

«Μεθοδολογία, Εξοπλισμός, Προετοιμασία και Αποτελέσματα της Προσπάθειας Καταγραφής Συγκεκριμένων Γεγονότων Αποκρύψεων Αστέρων από Αστεροειδείς σε Βίντεο, κατά την περίοδο 2005-2007»

*Βαγγέλης Τσάμης
Ελληνική Αστρονομική Ένωση
vtsamis@aegean.gr*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Απόκρυψη ή επιπρόσθηση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο ένα ουράνιο σώμα (συνήθως αστεροειδής, πλανήτης ή η Σελήνη) διέρχεται μπροστά από κάποιο άλλο (αστέρας, αστεροειδής, πλανήτης ή άλλο αντικείμενο) σε σχέση με έναν παρατηρητή στη Γη, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται μερικώς ή ολικώς το φως από το σώμα που κείται μακρύτερα να φθάσει στο μάτι ή στο οπτικό όργανο του παρατηρητή. Από την άποψη του σώματος που κείται πλησιέστερα σε εμάς και αποκρύπτει το μακρινό σώμα, χρησιμοποιείται ο όρος «επιπρόσθηση» και από την άποψη του σώματος που το φως του εκλείπεται, χρησιμοποιούμε τον όρο «απόκρυψη». Κατά την επιπρόσθηση, το σώμα που διέρχεται μπροστά από τον παρατηρητή έχει φαινόμενο γωνιακό μέγεθος σαφώς μεγαλύτερο από το σώμα που αποκρύβεται, ενώ αν συμβαίνει το αντίθετο ονομάζουμε το φαινόμενο διάβαση. Ειδική περίπτωση είναι το φαινόμενο της έκλειψης, όπου τα δύο σώματα έχουν περίπου το ίδιο φαινόμενο μέγεθος ή το ένα εισέρχεται στον κώνο σκιάς του άλλου και έτσι παύει να φωτίζεται από τον Ήλιο.

Στην εργασία αυτή επιχειρείται να περιγραφεί η μεθοδολογία, ο εξοπλισμός, η προετοιμασία και τα αποτελέσματα της προσπάθειας παρατήρησης και καταγραφής αποκρύψεων αστέρων από αστεροειδείς (asteroid occultations).

Απόκρυψη αστέρων από αστεροειδείς συμβαίνει συνήθως πάνω ή σχετικά κοντά στην εκλειπτική, όπου και διέρχεται η πλειοψηφία των τροχιών των αστεροειδών, σε απόσταση περίπου 150 – 300 εκατομμύρια χλμ μακριά από τη Γη. Οι αστέρες βρίσκονται βέβαια σε αποστάσεις τρισεκατομμυρίων χλμ. Ο αστεροειδής διέρχεται ακριβώς μπροστά από τον αστέρα, ο οποίος θεωρείται ακίνητη σημειακή

πηγή φωτός και το φως του αστέρα παύει να φθάνει στον παρατηρητή. Κατά το διάστημα αυτό βλέπουμε μόνο το φως του αστεροειδούς και παρατηρούμε μείωση λαμπρότητας που αντιστοιχεί στη διαφορά της λαμπρότητας των δύο αντικειμένων. Αν ο αστεροειδής είναι ένα αμυδρό αντικείμενο, αόρατο με το τηλεσκόπιό μας, ο αστέρας φαίνεται ξαφνικά να «σβήνει τελείως» και να «ξαναανάβει», ενώ αν ο αστεροειδής δεν είναι αρκετά αμυδρός παρατηρούμε μεγάλη ή μικρή μείωση της φωτεινότητας του στόχου. Η διάρκεια του φαινομένου είναι συνήθως μερικά δευτερόλεπτα, αλλά γενικά κυμαίνεται από κλάσμα του δευτερολέπτου ως και ένα περίπου λεπτό.

Λόγω της γεωμετρίας του φαινομένου, των διαστάσεων και της κινηματικής των αστεροειδών, μια συγκεκριμένη απόκρυψη είναι ορατή μόνο από μια συγκεκριμένη ζώνη ή «μονοπάτι» πάνω στην επιφάνεια της Γης, πλάτους μερικών δεκάδων ή εκατοντάδων χλμ, και για ένα συγκεκριμένο χρόνο, καθώς η σκιά του αστεροειδούς στο φως του αστέρα σαρώνει την επιφάνεια της Γης.

Το φαινόμενο της απόκρυψης του αστέρα είναι συγκλονιστικό για τα μάτια του παρατηρητή, καθώς είναι ένα αστρονομικό φαινόμενο που εξελίσσεται πολύ γρήγορα, σε πραγματικό χρόνο. Μάλιστα είναι κοινή άποψη πολλών παρατηρητών ότι πάντα έχουμε την αίσθηση ότι συμβαίνει ξαφνικά, αναπάντεχα και αιφνιδιαστικά, παρ' όλη την τεχνική και ψυχολογική προετοιμασία, και έτσι απαιτείται πολύ καλή οργάνωση, τεταμένη προσοχή και γρήγορα αντανακλαστικά για να το απολαύσουμε, να το παρατηρήσουμε και να το καταγράψουμε.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Σημαντικά ορόσημα στην παρατήρηση και καταγραφή αποκρύψεων:

- Η πρώτη καταγεγραμμένη παρατήρηση απόκρυψης αστέρα από αστεροειδή έγινε στις 19 Φεβρουαρίου 1958 από τους P. Bjorklund and S. Muller στο Μάλμοε της Σουηδίας. Κατέγραψαν απόκρυψη του αστέρα SAO 112328 στον Ωρίωνα, μεγέθους 8,2 από τον αστεροειδή Ήρα (3-Juno), διάρκειας 7,2 sec.
- Στις 20 Νοεμβρίου 1959 ο Jean Meeus υπολόγισε, πρόβλεψε ο ίδιος και παρατήρησε grazing occultation του αστέρα λ Διδύμων από τη Σελήνη, στο Βέλγιο.
- Η πρώτη επιτυχημένη οργανωμένη ομαδική παρατήρηση απόκρυψης με αποτέλεσμα να γίνει εκτίμηση των διαστάσεων αστεροειδούς έγινε στις 24 Ιανουαρίου 1975, όταν 11 συμπαρατηρητές στην πολιτεία Connecticut με επικεφαλής τον O' Leary, παρατήρησαν την απόκρυψη του αστέρα κ Διδύμων (μεγέθους 3,6) από τον 433-από τον 433-Eros. Οι διαστάσεις του Έρωτος μετρήθηκαν να είναι 15χλμ X 7 χλμ.
- Η πρώτη καταγραφή σε βίντεο απόκρυψης αστέρα από τη Σελήνη έγινε στην Ιαπωνία το 1979 από τον Susumu Hosoi. Ο αστέρας ήταν ο Άλντεμπαράν.

