχιστον από τους στόχους που είχαν τεθεί επιτεύχθηκαν.

Επίλογος

Η αναβίωση του πειράματος του Ποσειδώνιου στο συγκεκριμένο περιβάλλον Η/Υ μπορεί ν' αποδειχτεί εξαιρετικά ενδιαφέροντα και διασκεδαστική ενασχόληση για τους ερασιτέχνες,

και όχι μόνο τολμώ να πω, αστρονόμους, καθώς και για οποιονδήποτε αρέσκειται στις εφαρμογές λογισμικών. Η δε παιδαγωγική της αξία είναι, θα τολμούσα να πω, ασύγκριτη.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ το σύλλογό μου, την Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος Βόλου, για τα πλούσια ερεθίσματα που προσφέρει, αποτέλεσμα της δουλειάς των αξιοσέβαστων προσώπων που τον απαρτίζουν, μέσω των πολύ προσεγμένων εντύπων ή ηλεκτρονικών εκδόσεών της, όπως και των διαλέξεων και μαθημάτων που οργανώνει με εξέχοντα μέλη της Αστρονομικής κοινότητας (επαγγελματικής ή μη).

Ομοίως πολλές ευχαριστίες οφείλονται και στην Ελληνογερμανική Αγωγή, η οποία με τις δράσεις της, όπως το πείραμα του Ερατοσθένη, αποτελεί αέναη πηγή κατάρτισης και έμπνευσης για τη δημιουργία δράσεων όπως αυτή.

Αναφορές

[1]

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BF%CF%83%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CF%8E%CE%BD%CE%B9%CE%BF%CF%82_%CE%BF_%CE%A1%CF%8C%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CF%82

[2]

<https://ellas2.wordpress.com/2011/06/03/%ce%bf-%ce%b5%cf%81%ce%b1%cf%84%ce%bf%cf%83%ce%b8%ce%ad%ce%bd%ce%b7%cf%82-%ce%ba%ce%b1%ce%b9-%ce%b7-%ce%b1%ce%ba%cf%84%ce%af%ce%bd%ce%b1-%cf%84%ce%b7%cf%82-%ce%b3%ce%b7%cf%82/>

Παράρτημα

1. Φύλλο εργασίας:

**Πολιτιστικό πρόγραμμα
“Με οδηγό τον Ποσειδώριο και βοηθό την Τεχνολογία”**

Φύλλο Εργασίας
Συντάκτης: Βέργος Ιωάννης, Φυσικός
Όνομ/μο μαθητή/τριας:.....
Τμήμα:.....

1. Τοποθεσία 1: Γεωγραφικό πλάτος:.....
Γεωγραφικό μήκος:.....
2. Ύψος αστεριού 1: $\theta_1 =$
3. Εμφανίστε το παράθυρο τοποθεσίας και σώστε την οθόνη με τη “Ζωγραφική” (“Paint”) στο φάκελλο “Ποσειδώριος”.
4. Τοποθεσία 2: Γεωγραφικό πλάτος:.....
Γεωγραφικό μήκος:.....
5. Ύψος αστεριού 2: $\theta_2 =$
6. Εμφανίστε το παράθυρο τοποθεσίας και σώστε την οθόνη με τη “Ζωγραφική” (“Paint”) στο φάκελλο “Ποσειδώριος”.

7. Τρέξτε το “Google Earth”, πατήστε “καρφίτσα” και γράψτε τις συντεταγμένες της Τοποθεσίας 1. Πατήστε “OK”.
8. Πατήστε “καρφίτσα” και γράψτε τις συντεταγμένες της Τοποθεσίας 2. Πατήστε “OK”.
9. Με το “χάρακα” μετρήστε την απόσταση ανάμεσα στις δύο καρφίτσες
 $s = \dots\dots\dots \text{Km}$
10. Κάντε “απο-ζουμ” ώστε να φανούν και οι δύο καρφίτσες και σώστε την οθόνη με τη “Ζωγραφική” (“Paint”) στο φάκελλο “Ποσειδώνιος”.
11. Υπολογίστε $\varphi = \theta_2 - \theta_1$ ή $\varphi = \dots\dots\dots$ μοίρες.
12. Υπολογίστε με το κομπιουτεράκι την περιφέρεια της Γης:
 $\Pi = 360 \cdot s / \varphi$ ή $\Pi = \dots\dots\dots \text{Km}$.
13. Γράψτε την τιμή από το βιβλίο Γεωγραφίας:
α) Αν κινείστε ανατολικά ή δυτικά θα γράψετε την “Περίμετρο στον Ισημερινό”.
β) Αν κινείστε βόρεια ή νότια θα γράψετε την “Περίμετρο μεσημβρινού”.
 $\Pi_{\beta} = \dots\dots\dots \text{Km}$.
14. Για να βρείτε την % απόκλιση υπολογίστε: $(\Pi - \Pi_{\beta}) / \Pi_{\beta} \cdot 100 = \dots\dots\dots \%$.
15. Πέσαμε κοντά ή μακριά; Αιτιολογήστε:.....
.....
.....

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!

2. Επισημάνσεις για μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις:
α) Χρειάζεται αρκετό “zoom” ώστε να επιτύχουμε να σταματήσουμε το χρόνο όταν το κέντρο του αστεριού βρίσκεται ακριβώς πάνω στην επιθυμητή γραμμή του αζιμουθιακού πλέγματος.
β) Για να μετρήσουμε με επιτυχία την απόσταση ανάμεσα στις “καρφίτσες” που σημειώνουν τις δύο τοποθεσίες πάνω στο χάρτη του Google Earth, πρέπει με το “χάρακα”, να ξεκινήσουμε από τη “μύτη” της μιας και να καταλήξουμε στη “μύτη” της άλλης. Κι εδώ χρειάζεται αρκετό “zoom”. Επίσης, μετά απ' αυτό θα δούμε ότι τουλάχιστον το ένα άκρο της κίτρινης γραμμής της απόστασης δεν είναι απάνω στη “μύτη”. Πατούμε πάνω σ' αυτό και το μεταφέρουμε στη σωστή θέση του, πάντα με “zoom”.