10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ερασιτεχνικής Αστρονομίας

20 ΧΡΟΝΙΑ
Ελληνική Ερασιτεχνική Αστρονομία

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

Κέρκυρα, 20-22 Οκτωβρίου 2017

Ιόνιος Ακαδημία

www.astrosynedrio-2017.gr



ΚΕΡΚΥΡΑ

20-22 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2017

Εκτύπωση Πρακτικών: Ελληνογερμανική Αγωγή

ΕΛΛΗΝΟΓΕΡΜΑΝΙΚΗ
ΑΓΩΓΗ

10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ερασιτεχνικής Αστρονομίας

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΤΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ · ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ 1984 ·

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ

europe direct Περιφέρεια Ιονίων Νήσων

Συγχρηματοδοτείται από την ΕΕ

ΔΟΠΑΠ Κέρκυρας

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

Περιεχόμενα

ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ 6

ΜΕΛΗ ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ 7

ΕΘΕΛΟΝΤΕΣ 8

ΣΥΝΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΩΝ ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 9

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ 11

ΒΡΑΒΕΙΟ ΠΑΥΛΟΣ ΜΩΡΑΪΤΗΣ 14

ΟΜΙΛΙΕΣ ΠΡΟΣΚΕΚΛΗΜΕΝΩΝ: 16

ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ 18

Στοιχεία Αστρονομίας Αστροφυσικής και Διαστημικής, Κωνσταντίνος Δ. Μαυρομμάτης 18

Εκπαιδευτικό σενάριο για τη διδασκαλία του Ήλιου ως ουράνιο σώμα στο Γυμνάσιο 19
Ολυμπία Τριπολιτσιώτου 19

Ναύπακτος: Η ενετική καστροπολιτεία μετατρέπεται σε νεανική αστροπολιτεία 23
Αργύρης Δρίβας 23

Αστρονομικές δράσεις του ΓΕΛ Δικαίων Σταύρος Κουκιόγλου 27

Προσεγγίζοντας την αρχιτεκτονική των γαλαξιών. 31
Χ. Θ. Ξενάκης, PhD και Σ.Ι. Σπανός, PhD 31

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ 42

Σύστημα οδήγησης ρομποτικών βάσεων τηλεσκοπίων βασισμένο σε πλατφόρμα RaspberryPi
Ιωάννης Αναγνώστου και Ανδρέας Φλώρος 42

Κατασκευές αστρονομικών μηχανισμών, από ανακυκλούμενα υλικά
με την μέθοδο της αντίστροφης μηχανικής (reverseengineering), Κωνσταντίνος Κοκολάκης 43
Κατασκευή Αστρογράφου Κύριας Εστίας, Χρήστος Μπάρδης, Αλίκη Μπάρδη 46

Workshops 56

ΣΥΜΒΟΛΟΜΕΤΡΙΑ ΚΗΛΙΔΩΝ (Speckle Interferometry)& ΔΙΠΛΑ ΑΣΤΡΑ 56
Εμμ. Καπετανάκης

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 66

Σχεδιάζοντας ένα εύχρηστο λογισμικό για την αποτελεσματικότερη λειτουργία
προγραμμάτων τύπου Citizen Science, Αναστασία Κόκορη και Άγγελος Τσιάρας 66

Αστρομετρία αντικειμένων του ηλιακού συστήματος και απόκτηση κωδικού
παρατηρητηρίου από το MinorPlanetCenter, Ν. Σιούλας 71

Σύνθεση ήχου σε πραγματικό χρόνο από δεδομένα περιγραφής μαγνητικών καταιγίδων. 75
Β. Αγιομυργιαννάκης, Φ.-Α. Μεταλληνού , Γ. Ζάννος

ΑΡΧΑΙΟΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ **78**

Κατασκευάζοντας το μηχανισμό των Αντικύθηρων με αρχαία ελληνικά εργαλεία 78
Αριστείδης Βούλγαρης, Χριστόφορος Μουρατίδης, Αντρέας Βοσινάκης

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ **85**

Ανακάλυψη νέου παλλόμενου μεταβλητού αστεριού στη Μεγάλη Άρκτο 85
Παπαδημητρίου Αθανάσιος

Η παρατήρηση της απόκρυψης αστέρα από τον Πλούτωνα 91
στις 19 Ιουλίου 2016 και μελέτη της δομής της ατμόσφαιράς του, Βαγγέλης Τσάμης

Η πρώτη παρατήρηση απόκρυψης αστέρα από το νάνο πλανήτη Haumea 99
στις 21 Ιανουαρίου 2017, Βαγγέλης Τσάμης

Παρατηρήσεις και φωτομετρία του αστέρα EV Lacertae 109
Μάρκος Ασπρίδης, Άγγελος Τσιάρας, Αναστασία Κόκορη

ΜΗΤΡΩΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΥΛΛΟΓΩΝ 114

ΣΥΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 117

ΧΟΡΗΓΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ 118

ΧΟΡΗΓΟΙ 119

Αγαπητοίαστρο-φίλοι,

Κρατάτε στα χέρια σας την έκδοση των πρακτικών του 10ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Ερασιτεχνικής Αστρονομίας. Ενός συνεδρίου που διοργανώθηκε από την Αστρονομική Εταιρεία Κέρκυρας, στο νησί που γέννησε την ερασιτεχνική αστρονομία στην Ελλάδα το μακρινό 1927. Οι εργασίες του συνεδρίου έλαβαν χώρα από τις 20 έως τις 22 Οκτωβρίου 2017 στο ιστορικό κτήριο της Ιονίου Ακαδημίας.

Τα συνέδρια ερασιτεχνικής αστρονομίας αποτελούν τόπο συνάντησης, γνωριμίας, ανταλλαγής γνώσεων, εμπειριών και τεχνικών παρατήρησης. Κι αν στις αστρο-εξορμήσεις δίνεται η ευκαιρία να γνωρίσετε αστρο-φίλους και τον εξοπλισμό τους, στα συνέδρια παρέχεται η δυνατότητα παρουσίασης, διάχυσης και συζήτησης των αποτελεσμάτων των παρατηρήσεων και των ερευνών τους, ενώ ταυτόχρονα παρέχεται βήμαγια την εκλαΐκευση και διάδοση της επιστήμης της αστρονομίας.Παράλληλα, τα συνέδρια αυτά λειτουργούν ως μέσο σύσφιγξης των σχέσεων, αλλά και ανταλλαγής απόψεων επί οργανωτικών και μεθοδολογικών θεμάτων που αφορούν στους Ελληνικούς Αστρονομικούς Συλλόγους.

Στην σημερινή εποχή της καταιγιστικής ανάπτυξης της τεχνολογίας και των επιστημονικών ανακαλύψεων και ερευνών, δυστυχώς στη χώρα μας το μέχρι πρότινος διδασκόμενο μάθημα της αστρονομίας έχει εξοβελιστεί από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ενώ θέματα αστρονομικού περιεχομένουτυγχάνουν λίγων μόνο αναφορών στην πρωτοβάθμια. Το γεγονός αυτό μεταθέτει το βάρος και την ευθύνη της εκπαιδευτικής και ερευνητικής ανάδειξης θεμάτων αστρονομικού περιεχομένου στους συλλόγους ερασιτεχνικής αστρονομίας, καθιστώντας την σχετική προσπάθειά τους κάτι παραπάνω από απαραίτητη.

Η πολύπλευρη δραστηριοποίηση των αστρονομικών συλλόγων και των ερασιτεχνών αστρονόμων, όπως μπορεί να διαπιστώσει κανείς από την θεματολογία του 10ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Ερασιτεχνικής Αστρονομίας, αλλά και των προηγούμενων διοργανώσεων, αντικατοπτρίζει την παραπάνω προσπάθεια και αναδεικνύει την κοινωνική και επιστημονική τους προσφορά γενικότερα: όχι μόνο στην παρατήρηση και αποτύπωση (με φωτογραφικά ή άλλα μέσα) των αστρονομικών αντικειμένων και φαινομένων, αλλά και στη διάδοση και εκλαΐκευση της επιστημονικής γνώσης μέσω εκπαιδευτικών και άλλων δράσεων. Παράλληλα, σημαντικότατες είναι και οι ερευνητικές εργασίες που προκύπτουν στο πλαίσιο των ανωτέρω δράσεων, οι οποίες πολλές φορές εκπονούνται σε συνεργασία με ερευνητικούς φορείς και οργανισμούς.

Σαν οργανωτική επιτροπή και Αστρονομική Εταιρεία Κέρκυρας, προσπαθήσαμε σε μια δύσκολη για όλους μας οικονομική - και όχι μόνο - περίοδο, να δώσουμε τον καλύτερο εαυτό μας για την επιτυχή διοργάνωση του συνεδρίου, ώστε να συνεχιστεί η καλή παράδοση που έχει δημιουργηθεί ήδη από το 1999, αλλά, πρωτίστως,να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι.

Κλείνοντας αυτή την εισαγωγή θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε:

- τους κεντρικούς ομιλητές του Συνεδρίου για την αποδοχή της πρόσκλησης συμμετοχής και την συμβολή τους στη διαμόρφωση ενός τεχνικού προγράμματος που είναι συμβατό με την σύγχρονη αστρονομική επιστημονική πραγματικότητα,
- την Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, την EuropeDirect και τον ΔΟΠΑΠ του Δήμου Κέρκυρας για την συνδιοργάνωση του συνεδρίου και την οικονομική τους στήριξη,
- το Ιόνιο Πανεπιστήμιο και ειδικότερα το Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας,
- τους χορηγούς του συνεδρίου, χωρίς την οικονομική συμβολή των οποίων, η διοργάνωση του συνεδρίου δεν θα ήταν εφικτή,
- τους χορηγούς επικοινωνίας για την άρτια προώθηση και προβολή της διοργάνωσης με όλα τα πρόσφορα μέσα,

- τους συνεργαζόμενους φορείς για την πραγματοποίηση των παράλληλων εκδηλώσεων,
- την Επιστημονική Επιτροπή για τη δύσκολη και επίπονη εργασία της αξιολόγησης και τελικής επιλογής των εισηγήσεων και εργασιών,
- τους εισηγητές για την παρουσίαση των εργασιών τους,
- τους αστρονομικούς συλλόγους για την εμπιστοσύνη που επέδειξαν στο στάδιο ανάθεσης της διοργάνωσης, αλλά και την συνεχή συμπαράστασή τους κατά την προετοιμασία αυτής,
- τους εθελοντές που δέχτηκαν να προσφέρουν τον ελεύθερο χρόνο με στόχο την επιτυχία της διοργάνωσης,
- τα μέλη και τους φίλους της Εταιρείας για την πολύτιμη βοήθειά τους,
- και τέλος όλους τους συνέδρους που με την παρουσία και τη συμβολή τους βοήθησαν στην διεξαγωγή του συνεδρίου και στη διατήρηση του θεσμού αυτού.

Καλή αντάμωση στο επόμενο 11ο Συνέδριο!

Η Οργανωτική & Επιστημονική Επιτροπή
του 10ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Ερασιτεχνικής Αστρονομίας

Το Διοικητικό Συμβούλιο
της Αστρονομικής Εταιρείας Κέρκυρας

Η Οργανωτική Επιτροπή του Συνεδρίου

Κώστας Βόγκλης
Χάρης Γουναρόπουλος
Χρήστος Γουναρόπουλος
Νίκος Γρηγορόπουλος
Ζαΐρα Κοσκινά
Σωκράτης Λινάρδος
Βασίλης Μεταλληνός
Κώστας Παπαδάτος
Θανάσης Παπαδημητρίου
Αμαλία Πουλημένου
Ανδρέας Φλώρος
Σπύρος Χονδρογιάννης

Η Επιστημονική Επιτροπή του Συνεδρίου

Δρ Κοσμάς Γαζέας
Δρ Γιάννης Σειραδάκης
Δρ Φιόρη-Αναστασία Μεταλληνού
Χάρης Γουναρόπουλος
Δρ Κωνσταντίνος Μεταλληνός

ΕΘΕΛΟΝΤΕΣ:

- Πηνελόπη Βακιρτζή
- Δημήτρης Γουστέρης
- Άντζελα Γρηγοροπούλου
- Σωτήρης Δόβας
- Δέσποινα Ιορδανίδου
- Έλενα Καρύδη
- Γιάννα Κατσαρού
- Ευαγγελία Κουμαντσιώτη
- Φωτεινή Μαντζούτσου
- Άρης Μελαχροινός
- Γιάννης Μηλιάδης
- Στέλλα Μπουλά
- Αναστασία Ντρίκα
- Χριστίνα Ρέγγη
- Έκτορας Ρέμσακ
- Κωνσταντίνα Σαμαρτζή
- Γιονατάν Σηγκάν
- Γωγώ Σιορφανέ
- Δήμητρα Σιορφανέ
- Αλίκη Σιούστη
- Ελένη Σκαρτσίλη
- Μαριάννα Τζεβελίκα
- Δώρα Τζιώτη
- Λευτέρης Χατζηαναστασίου
- Νίκη Χονδρογιάννη

ΣΥΝΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΩΝ ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες των ελληνικών αστρονομικών συλλόγων είναι τα Πανελλήνια Συνέδρια Ερασιτεχνικής Αστρονομίας που διοργανώνονται κάθε δύο χρόνια. Τα συνέδρια ξεκίνησαν το 1999 από την Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος με σκοπό τη συνεύρεση των ερασιτεχνών αστρονόμων και την πρόοδο της επιστήμης της αστρονομίας στην Ελλάδα. Μέχρι σήμερα έχουν διεξαχθεί εννέα συνέδρια:

Το **1ο συνέδριο** διεξήχθη στο Βόλο στις 2 και 3 Οκτωβρίου 1999 και διοργανώθηκε από την Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος Βόλου. Στο Συνέδριο συμμετείχαν οι 8 αστρονομικοί σύλλογοι που υπήρχαν την εποχή εκείνη: Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος, Ελληνική Αστρονομική Ένωση, Όμιλος Φίλων Αστρονομίας, Όμιλος Φίλων της Αστρονομίας και του Αστεροσκοπείου, Αστρονομική Εταιρεία Κέρκυρας, Παράρτημα Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος Νάουσας, Παράρτημα Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος Κατερίνης.

Το **2ο συνέδριο** πραγματοποιήθηκε στην Κέρκυρα από την Αστρονομική Εταιρεία Κέρκυρας και το παρακολούθησαν περίπου 200 σύνεδροι από όλες τις γωνιές της Ελλάδας. Οι εργασίες του συνεδρίου πραγματοποιήθηκαν στο ξενοδοχείο "Corfu Palace" και στην αίθουσα εκδηλώσεων της Ιονίου Ακαδημίας.

Το **3ο συνέδριο** διοργανώθηκε στη Χαλκιδική από τον Όμιλο Φίλων Αστρονομίας της Θεσσαλονίκης με τη συμμετοχή 250 συνέδρων.

Το **4ο συνέδριο** διοργανώθηκε στην Αθήνα από την Ελληνική Αστρονομική Ένωση με συμμετοχή 420 συνέδρων. Τόπος διεξαγωγής ήταν το Ευγενίδειο Ίδρυμα.

Το **5ο συνέδριο** διοργανώθηκε στην Πάτρα από την Αστρονομική Εταιρεία Πάτρας "Ωρίων" με συμμετοχή 450 συνέδρων. Τόπος διεξαγωγής ήταν το Πανεπιστήμιο Πατρών. Συμμετείχαν οι 12 εκ των 15 υπολοίπων ελληνικών συλλόγων ερασιτεχνικής αστρονομίας, καθώς και η Αστρονομική Εταιρεία Κύπρου.

http://www.astrosynedrio2007.gr

Το **6ο συνέδριο** πραγματοποιήθηκε στην Αλεξανδρούπολη από το Σύλλογο Ερασιτεχνικής Αστρονομίας Θράκης με συμμετοχή 400 συνέδρων και τόπο διεξαγωγής το Alexander Beach Hotel.

Το **7ο συνέδριο** πραγματοποιήθηκε στα Χανιά από τις 7 έως 9 Οκτωβρίου 2011 από το Σύλλογο φίλων Αστρονομίας Κρήτης Σ.Φ.Α.Κ. και την Αστρονομική Ομάδα Φοιτητών Πανεπιστημίου Κρήτης. Τόπος διεξαγωγής ήταν το Κέντρο Αρχιτεκτονικής Μεσογείου.

Τις εργασίες του συνεδρίου παρακολούθησαν 150 σύνεδροι από όλη την Ελλάδα, καθώς επίσης και σχεδόν 100 άτομα μέσω διαδικτύου.

http://www.sfak.org/page/7ο Π.Σ.Ε.Α./497

Το **8ο συνέδριο** πραγματοποιήθηκε στην Θάσο από τις 11 έως 13 Οκτωβρίου 2013 από το Σύλλογο Φίλων Αστρονομίας Ανατολικής Μακεδονίας (Σ.Φ.Α.Μ.) με συμμετοχή 120 συνέδρων. Τόπος διεξαγωγής ήταν το Alexandra Beach Thassos Hotel.

http://synedrio.astrosfam.org

Το **9ο συνέδριο** πραγματοποιήθηκε στην Σπάρτη από τις 9 έως 11 Οκτωβρίου 2015 από την Αστρονομική Ένωση Σπάρτης, με τόπο διεξαγωγής το Διοικητήριο Λακωνίας. Τις εργασίες του συνεδρίου παρακολούθησαν περίπου 200 σύνεδροι, ενώ συμμετείχαν σε αυτό 26 σύλλογοι ερασιτεχνικής Αστρονομίας από όλη την Ελλάδα.

http://astrosynedrio2015.gr

Τα συνέδρια συνήθως περιλαμβάνουν, εκτός από τις εισηγήσεις των συνέδρων, ομιλίες προσκεκλημένων επιστημόνων, εργαστήρια (workshops), συζητήσεις στρογγυλής τραπέζης γύρω από επίκαιρα επιστημονικά θέματα, εκθέσεις αστροφωτογραφίας και λοιπών εκθεμάτων αστρονομικού ενδιαφέροντος, προβολές ή καλλιτεχνικές εκδηλώσεις αστρονομικού περιεχομένου, επισκέψεις σε τόπους αστρονομικού ενδιαφέροντος και παρατηρήσεις του νυχτερινού ουρανού.

Στη θεματολογία των συνεδρίων περιλαμβάνονται τα εξής:

- Παρατηρησιακή Αστρονομία.
- Αστρονομία και τεχνολογία.
- Διαστημική.
- Κοσμολογία.
- Αστροφυσική.
- Αστρονομία στον αρχαίο κόσμο.
- Αστρονομία στην εκπαίδευση.
- Αστροφωτογραφία.
- Ιστορία και εξέλιξη της Αστρονομίας.
- Κατασκευές. Επινοήσεις και κατασκευές οργάνων και ερασιτεχνικών εγκαταστάσεων, καθώς και εκπαιδευτικών βοηθημάτων.
- Προτάσεις για την αρτιότερη λειτουργία των Σωματείων και την καλύτερη επίτευξη των στόχων τους.

Παρασκευή 20 Οκτωβρίου 2017

15:00 – 18:00	Εγγραφές
18.00 –18:50	Έναρξη συνεδρίου - Καλωσόρισμα - Χαιρετισμοί
18:50 -19:00	*Η Ευρωπαϊκή Διαστημική Πολιτική*, κα. Πολυξένη Γεωργίου, Κέντρο Ευρωπαϊκής Πληροφόρησης Europe Direct Περιφέρειας Ιονίων Νήσων
19:00 – 19:15	Ομιλία για τα 90 χρόνια ερασιτεχνικής αστρονομίας
19:15 – 19:30	Εισαγωγική ομιλία Προέδρου Επιστημονικής Επιτροπής
19:30 – 20:30	**Κεντρική Ομιλία Δρ Μιχάλη Αγάθου: «*Αστρονομία βαρυτικών κυμάτων*»**
21:00 – 22:15	Χοροθέατρο: **«Κοσμογένεσις»**. Χώρος διεξαγωγής Δημοτικό Θέατρο Κέρκυρας. Σε συνεργασία με την ομάδα σύγχρονου χορού του Σωτήρη Μπουχάγιαρ.

Σάββατο 21 Οκτωβρίου 2017

09:00 – 10:40	**Εισηγήσεις** **ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**
09:00 – 09:20	Κ. Μαυρομμάτης: *Στοιχεία Αστρονομίας Αστροφυσικής και Διαστημικής*
09:20 – 09:40	Ο. Τριπολιτσιώτου: *Διδακτικό σενάριο για τη διδασκαλία του Ήλιου ως ουράνιο σώμα στο Γυμνάσιο*
09:40 – 10:00	Α. Δρίβας: *Ναύπακτος:* *Η ενετική καστροπολιτεία* *που γίνεται μαθητική* *αστροπολιτεία*
10:00 – 10:20	Σ. Κουκιόγλου: *Αστρονομία και Εκπαίδευση*
10:20 – 10:40	Χ. Ξενάκης: *Προσεγγίζοντας την αρχιτεκτονική των γαλαξιών*
10:40 - 11:00	Διάλειμμα
11:00 – 13:00	Παράλληλη εκδήλωση: Κυνήγι θησαυρού για παιδιά σε συνεργασία με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και τη Δημόσια Βιβλιοθήκη Κέρκυρας

11:00 – 12:00 Εισηγήσεις

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

11:00 – 11:20 Α. Φλώρος: *Σύστημα οδήγησης ρομποτικών βάσεων τηλεσκοπίων*

11:20 – 11:40 Κ. Κοκολάκης: *Κατασκευές αστρονομικών μηχανισμών, από ανακυκλούμενα υλικά με την μέθοδο της αντίστροφης μηχανικής (reverseengineering)*

11:40 – 12:00 Χ. Μπάρδης: *Κατασκευή αστρογράφου Κύριας Εστίας*

12:00 – 12:30 Διάλειμμα

12:30 – 13:30 Ομιλία Δρ Θανάση Οικονόμου: «*Η καταπληκτική αποστολή του Cassini στον Κρόνο, με έμφαση στο GrandFinale*»

13:45 – 14:00 Αναμνηστική φωτογραφία συνεδρίου

14:00 – 17:00 Διάλειμμα

14:00 – 16:00 Συνεδρίαση Δ.Σ. συλλόγων

17:00 – 18:00 Ομιλία Δρ Στέλλας Καφκά (Διαδικτυακά): «*Η AAVSO ως ερευνητικός πόρος για τους Παρατηρητές*»

18:00 – 19:00 Workshops

18:00 – 18:30 Μ. Καπετανάκης: *Συμβολομετρία κηλίδων και διπλά αστέρια*

18:30 – 19:00 Ν. Τρεμούλης: *Startrails και timelapse - εξοπλισμός, λήψη, επεξεργασία*

19:00 - 20:20 ΟΛΙΚΗ ΕΚΛΕΙΨΗ ΗΛΙΟΥ 21 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2017

19:00 - 19:20 Αστρονομική Εταιρεία Πάτρας «Ωρίων», Ανδρέας Παπαλάμπρου, Θεόφιλος Στεργίου

19:20 - 19:40 Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας, Κωνσταντίνος Αγγελής

19:40 - 20:00 Αστρονομική Ένωση Σπάρτης «ΔΙΟΣ ΚΟΥΡΟΙ» & ΟΦΑ, Αντώνης Φαρμακόπουλος, Δημόκριτος Τσουκάπας

20:00 - 20:20 ΟΦΑ & Αστρονομικός Σύλλογος Δυτικής Μακεδονίας, Αριστείδης Βούλγαρης, Νίκος Πλεξίδας

21:00 Εορταστικό buffet

Κυριακή 22 Οκτωβρίου 2017

09:00 – 10:00 Εισηγήσεις

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

09:00 – 09:20 Ν. Κόκορη: *Σχεδιάζοντας ένα πρόγραμμα φωτομετρίας φιλικό προς το χρήστη για την αύξηση συμμετοχής σε προγράμματα CitizenScience*

09:20 – 09:40 Ν. Σιούλας: *Αστρομετρία αστεροειδών και κομητών*

09:40 – 10:00 Βασίλης Αγιομυργιαννάκης, Φιόρη - Αναστασία Μεταλληνού: *Σύνθεση ήχου σε πραγματικό χρόνο από δεδομένα περιγραφής μαγνητικών καταιγίδων.*

10:00 – 10:20 Εισηγήσεις

ΑΡΧΑΙΟΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

10:00 – 10:20 Α. Βούλγαρης: *Κατασκευάζοντας το μηχανισμό των Αντικυθήρων με αρχαία ελληνικά εργαλεία*

10:20 – 10:40 Διάλειμμα

10:40 – 12:00 Εισηγήσεις

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

10:40 – 11:00 Θ. Παπαδημητρίου: *Ανακάλυψη νέου παλλόμενου μεταβλητού αστεριού στη Μεγάλη Άρκτο*

11:00 – 11:20 Β. Τσάμης: *Η παρατήρηση απόκρυψης αστέρα από τον Πλούτωνα στις 19 Ιουλίου 2016 και η μελέτη της δομής της ατμόσφαιράς του*

11:20 – 11:40 Β. Τσάμης: *Η πρώτη παρατήρηση απόκρυψης αστέρα από το νάνο πλανήτη Haumea στις 21 Ιανουαρίου 2017*

11:40 – 12:00 Μ. Ασπρίδης: *Παρατηρήσεις και φωτομετρία του αστέρα EV Lacertae*

12:00 – 12:30 Αστρονομικά γεγονότα διετίας 2015-2017: Θανάσης Ευαγγελόπουλος, Νίκος Τρεμούλης

12:30 – 13:00 Βραβεύσεις, λαχειοφόρος αγορά

13:00 – 13:30 Ομιλία Προέδρου Επιστημονικής Επιτροπής

13:30 – 14:00 Κλείσιμο συνεδρίου

ΒΡΑΒΕΙΟ ΠΑΥΛΟΣ ΜΩΡΑΪΤΗΣ

Μετά από απόφαση των εκπροσώπων Δ.Σ. των ανά την Ελλάδα Ερασιτεχνικών Συλλόγων Αστρονομίας, που έλαβε χώρα στις 11.12.2010 στην Αθήνα, με πρόταση της Αστρονομικής Εταιρείας Κέρκυρας, αποφασίστηκε η θέσπιση ειδικού βραβείου στη μνήμη του Παύλου Μωραΐτη, που θα απονέμεται κατά τη διάρκεια των Πανελληνίων Συνεδρίων που πραγματοποιούνται κάθε 2ετία.

Το θέμα του διαγωνισμού είναι η δημιουργία κατασκευής σχετική με την αστρονομία, ιστορική (π.χ. ομοίωμα αρχαίου οργάνου κ.λ.π.) ή πρωτότυπη, που να προσφέρει τη δυνατότητα χρήσης της για αστρονομική παρατήρηση, υπολογισμούς, διδασκαλία της Αστρονομίας κ.ο.κ..

Η κατασκευή θα πρέπει να έχει τις εξής προδιαγραφές:

- Να είναι φορητή, έτσι ώστε να είναι εύκολη η φυσική παρουσία της στον εκθεσιακό χώρο του Συνεδρίου
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε υλικό κατασκευής
- Να συνοδεύεται από τα στοιχεία του δημιουργού της και μια περίληψη του τρόπου κατασκευής και οδηγίες λειτουργίας της.

Στο διαγωνισμό μπορεί να λάβει μέρος οποιοσδήποτε ερασιτέχνης αστρονόμος σύνεδρος.

Για την βράβευση θα αποφασίζει τριμελής επιτροπή που θα αποτελείται:

- Από τον πρόεδρο της επιστημονικής επιτροπής
- Έναν εκπρόσωπο της οργανωτικής επιτροπής και
- ένα μέλος του ΟΦΑ που θα προταθεί από το Δ.Σ. του.

Το βραβείο είναι προσφορά του ΟΦΑ (Όμιλος Φίλων Αστρονομίας Θεσσαλονίκης) και του Πλανηταρίου Θεσσαλονίκης (Δ. Τσάμπουρας – www.planitario.gr). και ανέρχεται στο ποσό των 300 Ευρώ, για αγορά αστρονομικού εξοπλισμού.



Παύλος Μωραΐτης

Βιογραφικό Σημείωμα

Γεννήθηκε το 1937 στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου και πέθανε το 2010 στη Θεσσαλονίκη. Όντας ηλεκτρολόγος μηχανικός εργάστηκε πάνω από 25 χρόνια στις πλατφόρμες εξόρυξης πετρελαίου σε όλη την περίμετρο της Αφρικής και της Σαχάρα, στη Βόρειο Θάλασσα και στη Νέα Γη στον Καναδά.

Μελέτησε μαθηματικά και επιστημονικά θέματα, καθώς και τους αρχαίους πολιτισμούς της Ελλάδας και της Αιγύπτου. Η καλλιγραφία υπήρξε σύμφυτη με την αγωγή που πήρε ως Αλεξανδρινός, φοιτώντας στο Saint Marc (Γαλλικό σχολείο στην Αλεξάνδρεια). Χρησιμοποίησε την αισθητική για να κάνει ελκυστικά τα θέματα που συχνά απωθούν τους μαθητές: τα μαθηματικά, τη φυσική, την αστρονομία, τις εφευρέσεις.

Η ανάγκη του Παύλου Μωραΐτη να αποτυπώσει τις εικόνες των αρχαίων παπύρων, των τοιχογραφιών της Αιγύπτου, των σημαντικών ανακαλύψεων των Ελληνιστικών χρόνων, αλλά και των συναισθημάτων του για τα μαθηματικά και τον φυσικό κόσμο, τον οδήγησε να δημιουργήσει σειρές χειρογράφων, που άλλοτε είχαν θέματα μαθηματικά, άλλοτε αρχαίες ελληνικές ανακαλύψεις και τα περισσότερα μία σειρά αποδείξεων του Πυθαγορείου Θεωρήματος, που για εκείνον ήταν ένας σταθμός ή μία αφετηρία για τη σκέψη και τη γεωμετρία.

Το έργο του περιλαμβάνει 150 περίπου αποδείξεις του Πυθαγορείου Θεωρήματος εκ των οποίων οι 36 είναι δικές του προσωπικές αποδείξεις.

Όνειρο του Παύλου Μωραΐτη ήταν η δημιουργία μαθηματικού μουσείου με όργανα μέτρησης, εργαλεία, βιβλία και οπτικοακουστικά βοηθήματα και μία έκδοση της συλλογής του.

Ως Πρόεδρος του Ομίλου Φίλων Αστρονομίας Θεσσαλονίκης – για πολλά χρόνια – προσπάθησε να εμπνεύσει νέους σε θέματα αστρονομίας και να φέρει το κοινό πιο κοντά στις θετικές επιστήμες.

ΟΜΙΛΙΕΣ ΠΡΟΣΚΕΚΛΗΜΕΝΩΝ:

Δρ Μιχάλη Αγάθου:
«Αστρονομία βαρυτικών κυμάτων»

Ο Μιχάλης Αγάθος είναι φυσικός με ειδίκευση στη φυσική βαρυτικών κυμάτων και εργάζεται ως ερευνητής στο Πανεπιστήμιο του Cambridge. Ολοκλήρωσε το διδακτορικό του στη βαρυτική φυσική το 2016 και είναι μέλος της Συνεργασίας LIGO-Virgo για την ανίχνευση βαρυτικών κυμάτων από το 2011. Γεννημένος στην Κέρκυρα το 1983, σπούδασε Εφαρμοσμένα Μαθηματικά και Φυσικές Επιστήμες στο ΕΜΠ (Αθήνα) και προχώρησε με μεταπτυχιακές σπουδές στη Θεωρητική Φυσική και τα Μαθηματικά στο Πανεπιστήμιο της Ουτρέχτης, με εργασίες στους τομείς της Κβαντικής Βαρύτητας και της Μη Μεταθετικής Γεωμετρίας. Στη διδακτορική του διατριβή εξειδικεύτηκε στη μελέτη βαρυτικών κυμάτων, παραγόμενα από συγχωνευόμενα διπλά συστήματα Μαύρων Τρυπών και Αστέρων Νετρονίων. Εργαζόμενος στο μεταίχμιο μεταξύ θεωρίας και πειράματος, εξερευνά πώς τα βαρυτικά κύματα, ως μάρτυρες των πιο βίαιων γεγονότων στην ιστορία του Σύμπαντος, μπορούν να καταθέσουν πληροφορίες σχετικά με τη φύση της βαρύτητας, τις ιδιότητες των μαύρων τρυπών και της υπερ-πυκνης ύλης, την απαρχή και την εξέλιξη του Σύμπαντος. Στην πρόσφατη πειραματική ανακάλυψη βαρυτικών κυμάτων, η ανάλυσή του συνεισέφερε στην απόδειξη ότι τα σήματα που ανιχνεύτηκαν επιβεβαιώνουν τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας του A. Einstein και έθεσε μεταξύ άλλων το πιο αυστηρό ανώτατο όριο μέχρι στιγμής στη μάζα του βαρυτονίου.

Συμμετέχει στην ομάδα των ερευνητών του LIGO που βραβεύτηκαν με το φετινό (2017) βραβείο Νόμπελ Φυσικής για τον εντοπισμό των βαρυτικών κυμάτων.

Δρ Θανάση Οικονόμου:
«Η καταπληκτική αποστολή του Cassini στον Κρόνο, με έμφαση στο Grand Finale»

Ο Θανάσης Οικονόμου είναι καθηγητής της Αστροφυσικής στο Πανεπιστήμιο του Σικάγο, κύριος ερευνητής του Ινσιντούτου Φέρμι και ερευνητής στη NASA.

Από το 1964 προσλήφθηκε στο Ινστιτούτου Φέρμι του Πανεπιστημίου του Σικάγου προκειμένου να συμμετάσχει ως Πυρηνικός Φυσικός στην ανάπτυξη οργάνου το οποίο θα χρησιμοποιούνταν για τη διερεύνηση των υλικών του εδάφους της Σελήνης, στο πλαίσιο του υπό εξέλιξη τότε προγράμματος κατάκτησής της.

Έκτοτε έχει συμμετάσχει ή έχει αναπτύξει ο ίδιος όργανα με τα οποία έχει συμμετάσχει σε 17 διαστημικές αποστολές της NASA, της Σοβιετικής Ένωσης, της US Air Force, της Ρωσίας, της JAXA (Ια-

πωνική), της Βρετανικής Υπηρεσίας Διαστήματος και της ESA. Όργανά του έχουν σταλεί στη Σελήνη (Surveyor 5, 6, 7), στον Άρη (Mars 96, Pathfinder, Spirit, Opportunity, Beagle 2) και στο δορυφόρο του Φόβο (Phobos 1 & 2), σε τροχιά γύρω από τη Γη (Argos), σε αστεροειδείς (Muses-C), στον Κρόνο (Cassini) και σε κομήτες (STARDUST, STARDUST-N, Rosetta).

Σε ηλικία 80 ετών, χωρίς να έχει βγει στη σύνταξη, συνεχίζει ακάματος τις επιστημονικές και κοινωνικές του δραστηριότητες συμμετέχοντας στην προετοιμασία κοινής Ρωσοαμερικανικής αποστολής προσεδάφισης στην Αφροδίτη, προγραμματισμένης για το 1927, και στη δημιουργία υποδομών διάδοσης της αστρονομίας και της διαστημικής στην Ελλάδα (Εκπαιδευτικό Αστρονομικό Πάρκο Όρλιακα) και την Κύπρο (Αστεροσκοπείο Τροόδους).

Δρ Στέλλας Καφκά (Διαδικτυακά):
«Η AAVSO ως ερευνητικός πόρος για τους Παρατηρητές»

Η Δρ Στέλλα Καφκά είναι Διευθύντρια της AAVSO (Αμερικανική Ένωση Παρατηρητών Μεταβλητών Αστέρων). Η Δρ. Καφκά είναι απόφοιτος του Τμήματος Φυσικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών με MSc και PhD στην Αστρονομία από το Πανεπιστήμιο της Ιντιάνα, (Η.Π.Α.). Πριν την ανάληψη των καθηκόντων της στην AAVSO, η Δρ Καφκά εργάστηκε στο παρατηρητήριο CTIO, στο Κέντρο Επιστημών Spitzer του πανεπιστημίου Caltech, στο Τμήμα Γεωμαγνητισμού του Ιδρύματος Carnegie στην Ουάσινγκτον και στην AIP Publishing (Εκδόσεις Αμερικανικού Ινστιτούτου Φυσικής).

Η AAVSO είναι ένας διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός παρατηρητών μεταβλητών αστέρων του οποίου στόχος είναι να βοηθήσει παρατηρητές από όλον τον κόσμο να συνεισφέρουν στην επιστημονική έρευνα μέσω της παρατήρησης μεταβλητών αστέρων.

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Στοιχεία Αστρονομίας Αστροφυσικής και Διαστημικής

Το πρώτο μου βιβλίο στο Δημοτικό

Ό,τι χρειάζεται να ξέρω για το Ηλιακό μας Σύστημα, τους Αστέρες, τους Γαλαξίες, το Σύμπαν και τη Διαστημική.

Κωνσταντίνος Δ. Μαυρομμάτης

«Το παρόν κείμενο αποτελεί περίληψη της εισήγησης,
καθώς κατά τον χρόνο της εκτύπωσης του παρόντος τεύχους δεν είχε αποσταλεί το οριστικό κείμενο».

Τι πρέπει να περιλαμβάνει, άραγε, ένα βιβλίο Αστρονομίας του Δημοτικού;

Οπωσδήποτε κάθε τι που αναφέρεται στην αστρονομία. Το μόνο που πρέπει να προσεχθεί είναι πως ό,τι παρουσιάζεται στο βιβλίο αυτό, πρέπει να είναι γραμμένο με τέτοιον τρόπο ώστε να γίνεται κατανοητό από τους μικρούς μαθητές της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου και να ανταποκρίνεται στην αντιληπτική τους ικανότητα. Χωρίς μαθηματικές εξισώσεις και χωρίς θέματα που απαιτούν φαντασία και ειδικές γνώσεις. Με απλές σκέψεις, με πολλά σχήματα, με πολλές παρομοιώσεις από την καθημερινή ζωή, μπορούν να αποδοθούν και να περιγραφούν ακόμη και τα πιο δύσκολα κεφάλαια της επιστήμης αυτής.

Κάπως έτσι είναι γραμμένο και το υπό έκδοση νέο βιβλίο της Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος, που έχει την έδρα του στο Βόλο. Είναι χωρισμένο στις εξής 11 ενότητες: - Η αστρονομία σήμερα - Ο Ήλιος και η Σελήνη - Το πλανητικό μας σύστημα - Οι αστέρες του Γαλαξία μας και οι αστερισμοί - Ο Γαλαξίας μας, οι άλλοι γαλαξίες και το αχανές Σύμπαν - Χρόνος, αστρονομικά όργανα, τηλεσκόπια – Διαστημική, Πύραυλοι και δορυφόροι - Διαστημόπλοια γύρω από τη Γη και τη Σελήνη = Προς τους πλανήτες και τους «εξωγήινους».- Νέες αστρονομικές θεωρίες και ανακαλύψεις - Η ουράνια σφαίρα.

Εκπαιδευτικό σενάριο για τη διδασκαλία του Ήλιου ως ουράνιο σώμα στο Γυμνάσιο

Ολυμπία Τριπολιτσιώτου
Γεωλόγος, καθ. ΜΕ, 2ο Γυμνάσιο Ν. Σμύρνης

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια είναι γνωστό, πως η διδασκαλία της Αστρονομίας έχει αφαιρεθεί από τα σχολικά εγχειρίδια, ιδιαίτερα αυτά του Γυμνασίου. Ωστόσο μέσω της διδακτικής εμπειρίας που έχω αποκομίσει ως καθηγήτρια Μέσης Εκπαίδευσης σε Γυμνάσιο, έχω διαπιστώσει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον των μαθητών για θέματα που αφορούν το Διάστημα και που δυστυχώς ανήκουν στα εκτός διδακτέας ύλης θέματα.

Μία πρόταση είναι η δημιουργία περιβαλλοντικής ομάδας με αντικείμενο διάφορα αστρονομικά θέματα, που πραγματοποιείται σε πολλά σχολεία . Εναλλακτικά, ψήγματα Αστρονομίας μπορούν να προστίθενται εμβόλιμα στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών Φυσικής, Χημείας, Γεωλογίας, ώστε να ικανοποιηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών προς αυτή την κατεύθυνση.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μπορεί να αποτελέσει ο Ήλιος ως ουράνιο σώμα και η επίδραση που προκαλεί στη Γη ως προς τις συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη της ζωής. Η δική μας πρόταση έγκειται να ενταχθεί η παρουσία του άστρου μας ,ακολουθώντας τις οδηγίες του Αναλυτικού προγράμματος ΑΠΣ και του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ), σε ένα ευρύτερο σενάριο Διαθεματικής και Διεπιστημονικής προσέγγισης στα μαθήματα Γεωλογία- Γεωγραφία Α΄ Γυμνασίου, Φυσική Α΄ Β' και Γ' Γυμνασίου. Το παραπάνω σενάριο υλοποιήθηκε στο 2ο Γυμνάσιο Ν. Σμύρνης και σε βάθος τριετίας (από τη σχολ. χρονιά 2014-15) με μαθητές από την Α ως τη Γ Γυμνασίου.

Λέξεις-κλειδιά: Διδασκαλία Ήλιου, Διαθεματικότητα, Γυμνάσιο

1. Εισαγωγή

Ως εκπαιδευτική κοινότητα παρακολουθήσαμε πριν λίγα χρόνια την κατάργηση του μαθήματος της Αστρονομίας από τη Β΄ Λυκείου. Επίσης, κάθε χρόνο, δεχόμαστε τις οδηγίες διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών σύμφωνα με τις οποίες το κεφάλαιο που αφορά τη Γη ως ουράνιο σώμα, στη Γεωγραφία Α΄ Γυμνασίου, αφαιρείται από την διδακτέα ύλη με την αιτιολογία πως διδάσκεται στο Δημοτικό. Παρατηρώντας το αυξημένο ενδιαφέρον όμως πολλών μαθητών για το αντικείμενο αποφασίσαμε να διδάξουμε παρεμβατικά και με εναλλακτικό τρόπο τα κεφάλαια που έχουν αφαιρεθεί. Σχεδιάσαμε για αυτό το σκοπό Εκπαιδευτικό Σενάριο με θέμα «Ο Ήλιος ως ουράνιο σώμα», χωρισμένο σε τρεις ενότητες, μία για κάθε τάξη του Γυμνασίου. Αυτό λοιπόν έχω τη χαρά να παρουσιάσω όπως σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στο 2ο Γυμνάσιο Νέας Σμύρνης την τριετία 2014-2017 μέσα από τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών κυρίως Γεωγραφίας και Φυσικής. Η καινοτομία έγκειται στη διαθεματική προσέγγιση του θέματος , από διαφορετική οπτική γωνία δηλαδή με προεκτάσεις και σε άλλους τομείς όπως Λογοτεχνία, Εικαστικά, Μουσική, Φωτογραφία.

Το ΔΕΠΠΣ και ΑΠΣ

Σύμφωνα με το ΔΕΠΠΣ (Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών) «ο σκοπός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών δεν μπορεί παρά να εντάσσεται στους γενικότερους σκοπούς της εκπαίδευσης, δηλαδή στην ολοκλήρωση του ατόμου με την ανάπτυξη κριτικού πνεύματος και διάθεσης για ενεργοποίηση και δημιουργία τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε συνεργασία με άλλα άτομα ή ομάδες.»

Επίσης ο σκοπός της διδασκαλίας Φυσικής έγκειται στην απόκτηση της ικανότητας να αναγνωρίζει (ο μαθητής) την ενότητα και τη συνέχεια της επιστημονικής γνώσης στις θετικές επιστήμες, όπως και της ικανότητας να αναγνωρίζει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ τους.

Στη διαρκή επαφή του μαθητή με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την επιστημονική μεθοδολογία (παρατήρηση, συγκέντρωση - αξιοποίηση πληροφοριών από διάφορες πηγές, διατύπωση υποθέσεων, πειραματικό έλεγχό τους, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων, ικανότητα γενίκευσης καθώς και κατασκευής προτύπων).

«Συσχετίζουν γνωστά φαινόμενα (ημέρα και νύχτα, εποχές) με κινήσεις της Γης. Υποθέτουν για το πώς επηρεάζεται η ζωή των ανθρώπων σε τόπους με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες και περιγράφουν πιθανές επιδράσεις (Γλώσσα, Μαθηματικά, Ιστορία, Οικιακή Οικονομία, Βιολογία).» Αυτά προβλέπονται από το Αναλυτικό πρόγραμμα Σπουδών. Αξιοποιώντας τα παραπάνω σχεδιάστηκε και το σενάριο που θα παρουσιάσουμε.

Θέμα: Ο Ήλιος ως ουράνιο σώμα

Τάξη: Α΄ Γυμνασίου, Β΄ Γυμνασίου, Γ΄ Γυμνασίου

Μάθημα: Φυσική, Τεχνολογία, Γεωγραφία, Χημεία, Βιολογία

Σύνδεση με άλλα γνωστικά αντικείμενα: Λογοτεχνία, Ιστορία, Μυθολογία Εικαστικά, Φωτογραφία, Μουσική.

Στόχοι:

1. Να περιγράφουν οι μαθητές τον Ήλιο ως ουράνιο σώμα (δημιουργία, σύγκριση μεγέθους με άλλους αστέρες και πλανήτες κυρίως τη Γη και σχετικές τους κινήσεις)
2. Να γνωρίσουν την επίδραση του Ήλιου στον πλανήτη Γη αλλά και στους υπόλοιπους πλανήτες .
3. Να περιγράφουν φαινόμενα που έχουν σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα (ηλιακές κηλίδες, σέλας)
4. Να συνδέσουν με την καθημερινότητα τους την επίδραση του Ήλιου ώστε να μπορούν είτε να εκμεταλλευτούν τη θετική επίδραση (ηλιακή ενέργεια) είτε να προστατευτούν (βλαβερή ακτινοβολία)

Το Σενάριο πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις, οι οποίες συνδέθηκαν θεματικά ως συνέχεια η μια της άλλης.

Εκπαιδευτικό υλικό: ταινίες (Interstellar, Το δέντρο της ζωής), λογισμικά, site αστρονομικού περιεχομένου, **πειράματα, κατασκευές**

Τόπος: Σχολική αίθουσα, Εργαστήριο πληροφορικής, Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών.

Εκπαιδευτικές επισκέψεις: Εθνικό Αστεροσκοπείο, Πλανητάριο, Γεροσταθοπούλειο Αστεροσκοπείο Παν. Αθηνών.

Θεμελιώδεις διαθεματικές έννοιες: Διάσταση, Μεταβολή, Αλληλεξάρτηση.

Προεκτάσεις: Γλώσσα (Λογοτεχνία) Αισθητική Αγωγή (φωτογραφία, ζωγραφική κολλάζ), Μουσική, Τεχνολογία (κατασκευή ηλιακού ρολογιού ή άλλων μοντέλων)

1η φάση: Α Γυμνασίου μέσω της Γεωγραφίας (Η Γη ως ουράνιο σώμα) και της Φυσικής (Θερμότητα, κύκλος του νερού)

Στο βιβλίο της Γεωλογίας- Γεωγραφίας Α΄ Γυμνασίου περιλαμβάνεται ενότητα με θέμα Η Γη ως ουράνιο σώμα. Πρώτη παρέμβαση δική μας για τον Ήλιο γίνεται στο μάθημα αυτό με αφορμή τη Γη μέσα στο ηλιακό σύστημα, τη μοναδική θέση της σε αυτό και την ανάπτυξη της ζωής λόγω της ιδανικής θέσης. Εξετάζεται η απόσταση Γης- Ήλιου, η σχετική κίνηση των δύο σωμάτων, η επίδραση του Ήλιου στο κλίμα της Γης. Για τη διεξαγωγή του μαθήματος χρησιμοποιούνται φύλλα εργασίας σε συνδυασμό με προβολή λογισμικού και αποσπάσματα ταινιών (Το δέντρο της Ζωής) και εκπαιδευτικών βίντεο

από το you tube καθώς και εφαρμογές σε android.

Ενδεικτικά, ερωτήσεις που συνοδεύουν τις προβολές και περιέχονται στα φύλλα εργασίας είναι οι εξής:

- Σε ποια θέση σε σχέση με τους άλλους πλανήτες βρίσκεται η Γη;
- Τι παρατηρείς ως προς το μέγεθος σε σύγκριση με άλλους πλανήτες;
- Τι νομίζεις πως θα συνέβαινε αν βρισκόταν πιο κοντά ή πιο μακριά σε σχέση με τον Ήλιο; Τι επιπτώσεις θα είχε στη Βιόσφαιρα;
- Ποιο είναι το αποτέλεσμα της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της; Γύρω από τον Ήλιο;

Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με ομαδική εργασία , κατασκευή , κολλάζ ή ζωγραφική με θέμα το Ηλιακό σύστημα και ως επιστέγασμα της προσπάθειας σε αυτή τη φάση πραγματοποιείται επίσκεψη στο Πλανητάριο.



Ομάδα μαθητών του σχολείου στο Γερασταθοπούλειο Αστεροσκοπείο

Δεύτερη παρέμβαση της δράσης του Ήλιου έρχεται στο κεφάλαιο που αφορά το κλίμα και τους κλιματικούς τύπους. Στο σημείο αυτό μπορεί να γίνει αναφορά στον ενδεκαετή κύκλο των ηλιακών κηλίδων, στην Ενέργεια που φτάνει στη Γη, στον ηλιακό άνεμο και στις ακτινοβολίες. Η επίσκεψη που ολοκλήρωσε τη δεύτερη παρέμβαση ήταν στο Γερασταθοπούλειο Αστεροσκοπείο όπου παρατήρησαν ηλιακές κηλίδες, αφού προηγήθηκε ενημέρωση από τον κο Κ. Γαζέα.

Τρίτη παρέμβαση , στον κύκλο του νερού, ένα θέμα που οι μαθητές συναντούν σε όλα τα μαθήματα Γεωγραφία, Φυσική Χημεία και Βιολογία. Από διαφορετική οπτική γωνία. Εδώ θα σταθώ στη διαθεματική σύνδεση του θέματος με Γεωγραφία και Φυσική στην Α΄ Γυμνασίου. Στη Γεωγραφία τονίζεται η κεντρική θέση του Ήλιου στην όλη διαδικασία, ενώ στο μάθημα της Φυσικής πραγματοποιούν πειράματα που δείχνουν τον Κύκλο του νερού καθώς και τις μετατροπές φάσεων.

2η φάση: Β΄ Γυμνασίου, Φυσική, Κεφάλαιο Ενέργεια, Βιολογία, κεφ. 2

Στη Β΄ Γυμνασίου η παρουσία του Ήλιου ως πηγή Ενέργειας της Γης τονίζεται στη Βιολογία (τροφικές σχέσεις), αλλά και στη Φυσική όπου μελετάται η Ηλιακή Ενέργεια. Η φάση αυτή συνοδεύεται από 2 δυο Φύλλα Εργασίας και είναι μικρότερης έκτασης .

3η φάση: Γ΄ Γυμνασίου, Φυσική, κεφάλαιο Οπτική

Στη Γ΄ Γυμνασίου στο μάθημα της Φυσικής και συγκεκριμένα στο κεφάλαιο της Οπτικής, η ευκαιρία για παρέμβαση είναι μοναδική καθώς ο εκπαιδευτικός καλείται να διδάξει φαινόμενα άμεσα σχετιζόμενα με τον Ήλιο: το φαινόμενο της σκιάς με εφαρμογή στην έκλειψη Ηλίου και σελήνης, η ταχύτητα διάδοσης του φωτός, η φύση του φωτός, αντικατοπτρισμός, και τέλος το χρώμα του ουρανού. Στο σημείο αυτό έχει την ευκαιρία να διδάξει το θέμα διεξοδικά και με μορφή project διανθισμένου με στοιχεία Αστρονομίας εντάσσοντας τους μαθητές σε βασικές έννοιες και προβληματισμούς γύρω από φαινόμενα που οι τελευταίοι παρατηρούν είτε περιοδικά είτε όχι, όπως οι φάσεις της σελήνης, οι εκλείψεις, εκρήξεις supernova, βροχή μετεωριτών, σέλας και όποιο άλλο σχετικό θέμα κρίνει πως εξυπηρετεί τις μαθησιακές ανάγκες της ομάδας των μαθητών.