- Η πρώτη φωτογραφία απόκρυψης από αστεροειδή τραβήχθηκε από τον Paul Maley στις 11 Δεκεμβρίου 1979. Με τηλεφακό 1000 mm με f/16, κατέγραψε σε φιλμ τη διαρκείας 27 sec απόκρυψη του SAO 80950 από τον αστεροειδή 9-Metis.
- Η πρώτη καταγραφή σε βίντεο απόκρυψης αστέρα από αστεροειδή έγινε στις 22 Νοεμβρίου 1982 από τον Peter Manly στις ΗΠΑ και σχεδόν ταυτόχρονα από τους J. Vedere, P. Laques and J. Lecacheaux στο αστεροσκοπείο Pic Du Midi της Γαλλίας. Κατεγράφη σε βίντεο η απόκρυψη του SAO 76017, μεγέθους 7,8, από τον αστεροειδή 93-Minerva.

Σήμερα υπάρχουν διεθνείς οργανισμοί ερασιτεχνών αστρονόμων όπως η IOTA (International Occultation Timing Association), η EAON (European Asteroid Occultation Network) η Euraster.Net, που ενθαρρύνουν την παρατήρηση και καταγραφή αποκρύψεων από ερασιτέχνες αστρονόμους, συλλέγοντας στοιχεία παρατηρήσεων, επεξεργάζονται τα στοιχεία αυτά και είτε εξάγουν επιστημονικά συμπεράσματα, είτε τα προωθούν σε επαγγελματίες αστρονόμους για περαιτέρω επεξεργασία. Επίσης, σε πολλούς συλλόγους ερασιτεχνών αστρονόμων υπάρχουν τομείς δραστηριοτήτων που ειδικεύονται στις αποκρύψεις, όπως στη RASNZ (Royal Astronomical Association of New Zealand), BAA (British Astronomical Association), CAS (Czech Astronomical Society) κ.α.

Το μονοπάτι σκιάς μιας απόκρυψης και η ώρα διέλευσής της μπορεί να προβλεφθεί με βάση τον ακριβή υπολογισμό των τροχιακών στοιχείων του αστεροειδούς και την ακριβή θέση του αστέρα στους αστρονομικούς καταλόγους, ειδικότερα μετά από τα πλούσια δεδομένα που έχει συλλέξει η αποστολή Hipparcos, με την κατάρτιση των καταλόγων Tycho.

Έτσι υπάρχουν ιστοσελίδες όπου τακτικά, σε μηνιαία βάση, επισημαίνονται οι προβλέψεις για συγκεκριμένα γεγονότα αποκρύψεων με όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την παρατήρηση του φαινομένου.

Τέτοιες ιστοσελίδες είναι η <http://www.asteroidoccultations.com/> (Steve Preston, IOTA), η <http://mpocc.astro.cz/2007/> (Edwin Goffin, Euraster), η <http://astrosurf.com/eaon/> (EAON).

Μεθοδολογία Παρατήρησης

ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΟΧΟΥ

Το πρώτο στάδιο είναι η επιλογή του φαινομένου που θα παρατηρήσουμε. Στις ιστοσελίδες αναφέρονται στοιχεία όπως η απεικόνιση σε χάρτη του προβλεπόμενου μονοπατιού πάνω στην επιφάνεια της Γης, η απεικόνιση σε χάρτη και οι συντεταγμένες του αστέρα, η αναμενόμενη ημερομηνία και ώρα του φαινομένου, η θέση του αστέρα στον ουρανό με βάση το γεωγραφικό ορίζοντα (αζιμουθιο και ύψωση), ο αναμενόμενος χρόνος διάρκειας, οι διαστάσεις του αστεροειδή, η θέση και η φάση της Σελήνης, κλπ. Επίσης αναφέρεται η πιθανότητα σφάλματος ως προς το ακριβές μονοπάτι και τον ακριβή χρόνο και η πιθανότητα παρατήρησης σε συνάρτηση με την απόσταση από το κέντρο του προβλεπόμενου μονοπατιού. Με

όλες αυτές τις πληροφορίες μπορούμε να επιλέξουμε ένα ή περισσότερα γεγονότα με κριτήρια όπως η απόσταση από τη θέση διαμονής μας ή τη δυνατότητα μετακίνησής μας με αυτοκίνητο προς την περιοχή του μονοπατιού, η διαθεσιμότητα και η δυνατότητα παρατήρησης τη συγκεκριμένη ημέρα και ώρα του 24ώρου, η λαμπρότητα και η θέση του αστέρα σε σχέση με την ευκολία οπτικής παρατήρησής ή της καταγραφής του ανάλογα με τον εξοπλισμό μας, η μαθηματική πιθανότητα να παρατηρήσουμε το γεγονός ή να πέσουμε στο όριο σφάλματος, κλπ.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ

Η παρατήρηση ή η καταγραφή μιας συγκεκριμένης απόκρυψης αφορά τρία κυρίως στοιχεία, από τα οποία ο παρατηρητής, ανάλογα με τον εξοπλισμό, τη μεθοδολογία και την εμπειρία του, μπορεί να καταγράψει και να αναφέρει ένα ή περισσότερα:

1. Το αν παρατηρήθηκε η απόκρυψη ή όχι, από συγκεκριμένο τόπο. Τόσο η θετική, όσο και η αρνητική παρατήρηση αποτελούν πολύτιμα δεδομένα για τη μελέτη του φαινομένου.
2. Τη διάρκεια της απόκρυψης.
3. Την ακριβή ώρα UT έναρξης και λήξης του φαινομένου.

Και στις 3 περιπτώσεις ο παρατηρητής θα πρέπει να αναφέρει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια τις συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) του τόπου παρατήρησης.

ΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

1. Χρονομέτρηση Διάρκειας

Η απλούστερη μορφή οπτικής παρατήρησης προϋποθέτει τουλάχιστον την αναφορά της διάρκειας του φαινομένου, στην περίπτωση που παρατηρηθεί απόκρυψη. Για το σκοπό αυτό μπορεί να γίνει χρονομέτρηση του φαινομένου με διάφορες μεθόδους:

- Με ένα χρονόμετρο ακριβείας, ή και ένα απλό αναλογικό ή ψηφιακό μέσο, όπως το χρονόμετρο στο ψηφιακό ρολόι του χεριού μας ή ακόμα και του κινητού μας. Θα πρέπει όμως ο παρατηρητής να είναι εξοικειωμένος με τη χρήση και λειτουργία τους, χωρίς να παρεμποδιστεί η σκοτοπική του όραση από τη φωτεινή οθόνη των ψηφιακών συσκευών.
- Με τη χρήση μαγνητοφώνου, αναλογικού (tape) ή ψηφιακού (digital voice recorder). Στην περίπτωση αυτή, το χρονικό σήμα έναρξης και λήξης δίδεται από τη φωνή του παρατηρητή, η οποία καταγράφεται από το μαγνητόφωνο, και αργότερα, ή την επόμενη ημέρα, κατά την απομαγνητοφώνηση χρονομετρείται η διάρκεια του γεγονότος. Μία σημαντική λεπτομέρεια είναι ότι το φωνητικό σήμα του παρατηρητή θα πρέπει να είναι μια σύντομη και κοφτή μονοσύλλαβη λέξη.

Κατά την οπτική παρατήρηση, θα πρέπει ο παρατηρητής να είναι σε πλήρη και συνεχή εγρήγορηση, η προσοχή του να είναι τεταμένη και να μη χάνει από τα μάτια του για κανένα λόγο το αστέρι στόχο, διότι είναι αβέβαιο εάν η απόκρυψη θα γίνει ακριβώς στον προβλεπόμενο χρόνο. Το περιθώριο χρονικού σφάλματος της πρόβλεψης μπορεί να είναι της τάξης μερικών δεκάδων δευτερολέπτων. Η οπτική παρατήρηση θα πρέπει να γίνεται σε συνθήκες ηρεμίας και ησυχίας, να ξεκινήσει 2-3 λεπτά πριν την αναμενόμενη ώρα του φαινομένου και να συνεχιστεί για 2-3 λεπτά μετά την αναμενόμενη ώρα, εάν έως τότε δεν έχει παρατηρηθεί απόκρυψη.

2. Χρονομέτρηση ακριβούς ώρας UT έναρξης και λήξης του φαινομένου.

Για τη χρονομέτρηση της ακριβούς ώρας UT έναρξης και λήξης του φαινομένου της απόκρυψης είναι απαραίτητη η χρήση αξιόπιστης βάσης χρόνου. Για να είναι αξιοποιήσιμη μια μέτρηση χρόνου και να συνδυαστεί και με παρατηρήσεις από άλλους παρατηρητές, ώστε να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα, χρειάζεται ακρίβεια μεγαλύτερη του 1/10 sec. Γι' αυτό θεωρούνται αναξιόπιστες οι πηγές όπως κοινά ρολόγια χειρός, η ώρα από το ρολόι υπολογιστή, ή ώρα που ανακοινώνεται τηλεφωνικά μέσω ΟΤΕ, κλπ. Η χρονική διαφορά της ώρας UT από τις πηγές αυτές, στην καλύτερη περίπτωση δε μπορεί να είναι μικρότερη από 0.5 sec, και ως εκ τούτου είναι μη αποδεκτή. Η πιο αξιόπιστες πηγές θεωρούνται είτε οι συσκευές GPS, είτε η λήψη ραδιοφωνικών σημάτων στα βραχέα ή μακρά κύματα, από συγκεκριμένους οργανισμούς ή υπηρεσίες που διαθέτουν ατομικό ρολόι και εκπέμπουν ειδικά διαμορφωμένο ραδιοφωνικό σήμα με εξειδικευμένους πομπούς αναμετάδοσης, σε συγκεκριμένες συχνότητες, εμβέλειας μερικών εκατοντάδων ή χιλιάδων χλμ. Οι συσκευές λήψης είναι είτε κοινοί ραδιοφωνικοί δέκτες βραχέων ή μακρών κυμάτων, είτε ρολόγια με ενσωματωμένο ραδιοφωνικό δέκτη που αποκωδικοποιεί το σήμα του πομπού και το μεταφράζει σε ακριβή ώρα UT (radio controlled clocks).

Οι κυριότεροι πομποί σημάτων ώρας είναι το WWV στην Αμερική για κοινούς ραδιοφωνικούς δέκτες στις συχνότητες 2.5, 5, 10, 15, 20 και 25 MHz, το WWVB επίσης στην Αμερική για radio controlled clocks, το JJY στην Ιαπωνία, το MSF60 στην Αγγλία, το DCF77 στη Γερμανία, το RTZ στη Ρωσία, το TDF στη Γαλλία και το HBG στην Ελβετία. Στην Ελλάδα μπορεί να γίνει λήψη του σήματος που εκπέμπεται από το DCF77 (http://www.ptb.de/en/org/4/44/442/dcf77_1_e.htm). Ο πομπός βρίσκεται στο Mainflingen, 25 χλμ ΝΑ της Φρανκφούρτης. Ένα δίκτυο κεραιών εκπέμπει ραδιοφωνικό σήμα στα μακρά κύματα, στη συχνότητα 77,5 KHz. Το σήμα χρόνου παράγεται τοπικά από 3 ατομικά ρολόγια που συνδέονται με ειδικό πρωτόκολλο με το κύριο ατομικό ρολόι Καισίου στο Braunschweig.

Η συσκευή που επιλέξαμε για τον εξοπλισμό μας είναι η RMB899P Global Travel Clock της Oregon Scientific, διότι πέραν του ευρωπαϊκού DCF77, έχει τη δυνατότητα να αποκωδικοποιεί σήματα και από τα ατομικά ρολόγια - πομπούς WWVB-60 (ΗΠΑ), WSF-60 (UK) και JP60 & JP40 (Ιαπωνία).

Όσον αφορά τις συσκευές GPS, είναι ενδιαφέρον να τονιστεί πως πάρα πολλά

μοντέλα των εμπορικών συσκευών GPS που κυκλοφορούν ευρέως και είναι πλέον τμήμα της καθημερινότητάς μας, δίνουν προτεραιότητα στην ακριβή καταγραφή των γεωγραφικών συντεταγμένων και όχι του χρόνου, και έχουν διαπιστωθεί αποκλίσεις της τάξης μέχρι και 2 sec! Γι' αυτό και θέλει προσοχή η επιλογή συσκευής GPS, τέτοιας ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις ακρίβειας χρόνου της τάξης των millisecond.

Παράλληλα με την ακριβή καταγραφή ώρας, η ΙΟΤΑ συνιστά καταγραφή της γεωγραφικής θέσης του παρατηρητή με ακρίβεια της τάξης 30-50 μέτρων για τις περισσότερες αποκρύψεις αστέρων από αστεροειδείς, ή και μεγαλύτερη, σε ειδικές περιπτώσεις.

Χρήση ραδιοφώνου ή ρολογιού με ενσωματωμένο ραδιοφωνικό δέκτη (radio controlled clock) και μαγνητοφώνου

Η συνήθης μεθοδολογία καταγραφής είναι η παράλληλη εγγραφή σε αναλογικό ή ψηφιακό μέσο τόσο του ηχητικού σήματος από το ραδιοφωνικό δέκτη όσο και της φωνής του παρατηρητή, κατά την έναρξη και τη λήξη του φαινομένου. Το ηχητικό ραδιοφωνικό σήμα αποτελείται από ακρίβειας millisecond διακριτούς παλμούς ανά δευτερόλεπτο και ευδιάκριτο παλμό διαφορετικής συχνότητας που σηματοδοτεί την έναρξη κάθε λεπτού,. Έτσι, κατά την απομαγνητοφώνηση είναι δυνατόν να προσδιοριστούν με ακρίβεια 0.1 sec οι δύο χρόνοι.