Τα εκπαιδευτικά εργαλεία που θα χρειαστεί στην παρούσα φάση είναι φύλλα εργασίας, πειράματα (σκιά, διάθλαση, ανάλυση φωτός με πρίσμα, κατοπτρική ανάκλαση), βίντεο, προσομοιώσεις, βιωματικό παιχνίδι (σχετικές θέσεις Γης -Ήλιου και σελήνης κατά την έκλειψη) και εκπαιδευτικές επισκέψεις. Ως εφαρμογή της προσληφθείσας γνώσης μπορούν οι μαθητές να κατασκευάσουν α. ηλιακό ρολόι , β. μοντέλο της έκλειψης με χαρτόνια ή πλαστελίνη και γ. μοντέλο κατοπτρικού τηλεσκοπίου. Μπορεί να ακολουθήσει συζήτηση για τη νέα αποστολή στον Ήλιο, τι νομίζουν πως θα μάθουμε από αυτή.

Επίσης χρήσιμη είναι και η επέκταση σε άλλους τομείς όπως μουσική, ζωγραφική, λογοτεχνία, φωτογραφία: οι ίδιοι οι μαθητές βρίσκουν και παρουσιάζουν τραγούδια με θέμα τον Ήλιο, είτε λογοτεχνικά κείμενα ή ποιήματα, έργα τέχνης και φωτογραφίες.

Συνοψίζοντας, ακόμα και αν επίσημα δεν υπάγεται στη διδακτέα ύλη του Γυμνασίου ο Ήλιος ως ουράνιο σώμα, μπορεί να ενταχθεί έμμεσα αλλά ουσιαστικά. Ο κάθε εκπαιδευτικός μπορεί να εκτιμήσει και να αξιολογήσει το ενδιαφέρον των μαθητών του και να αδράξει την ευκαιρία να επεκτείνει τις γνώσεις τους πέρα από τα στενά εκπαιδευτικά πλαίσια της στείρας μάθησης –εξέτασης- βαθμολόγησης.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά όσους με στήριξαν στην συγκεκριμένη εργασία, με ενθάρρυναν με κάθε τρόπο. Η συμβολή τους ήταν καθοριστική.

Αναφορές

•http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?1958ApJ...128..664P&classic=YES
•http://www.physics4u.gr/news/2009/scnews3637.html
•http://news.nationalgeographic.com/news/2003/08/0827_030827_kyotoprizeparker.html
•http://www.astronomycast.com/2007/04/episode-30-the-sun-spots-and-all/
•http://www.suntrek.org/
•https://en.wikipedia.org/wiki/Sun
•https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html
•https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2008/02oct_oblatesun/
•https://www.youtube.com/watch?v=ucLYUYDhgos
•http://spaceweather.com/
•https://www.youtube.com/watch?v=0WW1HN0iG0M
•https://www.youtube.com/watch?v=VkW54j82e9U
•https://arxiv.org/abs/0801.4031
•https://www.youtube.com/watch?v=ZZQcLJjpdrI
•https://www.youtube.com/watch?v=m97P67fCM5Q
•https://www.youtube.com/watch?v=b22HKFMIfWo
•https://en.wikipedia.org/wiki/March_1989_geomagnetic_storm
•https://www.thinglink.com/scene/849998328786583554
•https://www.nasa.gov/sites/default/files/637244main_MysteriesOfTheSun_Book.pdf
•https://saturn.jpl.nasa.gov/mission/grand-finale/cassini-end-of-mission-timeline/
•http://www.pi-schools.gr/
•http://sci.esa.int/solar-orbiter/51168-summary/
•http://parkersolarprobe.jhuapl.edu/
•https://insearchofphysics.net/2016/04/08/dyskolies-sti-didaskalia-tis-fysikis/
•http://www.greek-language.gr/certification/research/lexicon/index.html?id=186
•http://digitalschool.minedu.gov.gr/new/
•http://www.e-yliko.gr/
•https://www.youtube.com/watch?v=zSWdZVtXT7E
•https://www.youtube.com/watch?v=WXRYA1dxP_0
•Anderson, J-C (1983), the Architecture of cognition, Cambridge: MA, Harvard
•Arnold B. Arons, Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής, Μετ. Ανδρέας Δ. Βαλαδάκης, εκδ. Τροχαλία, 1992
•Dave Goldberg & Jeff Blomquist, Οδηγός χρήσης του Σύμπαντος, Μετ. Αυγή Σαράφη, εκδ. Κλειδάριθμος
•Η. Ματσαγγούρας , Ομαδοσυνεργατική Διδασκαλία στη μάθηση, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα 2000
•Π. Κόκκοτας, Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα 1999
•Γ. Ζησιμόπουλος, Κ. Καφετζόπουλος, Ε. Μουτζούρη –Μανούσου, Ν. Παπασταματίου, Θέματα Διδακτικήςγια τα μαθήματα Φυσικών επιστημών, εκδ. Πατάκη 2002
•Θ. Τριλιανός, Η παρώθηση του μαθητή στη μάθηση, Αθηνα 2002
•Ηλίας Ανδριανός – Αλέξανδρος Κατέρης – Μιχάλης Πατσαλιάς, «Οι Θετικές Επιστήμες ως Πολιτισμικό Αγαθό - Προσεγγίσεις των Θετικών Επιστημών εκτός Αναλυτικού Προγράμματος » (Εκ. Ροπή)
•Ανδρέας Ιωάννου Κασσέτας, Το μήλο και το κουάρκ, Διδακτική της Φυσικής , εκδ. Σαβάλλας

Ναύπακτος:
Η ενετική καστροπολιτεία
μετατρέπεται σε νεανική αστροπολιτεία

Αργύρης Δρίβας
Αστρονομική Εταιρεία Πάτρας «Ωρίων»
Δ. Πλαστήρα 8, 30300, Ναύπακτος

Περίληψη

Τα σχολικά έτη 2015-16 και 2016-17 παραδίδαμε δωρεάν μαθήματα Αστρονομίας σε μαθητές των Γυμνασίων και Λυκείων της Ναυπάκτου με σκοπό τη συμμετοχή τους στον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Αστρονομίας. Τα μαθήματα ήταν τρίωρα και γίνονταν κάθε Κυριακή βραδάκι στο χώρο του 3ου Γυμνασίου Ναυπάκτου. Επιπλέον, το σχολικό έτος 2016-17 τρεις μαθήτριες Λυκείου παρέδωσαν μαθήματα αστρονομίας σε μαθητές των Δημοτικών Σχολείων της Ναυπάκτου με αντίστοιχο σκοπό. Η συμμετοχή των μαθητών όλων των βαθμίδων στα μαθήματα ήταν μεγάλη και τα αποτελέσματά τους στο Διαγωνισμό ήταν σημαντικά, με αποκορύφωμα τη συμμετοχή μιας μαθήτριας στο Space Camp της NASA και στην Εθνική Ολυμπιακή Ομάδα Αστρονομίας.

1. Εισαγωγή

Στην εργασία αυτή θα παρουσιάσουμε τη δράση μας της παράδοσης δωρεάν μαθημάτων Αστρονομίας σε μαθητές όλων των σχολείων της πόλης της Ναυπάκτου, Λυκείων, Γυμνασίων και Δημοτικών, τη διετία 2015-2017.

Σε κάθε ένα από τα δύο αυτά σχολικά έτη περίπου τριάντα με τριανταπέντε μαθητές Γυμνασίων και Λυκείων παρακολουθούσαν συστηματικά, κάθε Κυριακή το βραδάκι επί μήνες, τρίωρα μαθήματα προετοιμασίας για τον 21ο και τον 22ο Πανελλήνιο Μαθητικό Διαγωνισμό Αστρονομίας και Διαστημικής Γυμνασίου και Λυκείου.

Τα αποτελέσματα δικαίωσαν τις προσπάθειές μας και τις προσπάθειες των παιδιών, καθώς και τη μία και την άλλη χρονιά περίπου εικοσιπέντε παιδιά πήραν μέρος σε κάθε διαγωνισμό, περίπου δέκα από αυτά προκρίθηκαν σε κάθε διαγωνισμό στην τελική φάση και περίπου τα μισά από αυτά πήραν βραβείο ή έπαινο. Αποκορύφωμα ήταν η συμμετοχή μιας μαθήτριας στο Space Camp της NASA και στην Εθνική Ολυμπιακή Ομάδα Αστρονομίας για συμμετοχή στη Διεθνή Ολυμπιάδα Αστρονομίας.

Επίσης, περίπου πενήντα μαθητές Δημοτικών Σχολείων της Ναυπάκτου παρακολούθησαν μαθήματα προετοιμασίας για τον 1ο Πανελλήνιο Μαθητικό Διαγωνισμό Αστρονομίας Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού. Από αυτούς περίπου μισοί πήραν τελικά μέρος και έξι κατέκτησαν βραβείο ή έπαινο. Το σπουδαιότερο: Δασκάλες των μικρών μαθητών ήταν τρεις μαθήτριες Λυκείου!

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε αναλυτικότερα τα αριθμητικά δεδομένα συμμετοχής των μαθητών στα μαθήματα και τα αποτελέσματά τους στο Διαγωνισμό, τον τρόπο διδασκαλίας, το διδακτικό προϊόν που δημιουργήθηκε και την ελεύθερη πρόσβαση σε αυτό το υλικό στο διαδίκτυο, μέσα από τα δύο ιστολόγια που δημιουργήσαμε (1) και (2), αλλά και τις υπόλοιπες συμμετοχές των μαθητών σε εθνικούς και ευρωπαϊκούς αστροδιαγωνισμούς, την βράβευση του υπευθύνου καθηγητή από το «χαμόγελο του παιδιού» ως ο ενήλικας που ενέπνευσε μαθητές, τη δημόσια αστροεκδήλωση στο λιμάνι της Ναυπάκτου με καλεσμένο τον κ. Σιμόπουλο, καθώς και ευχάριστες στιγμές που ζήσαμε αυτά τα 2 χρόνια στις εκδρομές μας.

2. Αριθμητικά δεδομένα συμμετοχών και αποτελεσμάτων

Την τριετία 2012-15 στο 3ο Γυμνάσιο Ναυπάκτου οι μαθητές της Β΄ και Γ΄ τάξης ενθαρρύνθηκαν να πάρουν μέρος στον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Αστρονομίας Γυμνασίου. Το αποτέλεσμα ήταν ένα 3ο βραβείο στον 19ο Διαγωνισμό το 2013-14 (η Άνθια Πράπα) και ένας έπαινος στον 20ο Διαγωνισμό το 2014-15 (η Λαμπρινή Βασιλοπούλου).

Κατόπιν αυτών των επιτυχιών θεωρήσαμε ότι θα ήταν πολύ καλύτερο το αποτέλεσμα αν ενθαρρύνονταν οι μαθητές όλων των Γυμνασίων και Λυκείων της πόλης της Ναυπάκτου για τη συμμετοχή τους στο Διαγωνισμό. Ο Διευθυντής του 3ου Γυμνασίου Ναυπάκτου κ. Χρήστος Ιωάννου και ο Σύλλογος Διδασκόντων δέχτηκαν την πρόταση και αποφάσισαν με πράξη του Συλλόγου την παράδοση μαθημάτων Αστρονομίας το 2015-16 στο χώρο του 3ου Γυμνασίου. Στη συνέχεια ενημερώθηκαν οι μαθητές όλων των σχολείων μέσω των Διευθυντών των τριών Γυμνασίων και των δύο Λυκείων για τη δράση αυτή. Κριτήριο συμμετοχής στα μαθήματα ήταν η άριστη επίδοση στα Μαθηματικά και στη Φυσική. Η δράση επαναλήφθηκε το 2016-17.

Ανάλογη διαδικασία ακολουθήσαμε όταν διοργανώθηκε ο 1ος Πανελλήνιος Διαγωνισμός Αστρονομίας στα Δημοτικά Σχολεία το σχολικό έτος 2016-17. Οι μαθητές ενημερώθηκαν μέσω των Διευθυντών των εφτά Δημοτικών Σχολείων εντός πόλεως και των τεσσάρων περιφερειακών.

2α. Διαγωνισμοί Αστρονομίας Γυμνασίου

Συγκεντρωτικά οι συμμετέχοντες και τα αποτελέσματα στους Διαγωνισμούς Γυμνασίου φαίνονται στον πίνακα 1. Στη στήλη με τους συμμετέχοντες ο αριθμός στην παρένθεση δείχνει τους μαθητές που άρχισαν να παρακολουθούν μαθήματα, ενώ ο διπλανός αριθμός δείχνει πόσοι παρακολουθούσαν συστηματικά ως το τέλος της 2ης φάσης του Διαγωνισμού.

Πίνακας 1. Αριθμητικά δεδομένα διαγωνισμών Γυμνασίου.

Έτος	Συμμετέχοντες	2η φάση «Αρίσταρχος»	3η φάση «Ίππαρχος»	Αποτελέσματα
2015-16 21ος	(35) 27	26	(5) 4	2ο βραβείο 1 έπαινος
2016-17 22ος	(33) 21	17	6	3 έπαινοι

Τα ονόματα των βραβευθέντων μαθητών είναι για τον 21ο Διαγωνισμό 2ο βραβείο Φοίβος Καντάρτζής, έπαινος Ξενοφών Δούρος και για τον 22ο Διαγωνισμό έπαινο οι Ξενοφών Δούρος, Γιώτα Ντόβα, Έλενα Μπανιά.

2β. Διαγωνισμοί Αστρονομίας Λυκείου

Συγκεντρωτικά οι συμμετέχοντες και τα αποτελέσματα στους Διαγωνισμούς Λυκείου φαίνονται στον πίνακα 2 και της 4ης φάσης «Πτολεμαίος» στον πίνακα 3.

Πίνακας 2. Αριθμητικά δεδομένα διαγωνισμών Λυκείου.

Έτος	Συμμετέχοντες	2η φάση «Αρίσταρχος»	3η φάση «Ίππαρχος»	Αποτελέσματα
2015-16 21ος	(11) 9	8	4	3 έπαινοι

2016-17 22ος	(10) 7	6	5	2ο βραβείο 1 έπαινος

Τα ονόματα των βραβευθέντων με έπαινο μαθητών είναι για τον 21ο Διαγωνισμό Άνθια Πράπα, Αγγελίνα Μπανιά, Λαμπρινή Βασιλοπούλου και για τον 22ο Διαγωνισμό 2ο βραβείο Αγγελίνα Μπανιά και έπαινος Λαμπρινή Βασιλοπούλου.

Πίνακας 3. Αριθμητικά δεδομένα 4ης φάσης «Πτολεμαίος» Λυκείου.

Έτος	Συμμετέχοντες	Κατάταξη στην 4η φάση	Συμμετοχή στο Space Camp	Συμμετοχή στην Ολυμπιακή Ομάδα
2015-16 21ος	Άνθια Πράπα	8η	–	–
2016-17 22ος	Αγγελίνα Μπανιά	2η	ΝΑΙ	ΝΑΙ
	Λαμπρινή Βασιλοπούλου	7η	-	-

2γ. Διαγωνισμός Αστρονομίας Δημοτικού

Συγκεντρωτικά οι συμμετέχοντες και τα αποτελέσματα στον 1ο Διαγωνισμό Δημοτικού φαίνονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Αριθμητικά δεδομένα διαγωνισμού Δημοτικού.

Έτος	Συμμετέχοντες	Μαθήματα που παρακολούθησαν 1 – 2 – 3	Διαγωνίστηκαν	Αποτελέσματα
2016-17 1ος	57	10 - 16 - 31	28	2ο βραβείο 5 επαίνοι

Τα ονόματα των βραβευθέντων μαθητών είναι 2ο βραβείο Γιώργος Μακρής και έπαινο οι Ηλίας Λιόνας, Αντριάνα Βαν Χάττεμ, Γιάννης Βουλγαρίδης, Σπύρος Μπανιάς, Αγγελική Ραυτοπούλου.

3. Διδασκαλία, διδακτικό προϊόν, ιστολόγια

Τα μαθήματα Αστρονομίας παραδίδονταν στο χώρο του 3ου Γυμνασίου Ναυπάκτου κάθε Κυριακή στους μεν μαθητές Γυμνασίου από 5 – 6:30 μ.μ., στους δε μαθητές Λυκείου από 7 – 8:30 μ.μ., ενώ ενδιάμεσα γινόταν ουρανογραφία για όλους.

Το 2015-16 παραδόθηκαν δεκαέξι μαθήματα μέχρι τη 2η φάση και άλλα τρία προετοιμασίας για την 3η φάση, ενώ για την 4η φάση έγιναν άλλα έξι. Τα μαθήματα υποστηρίζονταν από αρχείο παρουσίασης powerpoint και φύλλο εργασίας με ερωτήσεις και ασκήσεις. Το αρχείο παρουσίασης και το φύλλο εργασίας αναρτιόνταν στο προσωπικό ιστολόγιο του διδάσκοντα. Περιστασιακά δίνονταν και φύλλα εργασίας ουρανογραφίας.

Το 2016-17 παραδόθηκαν δεκαέξι μαθήματα μέχρι τη 2η φάση και άλλα τέσσερα προετοιμασίας για

την 3η φάση, ενώ για την 4η φάση έγιναν άλλα δεκαπέντε. Τρία από τα δεκαέξι μαθήματα τα παρουσίασε η Αγγελίνα Μπανιά και άλλα τρία η Λαμπρινή Βασιλοπούλου. Επίσης μέρος ενός μαθήματος παρουσίασε ο μαθητής Γυμνασίου Ιωακείμ Μαυρομύτης. Η διδακτική πρακτική ήταν ανάλογη με την προηγούμενη με δύο βελτιώσεις. Πρώτη ήταν η ηχογραφημένη ανάρτηση των μαθημάτων. Δεύτερη ήταν η αποστολή των εργασιών μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για ταχύτερη διεκπεραίωση των διορθώσεων.

Για την προετοιμασία των μαθητών Δημοτικού παραδόθηκαν τρία μαθήματα τρεις Κυριακές το Μάιο του 2017 σε δύο ομάδες, από 10-11:30 π.μ. και από 11:30 π.μ. – 1 μ.μ., εξαιτίας του μεγάλου αριθμού συμμετεχόντων. Στο πρώτο μάθημα δίδαξε η Λαμπρινή Βασιλοπούλου, στο δεύτερο η Αγγελίνα Μπανιά και στο τρίτο η Σοφία Καραγιώργου, μαθήτριες Λυκείου.

Όλο το υλικό διδασκαλίας, καθώς και άλλες δράσεις μας που περιγράφονται παρακάτω, έχουν αναρτηθεί στα ιστολόγια που δημιουργήσαμε (1) και (2), με ελεύθερη πρόσβαση σε όλους.

4. Άλλες δράσεις

4α. Συμμετοχές σε άλλους αστροδιαγωνισμούς και εκδρομές

Οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν να συμμετέχουν και σε άλλους αστροδιαγωνισμούς. Έτσι το 2015-16 η Άνθια Πράπα και η Αγγελίνα Μπανιά συμμετείχαν από κοινού με την εργασία τους "Riders on a comet" στον πανευρωπαϊκό διαγωνισμό Odysseus. Επίσης ο μαθητής Γυμνασίου Γιώργος Κουρμούσης συμμετείχε με έργο ζωγραφικής στο Φεστιβάλ Αστρονομίας της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών και πήρε βραβείο.

Παράλληλα μάθαμε πολλά, δεθήκαμε ως ομάδα και διασκεδάσαμε στις δύο εκδρομές που πήγαμε, το 2015-16 στο Πλανητάριο και στο Αστεροσκοπείο στο Θησείο στην Αθήνα και το 2016-17 στο Αστροσχολείο στην Υπάτη. Επίσης κόβαμε και βασιλόπιτα!

4β. Βραβεύσεις μαθητών και βραδιά αστρονομίας

Ο Δήμαρχος Ναυπακτίας κ. Παναγιώτης Λουκόπουλος βράβευσε τους διακριθέντες μαθητές του 21ου Διαγωνισμού Γυμνασίου και Λυκείου στις 31-1-2017 στο Δημαρχείο και τους διακριθέντες του 22ου Διαγωνισμού στις 28-6-2017 στη διάρκεια βραδιάς αστρονομίας. Στην ίδια εκδήλωση ο αντιδήμαρχος κ. Γιώργος Σιαμαντάς βράβευσε τους διακριθέντες μαθητές του 1ου Διαγωνισμού Δημοτικού.

Τη βραδιά αστρονομίας διοργάνωσε, μετά από εισήγησή μας, ο Δήμος Ναυπακτίας την Κυριακή 28-6-2017, στο κτίριο «Ναυπακτία» στο λιμάνι της Ναυπάκτου, ανοιχτή για το κοινό. Προσκεκλημένος ομιλητής ήταν ο κ. Διονύσης Σιμόπουλος. Μετά την ομιλία του κ. Σιμόπουλου ακολούθησε αστροπαρατήρηση στο λιμάνι με τηλεσκόπια μελών του «Ωρίωνα» και ουρανογραφία από τον πρόεδρο του «Ωρίωνα» Ανδρέα Παπαλάμπρου.

4γ. Βράβευση από το «χαμόγελο του παιδιού»

Την Πέμπτη 22/6/2017 δόθηκαν τα πρώτα βραβεία YouSmile Awards, από το «χαμόγελο του παιδιού» στο Hard Rock Cafe Athens στο Μοναστηράκι. Ο εκπαιδευτικός Δρίβας Ανάργυρος Φυσικός στο 3ο Γυμνάσιο Ναυπάκτου και μέλος της Ερασιτεχνικής Εταιρείας Αστρονομίας Πάτρας «Ωρίων», βραβεύτηκε ως «ενήλικας που ενέπνευσε παιδιά», με το σκεπτικό ότι κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2016-2017 προετοίμαζε κάθε Κυριακή απόγευμα στον χώρο του σχολείου μαθητές της πόλης της Ναυπάκτου στο μάθημα της Αστρονομίας. Η δράση αυτή είχε ως αποτέλεσμα διακρίσεις μαθητών κατακτώντας μέχρι και το δεύτερο βραβείο του 22ου Πανελληνίου Μαθητικού Διαγωνισμού Αστρονομίας.

Αναφορές

(1) http://astroanargy2015.blogspot.gr/ και (2) http://astroanargy2016.blogspot.gr/

Αστρονομικές δράσεις του ΓΕΛ Δικαίων

Σταύρος Κουκιόγλου
Φυσικός, MSc, Υποψήφιος Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΑΠΘ
Όμιλος Φίλων Αστρονομίας, Αλεξανδρείας 113, 54646, Θεσσαλονίκη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι δράσεις αστρονομικού περιεχομένου που έλαβαν χώρα κατά το σχολικό έτος 2016-2017 στο ΓΕΛ Δικαίων, Έβρου. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν τρεις τέτοιες δράσεις με την πρώτη να αφορά την επανάληψη του πειράματος του Ερατοσθένη από μαθητές της Ά και ΄Β τάξης κατόπιν πρωτοβουλίας του ΕΚΦΕ Σερρών. Οι μαθητές, αφού ολοκλήρωσαν το πείραμα, υπολόγισαν με μικρή απόκλιση την ακτίνα και την περίμετρο της Γης. Στη δεύτερη δράση και κατόπιν προσκλήσεως, μας επισκέφθηκε ο πρόεδρος του ΣΕΑΘ κ. Αμανατίδης Ανδρέας ο οποίος ενημέρωσε τους μαθητές για τα μικρά σώματα του Ηλιακού συστήματος και παρουσίασε αστρονομικές φωτογραφίες των μελών του ΣΕΑΘ. Η δράση ολοκληρώθηκε με παρατήρηση του Ηλίου με τη χρήση φίλτρου Mylar και τηλεσκοπίου Coronado. Την τρίτη δραστηριότητα αποτέλεσε διάλεξη από τον υπογράφοντα σχετικά με την εξέλιξη των αστέρων και το θάνατό τους. Ο ομιλητής ως καθηγητής Φυσικής του ΓΕΛ Δικαίων, μέλος του ΟΦΑ Θεσσαλονίκης και μέλος της Ελληνικής Ομάδας Καταγραφής Υπερκαινοφανών, ο οποίος τον Ιούλιο του 2015 ανακάλυψε έναν τέτοιο αστέρα, ενημέρωσε τους μαθητές για τις τελικές καταστάσεις των αστέρων και παρουσίασε το χρονικό της ανακάλυψης του υπερκαινοφανή στον γαλαξία PGC 70909 τον Ιούλιο του 2015.

1. Εισαγωγή

Η κατάργηση του μαθήματος της Αστρονομίας από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών του Λυκείου αποτελεί μια -θλιβερή- πραγματικότητα. Η απουσία του μαθήματος της Αστρονομίας από όλες τις βαθμίδες της υποχρεωτικής εκπαίδευσης της χώρας μας αποτελεί ένα οξύμωρο καθώς η Αρχαία Ελλάδα θεωρείται το λίκνο του επιστημονικού τρόπου σκέψης. Πέραν της όποιας ιστορικής και ηθικής σημασίας, στις μέρες μας όλο και πιο συχνά γινόμαστε μάρτυρες απόψεων οι οποίες στερούνται κάθε επιστημονικής βάσης και πλησιάζουν τα όρια της δεισιδαιμονίας. Οι μαθητές στερούνται κριτικής σκέψης και πολλές φορές πείθονται και αναπαράγουν ανυπόστατες πληροφορίες που αλιεύουν από την τηλεόραση και το Διαδίκτυο. Σε αντίθεση με το ρεύμα της εποχής, οι μαθητές του ΓΕΛ Δικαίων είχαν την ευκαιρία και το προνόμιο να συμμετάσχουν σε μια σειρά αστρονομικών δραστηριοτήτων εκμεταλλευόμενοι την εμπειρία και τη διάθεση του υπογράφοντος, εκπαιδευτικού και καθηγητή φυσικής στο σχολείο τους.

2. Αστρονομικές δραστηριότητες

Κατά το σχολικό έτος 2015-2016 στο Γενικό Λύκειο Δικαίων Έβρου έλαβαν χώρα τρεις συνολικά δραστηριότητες αστρονομικού περιεχομένου. Οι δράσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν εντός του σχολικού χώρου και κατά τη διάρκεια του σχολικού ωραρίου, με τη σύμφωνη γνώμη του συλλόγου των διδασκόντων και δίχως να παρεμποδίζεται η εύρυθμη λειτουργία του σχολείου. Επίσης ενημερώθηκε η ΔΔΕ Έβρου η οποία ενέκρινε την πραγματοποίηση της ομιλίας του κ. Αμανατίδη Ανδρέα, προέδρου του Συλλόγου Ερασιτεχνών Αστρονόμων Θράκης (ΣΕΑΘ) όπως θα δούμε στη συνέχεια.

2α. Πρώτη δράση– Επανάληψη του πειράματος του Ερατοσθένη

Ο Ερατοσθένης υπήρξε αρχαίος Έλληνας μαθηματικός, γεωγράφος, αστρονόμος, γεωδαίτης, ιστορικός και φιλόλογος. Γεννήθηκε στην Κυρήνη της σημερινής Λιβύης το 276 π.Χ. και πέθανε στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου το 194 π.Χ. Σε νεαρή ηλικία βρέθηκε στην Αλεξάνδρεια, σπουδαίο εμπορικό,

πνευματικό και επιστημονικό κέντρο της εποχής και σπούδασε στη φημισμένη βιβλιοθήκη της.

Αργότερα, από το 234 π.Χ. και επί περίπου 40 χρόνια διετέλεσε υπεύθυνος της περίφημης αυτής βιβλιοθήκης και δίδαξε στο Μουσείο της. Η συνεισφορά του Ερατοσθένη είναι σημαντική και ποικίλη. Καταρχάς ήταν ο πρώτος που υποστήριξε ότι η Γη δεν είναι επίπεδη αλλά έχει σχήμα σφαίρας. Επίσης προσδιόρισε την καμπυλότητα του ελλειψοειδούς, μέτρησε την απόκλιση του άξονα της Γης με μεγάλη ακρίβεια δίνοντας την τιμή 23° 51′ 15″, κατασκεύασε έναν αστρικό χάρτη που περιείχε 675 αστέρες, πρότεινε την προσθήκη στο ημερολόγιο μίας ημέρας ανά τέσσερα χρόνια και προσπάθησε να συνθέσει μία ιστορία βασισμένη σε ακριβείς ημερομηνίες. Τα επιτεύγματα του δεν σταματάνε εδώ. Ανέπτυξε μια μέθοδο για την εύρεση πρώτων αριθμών, μικρότερων οποιουδήποτε δεδομένου αριθμού, η οποία, σε παραλλαγή, ακόμη και σήμερα είναι ένα σημαντικό εργαλείο έρευνας στη θεωρία των αριθμών. Έγραψε κι ένα ποίημα που ονομαζόταν «Ερμής», όπου περιέγραφε τις αρχές της αστρονομίας σε στίχους. Παρά το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος των γραπτών του Ερατοσθένη έχει χαθεί, πολλά σώζονται μέσω των γραπτών σχολιαστών.

Ωστόσο είναι περισσότερο γνωστός για την μέτρηση της περιφέρειας και της ακτίνας της Γης με τη χρήση μιας ράβδου και της σκιάς που αυτή «ρίχνει» στην επιφάνεια της Γης. Συγκεκριμένα, έχοντας πρόσβαση στη βιβλιοθήκη ο Ερατοσθένης βρήκε έναν πάπυρο ο οποίος ανέφερε ότι μια συγκεκριμένη ημερομηνία του έτους, και συγκεκριμένα κατά το μεσημέρι του θερινού ηλιοστασίου, σε ένα πηγάδι κοντά στην αρχαία Συήνη (το σημερινό Ασσουάν) ο Ήλιος «ρίχνει» τις ακτίνες του κάθετα και φωτίζει τον πυθμένα ενός πηγαδιού. Με λίγα λόγια στο σημείο αυτό εκείνη τη χρονική στιγμή κανένα αντικείμενο δεν σχηματίζει σκιά. Ο Ερατοσθένης σκέφθηκε να πραγματοποιήσει το πείραμα αυτό την ίδια μέρα του επόμενου έτους αλλά στην Αλεξάνδρεια. Υποστήριξε ότι αν η ράβδος δεν δημιουργούσε σκιά τότε οι ακτίνες της Γης θα χτυπούσαν κάθετα την επιφάνεια της Γης και στις δύο τοποθεσίες και επομένως η Γη θα ήταν επίπεδη. Αν όμως η ράβδος δημιουργούσε σκιά τότε ο χώρος μεταξύ των δύο τοποθεσιών δε θα μπορούσε να είναι επίπεδος αλλά καμπύλος. Με λίγα λόγια, η Γη θα είχε σφαιρικό σχήμα. Από την υλοποίηση του πειράματος στην Αλεξάνδρεια βρέθηκε πως οι ακτίνες του ηλίου σχηματίζουν μια γωνία 7,2° με την κατακόρυφο του τόπου. Κατόπιν λέγεται πως ο προσέλαβε βαδιστές, ειδικούς της εποχής στη μέτρηση των αποστάσεων σε στάδια, οι οποίοι υπολόγισαν για αυτόν την απόσταση Αλεξάνδρεια-Συήνη. Κατόπιν με τη χρήση βασικών θεωρημάτων της γεωμετρία ο Ερατοσθένης υπολόγισε την ακτίνα και την περιφέρεια της Γης με σφάλμα 0,3%.

Το ΓΕΛ Δικαίων Έβρου συμμετείχε στη δράση που διοργάνωσε το ΕΚΦΕ Σερρών για την επανάληψη του πειράματος του Ερατοσθένη στις 21/03/2016. Στη δράση συμμετείχαν συνολικά 300 σχολεία από όλη την επικράτεια. Από το σχολείο μας συμμετείχαν οι μαθητές της Α΄ και Β΄ λυκείου, με του οποίους προηγήθηκε συζήτηση σχετικά με το σκοπό του πειράματος, τη μεθοδολογία των μετρήσεων και τον τρόπο υπολογισμού των ζητουμένων. Οι μαθητές έδειξαν ιδιαίτερη προθυμία και διάθεση συνεργασίας. Διατύπωσαν τις δικές του προτάσεις, προβληματισμούς και ενστάσεις ενώ διαπίστωσαν τη διαφορά μεταξύ θεωρίας (μέσα στην τάξη) και πράξης κατά τη διεξαγωγή του πειράματος. Τα βασικά μεγέθη που μετρήθηκαν ήταν το ύψος της ράβδου (χρησιμοποιήθηκε ακόντιο στίβου μήκους 260,5cm) και το μήκος της σκιάς που σχηματίζει το αντικείμενο αυτό τη στιγμή της μεσουράνησης του Ήλιου. Κατόπιν υπολογίσθηκε η εφαπτομένη της γωνίας θ1, όπου θ1 η γωνία που σχηματίζεται από το ακόντιο και τις ακτίνες του Ήλιου, και στη συνέχεια η τιμή της θ1. Η γωνία θ1 είναι ίση με την επίκεντρη γωνία στο κέντρο της γήινης σφαίρας η οποία στην ουσία ορίζει το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Δηλαδή με τη μέτρηση αυτή βρέθηκε και το γεωγραφικό πλάτος των Δικαίων. Η τιμή της θ1 είναι και η μεγαλύτερη όλων των τιμών που μετρήθηκαν από τα υπόλοιπα σχολεία, μιας και το ΓΕΛ Δικαίων είναι το βορειότερο όλης της επικράτειας. Από τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν, την απόσταση Δικαίων-Ισημερινού που μετρήθηκε από την εφαρμογή Google Earth και τη φόρμα συμπλήρωσης που παρείχε το ΕΚΦΕ Σερρών, υπολογίσθηκε η περίμετρος και η ακτίνα της Γης με σφάλμα 1, 20% ως προς την πραγματική της τιμή. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

α/α	Μετρούμενο μέγεθος	Τιμή
1	Ύψος ράβδου	260,5 cm
2	Μήκος σκιάς	235,0 cm
3	Εφαπτομένη γωνίας θ1	0,902
4	Μέτρο γωνίας θ1-Γεωγραφικό πλάτος	42,05ο
5	Απόσταση Δικαίων από τον Ισημερινό	4620 Km
6	Εκτιμώμενη περίμετρος της Γης	39549 Km
7	Εκτιμώμενη ακτίνα της Γης	6294 Km
8	Απόκλιση από πραγματική τιμή	1,2 %



Εικόνα 1. Οι μαθητές κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

2β. Δεύτερη δράση– Διάλεξη και Ηλιακή παρατήρηση

Στις 11/05/2016 επισκέφθηκε το σχολείο, κατόπιν πρόσκλησης από το Σύλλογο Διδασκόντων, ο πρόεδρος του Συλλόγου Ερασιτεχνών Αστρονόμων Θράκης κ. Ανδρέα Αμανατίδη. Ο κ. Αμανατίδης παρέδωσε ομιλία αναφορικά με τα μικρά ουράνια σώματα του Ηλιακού συστήματός όπως είναι οι μετεωρίτες, οι κομήτες και οι αστεροειδείς κάνοντας αναφορά στις επιπτώσεις μιας ενδεχόμενης πτώσης τέτοιων σωμάτων στη Γη, όπως άλλωστε έχει συμβεί στο παρελθόν. Οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά υποβάλλοντας ερωτήματα προς τον ομιλητή ενώ στη συνέχεια ο δεύτερος του παρουσίασε φωτογραφίες με το έργο των μελών του ΣΕΑΘ. Τέλος ακολουθήσε παρατήρηση του Ηλίου με τη χρήση φίλτρου Mylar και του τηλεσκοπίου Coronado του ΣΕΑΘ.



Εικόνα 2. Παρατήρηση Ηλίου με φίλτρο Mylar στο ΓΕΛ Δικαίων Έβρου

2γ. Τρίτη δράση– Διάλεξη για τους υπερκαινοφανείς αστέρες

Οι δραστηριότητες για το σχολικό έτος 2016-2017 ολοκληρώθηκαν με την ομιλία του καθηγητή Φυσικής του σχολείου κ. Σταύρου Κουκιόγλου . Το θέμα της ομιλίας αφορούσε την αστρική εξέλιξη και το θάνατο των αστέρων με έμφαση στις εκρήξεις των υπερκαινοφανών αστέρων (supernovae). Ο εκπαιδευτικός είναι ενεργό μέλος της ομάδας GSST (Greek Supernovae Survey Team) η οποία με επικεφαλής τον κ Κωνσταντίνο Εμμανουηλίδη δραστηριοποιείται εδώ και 15 συναπτά έτη στην ανίχνευση και την καταγραφή αυτών των κατακλυσμιαίων γεγονότων. Τον Ιούλιο του 2015 ο υπογράφων παρατήρησε πρώτος την έκρηξη ενός τέτοιου αστέρα στον γαλαξία PGC70909, ο οποίος απέχει 250 εκατομμύρια έτη φωτός από τη Γη, και η ομάδα των Ελλήνων Ερασιτεχνών Αστρονόμων πιστώθηκε την πρώτη της ανακάλυψη. Η ομιλία ολοκληρώθηκε με το χρονικό της ανακάλυψης.

Ευχαριστίες

Ο υπογράφων επιθυμεί να ευχαριστήσει τους μαθητές και το Σύλλογο Διδασκόντων του Γυμνασίου και Λυκείου Δικαίων για τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες καθώς και τον κ. Ανδρέα Αμανατίδη για την προσφορά και την προθυμία του να επισκεφθεί το ακριτικό σχολείο μας.

Αναφορές

1. Χ. Βάρβογλης άρθρο στην εφημερίδα «Βήμα της Κυριακής» στις 14/10/2010.

2. Αναζήτηση στο Wikipedia λήμμα «Ερατοσθένης». Τελευταία πρόσβαση 01/06/2016

Προσεγγίζοντας την αρχιτεκτονική των γαλαξιών.

Μια διδακτική - διερευνητική πρόταση με τη μορφή διαθεματικού 'project'

Χ. Θ. Ξενάκης[1], PhD και Σ.Ι. Σπανός[2], PhD

[1]Επίτιμος Σχ. Σύμβουλος Φυσικών, Αντιπρόεδρος ΕΑΔ

[2]Πρώην Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Μαγνησίας, μέλος ΕΑΔ

Περίληψη

Στην παρούσα διδακτική – διερευνητική πρόταση με τη μορφή διαθεματικού project, οι μαθητές/-τριες καλούνται, μέσω ενός προτύπου ταξινόμησης (ταξινόμηση κατά Hubble), να ταξινομήσουν ένα μεγάλο πληθυσμό γαλαξιών ως προς τη μορφή τους.

Καλούνται επίσης, με τη βοήθεια μαθηματικών μεθόδων, να κατανοήσουν την έννοια της πλάτυνσης και με χάρακα και διαβήτη, μέσω επαναληπτικών διαδικασιών, να σχεδιάσουν πρότυπα σπειροειδών γαλαξιών.

Στο τελευταίο στάδιο του project, καλούνται να κατανοήσουν τη δημιουργία σπειρών σε ένα γαλαξία με τη βοήθεια προτύπου διαφορικής περιστροφής καθώς και την ίδια τη διαφορική περιστροφή μέσω του φαινομένου Doppler.

1. Εισαγωγή-Πλαίσιο διερεύνησης

Η πρόταση των διερευνητικών εργασιών στην εκπαίδευση βασίζεται σε μια σειρά παιδαγωγικών και διδακτικών αρχών (π.χ. Ματσαγγούρας 2012; Σπανός και Ξενάκης 2016) οι οποίες αναφέρονται επιγραμματικά στη συνέχεια. Η πρώτη αρχή είναι η αρχή της ανακαλυπτικής μάθησης. Στην περίπτωσή της παρούσας εργασίας πρόκειται για καθοδηγούμενη ανακαλυπτική μάθηση όπου τα ερωτήματα τίθενται με τη βοήθεια και την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού. Η διαθεματικότητα είναι η δεύτερη αρχή. Στην τρέχουσα εργασία αναδεικνύονται γνωστικά πεδία από το χώρο της φυσικής, της γεωμετρίας, της αστρονομίας και των εικαστικών. Στη συνέχεια αναφέρεται η αρχή της διαφοροποίησης του περιεχομένου. Σύμφωνα με την αρχή της διαφοροποίησης του περιεχομένου (Σπανός και Ξενάκης 2012) η διαδικασία πρέπει να μπορεί να προσαρμοσθεί σε διάφορα γνωστικά επίπεδα και σε διάφορες ηλικιακές ομάδες. Η ομαδοσυνεργατικότητα αποτελεί μια ακόμη αρχή στην οποία οφείλει να βασίζεται κάθε πρόταση διερευνητικής εργασίας. Ωστόσο για τις ανάγκες της εύκολης ατομικής βαθμολόγησης πολλές φορές παραμελείται στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Οι γενικοί διδακτικοί στόχοι που κλήθηκε να εξυπηρετήσει η εργασία συνοψίζονται στην επιστημονική προσέγγιση, την κατανόηση και ερμηνεία του φυσικού κόσμου μέσα από την ακολουθία παρατηρήσεις-μετρήσεις-επεξεργασία μετρήσεων-κατασκευή προτύπου-εφαρμογή και έλεγχος του προτύπου.

Στην τρέχουσα εργασία το πρότυπο που ελέγχεται αρχικά και υιοθετείται είναι ένα πρότυπο ταξινόμησης. Η ταξινόμηση αποτέλεσε και αποτελεί ακόμη την πρωταρχική προσέγγιση στη μελέτη ενός πληθυσμού φυσικών οντοτήτων ή φαινομένων με αξιοσημείωτη ποικιλομορφία. Αποτελεί αναντικατάστατη επιστημονική δεξιότητα που εδράζεται στην λεπτομερειακή παρατήρηση και την αναγνώριση ομοιοτήτων και διαφορών. Ως κλασσικό παράδειγμα ιστορικής πλέον αξίας για την επιστήμη αποτελεί η βιολογική ταξινόμηση. Ωστόσο η βιολογία δεν είναι η μόνη επιστήμη που τη χρησιμοποιεί. Σε επιστήμες με τεράστιο αριθμό οντοτήτων όπως η αστρονομία, η ταξινόμηση κατέχει κεντρική θέση.

Οι βασικές αρχές που στηρίζεται κάθε επιστημονική ταξινόμηση περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων : α) τη μορφοποίηση ενός συνόλου κανόνων ταξινόμησης που δεν αλληλοαναιρούνται β) τη δημιουργία σαφών και διακριτών ομάδων και υποομάδων κατά την εφαρμογή τους, γ) την σύνδεση ομάδων και υποομάδων με λογική σχέση (συνήθως δενδροειδή δομή), δ) τη συμβατότητα του τελικού αποτελέσματος με τις φυσικές θεωρίες σχηματισμού των ταξινομούμενων ε) την ευκολία στη ταξινόμηση. Στην εργασία αυτή εξετάζεται ο πληθυσμός των γαλαξιών του σύμπαντος και προτείνεται η ταξινόμηση του με τη βοήθεια της μεθόδου Hubble, σύμφωνα με τη μορφή τους.

Αφού δόθηκε η ταυτότητα της διερευνητικής εργασίας, παρουσιάστηκε η διαδικασία καθοδήγησης των μαθητών σε μια σειρά προκαταρτικών ερωτημάτων. Στη συνέχεια οργανώθηκε και αξιολογήθηκε το υλικό που προσκομίσθηκε ως απάντηση στα προκαταρτικά ερωτήματα. Ακολούθησε η παρουσίαση της μεθόδου ταξινόμησης του Hubble και η πρακτική εφαρμογή της σε συγκεκριμένα παραδείγματα ελλειπτικών και σπειροειδών γαλαξιών. Η απλοποίηση των μαθηματικών μεθόδων σχεδίασης και η απλοποιημένη εφαρμογή τους στη σχεδίαση υποδειγμάτων με χάρακα και διαβήτη αποτέλεσε το επόμενο βήμα. Τέλος η εργασία ολοκληρώθηκε με την προσπάθεια ερμηνείας παρατηρούμενων φυσικών μεγεθών (μετατόπιση Doppler) με την εφαρμογή ενός προτύπου περιστροφής σπειροειδούς γαλαξία.

2. Ταυτότητα της Διερευνητικής Εργασίας

Πρόκειται για μια διερευνητική δραστηριότητα που δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εργαστούν ατομικά ή σε ομάδες προκειμένου να κατανοήσουν τη σημασία της αξιόπιστης ταξινόμησης στη δημιουργία προτύπων και κατά συνέπεια στην ερμηνεία του φυσικού κόσμου.

- **Λεξιλόγιο:** Γαλαξίας, Ελλειπτικοί γαλαξίες, Σπειροειδείς γαλαξίες, Ταξινόμηση, Edwin Humble, φαινόμενο Doppler, μετατόπιση μήκους κύματος.
- **Κοινό που απευθύνεται:** Μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου Ηλικίας 13-17 με κατάλληλες προσαρμογές.
- **Περιβάλλον:** Σχολική τάξη, σπίτι.
- **Χρονική διάρκεια**: 8-10 διδακτικές ώρες
- **Τεχνικές απαιτήσεις:** Πρόσβαση στο διαδίκτυο, Βαθμονομημένος χάρακας, διαβήτης.
- Σύνδεση με τη διδακτέα ύλη: Μαθηματικά Λυκείου, Φυσική Λυκείου (φαινόμενο Doppler κλπ.).
- **Διδακτικοί στόχοι:** Η επιστημονική προσέγγιση στην κατανόηση και ερμηνεία του φυσικού κόσμου μέσα από την ακολουθία παρατήρηση– μέτρηση-επεξεργασία μετρήσεων-κατασκευή προτύπου-εφαρμογή και έλεγχός του.
- **Πορεία της εργασίας:** Οι μαθητές αφού αναζητήσουν πληροφορίες για τον «κόσμο των σπειρών», ενημερώνονται για τη μέθοδο ταξινόμησης γαλαξιών κατά Hubble, χωρίζονται σε ομάδες και καλούνται να ταξινομήσουν μια σειρά ελλειπτικών και σπειροειδών γαλαξιών. Στη συνέχεια σχεδιάζουν μια σειρά σπειροειδών γαλαξιών βασιζόμενοι σε σχήματα οδηγούς. Τέλος προσεγγίζουν με τη βοήθεια ενός «προτύπου περιστροφής» την παρατηρούμενη μετατόπιση Doppler στο φως που προέρχεται από τα διάφορα μέρη ενός γαλαξία.

3. Προεργασία και καθοδήγηση ερωτημάτων

Ακολουθώντας την τυπική ακολουθία διαδοχής των διδακτικών φάσεων στη διερευνητική μάθηση, επιχειρήθηκε αρχικά η διέγερση ερωτημάτων με αφορμή μια συλλογή φωτογραφιών γαλαξιών που παρουσιάσθηκαν στους μαθητές μέσω του διαδικτύου. Μεταξύ άλλων τέθηκαν και τα εξής δύο θεμελιώδη ερωτήματα:

1. Μπορεί ο γαλαξιακός «πληθυσμός» να ταξινομηθεί με λεπτομέρεια ως προς τη μορφή ώστε να μελετηθεί καλύτερα;
2. Πώς δημιουργήθηκαν οι σπείρες που παρατηρούνται σε πολλούς από αυτούς;

Η εμφάνιση σπειροειδών μορφών δεν αποτελεί προνόμιο των γαλαξιών. Η γενική εξέταση του φαινομένου στη φύση ενδεχομένως καθιστά τις απαντήσεις στα πιο πάνω ερωτήματα ευκολότερες. Με αυτό το σκεπτικό οι μαθητές οδηγήθηκαν με την μορφή ερωτημάτων στις εξής κατευθύνσεις:

α. Πού αλλού η φύση δημιουργεί σπείρες;

β. Γιατί «προτιμά» αυτές τις διαμορφώσεις;

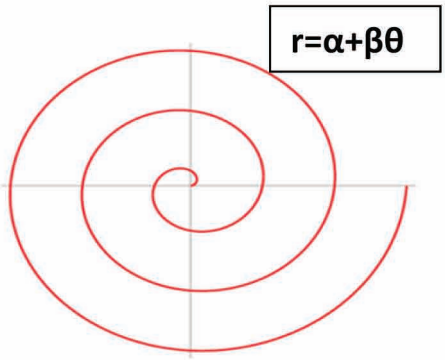
γ. Πώς μελέτησε ο άνθρωπος από την άποψη των μαθηματικών, αυτές τις περίτεχνες διαμορφώσεις;

δ. Πού τις χρησιμοποίησε ο ίδιος;

ε. Μπορούμε να κατασκευάσουμε με γεωμετρικά όργανα μια διαμόρφωση ενός σπειροειδούς γαλαξία και πώς;

Οι απαντήσεις που δόθηκαν στα προκαταρτικά αυτά ερωτήματα περιελάμβαναν για το (α) ερώτημα, περιγραφές και εικόνες από κοχύλια, άνθη, φυτά και επίσης κυκλώνες και ατμοσφαιρικά συστήματα καιρού. Στο (β) κατατέθηκαν απαντήσεις και υλικό που σχετίζονταν με την μαθηματική ακολουθία Fibonacci και τη βελτιστοποίηση κατανομής μάζας σε ορισμένο χώρο, ενώ στο (γ) παρουσιάσθηκαν μαθηματικές περιγραφές διαφόρων τύπων σπειρών αρχίζοντας από την σπείρα του Αρχιμήδη (Σχ. 1). Τέλος στο (δ) παρουσιάσθηκε υλικό από έργα τέχνης όπως Ιωνικά κιονόκρανα, διακοσμήσεις εκκλησιών κ.λπ. που αναπαριστούν σπείρες (Εικόνα 1).

Σχήμα 1. Η σπείρα του Αρχιμήδη με την εξίσωση περιγραφής της σε πολικές συντεταγμένες (r: απόσταση σημείου από το κέντρο, θ : γωνία ως προς τον θετικό άξονα των x, α και β : σταθερές.





Εικόνα 1.
Το Ιωνικό κιονόκρανο



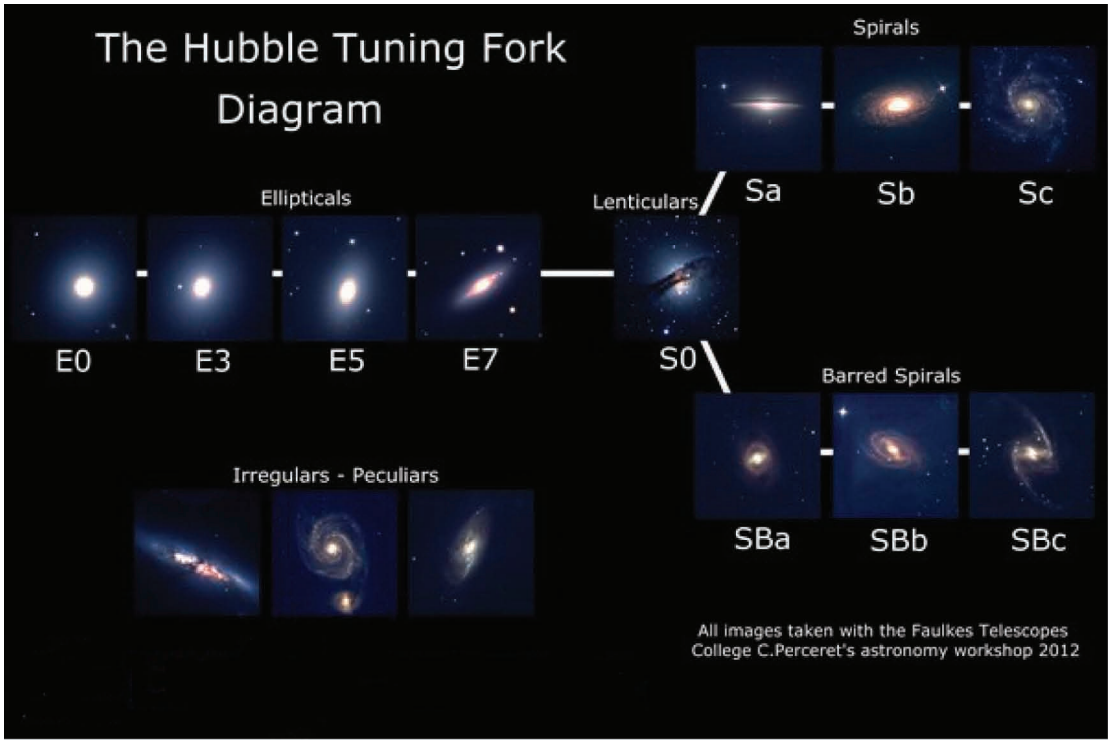
Εικόνα 2.
Ο Ναυτίλος



Εικόνα 3.
Η έλικα του αμμωνίτη

4. Η μέθοδος ταξινόμησης Hubble

Στη συνέχεια παρουσιάσθηκε με την κατάλληλη λεπτομέρεια στο σχολείο η μέθοδος ταξινόμησης γαλαξιών κατά Hubble (Σχ. 2) με τις διάφορες τροποποιήσεις και προσθήκες της. Στην ταξινόμηση αυτή οι γαλαξίες διακρίνονται σε τρεις βασικές ομάδες : Οι ελλειπτικοί γαλαξίες, οι σπειροειδείς γαλαξίες και οι ανώμαλοι. Η τρίτη ομάδα προστέθηκε μετά την εποχή του Hubble καθώς η ποιότητα των τηλεσκοπίων βελτιώνονταν και αυξήθηκε σημαντικά ο πληθυσμός των παρατηρούμενων γαλαξιών. Σε κάθε ομάδα διακρίνονται διάφορες υποομάδες σύμφωνα με αντικειμενικά η περισσότερο έως λιγότερο υποκειμενικά κριτήρια. Οι σπειροειδείς γαλαξίες χωρίζονται σε σπειροειδείς με ελλειπτικό πυρήνα και σε σπειροειδείς με πυρήνα ράβδο (ραβδόμορφοι σπειροειδείς). Σε κάθε μια από τις δύο αυτές ομάδες διακρίνονται τρεις υποομάδες (a, b, c) ανάλογα με το βαθμό περιέλιξης των σπειρών γύρω από τον πυρήνα ή τη ράβδο. Ο βαθμός περιέλιξης έχει εκφρασθεί από τους αστρονόμους ως καθαρά αριθμητική παράμετρος. Για τις ανάγκες όμως της διερευνητικής εργασίας παρέμεινε ως ποιοτικό χαρακτηριστικό.