Στην περίπτωση της χρήσης ρολογιού με ενσωματωμένο ραδιοφωνικό δέκτη (radio controlled clock), εκμεταλλευόμαστε το ηχητικό σήμα του συναγερμού (alarm). Επιλέγουμε μοντέλο που διαθέτει συναγερμό που εκπέμπει διακριτούς ηχητικούς παλμούς κάθε δευτερόλεπτο, οι οποίοι καταγράφονται και σηματοδοτούν επίσης με ακρίβεια millisecond το χρόνο που διαρκεί το φαινόμενο που καταγράφουμε. Ομοίως, μπορούμε να επιτύχουμε ακρίβεια 0.1 sec κατά την απομαγνητοφώνηση της ηχογράφησης την επόμενη ημέρα.

Χρήση ραδιοφώνου ή ρολογιού με ενσωματωμένο ραδιοφωνικό δέκτη (radio controlled clock) και χρονομέτρου

Μια διαφορετική μέθοδος, όχι τόσο ακριβής όσο η προηγούμενη, είναι να χρησιμοποιήσουμε ραδιόφωνο ή ρολόι ακριβείας (radio controlled clock) σε συνδυασμό με χρονόμετρο, αντί του μαγνητοφώνου.

Στην περίπτωση αυτή δουλεύουμε ως εξής: Αρκετά λεπτά πριν την αναμενόμενη απόκρυψη προσπαθούμε να κάνουμε εκκίνηση στο χρονόμετρο ακριβώς ταυτόχρονα με την έναρξη κάποιου λεπτού στο ρολόι μας ή στο ραδιόφωνο, με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια συγχρονισμού μπορούμε να επιτύχουμε. Ίσως χρειαστεί να προσπαθήσουμε πολλές φορές ώστε να έχουμε τον επιθυμητό συγχρονισμό. Δεν έχει σημασία ποιο λεπτό θα είναι αυτό, όταν όμως το επιτύχουμε, σημειώνουμε σε ένα χαρτί το χρόνο που άρχισε να μετράει το χρονόμετρο. Στη συνέχεια, εφόσον παρατηρήσουμε απόκρυψη, με τη βοήθεια του χρονομέτρου παίρνουμε δύο χρόνους. Προσθέτουμε τους χρόνους αυτούς στην ώρα που έγινε ο συγχρονισμός και άρχισε να μετράει το χρονόμετρο και έχουμε τους δύο χρόνους έναρξης και λήξης του φαινομένου. Σαφώς και είναι αναγκαίο το χρονόμετρο να μπορεί να καταγράφει δύο ή περισσότερους χρόνους (γύρους, lap time) με το πάτημα του ίδιου πλήκτρου κάθε φορά, για ευκολία καταγραφής.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΕ ΒΙΝΤΕΟ

Η σύγχρονη τάση στους ερασιτέχνες αστρονόμους που ασχολούνται με τις αποκρύψεις είναι η καταγραφή του φαινομένου σε βίντεο. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται υπερευαίσθητες κάμερες CCD, συνήθως ασπρόμαυρες, οι οποίες όμως στέλνουν στην έξοδο αναλογικό σήμα βίντεο. Οι κάμερες αυτές δεν είναι παρά κάμερες ασφαλείας, κατηγορία που είναι γνωστή με τον όρο CCTV (Closed Circuit Tele Vision, surveillance, security cameras) και τις χρησιμοποιούν ευρέως οι ερασιτέχνες αστρονόμοι για την καταγραφή αποκρύψεων αστερών αλλά και μετεώρων, καθώς η υπερυψηλή ευαισθησία τους επιτρέπει την καταγραφή αμυδρών αντικειμένων με πολύ υψηλό ρυθμό καρτέ το δευτερόλεπτο, το οποίο είναι και ακριβώς το ζητούμενο σε αυτές τις περιπτώσεις. Η τυπική ευαισθησία κυμαίνεται από 0.001 lux έως 0.0001 lux στο f/1.4, και το τυπικό frame rate είναι μεγαλύτερο από 50 fps. Οι πιο γνωστές κάμερες στο χώρο είναι η κορεατικής προέλευσης PC164C, η σειρά Mintron με κυριότερη την 12V1 EX από την Ταιβάν και οι ιαπωνικές κάμερες της WATEC, με κορυφαία μοντέλα την 120N και τη σειρά 902 H2/H3 Supreme και Ultimate.

Η κάμερα που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε είναι η WATEC 902 H2 Ultimate στην έκδοση PAL (CCIR), καθώς πλεονεκτεί σε πολλά χαρακτηριστικά από τους ανταγωνιστές της (σχ 1).



Σχ 1: Η κάμερα WATEC 902 H2 Ultimate (CCIR)

Πρόκειται για μια μονόχρωμη κάμερα υψηλής ανάλυσης και υπέρ υψηλής ευαισθησίας, κοντά στο επίπεδο των υπερέρυθρων (IR). Το 1/2» ICX-249AL EXviewCCD της Sony που διαθέτει, έχει ευαισθησία 0.0001 lux στο f/1.4, με αριθμό ενεργών εικονοστοιχείων (pixels) 795 X 596 και παράγει αναλογικό σήμα 570 TV Lines, με ταχύτητα διαφράγματος που ρυθμίζεται αυτόματα ή χειροκίνητα από 1/50 έως 1/100.000, λόγω σήματος προς θόρυβο >50 db, και ένα πολύ κρίσιμο και χρήσιμο στοιχείο: επιτρέπει τόσο τον αυτόματο, όσο και το χειροκίνητο έλεγχο (Automatic και Manual Gain Control). Τροφοδοτείται από 12V DC και έχει βάρος μόλις 98 γραμμάρια. Το αναλογικό σήμα βίντεο εγγράφεται είτε σε τυπικό VCR recorder, είτε σε φορητή camcorder που έχει είσοδο αναλογικού VIDEO IN, είτε ακόμα σε ψηφιακό μέσο καταγραφής (πχ MPEG recorder) με αναλογικό VIDEO IN.

TIME INSERTERS

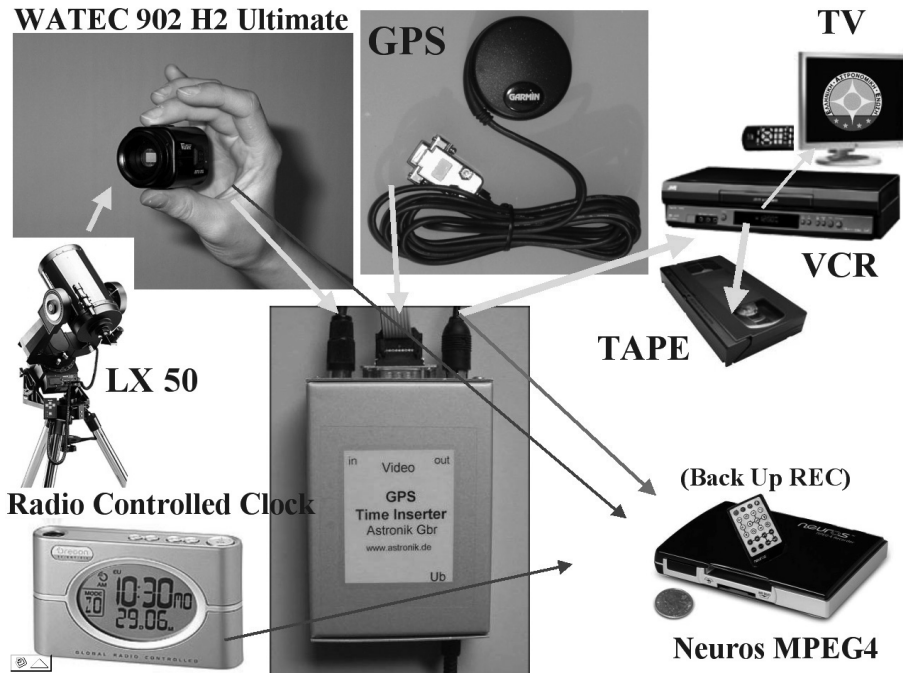
Μια πολύ σημαντική καινοτομία, ευρέως διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια, είναι η χρήση των VIDEO TIME INSERTERS, ηλεκτρονικών συσκευών που εισάγουν στην εικόνα του αναλογικού βίντεο μια στάμπα χρόνου, με μία γραμμή στην οθόνη όπου απεικονίζεται η ημερομηνία και ο χρόνος (ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα, χιλιοστά του δευτερολέπτου σε UT. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σύνδεσή τους είτε με συσκευή GPS, είτε με κάποια ειδική συσκευή με ενσωματωμένο ραδιοφωνικό δέκτη (radio controlled clock) που συγχρονίζεται με κάποιο ατομικό ρολόι. Για τη χώρα μας τέτοια λήψη είναι δυνατή από το ατομικό ρολόι DCF-77 της Φρανκφούρτης.

Το Video Time Inserter παρεμβάλλεται μεταξύ της κάμερας και του μέσου καταγραφής βίντεο, ή της οθόνης.

Οι πιο γνωστές συσκευές εισαγωγής χρόνου είναι το KIWI-OSD (<http://www.pfdsystems.com/kiwiosd.html>), το TIM-10 GPS/DCF Time-Inserter της AME (<http://www.ame-engineering.de/produkte/gps/gps.html>), το VNG Users Consortium GPS Time Receiver (<http://tufi.alphalink.com.au/vnguc/>), το TIVi Time Imposer for Video (<http://www2.synapse.ne.jp/haya/ghstivi/ghstivi.html>) και το McAfee Video Time Inserter (<http://mysite.verizon.net/vze8uqf1/id4.html>).

Προσωπικά επιλέξαμε το γερμανικής κατασκευής και προέλευσης TIM-10, καθώς έχει τη δυνατότητα να εισαγάγει πέραν του ακριβούς χρόνου UT και δύο επιπλέον γραμμές στην οθόνη όπου προβάλλονται οι ακριβείς συντεταγμένες του τόπου παρατήρησης (γεωγραφικό μήκος και πλάτος), στην έκδοση GPS. Η συσκευή GPS με την οποία συνδέεται είναι η Garmin GPS18LVC OEM Sensor.

Με το συνδυασμό της υπερευαίσθητης κάμερας και της συσκευής εισαγωγής χρόνου έχουμε ως αποτέλεσμα ένα απόσπασμα βίντεο όπου καταγράφεται το φαινόμενο της απόκρυψης με ακριβέστατα στοιχεία χρόνου UT και γεωγραφικών συντεταγμένων παρατήρησης, και έτσι είναι δυνατόν να γίνουν καταγραφές και μετρήσεις με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Οι μετρήσεις αυτές έχουν το τεκμήριο της αντικειμενικότητας, υπεισέρχονται ελάχιστοι παράγοντες σφαλμάτων, και έτσι έχουν ιδιαίτερη επιστημονική αξία και δυνατότητα για επεξεργασία και εξαγωγή συμπερασμάτων (σχ 2).



Σχ 2: Διάγραμμα του εξοπλισμού μας και της διασύνδεσης των διαφόρων συσκευών. Με πράσινα βέλη είναι η συνηθής διάταξη, ενώ με κόκκινο και μωβ βέλη σημειώνεται η εναλλακτική (back up) διάταξη.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ

Ενδεικτικά περιγράφονται κάποιοι βασικοί κανόνες που θα πρέπει να ακολουθεί κανείς για την προετοιμασία εν όψει της παρατήρησης, αρκετές μέρες πριν το γεγονός (O= Occultation):

- O -7 ως O -1 ημέρες: Ελέγχουμε στις σχετικές ιστοσελίδες πρόγνωσης εάν υπάρχει κάποια τροποποίηση της πρόβλεψης, ή ενημέρωση με νέα στοιχεία, για το γεγονός που μας ενδιαφέρει.
- O -7 ως O -1 ημέρες: Εντοπίζουμε το αστέρι και απομνημονεύουμε το αστρικό πεδίο (απαραίτητο να γίνει λίγες βραδιές νωρίτερα, όχι την τελευταία στιγμή)
- O -7 ως O -1 ημέρες: Ελέγχουμε το σύνολο του εξοπλισμού μας και να βεβαιωθούμε ότι όλα είναι σε καλή κατάσταση και λειτουργούν άψογα. Ιδιαίτερη προσοχή στις μπαταρίες, καλώδια, ταινίες εγγραφής ήχου και εικόνας, κλπ για να μην λείπει τίποτα.