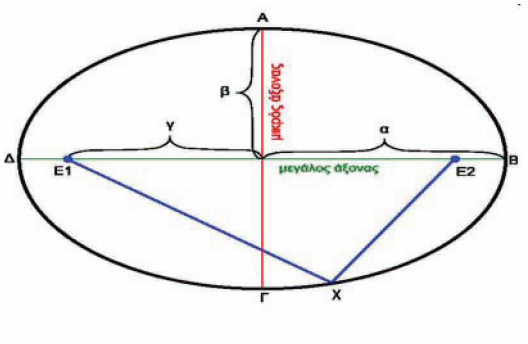


Σχήμα 2. Φωτογραφίες Γαλαξιών στη τροποποιημένη μέθοδο ταξινόμησης του Edwin Hubble.

Στους ελλειπτικούς γαλαξίες διακρίνουμε οκτώ (8) υποομάδες σύμφωνα με το μέγεθος της πλάτυνσής τους (e).

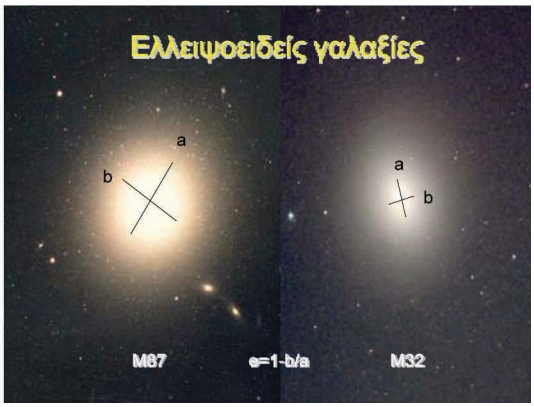
$e=1-\beta/\alpha$ Για $\beta=\alpha$ <=> $e=0$, δηλαδή πρόκειται για κύκλο (Σχ. 3)

Όπως είναι αναμενόμενο η πλάτυνση μεταβάλλεται από 0 έως 1. Για τις ανάγκες της ταξινόμησης, η πλάτυνση στρογγυλεύεται στο πρώτο δεκαδικό ψηφίο και στη συνέχεια πολλαπλασιάζεται με το 10. Ο αριθμός που προκύπτει συνοδεύει το γράμμα Ε στη ονομασία της υποομάδας. Έχει βρεθεί ότι η διαδικασία δεν αποδίδει τιμές μεγαλύτερες του 7. Μεγαλύτερες τιμές δεν μπορούν να εμφανιστούν προφανώς λόγω ασταθούς δομής και διάσπασης των γαλαξιών.



Σχήμα 3. Παράμετροι α και β μιας έλλειψης που χρησιμοποιούνται στον προσδιορισμό της πλάτυνσης.

Στους μαθητές δόθηκαν φωτογραφίες ελλειπτικών γαλαξιών για ταξινόμηση βασισμένη στα προηγούμενα. Η μέτρηση με το χάρακα του μήκους των α και β αποτελεί προϋπόθεση.



Εικόνα 4. Εύρεση της πλάτυνσης σε ελλειψοειδείς γαλαξίες

5. Σχεδιάζοντας απλά πρότυπα σπειροειδών γαλαξιών με χάρακα και διαβήτη

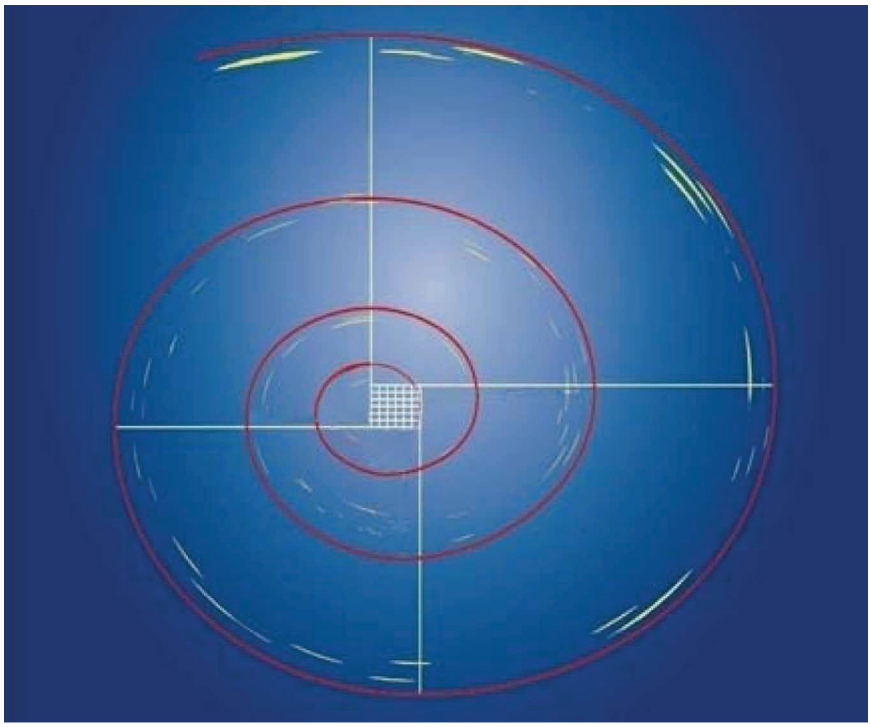
Ερμηνεύοντας τον τύπο που δίνει την σπείρα του Αρχιμήδη οι μαθητές διαπίστωσαν ότι για να σχεδιασθεί μια σπείρα απαιτείται μια επαναληπτική διαδικασία όπου καθώς αυξάνεται η μειώνεται, η γωνία περιστροφής θ, να αυξάνεται ή να μειώνεται ανάλογα και η απόσταση r από το γαλαξιακό κέντρο (πυρήνα). Στην τάξη πραγματοποιήθηκαν επιδείξεις μιας τέτοιας επαναληπτικής διαδικασίας όπου γίνονταν χρήση ενός κανονικού πολυγώνου-οδηγού και ενός χάρακα με διαβήτη. Η μίμηση της διαδικασίας γρήγορα έφερε επιτυχία στο σχεδιασμό. Όταν ζητήθηκε η περιγραφή της διαδικασίας με τη μορφή αλγορίθμου υπήρξαν αρκετές δυσκολίες. Τελικά η σύνθεση των διαφόρων περιγραφών προσέφερε τις πιο κάτω οδηγίες σχεδίασης :

Οδηγίες σχεδίασης

1. Ανοίγουμε το διαβήτη τόσο ώστε να περικλείει το κανονικό πολύγωνο οδηγό αρκετές φορές.
2. Με κέντρο μια από τις κορυφές του πολυγώνου χαράσσουμε τόξο μέχρι την προέκταση της πλευράς.
3. Με κέντρο την επόμενη κορυφή (στην προέκταση της πλευράς) και ακτίνα ίση με τη διαφορά της

προηγούμενης ακτίνας από το μήκος της πλευράς του πολυγώνου χαράσσουμε τμήμα περιφέρειας που αρχίζει από το τέλος της προηγούμενης περιφέρειας μέχρι την προέκταση της επόμενης πλευράς.

4. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία μέχρι η σπείρα να συναντηθεί με το πολύγωνο οδηγό. Η διαδικασία περιγράφεται στο σχήμα 4 για την περίπτωση που το πολύγωνο οδηγός είναι τετράγωνο.



Σχήμα 4. Σχεδίαση σπειρών με χάρακα και διαβήτη σε οδηγό τετράγωνο

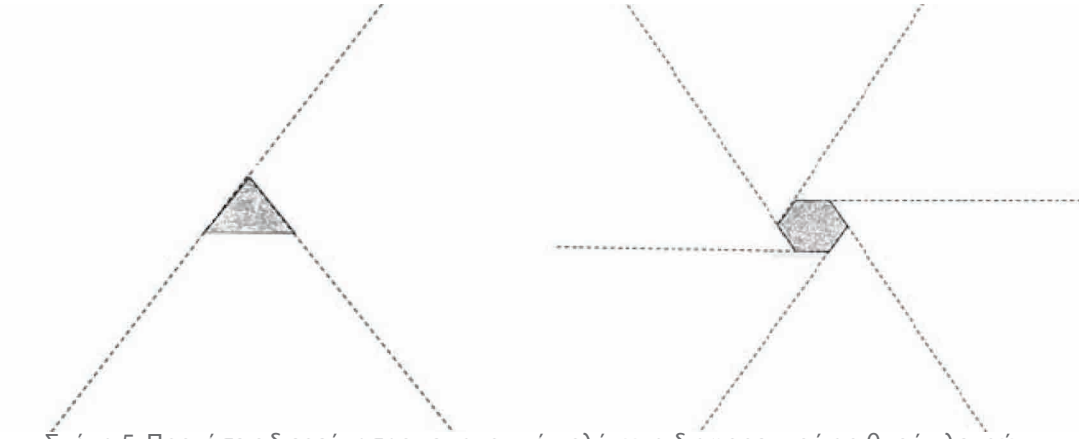
Στους μαθητές δόθηκαν ορισμένες προτάσεις προς διερεύνηση.

Προτάσεις διερεύνησης

α. Εάν το μέγεθος του πολυγώνου-οδηγού αυξάνει στον ίδιο χώρο σχεδίασης τι επιπτώσεις παρουσιάζονται στη μορφή του σχεδιαζόμενου γαλαξιακού προτύπου;

β. Τροποποιήστε τη διαδικασία ώστε να προστεθεί και δεύτερη σπείρα.

γ. Με οδηγούς διάφορα κανονικά πολύγωνα με αύξοντα αριθμό πλευρών (ισόπλευρο τρίγωνο, τετράγωνο, εξάγωνο, κοκ) σχεδιάστε τις σπείρες. Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των πλευρών (Σχ. 5) η κεντρική περιοχή του μοντέλου που σχεδιάζετε πλησιάζει όλο και περισσότερο προς το κύκλο. Περιγράψτε τις επιπτώσεις που η αύξηση των πλευρών προκαλεί στη μορφή των σπειρών.



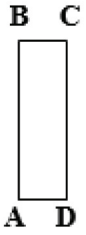
Σχήμα 5. Προτάσεις διερεύνησης με κανονικά πολύγωνα διαφορετικού αριθμού πλευρών.

Στη συνέχεια οι μαθητές κλήθηκαν να επαναλάβουν την διαδικασία αλλά αυτή τη φορά με οδηγό όχι ένα κανονικό πολύγωνο αλλά ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο (Σχ. 6) που αντιστοιχεί στην κεντρική ράβδο ορισμένων γαλαξιών. Αυτή τη φορά παρεμβάσεις με τη μορφή επίδειξης στο σχολείο πραγματοποιήθηκαν μόνο όταν εμφανίσθηκαν δυσκολίες. Η περιγραφή της διαδικασίας σχεδίασης παρουσίασε ανάλογες δυσκολίες. Η σύνθεση των διαφόρων απόψεων κατέληξε στις πιο κάτω οδηγίες.

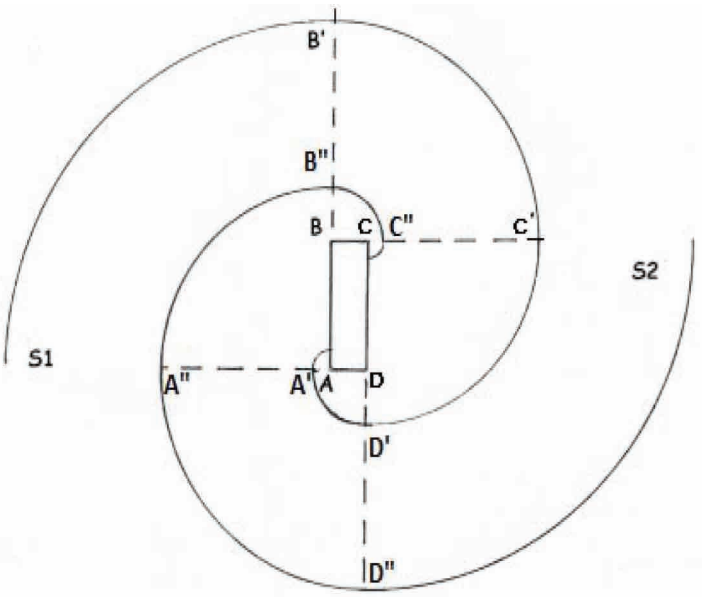
Οδηγίες σχεδίασης ραβδωτού σπειροειδή γαλαξία με δύο σπείρες.

1. Με κέντρο το A και 'αρκετά' μεγάλη ακτίνα, γράφουμε τόξο που τέμνει την προέκταση της AB στο σημείο B΄ (S1).
2. Με κέντρο το B και ακτίνα BB΄, γράφουμε νέο τόξο που τέμνει την προέκταση της BC στο C΄.
3. Με κέντρο το C και ακτίνα την CC΄, γράφουμε τόξο που τέμνει την προέκταση της CD σ' ένα σημείο D'.
4. Με κέντρο το D και ακτίνα την DD', γράφουμε τόξο που τέμνει την προέκταση της DA στο A'.
5. Τέλος, με κέντρο το A και ακτίνα AA', γράφουμε τόξο που τέμνει την AB.

Εδώ τελειώνει η διαδικασία για την σπείρα S1. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται αντίστροφα για τη σπείρα S2. Συγκεκριμένα, ξεκινάμε από το σημείο C (διαγώνιο του A) και με κέντρο αυτό και μια ακτίνα αρκετά μεγάλη, γράφουμε τόξο που τέμνει την προέκταση της CD στο σημείο D΄΄ (S2). Στη συνέχεια, με κέντρο το D και ακτίνα DD΄΄, γράφουμε τόξο που τέμνει την προέκταση της DA στο σημείο A΄΄, κλπ. (Σχ. 7).



Σχήμα 6. Παραλληλόγραμμο ως οδηγός για την κατασκευή ραβδωτού σπειροειδή γαλαξία



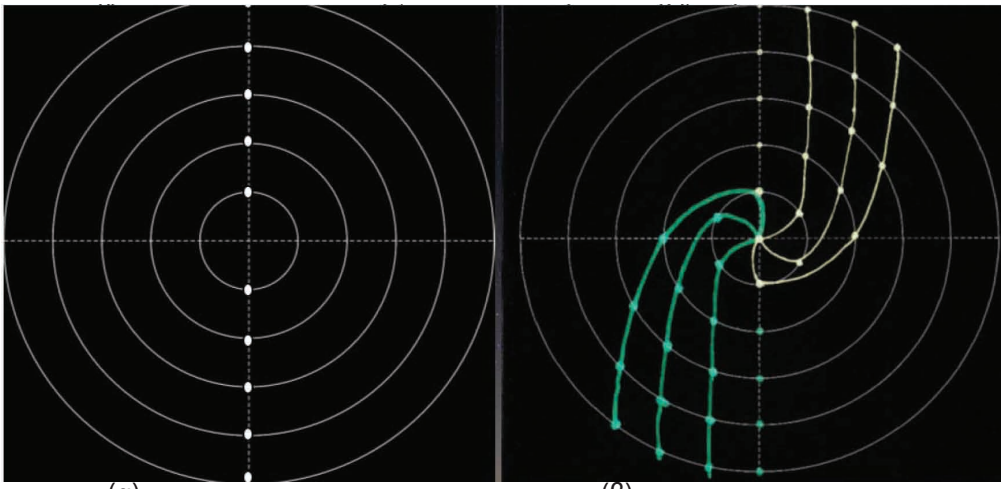
Σχήμα 7. Σχεδίαση σπειροειδή ραβδωτού γαλαξία με δύο σπείρες χρησιμοποιώντας χάρακα και διαβήτη.

6. Κατασκευή σπειρών με τη βοήθεια προτύπου διαφορικής περιστροφής και προσομοίωση του φαινομένου Doppler στις Γαλαξιακές σπείρες

Η δημιουργία σπειρών σε ένα πληθυσμό αστεριών έχει επαρκώς ερμηνευθεί με τη βοήθεια της θεωρίας των κυμάτων πυκνότητας. Τα κύματα αυτά που η διέγερση τους προϋποθέτει συνήθως την αλληλεπίδραση μεταξύ γαλαξιών, θέτουν τον πληθυσμό σε διαφορική περιστροφή. Η διαφορική περιστροφή ορίζεται ως η περιστροφή εκείνη όπου η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής των άστρων δεν είναι η ίδια κατά μήκος της ίδιας ακτινικής διεύθυνσης. Η ταχύτητα αυτή μειώνεται από το κέντρο προς την περιφέρεια.

Προκειμένου να προσεγγίσουν οι μαθητές το θέμα αυτό καλούνται να ερευνήσουν τη γνωστή σχέση $v=\omega r$ που εφαρμόζεται στην κυκλική κίνηση υλικού σημείου και στερεού σώματος. Η σχέση τροποποιείται σε $\omega= v/r$ και αν η ταχύτητα v διατηρηθεί σταθερή τότε η γωνιακή ταχύτητα γίνεται αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης από το κέντρο. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η διαφορική περιστροφή που μετατρέπει ακτινικές διατάξεις αστέρων σε σπείρες.

Οι μαθητές κατασκεύασαν διάταξη με ομόκεντρους κύκλους στους οποίους τοποθέτησαν κατά μήκος μιας διαμέτρου σειρά υποθετικών 'αστεριών' στην κατακόρυφη διεύθυνση (Σχ. 8α). Στη συνέχεια με τη βοήθεια διαβήτη, κλήθηκαν να μετατοπίσουν κάθε 'άστρο' κατά μήκος της περιφέρειας του κατά την ίδια απόσταση. Η μετατόπιση πραγματοποιήθηκε κατά τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού. Στη συνέχεια ένωσαν τις νέες θέσεις των 'αστεριών' μεταξύ τους για να διαπιστώσουν την μετεξέλιξη των ακτινικών κατανομών, σε σπείρες. Την ίδια διαδικασία επανέλαβαν για δύο ακόμη βήματα (2, 3) προσομοιώνοντας την εξέλιξη των σπειρών στην πορεία του χρόνου. Η διαδικασία αυτή φαίνεται καλύτερα στο σχήμα 8β.

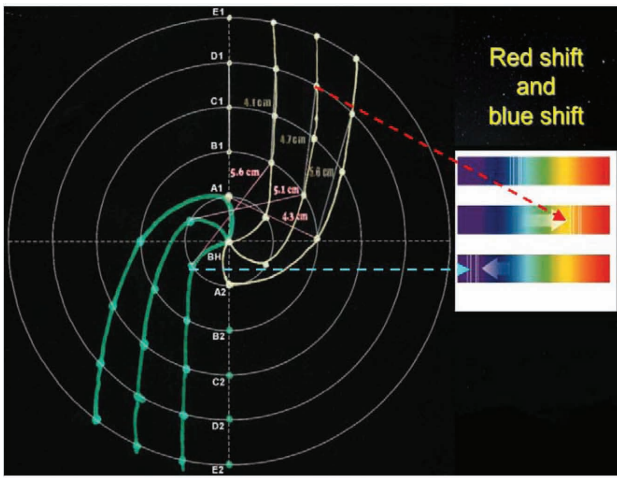


(α) (β)

Σχήμα 8. Σχεδίαση σπειρών σε γραμμική διανομή άστρων με ομόρροπη ισόποση μετατόπιση επί ομόκεντρων περιφερειών διαφορετικής ακτίνας. Αρχική κατανομή 'άστρων' αριστερά (α) και δημιουργία σπειρών μετά από μία έως τρεις μετατοπίσεις δεξιά (β).

Στους μαθητές προτάθηκαν προς διερεύνηση: α) Η επανάληψη των χρονικών βημάτων στη συνέχεια (5, 6, 7) με πειραματισμό ως προς τις επιπτώσεις της στη μορφή των σπειρών, β) Η αλλαγή του μεγέθους της κοινής μετατόπισης με πειραματισμό ως προς τις επιπτώσεις της στη μορφή των σπειρών. Τέλος προτάθηκε από τους ίδιους μαθητές η διαφοροποίηση της μετατόπισης των άστρων κατά μήκος μιας ακτινικής διεύθυνσης και η διερεύνηση της επίπτωσής της ως προς τη μορφή των σπειρών.

Στο τελευταίο στάδιο της διερευνητικής εργασίας κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν το ίδιο πρότυπο για να απαντήσουν στο ερώτημα πώς ένας παρατηρητής που βρίσκεται σε πλανητικό σύστημα του 'άστρου' Β1 (Σχ. 9) θα μπορούσε να συμπεράνει την διαφορική περιστροφή του ίδιου του γαλαξία και κατά συνέπεια τη σπειροειδή δομή του.



Σχήμα 9. Πρότυπο παρατηρούμενης μετατόπισης στο ερυθρό για άστρα της ίδιας σπείρας και μετατόπισης στο γαλάζιο για άστρα της άλλης σπείρας.

Για την απάντηση στο ερώτημα αυτό πραγματοποιήθηκε προεργασία με επανάληψη του φαινομένου Doppler στην τάξη, διερευνώντας τη μη σχετικιστική σχέση: [(λ-λο)/λ]= (v/c), όπου v= ακτινική ταχύτητα άστρου, c= ταχύτητα φωτός, λ= παρατηρούμενο μ.κ., λο= μ.κ. φασματικής γραμμής στο εργαστήριο. Προτάθηκε η ποσοτική διερεύνηση της μεταβολής της απόστασης μεταξύ του 'άστρου' Β1 και του 'άστρου' D1 στην ίδια σπείρα (1) καθώς και η αντίστοιχη μεταβολή στην απόσταση μεταξύ του 'άστρου' Β1 και του 'άστρου' Α2 της δεύτερης (2) σπείρας.

Στο σχήμα 9 φαίνεται ότι στην μεν πρώτη περίπτωση η απόσταση B1D1 βαίνει αυξανόμενη, γεγονός που οι μαθητές εύκολα αντιστοίχησαν σε μετατόπιση προς το ερυθρό (red shift), ενώ στη δεύτερη περίπτωση η απόσταση B1A2 βαίνει μειούμενη γεγονός που αντιστοιχεί σε μετατόπιση προς το γαλάζιο (blue shift). Με τον τρόπο αυτό ολοκληρώθηκε μια επιτυχημένη προσομοίωση του πώς οι αστρονόμοι διαπίστωσαν την σπειροειδή δομή του Γαλαξία μας.

7. Συμπεράσματα

Η διερευνητική εργασία που προτείνεται πραγματοποιήθηκε με σχετική επιτυχία στα πλαίσια του χειμερινού σχολείου αστρονομίας που υλοποιεί η Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος (ΕΑΔ). Εκτός από την εμπέδωση γνώσεων από το πεδίο της κλασσικής αστρονομίας, προτρέπει τους μαθητές/-τριες στη μαθηματική διερεύνηση και περιγραφή μορφών όπως οι σπείρες ή οι έλικες. Καλλιεργεί επιστημονικές δεξιότητες απαραίτητες στο σύνολο των φυσικών επιστημών όπως η παρατήρηση, η ποσοτικοποίηση της παρατήρησης, η δημιουργία προτύπων και ο έλεγχος και επαλήθευση τους στην προσπάθεια ερμηνείας του φυσικού κόσμου. Επιπλέον καλλιεργεί πρακτικές δεξιότητες όπως η σχεδίαση περίπλοκων μορφών όπως οι σπείρες με χάρακα και διαβήτη. Τέλος δεν πρέπει να υποτιμηθεί η καλλιτεχνική διάσταση που είναι παρούσα σε κάθε προϊόν σχεδίασης είτε πάνω σε χαρτί είτε σε οποιοδήποτε άλλο μέσο.

Βιβλιογραφία

Γαβρίλη, Κ., Μεταξά, Μ., Νιάρχος, Π., Παπαμιχάλης, Κ., 1999: Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής, Β΄ ΓΕΛ, Εκδ. ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Μαυρομμάτης, Κ. 2011: Στοιχεία Αστρονομίας, Αστροφυσικής και Διαστημικής, βιβλία του μαθητή, τεύχη 1, 2, Εκδ. Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος, Βόλος, 2011.

Ματσαγγούρας Ε., 2004: Η Διαθεματικότητα στη Σχολική γνώση. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα

Ματσαγγούρας Ε., 2012 (Επιστημονικός Υπεύθυνος): Η καινοτομία της ανακαλυπτικής μάθησης στο νέο Γυμνάσιο, Εκδόσεις ΥΠΕΠΘ.

Ξενάκης, Χ., και Σπανός Σ., 2012: Στοιχεία Αστρονομίας Αστροφυσικής και Διαστημικής, τεύχος 4ο, Διερευνητικές Εργασίες (Projects), Πειραματικές Δραστηριότητες και Πρακτικές Εφαρμογές. Εκδόσεις Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος, Βόλος σελ. 127.

Spanos S. and X Vatsios 2012: An attempt for teaching Meteorological Instruments to the students of Agriculture by using Self-Constructions. In C. G. Helmis and P. T. Nastos (eds) Advances in Meteorology Climatology and Atmospheric Physics, 301-307 Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Spanos S. and C. Xenakis 2013: Learning Astronomy through Inquiry and by means of Self-Constructions. Published by Astronomy and Space Society & Ellinogermaniki Agogi, Athens pp 191.

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Σύστημα οδήγησης ρομποτικών βάσεων τηλεσκοπίων βασισμένο σε πλατφόρμα RaspberryPi

Ιωάννης Αναγνώστου και Ανδρέας Φλώρος

«Το παρόν κείμενο αποτελεί περίληψη της εισήγησης,
καθώς κατά τον χρόνο της εκτύπωσης του παρόντος τεύχους δεν είχε αποσταλεί το οριστικό κείμενο».

Η σύγχρονη τάση στο πεδίο της σύγχρονης αστροφωτογραφίας είναι η υποστήριξη λειτουργιών οδήγησης των ρομποτικών βάσεων στήριξης των τηλεσκοπίων (που λειτουργούν είτε σε αλταζιμουθιακή, είτε σε ισημερινή διάταξη), για την ακύρωση των σφαλμάτων (περιοδικών ή μη) που είναι ενδογενή στους ρομποτικούς μηχανισμούς κίνησης. Οι λειτουργίες αυτές επιτρέπουν την δυνατότητα λήψεων με μεγάλους χρόνους έκθεσης.Στηνπροτεινόμενη εργασία περιγράφεται η σχεδίαση καιυλοποίηση μίας τέτοιας εφαρμογής για την οδήγηση βάσεων στήριξης τηλεσκοπίωνείτε ισημερινού τύπου βάσης, είτε αλταζιμουθιακών. Παράλληλα, περιγράφεται η υλοποίηση ενόςσυμπληρωματικού υποσυστήματος για τον χειρισμό της βάσης μέσω τηλεχειριστηρίου. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στην χαμηλού κόστους υπολογιστική πλατφόρμα τύπου RaspberryPi3, ενώ οι αλγόριθμοι ανίχνευσης της κίνησης των αστέρων οδηγών σχεδιάστηκαν εξαρχής. Το συνολικό σύστημα αξιολογήθηκε στην πράξη σε συνθήκες ελεγχόμενης οδήγησης, με τα αποτελέσματα που ελήφθησαν να κρίνονται ικανοποιητικά. Βασικά πλεονεκτήματα της προτεινόμενης υλοποίησης αποτελούν α) το γεγονός ότι το λογισμικό είναι ανοικτού κώδικα, προσβάσιμο από τον οποιονδήποτε τόσο για χρήση, όσο και για εξέλιξη β) το κόστος προμήθειας του απαιτούμενου υλικού (hardware) είναι πολύ μικρό και γ) μπορεί να λειτουργήσει εξίσου καλά σε τηλεσκοπικές στηρίξεις αλταζιμουθιακού τύπου αλλά και ισημερινές. Τέλος είναι απλό στην χρήση χωρίς να απαιτείται κάποιου είδους εκπαίδευση.

Κατασκευές αστρονομικών μηχανισμών, από ανακυκλούμενα υλικά με την μέθοδο της αντίστροφης μηχανικής (reverseengineering)

Κωνσταντίνος Κοκολάκης

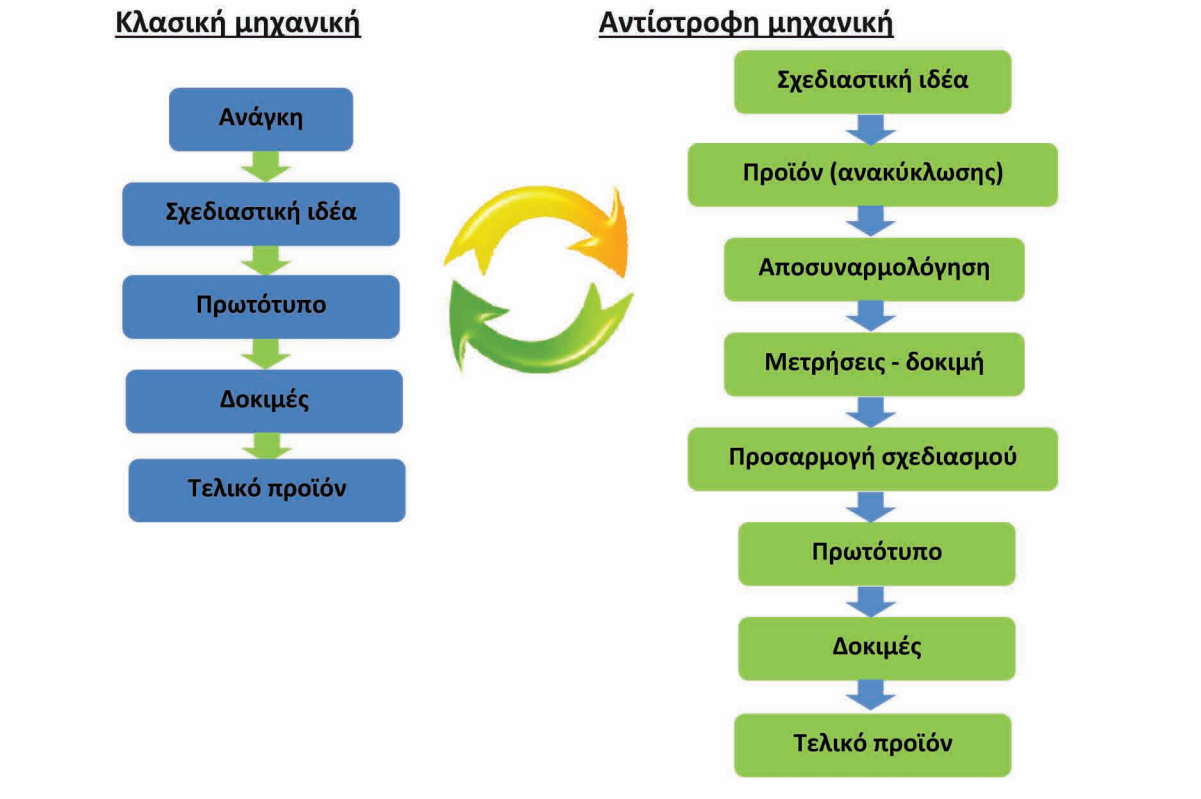
«Το παρόν κείμενο αποτελεί περίληψη της εισήγησης,
καθώς κατά τον χρόνο της εκτύπωσης του παρόντος τεύχους δεν είχε αποσταλεί το οριστικό κείμενο».

Αφορμή για την παρουσίαση, στάθηκε η βράβευση της ρομποτικής ισημερινής βάσης, με το βραβείο «Παύλος Μωραΐτης»κατά την διάρκεια του προηγούμενου συνεδρίου στη Σπάρτη. Αισθάνομαι όμως την ανάγκη, να επικοινωνήσω την μέθοδο της αντίστροφης μηχανικής με τη χρήση ανακυκλούμενων υλικών ώστε να διαδοθεί στην κοινότητα της ερασιτεχνικής αστρονομίας.

Θέμα: Κατασκευές αστρονομικών μηχανισμών, από ανακυκλούμενα υλικά με την μέθοδο της αντίστροφης μηχανικής (reverseengineering)

Η μεθοδολογία σχεδιασμού της αντίστροφης μηχανικής, αν και εφαρμοζόταν για πολλές δεκαετίες στην πολεμική βιομηχανία και αποτελούσε βασικό εργαλείο βιομηχανικής κατασκοπείας, έγινε ευρύτερα γνωστή μόλις μετά το 2000. Η ανάγκη προέκυψε, από την ραγδαία εξέλιξη της ζήτησης τεχνολογικών καταναλωτικών προϊόντων, αλλά με χαμηλό κόστος παραγωγής .

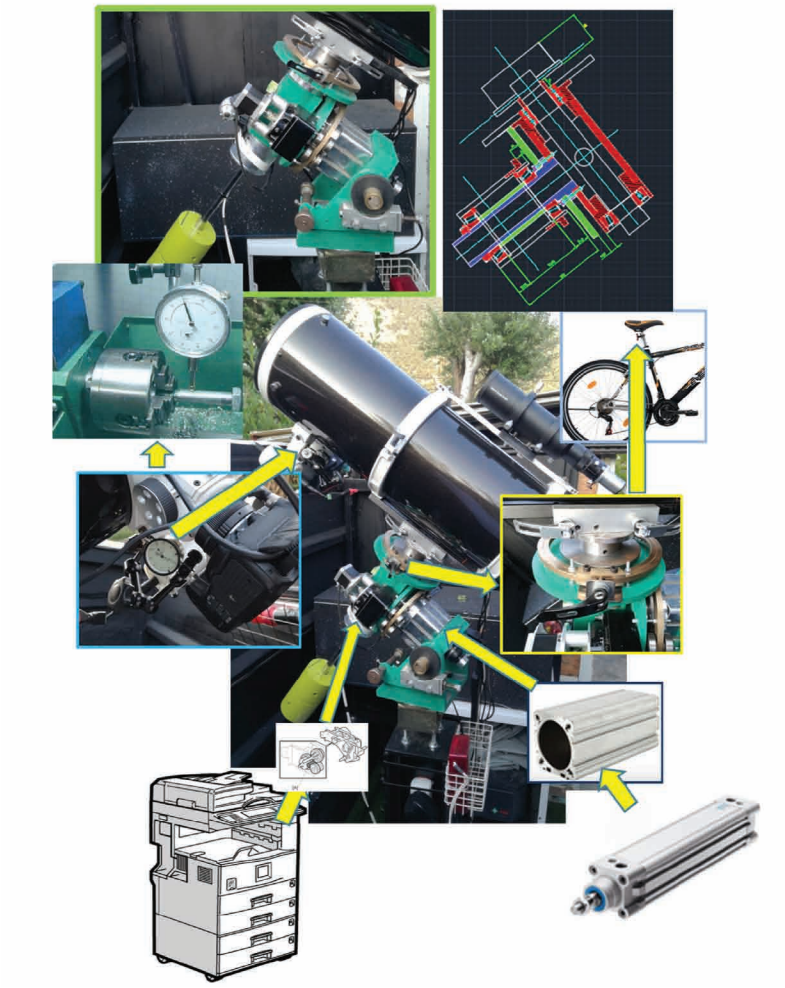
Οι βασικές διαφορές με την κλασική μεθοδολογία σχεδιασμού, απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Μια προσφιλής εφαρμογή αντίστροφης μηχανικής:

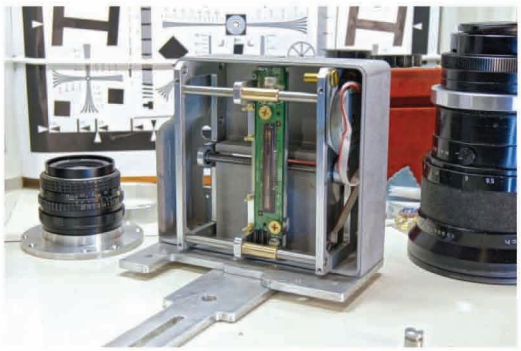


Επί του πρακτέου, το ζητούμενο, ήταν η κατασκευή μιας ρομποτικής βάσης για αστροφωτογράφηση. Η επιλογή του γερμανικού τύπου ήταν μονόδρομος. Βασική σχεδιαστική ιδέα, η τελική μετάδοση της κίνησης στους άξονες, να γίνεται με τριβή ώστε να αποσβένονται οι ελευθερίες (backlash) από τα γρανάζια. Ακολουθώντας την μεθοδολογία της αντίστροφης μηχανικής , αξιοποιήθηκαν μηχανισμοί



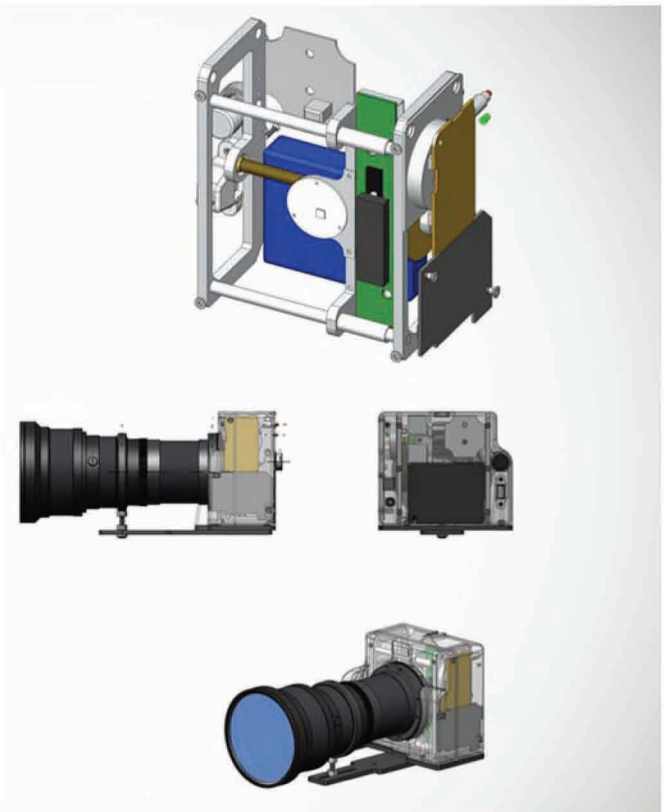
που προέρχονταν από εξαρτήματα φωτοτυπικών μηχανών, καμερών παρακολούθησης, πνευματικών κυλίνδρων, ακόμα και εξαρτήματα ποδηλάτου

Κατά το τέλος της παρουσίασης, θα προταθεί στους συνέδρους, η εθελοντική συμμετοχή σε μια ομάδα κατασκευής αστρονομικής κάμερας 140Mpmediumformat, από ανακυκλούμενα εξαρτήματα συσκευών scanner, με τη μέθοδο της αντίστροφης μηχανικής. Το εν λόγωproject, έχει ήδη υλοποιηθεί από ερασιτέχνες φωτογράφους, χωρίς ευρύτερη εφαρμογή λόγω της αδυναμίας φωτογράφησης κινούμενων θεμάτων, γεγονός που απαιτείται στην αστροφωτογράφηση.









Κατασκευή Αστρογράφου Κύριας Εστίας

Χρήστος Μπάρδης[1], Αλίκη Μπάρδη[2]
[1] Ερασιτέχνης Αστρονόμος, Λευκωσία, Κύπρος.
[2] ΕΚΠΑ, τμήμα Φυσικής, προπτυχιακή φοιτήτρια.

Περίληψη

Τα νευτώνεια τηλεσκόπια έχουν αρκετά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όταν χρησιμοποιούνται στην αστροφωτογράφιση. Τα κύρια πλεονεκτήματα τους περιλαμβάνουν το γρήγορο εστιακό λόγο (f6-f3), τη μεγάλη διάμετρο και φωτοσυλεκτική ικανότητα. Ορισμένα από τα μειονεκτήματα τους είναι το μεγάλο βάρος, η μεγάλη κεντρική παρεμπόδιση (25%-50%) και η δυσκολία στην ευθυγράμμιση των κατόπτρων (collimation). Επίσης ο δευτερεύων καθρέπτης έχει ανακλαστικότητα 90%-97% με αντίστοιχη μείωση του φωτός που προσπίπτει στην κάμερα.

Κατασκευάσαμε ένα τηλεσκόπιο με βάση το νευτώνειο τηλεσκόπιο. Αφαιρέθηκε ο δευτερεύων καθρέπτης και στη θέση του τοποθετήθηκε κάμερα μικρής διαμέτρου. Για την εστίαση δημιουργήθηκε ένα πρωτότυπο σύστημα με τροχαλίες και ιμάντα χρονισμού.

Με αυτό τον τρόπο μειώθηκε το συνολικό βάρος και η κεντρική παρεμπόδιση (20% κεντρική παρεμπόδιση, σε 12ιντσο τηλεσκόπιο με κάμερα διαμέτρου 6 cm). Η ευθυγράμμιση των κατόπτρων έγινε σημαντικά ευκολότερη, διότι αφαιρέθηκε ένας βαθμός ελευθερίας και μπορεί να γίνει με το μάτι, χωρίς τη χρήση εργαλείων.

Το κύριο μειονέκτημα του τηλεσκοπίου με μονό καθρέπτη είναι η αδυναμία χρήσης του για αστροπαρατήρηση μέσω προσοφθαλμίου ενώ αντίθετα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αστρογράφος ή για βιντεοαστρονομία.

1. Εισαγωγή

Στην αστροφωτογραφία χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι τηλεσκοπίων. Οι πιο συνηθισμένοι είναι τα διαθλαστικά, τα νευτώνια και τα Cassegrain. Ο κάθε τύπος τηλεσκοπίου έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Τα νευτώνεια, υπερέχουν έναντι των άλλων τύπων στα εξής σημεία:

- Μικρό κόστος και ευκολία κατασκευής.
- Γρήγορος εστιακός λόγος (f/3 – f/6).
- Μεγάλη φωτοσυλλεκτική ικανότητα.
- Απουσία χρωματικής εκτροπής. Η μοναδική οπτική εκτροπή που παρουσιάζουν είναι η παραμόρφωση κόμης, που διορθώνεται εύκολα με την χρήση των coma correctors.

Τα μειονεκτήματα των νευτώνειων τηλεσκοπίων είναι:

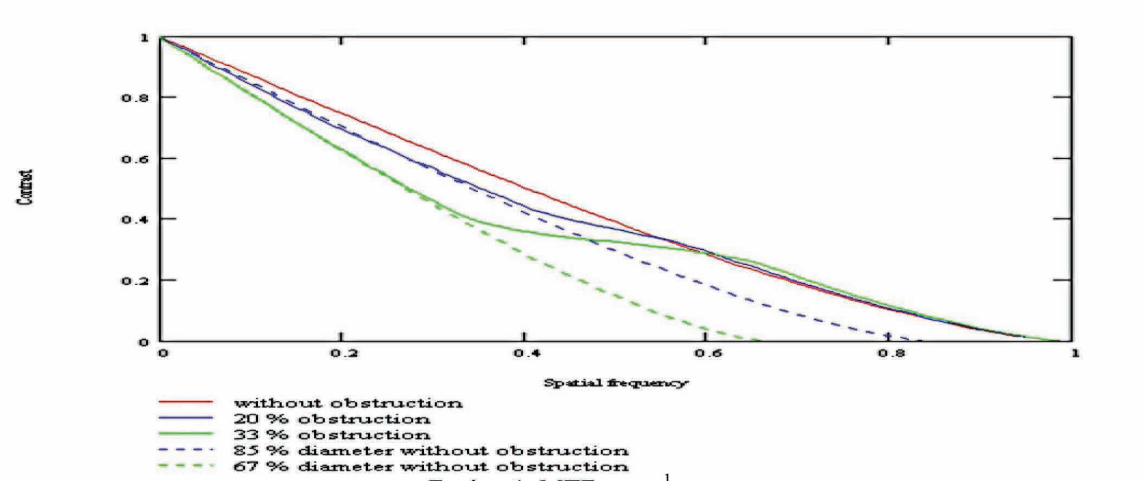
- Μεγάλο βάρος και όγκος.
- Κεντρική παρεμπόδιση από το δευτερεύων κάτοπτρο.
- Η ανάγκη για συχνή ευθυγράμμιση των οπτικών επιφανειών.

Στη σχεδίαση των νευτώνειων η σχέση του φωτισμένου πεδίου (field illumination) και της κεντρικής παρεμπόδισης είναι ανάλογη. Εάν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε κάμερα με αισθητήρα (ccd) μεγάλης διαμέτρου (μεγέθους APS-C ή μεγαλύτερο) σε τηλεσκόπιο με εστιακό λόγο f/4, είναι υποχρεωτική η χρήση μεγάλου δευτερεύοντα καθρέπτη που θα σκιάζει το 35-50% της διαμέτρου του πρωτεύοντα. Η μεγάλη κεντρική παρεμπόδιση που προκαλεί ο δευτερεύοντας καθρέπτης δημιουργεί μείωση

της φωτοσυλεκτικής ικανότητας του τηλεσκοπίου και μείωση της αντίθεσης.

Εάν πάρουμε για παράδειγμα ένα τηλεσκόπιο με διάμετρο κύριου καθρέπτη 300 χιλιοστά και δευτερεύοντα 120 χιλιοστά η κεντρική παρεμπόδιση είναι 40% σε διάμετρο και 16% σε εμβαδόν. Η ανταναακλαστικότητα του δευτερεύοντα καθρέπτη δεν είναι τέλεια και συνήθως είναι 94-97%. Συνεπώς, η συνολική απώλεια του φωτός που θα δεχτεί ή κάμερα είναι σχεδόν 20% και είναι ίση με τη φωτοσυλλεκτική ικανότητα ενός τηλεσκοπίου, χωρίς κεντρική παρεμπόδιση, διαμέτρου 268 χιλιοστών.

Η οπτική αντίθεση (contrast), ενός οπτικού οργάνου φαίνεται στην καμπύλη MTF (Modulation Transfer Function). Η καμπύλη αυτή (εικόνα 1), μας δείχνει ότι σε φωτογραφίες



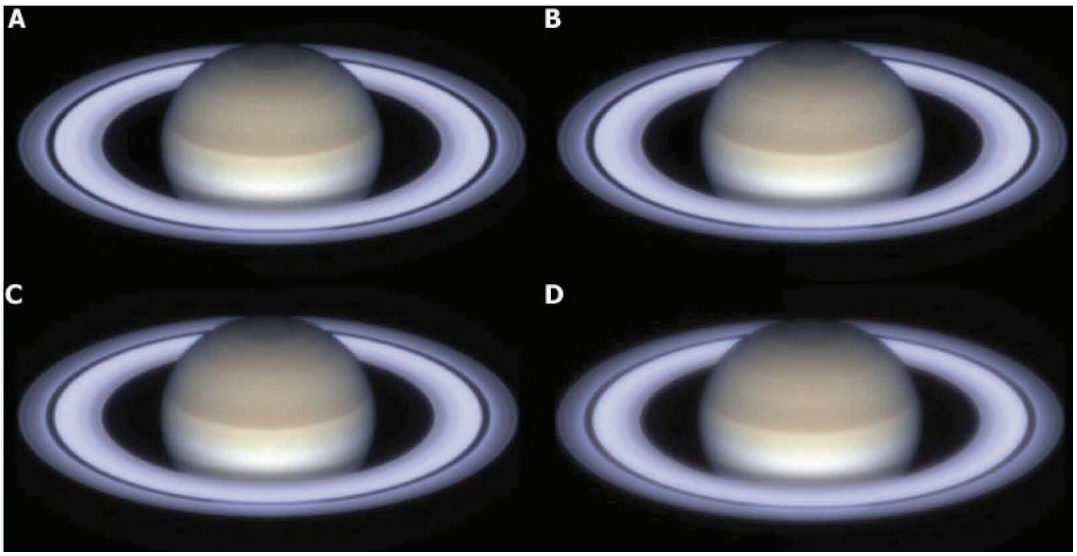
Εικόνα 1. MTF curve[1]

Εικόνα 1. MTF curve1

με μεγάλη αντίθεση όπως το φεγγάρι και οι διπλοί αστέρες, η κεντρική παρεμπόδιση δεν μειώνει την ποιότητα της εικόνας. Σε φωτογραφίες με χαμηλή αντίθεση, όπως η επιφάνεια του Άρη ή του Δία η πτώση της αντίθεσης δημιουργεί εικόνα ίδια με την εικόνα ενός τηλεσκοπίου με διάμετρο D, όπου:

D = Dπρωτεύοντα - Dδευτερεύοντα

Η εικόνα 2 δείχνει πως θα ήταν η φωτογραφία του Κρόνου με τέσσερα τηλεσκόπια διαμέτρου 250 χιλιοστών και κεντρικής παρεμπόδισης που κυμαίνεται από 0-50%.

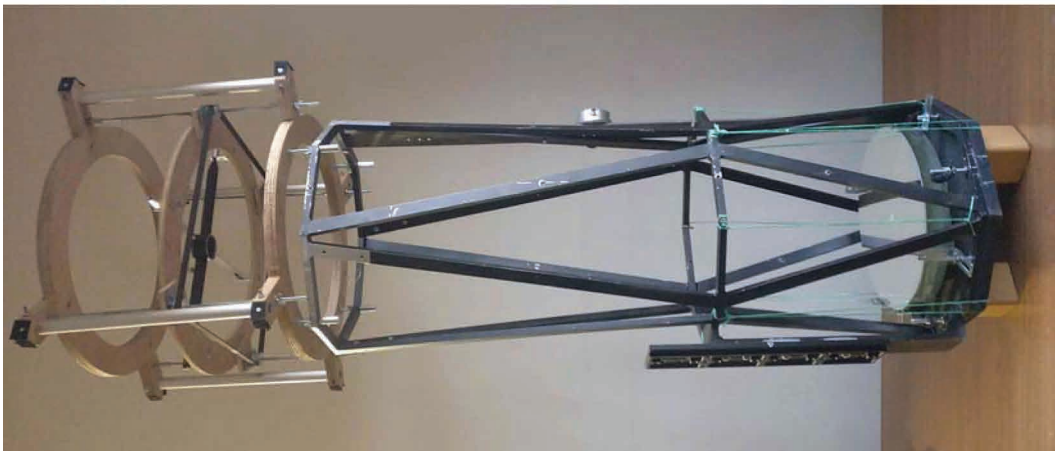


Εικόνα 2.
A: Χωρίς κεντρική παρεμπόδιση B: 20% κεντρική παρεμπόδιση
C: 30% κεντρική παρεμπόδιση D: 50% κεντρική παρεμπόδιση2

Τα τελευταία χρόνια, η κοινότητα των ερασιτεχνών αστονόμων έχει στη διάθεσή της μεγάλο αριθμό φωτογραφικών μηχανών πολύ μικρών φυσικών διαστάσεων. Η Starlight Xpress, η Atik, η Qhy, η Zwoptical και άλλοι κατασκευαστές, δημιούργησαν κάμερες εξωτερικής διαμέτρου 3-8 εκατοστών. Οι συσκευές αυτές μπορούν να τοποθετηθούν στην κύρια εστία του τηλεσκοπίου, αφού αφαιρεθεί ο δευτερεύων καθρέπτης, μειώνοντας έτσι την κεντρική παρεμπόδιση.