- Ο -1 ημέρα: Ελέγχουμε σε ένα χάρτη της περιοχής πιθανή θέση παρατήρησης σε σχέση με το μονοπάτι της σκιάς, και αν είναι δυνατόν, να βρεθούμε στο σημείο την προηγούμενη, τουλάχιστον βραδιά. Η περιοχή πρέπει να έχει ελεύθερο ορίζοντα εκεί όπου θα βρίσκεται ο αστέρας την ώρα της απόκρυψης.
- Ο -2 ώρες: Πρέπει να έχουμε στήσει το τηλεσκόπιο μας. Κάνουμε πολική ευθυγράμμιση και ελέγχουμε ότι τα μοτέρ δουλεύουν κανονικά. Λαμβάνουμε μέτρα για την πιθανότητα η υγρασία να θολώσει τα οπτικά μας: χρησιμοποιούμε προέκταση σωλήνα ή κολάρο με θερμαινόμενη αντίσταση (dew zapper). Εξετάζουμε αν λειτουργεί κανονικά η συσκευή καταγραφής ή μέτρησης χρόνου, GPS ή DFF77 ή χρονόμετρο. Πρέπει να έχουμε μαζί μας φακό ερυθρού φωτός, τους χάρτες που θα χρησιμοποιήσουμε, γεμάτες μπαταρίες, ή βιντεοκασέτα η κασέτα ήχου να είναι στην έναρξη της ταινίας.
- Ο -30 λεπτά: Εντοπίζουμε με το τηλεσκόπιο μας το αστέρι και το κεντράρουμε στο πεδίο του προσοφθάλμιου φακού με τον οποίο θα κάνουμε οπτική παρατήρηση, ή στην οθόνη του υπολογιστή ή του TV- monitor, αν κάνουμε εγγραφή βίντεο σε ψηφιακό ή αναλογικό μέσο αντίστοιχα.. Καθόμαστε όσο μπορούμε σε πιο άνετη και αναπαυτική θέση για την παρατήρηση.
- Ο -20 λεπτά: Ελέγχουμε την ποιότητα εγγραφής της φωνής μας και των σημάτων ήχου στο μέσο καταγραφής. Πρέπει να ακούγεται εύχαρα και καθαρά το ηχητικό σήμα.
- Ο -2 λεπτά: Αρχίζουμε την οπτική παρατήρηση με τεταμένη την προσοχή μας και σε πλήρη εγρήγορση. Εναλλακτικά, αν καταγράφουμε βίντεο, αρχίζουμε την εγγραφή εικόνας και ήχου.
- Ο +2 λεπτά: Τέλος οπτικής παρατήρησης. Τέλος εγγραφής βίντεο και ήχου.
- Ο +1 ημέρα: Εντός 24 ωρών πρέπει να αναφέρουμε θετικό ή αρνητικό αποτέλεσμα στο συντονιστή παρατηρήσεων της τοπικής μας ομάδας ή στην EAON, IOTA ή Euraster.
- Ο +3 ημέρες: Αποστέλλουμε συμπληρωμένη πλήρως την ειδική φόρμα παρατήρησης με ηλεκτρονική αποστολή e-mail.

ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΕΝΗ ΟΜΑΔΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

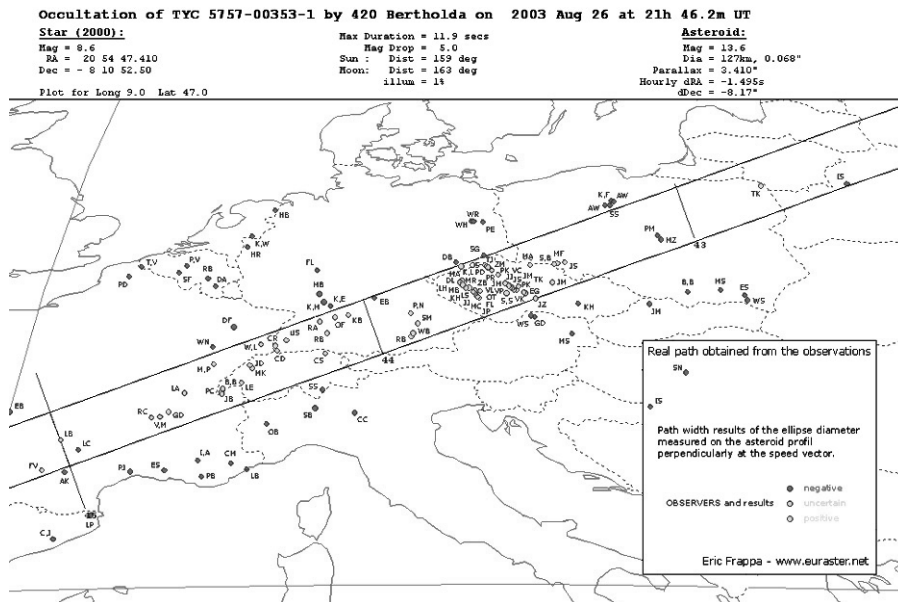
Είναι ζητούμενο σε περιπτώσεις σημαντικών γεγονότων (πχ αστεροειδής με δορυφόρο, υποψία διπλού ή πολλαπλού αστρικού συστήματος) ή εύκολων γεγονότων (πχ. λαμπρό μέγεθος αποκρυβόμενου αστέρα, μεγάλη διάμετρος αστεροειδούς, μεγάλη πιθανότητα θετικής παρατήρησης) να γίνει συνδυασμένη παρατήρηση από ομάδα παρατηρητών οι οποίοι είναι διεσπαρμένοι σε έναν άξονα κάθετο στο

αναμενόμενο μονοπάτι της σκιάς. Η απόσταση μεταξύ τους πρέπει να είναι το πολύ 2/3 του πλάτους, ώστε να μην περάσει η σκιά ανάμεσά τους. Με τη συνεργασία ικανού αριθμού παρατηρητών μπορούν να εξαχθούν κάποια στοιχεία για το σχήμα και τις διαστάσεις του αστεροειδούς (μικρός και μεγάλος άξονας, πιθανή ασυμμετρία), τα οποία, αν συνδυαστούν με άλλες επιστημονικές παρατηρήσεις ανάλογων φαινομένων απόκρυψης ή και φωτομετρίας, μπορεί να υπολογιστεί με μεγάλη ακρίβεια το πραγματικό σχήμα και οι διαστάσεις του αστεροειδή.

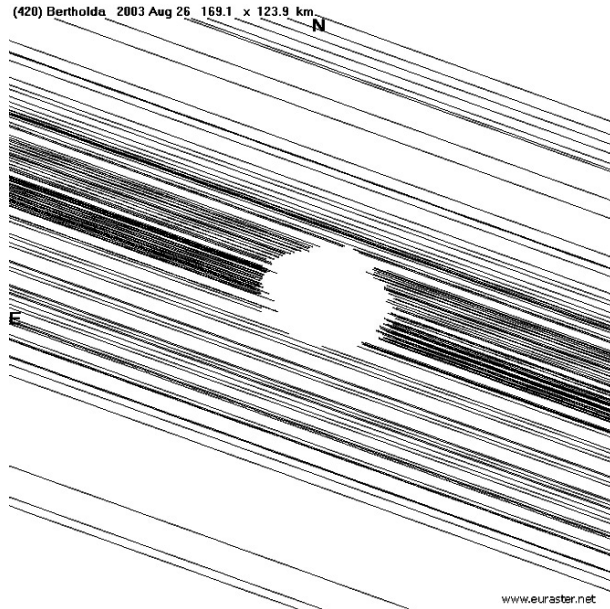
Αν υπάρχει διασπορά μεγάλου αριθμού παρατηρητών, το προφίλ και οι διαστάσεις που παρουσιάζει τη συγκεκριμένη στιγμή ο αστεροειδής κατά τη διέλευσή του, υπολογίζονται με μεγάλη ακρίβεια από τους χρόνους καταγραφής της απόκρυψης για κάθε παρατηρητή, ανάλογα με τις γεωγραφικές του συντεταγμένες.

Με βάση την ταχύτητα της σκιάς του αστρικού φωτός πάνω στην επιφάνεια της Γης στο μονοπάτι της απόκρυψης, οι χρόνοι διάρκειας του φαινομένου για τον κάθε έναν παρατηρητή μετατρέπονται σε μήκη (χորδές) πάνω σε ένα διάγραμμα, όπου τελικά απεικονίζεται το προφίλ του αστεροειδούς.