Κατασκευή του αστρογράφου

Έγιναν δύο κατασκευές. Στην πρώτη χρησιμοποιήθηκε καθρέπτης 20 εκατοστών και ήταν η αρχική δοκιμή για να εξακριβωθούν τα πρακτικά προβλήματα της σχεδίασης του τηλεσκοπίου μονού καθρέπτη. Στη συνέχεια έγινε η κατασκευή δεύτερου τηλεσκοπίου με καθρέπτη διαμέτρου 30 εκατοστών (εικόνα 3) στην οποία χρησιμοποιήθηκε στρατζαριστό αλουμίνιο και κόντρα πλακέ θαλάσσης.



Εικόνα 3. Ο αστρογράφος 12ίντσες-f/4

Κάτω κλωβός

Για τον κάτω κλωβό χρησιμοποιήθηκε σαν βάση ένα οκτάγωνο κόντρα πλακέ θαλάσσης 2,5 εκατοστών (εικόνα 4). Ο καθρέπτης στηρίζεται σε εννέα σημεία από τρία τριγωνικά στηρίγματα. Τον καθρέπτη υποστηρίζουν από το πλάι 8 μεταλικές γωνίες. Για τη σχεδίαση της στήριξης του καθρέπτη χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα PLOP. Για την ευθυγράμμιση του καθρέπτη, τα τρία τριγωνικά στηρίγματα μπορούν να μετακινούνται με τη βοήθεια τριών βιδών (εικόνα 5). Ο κάτω κλωβός σκιάζεται με φωτοχιτώνιο.



Εικόνα 4. Κάτω κλωβός



Εικόνα 5. Κάτω κλωβός – κάτω όψη

Άνω κλωβός

Ο άνω κλωβός κατασκευάστηκε από τρείς δακτύλιους από κόντρα πλακέ θαλάσσης (εικόνα 6). Ο άνω και κάτω δακτύλιος στηρίζονται μεταξύ τους από 4 σωλήνες αλουμινίου. Ο μεσαίος δακτύλιος στηρίζεται σε 4 ντίζες και μπορεί να μετακινείται κατακόρυφα με ένα σύστημα τροχαλιών και ιμάντα χρονισμού. Με αυτό τον τρόπο γίνεται η εστίαση της κάμερας. Η αράχνη βρίσκεται στο μεσαίο δακτύλιο. Αποτελείται από ένα δακτυλίδι διαμέτρου 42 χιλιοστών πάνω στο οποίο βιδώνεται η κάμερα (εικόνα 7), ο διορθωτής κόμης και τα φίλτρα. Το δακτυλίδι στερεώνεται στο μεσαίο δακτύλιο με αλουμινένιες λάμες ενός χιλιοστού. Ο άνω κλωβός σκιάζεται από 4 κομάτια χαρτόνι τα οποία στερεώνονται με ταινίες Velcro (εικόνα 8).



Εικόνα 6. Άνω κλωβός



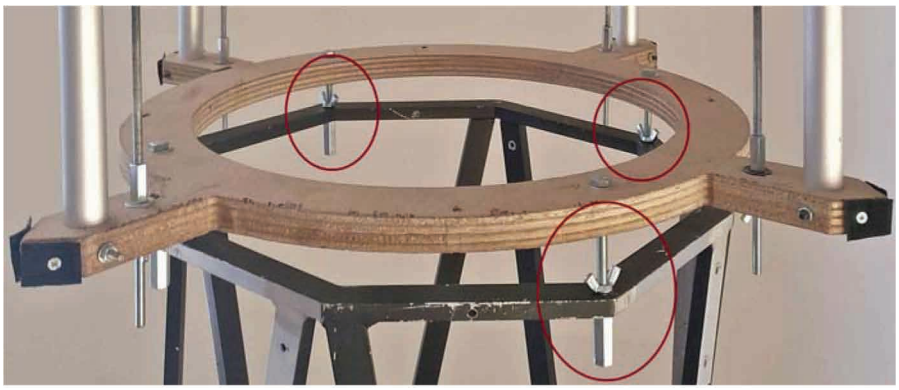
Εικόνα 7: Στήριξη Κάμερας



Εικόνα 8: Σκίαση

Collimation

Για την ευθυγράμμιση της κάμερας με τον καθρέπτη, όλος ο άνω κλωβός μπορεί να μετακινείται μέσω τεσσάρων βιδών που ενώνουν τον άνω με τον μεσαίο κλωβό (εικόνα 9).

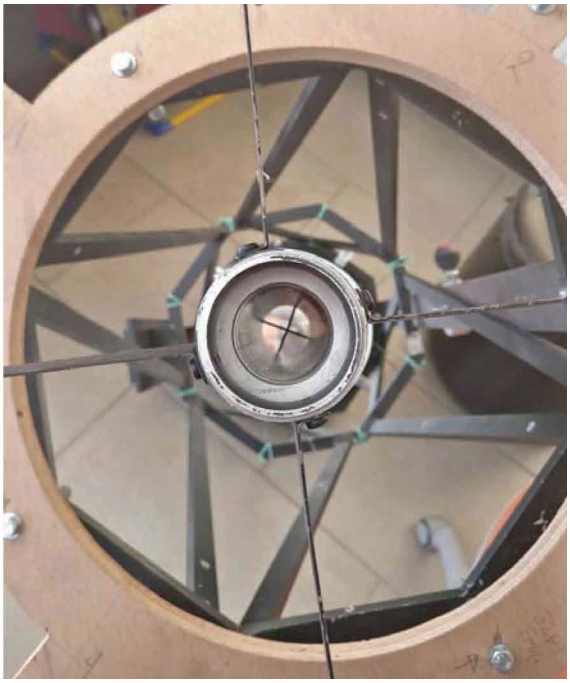


Εικόνα 9. Collimation άνω κλωβού

Για να γίνει το collimation ευκολότερο και πιο ακριβές, κατασκευάστηκε ένας σωλήνας, με σταυρόνημα στο ένα άκρο, ο οποίος βιδώνει στο δακτυλίδι της αράχνης. (εικόνα 10). Όταν ο χρήστης κοιτάξει μέσα από τον σωλήνα, μπορεί εύκολα να ευθυγραμμίσει το σταυρό του σωλήνα με το κέντρο του καθρέπτη (εικόνα 11). Με αυτό τον τρόπο γίνεται η ευθυγράμμιση του άνω κλωβού με τον καθρέπτη. Για την πλήρη και απόλυτη ευθυγράμμιση του καθρέπτη με τον άνω κλωβό μπορεί να χρησιμοποιηθεί laser ή να γίνει με την μέθοδο του star test.



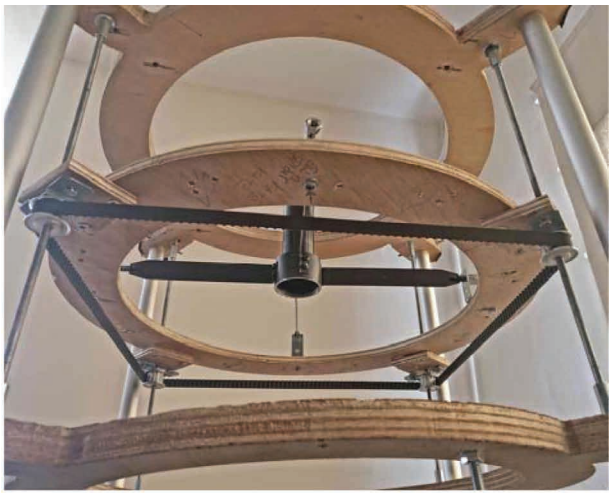
Εικόνα 10. Σωλήνας collimation



Εικόνα 11. Εικόνα μέσα από το σωλήνα collimation

Εστίαση

Για την εστίαση του τηλεσκοπίου ο μεσαίος δακτύλιος του άνω κλωβού, πάνω στον οποίο βρίσκεται η αράχνη και η κάμερα, μπορεί να μετακινηθεί κατακόρυφα μέσω τεσσάρων τροχαλιών. Για να είναι η κίνηση ταυτόχρονη, οι τροχαλίες συνδέονται μεταξύ τους με έναν ιμάντα χρονισμού (εικόνα 12). Μια πλήρης περιστροφή της τροχαλίας μετακινεί την κάμερα κατά ένα χιλιοστό. Είναι εφικτό, με προσεκτικές κινήσεις, να πετύχουμε ακρίβεια εστίασης δέκατα του χιλιοστού.



Εικόνα 12. Σύστημα εστίασης

Συζήτηση

Η σχεδίαση που παρουσιάζουμε έχει πλεονεκτήματα και βελτιώσεις σε σύγκριση με την κλασική νευτώνεια σχεδίαση, αλλά παρουσιάζει και μοναδικά χαρακτηριστικά.

Βελτιώσεις

- Μείωση του βάρους:

  Η αφαίρεση του κλασικού εστιαστή και του δευτερεύοντος κατόπτρου, όπως επίσης και η αποκλειστική χρήση φωτογραφικών μηχανών μικρής διαμέτρου και βάρους, κάνει τον άνω κλωβό πολύ ελαφρύτερο από ένα νευτώνειο. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ράβδους στήριξης του άνω κλωβού μικρότερης διαμέτρου και συνεπώς ελαφρύτερες. Το κέντρο βάρους του τηλεσκοπίου μετατοπίζεται πλησιέστερα στον καθρέπτη και μειώνονται οι ροπές στον άξονα της απόκλισης.

- Πλήρης φωτισμός πεδίου.

  Ο φωτισμός του πεδίου (field illumination) είναι πλήρης οποιοδήποτε και αν είναι το μέγεθος του αισθητήρα της κάμερας.

- Αύξηση της αντίθεσης και της φωτοσυλλεκτικής ικανότητας.

  Το τηλεσκόπιο που κατασκευάσαμε έχει κεντρική παρεμπόδιση 20% σε διάμετρο όταν χρησιμοποιούμε 2ιντσο διορθωτή κόμης και κάμερα Atik 414EXM διαμέτρου 6 εκατοστών. Η μείωση της επιφάνειας του καθρέπτη του τηλεσκοπίου είναι 4%. Ένα νευτώνειο 300mm-f/4 με πλήρη φωτισμό πεδίου, θα είχε κεντρική παρεμπόδιση 40% σε διάμετρο και μείωση της φωτοσυλεκτικής ικανότητας 20%. Έχουμε λοιπόν ένα κέρδος 16% στο φως που φτάνει στον αισθητήρα της κάμερας.

  Σύμφωνα με τον Thierry Legault (1) σε φωτογραφίες χαμηλής αντίθεσης, η αντίθεση ενός τηλεσκοπίου διαμέτρου Dπρωτεύων και κεντρικής παρεμπόδισης Dδευτερεύων ισοδυναμεί με την αντίθεση ενός τηλεσκοπίου χωρίς κεντρική παρεμπόδιση διαμέτρου D=Dπρωτεύων - Dδευτερεύων. Επομένως, ένα συνηθισμένο 12ιντσο νευτώνειο με 40% κεντρική παρεμπόδιση έχει αντίθεση ίση με ένα διαθλαστικό τηλεσκόπιο διαμέτρου 180 χιλιοστών ενώ το τηλεσκόπιο που κατασκευάσαμε έχει αντίθεση όσο ένα διαθλαστικό 240 εκατοστών.

- Ευκολότερη ευθυγράμμιση των κατόπτρων.

  Σε ένα νευτώνειο τηλεσκόπιο έχουμε τρία κινητά μέρη που χρειάζονται ευθυγράμμιση: Τον εστιαστή, το δευτερεύον και το πρωτεύον κάτοπτρο. Στον αστρογράφο κύριας εστίας, έχουμε τον εστιαστή και τον καθρέπτη. Ο εστιαστής είναι βιδωμένος μόνιμα επάνω στο σώμα του τηλεσκοπίου και δεν θα χρειαστεί ευθυγράμμιση παρά μόνο εάν ξεβιδώσουμε τελείως τον άνω κλωβό του τηλεσκοπίου. Η μόνη οπτική επιφάνεια που πιθανόν να χρειαστεί ευθυγράμμιση είναι ο κύριος καθρέπτης. Είναι εξαιρετικά απλή και γίνεται είτε με την χρήση laser, είτε με την μέθοδο του αφεστιασμένου άστρου. Προγράμματα όπως το MetaGuide κάνουν το collimation ακόμα ευκολότερο.

Μοναδικά Χαρακτηριστικά

- Ο άνω κλωβός του τηλεσκοπίου μπορεί να γίνει όσο μεγάλος θέλουμε ώστε να έχουμε μεγάλο εύρος εστίασης. Αυτή η ιδιότητα επιτρέπει την απρόσκοπτη χρήση barlow, focal reducers, φίλτρων, ή ότι άλλο θα ήθελε να τοποθετήσει ο χειριστής στο οπτικό μονοπάτι.
- Στο ίδιο τηλεσκόπιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθρέπτες διαφορετικής διαμέτρου ή διαφορετικού εστιακού μήκους. Το mirror cell μπορεί να τροποποιηθεί πολύ εύκολα έτσι ώστε στο τηλεσκόπιο των 12 ιντσών να τοποθετηθεί καθρέπτης των 25 ή των 20 εκατοστών. Επίσης, εάν τοποθετήσουμε μεταξύ του άνω και του κάτω κλωβού ράβδους διαφορετικού μήκους, μπορούμε να αλλάξουμε τον καθρέπτη με άλλον διαφορετικού εστιακού μήκους. Ο κατασκευαστής – χρή-

στης του 12ιντσου τηλεσκοπίου θα μπορούσε να ξεκινήσει με ένα φτηνό καθρέπτη 20 εκατοστών εστιακού μήκους 100 εκατοστών και με ελάχιστες μετατροπές να τοποθετήσει αργότερα έναν καθρέπτη 30 εκατοστών, f/4 εάν του το επιτρέπουν οι αντοχές της βάσης του.

Μειονεκτήματα

- Είναι προφανές ότι η κατασκευή αυτή δεν έχει την δυνατότητα της οπτικής παρατήρησης. Είναι χρήσιμη μόνο για φωτογράφιση ή βιντεοπαρατήρηση.
- Δεν υπάρχει δυνατότητα χρήσης τροχού φίλτρων οπότε η αλλαγή φίλτρων πρέπει να γίνεται με το χέρι.
- Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάμερες μεγάλης φυσικής διαμέτρου. Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι κατασκευαστές διαθέτουν στην αγορά κάμερες μικρής διαμέτρου οπότε θα γίνεται όλο και ευκολότερο να βρεί ο χρήστης την κάμερα που ταιριάζει στο δικό του σύστημα.
- Το καλώδιο τροφοδοσίας της κάμερας και το καλώδιο USB εάν δεν στερεωθούν προσεκτικά στο spider του άνω κλωβού δημιουργούν artifacts στα άστρα.

Συμπέρασμα

Η κατασκευή αστρογράφου κύριας εστίας, είναι εύκολη λύση για τον ερασιτέχνη αστρονόμο που θέλει ένα φωτογραφικό όργανο μεγάλης διαμέτρου, υψηλής απόδοσης και χαμηλού κόστους.

Αναφορές

1.Thierry Legault: What are the effects of obstruction? http://www.astrophoto.fr/obstruction.html

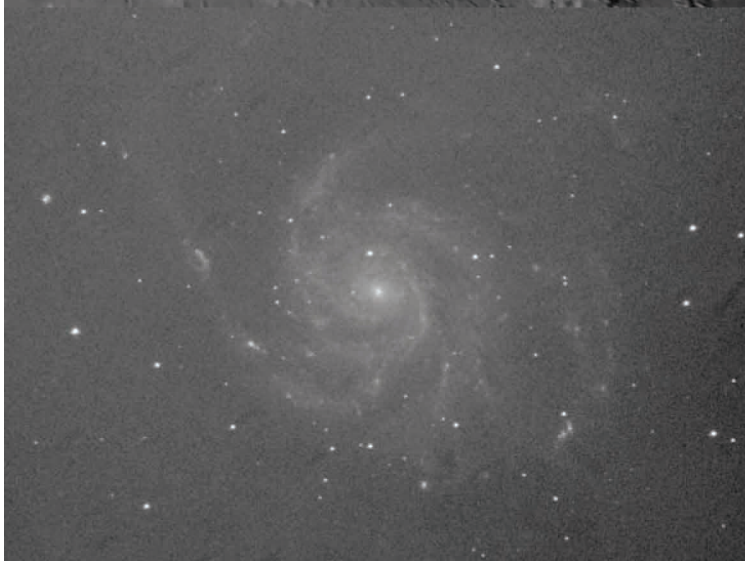
2.Damian A. Peach: An examination of the effects of optical aberrations, obstruction and seeing on real Planetary images. http://www.damianpeach.com/simulation.htm



Φωτογραφία 1:
Μωσαικό 2 εικόνων.
Τηλεσκόπιο 300mm-f/4.
Κάμερα Qhy5II.
100 /1000 καρέ.
RegiStax 6, PixInsight 1.8



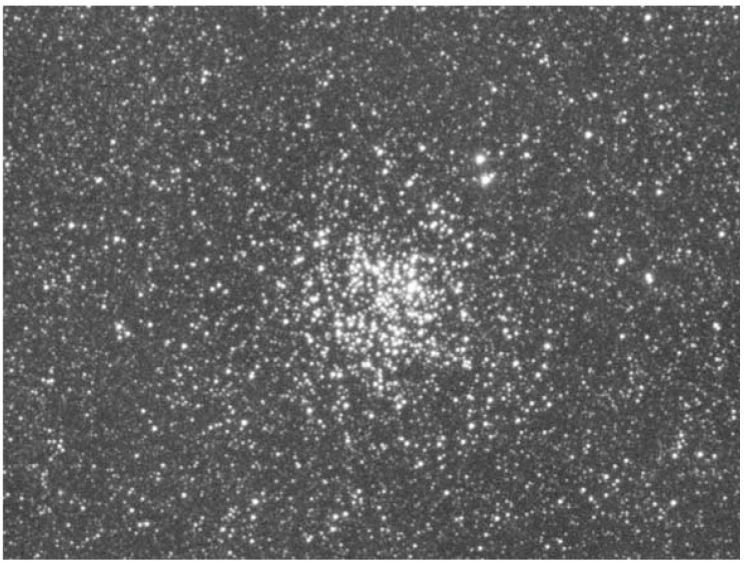
Φωτογραφία2:
Τηλεσκόπιο 300mm-f/4.
Powermate X5.
Κάμερα Qhy5II.
100 /1000 καρέ. .
RegiStax 6, PixInsight 1.8



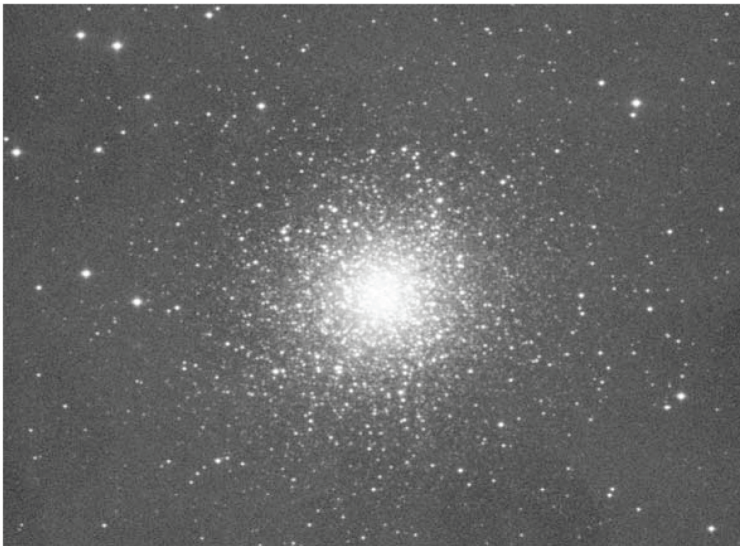
Φωτογραφία 3: m101
Τηλεσκόπιο 300mm-f/4.
Baader 2» coma corrector.
Κάμερα Atik 414EXM.
1καρέ 60 sec.



Φωτογραφία 4: m51
Τηλεσκόπιο 300mm-f/4.
Baader 2» coma corrector.
Κάμερα Atik 414EXM.
1καρέ 60 sec



Φωτογραφία 5: m11
Τηλεσκόπιο 300mm-f/4.
Baader 2» coma corrector.
Κάμερα Atik 414EXM.
1καρέ 30 sec



Φωτογραφία 6: m13
Τηλεσκόπιο 300mm-f/4.
Baader 2» coma corrector.
Κάμερα Atik 414EXM.
1καρέ 60 sec



Φωτογραφία 7:
ngc 6888 Crescent Nebula
Τηλεσκόπιο 300mm-f/4.
Baader 2» coma corrector.
Baader Ha 7nm.
Κάμερα Atik 414EXM.
1καρέ 180 sec



Φωτογραφία 8:
m27 Dumbbell Nebula
Τηλεσκόπιο 300mm-f/4.
Baader 2» coma corrector.
Baader Ha 7nm.
Κάμερα Atik 414EXM.
1καρέ 180 sec



Φωτογραφία 9:
ngc 7635 Bubble Nebula
Τηλεσκόπιο 300mm-f/4.
Baader 2» coma corrector.
Baader Ha 7nm.
Κάμερα Atik 414EXM.
1καρέ 180 sec

Workshops

ΣΥΜΒΟΛΟΜΕΤΡΙΑ ΚΗΛΙΔΩΝ (Speckle Interferometry) & ΔΙΠΛΑ ΑΣΤΡΑ

Εμμ. Καπετανάκης

(mkapet@yahoo.com) Ελληνική Αστρονομική Ένωση

Περίληψη: Παρουσιάζουμε μια μέθοδο μέτρησης της γωνιακής απόστασης των μελών ενός διπλού άστρου, η οποία εφαρμόζεται παγκόσμια τα τελευταία χρόνια από αρκετούς ερασιτέχνες αστρονόμους. Πρόκειται για τη "συμβολομετρία κηλίδων" (speckle interferometry), η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί με τηλεσκόπια διαμέτρου άνω των 20cm και βιντεοκάμερες υψηλής ταχύτητας. Με την μέθοδο αυτή πραγματοποιούμε μετρήσεις εξαιρετικής ακρίβειας ακόμα και κοντά στο όριο της διακριτικής ικανότητας του τηλεσκοπίου μας, έστω και αν το seeing δεν είναι πολύ καλό.

Εισαγωγή: Τα διπλά άστρα παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την αστροφυσική, επειδή αποτελούν τα μοναδικά ουράνια αντικείμενα για τα οποία μπορούμε να υπολογίζουμε τη μάζα άμεσα, εφόσον γνωρίζουμε την περίοδο και την τροχιά τους. Το να προσδιορίσεις όμως την περίοδο και την τροχιά δεν είναι εύκολο, όταν π.χ. έχουμε περιόδους πολλών δεκάδων ή εκατοντάδων ετών. Συνεπώς περισσότερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα διπλά άστρα τα οποία έχουν σχετικά μικρές περιόδους, και επομένως αυτά των οποίων τα μέλη βρίσκονται σε σχετικά μικρή απόσταση μεταξύ τους.

Τότε όμως το πρόβλημα είναι οι περιορισμοί που θέτουν στα τηλεσκόπιά μας η ατμόσφαιρα (seeing) και η ίδια η φύση του φωτός (διακριτική ικανότητα του τηλεσκοπίου μας). Όπως ξέρουμε δηλαδή, κάθε τηλεσκόπιο έχει συγκεκριμένη διακριτική ικανότητα η οποία εξαρτάται από τη διάμετρό του και το μήκος κύματος του φωτός, και την οποία δεν μπορούμε να βελτιώσουμε περαιτέρω. Όσον αφορά όμως την επίδραση της ατμόσφαιρας, υπάρχουν κάποιες τεχνικές οι οποίες μπορούν να βελτιώσουν τα αποτελέσματα των μετρήσεών μας. Μια απ' αυτές, ίσως η αποτελεσματικότερη, είναι η «συμβολομετρία κηλίδων».

Θεωρία: Όπως είπαμε, κάθε τηλεσκόπιο έχει συγκεκριμένη διακριτική ικανότητα, δηλαδή μπορεί να διαχωρίσει δύο φωτεινά σημεία μόνο αν η γωνιακή τους απόσταση είναι μεγαλύτερη από κάποια συγκεκριμένη γωνία (θres), και η οποία γωνία εξαρτάται από την διάμετρο του τηλεσκοπίου (D) και από το μήκος κύματος (λ) του φωτός. Σύμφωνα με τον Rayleigh:

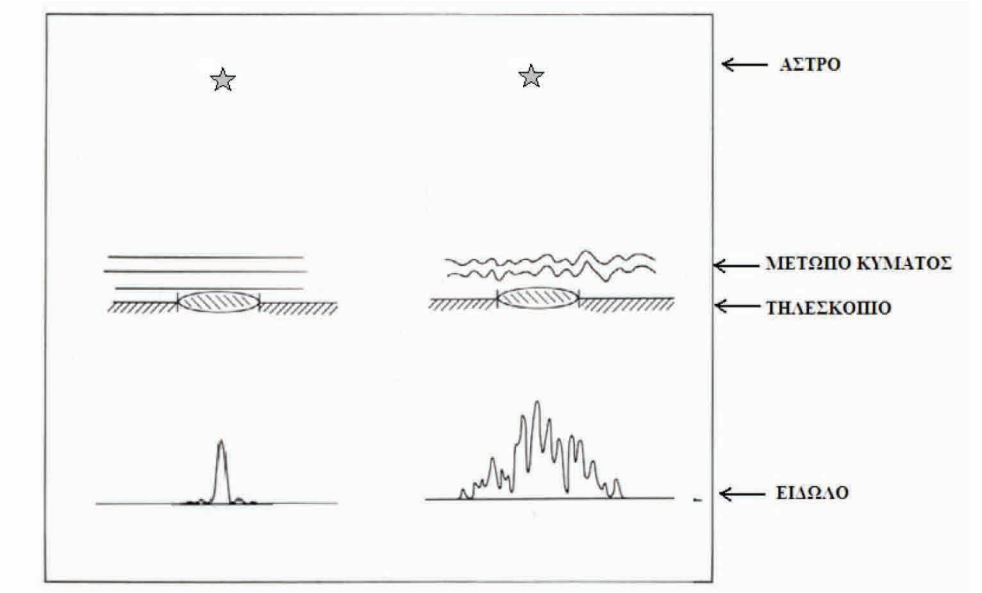
$$\vartheta_{res} = \frac{1,22 \cdot \lambda}{D}. \qquad (1)$$

Από αυτή τη σχέση π.χ. υπολογίζουμε (για λ=550nm) ότι ένα τηλεσκόπιο διαμέτρου 15cm έχει διακριτική ικανότητα 0,92arcsec, ένα 25cm έχει 0,55arcsec κλπ. Σημειωτέον ότι ο αντίστοιχος δίσκος του Airy έχει διάμετρο:

$$d_{Airy} = \vartheta_{res} \cdot F \qquad (2)$$

όπου F το εστιακό μήκος του τηλεσκοπίου. Στις παραπάνω αλλά και στις επόμενες σχέσεις όλα τα μεγέθη μετριούνται σε διεθνείς μονάδες (τα μήκη σε μέτρα, οι γωνίες σε rad, κλπ).

Η παραπάνω διακριτική ικανότητα ενός τηλεσκοπίου μας δείχνει και την ελάχιστη γωνιακή απόσταση που πρέπει να έχουν τα (ίδιας λαμπρότητας) μέλη ενός διπλού άστρου, ώστε να μπορέσει το τηλεσκόπιο να τα διαχωρίσει. Με μια προϋπόθεση όμως: να μην υπάρχει ατμόσφαιρα ή το seeing να είναι άριστο.



Εικόνα 1. Η εικόνα ενός άστρου, αριστερά με άριστο seeing (δίσκος του Airy) και δεξιά με κακό seeing (πολλαπλοί δίσκοι του Airy).



Εικόνα1(α). Δίσκος του Airy.



Εικόνα 1(β). Δίσκος του Seeing.

Στην εικόνα 1 βλέπουμε πως σχηματίζεται το είδωλο ενός άστρου, αριστερά με άριστο seeing και δεξιά με κακό seeing. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε επίπεδο μέτωπο κύματος του φωτός και έναν δίσκο του Airy για είδωλο (εικ.1(α)). Στη δεύτερη έχουμε ένα μέτωπο που παρουσιάζει διαφορές φά-

σης και το είδωλο είναι πολλοί δίσκοι του Airy οι οποίοι αλληλοεπικαλύπτονται. Τότε στις φωτογραφίες το άστρο φαίνεται σαν ένας μεγάλος φωτεινός δίσκος (εικ.1(β)).

Γιατί συμβαίνουν όλα αυτά; Φαίνεται ότι στην ατμόσφαιρα παρουσιάζονται μικρές διαφορές θερμοκρασίας ακόμα και σε κοντινές περιοχές (μάζες αέρα με διαστάσεις κάποιων εκατοστών, οι οποίες αλλάζουν θέση και σχήμα). Να σημειώσουμε ότι διαφορετική θερμοκρασία σημαίνει και διαφορετική πυκνότητα, άρα διαφορετικό δείκτη διάθλασης, και άρα διαφορετική ταχύτητα για το φως. Έτσι παρουσιάζονται οι διαφορές φάσης στο μέτωπο του κύματος.

Συνοπτικά:

- Η διακριτική ικανότητα ενός τηλεσκοπίου περιορίζεται από την ατμόσφαιρα (γειτονικές μάζες αέρα διαφορετικών θερμοκρασιών και με διαστάσεις (r0) μερικών εκατοστών, που αλλάζουν θέση και σχήμα).
- Επειδή αυτές οι μάζες κινούνται, τα άστρα "σπινθηρίζουν".
- Σε μεγάλες μεγεθύνσεις, "ταυτόχρονες" τέτοιες αέριες μάζες μας δίνουν την εικόνα πολλών δίσκων του Airy (κηλίδες, speckles ή specks).
- Ένα Τηλεσκόπιο διαμέτρου D "βλέπει" $N = (D/r0)^2$ τέτοιες μάζες.
- Ο χρόνος επίδρασης (τ0) μιας αέριας μάζας στο εισερχόμενο (στο τηλεσκόπιο) φως είναι μερικά χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Ας δούμε τώρα πώς υπολογίζουμε τις διαστάσεις r0 αυτών των μαζών, όπως και τον χρόνο τ0, παραμέτρους τις οποίες χρησιμοποιούμε για να ποσοτικοποιήσουμε το seeing. Αρχικά σε μια εικόνα ενός άστρου κατάλληλης λαμπρότητας και κοντά στο ζενίθ, έκθεσης μερικών δευτερολέπτων αλλά μη κορεσμένη, μετράμε το FWHM $(=\theta_{seeing})$ σε ακτίνια (rad). Έπειτα με τη σχέση:

$$r_0 = \frac{0,98 \cdot \lambda}{\theta_{seeing}} \qquad (3)$$

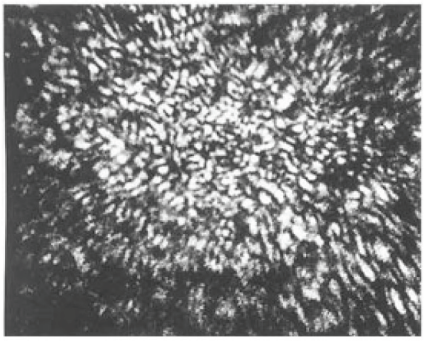
υπολογίζουμε το r0 (πάντα διεθνείς μονάδες). Το λ είναι το κεντρικό μήκος κύματος για το φίλτρο που τυχόν χρησιμοποιούμε, αλλιώς λ=550nm (=550×10-9m) αν δεν χρησιμοποιούμε φίλτρο. Τέλος με τη σχέση:

$$\tau_0 = \frac{r_0}{\upsilon} \qquad (4)$$

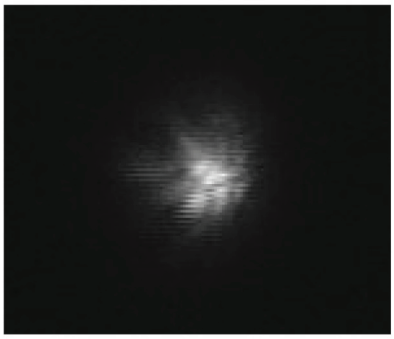
υπολογίζουμε τον χρόνο τ0. Στη σχέση (4) το υ είναι η ταχύτητα του ανέμου (σε m/s).

Τι σημαίνει αυτός ο χρόνος τ0; Εάν ο χρόνος έκθεσης της εικόνας μας είναι μικρότερος από αυτόν, τότε οι μάζες αέρα ουσιαστικά δεν θα έχουν μετακινηθεί μπροστά στο τηλεσκόπιό μας και η εικόνα του άστρου θα αποτελείται από πολλούς διακριτούς δίσκους του Airy, οι οποίοι συνήθως ονομάζονται «κηλίδες» (εικ.2 και εικ.3).

Προφανώς όλες αυτές οι μάζες αέρα δεν έχουν τις ίδιες διαστάσεις, ούτε η ταχύτητα του ανέμου είναι σταθερή κατά τη διάρκεια της παρατήρησης. Οι σχέσεις (3) και (4) μας δίδουν τις μέσες τιμές.



Εικόνα 2. Με τηλεσκόπιο 2,5m



Εικόνα 3. Με τηλεσκόπιο 25cm

Συμβολομετρία Κηλίδων (Speckle Interferometry): Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί μόνο για μετρήσεις σε διπλά άστρα. Δεν μπορεί να εφαρμοστεί δηλαδή για τη απεικόνιση πλανητών, νεφελωμάτων, γαλαξιών κλπ, γενικά δηλαδή εφαρμόζεται μόνο για σημειακές φωτεινές πηγές.

Άλλη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου είναι η χρήση τηλεσκοπίου με διάμετρο τουλάχιστον 20cm. Και αυτό επειδή, για να πραγματοποιήσουμε αξιόπιστες μετρήσεις χρειαζόμαστε αρκετές κηλίδες, όπως αναφέραμε για δεδομένο seeing ο αριθμός των κηλίδων είναι ανάλογος με το τετράγωνο της διαμέτρου του τηλεσκοπίου.

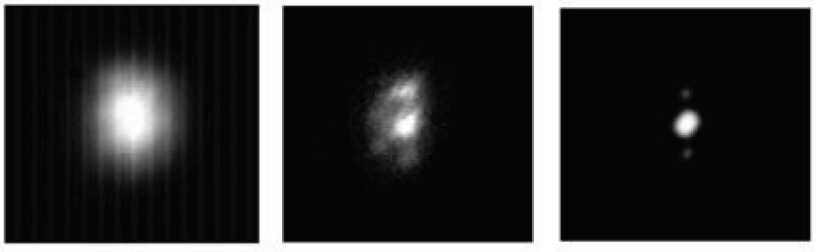
Με αυτές τις προϋποθέσεις, παίρνουμε πολλές εικόνες του διπλού άστρου που μας ενδιαφέρει με χρόνους έκθεσης μικρότερους από τ0. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιοδήποτε σύστημα απεικόνισης αρκεί να διαθέτει χρόνους έκθεσης λίγων χιλιοστών του δευτερολέπτου και να είναι όσο το δυνατόν πιο ευαίσθητο ώστε να απεικονίζει και αμυδρότερα άστρα. Μια καλή επιλογή είναι μια βιντεοκάμερα που έχει αυτά τα χαρακτηριστικά. Προσωπικά χρησιμοποιώ την WATEC 120N+, με την οποία καταγράφω ένα βίντεο του διπλού άστρου μερικών δευτερολέπτων.

Στην πράξη, εφόσον η κάμερά μας διαθέτει τη δυνατότητα ρύθμισης του χρόνου έκθεσης ανά frame, δεν χρειάζεται να έχουμε υπολογίσει το τ0. Παρακολουθώντας την οθόνη, ελαττώνουμε το χρόνο έκθεσης ανά frame μέχρι που σαφώς εμφανίζονται κηλίδες. Τότε αποθηκεύουμε ένα βίντεο πέντε-δέκα δευτερολέπτων.

Από κει και πέρα, για την πραγματοποίηση της μέτρησης πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποιο κατάλληλο λογισμικό. Προσωπικά χρησιμοποιώ το REDUC, ένα από τα καλύτερα του είδους. Διανέμεται δωρεάν από τον δημιουργό του, τον γάλλο Florent Losse, αρκεί να το ζητήσουμε με ένα mail στη διεύθυνση florent_losse@yahoo.fr. Στην ιστοσελίδα του υπάρχουν και αναλυτικές οδηγίες για τη χρήση του λογισμικού.



Εικόνα 4. Το άστρο γLeo με τηλεσκόπιο 10΄΄/f40, 4msec/frame



Εικόνα 5. Το άστρο γVir με τηλεσκόπιο 10΄΄/f40, 4msec/frame

Στις παραπάνω εικόνες 4 και 5 απεικονίζονται δύο διπλά άστρα, το γ Leo και γ Vir. Η πρώτη εικόνα από τις τρεις προέκυψε κάνοντας stack όλα τα frames των αντίστοιχων βίντεο, και αντιστοιχεί στην εικόνα που θα παίρναμε αν φωτογραφίζαμε το άστρο με μία έκθεση. Η δεύτερη εικόνα είναι η καλύτερη δυνατή που προέκυψε επιλέγοντας τα καλύτερα frames και κάνοντας align και stack (lucky imaging). Η τρίτη εικόνα είναι το αποτέλεσμα της συμβολομετρίας κηλίδων.

Παρατηρούμε ότι με την συμβολομετρία κηλίδων προκύπτει ένα συμμετρικό είδωλο του διπλού άστρου. Αν υποθέσουμε ότι το πρωτεύον μέλος είναι το κεντρικό, δεν γνωρίζουμε ποιο από τα δύο ακραία είναι το δευτερεύον. Χωρίς να μπούμε σε λεπτομέρειες, η εικόνα αυτή προκύπτει αναπόφευκτα από τον τρόπο με τον οποίο το λογισμικό σχηματίζει την τελική εικόνα. Πάντως αυτό δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα, αφού μπορούμε με κάποιον άλλο τρόπο να καταλάβουμε ποιο ακριβώς είναι το δευτερεύον μέλος (π.χ. lucky imaging, παλιότερες μετρήσεις, ή μια παραλλαγή της συμβολομετρίας κηλίδων που διαθέτει το παραπάνω λογισμικό). Αντίθετα, το συμμετρικό είδωλο μας εξυπηρετεί για ακριβέστερες μετρήσεις: διαιρούμε την απόσταση των ακραίων ειδώλων δια δύο.

Βαθμονόμηση (Calibration) του συστήματος απεικόνισης: Όπως αντιλαμβανόμαστε, για να μετρήσουμε την απόσταση των μελών ενός διπλού άστρου πρέπει να γνωρίζουμε την κλίμακα της εικόνας μας, δηλαδή πόσα arcsec αντιστοιχούν σε κάθε pixel. Είναι προφανές ότι αν ενδιαφερόμαστε για την μέγιστη δυνατή ακρίβεια των αποτελεσμάτων μας (π.χ. τρία δεκαδικά ψηφία), θα πρέπει και η βαθμονόμηση να γίνει τουλάχιστον με την αντίστοιχη ακρίβεια.

Α. Ζεύγη Βαθμονόμησης: Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι η φωτογράφιση ζευγών άστρων, για τα οποία γνωρίζουμε την σχετική θέση των μελών με μεγάλη ακρίβεια. Υπάρχουν διάφοροι κατάλογοι γι' αυτό το σκοπό, αλλά ο ακριβέστερος είναι ο 6ος κατάλογος WDS και συγκεκριμένα ένα υποσύνολό του, ο "6th Catalog Calibration Candidates". Ένα τμήμα του φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 1. Όπως βλέπουμε, για κάθε έτος ή τμήμα του έτους αναφέρεται η γωνία θέσης σε μοίρες και η γωνιακή απόσταση σε arcsec του διπλού άστρου. Έτσι, φωτογραφίζοντας κάποιο από αυτά τα διπλά άστρα, εύκολα μπορούμε να προσδιορίσουμε τον προσανατολισμό της εικόνας μας και την αντιστοιχία arcsec με pixel. Εννοείται ότι αυτό δεν γίνεται μόνο μια φορά αλλά όσο το δυνατόν περισσότερες, και υπολογίζουμε τους μέσους όρους. Επίσης για όλη την διάρκεια των παρατηρήσεών μας δεν αλλάζουμε τίποτε από τον εξοπλισμό μας, ούτε τον προσανατολισμό της κάμερας σε σχέση με το τηλεσκόπιο. Γενικά δεν πειράζουμε τίποτε!

Προφανώς, για την βαθμονόμηση επιλέγουμε από τον 6ο κατάλογο άστρα που να είναι ορατά κατά την διάρκεια της παρατήρησης και να βρίσκονται όσο το δυνατόν

				year	θ	ρ
18055+0230	STF2272AB	1	Egn2008	2017.00	124.4	6.434 a
				2017.50	123.9	6.468 a
				2018.00	123.5	6.501 a
				2018.50	123.1	6.531 a
				2019.00	122.6	6.559 a
				2019.50	122.2	6.584 a
				2020.00	121.8	6.607 a
				2020.50	121.3	6.628 a
				2021.00	120.9	6.647 a
				2021.50	120.5	6.663 a
				2022.00	120.1	6.677 a
				2022.50	119.7	6.688 a

Πίνακας 1. Τμήμα από τον "6th Catalog-Calibration Candidates"

ψηλότερα στον ουρανό. Επίσης καλό είναι τα μέλη του ζεύγους να μην έχουν μεγάλη διαφορά στα μεγέθη τους, να είναι επαρκώς λαμπρά και να έχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη γωνιακή απόσταση, ανάλογα με τον εξοπλισμό μας.

Β. Μάσκα Περίθλασης: Μεγαλύτερη ακρίβεια στη βαθμονόμηση θα έχουμε αν χρησιμοποιήσουμε στο τηλεσκόπιό μας μια "μάσκα περίθλασης" (εικ. 6). Θα έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια επειδή με την μάσκα περίθλασης θα έχουμε μια βαθμονόμηση η οποία δεν θα εξαρτάται από τα πιθανά σφάλματα παλιότερων μετρήσεων.

Σύμφωνα με την θεωρία, φωτογραφίζοντας μια μονοχρωματική σημειακή φωτεινή πηγή μέσω της

$$z = \frac{206265 \cdot \lambda}{d} \qquad (5)$$

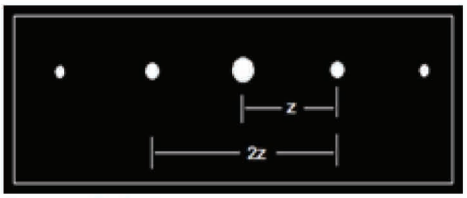


6(α)



6(β)

Εικόνα 6(α,β). Μάσκα περίθλασης



Εικόνα 7. Είδωλα ενός άστρου μέσω της μάσκας περίθλασης

μάσκας, θα πάρουμε μια εικόνα με πολλαπλά είδωλα τα οποία βρίσκονται σε ίσες αποστάσεις, όπως στην εικόνα 7. Τότε, η γωνιακή απόσταση δύο διαδοχικών ειδώλων θα δίδεται από την σχέση (5):

Σ' αυτή την σχέση, λ είναι το μήκος κύματος την μονοχρωματικής φωτεινής πηγής, d το "βήμα" της μάσκας περίθλασης και z η γωνιακή απόσταση σε arcsec. Τα λ και d πρέπει να είναι στις ίδιες μονάδες (m, cm, nm, κλπ).

Η μάσκα περίθλασης πρέπει να είναι κατασκευασμένη με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια, και αν τα κενά έχουν το ίδιο πλάτος με τα διαχωριστικά, το d θα είναι το διπλάσιο του πλάτους του κενού ή του διαχωριστικού, ή αλλιώς το άθροισμά τους. Το πόσο θα είναι το d, εξαρτάται από τον εξοπλισμό

μας. Συγκεκριμένα, γνωρίζοντας περίπου το οπτικό πεδίο της κάμεράς μας, φροντίζουμε να έχουμε τουλάχιστον τρία είδωλα στην εικόνα μας. Δηλαδή, εκτιμώντας πόσο περίπου θέλουμε να είναι το z, από την σχέση (5) υπολογίζουμε το d.

Υπάρχει όμως ένα πρόβλημα. Όπως είπαμε, για τη βαθμονόμησή μας χρειαζόμαστε μια σημειακή φωτεινή πηγή, αλλά ταυτόχρονα να είναι και μονοχρωματική, να εκπέμπει δηλαδή σε ένα μήκος κύματος. Οποιοδήποτε άστρο αποτελεί σημειακή φωτεινή πηγή, αλλά όχι μονοχρωματική. Έχουμε δύο επιλογές:

α. Χρησιμοποιούμε ένα φίλτρο στενής περιοχής διέλευσης (π.χ. Ha/7nm με λκεντρ.=656,28nm). Η φωτεινή μας πηγή θα είναι ένα απλό άστρο το οποίο θα απεικονίζεται όπως στην εικόνα 7.

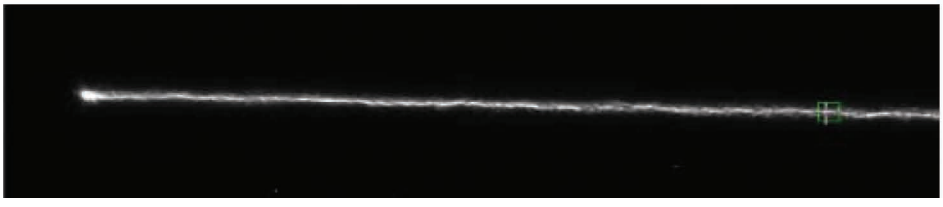
β. Χρησιμοποιούμε μια ακτίνα πράσινου laser και ένα σφαιρικό καθρέπτη σαν αυτούς που χρησιμοποιούνται για την ορατότητα στο οδικό δίκτυο. Η φωτεινή μας πηγή τώρα θα είναι το ίχνος την δέσμης laser πάνω στον σφαιρικό καθρέπτη.

Η διαδικασία με τον καθρέπτη φαίνεται στην εικόνα 8. Στερεώνουμε δηλαδή τον καθρέπτη σε μια επίπεδη επιφάνεια την οποία έχουμε χρωματίσει μαύρη και απομακρυνόμαστε από το τηλεσκόπιο σε απόσταση οπωσδήποτε μεγαλύτερη του ενός χιλιομέτρου. Κάποιος, από απόσταση 3-4 μέτρων, φωτίζει τον καθρέπτη με την ακτίνα laser (προφανώς έχοντας στερεώσει κάπου σταθερά το laser), και εμείς φωτογραφίζουμε το ίχνος της δέσμης πάνω στον καθρέπτη. Το λ που θα χρησιμοποιήσουμε στη σχέση (5), θα είναι το κεντρικό μήκος κύματος της περιοχής που εκπέμπει το laser. Καλό είναι να χρησιμοποιηθεί κάποιο laser αξιόπιστου κατασκευαστή, ώστε οι πληροφορίες που μας δίδει για τα εκπεμπόμενα μήκη κύματος να είναι επίσης αξιόπιστες.



Εικόνα 8. Μέτρηση της κλίμακας της εικόνας μας με χρήση μάσκας, σφαιρικού καθρέπτη και laser

Όσον αφορά τον προσανατολισμό της εικόνας μας, δηλαδή την ακριβή κατεύθυνση του Βορρά και της Ανατολής, ακολουθούμε την γνωστή μέθοδο της "διολίσθησης". Δηλαδή, έχοντας απενεργοποιήσει την οδήγηση του τηλεσκοπίου, απεικονίζουμε την τροχιά ενός άστρου το οποίο προφανώς κατευθύνεται προς την Δύση (εικ.9).



Εικόνα 9. Εύρεση της κατεύθυνσης της Δύσης

Το REDUC, αλλά και άλλα λογισμικά, διαθέτει ρουτίνα για τον υπολογισμό της απόκλισης της κάμερας, την οποία θα χρησιμοποιήσει όταν υπολογίζει την γωνία θέσης σε ένα διπλό άστρο.

Παράδειγμα εξοπλισμού και παραμέτρων: Έστω ότι διαθέτουμε ένα τηλεσκόπιο 10»/f10 και μια κάμερα με διαστάσεις pixel 8,6x8,3μm. Μετράμε το θseeing και το βρίσκουμε 2,2arcsec=1,06659·10-5rad, ενώ πνέει άνεμος $d_{Airy} = \theta_{res} \cdot F = 2,642 \cdot 10^{-6} \cdot 2,54m = 6,41 \cdot 10^{-6} m = 6,41\mu m$

και εστιακό μήκος: $4 \cdot 6,41\mu m = 25,64\mu m > 2 \cdot 8,6\mu m = 17,2\mu m.$

.

Για λ=530nm, το τηλεσκόπιό μας θα έχει διακριτική ικανότητα:

$$r_0 = \frac{0,98 \cdot \lambda}{\theta_{seeing}} = \frac{0,98 \cdot 530 \cdot 10^{-9}}{1,06659 \cdot 10^{-5}} m = 0,0487m \approx 5cm$$

και

$$\tau_0 = \frac{r_0}{\upsilon} = \frac{0,05}{5} \sec = 10^{-5} \sec = 10m \sec .$$

Ο δίσκος του Airy θα έχει διάμετρο:

$$d_{Airy} = \theta_{res} \cdot F = 2,642 \cdot 10^{-6} \cdot 2,54m = 6,41 \cdot 10^{-6} m = 6,41\mu m$$

Παρατηρούμε ότι ο δίσκος του Airy έχει διάμετρο μικρότερη από τις διαστάσεις του pixel της κάμεράς μας, ενώ ξέρουμε ότι αν θέλουμε να πραγματοποιήσουμε αξιόπιστες μετρήσεις θα πρέπει ο δίσκος του Airy να καταλαμβάνει τουλάχιστον 4 pixel (κριτήριο Nyquist), ή αλλιώς η διάμετρός του να είναι τουλάχιστον διπλάσια από τις διαστάσεις των pixel. Η λύση είναι να αυξήσουμε το εστιακό μήκος (F) του τηλεσκοπίου, δηλαδή να χρησιμοποιήσουμε πολλαπλασιαστή Barlow. Στην προκειμένη περίπτωση ένας Barlow 4x είναι κατάλληλος:

$$4 \cdot 6,41\mu m = 25,64\mu m > 2 \cdot 8,6\mu m = 17,2\mu m.$$

Όσον αφορά τις παραμέτρους του seeing, έχουμε:

$$r_0 = \frac{0,98 \cdot \lambda}{\theta_{seeing}} = \frac{0,98 \cdot 530 \cdot 10^{-9}}{1,06659 \cdot 10^{-5}} m = 0,0487m \approx 5cm$$

και

.

$$\tau_0 = \frac{r_0}{\upsilon} = \frac{0,05}{5} \sec = 10^{-5} \sec = 10m \sec .$$

Επομένως, για να πραγματοποιήσουμε συμβολομετρία κηλίδων, ο χρόνος έκθεσης ανά frame θα πρέπει να είναι οπωσδήποτε μικρότερος από 10msec.

Συμπεράσματα: Παρουσιάσαμε μία τεχνική την οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι ερασιτέχνες αστρονόμοι ώστε, σε μεγάλες μεγεθύνσεις, να αντιμετωπίσουν κατά το δυνατόν τις συνέπειες του κακού seeing, χρησιμοποιώντας κάμερες υψηλής ταχύτητας, και να πραγματοποιήσουν μετρήσεις ακριβείας σε κλειστά διπλά άστρα.

Το μειονέκτημα βέβαια αυτής της μεθόδου είναι ότι, εξαιτίας των πολύ μικρών χρόνων έκθεσης, αναγκαστικά περιοριζόμαστε μόνο σε διπλά άστρα τα οποία είναι επαρκώς φωτεινά, ανάλογα με την ευαισθησία του συστήματος απεικόνισης που διαθέτουμε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Double and Multiple Stars, James Mullaney, Springer, 2005.
- Observing and Measuring Visual Double Stars, Bob Argyle, Springer, 2004.
- JDSO, Vol. 11, No 1S, September 15, 2015.
- Διάφορες Δημοσιεύσεις στο JDSO (http://www.jdso.org/archives.xml).
- http://www.astronomia.org.gr/metrisis-se-dipla-astra-me-mia-vinteokamera-manolis-kapetanakis/.
- Μετρήσεις στο Αστρικό Σύστημα σ Ori, Μ. Καπετανάκης, Πρακτικά 6ου ΠΣΕΑ, σελ. 111, Σεπτέμβριος 2009, Αλεξανδρούπολη.

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σχεδιάζοντας ένα εύχρηστο λογισμικό για την αποτελεσματικότερη λειτουργία προγραμμάτων τύπου Citizen Science

Αναστασία Κόκορη[1,2] και Άγγελος Τσιάρας[3]

[1]Faculty of Humanities and Social Sciences, Dublin City University, Glasnevin, Dublin 9, Ireland

[2] Όμιλος Φίλων Αστρονομίας, Αλεξανδρείας 113, 546 46 Θεσσαλονίκη

[3]Department of Physics & Astronomy, University College London, Gower Street, WC1E6BT London, United Kingdom

Περίληψη

Έρευνες σχετικά με προγράμματα Citizen Science όπου συμμετέχουν και μη επαγγελματίες επιστήμονες, έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τέτοια προγράμματα συμβάλλουν στη δημόσια κατανόηση της επιστήμης, αλλά και στην αύξηση της συμμετοχής του ευρύτερου κοινού στην επιστημονική έρευνα. Για παράδειγμα, οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμα «Galaxy Zoo» ανακάλυψαν, σε συνεργασία με επαγγελματίες αστρονόμους, μια ομάδα σπάνιων γαλαξιών. Ακολουθώντας προγράμματα όπως αυτό, η ομάδα μας ξεκίνησε ένα πρότζεκτ με επίκεντρο την μελέτη εξωπλανητών. Στα πλαίσια αυτού, σχεδιάσαμε ένα λογισμικό φωτομετρίας φιλικό προς το χρήστη με σκοπό την ευκολία στη χρήση και την ακρίβεια στα αποτελέσματα. Το λογισμικό ονομάζεται Holomon Photometric Software (HOPS) και έχει προσαρμοστεί έτσι ώστε να αποτελεί εκπαιδευτικό εργαλείο σε επιστημονικά προγράμματα όπου ερασιτέχνες συνεργάζονται με επιστήμονες και εκπαιδευτές στον τομέα της έρευνας εξωπλανητών. Κεντρικό αντικείμενο της έρευνάς μας αποτελεί η παρατήρηση διαβάσεων για τον καλύτερο προσδιορισμό των τροχιακών παραμέτρων πρόσφατα ανακαλυφθέντων εξωπλανητών, στοιχείο απαραίτητο για την επιτυχία μελλοντικών παρατηρήσεων με μεγαλύτερα τηλεσκόπια. Ερευνητικά προγράμματα όπως αυτό της ομάδας μας με τη χρήση ενός εύχρηστου λογισμικού, παρέχουν τη δυνατότητα τόσο σε ερασιτέχνες αστρονόμους όσο και στο ευρύ κοινό να ασχοληθούν με την ανάλυση δεδομένων εξωπλανητών. Στο εγγύς μέλλον, στοχεύουμε στη δημιουργία μιας πλατφόρμας, στην οποία οι ερασιτέχνες αστρονόμοι θα μπορούν να ανεβάζουν και να αναλύουν τα δεδομένα τους αλλά και να ενημερώνονται σχετικά με την έρευνα εξωπλανητών.

1. Εισαγωγή

Η συμμετοχή των ερασιτεχνών αλλά και γενικότερα του ευρέος κοινού στην επιστημονική έρευνα είναι κάτι το οποίο έχει θετικό αντίκτυπο σε διάφορα επίπεδα. Τόσο οι επαγγελματίες επωφελούνται από την συνεργασία, όσο και οι συμμετέχοντες οι οποίοι ταυτόχρονα κερδίζουν γνώση, αναπτύσσουν δεξιότητες και συνεισφέρουν στην έρευνα. Εν τέλει, το ευρύ κοινό στο οποίο ανήκουν και οι ερασιτέχνες, συμμετέχοντας σε ερευνητικά προγράμματα συντελεί σε μία πιο αποτελεσματική σχέση μεταξύ επιστήμης και κοινωνίας. Η σχέση αυτή είναι κρίσιμη ιδιαιτέρως στη σύγχρονη εποχή στην οποία οι επιστημονικές εξελίξεις είναι ραγδαίες στον τομέα της αστρονομίας και της εξερεύνησης του διαστήματος και πολλές φορές ο σύγχρονος πολίτης δυσπιστεί απέναντι σε μεγάλες αποστολές και στα χρήματα που επενδύονται σε αυτές. Επιπλέον όμως, η κάθε συμμετοχή του κοινού σε προ-

σπάθειες ερευνητικές μπορεί να επιφέρει πολύ θετικά αποτελέσματα στην ίδια την έρευνα και την εξέλιξη της επιστήμης.

Ιστορικά, γνωρίζουμε ότι πολλές ανακαλύψεις πραγματοποιήθηκαν από ανθρώπους που η αστρονομία δεν ήταν το βασικό τους επάγγελμα. Για παράδειγμα, ο Tombaugh ανακάλυψε τον πλανήτη Πλούτωνα το 1930. Επιπλέον, στις μέρες μας, ερασιτέχνες αστρονόμοι ανακαλύπτουν σουπερνόβα και άλλα πλανητικά σώματα (Cooper 2016). Ένα άλλο παράδειγμα συνιστά το πρόγραμμα Galaxy Zoo όπου ερασιτέχνες αστρονόμοι σε συνεργασία με επαγγελματίες, ανακάλυψαν μία ομάδα σπάνιων γαλαξιών που ονομάζεται 'Green Peas' (Stodden 2010). Στο πρότζεκτ "planet hunters" απλοί πολίτες καλούνται να χρησιμοποιήσουν δεδομένα μεγάλων τηλεσκοπίων με σκοπό την ανακάλυψη εξωπλανητών σε άλλα ηλιακά συστήματα (Cooper 2016).

Σήμερα, στον κλάδο των εξωπλανητών, σχεδιάζεται πληθώρα αποστολών που στοχεύουν σε μια λεπτομερή και περεταίρω μελέτη άλλων πλανητικών συστημάτων. Παρόλα αυτά, υπάρχουν εκατοντάδες πλανήτες που έχουν ανακαλυφθεί αλλά οι γνώσεις μας είναι πολύ περιορισμένες γι' αυτούς καθώς οι νέες αποστολές επικεντρώνονται στον εντοπισμό νέων πλανητικών συστημάτων. Σε αυτό το σημείο, η συμβολή των ερασιτεχνών αστρονόμων είναι πολύτιμη καθώς έχουν τη δυνατότητα να βοηθήσουν στην περεταίρω μελέτη των γνωστών συστημάτων μέσω της χρήσης μικρών τηλεσκοπίων και του εξοπλισμού που ήδη διαθέτουν.Ένας σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή διεξαγωγή τέτοιων προγραμμάτων είναι η χρήση καινοτόμων εργαλείων που εξασφαλίζουν αξιοπιστία, ευχρηστία και ακρίβεια. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα λογισμικό για να υπηρετήσει προγράμματα citizen science. Παρατίθεται επίσης το παράδειγμα ενός νέου λογισμικού φωτομετρίας και η εφαρμογή του στη μελέτη εξωπλανητών.

Μέσα από τη χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού φωτομετρίας σε ερευνητικά πρότζεκτ στοχεύουμε στην αύξηση συμμετοχής ερασιτεχνών αλλά και την προσέλκυση ανθρώπων που δεν ασχολούνται με την αστρονομία. Έτσι λοιπόν, επιτυγχάνεται και ερευνητική εργασία με επιστημονικά αποτελέσματα, αλλά και μια πιο αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ επαγγελματιών, ερασιτεχνών και ευρέος κοινού, και τελικά μια καλύτερη σχέση μεταξύ επιστήμης και κοινωνίας.

2. Σχεδιάζοντας εργαλεία για ένα πρόγραμμα Citizen Science

Σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα όπου οι συμμετέχοντες είναι μη επαγγελματίες αστρονόμοι, είναι σημαντικό να διασφαλίζεται η ύπαρξη ορισμένων στοιχείων. Σύμφωνα με έρευνες (Bonney et all. 2009) ορισμένα τέτοια χαρακτηριστικά είναι:

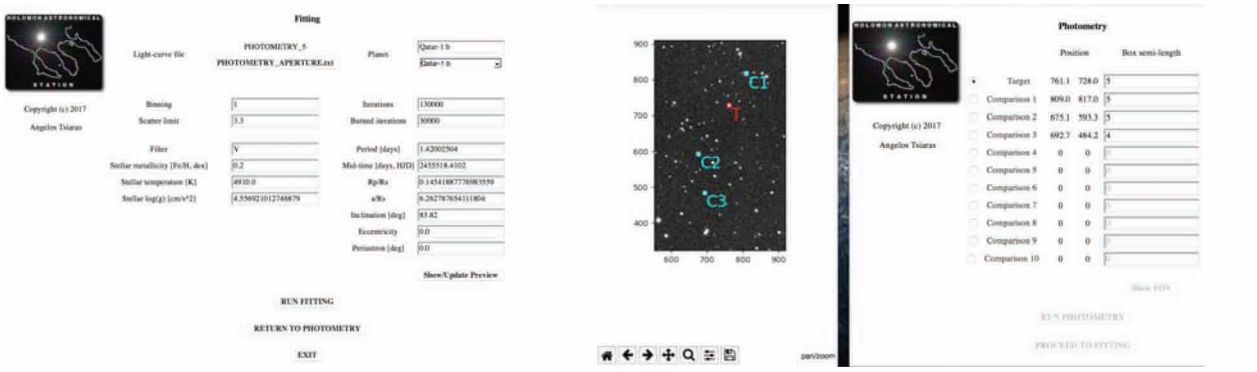
- Ακριβείς μέθοδοι για την ανάλυση των δεδομένων
- Συστήματα για την εξασφάλιση δεδομένων υψηλής ποιότητας
- Διαδραστικές τεχνολογικές και εκπαιδευτικές τεχνικές
- Συνεργασία μεταξύ διάφορων ειδικοτήτων για ένα καλύτερο αποτέλεσμα

Η εξασφάλιση των παραπάνω παραγόντων θα πρέπει να γίνει μέσα από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε ένα τέτοιο πρότζεκτ. Έτσι λοιπόν απαιτείται η συνεργασία μεταξύ επαγγελματιών και ερασιτεχνών για τη σχεδίαση εύχρηστων αλλά και αξιόπιστων μέσων/ εξοπλισμού.

Στην δική μας περίπτωση, η ομάδα μας ακολουθώντας στοιχεία όπως αυτά που τέθηκαν παραπάνω, αποτελείται από επαγγελματίες αστρονόμους, ερασιτέχνες αλλά και εκπαιδευτικούς. Κύριο αντικείμενο ενασχόλησης της ομάδας είναι η μελέτη ήδη επιβεβαιωμένων εξωπλανητών με στόχο τον καλύτερο υπολογισμό των εφημερίδων των εξωπλανητών αλλά και τον πιο ακριβή χαρακτηρισμό των τροχιακών παραμέτρων. Η έρευνα των εξωπλανητών επί του παρόντος εφιστά την προσοχή στο χαρακτηρισμό των ατμοσφαιρών ή ακόμα και στην ανακάλυψη νέων πλανητών.

2α. Τα χαρακτηριστικά του λογισμικού φωτομετρίας

Στο πρότζεκτ μας προκειμένου να εξασφαλίσουμε την αξιοπιστία και ταυτόχρονα να ευκολία για τους συμμετέχοντες, σχεδιάσαμε ένα λογισμικό φωτομετρίας το οποίο ακολουθεί τα θεωρητικά χαρακτηριστικά που περιγράφηκαν πιο πάνω. Πιο συγκεκριμένα το λογισμικό ονομάζεται HOPS και διαθέτει τα εξής στοιχεία: διαδραστικές τεχνικές-παράθυρα, εύκολη προσβασιμότητα από όλους, ακρίβεια στην ανάλυση δεδομένων, χρήση γλώσσας Python που είναι η επικρατέστερη στην αστρονομία και χρήση μέσω όλων των λειτουργικών συστημάτων: windows, linux, mac. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται όχι μόνο η αποτελεσματικότητα σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα, αλλά και η ευχρηστία έτσι ώστε να καθιστά την ανάλυση δεδομένων μια ευχάριστη διαδικασία για το χρήστη.



Εικόνες 1 και 2: στιγμιότυπα από το λογισμικό φωτομετρίας HOPS

3. Καταγραφή και ανάλυση διαβάσεων εξωπλανητών στην πράξη

Στα πλαίσια του προγράμματός μας, κάνοντας χρήση του εξοπλισμού που διαθέτει ο αστρονομικός σταθμός Χολομώντα του ΑΠΘ αλλά και σε συνεργασία με το αστεροσκοπείο Nunki στη Σκιάθο, πραγματοποιήσαμε καταγραφή διαβάσεων διάφορων εξωπλανητών. Η ανάλυση έγινε με το συγκεκριμένο λογισμικό και μέσα από την εφαρμογή, αναβαθμίζαμε διαφορετικά στοιχεία προκειμένου να σχεδιαστεί ένα εύκολο αλλά και αποτελεσματικό σε ακρίβεια λογισμικό φωτομετρίας. Παρακάτω παρατίθενται δύο παραδείγματα καμπυλών όπου η καταγραφή και ανάλυση τους έγινε από ερασιτέχνες. Η ανάλυση έγινε με το ίδιο λογισμικό εξασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο ομοιομορφία στην έρευνα.

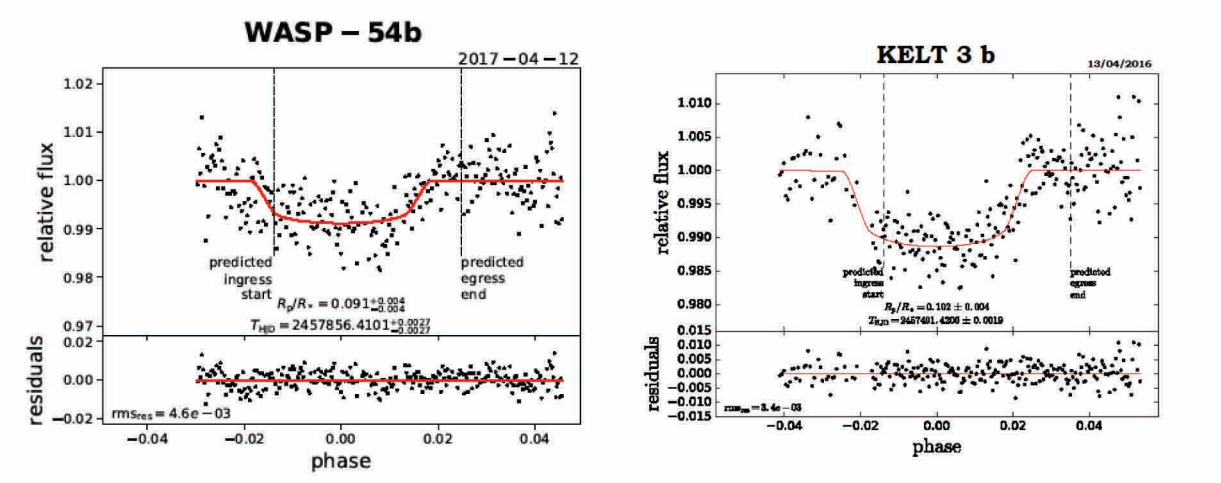
3α. Διάβαση του εξωπλανήτη Wasp-54 b

Ο WASP-54b είναι ένα εξωπλανήτης που ανακαλύφθηκε το 2011. Σχετικά με τον πρώτο επιστημονικό στόχο του πρότζεκτ μας, πρόσφατα καταγράψαμε μία διάβαση του συγκεκριμένου πλανήτη από το Nunki Observatory στη Σκιάθο. Μέχρι σήμερα, δεν έχουν δημοσιευθεί παρατηρήσεις του Wasp 54b από την ανακάλυψή του. Στις διακεκομμένες γραμμές βλέπουμε την αναμενόμενη θέση της διάβασης σε χρόνο και με την κόκκινη γραμμή παρουσιάζεται το μοντέλο της διάβασης έτσι όπως την καταγράψαμε . Παρατηρήσαμε ότι ο πραγματικός χρόνος της διάβασης διαφέρει 20 λεπτά της ώρας σε σχέση με τον προσδοκώμενο χρόνο. Βέβαια, αναγνωρίζουμε ότι χρειάζονται περισσότερες παρατηρήσεις για να μελετήσουμε περαιτέρω το σύστημα αυτό. Πραγματοποιώντας μια σειρά από παρατηρήσεις στις οποίες παρουσιάζεται διαφορά στον χρόνο της διάβασης, μπορούμε να βελτιώσουμε την εφημερίδα του εξωπλανήτη.

3β. Διάβαση του εξωπλανήτη KELT-3b

Ο KELT-3b είναι ένα επιπρόσθετο παράδειγμα εξωπλανήτη που ανακαλύφθηκε σχετικά πρόσφατα,

το 2012. Παρομοίως, παρατηρήσαμε τον Kelt 3b και εντοπίσαμε διαφορά στο χρόνο της διάβασης. Υπάρχουν κι άλλες παρατηρήσεις του ίδιου στόχου που έχουν υποβληθεί στο EDT (Exoplanet Database Transit) και υποδεικνύουν διαφορά στο χρόνο της διάβασης. Στοχεύουμε να συνεχίσουμε να παρακολουθούμε τον πλανήτη έτσι ώστε να μελετήσουμε την συμπεριφορά του.



Εικόνες 3 και 4: Καμπύλες φωτός των εξωπλανητών WASP-54b (αριστερά) και KELT-3b (δεξιά)

4. Μελλοντικά προγράμματα και συνεργασία με ομίλους και σχολεία

Στο εγγύς μέλλον στοχεύουμε στη δημιουργία μιας πλατφόρμας όπου ερασιτέχνες και άτομα που θέλουν να ασχοληθούν με την έρευνα εξωπλανητών, θα έχουν πρόσβαση στις καμπύλες αυτές αλλά και στο λογισμικό με σκοπό να αναλύσουν υπάρχοντα δεδομένα για να εκπαιδευτούν ή και να αναλύσουν δικά τους δεδομένα με σκοπό την ενίσχυση του αρχειακού υλικού και τον καλύτερο υπολογισμό των πλανητικών παραμέτρων.

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορεί να συμμετάσχει οποιοσδήποτε επιθυμεί και θέλει να μάθει περισσότερα σχετικά με την έρευνα εξωπλανητών. Ταυτόχρονα, η παρούσα εργασία αποτελεί έναυσμα για τους ομίλους αστρονομίας οι οποίοι μπορούν αν οργανώσουν παρόμοια πρότζεκτ με θέμα τους εξωπλανήτες αλλά και άλλους κλάδους της αστρονομίας. Ένα τέτοιο πρόγραμμα μπορεί να ξεκινήσει με εκμάθηση της διαδικασίας της ανάλυσης και σταδιακά να εξελιχθεί σε ένα πρότζεκτ με ερευνητικό αποτέλεσμα. Ταυτόχρονα, η ιδέα μπορεί να υλοποιηθεί και σε σχολεία ακόμα και στα πλαίσια ενός πρότζεκτ όπου οι μαθητές / -τριες θα έρχονται σε επαφή με την πραγματική έρευνα. Μια τέτοια προσπάθεια μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό μαθητές/τριες οι οποίες/οιες ίσως θελήσουν να ασχοληθούν και επαγγελματικά στο μέλλον με το αντικείμενο.

Για περισσότερες πληροφορίες οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να επικοινωνήσουν μαζί μας στο παρακάτω μειλ: anastasia.kokori@gmail.com. Τα μέλη της ομάδας μας ασχολούμαστε εθελοντικά με την όλη προσπάθεια και θα χαρούμε να συνεργαστούμε με όσους επιθυμούν να ασχοληθούν με όποιον τρόπο σε παρόμοια πρότζεκτ.

5. Συμπεράσματα

Οι σκοποί ενός ερευνητικού πρότζεκτ όπως το παρόν περιλαμβάνοντας ένα φιλικό προς το χρήστη λογισμικό φωτομετρίας, είναι πολλοί. Αρχικά, η ευκολία στη χρήση ενός τέτοιου λογισμικού μπορεί

να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για την αύξηση συμμετοχής των ερασιτεχνών και γενικά ατόμων από το ευρύ κοινό στην έρευνα. Ταυτόχρονα, επαγγελματίες και ερασιτέχνες έρχονται πιο κοντά επιτυγχάνοντας μια πιο αποτελεσματική σχέση μέσω της συνεργασίας αυτής. Εκτός αυτών όμως, τέτοια πρότζεκτ συνεισφέρουν σε σημαντικό βαθμό στην εξέλιξη της επιστήμης και της έρευνας.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο και συγκεκριμένα το Τμήμα Δασολογίας και το Τμήμα Φυσικής για τη συνεργασία και την παροχή των υποδομών που βρίσκονται στον αστρονομικό σταθμό Χολομώντα. Τέλος, ευχαριστούμε τον Δασάρχη κ. Πανουργιά αλλά και τους καθηγητές κ. Πλειώνη και κ. Σειραδάκη για την αμέριστη εμπιστοσύνη και υποστήριξη στην προσπάθειά μας.

Αναφορές

Bonney, R., Cooper, C.B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K.V. and Shirk, J. 2009. Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. BioScience, 59(11), pp. 977-984.

Cooper, C.B. 2016. Citizen Science: How Ordinary People Are Changing the Face of Discovery, New York: Overlook Press

Stodden, V. 2010. Open science: policy implications for the evolving phenomenon of user-led scientific innovation. Journal of Science Communication, 9(1), A05.

www.etd.com

Αστρομετρία αντικειμένων του ηλιακού συστήματος και απόκτηση κωδικού παρατηρητηρίου από το MinorPlanetCenter

Ν. Σιούλας

ΑΣΤΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ MinorPlanetCenter

Η Αστρομετρία είναι ο κλάδος εκείνος της Αστρονομίας που ασχολείται με τις θέσεις και τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων. Για να επιτευχθεί αυτό εκτοξεύονται τεχνητοί δορυφόροι, όπως ο HIPPARCOS μέχρι το 1993 και η GAIA μέχρι τις μέρες μας, που πραγματοποιούν αστρομετρικές μετρήσεις οι οποίες ταξινομούνται, συντάσσονται και δημιουργούνται έτσι οι αντίστοιχοι κατάλογοι. Επίσης και τα επίγεια τηλεσκόπια κάνουν τέτοιου είδους καταγραφές.Αυτές οι μετρήσεις περιλαμβάνουν όχι μόνο των σωμάτων των οποίων οι τροχιές τους έχουν καθοριστεί επαρκώς (αν και αυτό πότε δεν είναι δεδομένο), αλλά και αντικειμένων, τα οποία πλησιάζουν πολύ κοντά στην γη και ονομάζονται NEO (NearEarthObjects) ή NEA (NearEarthAsteroids) που χαρακτηρίζονται και σαν (potentially hazardous) δυνητικά επικίνδυνοι για τη Γη.

Όλες οι μετρήσεις (ακόμα και των τεχνητών δορυφόρων) κατατίθενται στο MinorPlanetCenter που όπως αναφέρει στη ιστοσελίδα του(http://www.minorplanetcenter.net/about) είναι η μοναδική υπηρεσία, παγκοσμίως, που είναι υπεύθυνη για την μελέτη των μετρήσεων της θέσης αστεροειδών, κομητών και εξωτερικών φυσικών δορυφόρων των μεγάλων πλανητών. Το MPC είναι υπεύθυνο επίσης για τον προσδιορισμό, τον χαρακτηρισμό και τον υπολογισμό της τροχιάς για όλα αυτά τα αντικείμενα. Το MPC λειτουργεί στο Smithsonian Astrophysical Observatory, υπό την αιγίδα της Διεύθυνσης F της Διεθνούς Αστρονομικής Ένωσης (IAU).

Όλα τα κεφάλαια λειτουργίας της MPC προέρχονται από την επιχορήγηση τουNear-Earth Object Observations Program της NASA. Μεγάλο μέρος του εξοπλισμού πληροφορικής που χρησιμοποιεί το MPC παρέχεται από το Ίδρυμα Tamkin.

Για την υποβολή οποιασδήποτε αστρομετρικής ή φωτομετρικής καταγραφής απαιτείται ένας κωδικός που σου παρέχεται από το MPC, έπειτα από αξιολόγηση και είναι μοναδικός, αλλιώς αν κάποιος θέλει οπωσδήποτε να υποβάλλει τις μετρήσεις του, μπορεί να χρησιμοποιήσει το γενικό κωδικό CODEXXX. Στην Ελλάδα μόνο το Πανεπιστήμιο Αθηνών και η ΕλληνοΓερμανική Αγωγή έχουν τέτοιο κωδικό και



γενικότερα στην ευρύτερη γεωγραφική περιοχή μας, μόνο 2 στην Τουρκία και 2 στην Κροατία!

Το εγχείρημα αυτό, η απόκτηση δηλαδή Observatory Code, χρειάστηκε προετοιμασία 3 μηνών και αναμονή 2 ½ βδομάδων για τα αποτελέσματα, μέχρι να εγκριθείδηλαδή τελικά το αίτημά μου από το MinorPlanetCenter, για την παραχώρηση κωδικού παρατηρητηρίου, για την τοποθεσία απ' όπου κάνω τις μετρήσεις μου. (http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/ObsCodesF.html)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

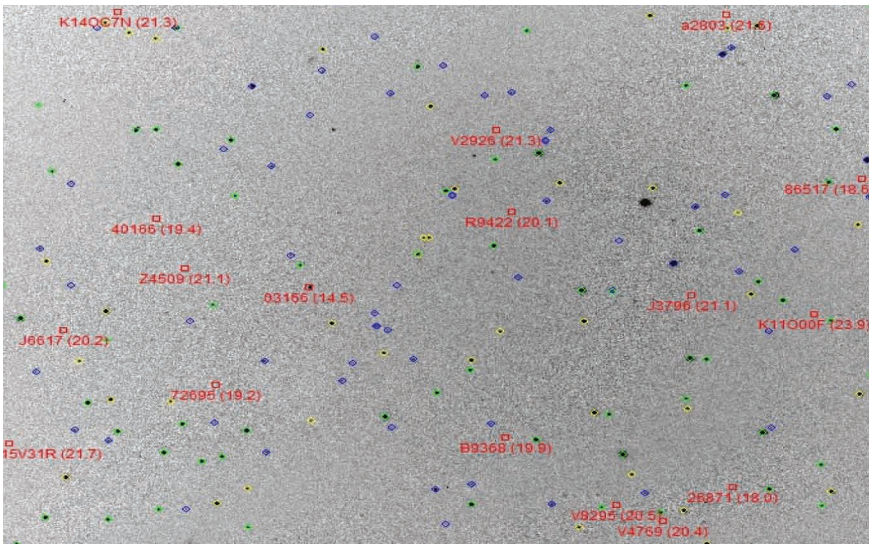
Επέλεξα 4 lownumberedαστεροειδείς οι οποίοι να βρίσκονται στην κύρια ζώνη δηλαδή (από 400 εώς 40000).Tomagnitude των αντικειμένων κυμάνθηκε από 12.5-16.5 πράγμα που ζητά το MPC δηλαδή να καλύπτεται ένα ευρύ φάσμα φωτεινότητας.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποίησα είναι ένα Skywatcher 8" πάνω σε μια NEQ6 και μια ATIK460exm χωρίς φίλτρα.Αυτός ο συνδιασμός μου δίνει ένα Field Of View: 35.77' x 28.61' και Resolutionτης τάξης του 0.78»/pixel. Με βάση αυτά τα δεδομένα γνώριζα τι έπρεπε να δω στο πλανητάριό μου στη συγκεκριμένη περιοχή.

Οι μετρήσεις πρέπει να γίνονται σε UTCκαι το πρόγραμμα λήψης να σώζει την φωτογραφία σε mid-exposuretime. Πρέπει τέλος να ληφθούν όλα τα απαραίτητα darks, flats, biasγια το που θα calibrationτων λήψεων θα επακολουθήσει, είτε με το DeepSkyStalkereίτε με οποιοδήποτε άλλο πρόγραμμα.

Ένα βασικό σημείο στις λήψεις πρέπει να είναι ότι δεν πρέπει να έχουμε trailτου στόχου μας όπως επίσης και η αναλογία σήματος προς θόρυβο να είναι της τάξης του 100.

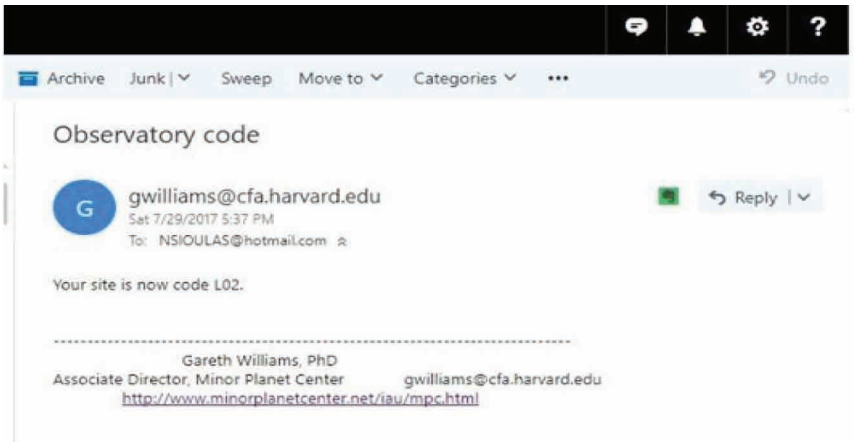
Η αστρομετρία μπορεί να γίνει με τη χρήση προγραμμάτων που κυκλοφορούν στο εμπόριο όπως το AIP4Windowsκαι το Astrometrica.



Το παραπάνω gifμας δείχνει την κίνηση του αστεροειδούς 3166 Klondike.Ένας αστεροειδής με μήκος 7,8 km που κινείται με ταχύτητα 21,5Km/s. Η περίοδος περιστροφής του είναι 20h και βρίσκεται σε απόσταση 300.000.000 Km περίπου από τη Γη. Με τον τρόπο αυτό αντιλαμβανόμαστε και τη διακριτική ικανότητα των τηλεσκοπίων μας.

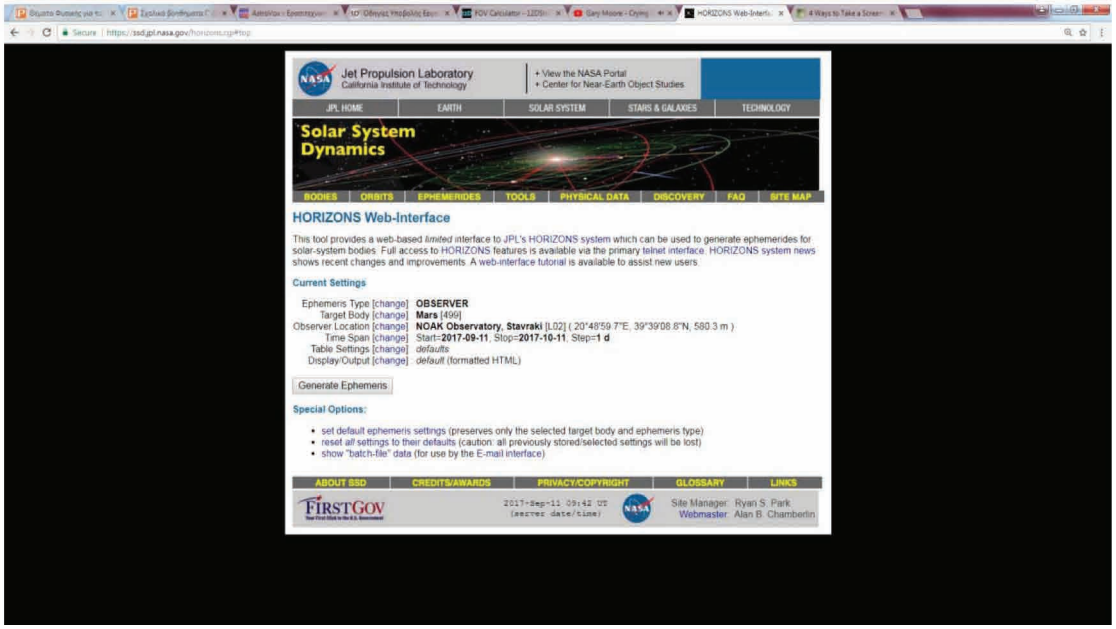
Το εγχείρημα ήταν αρκετά δύσκολο, καθώς απαιτούνταν μετρήσεις που θα έπρεπε να γίνουν με ακρίβεια μικρότερης του 1arcsec, όπως επίσης και το γεγονός ότι οι μετρήσεις αυτές θα πρέπει να υποβληθούν με συγκεκριμένη φόρμα, αλλιώς δεν γίνονται αποδεκτές!

Την πρώτη μάλιστα φορά που παρέδωσα τις μετρήσεις μου απορρίφθηκαν αμέσως με mailμέσω του αυτόματου συστήματος ελέγχου των μετρήσεων που έχουν. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την επικοινωνία μου με τον AssociateDirectortου MPCπου με παραίνεσε απλά να ξαναστείλω με σωστό τρόπο τις μετρήσεις μου. Διόρθωσα τη δομή τους και τις παρέδωσα. Οι δικές μου μετρήσεις έπειτα από τον απαραίτητο έλεγχο που έκανα, είχαν απόκλιση της τάξης του ± 0.2 του arcsec. Η υποβολή έγινε με το σωστό τρόπο και μια αυτόματη επιβεβαίωση μου στάλθηκε, ότι όλα είναι σωστά και ότι θα πρέπει να συμπληρώσω επιπλέον μια φόρμα με όλα μου τα προσωπικά στοιχεία. Έπειτα από αναμονή 2 ½ βδομάδων με ένα πολύ λιτό e-mailμου έγινε γνωστό ότι η τοποθεσία μου έχει πλέον τον κωδικό L02.

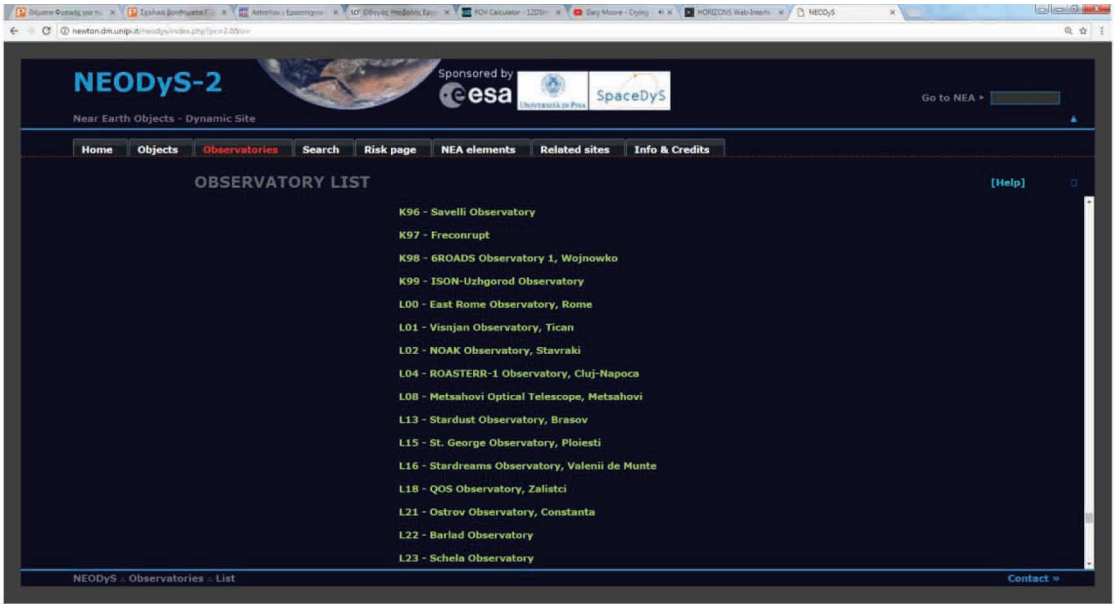


ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι μαζί με τα υπόλοιπα αστεροσκοπεία του κόσμου που ασχολούνται με αυτού του είδους τις μετρήσεις, ερευνητικά κέντρα, διάφορους φορείς και εργαστήρια, το σπίτι μου θα βρίσκεται στις βάσεις δεδομένων τους και ότι στοιχεία ανακοινώνονται, για οποιοδήποτε αντικείμενο, θα ενσωματώνονται αυτόματα για τις γεωγραφικές συντεταγμένες της τοποθεσίας μου. Επίσης τα διάφορα αστρονομικά κέντρα σε όλο τον κόσμο, θα γνωρίζουν ότι υπάρχει ένα «ενεργό» παρατηρητήριο στη συγκεκριμένη περιοχή, το οποίο αν χρειαστεί, μπορεί να συμμετάσχει σε κάποιο διεθνή project. Τέλος όποια μέτρηση υποβάλλω στο MPC, είτε αστρομετρική είτε φωτομετρική, θα καταχωρείται αυτόματα στο σύστημά τους, όπως επίσης και στοHorizonstou JetPropulsion της NASA. (https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi)



Αυτό ισχύει και για οποιοδήποτε άλλο οργανισμό χρησιμοποιεί αυτούς τους κωδικούς όπως το σύστημα NEODYS-2 που χρηματοδοτείται από την ευρωπαϊκή διαστημική υπηρεσία ESA και είναι το αντίστοιχο με αυτό της NASA.http://newton.dm.unipi.it/neodys/.



Επίσης, παρόλο τα υπερσύγχρονα τηλεσκόπια που σκανάρουν κυριολεκτικά τον ουρανό, δεν επαρκούν ακόμα και αυτά να καλύψουν πλήρως όλες τις περιοχές, με αποτέλεσμα να αφήνονται πολλά περιθώρια σε ερασιτέχνες αστρονόμους να ανακαλύψουν και αυτοί ένα αστεροειδή ή ένα κομήτη και να τον ονομάσουν όπως αυτοί επιθυμούν..Ένα παράδειγμα αποτελεί και ο κομήτης C/2017 O1 που ανακαλύφθηκε τον περασμένο Ιούνιο (όχι δυστυχώς από ερασιτέχνη...) αλλά με μόλις 15.3mag δηλαδή με τιμή που είναι απόλυτα προσιτή στα δικά μας setup!

Και η Wikipediaέχει την πλήρη λίστα όλων (σχεδόν μέχρι να ενημερωθεί) των παρατηρητηρίων του MPCστη σελίδα:

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_observatory_codes.

Τέλος από αυτό μπορούμε να καταλάβουμε οτι και η ερασιτεχνική κοινότητα έχει τη δυνατότητα να συνεισφέρει στην έρευνα και την επιστήμη, αφού έτσι κι αλλιώς το εύρος με το οποίο ασχολείται η Αστρονομία είναι κυριολεκτικά άπειρο!

Η τοποθεσία μου αποθηκεύτηκε με τον κωδικό **Observatory NOAK, Stavraki Ioannina Greece, με τον κωδικό L02.**

Σύνθεση ήχου σε πραγματικό χρόνο από δεδομένα περιγραφής μαγνητικών καταιγίδων.

Β. Αγιομυργιαννάκης [1], Φ.-Α. Μεταλληνού [2] , Γ. Ζάννος [1]

[1.] Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

[2.] Ινστιτούτο Αστρονομίας, Αστροφυσικής, Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπισκόπισης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

Περίληψη

Η μετατροπή επιστημονικών δεδομένων σε ήχο και η χρήση του ήχου ως μεθόδου κατανόησης των φυσικών φαινομένων, αλλά και διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, αποτελεί μια μέθοδο, διαθεματική και σύγχρονη. Αποτελεί δε ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την εξαγωγή και δημοσίευση πρωτότυπων αποτελεσμάτων.

Στην παρούσα εργασία μετατρέπουμε σε ήχο, δεδομένα που περιγράφουν μεταβολές του γεωμαγνητικού πεδίου και ειδικότερα δεδομένα που περιγράφουν την ανάπτυξη και εξέλιξη των μαγνητικών καταιγίδων στο κοντινό μας διάστημα. Στην διαστημική φυσική, οι μαγνητικές καταιγίδες καταγράφονται από επίγεια όργανα, τα μαγνητόμετρα, τα οποία μετρούν μεταβολές του γεωμαγνητικού πεδίου. Χρησιμοποιούμε δεδομένα από τα μαγνητόμετρα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών τα οποία συλλέγει, διαχειρίζεται και επεξεργάζεται το ερευνητικό πρόγραμμα ENIGMA (Hellenic Geomagnetic Array). Οι μαγνητικές καταιγίδες αποτελούν φαινόμενα που σχετίζονται άμεσα με την ηλιακή δραστηριότητα. Κατά την διάρκεια μιας μαγνητικής καταιγίδας, ενέργεια που φέρεται από τον ηλιακό άνεμο εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο της γης προκαλώντας πλήθος φαινομένων, τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στην λειτουργία των δορυφόρων, στις εργασίες των αστροναυτών στο διάστημα και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες στο έδαφος. Έκφανση των μαγνητικών καταιγίδων στο οπτικό παράθυρο του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος αποτελεί το σέλας.

Η ιδέα της ηχοποίησης επιστημονικών δεδομένων, μοιραία συνδέεται με την ελληνική σκέψη του 6ου αι. π.Χ. όπου οι πυθαγόρειοι, φιλόσοφοι, μαθηματικοί και θεωρητικοί της μουσικής θέλησαν να συνδυάσουν την Αστρονομία με τη Μουσική αναφερόμενοι στη «αρμονία των σφαιρών». Χρησιμοποίησαν τον ήχο ως μέσο για την κατανόηση και την μελέτη φυσικών φαινομένων, με χαρακτηριστικό το παράδειγμα του Αρχύτα ο οποίος συνδύασε την περιστροφή των ουρανίων σωμάτων με συχνότητες, αντιμετωπίζοντας την «αρμονία των σφαιρών» ως ένα φυσικό πρόβλημα. Ο δε Πλάτωνας χαρακτηρίζει τις μουσική και αστρονομία ως αδελφές επιστήμες (Πολιτεία, VII, 530d).

Μέθοδος Επεξεργασίας των Δεδομένων

Τα δεδομένα που επεξεργαζόμαστε στην παρούσα εργασία, αφορούν τις μεταβολές της έντασης του γεωμαγνητικού πεδίου, όπως αυτές καταγράφονται από επίγεια όργανα, τα μαγνητόμετρα.

Χρησιμοποιούμε δεδομένα από δύο αρχεία με συνολικά 80.000 μετρήσεις ανά αρχείο. Οι μετρήσεις περιγράφουν την ένταση του μαγνητικού πεδίου στις τρείς διαστάσεις (x, y, z). Τα αριθμητικά μεγέθη των διαδοχικών μετρήσεων έντασης του μαγνητικού πεδίου στις τρεις διαστάσεις του χώρου (x-y-z) προβάλλονται διαδοχικά σαν σημεία σε έναν δυνητικό τρισδιάστατο χώρο, και συνδέονται μεταξύ τους για να δημιουργήσουν ένα σχήμα που αντιπροσωπεύει την εξέλιξη του μαγνητικού φαινομένου στον χρόνο. Συγχρόνως, τα ίδια σημεία χρησιμοποιούνται σαν είσοδος σε ένα μοντέλο υδροδυναμικής ροής που προβάλλεται σαν φόντο στην εικόνα δίνοντας μιαν εντύπωση της ροής της καται-

γίδας. Για την ηχοποίηση, τα δεδομένα αποτελούν παραμέτρους εισόδου σε διαδικασίες ψηφιακής σύνθεσης ήχου, σχεδιασμένες σε σειρά πειραμάτων ώστε να ανταποδίδουν την εντύπωση της αυξομείωσης της έντασης και κατεύθυνσης του μαγνητικού πεδίου. Η έρευνα σκοπεύει στην ανάπτυξη εργαλείων για την προβολή αστροφυσικών δεδομένων σε περιβάλλον εμβύθισης τύπου δυνητικής πραγματικότητας. Η διαδικασία παραγωγής ήχου σε πραγματικό χρόνο, επιδεικνύεται ζωντανά, με κώδικα που γράφεται επί τόπου για την εξερεύνηση δυνατοτήτων του συστήματος.

Για να ηχοποιήσουμε τα δεδομένα, χρησιμοποιήσαμε το SuperCollider ένα εργαλείο προγραμματισμού για τη σύνθεση ήχου. Στο SuperCollider κατασκευάσαμε έναν αλγόριθμο για να συλλέξουμε τα δεδομένα και στην συνέχεια να τα μεταφράσουμε έτσι ώστε να ελέγξουμε τις παραμέτρους του συνθετητή μας. Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζεται η μέθοδος της χαρτογράφησης παραμέτρων (Parameter Mapping) (Kramer, Gregory 1994).

Το πλαίσιο για τη χαρτογράφηση παραμέτρων μαγνητικής καταιγίδας σε ήχο περιγράφεται από την ακόλουθη διαδικασία πέντε λειτουργιών: (1) τη εισαγωγή δεδομένων απο τα αρχεία, (2) την επιλογή των στηλών προς χρήση, (3) την κατασκευή του συνθετητή, (4) την παραμετροποίηση και αποστολή των ροών στις παραμέτρους του συνθετητή, (5) απλοποίηση της διαδικασίας ηχοποίησης με τη χρήση γραφιστικών διεπαφής χρήστη-υπολογιστή απο έξυπνες συσκευές.

Επιπλέον, παρουσιάζουμε τα εργαλεία μας για ηχοποίηση και καλλιτεχνική παρέμβαση για παρουσιάσεις σε πραγματικό χρόνο κάνοντας χρήση γραφιστικών διεπαφών χρήστη-υπολογιστή (GUIs). Για παράδειγμα, δημιουργήσαμε λειτουργίες και κλάσεις που (encapsulate) ενσωματώνουν τον κώδικα και με το πρωτόκολλο επικοινωνίας Open Sound Control (OSC) καταφέραμε να ελέγχουμε τη διαδικασία ηχοποίησης μέσω έξυπνων συσκευών. Η εφαρμογή που χρησιμοποιήσαμε για έξυπνες συσκευές είναι το ToutchOSC.

Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή αναδεικνύει την ηχοποίηση ως μεθόδο ανάλυσης επιστημονικών δεδομένων και ειδικότερα δεδομένων που περιγράφουν την ανάπτυξη και εξασθένιση μαγνητικών καταιγίδων στο γεωδιάστημα. Με την κατασκευή αλγορίθμου στο SuperCollider καταφέραμε να ηχοποιήσουμε τα δεδομένα και παράλληλα να εξερευνήσουμε την αισθητική δυνατότητα της ηχοποίησης δεδομένων για παραστάσεις σε πραγματικό χρόνο. Μέσω της χρήσης γραφιστικών διεπαφών χρήστη-υπολογιστή (GUIs) διανθήσαμε την ηχοποίηση σε πραγματικό χρόνο φτιάχνοντας με την δική μας ερμηνεία, μία αφήγηση.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας στοχεύουν στη βελτίωση των παρόντων, αλλά και η ανάπτυξη νέων, τεχνικών ηχοποίησης, ενισχύοντας έτσι την διεπιστημονική συνεργασία. Επιπλέον, τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην δημόσια κατανόηση της διαστημικής φυσικής προς τους μαθητές και το ευρύ κοινό, αλλά και στην διδασκαλία της σε ειδικές ομάδες, όπως σε άτομα με προβλήματα όρασης. Αρχικά αποτελέσματα, έχουν παρουσιαστεί στο ευρύ κοινό στην «Βραδιά του Ερευνητή» (Ελληνικός Κόσμος, Αθήνα 29 Σεπτέμβρη 2017).

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τον Δρ. Γιώργο Μπαλάση, ερευνητή του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για την παροχή δεδομένων από τα μαγνητόμετρα του ΕΑΑ, ώστε να ηχοποιήσουμε περιόδους έντονης γεωμαγνητικής δραστηριότητας, που αντιστοιχούν σε φαινόμενα μαγνητικών καταιγίδων.

Αναφορές

Hermann, Thomas, and Helge Ritter. 1999. "Listen to Your Data: Model-Based Sonification for Data Analysis." In Advances in Intelligent Computing and Multimedia Systems. https://pub.uni-bielefeld.de/publication/2017409.

Kivelson G. K. and Russell C. T., Introduction to Space Physics, Cambridge University Press, 1997.

Kramer, Gregory. 1994. Auditory Display: Sonification, Audification, And Auditory Interfaces. Edited by * EDITOR. Reading, Mass: Westview Press.

Madhyastha, Tara. and Reed, Daniel. 1994. A frame-work for sonification design. In Auditory Display, G. Kramer (ed.), Addison-Wesley.

F.-A Metallinou, "Pythagoras Redivivus: The Music of the Spheres and it' s Reification in Modern Astronomy" 10th Congress of the International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry, Adelaide, Australia, 1-6 December 2016.

Roads, Curtis. 2001. Microsound. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Scaletti, Carla. 1994. Sound synthesis algorithms for auditory data representations. In Auditory Display. G. Kramer (ed.), Addison-Wesley.

Wanda L. Diaz-Merced, Robert M. Candey, NanStephen Brewster et al. 2011. Sonification of Astronomical Data. New Horizons in Time-Domain Astronomy, Proceedings IAU Symposium.

ΑΡΧΑΙΟΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

Κατασκευάζοντας το μηχανισμό των Αντικύθηρων με αρχαία ελληνικά εργαλεία

Αριστείδης Βούλγαρης[1], Χριστόφορος Μουρατίδης[1], Αντρέας Βοσινάκης[1]
[1]The FRAMe Project, frameproject2016@gmail.com, arisvoulgaris@gmail.com

Περίληψη:
Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ήταν ένας αρχαίος ελληνικός γραναζωτός μηχανικός υπολογιστής που κατασκευάστηκε για να προλέγει το Μέλλον κατά την ελληνιστική περίοδο του 130 π.Χ. Με την εμπλοκή τουλάχιστον 35 γραναζιών, πραγματοποιούσε υπολογισμούς προβλέποντας τις φάσεις της Σελήνης, τη θέση του Ήλιου στον ουρανό, τις ημερομηνίες των εκλείψεων του Ηλίου και της Σελήνης, καθώς και τις ημερομηνίες τέλεσης των αθλητικών αγώνων.

Η ομάδα του ''The Functional Reconstruction of Antikythera Mechanism Project'' (The FRAMe Project) κατασκεύασε δύο λειτουργικά πιστά αντίγραφα του Μηχανισμού αφού μελέτησε και επεξεργάστηκε ένα μεγάλο αριθμό τομογραφιών ακτίνων-Χ του αρχαίου πρωτοτύπου, οι οποίες ελήφθησαν το 2005 κατά το πρόγραμμα AMRP. Κατά την εκτενή μελέτη των τομογραφιών προέκυψαν νέα σημαντικά στοιχεία για τον τρόπο κατασκευής των εξαρτημάτων, όπως σημάδια χρήσης αρχαίου τόρνου και αρχαίου δραπάνου που χρησιμοποίησε ο αρχαίος κατασκευαστής. Η ομάδα The FRAMe Project εντόπισε σε αρχαία κεραμικά και τοιχογραφίες αναπαραστάσεις των αρχαίων εργαλείων, από τις οποίες σχεδίασε και ανακατασκεύασε πιστά λειτουργικά αντίγραφα αυτών των εργαλείων. Κατά τη διάρκεια της εισήγησης θα γίνει παρουσίαση και χρήση του αντιγράφου του Μηχανισμού της ομάδας The FRAMe Project, καθώς και των αρχαίων ελληνικών μηχανουργικών εργαλείων.

1. Εισαγωγή:

Κατόπιν μελέτης των τομογραφιών ακτίνων Χ, του αρχαίου πρωτοτύπου του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, ανακαλύφθηκαν νέα δεδομένα από την ομάδα ''The Functional Reconstruction of Antikythera Mechanism (The FRAMe) project'', τα οποία οδήγησαν στην ανακατασκευή λειτουργικού αντιγράφου του Μηχανισμού των Αντικυθήρων.