Στο παράδειγμα της απόκρυψης ενός λαμπρού αστέρα 8.6 mag από τον αστεροειδή 420-Bertholda, στις 26 Αυγούστου 2003, συμμετείχαν 177 παρατηρητές από 17 χώρες της Ευρώπης (σχ 3), ακόμα και με κιάλια. Από αυτούς οι 77 έδωσαν θετικές αναφορές, από τις οποίες υπολογίστηκε το προφίλ της Bertholda (σχ 4).



Σχ 3: Διασπορά μεγάλου αριθμού παρατηρητών κατά την επιπρόσθηση του αστεροειδούς Bertholda



(420) Bertholda 2003 Aug 26 $169.1 \pm 0.8 \times 123.9 \pm 1.8$ km



Σχ 4: Το σχήμα και οι διαστάσεις του αστεροειδούς υπολογίζονται με μεγάλη ακρίβεια από τους χρόνους καταγραφής της απόκρυψης για κάθε παρατηρητή, ανάλογα με τις γεωγραφικές του συντεταγμένες.

ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΚΡΥΨΕΩΝ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2005-2007

- 01- Κυριακή 25 Σεπτεμβρίου 2005 και ώρα 01:00 UT. Επιπρόσθηση του Αστεροειδούς 773-Irmintraud στον αστέρα 2UCAC 45650405 στον αστερισμό του Ηνιόχου.**
 Η πρώτη απόπειρα οπτικής παρατήρησης απόκρυψης, από το σπίτι μου στο Χαλάνδρι. Δε στέφθηκε από επιτυχία, καθώς η πρόβλεψη για το μονοπάτι σκιάς είχε σφάλμα μετατόπισης προς βορρά. Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο TAL 2M 6" κατοπτρικό, απλό ψηφιακό χρονόμετρο.
- 02- Τετάρτη 19/10/2005 και ώρα 04:24 UT. Αστεροειδής 166-Rhodope, αστέρας Regulus (α Leonis).**
 Η πρώτη μας απόπειρα καταγραφής σε βίντεο. Δυστυχώς, όμως δεν παρατηρήθηκε απόκρυψη από το Χαλάνδρι. Το φαινόμενο ήταν ορατό από την Κηφισιά και βορειότερα, έως περίπου και τη Χαλκίδα. Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο Meade ETX 125 Mak, ATIK 1C CCD modified web camera, απλό ψηφιακό χρονόμετρο. Ο Βασιλίσκος ήταν υπέροχος τόσο οπτικά, στον προσοφθάλμιο του ETX 125, όσο και στην ψηφιακή απεικόνισή του. Και μάλιστα στο πρώτο φως της ημέρας, σε έναν καταγάλανο ουρανό. Αλλά δυστυχώς δεν «έσβησε»! Ο Αντώνης Αγιομαμίτης από τον Ωρωπό παρατήρησε και κατέγραψε το φαινόμενο καθώς η θέση του ήταν μέσα στο μονοπάτι της σκιάς.
- 03- Δευτέρα 14 Αυγούστου 2006 και ώρα Ελλάδα 00:40:30. Αστεροειδής 1258-Sicilia, αστέρας TYC 576-710 στους Ιχθείς, τόπος: Μεσιά Πέλλας.**
 Η μείωση της λαμπρότητας του αστέρα αναμενόταν να είναι 5.3 μεγέθη. Η διάμετρος του αστεροειδούς εκτιμάται ότι είναι 43 km, αστέρας μεγέθους 9.9 αναμενόμενη διάρκεια περίπου 4.6 sec.
 Η επιχείρηση παρατήρησης της απόκρυψης αυτής αποτελεί ορόσημο στην ενασχόλησή μας με τον τομέα αυτό της ερασιτεχνικής αστρονομίας. Το μονοπάτι σκιάς προβλεπόταν ότι θα περνούσε από τη Β. Ελλάδα, έτσι οργανώσαμε και προετοιμάσαμε το πρώτο ταξίδι - αποστολή στην περιοχή του μονοπατιού. Το ταξίδι στη Β. Ελλάδα ήταν συγκλονιστικό. Είμασταν δύο παρατηρητές με δύο τηλεσκόπια: Τσάμης με Meade LX50 10" SCT και Τηγάνη με TAL 2M 6" κατοπτρικό (σχ 5). Το μέρος που επιλέξαμε ως χώρο παρατήρησης ήταν το χωριό Μεσιά, μεταξύ Αθύρων και Ευρωπού. Σε κορυφή επίπεδου λόφου πάνω από το ξωκλήσι του Αγ. Παντελεήμονα, σε μια υπέροχη τοποθεσία εν μέσω αγρών και καλλιέργειών. Η προετοιμασία και το κέφι μας άψογο, η αναμονή ηλεκτρισμένη, με δύο τηλεσκόπια και δύο μάτια να έχουν κλειδώσει στο αστέρι-στόχο. Τα χρονόμετρα ξεκινούν να τρέχουν, το μάτι άγρυπνο, και δυστυχώς ένα λεπτό και τριάντα δευτερόλεπτα πριν την αναμενόμενη απόκρυψη η συγκεκριμένη περιοχή του ουρανού καλύπτεται τελειώς από μαύρα σύννεφα, παρά τον καταγάλανο ουρανό και την ξαστεριά που απολαμβάναμε



Σχ 5: Δευτέρα 14 Αυγούστου 2006.
Αστεροειδής 1258-Sicilia, τόπος:
Μεσιά Πέλλας.



όλο το προηγούμενο διάστημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις νιώθεις αδύναμος μπροστά στα στοιχεία της φύσης, συνειδητοποιείς την κλίμακα των ανθρωπίνων πραγμάτων και το πόσο σημαντική είναι η στιγμή, το δευτερόλεπτο, ο χρόνος. Τα συναισθήματα ανάμεικτα, νιώσαμε απογοήτευση, αλλά και την ικανοποίηση ότι είχαμε κάνει ό,τι ήταν δυνατόν: η οργάνωσή μας ήταν άψογη. Ήταν μια γλυκιά αποτυχία, πολύτιμη εμπειρία, από τις ωραιότερες εμπειρίες μας στην αστρονομία.