Κυρίως κείμενο

Η ομάδα του ''Functional Reconstruction of Antikythera Mechanism'' project, (FRAMe) μελέτησε, επεξεργάστηκε και ανέλυσε ένα μεγάλο αριθμό τομογραφιών ακτίνων-Χ του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, οι οποίες ελήφθησαν το 2005 κατά το πρόγραμμα Antikythera Mechanism Research Project. Το αποτέλεσμα αυτής της μαθηματικής επεξεργασίας έδωσε εικόνες εξαιρετικής ευκρίνειας, εμφανίζοντας κρυμμένες λεπτομέρειες οι οποίες δεν ήταν αντιληπτές έως σήμερα. Αυτές οι λεπτομέρειες απεδείχθησαν εξαιρετικά κρίσιμες για την κατασκευή λειτουργικής ανακατασκευής του Μηχανισμού των Αντικυθήρων από την ομάδα του FRAMe project. Με βάση τις επεξεργασμένες εικόνες, τα μέλη της ομάδας, σχεδίασαν, κατασκεύασαν όλα τα εξαρτήματα που απαρτίζουν τον Μηχανισμό και κατόπιν συναρμολόγησαν δύο αντίγραφα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, τα οποία είναι σε πλήρη

λειτουργία, χωρίς σχεδιαστική ή μηχανολογική απόκλιση από το υπάρχον σωζόμενο σχέδιο του αρχαίου πρωτοτύπου. Κατά τη διαδικασία της κατασκευής και της συναρμολόγησης των εξαρτημάτων, δόθηκαν απαντήσεις σε ερωτήματα της ύπαρξης πολλών, αγνώστων μέχρι σήμερα, μηχανολογικών εξαρτημάτων του πρωτοτύπου, του λόγου τοποθέτησής τους από τον αρχαίο κατασκευαστή και του τρόπου κατασκευής τους. Επιπλέον, λόγω του εντοπισμού κάποιων, καθοριστικής σημασίας, λεπτομερειών στο θραύσμα C του αρχαίου Μηχανισμού, η πρόσθια πλευρά του λειτουργικού μοντέλου, διαφέρει από την αποδεκτή έως σήμερα εκδοχή. Κατόπιν η ομάδα του ''The FRAMe project'' προχώρησε επιτυχώς και στην πολύπλοκη διαδικασία βαθμονόμησης των 8 δεικτών και ενδείξεων των δύο αντιγράφων του Μηχανισμού. Όπως προέκυψε, αφενώς από τη μελέτη των τομογραφιών και αφετέρου από τη διαδικασία της βαθμονόμησης, ο αρχαίος κατασκευαστής γνώριζε πριν κατασκευάσει το δημιούργημά του τα προβλήματα που θα συναντούσε κατά τη διαδικασία βαθμονόμησης και γι' αυτό προχώρησε σε τοποθέτηση ιδιαίτερων μηχανολογικών εξαρτημάτων έχοντας στόχο τη διευκόλυνση της διαδικασίας της βαθμονόμησης του οργάνου.

Κατά την εκτενέστερη μελέτη των επεξεργασμένων τομογραφιών, εντοπίστηκαν για πρώτη φορά, στοιχεία που οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο αρχαίος κατασκευαστής χρησιμοποίησε μηχανουργικό τόρνο για την κατασκευή των εξαρτημάτων. Μηχανήματα επεξεργασίας ξύλου και μετάλλων είναι γνωστό πως υπήρχαν στην αρχαιότητα και αναπαριστώνται σε κεραμικά αγγεία, ακόμα και σε τοιχογραφίες αιγυπτιακών τάφων του 400 π.Χ. Η ομάδα του FRAMe project, ανακατασκεύασε επίσης και τα συγκεκριμένα εργαλεία (χειροκίνητος τόρνος και χειροκίνητο τρυπάνι) και έγινε πειραματική χρήση τους για να μελετηθεί η αποτελεσματικότητά τους, η οποία απεδείχθη πλήρως επιτυχής.

Για τον σχεδιασμό και την κατασκευή των εξαρτημάτων των λειτουργικών αντιγράφων του Μηχανισμού (γραναζιών, ατράκτων και αξόνων), υιοθετήθηκαν τεχνικές, ως επί το πλείστον συζυγείς με τον αρχαίο τρόπο κατασκευής, με χρήση απλών συμβατικών χειροκίνητων ή ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων και δεν χρησιμοποιήθηκε κανενός είδους σύγχρονη τεχνολογία. Οι θέσεις των γραναζιών στις πλάκες του Μηχανισμού υπολογίστηκαν με απλές μαθηματικές εξισώσεις και τη χρήση κανόνα και διαβήτη. Η ομάδα επίσης σχεδίασε και κατασκεύασε και την εργαλειομηχανή για την κατασκευή των δύο ελικών της οπίσθιας πλάκας του Μηχανισμού, του Μέτωνα και του Σάρου.

Κατόπιν η ομάδα του The FRAMe project πραγματοποίησε πειραματικές διαδικασίες για τον εντοπισμό του πιθανότερου σημείου έναρξης της κίνησης του Μηχανισμού (input),το οποίο φαίνεται να είναι ο Δίσκος της Σελήνης και για μηχανολογικούς λόγους, αλλά και για λόγους χρηστικότητας, ο οποίος βρίσκεται στο κέντρο του Μηχανισμού. Η εκδοχή αυτή υποστηρίχθηκε και με τη θεωρητική μελέτη υπολογισμού της κινητικής ενέργειας των γραναζιών κατά την στρέψη, καθώς και των διαφόρων τριβών μεταξύ των κινούμενων και στατικών στοιχείων του Μηχανισμού. Η θεωρητική μελέτη συναινεί στο ότι η έναρξη της κίνησης του Μηχανισμού θα πρέπει γινόταν από τον Δίσκο της Σελήνης και σ' αυτό συναινεί και ο τρόπος χρήσης και λειτουργίας του Μηχανισμού.

Η κατασκευή ενός πιστού και πλήρως λειτουργικού αντιγράφου του Μηχανισμού των Αντικυθήρων θεωρείται εξαιρετικά πάρα πολύ δύσκολο εγχείρημα, εξαιτίας της δυσκολίας στην ερμηνεία των σχηματισμών που εντοπίζονται στις τομογραφίες, του ιδιαίτερου σχεδιασμού του αρχαίου πρωτοτύπου, του τρόπου κατασκευής και λειτουργίας των γραναζιών, της απαιτητικής και λεπτουργικής εφαρμογής των εξαρτημάτων και της μη χρήσης σύγχρονων μηχανολογικών εξαρτημάτων, όπως βίδες, περικόχλια κτλ.

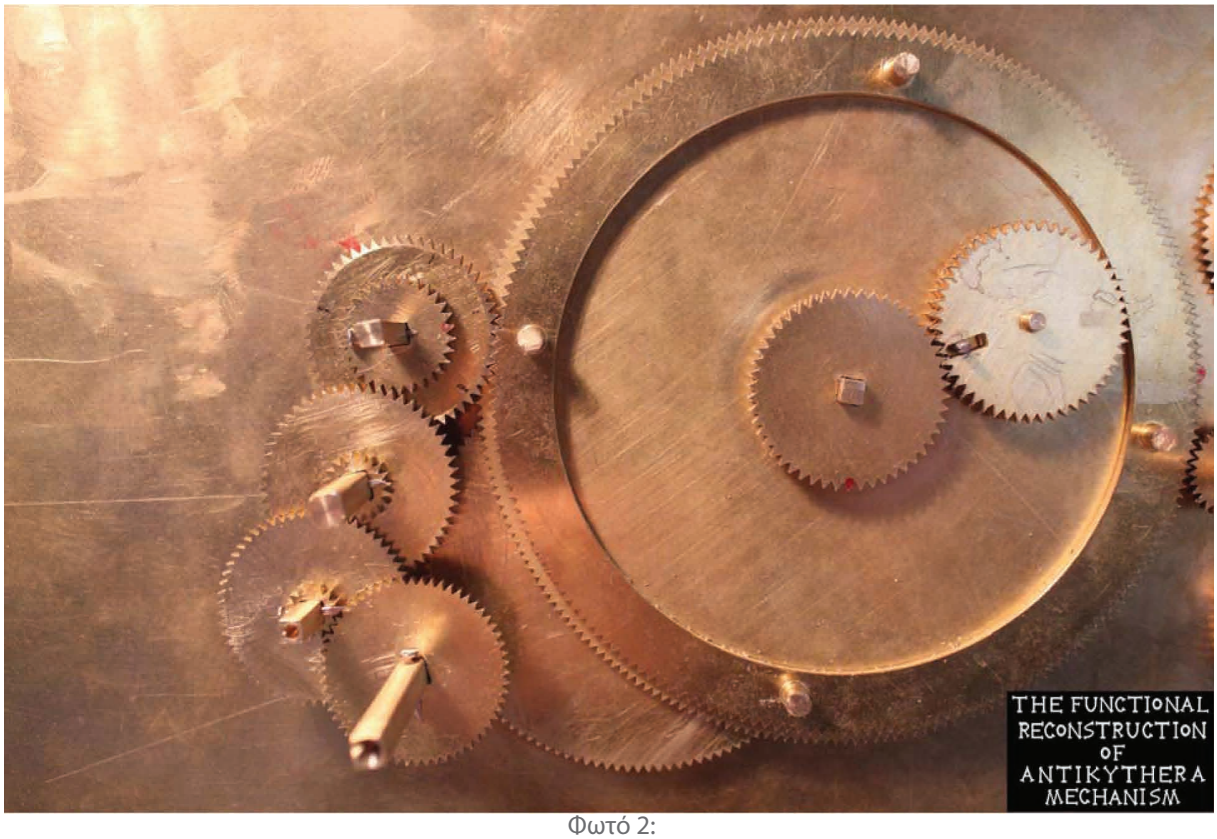
Στο πρόγραμμα FRAMe project, το οποίο συνεχίζει να τελεί υπό εξέλιξη, συνεργάζονται οι Βούλγαρης Αριστείδης (σχεδιασμός, επεξεργασία εικόνας - κατασκευή των εξαρτημάτων-συναρμολόγηση), Μουρατίδης Χριστόφορος (επεξεργασία εικόνας-μαθηματική υποστήριξη) και Βοσινάκης Ανδρέας (βιομηχανικό σχέδιο).

Υποδείγματα Εικόνων και διαγραμμάτων

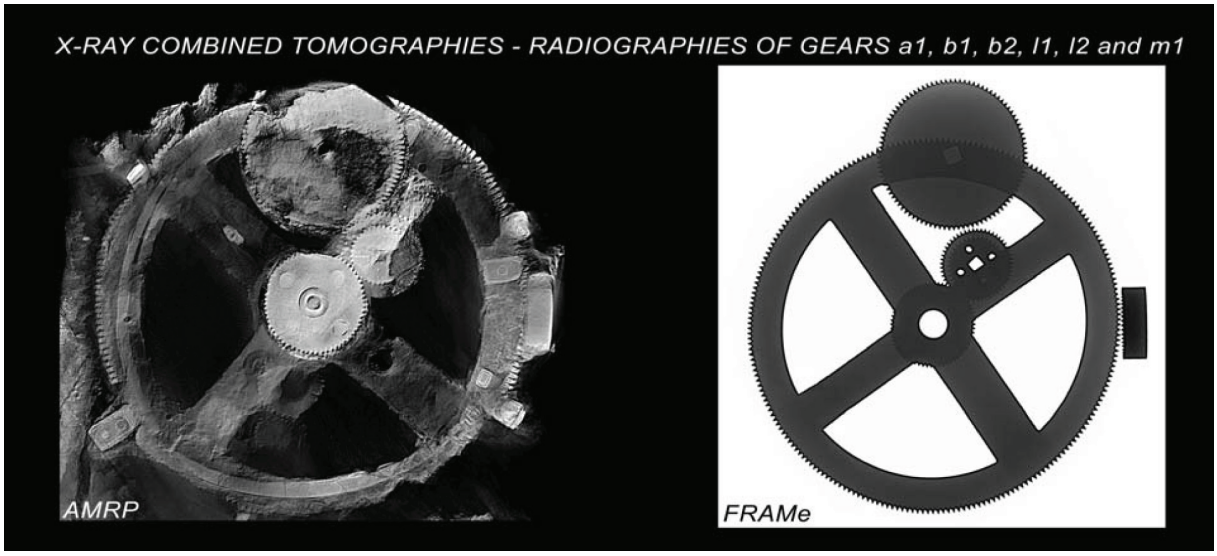
Σε όλες τις εικόνες και τα διαγράμματα θα υπάρχουν λεζάντες, με μια σύντομη και κατατοπιστική επεξήγηση. Αν η εικόνα έχει ληφθεί από κάποιον άλλο, θα αναγράφεται η πηγή. Για παράδειγμα:



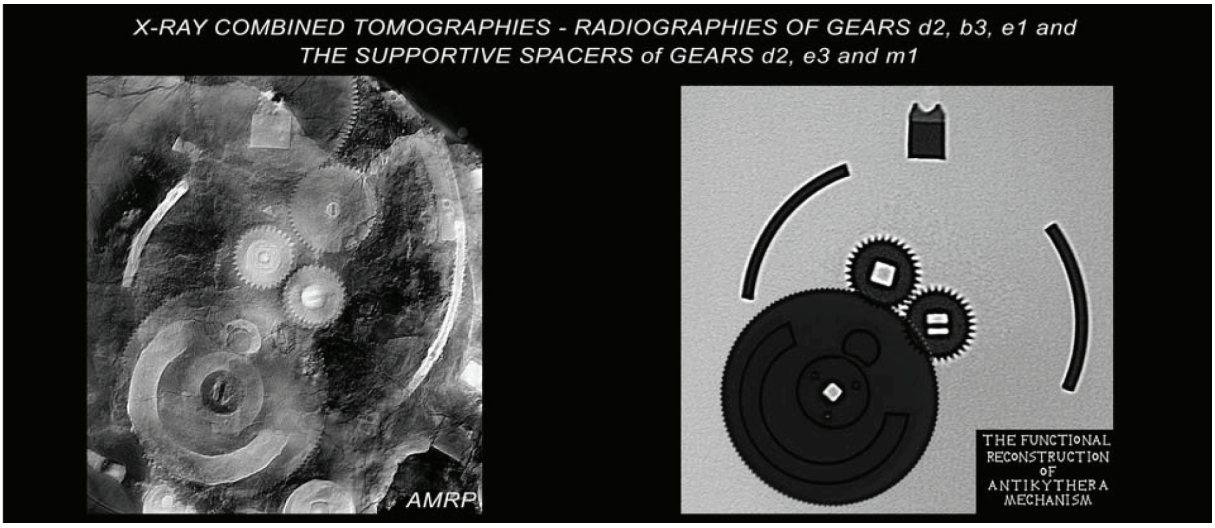
Εικόνα 1.
Φωτό 1: στιγμιότυπο από την πρόσθια πλευρά του αντιγράφου του Μηχανισμού των Αντικυθήρων της ομάδας The FRAMe Project



Φωτό 2:
στιγμιότυπο ααπό το εσωτερικό του λειτουργικού αντιγράφου του Μηχανισμού των Αντικυθήρων



Φωτό 3: αριστερά σύνθεση τομογραφιών της κεντρικής περιοχής του αρχαίου πρωτοτύπο. Εικονίζονται τα γρανάζια b1, b2, l1,l2 και m1, και θώς και η κορώνα a1. Δεξιά η ακτινογραφία της ίδιας περιοχής του μοντέλου της ομάδας The FRAMe Project



Φωτό 4: αριστερά. Σύνθεση τομογραφιών της μεσαίας πλάκας έδρασης του αρχαίου πρωτοτύπου. Απεικονίζονται τα γρανάζια b1,e1, l1,m1, m2, d1, καθώς και οι στηρικτικοί αποστάτες d, m και οι δίδυμοι αποστάτες του γραναζιού e3. Δεξιά η ακτινογραφία της ίδιας περιοχής του μοντέλου της ομάδας The FRAMe Project.



Φωτό 5: Συγκριτική αντιπαραβολή των δύο σωζόμενων ''κορωνών'' του αρχαίου πρωτοτύπου (τομογραφίες) με τις αντίστοιχες ανακατασκευές από την ομάδα The FRAMe Project (φωτογραφίες).



Φωτό 6: Το μοντέλο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων φωτογραφημένο τη στιγμή της Ολικής Έκλειψης Ηλίου της 21ης Αυγούστου 2017 από το Salem του Oregon, στη δυτική ακτή των ΗΠΑ. (πραγματική λήψη)

Ευχαριστίες

Η ομάδα The FRAMe Project θα ήθελε να ευχαριστήσει τα μέλη της ομάδας AMRP κ. Ξ. Μουσά και κ. Ι. Σειραδάκη για την παραχώρηση και την άδεια χρήσης των δεδομένων των αξονικών τομογραφιών του Μηχανισμού. Ευχαριστούμε επίσης το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Αθηνών για την άδεια φωτογράφησης των θραυσμάτων του Μηχανισμού, τον καθηγητή κ. Α. Οικονόμου του Fermi Institute-University of Chicago για τις χρήσιμες συμβουλές του κατά τη μελέτη των τομογραφιών των ακτίνων –Χ, τον ακτινοδιαγνώστη ιατρό κ. Γ. Γιαταγάνα και τον τεχνολόγο ακτινολογικού κ. Ι. Καζλάρη του τμήματος Ακτινοδιαγνωστικής του Γενικού Νοσοκομείου Παπαγεωργίου Θεσσαλονίκης, για τη λήψη ακτινογραφιών των εξαρτημάτων των μοντέλων της ομάδας TheFRAMe Project και τον συνταξιούχο Φιλόλογο κλασσικών σπουδών κ. Ν. Παπαχαρτοφύλη για το χρόνο που διέθεσε συνομιλώντας μαζί μας κατά τη μελέτη των επιγραφών του Μηχανισμού. Η ομάδα FRAMe για την προμήθεια τμήματος των πρώτων υλών για την κατασκευή των δύο μοντέλων της, συνεργάστηκε με τους ερασιτέχνες αστρονόμους Κ. Παπαθανασσόπουλο-Παντοτύπ και Μ. Ασπρίδη-Ελληνική Ξυλεία.

Για τη μελέτη και την κατασκευή των λειτουργικών μοντέλων του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, τα μέλη της ομάδας The FRAMe Project μελέτησαν διεξοδικά την Ελληνική και Ξένη Βιβλιογραφία. Αισθανόμαστε όμως χρέος να αναφέρουμε ειδικότερα τα ονόματα των ερευνητών κατά αλφαβητική σειρά, η συνεισφορά των οποίων ήταν πολύ σημαντική για την κατασκευή των μοντέλων μας:

Μ. Αναστασίου, Μ. Δανέζης, Κ. Ευσταθίου, Σ. Θεοδοσίου, Χ. Λάζος, Ξ. Μουσάς, Γ. Μπιτσάκης, Ι. Σειραδάκης, C.C. Carman, M. Di Cocco, M. Edmunds, J. Evans, T. Freeth, R. Hadland, A. Jones, D.S. Price, A. Ramsey και M. Wright.

Αναφορές

- Γ. Βαρουφάκης, Αρχαία Ελλάδα και Ποιότητα. Η ιστορία και ο έλεγχος ποιότητας των υλικών που σημάδευσαν τον Ελληνικό Πολιτισμό, Εκδόσεις Αίολος GR, 1996.

-Σ. Θεοδοσίου- Μ. Δανέζης, Η Οδύσσεια των ημερολογίων, εκδόσεις Δίαυλος, GR 1995, ISBN: 960-7140-81-8

-Μ. Κούνδουρος, Ιστορικαί και διπλωματικαί αποκαλύψεις : η απελευθερωτική επανάστασις της Κρήτης και η αρμοστεία αυτής, Εκ του τυπογραφείου Γ. Η. Καλέργη 1921, Εν Αθήναις

-Χ. Λάζος, Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, εκδόσεις Αίολος, GR, 1994.

-Α. Μαζαράκης-Αινιάν «Απομνημονεύματα», εκδόσεις Ίκαρος,1948

- Το μηχάνημα των Αντικυθήρων και τα ρομπότ της αρχαιότητας (ντοκιμαντέρ, Αρχείο ΕΡΤ)

-Antikythera Mechanism Research Project, http://www.antikythera-mechanism.gr, April 2004 (accessed February 12, 2016).

-M. Anastasiou, J.H. Seiradakis, C.C. Carman, and K. Efstathiou. The Antikythera Mechanism: The construction of the metonic pointer and the back plate spirals. Journal for the History of Astronomy, 45(4):418-441, 2014.

-Y. Bitsakis and A. Jones, The Front Dial and Parapegma Inscriptions, Almagest, Vol. 7, Issue 1, p.68-137, (2016)

-Y. Bitsakis and A. Jones The Back Cover Inscription, Almagest, Vol. 7, Issue 1, p.216-249, (2016)

-http://www.cam.ac.uk/research/news/functioning-mechanical-gears-seen-in-nature-for-the-first-time

-C.C. Carman and M. Di Cocco. The Moon Phase Anomaly in the Antikythera Mechanism, ISAW Papers 11, 2016, http://dlib.nyu.edu/awdl/isaw/isaw-papers/11/.

-Edmunds, M. G. (2011). An initial assessment of the accuracy of the gear trains in the Antikythera Mechanism. Journal for the History of Astronomy, 42(3), 307.

-K. Efstathiou, A. Basiakoulis, M. Efstathiou, M. Anastasiou, and J.H. Seiradakis, Determination of the gears geometrical parameters necessary for the construction of an operational model of the Antikythera Mechanism, Mechanism and Machine Theory, 06/2012, Volume 52, p.219-231, (2012)

-T. Freeth, Y. Bitsakis, X. Moussas, J. H. Seiradakis, A. Tselikas, H. Mangou,

M. Zafeiropoulou, R. Hadland, D. Bate, A. Ramsey, et al. Decoding the ancient greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism. Nature, 444(7119):587-591, 2006.

-T. Freeth and A. Jones. The Cosmos in the Antikythera Mechanism, ISAW Papers 11, 2016, http://dlib.nyu.edu/awdl/isaw/isaw-papers/4/.

-T. Freeth, A. Jones, J. M. Steele, and Y. Bitsakis, Calendars with olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism. Nature, Supplementary 454(7204):614-617, 2008.

-A. Lange, M. P. Hentschel, A. Kupsch, and B. R Muller. Correction of diffuse x-ray detector based background. 2011, International Symposium on Digital Industrial Radiology and Computed Tomography (p 24), Berlin.

-Gustave Lefebvre. Le Tombeau de Pétosiris, 3 vol., Cairo, 1924.

-X. Moussas. The Antikythera Mechanism: The oldest mechanical universe in its scientific milieu. Proceedings of the International Astronomical Union, 5(S260):135-148, 2009.

-NASA. Moon fact sheet. http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/ moonfact.html, April 2016 (accessed August 12, 2016).

-Nikoli M. First reports on the discovery of shipwreck and the mechanism in Antikythera, thesis GR, Aristotle University of Thessaloniki, 2012, http://ikee.lib.auth.gr/record/129872

-Derek de Solla Price. Gears from the Greeks. the Antikythera mechanism: a calendar

computer from ca. 80 BC. Transactions of the American Philosophical Society, New Series 64, Part 7, 1974.

-Manos Roumeliotis's Antikythera Mechanism MOV files

-A. D. Scott, Bronze Disease: A review of some chemical problems and the role of relative humidity, JAIC, Volume 29, Number 2, article7, 1990, pp193-206

-Stanford Encyclopedia of Philosophy, https://plato.stanford.edu/entries/logical-construction

-J. M. Steele, A Re-analysis of the Eclipse Observations in Ptolemy's Almagest, 2000: VOL. 42: PP. 89–108, Munksgaard, Centaurus ISSN 0008-8994.

-M.T. Wright. Counting Months and Years: the Upper Back Dial of the Antikythera Mechanism, Bulletin of the Scientific Instrument Society, 87: 8–13, 2005.

-M.T. Wright. Epicyclic Gearing and the Antikythera Mechanism, part 2, Antiquarian Horology, 29 (1): 51–63, 2005.

-M.T. Wright. The front dial of the Antikythera mechanism. In Explorations in

the History of Machines and Mechanisms, pages 279-292. Springer, 2012.

-M.T. Wright. A planetarium display for the Antikythera Mechanism. Horological

Journal, 144(5):169-173, 2002.

-M.T. Wright. The Antikythera Mechanism and the early history of the Moon Phase Display, Antiquarian Horology, 29 (3): 319–329, 2006.

-M.T. Wright, «The antikythera mechanism.» Astron Geophys 42.9 (2001)- notes 2012

Ανακάλυψη νέου παλλόμενου μεταβλητού αστεριού στη Μεγάλη Άρκτο

Παπαδημητρίου Αθανάσιος

μέλος της Αστρονομικής Εταιρίας Κέρκυρας , μέλος της A.A.V.S.O

Εισαγωγή

Μια απ' τις ενασχολήσεις των παρατηρητών είναι και η παρατήρηση μεταβλητών αστέρων. Η παρατήρηση και η καταγραφή της λαμπρότητας ενός αστεριού λέγεται φωτομετρία και μπορεί να γίνει είτε οπτικά , είτε με ένα καταγραφικό μέσο (CCD , DSLR) . Μετά την κατάλληλη επεξεργασία τα δεδομένα μπορούν να υποβληθούν σε διεθνείς οργανισμούς όπως AAVSO , AFOEV , BAAVS.

Το πεδίο έρευνάς μου είναι τα παλλόμενα μεταβλητά αστέρια τύπου δ scuti και συγκεκριμένα τα αστέρια H.A.D.S (High Amplitude Delta Scuti) . Χαρακτηρίζονται ως νάνοι Κηφείδες κι έχουν φασματικό τύπο A0 έως F5 .

Ο μηχανισμός αναπάλσεων βασίζεται στην ύπαρξη ιονισμένου υδρογόνου ή ηλίου στην επιφάνεια του αστεριού που το καθιστά πιο αδιαφανές κι έτσι εμποδίζει το φως να διαφύγει. Καθώς διογκώνεται το αστέρι ψύχονται τα εξωτερικά στρώματα , γίνονται πιο διαφανή και επιτρέπουν στο φως να διαφύγει. Ο μηχανισμός είναι ο ίδιος περίπου και στους Κηφείδες απλά τα συγκεκριμένα αστέρια πάλλονται ακτινικά και μη ακτινικά.

Χρονικό ανακάλυψης

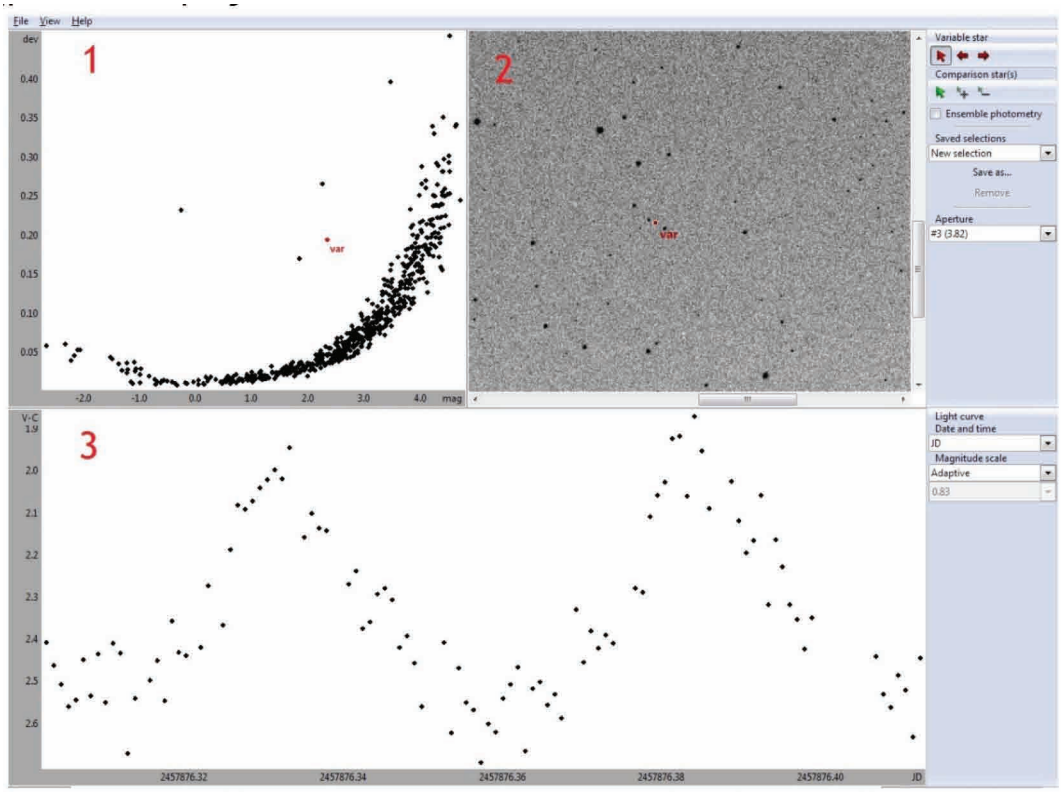
Στα πλαίσια αυτών των καταγραφών είχε προγραμματιστεί στις 19 Απριλίου 2017 μέτρηση του μεταβλητού αστέρα AE στον αστερισμό της Μεγάλης Άρκτου , που βρίσκεται συγκεκριμένα στις συντεταγμένες R.A 09 36 53.16 , DEC +44 04 00.4. Συνολικά λήφθηκαν 100 εικόνες με έκθεση 1 λεπτού ανά 30 δευτερόλεπτα με ISO 800. Στο τέλος της καταγραφής λήφθηκαν και όλες οι εικόνες βαθμονόμησης. Στη συνέχεια αφού επεξεργάστηκαν οι εικόνες με το λογισμικό φωτομετρίας κι εξήχθηκε η καμπύλη φωτός του συγκεκριμένου αστέρα , έγινε έλεγχος για την παρουσία άλλου μεταβλητού αστέρα στο πεδίο. Συνήθως τα περισσότερα λογισμικά φωτομετρίας δίνουν αυτή τη δυνατότητα , μιας και γίνεται φωτομετρία σε όλα τα αστέρια, οπότε οποιοδήποτε αστέρι παρουσιάζει μεγάλη ή ιδιόμορφη διακύμανση τότε ξεχωρίζει στο γράφημα διασποράς.

Μετά τον έλεγχο διαπιστώθηκε πως ένα αστέρι πράγματι είχε μια έντονη διακύμανση 0,5 mag κι εμφάνιζε μια περιοδικότητα (Εικόνα 1) καθώς είχαν καταγραφεί δύο μέγιστα της λαμπρότητάς του. Έγινε ξεχωριστή φωτομέτρηση του συγκεκριμένου αστέρα , η οποία έδωσε τα ίδια αποτελέσματα. Υπήρχαν κάποιες αμφιβολίες για τηνποιότητα των δεδομένων μιας και οι τελικές βαθμονομημένες εικόνες δεν ήταν απόλυτα σωστά ισοφωτισμένες.

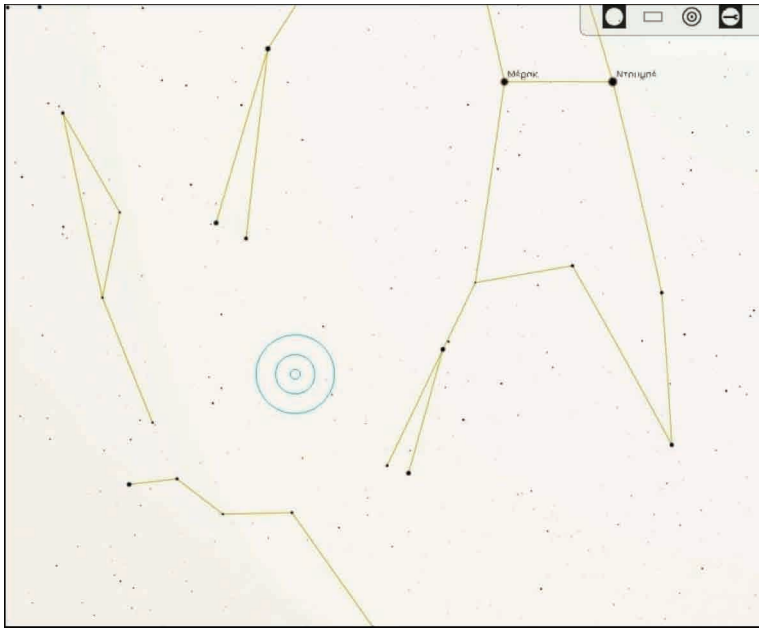
Αποφασίστηκε να επαναληφθεί η παρατήρηση στις 21 Απριλίου και αυτή τη φορά έγινε στόχευση του συγκεκριμένου αστέρα που παρουσίαζε τη συγκεκριμένη ιδιομορφία ,ο οποίος βρίσκεται κι αυτός στον αστερισμό της Μ. Άρκτου (Εικόνα 2) και συγκεκριμένα στις συντεταγμένες

R.A 09 36 04.81, DEC +44 40 41.5.

Έγιναν κι εδώ 100 λήψεις με έκθεση 1 λεπτού ανά 30 δευτερόλεπτα με ISO 800 κι έγινε προσεκτικότερη λήψη των εικόνων βαθμονόμησης .

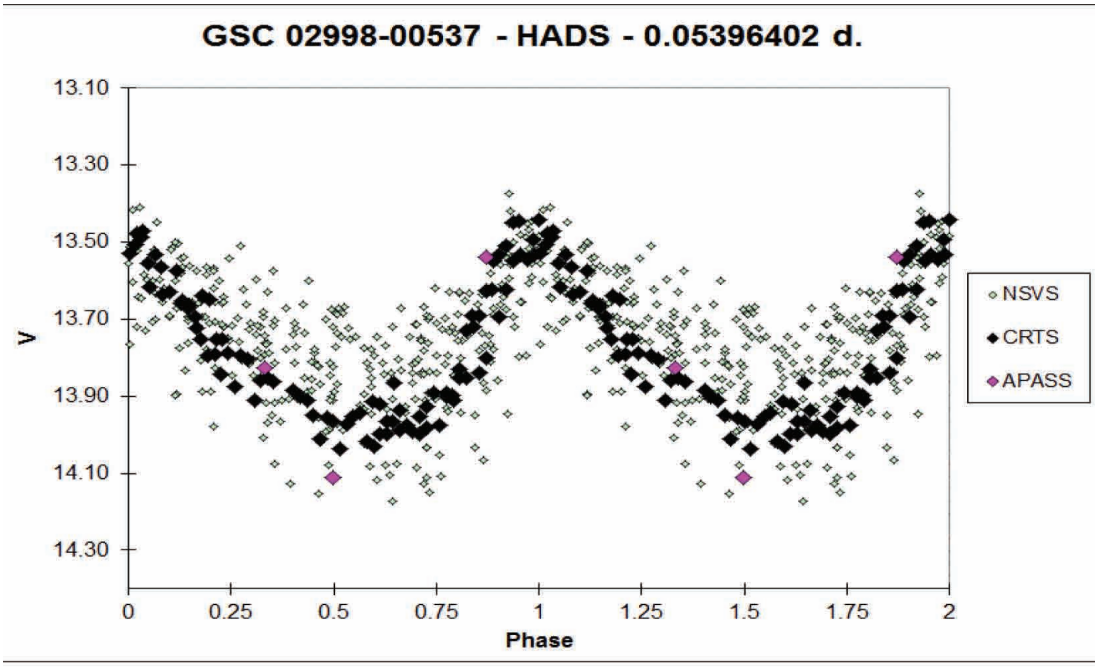


Εικόνα1 : Διάγραμμα διασποράς (1) , Θέση του μεταβλητού αστέρα (2) Καμπύλη φωτός (3)



Εικόνα 2

Σαν χάρτης χρησιμοποιήθηκε ο X20708AY , αστέρας σύγκρισης ορίστηκε ο 000-BJS-565, ο οποίος ήταν 13.82 mag κι αστέρες ελέγχου οι 000-BJS-564 και 000-BJS-563 που ήταν στα 13,3 και 13 mag αντίστοιχα. Να σημειώσω πως οι κωδικοί των αστεριών και των χαρτών είναι σύμφωνα με την Variable Star Database της A.A.V.S.O.



Εικόνα 3: Διάγραμμα φάσης

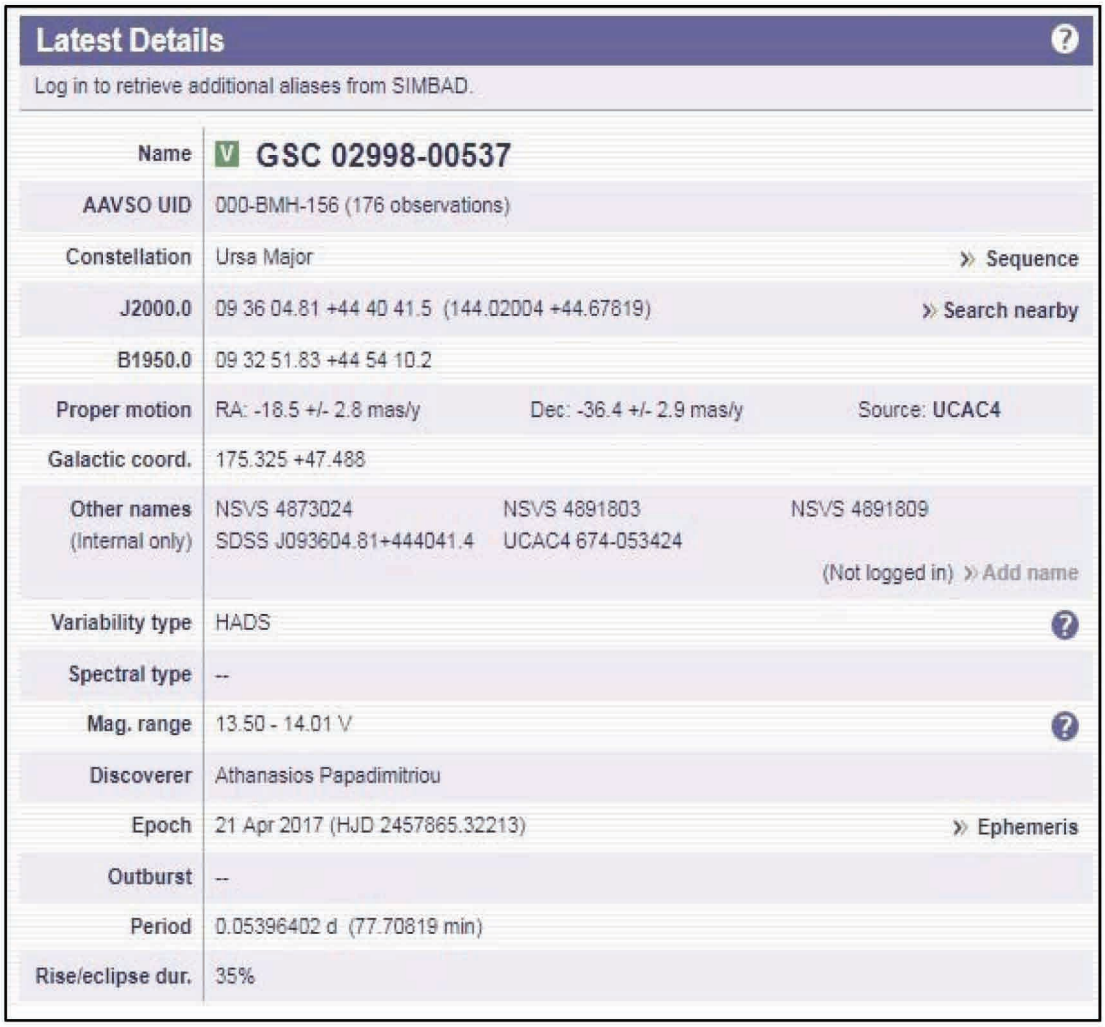
Η τελική καμπύλη επεξεργάστηκε με το πρόγραμμα VStar και τα δεδομένα μετασχηματίστηκαν στο αστρονομικό φωτομετρικό πρότυπο του φίλτρου V . Διαπιστώθηκε από το παραπάνω διάγραμμα φάσης (Εικόνα 3) πως ο συγκεκριμένος αστέρας είχε μια διακύμανση μεγέθους από 13,5 έως 14,01 mag με περίοδο 0.05396402 ημερών ή 77.70819 λεπτών. Επίσης ήταν κι αυτός ένας μεταβλητός δ Scuti (H.A.D.S) . Σύμφωνα με τις παραπάνω τιμές χαρακτηρίζεται πολύ γρήγορος και με μεγάλος εύρος διακύμανσης!

Υποβολή δεδομένων

Μετά τη δεύτερη καταγραφή και την επαλήθευση της μεταβλητότητας του αστεριού , κρίθηκε σωστό να γίνει η υποβολή και η ανακοίνωση των αποτελεσμάτων στην «The International Variable Star Index» της A.A.V.S.O . Πρώτα απ' όλα έπρεπε να γίνει έλεγχος του συγκεκριμένου αστεριού σε όλους τους καταλόγους για να διαπιστωθεί ότι το αστέρι αυτό δεν αναφέρεται πουθενά σαν μεταβλητό. Αρχικά έγινε αναζήτηση στους καταλόγους του προγράμματος «SuperWASP» το οποίο είναι υπεύθυνο για την ύπαρξη εξωπλανητών . Συνεχίστηκε η αναζήτηση στους καταλόγους «The Catalina Real-Time Transient Survey» που μελετά σπάνια αστρονομικά φαινόμενα , στους καταλόγους NSVS που καταχωρούνται πιθανοί μεταβλητοί , στους καταλόγους APASS της A.A.V.S.O , και στους παλαιότερους καταλόγους της ASAS. Σε κανέναν από όλους αυτούς τους καταλόγους δεν υπήρξαν στοιχεία ή αναφορές που να υποδηλώνουν περιοδικότητα ή αλλαγή στη λαμπρότητά του. Μετά τον ενδελεχή και απαραίτητο έλεγχο έγινε υποβολή των δεδομένων στο τμήμα VSX της A.A.V.S.O. η οποία γίνεται μέσα από μια πολύ εύκολη φόρμα συμπλήρωσης όλων των δεδομένων όπως :

- ακριβείς συντεταγμένες (J2000)
- όνομα του αστεριού
- τύπος μεταβλητότητας
- φασματικός τύπος

- μέγιστο λαμπρότητας
- ελάχιστο λαμπρότητας
- φίλτρο καταγραφής λαμπρότητας
- περίοδος μεταβλητότητας
- Epoch (ακριβής ημερομηνία 1ου μεγίστου ή ελαχίστου)
- καμπύλη φωτός (light curve)
- όνομα παρατηρητή
- σχετικές αναφορές ή δημοσιεύσεις με το αστέρι



Latest Details

Log in to retrieve additional aliases from SIMBAD.

Name	V GSC 02998-00537		
AAVSO UID	000-BMH-156 (176 observations)		
Constellation	Ursa Major		» Sequence
J2000.0	09 36 04.81 +44 40 41.5 (144.02004 +44.67819)		» Search nearby
B1950.0	09 32 51.83 +44 54 10.2		
Proper motion	RA: -18.5 +/- 2.8 mas/y	Dec: -36.4 +/- 2.9 mas/y	Source: UCAC4
Galactic coord.	175.325 +47.488		
Other names (Internal only)	NSVS 4873024	NSVS 4891803	NSVS 4891809
	SDSS J093604.81+444041.4	UCAC4 674-053424	
			(Not logged in) » Add name
Variability type	HADS		
Spectral type	--		
Mag. range	13.50 - 14.01 V		
Discoverer	Athanasios Papadimitriou		
Epoch	21 Apr 2017 (HJD 2457865.32213)		» Ephemeris
Outburst	--		
Period	0.05396402 d (77.70819 min)		
Rise/eclipse dur.	35%		

Εικόνα 4 : Δεδομένα στο VSX

Μετά την υποβολή όλων των δεδομένων και τις διορθώσεις που έγιναν κατόπιν υποδείξεων του υπεύθυνου τα στοιχεία εγκρίθηκαν και καταχωρήθηκαν στη διεθνή βάση δεδομένων VSX . Το αστέρι έλαβε το όνομα GSC 02998-00537 . Τα στοιχεία του είναι διαθέσιμα στο κοινό (Εικόνα 4) κι επίσης εκδίδεται κι ephemeris με τις ακριβείς ώρες αναπάλσεων του αστεριού.

Εξοπλισμός-Μεθοδολογία

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιώ (Εικόνα 5) είναι ο απολύτως απαραίτητος και περιλαμβάνει:

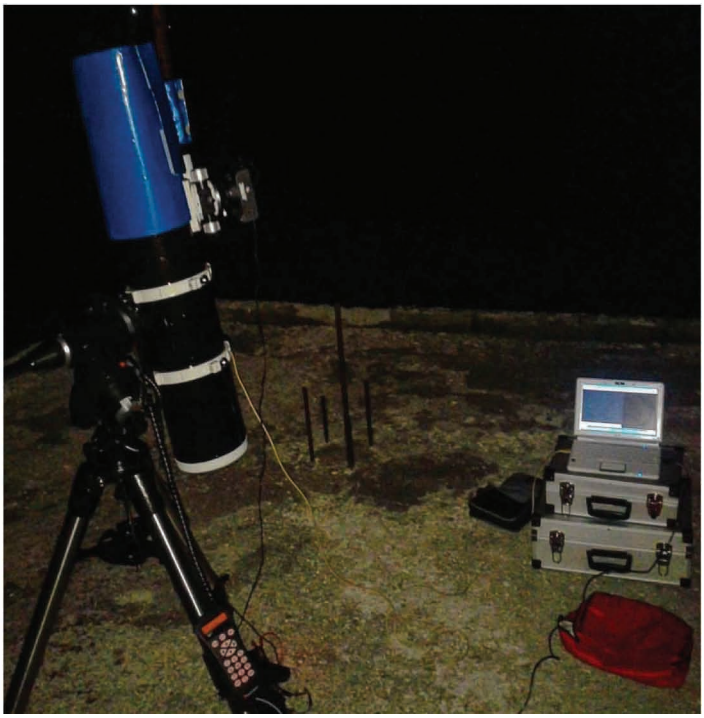
- ρομποτική βάση Celestron CG5
- τηλεσκόπιο Skywatcher 150/750
- κάμερα Canon 100D
- οδηγητική κάμερα QHY 5 .

Η κάμερα Canon 100D έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- - Pixel size: 4.31 μm
- - Image size: 5174 x 3456
- - Sensor size: 22.3 x 14.9mm

και με το συγκεκριμένο τηλεσκόπιο δίνει :

- FOV: 1.70° x 1.14°
- Resolution: 1.19»/pixel



Εικόνα 5: Εξοπλισμός

Για την μελέτη γρήγορων εκλειπτικών ή παλλόμενων άστρων είναι απαραίτητη η δημιουργία καμπύλης φωτός-χρονοσειράς που θα αποτυπώνει τη διακύμανση λαμπρότητας μέσα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Για να υπάρχει σωστός προσδιορισμός χρόνου θα πρέπει το επιδιωκόμενο μέγιστο ή ελάχιστο της λαμπρότητας να έχει τουλάχιστον 40-60 λήψεις . Επίσης απαιτείται καλό σήμα (SNR) οπότε κρίνεται απαραίτητη μια έκθεση του 1 λεπτού για αστέρια πάνω από 10 mag.

Η επεξεργασία και η δημιουργία καμπύλων φωτός γίνεται με το δωρεάν λογισμικό C Muniwin . Απαραίτητη προϋπόθεση για να είναι αξιόπιστα τα δεδομένα και αποδεκτά από την A.A.V.S.O είναι να εξαχθεί μόνο το πράσινο κανάλι (μια μέθοδος γνωστή και ως de-Bayering) από την έγχρωμη εικόνα μιας και αυτό δίνει τιμές πολύ κοντά στο φωτομετρικό φίλτρο V Johnson.

Η μεθοδολογία εξαγωγής αξιόπιστων δεδομένων απαιτεί εκτός από τη λήψη εικόνων του αστέρα, και εικόνες βαθμονόμησης όπως : πεδία μηδενικής έκθεσης (bias frames) , πεδία σκότους (dark frames) και ισοφωτισμένα πεδία (flat frames).

Οι εικόνες βαθμονόμησης πρέπει να εφαρμόζονται με την παρακάτω σειρά προκειμένου να εξασφαλιστεί πως έχουν αφαιρεθεί άλλες επιδράσεις:

1. Εφαρμόζουμε τα bias σε όλες τις εικόνες δεδομένων, καθώς και στα dark και flat.
2. Εφαρμόζουμε τα dark σε όλες τις εικόνες δεδομένων, καθώς και στα flat.
3. Εφαρμόζουμε τα flat σε όλες τις εικόνες δεδομένων.

Στη συνέχεια ακολουθώντας τη μέθοδο της διαφορική φωτομετρίας δηλαδή τη σύγκριση της φωτεινότητας του στόχου με άλλους αστέρες εξάγεται η τελική τιμή της φωτεινότητας του άστρου σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$Vtgt \approx [Gtgt - Gcomp] + Vcomp$$

Όπου, η παράσταση [Gtgt – Gcomp] είναι η διαφορά μεγέθους μεταξύ στόχου και συγκρίσεως όπως υπολογίστηκε από τη διαφορική φωτομετρία, ενώ τα Vtgt και Vcomp είναι τα φαινόμενα μεγέθη των άστρων αυτών στο τυποποιημένο φωτομετρικό σύστημα της φασματικής περιοχής του φίλτρου V. Το σύμβολο '≈" σημαίνει "περίπου ίσο".

Συμπέρασμα

Οι ερασιτέχνες αστρονόμοι που διαθέτουν εξοπλισμό αστροφωτογραφίας θα μπορούσαν να ασχοληθούν με τη φωτομετρία και με τα δεδομένα που θα εξάγουν θα συμβάλουν στην επιστημονική γνώση και την πρόοδο της αστρονομίας. Οι ανακαλύψεις νέων μεταβλητών είναι ένα σύνηθες φαινόμενο για όσους ασχολούνται με τη φωτομετρία, άλλωστε υπάρχει πλήθος αστεριών που περιμένουν να ανακαλυφθεί η ιδιαίτερη φύση τους .Επίσης η χρήση φωτογραφικής μηχανής DSLR , οι οποίες ως γνωστό έχουν μεγάλο αισθητήρα ,δίνει το πλεονέκτημα του μεγάλου κάδρου άρα και της φωτομέτρησης πλήθους αστεριών συνεπώς και την αυξημένη πιθανότητα ανακάλυψης νέων μεταβλητών άστρων. Σίγουρα δεν πρέπει να αγνοήσουμε και την τεράστια προσφορά της A.A.V.S.O, η οποία παρέχει εύχρηστα εργαλεία , εγχειρίδια και λογισμικά μέσα απ την ιστοσελίδα της και αυτό κάνει την ενασχόληση με τη φωτομετρία ακόμη ευκολότερη υπόθεση.

Ευχαριστίες

Να ευχαριστήσω θερμά την Αστρονομική Εταιρία Κέρκυρας, για την προσφορά βοήθειας και εξοπλισμού όλα αυτά τα χρόνια , την AAVSO για τα πολύτιμα εργαλεία και τις πληροφορίες που παρέχει , τον Στέλιο Κλειδή , για τις υπέροχες μεταφράσεις των εγχειριδίων της AAVSO , τον Sebastian Otero υπεύθυνο του τμήματος VSX της AAVSO και τη βοήθειά του για τις όποιες διορθώσεις χρειάστηκαν για τη σωστή υποβολή των δεδομένων και φυσικά τους δημιουργούς του ελεύθερου λογισμικού C Muniwin, που πρόσφεραν αφιλοκερδώς ένα εύχρηστο εργαλείο για τον ερασιτέχνη αστρονόμο.

Βιβλιογραφία

AAVSO, «Εγχειρίδιο για την παρατήρηση με κάμερα DSLR»
Μετάφραση στα Ελληνικά: Στέλιος Κλειδής

John R. Percy , Understanding Variable Stars , Cambridge University Press

David Benn, «VStar User Manual», AAVSO

Christiaan Sterken & Carlos Jaschek , Light Curves of Variable Stars: a Pictorial Atlas , Cambridge University Press

Η παρατήρηση της απόκρυψης αστέρα από τον Πλούτωνα στις 19 Ιουλίου 2016 και μελέτη της δομής της ατμόσφαιράς του

Βαγγέλης Τσάμης[1,2,] Bruno Sicardy[3], Erick Meza[3], Felipe Braga-Ribas[4,5], Jose-Luiz Ortiz[6], Wolfgang Beisker7, Κοσμάς Γαζέας[8], Λευτέρης Τζουγανάτος[8], Κυριακή Τηγάνη[1], Νίκος Πασχάλης[9]

[1] Αστρονομική Ένωση Σπάρτης, e-mail: vtsamis@aegean.gr

[2] Ellinogermaniki Agogi Observatory, Dimitriou Panagea str., GR-15351 Pallini, Athens, Greece

[3] LESIA, Observatoire de Paris, PSL Research University, CNRS, Sorbonne Universités, UPMC Univ. Paris 06, Univ. Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, France

[4] Observatório Nacional/MCTIC, Rua Gal. José Cristino 77, Rio de Janeiro-RJ, CEP 20921-400, Brazil

[5] Federal University of Technology-Paraná (UTFPR / DAFIS), Rua Sete de Setembro, 3165, CEP 80230-901, Curitiba, PR, Brazil

[6] Instituto Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC), Glorieta de la Astronomía s/n, 18008-Granada, Spain

[7] International Occultation Timing Association (IOTA-ES) Bartold-Knausstr. 8 D-30459 Hannover, Germany

[8] Section of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, GR-15784 Zografos, Athens, Greece

[9] Nunki Observatory, Skiathos Island, Xanemo area 37002, Greece

Περίληψη

Στις 19/07/2016 καταγράφηκε με επιτυχία απόκρυψη αστέρα 14ου μεγέθους από τον Πλούτωνα από παρατηρητές στην Ευρώπη, Μ. Ανατολή και Β. Αφρική. Για το σκοπό αυτό είχε οργανωθεί παρατηρησιακή εκστρατεία μεταξύ επαγελματιών και ερασιτεχνών αστρονόμων για τη μέγιστη δυνατή κάλυψη του μονοπατιού σκιάς της απόκρυψης. Ο επιστημονικός στόχος των παρατηρήσεων ήταν η μελέτη της δομής της ατμόσφαιρας του Πλούτωνα, με έμφαση στην αναμενόμενη συρίκνωση της ατμοσφαιρικής πίεσης λόγω της απομάκρυνσης από τον Ήλιο.

Η αναγκαία αστρομετρία για την οριοθέτηση στο χώρο και το χρόνο της αναμενόμενης απόκρυψης για τους γήινους παρατηρητές έγινε από την ομάδα αστρονόμων RIO της Βραζιλίας και τον καθ. Bruno Sicardy (Obs. de Paris). Σε μια πρωτόγνωρη κίνηση, η ομάδα αστρομετρίας της GAIA έθεσε στη διάθεσή μας τα αστρομετρικά στοιχεία του αστέρα-στόχου από τον κατάλογο GAIA-DR1 δύο μήνες πριν την επίσημη προγραμματισμένη δημοσίευσή του. Αυτό βοήθησε στο να προσδιοριστεί με μεγάλη ακρίβεια το αναμενόμενο μονοπάτι σκιάς. Η απόκρυψη του αστέρα καταγράφηκε φωτομετρικά με επιτυχία από 30 σταθμούς παρατήρησης, μεταξύ των οποίων δύο στην Ελλάδα, και στη συνεχεια έγινε ανάλυση. Παρουσιάζουμε τη φωτομετρική ανάλυση των καμπυλών φωτός καθώς και μια ερμηνεία της δομής και σύστασης της ατμόσφαιρας του Πλούτωνα, ένα έτος μετά από την διαστημική αποστολή «New Horizons».

• Εισαγωγή

Καθώς η άφιξη μιας διαστημικής συσκευής στον Πλούτωνα μπορεί να παράσχει ακριβείς πληροφορίες για τις δομή και σύσταση της ατμόσφαιράς του μόνο για ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο, η συνεχής παρακολούθηση της κατάστασης της ατμόσφαιρας του νάνου πλανήτη από τη Γη είναι δυνατή μόνο με τις παρατηρήσεις αποκρύψεων αστέρων. Η μέθοδος αυτή είναι ο μοναδικός τρόπος να γίνουν μετρήσεις τόσο μεγάλης ακρίβειας από τη Γη2,3,4,5. Οι αποκρύψεις αστέρων από τον Πλούτωνα είναι στην ουσία γεγονότα διάθλασης του φωτός του αστέρα όταν αυτό διέρχεται από την αραιή ατμόσφαιρά του, με αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση της φαινομένης λαμπρότητας του αστέρα όσο διαρκεί το φαινόμενο. Η μελέτη του ρυθμού και του τρόπου απόσβεσης του αστρικού φωτός παρέχει πληροφορίες για την πυκνότητα της ατμόσφαιρας, την ατμοσφαιρική πίεση και το προφίλ θερμοκρασιών από το ύψος μερικών χιλιομέτρων από την επιφάνεια του Πλούτωνα ως και το υψόμετρο των 250 χιλιομέτρων περίπου, περιοχές που αντιστοιχούν σε επίπεδα πίεσης 10 μbar και 0,1 μbar αντίστοιχα. Επιπλέον, η εξαιρετικά λεπτομερής διακριτική ικανότητα αυτής της μεθόδου, η οποία είναι της τάξης λίγων μόνο χιλιομέτρων, επιτρέπει στην πράξη την ανίχνευση ατμοσφαιρικών κυμάτων που πηγάζουν από τις βαρυτικέ επιδράσεις του πλανήτη (Gravity waves ή Buoyancy waves) και θεωρητικά την ανίχνευση σχηματισμών ομίχλης (κατά τόπους οπτική αδιαφάνεια) στην ατμόσφαιρα, εάν υπάρχει.

• Ένα δώρο από τη GAIA στους παρατηρητές του Πλούτωνα

Στις 19 Ιουλίου 2016 ο Πλούτωνας προβλεπόταν να κάνει διάβαση εμπρός από τον αμυδρό αστέρα UCAC4 345-180315, προσφέροντας μια σπάνια ευκαιρία για τη μελέτη της ατμόσφαιράς του κατά τη σταδιακή αυξομείωση του φωτός κατά τη διάρκεια της απόκρυψης αλλά και της επανεμφάνισης του αστέρα. Η απόκρυψη αναμενόταν να είναι ορατή μόνο κατά μήκος ενός συγκεκριμένου μονοπατιού σκιάς στην επιφάνεια της Γης (ακριβώς συμβαίνει και με τις ολικές εκλείψεις Ηλίου) και συγκεκριμένα στην περίπτωση αυτή, στην Ευρώπη (Σχήμα 1). Η γνώση της ακριβούς αστρομετρικής θέσης τόσο του αστέρα, όσο και του Πλούτωνα ήταν ουσιαστικής σημασίας για να υπολογιστεί πού ακριβώς στη Γη θα ήταν ορατό το φαινόμενο. Η κίνηση από την ομάδα του δορυφόρου GAIA να δώσει τα μη δημοσιευμένα ακόμα αστρομετρικά στοιχεία του αστέρα-στόχου στην ομάδα μας6 αρκετό καιρό πριν γίνει η επίσημη δημοσίευση του καταλόγου GAIA DRI-1, μας βοήθησε πολύ για την ακριβή χωρο-χρονική οριοθέτηση του αστρονομικού αυτού γεγονότος, ώστε να γίνει επιτυχής προσπάθεια καταγραφής του. Η ακρίβεια θέσης του αστέρα-στόχου από το δορυφόρο GAIA ήταν της τάξης του ενός χιλιοστού του δευτερολέπτου του τόξου (1 milliarcsec), δέκα φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τους προϋπάρχοντες αστρομετρικούς καταλόγους. Ειδικότερα: Ορθή Αναφορά 19h 7m 22.1178s (ή 286.8421576 μοίρες) και Απόκλιση -21ο 10’ 28.433” (ή -21.1745647 μοίρες) σε Εποχή (epoch) 2015.0 στο J2000.

• Το χρονικό της πρόβλεψης και η παρατηρησιακή εκστρατεία

Στον ακριβή προσδιορισμό του μονοπατιού σκιάς, αλλά και στην περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων από τις παρατηρήσεις βοήθησαν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διαστημική αποστολή της NASA New Horizons κατά την επίσκεψη στον Πλούτωνα το 2015. Η φαινομένη διάμετρος του Πλούτωνα από τη Γη είναι μόλις 100 χιλιοστά του δευτερολέπτου του τόξου (100 mas), που είναι περίπου ισοδύναμο με το φαινόμενο μέγεθος που έχει ένα κέρμα του ενός ευρώ από απόσταση 100 χιλιομέτρων.

Οι αρχική πρόβλεψη για το μονοπάτι, η οποία είχε βασιστεί σε επίγειες αστρομετρικές παρατηρήσεις του αστέρα, έφερνε το μονοπάτι σκιάς της απόκρυψης να περνάει περίπου πάνω από την κεντρική Ευρώπη (Σχ. 1), αλλά η αβεβαιότητα αυτή - μέχρι και 50 mas - για τη θέση του αστέρα, αντιστοιχούσε

σε αβεβαιότητα 1500 χλμ για τα εκατέρωθεν όρια του μονοπατιού σκιάς στην επιφάνεια της Γης. Αυτή η κατάσταση, που ήταν συνηθισμένη σε προβλέψεις αποκρύψεων που είχαν γίνει στο παρελθόν, έκανε πιο δύσκολη την οργάνωση της παρατηρησιακής εκστρατείας όσον αφορά τη διασπορά των παρατηρητών και την επιλογή συνεργατών, ενέχοντας το ρίσκο είτε να επιστρατευθεί μεγάλος αριθμός παρατηρητών με μικρή πιθανότητα θετικής παρατήρησης της απόκρυψης, είτε αντίθετα να χαθούν κάποιες παρατηρήσεις από μη επαρκή κάλυψη του τελικού μονοπατιού σκιάς του φαινομένου.

Η διάθεση των αστρομετρικών δεδομένων για τον αστέρα-στόχο του καταλόγου GAIA βελτίωσε την ακρίβεια στην πρόβλεψη κατά πολύ, της τάξης μερικών χιλιοστών του δευτερολέπτου του τόξου, ακρίβεια που αντιστοιχεί σε μόλις 100 χιλιόμετρα αβεβαιότητας για τα όρια του μονοπατιού σκιάς στην επιφάνεια της Γης. Επιπλέον, τα δεδομένα της αποστολής New Horizons που προσέφεραν μια βελτιωμένη λύση για τα τροχιακά στοιχεία του Πλούτωνα, επίσης έδωσαν μια ακρίβεια της τάξης των 100 χλμ για το μονοπάτι σκιάς. Έτσι κατέστη εφικτό να δοθεί μια -συγκριτικά με το παρελθόν - πολύ ακριβής πρόβλεψη για την κεντρική γραμμή του μονοπατιού σκιάς, η οποία διερχόταν από τη Μ. Ανατολή και τη Β. Αφρική. Έτσι, πέραν των σταθμών παρατήρησης σε εκτεταμένες περιοχές της Ευρώπης, δόθηκε το πράσινο φώς και έγιναν επαφές εν όψει του γεγονότος και με αστρονόμους και αστεροσκοπεία στο Μαρόκο, το Ισραήλ και τις Κανάριες Νήσους.

Εν τέλει, χάρη στην εξαίρετη αστρομετρία που υποστήριξε επιτυχώς την πρόβλεψη, η απόκρυψη παρατηρήθηκε και καταγράφηκε από επαγγελματίες και ερασιτέχνες αστρονόμους από πάρα πολλές περιοχές στην Ευρώπη, αλλά και από τη Μέση Ανατολή και τη Β. Αφρική. Ήταν μια από τις πιο εκτεταμένες παρατηρησιακές εκστρατείες αποκρύψεων.

• Ο μηχανισμός της απόκρυψης αστέρα από ατμόσφαιρα

Η αξία της παρατήρησης και καταγραφής αυτού του φαινομένου έγκειται στην παραγωγή συμπερασμάτων για τη δομή της ανώτερης ατμόσφαιρας πλανητών. Μπορούν έτσι να εξαχθούν συμπεράσματα για βασικά χαρακτηριστικά της (διαθλαστικότητα, θερμοκρασία) ως συνάρτηση του ύψους. Το φαινόμενο έχει συνοπτικά ως εξής: Η απόσβεση του φωτός του αστέρα δε γίνεται στιγμιαία, αλλά σταδιακά, καθώς ο αστέρας διαβαίνει το χείλος του πλανήτη και κινείται προς το εσωτερικό του δίσκου. Για κάποιο διάστημα, ο αστέρας θα συνεχίσει να είναι ορατός. Καθώς όμως «βυθίζεται» στην ατμόσφαιρα, ο ρυθμός και ο τρόπος κατά τον οποίο παρατηρείται μείωση του φωτός οφείλεται κυρίως στη διαφορική διάθλαση λόγω του αυξανόμενου πάχους της ατμόσφαιρας και κατά δεύτερο λόγο στην εκθετική κατάσβεση του φωτός λόγω σκεδασης από τα μόρια των αερίων της ατμόσφαιρας. Η πρώτη αναφορά και ανάλυση του μηχανισμού αυτού έγινε σε άρθρο των Baum & Code1 το 1953, οι οποίοι ανέλυσαν απόκρυψη του αστέρα σ Κριού από την ατμόσφαιρα του πλανήτη Δία (Σχ. 2).

•Οι παρατηρήσεις

Στην εκστραστεία συμμετείχαν τηλεσκόπια διαμέτρου από 8 ίντσες (20 εκ.) ως και 3.58 μέτρα. Μια μεγάλη πρόκληση για την επιτυχία των παρατηρήσεων ήταν η εγγύτητα του στόχου στην Πανσέληνο. Η γωνιακή απόσταση της Σελήνης από τον αστέρα UCAC4 345-180315 - και τον Πλούτωνα-ήταν μόλις 10 μοίρες. Επιπλέον, για την Κεντρική Ευρώπη το ύψος του στόχου στον ορίζοντα ήταν χαμηλό, μεταξύ 10 και 20 μοίρες.

Καταγράφηκαν λήψεις με ψηφιακές CCD των 12 και 16 bit και με αναλογικές βιντεοκάμερες μεγάλης ευαισθησίας, οι οποίες ψηφιοποιήθηκαν στη συνέχεια. Οι χρόνοι καταγραφηκαν είτε με συσκευές GPS, είτε με σύνδεση NTP. Στις αναλογικές λήψεις το αποτύπωμα του χρόνου γινόταν με ειδικές συσκευές GPS με δυνατότητα απευθείας εισαγωγής γραμμής χρόνου ακρίβειας χιλιοστού του δευτερολέπτου (millisecond) σε κάθε καρέ. Στις ψηφιακές λήψεις από κάμερες CCD ο χρόνος NTP καταγρα-

φόταν ψηφιακά στα αρχεία FITS.

Η επεξεργασία και η ανάλυση των δεδομένων έγινε κυρίως από τον Bruno Sicardy (CCD/FITS) και δευτερευόντως από τον Wolfgang Beisker και άλλους συγγραφείς. Όλα τα καρέ από τα αρχεία βίντεο AVI μεταγράφηκαν σε αρχεία FITS σε περιβάλλον LINUX, με το λογισμικό FFMPEG. Στη συνέχεια έγινε ανάλυση με το λογισμικό MIDAS, με βάση έναν αλγόριθμο που γράφτηκε ειδικά γι' αυτόν το σκοπό. Η στατιστική ανάλυση και οι καμπύλες φωτός έγιναν με το λογισμικό DATAPLOT. Τέσσερις από αυτές τις καμπύλες φωτός με καλή ποιότητα απεικονίζονται στο σχ. 4. Τριάντα από τις καμπύλες φωτός παρήχθησαν με χαμηλότερης ποιότητας δεδομένα, κάτι που καθιστά πιο δύσκολη και χρονοβόρα την ανάλυση και αξιοποίηση τους (data fitting), ωστόσο στο εγγύς μέλλον θα μελετηθούν και αυτές για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την ατμόσφαιρα του Πλούτωνα.

• Παρατηρήσεις από την Ελλάδα

Στην Ελλάδα είχαμε δύο επιτυχείς καταγραφές της απόκρυψης, μία από το Γεροσταθοπούλειο Πανεπιστημιακό Αστεροσκοπείο Αθηνών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών από τους Δρ. Κοσμά Γαζέα, Λευτέρη Τζουγανάτο και Κυριακή Τηγάνη και μία από το Αστεροσκοπείο των Εκπαιδευτηρίων Ελληνογερμανική Αγωγή, στην Παλλήνη Αττικής, το οποίο διαθέτει τον κωδικό αστεροσκοπείου C68 (Minor Planet Center) με παρατηρητή το Βαγγέλη Τσάμη. Και στα δύο αστεροσκοπεία χρησιμοποιήθηκαν τηλεσκόπια διαμέτρου 40 εκ.

Στην Παλλήνη η παρατήρηση έγινε με το καταδιοπτρικό τηλεσκόπιο Meade LX-200R, τύπου Schmidt-Cassegrain, με εστιακό λόγο f/10. Δε χρησιμοποιήθηκαν φωτομετρικά φίλτρα, για να αυξηθεί ο λόγος σήματος προς θόρυβο, καθώς ο στόχος ήταν σχετικά αμυδρός, 14ου μεγέθους. Πήραμε 150 λήψεις αρχείων FITS μεταξύ UT 20:43:18 και UT 21:07:47 (UT 19/07/2016). Ο χρόνος έκθεσης ήταν 7 δευτερόλεπτα και ο χρόνος μεταφοράς περίπου 4 δευτερόλεπτα, με binning mode 3x3. Ελήφθησαν επίσης flat field frames και dark frames.

Στη συνέχεια κάναμε ανάλυση και επεξεργασία στις λήψεις με τα λογισμικά AIP4WIN (Astronomical Image Processing for Windows V2) και MaximDL Imaging Software (Σχ. 3).

Η φωτομετρική ανάλυση των δεδομένων με το AIP4WIN έδωσε τα εξής αποτελέσματα για τους ζητούμενους χρόνους του φαινομένου:

Έναρξη απόκρυψης του αστέρα: UT ~20:51:34 ± 3.5 sec

Λήξη απόκρυψης (επανεμφάνιση): UT ~20:53:33 ± 3.5 sec

Η καμπύλη φωτός που εξαγάγαμε φαίνεται στο Σχ. 3.

Αντίστοιχη μεθοδολογία ακολουθήσαμε από το Γεροσταθοπούλειο Πανεπιστημιακό Αστεροσκοπείο Αθηνών, με CCD camera και χρόνο λήψης 2 δευτερόλεπτα σε binning 3x3. Η φωτομετρική καμπύλη φαίνεται στο Σχ. 4.

• Ανάλυση των παρατηρήσεων

Από το πλήθος των παρατηρήσεων στην Ευρώπη και σε μερικές άλλες θέσεις που προαναφέρθηκαν, φαίνεται ότι η γεωμετρία του γεγονότος (θέσεις ουρανίων σωμάτων, προβολή μονοπατιού σκιάς στη Γη) όπως αποτυπώθηκε κατά την απόκρυψη, είναι εξαιρετικά κοντά –λιγότερο από 100 χλμ - στη γεωμετρία που προβλεπόταν στην τελευταία εκτίμησή μας. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης των παρατηρήσεων αποδίδεται γραφικά στο Σχ. 5: η σταδιακή απόκρυψη και επανεμφάνιση του αστέρα στην ατμόσφαιρα του Πλούτωνα, σε συνδιασμό με ένα θεωρητικό μοντέλο της, δείχνει την δομή και την κατανομή πιέσεων στην ατμόσφαιρα του πλανήτη. Η ατμόσφαιρα δεν έχει ακόμα (Ιούλιος 2016) καταρρεύσει, κάτι που αναμένεται να γίνει αργά ή γρήγορα, καθώς ο νάνος πλανήτης βρίσκεται σε φάση απομάκρυνσης από τον Ήλιο.

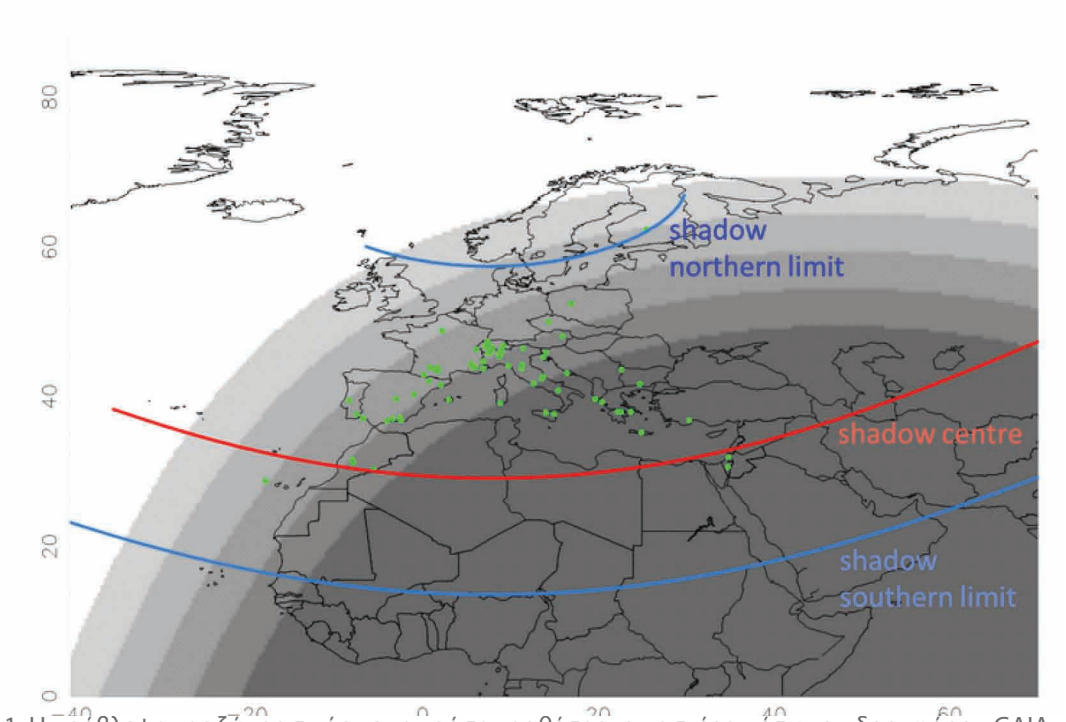
• Συμπεράσματα και συζήτηση

Οι παρατηρήσεις μας επιβεβαιώνουν την αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης και το ετος 2016, κάτι που είναι αξιοσημείωτο, καθώς από το 1988 ο Πλούτωνας συνεχώς απομακρύνεται από τον Ήλιο, με αποτέλεσμα να ψύχεται σταθερά. Η ροή ηλιακής ενέργειας προς τον Πλούτωνα έχει μειωθεί στο 79,5% της τιμής που είχε το 1988 και προβλέπεται περαιτέρω μείωσή της στο 47% αυτής του 1988 στο επόμενο αφήλιο του νάνου πλανήτη σε 100 περίπου έτη. Σε κάθε περίπτωση, αναμένεται αργά ή γρήγορα μια δραστική μείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης, όταν το Άζωτο της ατμόσφαιρας θα υγροποιηθεί στην παγωμένη επιφάνεια του Πλούτωνα. Οπωσδήποτε, για να εξηγηθεί επαρκώς το αποτέλεσμα που καταγράψαμε χρειάζεται να ληφθούν υπόψη και άλλες σύνθετες εποχειακές διαδικασίες, άγνωστες προς το παρόν. Αν υποθέσουμε ότι καταγράψαμε το πέρας αυτής της αύξησης, η παύση αυτή θα μπορούσε να είναι το έναυσμα της κατάρρευσης της ατμόσφαιρας του Πλούτωνα. Το περιθώριο λάθους στις μετρήσεις μας (ράβδος με γαλάζιο χρώμα στο σχ. 5) από τις καμπύλες φωτός που έχουμε αναλύσει μέχρι τώρα, είναι τέτοιο που δεν επιτρέπει ακόμα την εξαγωγή απολύτως ασφαλών συμπερασμάτων, κάτι που προσδοκούμε να γίνει με την ανάλυση και των υπολοίπων δεδομένων από τις παρατηρήσεις μας.

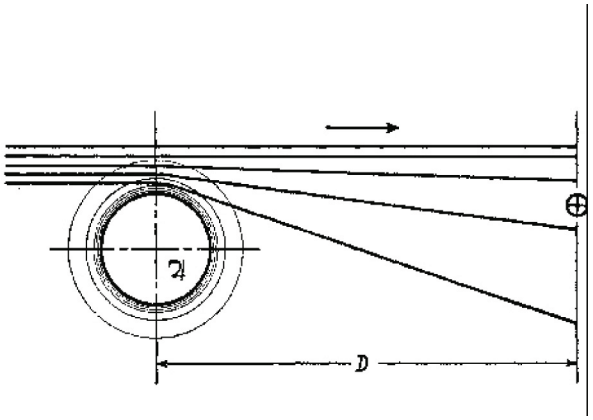
Η διαπιστωμένη πλέον δυνατότητα για εξαιρετικής ακρίβειας πρόβλεψη για τα όρια του μονοπατιού σκιάς αποκρύψεων υπερποσειδωνείων αντικειμένων (TNO), χάρη στους νέους αστρομετρικούς καταλόγους της αποστολής GAIA, σε συνδιασμό με την κινητοποίηση τόσο επαγγελματιών αστρονόμων όσο και ερασιτεχνών παρατηρητών με ευχέρεια μεταφοράς φορητού εξοπλισμού στα σωστά σημεία, θα επιτρέψει στους ερευνητές τη λεπτομερή μελέτη των μακρινών αυτών μελών του Ηλιακού μας συστήματος και την ανακάλυψη είτε ατμόσφαιρας σε αυτά τα σώματα, είτε δακτυλίων ή και άλλων αξιοσημείωτων χαρακτηριστικών.

• Ευχαριστίες

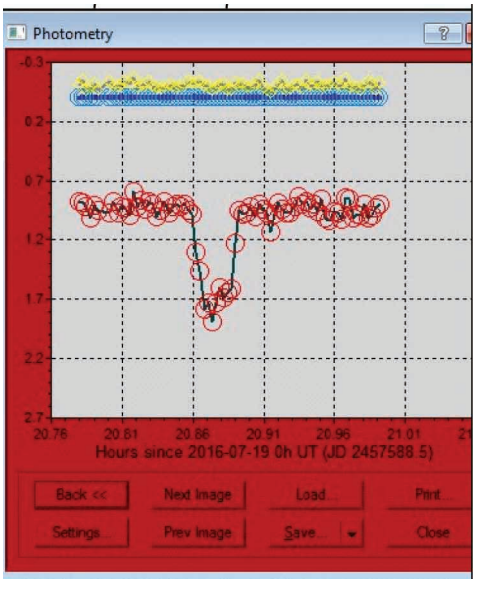
Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Έρευνας στο πλαίσιο του προγράμματος H2020 2014-2020 ERC Grant Agreement n°669416 «Lucky Star». Ευχαριστούμε θερμά τα Εκπαιδευτήρια Ελληνογερμανική Αγωγή (ΕΑ) που μας παρέχουν τη δυνατότητα χρήσης του τηλεσκοπίου 40 εκ. σε όλες τις παρατηρήσεις μας από το 2007, και ιδιαίτερα τους Σταύρο Σάβα, Σοφοκλή Σωτηρίου και Μάνο Αποστολάκη για τη συνεχή και σταθερή υποστήριξη τους.



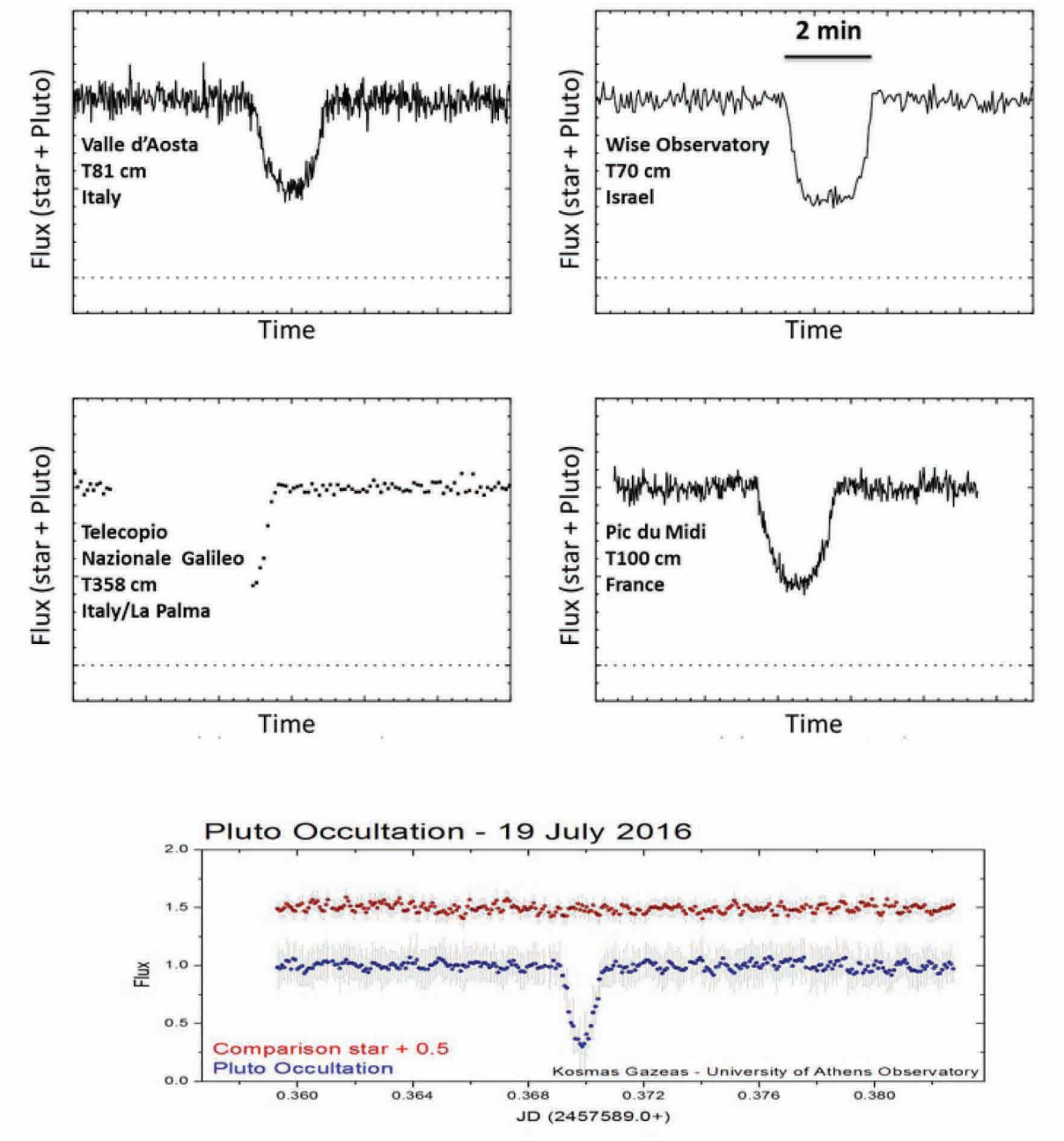
Σχήμα 1: Η πρόβλεψη της ζώνης σκιάς με τη χρήση της θέσης του αστέρα μέσω του δορυφόρου GAIA και των αστρονομικών εφημερίδων από την αποστολή New Horizons.



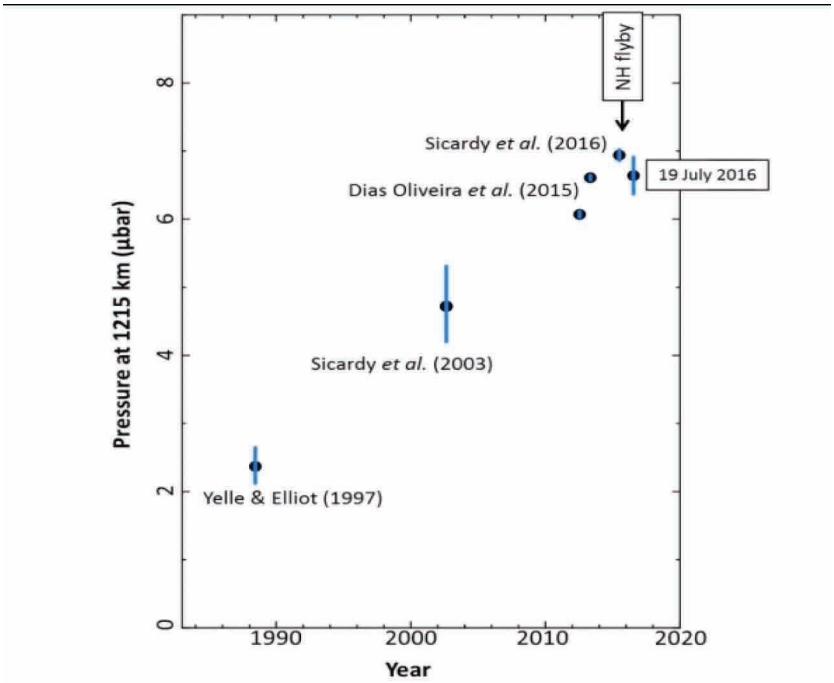
Σχήμα 2: Διάθλαση και απόκλιση των ακτίνων φωτός του αστέρα καθώς διέρχονται από την ατμόσφαιρα πλανήτη.
Στο συγκεκριμένο σχήμα απεικονίζονται ο Δίας και η Γη.
(πηγή: Baum & Code 1953, AJ 58, 108)



Σχήμα 3: Φωτομετρική καμπύλη του φαινομένου, που δημιουργήθηκε μ το λογσμικό MaximDL image processing software.



Σχήμα 4:
Οι καμπύλες φωτός από πέντε σταθμούς παρατήρησης με την καλύτερη ποιότητα δεδομένων.



Σχήμα 5: Το διάγραμμα με τα αποτελέσματα της έρευνάς μας: Ένα έτος μετά την αποστολή «New Horizons» της NASA στον Πλούτωνα, η ατμοσφαιρική πίεση στο νάνο πλανήτη κατά την εκτίμησή μας έχει περάσει τη φάση του μεγίστου και έχει αρχίσει να εμφανίζει πτωτική τάση, βαίνουσα προς κατάρρευση.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Baum, W. A., Code, A. D. A photometric observation of the occultation of σ Arietis by Jupiter. Astronomical Journal, Vol. 58, p. 108-112 (1953)

2. Dias-Oliveira, A., Sicardy, B., Lellouch, E., Vieira-Martins, R., Assafin, M. et al. Pluto's atmosphere from stellar occultations in 2012 and 2013 Astrophys. J. 811, 53 (2015)

3. Olkin, C. B., Young, L. A., Borncamp, D., Pickles, A., Sicardy, B. et al Evidence that Pluto's atmosphere does not collapse from occultations including the 2013 May 04 event Icarus, Volume 246, p. 220-225 (2015)

4. Sicardy, B., Talbot, J., Meza, E., Camargo, J. I. B., et al. Pluto's Atmosphere from the 2015 June 29 Ground-based Stellar Occultation at the Time of the New Horizons Flyby Astrophys. J. letters 819 (2016)

5. Sicardy, B., Widemann, T., Lellouch, et al. Large changes in Pluto's atmosphere as revealed by recent stellar occultations Nature 424, 168-170 (2003)

6. NASA New Horizons Mission https://www.nasa.gov/mission_pages/newhorizons/main/index.html

7. Gaia Outreach & Education, Image of the Week (14/092016)

https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/iow_20160914/

8. Gaia News 2016 A gift from Gaia to Pluto observers on the 1st anniversary of a historic flyby (14/07/2016) https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/news-2016

Η πρώτη παρατήρηση απόκρυψης αστέρα από το νάνο πλανήτη Haumea στις 21 Ιανουαρίου 2017

Βαγγέλης Τσάμης[1,2], Jose-Luiz Ortiz[3], Pablo Santos-Sanz[3], Bruno Sicardy[4], Erick Meza[4], Felipe Braga-Ribas[5,6], Wolfgang Beisker[7], Κοσμάς Γαζέας[8], Λευτέρης Τζουγανάτος[8], Κυριακή Τηγάνη[1], Νίκος Πασχάλης[9]

[1] Αστρονομική Ένωση Σπάρτης, e-mail: vtsamis@aegean.gr

[2] Ellinogermaniki Agogi Observatory, Dimitriou Panagea str., GR-15351 Pallini, Athens, Greece

[3] Instituto Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC), Glorieta de la Astronomía s/n, 18008-Granada, Spain

[4] LESIA, Observatoire de Paris, PSL Research University, CNRS, Sorbonne Universités, UPMC Univ. Paris 06, Univ. Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, France

[5] Observatório Nacional/MCTIC, Rua Gal. José Cristino 77, Rio de Janeiro-RJ, CEP 20921-400, Brazil

[6] Federal University of Technology-Paraná (UTFPR / DAFIS), Rua Sete de Setembro, 3165, CEP 80230-901, Curitiba, PR, Brazil

[7] International Occultation Timing Association (IOTA-ES) Bartold-Knausstr. 8 D-30459 Hannover, Germany

[8] Section of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, GR-15784 Zografos, Athens, Greece

[9] Nunki Observatory, Skiathos Island, Xanemo area 37002, Greece

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα από την πρώτη παρατήρηση απόκρυψης αστέρα, και μάλιστα πολλαπλής, από πολλούς παρατηρητές ταυτόχρονα, από το νάνο πλανήτη Haumea στις 21/01/2017. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός της ανακάλυψης δακτυλίου γύρω από τη Haumea, ως αποτέλεσμα της ανάλυσης των παρατηρήσεών μας. Η ανακάλυψη δημοσιεύεται στο περιοδικό "Nature", σε άρθρο με τίτλο "The size, shape, density and ring of the dwarf planet Haumea from a stellar occultation" στο τεύχος της 12ης Οκτωβρίου 2017, με κύριο συγγραφέα τον Ισπανό αστρονόμο Jose-Luis Ortiz (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC) και συγγραφείς (co-authors) -μεταξύ άλλων- τους συγγραφείς αυτής της εργασίας. Εδώ χρησιμοποιούμε κυρίως το κείμενο του Dr. Ortiz για να παρουσιάσουμε την οργάνωση των παρατηρήσεων, τις μετρήσεις και τα αποτελέσματα της έρευνάς μας. Πέραν της ανακάλυψης δακτυλίου, παρουσιάζουμε τις εκτιμήσεις μας για τις διαστάσεις, το σχήμα, την πυκνότητα και τη λευκαύγεια της Haumea, όπως προέκυψαν από τις παρατηρήσεις.

• Εισαγωγή

Ο νάνος πλανήτης Haumea (Χαουμέα) βρίσκεται στη ζώνη του του Kuiper και είναι ένα ιδιάζον Μετα-Ποσειδώνειο Αντικείμενο (TNO, Trans-Neptunian Object) με μοναδικά και εξωτικά χαρακτηριστι-

κά1,2,3,7,8, που ανακαλύφθηκε το 2004. Το όνομα Haumea δόθηκε προς τιμή της Χαβάιας θεάς του τοκετού. Έχει δύο δορυφόρους, τον Hi'iaka και τον Namaka, ονομασίες επίσης προερχόμενες από θεότητες των ιθαγενών της Χαβάης. Ταξινομείται ως ένας από τους πέντε νάνους πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος, μαζί με τη Δήμητρα, τον Πλούτωνα, τον Makemake και την Έριδα και είναι το μοναδικό μέλος σε αυτήν την ομάδα που δεν είναι ακόμα γνωστά επακριβώς το μέγεθος, το σχήμα, η λευκαύγεια, η πυκνότητα, καθώς και άλλα βασικά χαρακτηριστικά του. Για να λύσουμε αυτό το πρόβλημα, μελετήσαμε την τροχιά του και κάναμε πρόβλεψη (J.-L. Ortiz) για ένα γεγονός απόκρυψης του 17ου μεγέθους αστέρα (R~17.7 mag) GAIA/DR1-1233009038221203584 από τη Haumea, η οποία αναμενόταν να γίνει στις 21 Ιανουαρίου 2017, στις 02:57 UTC.

• Η διεθνής παρατηρησιακή εκστρατεία

Ενόψει της απόκρυψης, ο Jose-Luiz Ortiz οργάνωσε μια διεθνή παρατηρησιακή εκστρατεία, τόσο μεταξύ επαγγελματιών όσο και ερασιτεχνών αστρονόμων, με σκοπό την επαρκή κάλυψη του μονοπατιού σκιάς της απόκρυψης από ικανό αριθμό παρατηρητών, έτσι ώστε να προκύψουν όσο το δυνατόν περισσότερα αξιοποιήσιμα δεδομένα. Καθώς η πρόβλεψη για το μονοπάτι ήταν ευνοϊκή και για την Ελλάδα, ο Ortiz επικοινώνησε και μαζί μας, ώστε να συμβάλουμε κι εμείς στις παρατηρήσεις.

Εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους της Haumea, το πλάτος του μονοπατιού σκιάς αναμενόταν να είναι πολύ μεγάλο και έτσι οι πιθανότητες για επιτυχείς θετικές καταγραφές ήταν πολύ μεγαλύτερες απ' ότι σε προηγούμενα αντίστοιχα γεγονότα αποκρύψεων αστέρων από ΤΝΟ που είχαμε επιχειρήσει στο παρελθόν (Quaoar, Makemake, Eris, Orcus, Ixion, Varuna, Chaos). Καθώς η Haumea ήταν ο μοναδικός νάνος πλανήτης για τον οποίο δεν είχε ποτέ ως τότε παρατηρηθεί απόκρυψη αστέρα, αναμενόταν ότι στην περίπτωση επιτυχών παρατηρήσεων θα είχαμε πολύ ευνοϊκές συνθήκες για δημοσίευση των αποτελεσμάτων μας. Τελικά ένας μεγάλος αριθμός αστρονόμων, επαγγελματιών και ερασιτεχνών, από πολλές χώρες της Ευρώπης συμμετείχαν στις παρατηρήσεις και συνεργάστηκαν στο πλαίσιο αυτής της εκστρατείας. Οι σταθμοί παρατήρησης που τελικά είχαν επιτυχή θετική παρατήρηση αναγράφονται στο Παράρτημα 1.

• Οι σταθμοί παρατήρησης

Υπήρξαν θετικές αναφορές της απόκρυψης από 12 τηλεσκόπια σε 10 σταθμούς παρατήρησης (Παράρτημα 2) στην Ευρώπη: Στην Ιταλία από το Αστεροσκοπείο Asiago (T-180cm), το Αστεροσκοπείο Agliale (T-50cm), το Αστρονομικό Κέντρο Lajatico (T-50cm) και το Αστεροσκοπείο S.Marcello Pistoiese (T-60cm), στη Σλοβενία από το Αστεροσκοπείο Crni Vrh (T-60cm), στη Δημοκρατία της Τσεχίας από το Ondrejov (T-65cm), στη Γερμανία από το Αστεροσκοπείο Wendelstein (T-200cm & T-40cm) και από το Δημόσιο Αστεροσκοπείο της Βαυαρίας (T-81cm), στην Ουγγαρία από το Αστεροσκοπείο Konkoly (T-100cm & T-60cm) και στη Σλοβακία από το Αστεροσκοπείο Skalnate Pleso (T-130 cm). Οι καμπύλες φωτός που παρήχθησαν και αναλύθηκαν παρουσιάζονται στο Σχ. 2. Πρόκειται για την απόκρυψη Μετα-Ποσειδώνιου Αντικειμένου με τις περισσότερες θετικές παρατηρήσεις και τη μεγαλύτερη συμμετοχή παρατηρητών.

•Η απόκρυψη από το κύριο σώμα

Από την ανάλυση όλων των καμπυλών φωτός με προσαρμογή της θεωρητικής καμπύλης (square-well fit) προκύπτουν οι ακριβείς χρόνοι απόκρυψης και επανεμφάνισης του αστέρα σε κάθε θέση παρατήρησης. Λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμετρία του φαινομένου, και καθώς είναι γνωστή η απόσταση της Haumea από τη Γη και η ταχύτητά της, η διάρκεια της απόκρυψης σε κάθε μία θέση παρατήρησης ορίζει μια χορδή, η οποία - εξ ορισμού - περιέχεται στο περίγραμμα του σώματος που προκάλεσε την απόκρυψη. Καθώς οι παρατηρητές που κατέγραψαν και χρονομέτρησαν την απόκρυψη είναι

διατεταγμένοι κατά το μάλλον ή ήτον εγκάρσια στο μονοπάτι σκιάς, τα άκρα των χορδών ορίζουν το περίγραμμα του αποκρύπτοντος σώματος (Haumea), το οποίο προκύπτει από μοντελοποίηση και ελλειπτική προσαρμογή (elliptical fit). Σημειώνεται ότι το ελλειπτικό περίγραμμα αποτελεί την προβολή του σώματος που προκαλεί την απόκρυψη στην επιφάνεια της Γης αποκλειστικά κατά το χρόνο της απόκρυψης και ως εκ τούτου οι διαστάσεις του εξαρτώνται από τον εκάστοτε προσανατολισμό που έχει το σώμα στο χώρο, σε σχέση με την ιδιοπεριστροφή του. Στην περίπτωσή μας το περίγραμμα που προέκυψε είναι μια έλλειψη με διαστάσεις 1.704 ± 4 km X 1.138 ± 26 km για τον μεγάλο και τον μικρό άξονα αντίστοιχα. Ο προσανατολισμός (position angle) του μικρού άξονα της έλλειψης ήταν 76.3°± 1.2°, μετρούμενος θετικά από Βορρά προς Ανατολή.

Σε συνδυασμό με φωτομετρικά δεδομένα για την ιδιοπεριστροφή της Haumea (rotational light curves) και με εκτίμηση του προσανατολισμού της στον τρισδιάστατο χώρο κατά τη διάρκεια της απόκρυψης, συμπεραίνουμε ότι ο μεγάλος άξονας της Haumea είναι τουλάχιστον 2.322 ± 60 km, αρκετά μεγαλύτερος απ' ότι θεωρείτο παλαιότερα. Τα φωτομετρικά δεδομένα για την παραγωγή της καμπύλης φωτός λόγω περιστροφής της Haumea συνελέγησαν από παρατηρήσεις του Αστεροσκοπείου Vale d' Aosta (Ιταλία) δύο βραδιές μετά την απόκρυψη. Η περίοδος περιστροφής βρέθηκε ότι είναι 3.915341 ώρες. Η απόκρυψη έγινε στη φάση 0.0 της καμπύλης, πράγμα που σημαίνει ότι η Haumea κατά τη διάρκεια της απόκρυψης είχε τη μικρότερη δυνατή λαμπρότητα και παρουσίαζε το μικρότερης επιφάνειας προφίλ (Σχ. 4).

Ως απόρροια των παραπάνω δεδομένων, συμπεραίνουμε ότι το άνω όριο για την πυκνότητα του νάνου αυτού πλανήτη είναι 1.885 ± 80 kg/m3.

Ένα άλλο σημαντικό φυσικό χαρακτηριστικό που μετρήσαμε είναι η γεωμετρική λευκαύγεια pV, την οποία υπολογίσαμε λαμβάνοντας υπόψη την επιφάνεια προβολής της Haumea κατά την ώρα της απόκρυψης και την απόλυτη λαμπρότητά της15. Η τιμή που προκύπτει από την ανάλυση των παρατηρήσεών μας είναι pV = 0.51 ± 0.02, η οποία είναι σημαντικά μικρότερη από το εύρος τιμών που είχε προταθεί από το συνδυασμό των θερμικών μετρήσεων των διαστημικών τηλεσκοπίων Herschel και Spitzer16,8.

• Έλλειψη ατμόσφαιρας

Οι καμπύλες φωτός που αναλύσαμε δείχνουν μεγάλη και απότομη πτώση της λαμπρότητας εξαιτίας της απόκρυψης του αστέρα, πολύ κοντά στο χρονικό σημείο που είχαμε προβλέψει (~3:09 UT). Καθώς η μείωση της λαμπρότητας είναι απότομη και όχι σταδιακή, συμπεραίνουμε ότι η Haumea δε διαθέτει κάποιου είδους ατμόσφαιρα, όπως λ.χ. ο Πλούτωνας. Σε κάθε περίπτωση, δε βρέθηκαν περιοχές αζώτου (N2) ή μεθανίου (CH4) με τιμές πίεσης μεγαλύτερες των 3 nbar και 10 nbar αντίστοιχα, τιμές που αποτελούν το κατώφλι ανίχνευσης όσον αφορά τις παρατηρήσεις μας.

• Η ανακάλυψη του δακτυλίου

Επιπλέον της αναμενόμενης αυξομείωσης του φωτός κατά τη διάρκεια του κυρίου γεγονότος της απόκρυψης και επανεμφάνισης, καταγράψαμε στιγμιαίες συσκοτίσεις του αστέρα τόσο πριν όσο και μετά το κύριο γεγονός. Αυτές οι απότομες συσκοτίσεις εξηγούνται με την παρουσία ενός στενού και σχετικά πυκνού δακτυλίου γύρω από τη Haumea, πιθανότατα ίδιου τύπου και σύνθεσης με δακτυλίους του εξωτερικού Ηλιακού Συστήματος όπως αυτοί στη Χαρικλώ, το Χείρωνα και τον Ποσειδώνα.

Από τη μελέτη αυτών των δευτερευόντων γεγονότων που παρατηρήθηκαν γύρω από το κύριο σώμα της Haumea συμπεραίνουμε και τεκμηριώνουμε την παρουσία δακτυλίου με πάχος 70 km, ακτίνα 2.281 +80-45 km και οπτική πυκνότητα 0.5.

Ο δακτύλιος κείται στο ισημερινό επίπεδο της Haumea, όπως ακριβώς και η τροχιά του δορυφόρου

της Hi'iaka (Σχ. 5). Η ακτίνα της τροχιάς του δακτυλίου συνάδει με περιστροφικό συντονισμό 3:1 ως προς την περίοδο περιστροφής της Haumea.

• Η δυναμική του δακτυλίου

Σε απόσταση 2.281 km από το κέντρο της Haumea, ο δακτύλιος είναι μέσα στο όριο Roche (R_{Roche}) ενός υποθετικά ρευστού δορυφόρου (fluid solution), που αντιστοιχεί σε 4.400 km για μια σφαιρική Haumea χρησιμοποιώντας την κλασσική τιμή για το όριο Roche:

R_{Roche}=2. για πυκνότητα 1.885 kg/m^3 για το πρωτεύον σώμα (ρ_ρ) και 500 kg/m^3 για το σώμα - δορυφόρο ((ρ_s). Για μεγαλύτερες πυκνότητες δορυφόρου η ακτίνα Roche μπορεί να είναι λίγο μικρότερη. Για παράδειγμα, για την (απίθανη) περίπτωση της τιμής ρs= 3.600 kg/m^3, έχουμε RRoche= 2.270 km, σαφώς εντός του δακτυλίου της Haumea. Αν λάβουμε υπόψη το επίμηκες σχήμα της Haumea, η ακτίνα Roche γίνεται ακόμα μεγαλύτερη. Συνεπώς, ο δακτύλιος είναι σε τόσο κοντινή απόσταση στη Haumea, που είναι απαγορευτική για το σχηματισμό δορυφόρου από συσσώρευση υλικού στη θέση αυτή.

Η σταθερότητα του δακτυλίου θα μπορούσε να διαταραχθεί από δορυφόρους σε πιο απομακρυσμένες τροχιές, αν αυτές ήταν κεκλιμένες, εξαιτίας ταλαντώσεων Κοζάι (Kozai-type oscillations), αλλά οι δύο γνωστοί δορυφόροι δε μπορούν να προκαλέσουν τέτοιες ταλαντώσεις καθώς αφενός η τροχιά του Hi'iaka κείται στο ίδιο επίπεδο με το δακτύλιο - συγκεκριμένα στο ισημερινό επίπεδο της Haumea - και αφετέρου η κλίση της τροχιάς του Namaka ως προς το επίπεδο αυτό είναι πολύ μικρή. Σε κάθε περίπτωση, και με την απουσία τροχιακών συντονισμών, συγκρούσεις μεταξύ των σωματιδίων του δακτυλίου αποσβένουν πολύ γρήγορα κάθε τάση προς αλλαγή εκκεντρότητας και κλίσης των τροχιών των σωματιδίων. Ωστόσο, φαίνεται ότι ο δακτύλιος βρίσκεται κοντά σε περιστροφικό συντονισμό 3:1 με τη Haumea. Για κάθε πλήρη περιφορά των σωματιδίων του δακτυλίου γύρω από τη Haumea, η Haumea εκτελεί τρεις περιστροφές περί τον άξονά της. Αυτός ο 2ας τάξης συντονισμός συμβαίνει όταν 2κ = ω - n, όπου κ είναι η οριζόντια επικυκλική συχνότητα ενός σωματιδίου στο δακτύλιο, n η μέση ταχύτητά του και ω η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της Haumea. Οι τιμές των κ και n δίδονται από τους τύπους $n^2=(dU_0/d_r)/r$ και $\kappa^2=d(r^4n^2)/r^3$, όπου $U_0(r)$ είναι ο κατ' αζιμούθιο μέσος όρος του βαρυτικού δυναμικού του πρωτεύοντος σώματος σε απόσταση r από το κέντρο. Αν θεωρήσουμε ένα ομογενές τριαξονικό ελλειψοειδές σώμα με ημιάξονες a>b>c και ορίσουμε την πλάτυνσή του ως $f=[\sqrt{(a^2+b^2)/2} - c]/a$, τότε, για τη χαμηλότερου βαθμού f έχουμε $U_0(r) \sim -(GM/r)\,[1 + (f/5)(a/r)^2]$, όπου G η σταθερά της βαρύτητας και M η μάζα της Haumea.

Για τιμές a = 1161 ± 30 km, b= 852 ± 4 km and c= 513 ± 16 km που εξαγάγαμε από την ανάλυσή μας και M = 4.006 ± 0.040 X 1021 kg (βλ αναφορά 20), βρίσκουμε ότι ο περιστροφικός συντονισμός 3:1 εμφανίζεται σε ακτίνα r3:1= 2.285±8 km, τιμή που σαφώς συμφωνεί με την εκτίμησή μας για την απόσταση του δακτυλίου, συνυπολογιζομένου και του περιθωρίου σφάλματος.

Στο πλαίσιο αυτό, θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να προσδιοριστεί στο μέλλον με μεγαλύτερη ακρίβεια η γεωμετρία του δακτυλίου καθώς και το ακριβές περίγραμμα της Haumea, διότι με την συγκεκριμένη ακρίβεια των μετρήσεών μας δεν είναι εύκολο να διαχωριστούν σαφώς τα όριά τους (βλ. Σχήμα 5, κεντρική περιοχή). Μια τέτοια μέτρηση και οριοθέτηση δακτυλίου και Haumea θα επέτρεπε τον σαφέστερο προσδιορισμό της εκκεντρότητας του δακτυλίου και του ακριβούς προσανατολισμού των αψίδων ως προς το μεγάλο ημιάξονα της Haumea, δύο παράμετροι που είναι αναγκαίες για τη μελέτη ενός δυναμικού μοντέλου για το συντονισμό 3:1.

• Πιθανές αιτίες σχηματισμού του δακτυλίου

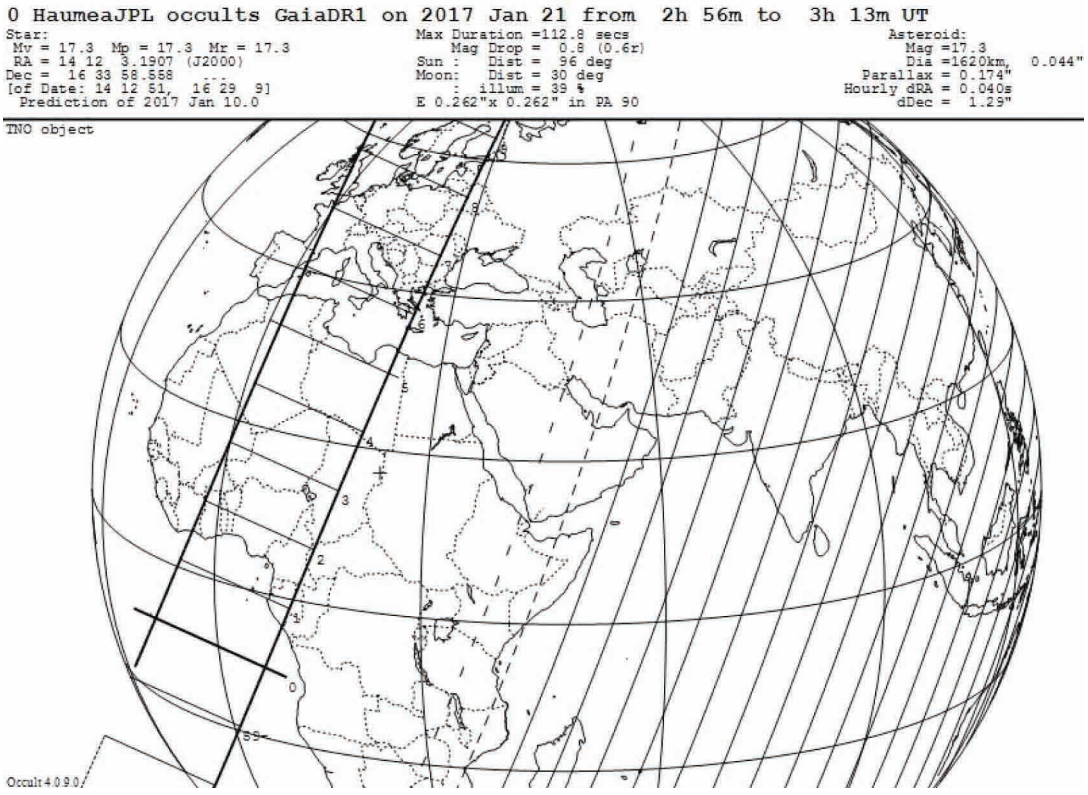
Σχετικά με την προέλευση του δακτυλίου, διαφορετικοί μηχανισμοί θα μπορούσαν να ευθύνονται για τον σχηματισμό του. Συγκρούσεις άλλων σωμάτων με τη Haumea θα μπορούσαν να προκαλέ-

σουν εκτόξευση υλικού, μέρος του οποίου στη συνέχεια τέθηκε σε τροχιά από τη βαρυτική έλξη της Haumea εντός του ορίου Roche (Roche limit). Εναλλακτικά, παλιρροϊκές διαταραχές ή γεγονότα σύγκρουσης σε κάποιον προϋπάρχοντα δορυφόρο θα ήταν πιθανό να παράγουν υλικό τροφοδοτώντας κάποιον δίσκο συσσώρευσης μέρος του οποίου θα παρέμενε σε τροχιά, ως δακτύλιος. Αρκετοί μηχανισμοί επίσης έχουν συζητηθεί για τις περιπτώσεις των δακτυλίων στη Χαρικλώ και τον Χείρωνα, κάποιοι από τους οποίους θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και στην περίπτωση της Haumea. Οι υποθέσεις όμως που συμπεριλαμβάνουν κομητική δραστηριότητα για το σχηματισμό του δακτυλίου πρέπει να αποκλειστούν, καθώς τέτοια δραστηριότητα είναι απίθανο να επηρεάσει ένα σώμα τόσο μεγάλο και απομακρυσμένο από τον Ήλιο, όπως η Haumea. Σε κάθε περίπτωση, οι διαδικασίες σχηματισμού του δακτυλίου πιθανότατα σχετίζονται με τις διαδικασίες σχηματισμού των δύο δορυφόρων, Hi'iaka και Namaka.

Αξίζει να σημειωθεί εδώ πως η υπόθεση που συναντάται σε κάποια θεωρητικά μοντέλα27 ότι δακτύλιοι μπορούν να σχηματιστούν μόνο σε σώματα που απέχουν 8 ως 20 αστρονομικές μονάδες (AU) από τον Ήλιο καταρρίπτεται από την ανακάλυψη του δακτυλίου στη Haumea, καθώς το σώμα αυτό απέχει απόσταση μεγαλύτερη των 50 AU από τον Ήλιο.

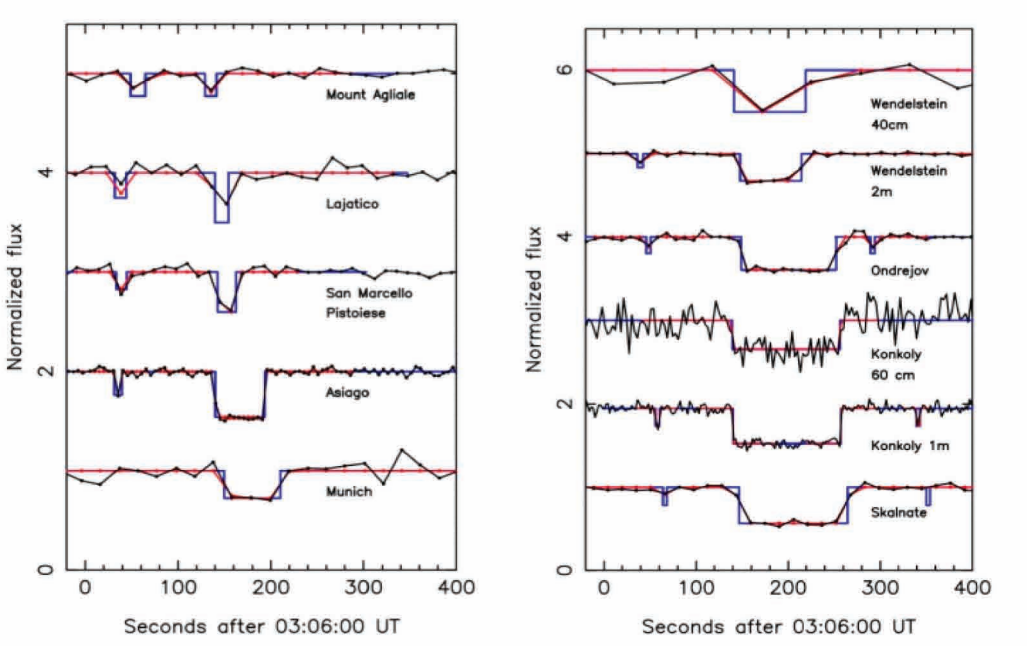
• Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Έρευνας στο πλαίσιο του προγράμματος H2020 2014-2020 ERC Grant Agreement N° 669416 «Lucky Star». Ευχαριστούμε θερμά τα Εκπαιδευτήρια Ελληνογερμανική Αγωγή (ΕΑ) που μας παρέχουν τη δυνατότητα χρήσης του τηλεσκοπίου 16" Meade LX-200R Schmidt-Cassegrain σε όλες τις παρατηρήσεις μας από το 2007.

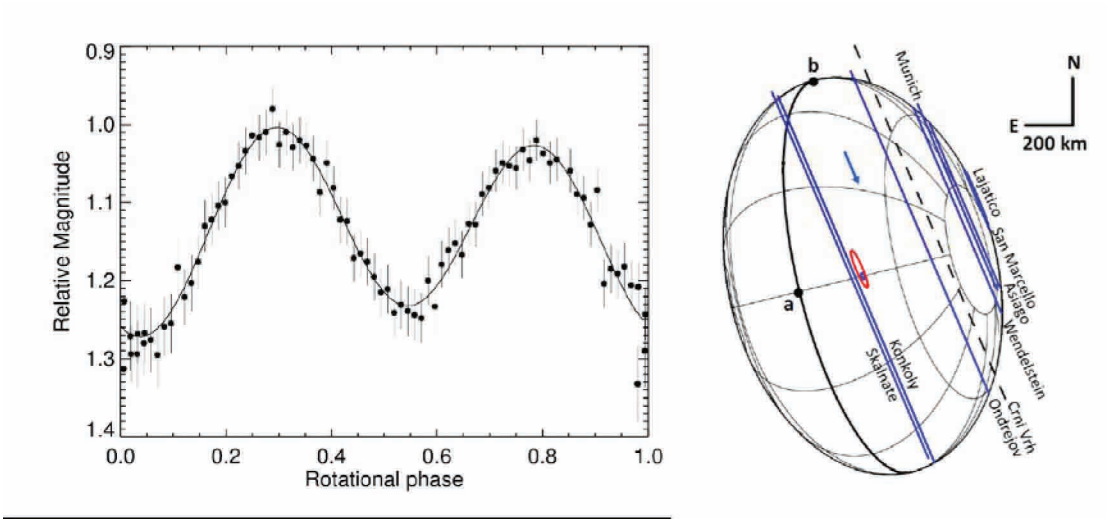


Σχήμα 1: Η πρόβλεψη για το μονοπάτι σκιάς.

Σχήμα 2:



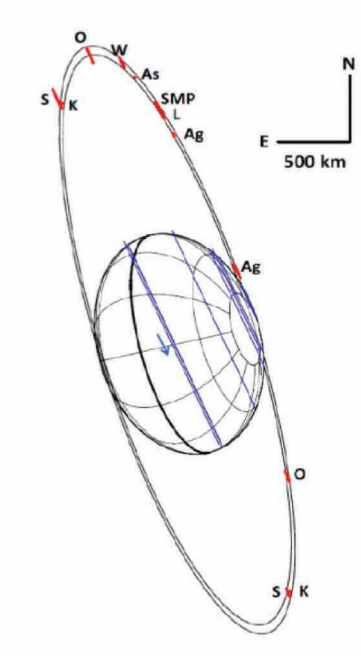
Οι καμπύλες φωτός με την καλύτερη ποιότητα δεδομένων από σταθμούς μας στην Ευρώπη.



Σχήμα 4: Αριστερά: Η καμπύλη φωτός εξαιτίας της ιδιοπεριστροφής της Haumea από φωτομετρικές παρατηρήσεις του Αστεροσκοπείου Vale d' Aosta (Ιταλία) δύο βραδιές μετά την απόκρυψη. Περίοδος περιστροφής: 3.915341 ώρες. Η απόκρυψη έγινε στη φάση 0.0 Δεξιά: λύση για το τριαξονικό ελλειψοειδές.



Σχήμα 3: Εικόνα του νάνου πλανήτη Haumea την ημέρα της επιπρόσθησης. Η εικόνα έχει ληφθεί από τον Δρ. Κοσμά Γαζέα από το Γεροσταθοπούλειο Πανεπιστημιακό Αστεροσκοπείο Αθηνών.



Σχήμα 5: Η λύση μας για τον ανακαλυφθέντα δακτύλιο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ_1: Η διεθνής ομάδα που συμμετείχε στις παρατηρήσεις

J. L. Ortiz1, P. Santos-Sanz1, B. Sicardy2, G. Benedetti-Rossi3, D. Bérard2, N. Morales1, R. Duffard1, F. Braga-Ribas3,4, U. Hopp5,6, C. Ries5, V. Nascimbeni7,8, F. Marzari9, V. Granata7,8, A. Pál10, C. Kiss10, T. Pribulla11, R. Komžík11, K. Hornoch12, P. Pravec12, P. Bacci13, M. Maestripieri13, L. Nerli13, L. Mazzei13, M. Bachini14,15, F. Martinelli15, G. Succi15, F. Ciabattari16, H. Mikuz17, A. Carbognani18, B. Gaehrken19, S. Mottola20, S. Hellmich20, F. L. Rommel4, E. Fernández-Valenzuela1, A. Campo Bagatin21,22, S. Cikota23,24, A. Cikota25, J. Lecacheux2, R. Vieira-Martins3,26, J.I.B. Camargo3,27, M. Assafin28, F. Colas26, R. Behrend29, J. Desmars2, E. Meza2, A. Alvarez-Candal3, W. Beisker30, A. R. Gomes-Junior27, B. E. Morgado27, F. Roques2, F. Vachier26, J. Berthier26, T. G. Mueller6, J. M. Madiedo31, O. Unsalan32, E. Sonbas33, N. Karaman33, O. Erece34, D.T. Koseoglu34, T. Ozisik34, S. Kalkan35, Y. Guney36, M.S. Niaei37, O. Satir37, C. Yesilyaprak37,38, C. Puskullu39, A. Kabas39, O. Demircan39, J. Alikakos40, V. Charmandaris40,41, G. Leto42, J. Ohlert43,44, J. M. Christille18, R. Szakáts10, A. Takácsné Farkas10, E. Varga-Verebélyi10, G. Marton10, A. Marciniak45, P. Bartczak45, T. Santana-Ros45, M. Butkiewicz-Bąk45, G. Dudziński45, V. Alí-Lagoa6, K. Gazeas46, L. Tzouganatos46, N. Paschalis47, V. Tsamis48, A. Sánchez-Lavega49, S. Pérez-Hoyos49, R. Hueso49, J. C. Guirado50,51, V. Peris50, R. Iglesias-Marzoa52,53

(1) Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC), Glorieta de la Astronomía s/n, 18008-Granada, Spain
(2) LESIA, Observatoire de Paris, PSL Research University, CNRS, Sorbonne Universités, UPMC Univ. Paris 06, Univ. Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, France
(3) Observatório Nacional/MCTIC, Rua Gal. José Cristino 77, Rio de Janeiro-RJ, CEP 20921-400, Brazil
(4) Federal University of Technology-Paraná (UTFPR / DAFIS), Rua Sete de Setembro, 3165, CEP 80230-901, Curitiba, PR, Brazil
(5) Universitäts-Sternwarte München, München, Scheiner Str. 1, D 81679 München, Germany
(6) Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik,D 85741 Garching, Germany

(7) Dipartimento di Fisica e Astronomia, `G. Galilei', Università degli Studi di Padova, Vicolo dell'Osservatorio 3, I-35122 Padova, Italy
(8) INAF – OsservatorioAstronomico di Padova, Vicolo dell'Osservatorio 5, I-35122 Padova, Italy
(9) Dipartimento di Fisica, University of Padova, via Marzolo 8, 35131, Padova, Italy
(10) Konkoly Observatory, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences, KonkolyThege 15-17, H-1121 Budapest, Hungary
(11) Astronomical Institute, Slovak Academy of Sciences, 059 60 Tatranská Lomnica, Slovakia
(12) Astronomical Institute, Academy of Sciences of the Czech Republic, Fričova 298, 251 65 Ondřejov, Czech Republic
(13) Astronomical Observatory San Marcello Pistoiese CARA Project, San Marcello Pistoiese, Pistoia, Italy
(14) Osservatorio astronomico di Tavolaia, Santa Maria a Monte (Pisa), Italy
(15) Lajatico Astronomical Centre, Via Mulini a Vento m. 9 Orciatico, cap 56030 Lajatico (Pisa), Italy
(16) Osservatorio Astronomico di Monte Agliale, Via Cune Motrone, I-55023 Borgo a Mozzano, Lucca, Italy
(17) Črni Vrh Observatory, Predgriže 29A, 5274 Črni Vrh nad Idrijo, Slovenia
(18) Astronomical Observatory of the Autonomous Region of the Aosta Valley (OAVdA), Lignan 39, 11020 Nus (Aosta), Italy
(19) Bayerische Volkssternwarte München, Rosenheimer Str. 145h D-81671 München,Germany
(20) German Aerospace Center (DLR), Institute of Planetary Research, Rutherfordstraße 2, 12489 Berlin, Germany
(21) Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Universidad de Alicante, PO Box 99, E-03080 Alicante, Spain
(22) Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y la Tecnología, Universidad de Alicante, PO Box 99, E-03080 Alicante, Spain
(23) University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Department of Applied Physics, Unska 3, 10000 Zagreb, Croatia
(24) RuĎer Bošković Institute, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb, Croatia
(25) European Southern Observatory, Karl-Schwarzschild-Str. 2, 85748 Garching b. München, Germany
(26) IMCCE/Observatorie de Paris, Paris, France, 77, Avenue Denfert Rochereau, 75014, Paris, France
(27) Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia-LIneA, Rua Gal. José Cristino 77, Rio de Janeiro-RJ, CEP 20921-400, Brazil
(28) Observatório do Valongo/UFRJ, Ladeira Pedro Antônio 43, Rio de Janeiro-RJ, CEP 20080-090, Brazil
(29) Observatoire de Genève, CH1290 Sauverny, Switzerland
(30) International Occultation Timing Association - European Section (IOTA-ES) IOTA-ESe.V. Bartold-Knausstr. 8 D-30459 Hannover, Germany
(31) Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva, Avenida de las Fuerzas Armadas S/N. 21071 Huelva, Spain
(32) Ege University, Faculty of Science, Department of Physics, 35100, Bornova, Izmir, Turkey
(33) University of Adiyaman, Department of Physics, 02040 Adiyaman, Turkey
(34) TUBITAK National Observatory (TUG), Akdeniz University Campus, 07058, Antalya, Turkey
(35) Ondokuz Mayis University Observatory, Space Research Center, 55200, Kurupelit, Samsun, Turkey
(36) Atatürk University, Science Faculty, Department of Physics, 25240, Erzurum, Turkey
(37) Atatürk University, Astrophysics Research and Application Center (ATASAM), 25240, Erzurum, Turkey
(38) Atatürk University, Science Faculty, Department of Astronomy and Astrophysics, 25240, Erzurum, Turkey
(39) Canakkale Onsekiz Mart University, Astrophysics Research Center (ARC) and Ulupınar Observatory (UPO) Canakkale, Turkey
(40) Institute for Astronomy, Astrophysics, Space Applications & Remote Sensing, National Observatory of Athens, GR-15236, Penteli, Greece
(41) Department of Physics, University of Crete, GR-71003, Heraklion, Greece
(42) INAF-Catania Astrophysical Observatory, Via Santa Sofia 78, I-95123 Catania, Italy
(43) Michael Adrian Observatorium, Astronomie Stiftung Trebur, Fichtenstr. 7 65468 Trebur, Germany
(44) University of Applied Sciences, Technische Hochschule Mittelhessen, Wilhelm-Leuschner-Straße 13 D-61169 Friedberg, Germany
(45) Astronomical Observatory Institute, Faculty of Physics, A. Mickiewicz University, Słoneczna 36, 60-286 Poznań, Poland
(46) Section of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, GR-15784 Zografos, Athens, Greece
(47) Nunki Observatory, Skiathos Island, Xanemo area 37002, Greece
(48) Ellinogermaniki Agogi Observatory, Dimitriou Panagea str., GR-15351 Pallini, Athens, Greece
(49) Departamento de Física Aplicada I, Escuela de Ingeniería de Bilbao, Universidad del País Vasco UPV /EHU, Plaza Torres Quevedo 1, 48013 Bilbao, Spain
(50) Observatori Astronòmic de la Universitat de València. Catedrático José Beltrán, 2. 46980, Paterna (Valencia), Spain
(51) Departament d'Astronomia i Astrofísica, Universitat de València, C. Dr. Moliner 50, E-46100 Burjassot, València, Spain
(52) Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón, Plaza de San Juan 1, 2ª planta, 44001, Teruel, Spain
(53) Dpto de Astrofísica, Universidad de La Laguna, Avenida Astrofísico Fco Sánchez, s/n, 38200, La Laguna, Tenerife, Spain

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ_2: Τα αστεροσκοπεία που έδωσαν θετική αναφορά στο γεγονός

Site Name	Coordinates Lat dd:mm:ss Lon dd:mm:ss Altitude (m)	Telescope Name Aperture Filter	Detector/Instrument Exposure (s) Cycle time (s)	Ingress time and Egress time (UTC)
Wendelstein Observatory -Germany	47°42'13.6" N 12°00'44" E 1838	2.0m Fraunhofer f/7.8 2.0 m r'	WWFI 10 s 14.536 s	3:08:27.9±2.8 3:09:34.1±0.5
Wendelstein Observatory -Germany	47°42'13.6" N 12°00'44" E 1838	40 cm f/8 0.4 m r'	SBIG ST10-XME 30 s 53.096 s	3:08:18.8 ±6 3:09:38.6 ±6
Skalnate Pleso Observatory -Slovakia	49°11'21.8" N 20°14'02.1" E 1826	Astelco 1300/10400 1.3 m no filter	Moravian G4-9000 10 s 15.5 s	3:08:26.79±0.963:10:24.56±0.8
Konkoly Observatory -Hungary	47°55'01.6" N 19°53'41.5" E 935	RCC 1.0 m no filter	Andor Ixon 1 s 1.007 s	3:08:20.3±0.2 3:10:17.39±0.07
Konkoly Observatory -Hungary	47°55'01.6" N 19°53'41.5" E 935	Schmidt 0.6 m no filter	Apogee 2 s 2.944 s	3:08:19.5±0.8 3:10:16.4±1.3
Bavarian Public Observatory -Munich, Germany	48°07'19.2" N 11°36'25.2" E 538	80 cm f/10 0.81 m no filter	ATIK 314L+ 20 s 20.304 s	3:08:30.0±3.3 3:09:30.0±4.9
Ondrejov Observatory -Czech Republic	49°54'32.6" N 14°46'53.3" E 526	Ondrejov 650/2675 0.65 m no filter	Moravian G2-3200 8 s 9.721 s	3:08:29.2±0.8 3:10:12.2±0.8
Crni Vrh Observatory -Slovenia	45°56'45.0" N 14°04'15.9" E 713	Deltagraph 60 cm f/3.3 0.6 m clear	Apogee Alta U9000HC 300s, drifted 315s	3:07:54±8 3:09:50±10
S. Marcello Pistoiese Observatory -Italy	44°03'51.0" N 10°48'14.0" E 965	0.60 f/4 0.6m no filter	Apogee ultra 10 s 11.877 s	3:08:22.9±0.9 3:08:42.8±0.9
Lajatico Astronomical Centre -Italy	43°25'44.7" N 10°43'01.2" E 433	RC 50 cm f/9 0.5 m no filter	Moravica 15 s 16.254 s	3:08:19.9±1.4 3:08:34.3±1.4
Asiago Observatory Cima Ekar -Italy	45°50'54.9"N 11°34'08.4"E 1376	Copernico 1.82 m f/9 1.8m no filter	AFOS 2 s 5.026 s	3:08:20.17±0.08 3:09:13.27±1.5
Mount Agliale Observatory -Italy	43°59'43.1'' N 10°30'53.8'' E 758	50 cm f/4.6 0.5 m no filter	FLI proline 15 s 16.724 s	The occultation by the main body of Haumea was not detectable from Mount Agliale. Only ring events were detected from Mount Agliale Observatory.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Rabinowitz, D. L. et al. Photometric Observations Constraining the Size, Shape, and Albedo of 2003 EL61, a Rapidly Rotating, Pluto-sized Object in the Kuiper Belt. Astrophys. J. 639, 1238-1251 (2006)

2. Brown, M. E. et al. Keck Observatory Laser Guide Star Adaptive Optics Discovery and Characterization of a Satellite to the Large Kuiper Belt Object 2003 EL61. Astrophys. J. 632, L45-L48 (2005)

3. Brown, M. E., Barkume, K. M., Ragozzine, D. & Schaller, E. L. A collisional family of icy objects in the Kuiper belt. Nature 446, 294-296 (2007).
4. Sicardy, B. et al. A Pluto-like radius and a high albedo for the dwarf planet Eris from an occultation. Nature 478, 493-496 (2011)
5. Ortiz, J. L. et al. Albedo and atmospheric constraints of dwarf planet Makemake from a stellar occultation. Nature 491, 566-569 (2012)
6. Stern, S. A. et al. The Pluto system: Initial results from its exploration by New Horizons. Science 350, id.aad1815 (2016)
7. Lockwood, A. C., Brown, M. E. & Stansberry, J. The Size and Shape of the Oblong Dwarf Planet Haumea, Earth, Moon, and Planets 111, 127-137 (2014)
8. Fornasier, S. et al. TNOs are Cool: A survey of the trans-Neptunian region. VIII. Combined Herschel PACS and SPIRE observations of nine bright targets at 70-500 μm. Astron. Astrophys 555, id.A15, 22 (2013)
9. Braga-Ribas, F. et al. A ring system detected around the Centaur (10199) Chariklo. Nature 508, 72-75 (2014)
10. Ortiz J. L. et al. Possible ring material around Centaur (2060) Chiron. Astron. Astrophys. 576, id.A18 (2015)
11. Ruprecht, J. et al. 29 November 2011 stellar occultation by 2060 Chiron: Symmetric jet-like features. Icarus 252, 271-276 (2015)
12. Hubbard, W. B. et al. Occultation detection of a Neptunian ring-like arc. Nature 319, 636-640 (1986)
13. Sicardy, B., Roques F. & Brahic, A. Neptune's rings, 1983-1989: Ground-
based stellar occultation observations. I - Ring-like arc detections. Icarus 89, 220-243 (1991)
14. Gourgeot, F. et al. Near-Infrared spatially resolved spectroscopy of (136108) Haumea's multiple system. Astron. Astrophys. 593, A19 (2016)
15. Rabinowitz, D. L., Schaefer, B. E. & Tourtellotte, S. W. The Diverse Solar Phase Curves of Distant Icy Bodies. I. Photometric Observations of 18 Trans-Neptunian Objects, 7 Centaurs, and Nereid. Astron. J. 133, 26-43 (2007)
16. Lellouch, E. et al. "TNOs are cool": A survey of the trans-Neptunian region. II. The thermal lightcurve of (136108) Haumea. Astron. Astrophys 518, id.L147 (2010)
17. Lacerda, P., Jewitt, D. & Peixinho, N. High-Precision Photometry of Extreme KBO 2003 EL61. Astron. J. 135, 1749-1756 (2008)
18. Thirouin, A. et al. Short-term variability of a sample of 29 trans-Neptunian objects and Centaurs. Astron. Astrophys. 522, id.A93 (2010)
19. Binzel, R. P., Farinella, P., Zappala, V. & Cellino, A. Asteroid rotation rates –Distribution and statistics. IN Asteroids II. University of Arizona Press, Tucson, AZ, 416-441 (1989)
20. Ragozzine D. & Brown, M. E. Orbits and Masses of the Satellites of the Dwarf Planet Haumea (2003 EL61). Astron. J. 137, 4766-4776 (2009)
21. Carry, B. Density of asteroids. Planetary and Space Science 73, 98-118 (2012)
22. Stansberry, J. A. et al. Physical properties of trans-neptunian binaries (120347) Salacia-Actaea and (42355) Typhon-Echidna. Icarus 219, 676-688 (2012)

23. Chandrasekhar, S. Ellipsoidal Figures of Equilibrium. Dover Books on Mathematics, Dover, New York (1987)
24. Holsapple K. A. Spin limits of Solar System bodies: From the small fast-rotators to 2003 EL61. Icarus 187, 500-509 (2007)
25. Holsapple, K. A. Equilibrium Configurations of Solid Cohesionless Bodies. Icarus 154, 432-448 (2001)
26. Rambaux, N., Chambat, F., Castillo-Rogez, J. & Baguet D. Equilibrium figures of dwarf planets. American Astronomical Society, DPS meeting #48, id.120.15 (2016)

27. Hedman, M. M. Why Are Dense Planetary Rings Only Found between 8 AU and 20 AU? Astrophys. J. 801, L33 (2015)

Παρατηρήσεις και φωτομετρία του αστέρα EV Lacertae

Μάρκος Ασπρίδης[1], Άγγελος Τσιάρας[2], Αναστασία Κόκορη[1,3]

[1] Όμιλος Φίλων Αστρονομίας Θεσσαλονίκης, Αλεξανδρεας 113, 54655, Θεσσαλονίκη

[2] Department of Physics and Astronomy, University College London, Gower Street, WC1E6BT London, United Kingdom

[3] Faculty of Humanities and Social Sciences, Dublin City University, Glasnevin, Dublin 9, Ireland

Περίληψη

Παρατήρηση και καταγραφή δραστηριότητας του μεταβλητού αστέρα EV Lac, ενός ερυθρού νάνου σε απόσταση 16,5 ε.φ. στον αστερισμό της Σαύρας. Θα παρουσιαστούν οι ψηφιακές φωτομετρικές παρατηρήσεις και οι καμπύλες φωτός, με εκλάμψεις της τάξης του 15% της λαμπρότητας του αστέρα. Παρατηρήσαμε τον αστέρα για τρεις συνεχόμενες νύχτες τον Αύγουστο του 2016, διαπιστώνοντας έντονη δραστηριότητα και τις τρεις νύχτες. Στην ομιλία επίσης θα συζητηθεί η μέθοδος παρατήρησης, το λογισμικό ανάλυσης δεδομένων και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήσαμε.

1. Εισαγωγή

Αφορμή για την παρατήρηση του συγκεκριμένου αστέρα, αποτέλεσε μια συζήτηση που είχα τον Μάιο του 2016 με τον καθηγητή κ. Σταύρο Αυγολούπη, σχετικά με την έρευνα που έχει κάνει στον συγκεκριμένο αστέρα στόχο. Στον αστρονομικό σταθμό Χολομώντα του Α.Π.Θ. δουλεύουμε εθελοντικά μια ομάδα επαγγελματιών και ερασιτεχνών αστρονόμων, με σκοπό την προσέλκυση φοιτητών του τομέα αστρονομίας για την εκπόνηση εργασιών και κυρίως τη διατήρηση του αστρονομικού σταθμού ως πυρήνα έρευνας και προώθησης της αστρονομίας. Η ομάδα μας αποτελείται από τους Άγγελο Τσιάρα, Κώστα Καρπούζα, Νατάσα Κόκορη και Μάρκο Ασπρίδη.



Εικόνα 1: Προετοιμασία για παρατήρηση

Ο αστέρα EV Lac είναι ένας μεταβλητός αστέρας (κατηγορίας flare stars) στον αστερισμό της Σαύρας. Σύμφωνα με τη δημοσίευση των κ.κ. Μαυρίδη και Αυγολούπη το 1986 ο αστέρας παρουσιάζει έναν 5ετή κύκλο δραστηριότητας. Ανατρέχοντας στο βιβλίο παρατηρήσεων του Αστρονομικού Σταθμού Χολομώντα, δεν βρέθηκε κάποια παρατήρηση του συγκεκριμένου αστέρα τα τελευταία 10 χρόνια.

Η ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Ο αστέρας παρατηρήθηκε στις 15, 16 και 17 Αυγούστου 2016, στον Αστρονομικό Σταθμό Χολομώντα του Α.Π.Θ. Οι καιρικές συνθήκες ήταν άριστες και η θερμοκρασία περιβάλλοντος στους 17 βαθμούς Κελσίου, γεγονός που έκανε την παρατήρηση εφικτή καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας. Μετά το τέλος της παρατήρησης πάρθηκαν τα απαραίτητα reduction frames (dark, flat, bias) για την σωστή επεξεργασία των δεδομένων.



Εικόνα 2: Πεδίο του αστέρα EV Lac από το πρόγραμμα Aladin

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

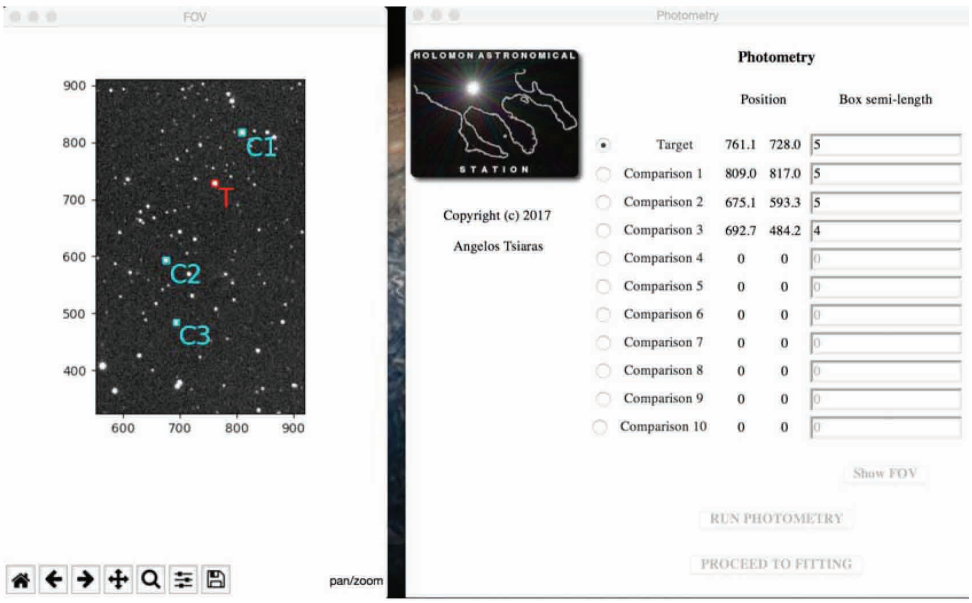
Στην παρατήρηση χρησιμοποιήθηκε τηλεσκόπιο Schmidt – Cassegrain διαμέτρου 28cm (11΄΄), σε ισημερινή στήριξη Celestron CGE. Για τη λήψη των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η CCD Camera Atik 4000 και κόκκινο φίλτρο. Το τηλεσκόπιο είναι μόνιμα εγκατεστημένο στον αστρονομικό σταθμό και είχε γίνει ήδη πολική ευθυγράμμιση και drift. Για την οδήγηση του συστήματος χρησιμοποιήθηκε ένα τηλεσκόπιο Maksutov 4΄΄ και CCD Camera Atik 16 iC. Κατά τη διάρκεια της παρατήρησης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Maxim DL 5.



Εικόνα 3: Ο εξοπλισμός

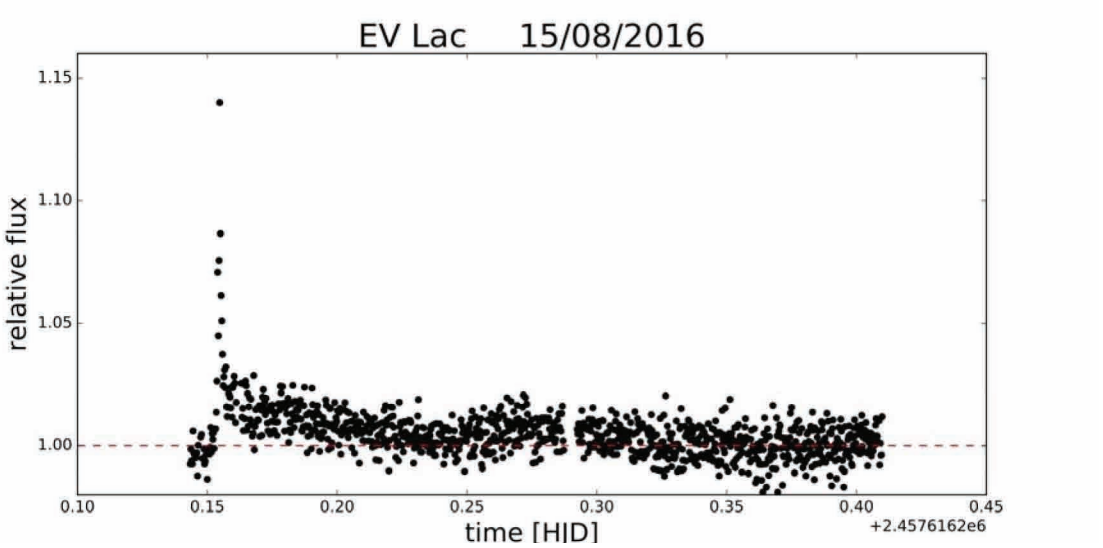
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό HOPS (Holomon Photometric Software, https://github.com/atsiaras/hops). Το HOPS είναι βασισμένο στην Python και είναι συμβατό με Linux, OS X και Windows. Είναι ένα ελεύθερο πρόγραμμα φωτομετρίας και έχει σχεδιαστεί για την ανάλυση δεδομένων από μικρής και μεσαίας κλίμακας τηλεσκόπια, με γνώμονα την ευκολία στη χρήση του. Με το συγκεκριμένο λογισμικό ο ερευνητής έχει τη δυνατότητα να κάνει διόρθωση και ευθυγράμμιση των εικόνων, σχετική φωτομετρία και μοντελοποίηση καμπυλών διάβασης.



Εικόνα 4: HOPS (Holomon Photometric Software)

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε έντονη δραστηριότητα του αστέρα και τις τρεις μέρες των παρατηρήσεων. Περισσότερο εντυπωσιακή ήταν η πρώτη παρατήρηση, που ο αστέρας παρουσίασε μεταβολή της λαμπρότητάς του κατά 15%.



Εικόνα 5: Καμπύλη φωτομετρίας, αστέρα EV Lac

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Σκοπός της συγκεκριμένης παρουσίασης δεν είναι η απλή αποτύπωση τριών ημερών παρατήρησης ενός μεταβλητού αστέρα. Ο στόχος είναι να αναδειχθεί η σημασία της συμβολής των ερασιτεχνών αστρονόμων στην αστρονομία αλλά και η σημασία της συνεργασίας των επαγγελματιών αστρονόμων με τους ερασιτέχνες. Σκοπός της ομάδας μας είναι η συνεργασία του Αστρονομικού Σταθμού Χολομώντα με άλλα αστεροσκοπεία του εξωτερικού, αλλά και η ανάπτυξη εντός δικτύου ερασιτεχνών αστρονόμων για παρατηρήσεις φωτομετρίας μεταβλητών αστέρων, διαβάσεων εξωπλανητών, έρευνας εκλειπτικών διπλών συστημάτων, μετρήσεων seeing κτλ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα τρία παιδιά της ομάδας, τον Άγγελο Τσιάρα, τον Κώστα Καρπούζα και τη Νατάσα Κόκορη, γιατί χωρίς την ενεργή παρουσία τους, τίποτε δεν θα ήταν εύκολο αυτά τα δύο χρόνια που δουλεύουμε μαζί στον Χολομώντα. Επίσης, τον ερασιτέχνη αστρονόμο Νίκο Πασχάλη, που είναι το πρώτο ενεργό μέλος της συνεργασίας του Αστρονομικού Σταθμού Χολομώντα με ερασιτέχνες αστρονόμους.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

-Mavridis, L.N. and Avgoloupis, S. 1986. The flare star EV Lac. 1. The activity cycle, Astronomy and Astrophysics (ISSN 0004-6361), vol. 154, (1-2), p. 171-175.

ΜΗΤΡΩΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΥΛΛΟΓΩΝ

ΕΔΡΑ	ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΣΥΛΛΟΓΟΥ	WEBSITE
Αγρίνιο	Αστρονομική και Αστροφυσική Εταιρεία Δυτικής Ελλάδας	http://agrinioastronomy.blogspot.gr/
Αθήνα	Ελληνική Αστρονομική Ενωση (ΕΑΕ)	http://www.astronomia.org.gr/
Αθήνα	Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας (ΣΕΑ)	http://www.hellas-astro.gr/
Αλεξανδρούπολη	Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας Θράκης (ΣΕΑΘ)	www.astrothraki.gr
Άμφισα Φωκίδας	Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας Φωκίδας "ΑΧΥΡΟΣΤΡΑΤΑ"	http://www.axirostrata.gr/
Αρκαδία	Σύλλογος Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής Ασέας	http://astroasea.weebly.com/
Άρτα	Αστρολάβος – Αστρονομίας και Διαστήματος	http://www.astrolavosastronomias.gr/
Βόλος	Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος	http://www.astronomos.gr/
Δράμα	ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΔΡΑΜΑΣ "Πήγασσος"	http://users.sch.gr/geoto/
Θεσσαλονίκη	Όμιλος φίλων Αστρονομίας (ΟΦΑ)	http://www.ofa.gr/
Καβάλα	Σύλλογος Φίλων Αστρονομίας Ανατολικής Μακεδονίας (ΣΦΑΜ)	http://www.astrosfam.org
Κάσος	Τοπικό Παράρτημα Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος	-
Καρπενήσι	Σύλλογος Φίλων Ερασιτεχνικής Αστρονομίας Ευρυτανίας "ΑΡΤΕΜΙΣ"	http://www.artemisastronomy.gr/
Καστοριά	Σύλλογος Ηλιακών και Πλανητικών Παρατηρητών	http://aspokastorias.yolasite.com/
Κέρκυρα	Αστρονομική Εταιρεία Κέρκυρας	"http://www.astrocorfu.gr/ "

Κοζάνη	Αστρονομικός Σύλλογος Δυτικής Μακεδονίας	www.astrodym.gr
Κως	Όμιλος Φίλων Αστρονομίας Κω	http://www.ofa-ko.org
Λάρισα	Αστροπαρατηρησιακός Όμιλος Λάρισας	http://www.a-polaris.org/
Νάουσα	Τοπικό Παράρτημα Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος	http://astronaoussa.webs.com/
Νάξος	Τοπικό Παράρτημα Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος	-
Ναύπλιο	Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας Αργολίδας	-
Πάτρα	ΩΡΙΩΝ - Αστρονομική Εταιρεία Πάτρας	http://www.orionas.gr/
Σαλαμίνα	Παράρτημα Σαλαμίνας της Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος	http://salamisastronomy.blogspot.gr/
Σέρρες	Αστροπύλη Σερρών	http://www.astropyli.org/
Σπάρτη	Αστρονομική Ένωση Σπάρτης "Διός Κούροι" (ΑΕΣ)	www.spartastronomy.gr
Υπάτη Φθιώτιδας	Σύλλογος Ερασιτεχνών Αστρονόμων Φθιώτιδας (ΣΕΑΦ)	http://www.seaf.gr/
Χαλκίδα	Εταιρεία αστρονομίας Χαλκίδας	http://astrochalkida.blogspot.gr/
Χανιά	Σύλλογος Φίλων Αστρονομίας Κρήτης (ΣΦΑΚ)	http://www.sfak.org/
Χίος	Σύλλογος αστρονομίας Χίου	http://www.astronomyclub.gr/

Υπο ίδρυση σύλλογοι ή ομάδες ερασιτεχνών και στις παρακάτω πόλεις:

Καρλόβασι Σάμου / Κατερίνη /Ηράκλειο Κρήτης /
Φλώρινα /Μυτιλήνη Λέσβου /Θράκη /Τρίκαλα.

ΣΥΝΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

Στις 13 Φεβρουαρίου 1927 ιδρύθηκε η «Αστρονομική Εταιρεία της Ελλάδος» εν Κερκύρα, πρώτη στην Ελλάδα, και από τις πρώτες στην Ευρώπη, που συγκέντρωσε γύρω της επαγγελματίες και ερασιτέχνες αστρονόμους από την Ελλάδα και όλο τον κόσμο, με πλούσια πολιτιστική και επιστημονική δράση. Διέθετε Αστεροσκοπείο με δύο τηλεσκόπια, μετεωρολογικό κλωβό και φασματοσκόπιο. Εξέδιδε από το 1927 το περιοδικό «Ουρανία» (από το όνομα της προστάτιδας Μούσας της Αστρονομίας). Το έργο της Εταιρείας αναγνωρίστηκε επίσημα από την Πολιτεία με την βράβευσή της από την Ακαδημία Αθηνών το 1932. Το έργο των μελών της αναγνωρίστηκε και διεθνώς, αφού ένας κρατήρας της Σελήνης φέρει το όνομα του ιδρυτή της Felix Lamèch και δύο κρατήρες, ένας στον Άρη και ένας στη Σελήνη, το όνομα του Κερκυραίου αστρονόμου Ιωάννη Φωκά, το αρχείο του οποίου δωρίστηκε στην εταιρεία από τα τέκνα του και ψηφιοποιείται με τη συνεργασία του Ιονίου Πανεπιστημίου.

Η επαναδραστηριοποίηση της Εταιρείας έγινε το 1996. Σήμερα, 20 χρόνια μετά, η εταιρεία αριθμεί 200 περίπου μέλη και αναπτύσσει επιστημονική, εκπαιδευτική, εκλαϊκευτική και πολιτιστική δράση. Η Εταιρεία επιτελεί ενημερωτικό, εκπαιδευτικό και πολιτισμικό έργο, μέσω τακτικών παρατηρήσεων του ουρανού με τηλεσκόπια, για το κοινό και για ερευνητικούς σκοπούς, εβδομαδιαίων διαλέξεων για θέματα Αστρονομίας και Επιστήμης γενικότερα, εκπαιδευτικών προγραμμάτων για μαθητές όλων των βαθμίδων και πολλαπλών πολιτιστικών εκδηλώσεων σε συνεργασία και με άλλους φορείς.

Το 2007 συμμετείχε σε Ευρωπαϊκά προγράμματα, δημιουργώντας μια δανειστική βιβλιοθήκη 500 περίπου τίτλων με επιστημονικά και αστρονομικά βιβλία, καθώς και 600 περίπου DVD επιστημονικού περιεχομένου. Παράλληλα εφάρμοσε πιλοτικά το πρόγραμμα Sci.Art (science and art) για πρώτη φορά στην Ελλάδα, με θέμα την καλλιτεχνική αστροφωτογραφία. Συμμετείχε σε Ευρωπαϊκά συνέδρια ερασιτεχνών αστρονόμων και σε όλα τα αντίστοιχα Ελληνικά, διοργανώνοντας μάλιστα το 2ο το 2001 και αναλαμβάνοντας την διοργάνωση του 10ου το 2017.

Συμμετέχει με την ομάδα αστροπαρατήρησης και αστροφωτογραφίας σε παρατηρήσεις, σε συνεργασία με άλλους αστρονομικούς συλλόγους και εκπαιδευτικά ιδρύματα από την Ελλάδα και όλο τον κόσμο.

Έχει ανακοινώσεις σε παγκόσμιους ερευνητικούς οργανισμούς, ενώ φωτογραφίες της έχουν αναρτηθεί και βραβευθεί σε Ελληνικά και διεθνή αστρονομικά περιοδικά και ιστοσελίδες. Συνεργάζεται σε Παγκόσμιες και Πανελλήνιες δράσεις στο πρόγραμμα για τη φωτορρύπανση και το περιβάλλον.

Στα 20 χρόνια λειτουργίας της έχει διοργανώσει πάνω από 300 διαλέξεις, 60 πολιτιστικές εκδηλώσεις σε συνεργασία και με άλλους φορείς, ενώ έχει ξεπεράσει τις 800 ώρες εκπαιδευτικών προγραμμάτων και πάνω από 5000 ώρες αστρονομικών παρατηρήσεων.

Όλες οι εκδηλώσεις της είναι δωρεάν για το κοινό.

ΕΡΤ ΚΕΡΚΥΡΑ

ΕΡΤ 3

Corfu Channel
το κερκυραϊκό κανάλι

Πλανητάριο
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
www.planitario.gr

ASTRO VOX

ΧΟΡΗΓΟΙ


ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ
ΚΕΡΚΥΡΑΣ


ΕΛΛΗΝΟΓΕΡΜΑΝΙΚΗ
ΑΓΩΓΗ


HOTEL CORFU PALACE
CORFU - GREECE


Πλανητάριο
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
www.planitario.gr


Computer Store
BY Fix It!


ASTRONOMY CAFE
HIPPARCHOS
ASTRONOMY STUDIOS


ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΕΛΒΙΡΑ ΜΕΤΑΛΛΗΝΟΥ
image


Le jardin
άνθη γάμος βάπτιση


Astrogenesis
COLLECTION


ΚΕΡΚΥΡΑΪΚΗ ΜΙΚΡΟΖΥΘΟΠΟΙΪΑ
CB
MMVI
CORFU BEER

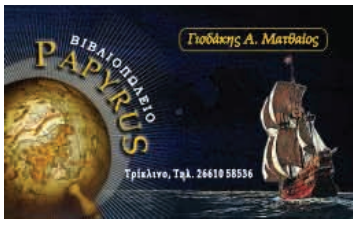

AGALLIS
www.agallisfoods.com


ΚΥΡ·ΓΙΑΝΝΗ


KerkyraLines


ΚΕΡΚΥΡΑ
ΣΩΚΡΑΚΙ
ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ


since
1977
EMERAL
αρτοποιία - ζαχαροπλαστική


ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ
PAPYRUS
Γιοβάκης Α. Ματθαίος
Τρίκλινο, Τηλ. 26610 58536


Πιτονοστιμιές
Ψητοπωλείο


Tsoukalas
ΟΠΤΙΚΟΣ
ΟΠΤΟΜΕΤΡΗΣ


Ο Παναγιώργης
ΑΠΟ ΤΟ 1924


Corfu
CAR RENTAL

Συμπλήρωμα τεύχους πρακτικών

Λόγω αλλαγών του προγράμματος μετά την εκτύπωση των πρακτικών,
δεν συμπεριλήφθησαν τα κείμενα των παρακάτω εισηγήσεων – παρουσιάσεων:

Σαββάτο 21 Οκτωβρίου 2017

Workshops

Startrails και timelapse - εξοπλισμός, λήψη, επεξεργασία

Ν. Τρεμούλης

ΟΛΙΚΗ ΕΚΛΕΙΨΗ ΗΛΙΟΥ 21 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ

Αστρονομική Εταιρεία Πάτρας «Ωρίων» Νάντια Μπαλή

Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας Κωνσταντίνος Αγγελής

Αστρονομική Ένωση Σπάρτης «ΔΙΟΣ ΚΟΥΡΟΙ» & ΟΦΑ

Αντώνης Φαρμακόπουλος, Δημόκριτος Τσουκάπας

ΟΦΑ & Αστρονομικός Σύλλογος Δυτικής Μακεδονίας

Αριστείδης Βούλγαρης, Νίκος Πλεξίδας