- 04- Σάββατο 26 Αυγούστου 2006, ώρα 19:02 UT, Αστεροειδής 1484-Postrema, αστέρας TYC 6173-00867-1 στο Ζυγό, τόπος: Πάρνωνας.** Είμασταν στον Πάρωνα, την κατάλληλη ώρα, την κατάλληλη μέρα, η θέση αυτή ήταν μέσα στο μονοπάτι της σκιάς, έμοιαζε σαν να το είχαμε κάνει παραγγελία! Συμπαρατηρητές οι Θανάσης Δούβρης και Βασίλης Διβάνης. Η απόκρυψη αυτή έγινε, ακριβώς όπως ήταν η πρόβλεψη, την αναμενόμενη ώρα, διήρκεσε το αναμενόμενο χρονικό διάστημα των 1.5 sec περίπου, και το αστέρι ήταν πολύ εύκολο στον εντοπισμό του. Δυστυχώς δεν την

είδα, διότι πάνω στην ένταση της στιγμής έκανα μια απερισκεψία: κοιτάξα κατά λάθος το κινητό μου και έχασα την προσαρμογή στη νυχτερινή όραση την πιο ακατάλληλη στιγμή. Αν κάτι με ικανοποίησε πάντως, είναι η χαρά των δύο φίλων που σύμφωνα με τις οδηγίες μου βρήκαν το αστέρι και κατάφεραν και είδαν την απόκρυψη: Θανάσης Δούβρης και Βασίλης Διβάνης. Η εντύπωση του Θανάση Δούβρη από την παρατήρηση της απόκρυψης: «Εκείνη η βραδυά στον Πάρνωνα θα παραμείνει αξέχαστη για μένα, καθώς για πρώτη φορά κατάφερα να παρατηρήσω απόκρυψη αστέρα». Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο Meade LX50 10" SCT, ρολόι ακριβείας DCF77: RMB899P Global Travel Clock, χρονόμετρο, μαγνητόφωνο. Συμπαρατηρητής: Κυριακή Τηγάνη.

05- Κυριακή 3 Σεπτεμβρίου 2006 Αστροειδής 1994 EQ3, αστέρας: TYC 2946-00035-1 στους Διδύμους. Τόπος: Χαλάνδρι. Μη-απόκρυψη, αλλά αυτή τη φορά είχα την ικανοποίηση να διαπιστώσω και να καταγράψω με ψηφιακά μέσα και να αναφέρω στη Euraster ότι η απόκρυψη δεν έγινε ορατή από το Χαλάνδρι, όπου μένω. Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο Meade LX50 10" SCT, WATEC 902 H2 Ultimate βίντεο κάμερα, Video Time Inserter: TIM-10 GPS Time-Inserter της AME, συσκευή GPS: Garmin GPS18LVC OEM Sensor, VCR, οθόνη 14", ρολόι ακριβείας DCF77: RMB899P Global Travel Clock. Συμ παρατηρητής: Κυριακή Τηγάνη.

06- Σάββατο, 30 Δεκεμβρίου 2006, ώρα 02h 59min UT – Αστροειδής: 4157-Izu, αστέρας: TYC 2440-00609-1 στους Διδύμους. Τόπος: Βόρεια της Σπάρτης.

Συμπαρατηρητές: Θανάσης Δούβρης, Δημήτρης Καπετανάκης, Κυριακή Τηγάνη (σχ 6). Περιγραφή της εξόρμησής μας με τα λόγια του Δημήτρη Καπετανάκη: «Το όλο εγχείρημα ήταν μία μοναδική εμπειρία. Όταν φτάσαμε στο σημείο που μας είχε υποδείξει ο Θανάσης Δούβρης (λίγο έξω από τη Σπάρτη) περίπου στις 02:30, υπήρχε παντού συννεφιά και μας έζωσαν μαύρα φίδια! Αρχίσαμε όμως να στήνουμε κοιτώντας σχεδόν μόνιμα στον ουρανό, ελπίζοντας να καθαρίσει. Όσοπου έγινε το θαύμα! Αρχικά διακρίναμε τον πολικό γύρω στις 4 παρά. Είχαμε πολλή ώρα στη διάθεσή μας για τις ευθυγραμμίσεις μας, οι οποίες έγιναν σε κλίμα πολύ πιο ευχάριστο, γεμάτο αισιοδοξία. Στη συνέχεια ακολούθησε ο εντοπισμός του συγκεκριμένου αστεριού, ο οποίος ήταν αρκετά εύκολος, καθώς ήταν περίπου 1,5 μοίρες ανατολικά του θ Διδύμων, ο οποίος είναι ορατός με γυμνό μάτι. Όμως την προηγούμενη μέρα στον Πάρνωνα, είχαμε δει ότι πρόκειται για διπλό αστέρα, κάτι που δεν φαινόταν στους χάρτες μας. (ΣΣ: στην ιστοσελίδα της ΕΑΟΝ υπήρχε απλώς η υποσημείωση: Mixed Object). Αυτό φυσικά επιβεβαιώθηκε και από την Σπάρτη. Ο Βαγγέλης είχε ήδη ξεκινήσει από την άφιξή μας να στήνει το κινητό στούντιό του, και νοιώσαμε μεγάλη ευχαρίστηση όταν είδαμε στην οθόνη ότι το αστεράκι φαινόταν πεντακάθαρα. Όλα ήταν έτοιμα. Στο τελευταίο ζλεπτο πριν τις 5:00 (προβλεπόμενη ώρα απόκρυψης) δεν ακουγόταν κιχ! Με ανάμεικτα συναισθήματα, το μόνο που θέλαμε ήταν να δούμε το βίντεο ξανά, μπας και έγινε απόκρυψη και αλλά δε μπορούσαμε να την δούμε. Το είδαμε 2 φορές. Τίποτα! Ήταν λοιπόν το



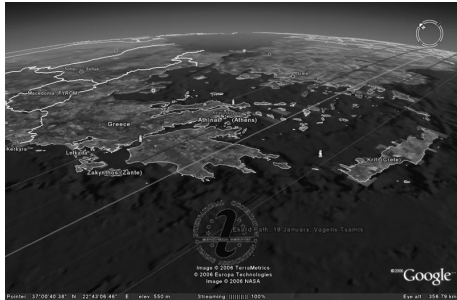
Σχ 6: Σάββατο, 30 Δεκεμβρίου 2006, ώρα 03h 00min UT – Αστεροειδής: 4157-Izu, τόπος: Βόρεια της Σπάρτης.

εγχείρημα επιτυχημένο; Από την άποψη της απουσίας θέασης ενός τέτοιου πολύ όμορφου γεγονότος, όχι. Μείναμε όλοι να κοιτάμε ένα αμυδρό διπλό σύστημα αστέρων για 5 λεπτά και μέχρι εκεί! Από την άποψη όμως της εξαγωγής συμπερασμάτων, η απάντηση είναι φυσικά ναι! Ξέρουμε ότι η απόκρυψη ΔΕΝ έγινε ορατή από το συγκεκριμένο σημείο»

Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο Meade LX50 10" SCT, WATEC 902 H2 Ultimate βίντεο κάμερα, Video Time Inserter: TIM-10 GPS Time-Inserter της AME, συσκευή GPS: Garmin GPS18LVC OEM Sensor, VCR, οθόνη 14", ρολόι ακριβείας DCF77: RMB899P Global Travel Clock.

07- Παρασκευή 19 Ιανουαρίου 2007, ώρα 00:50 UT, Αστεροειδής: 694-Ekard, αστέρας: TYC 4892-00011-1 στην Ύδρα, τόπος: Πάρνωνας και Πελοπόννησος, συντονισμένη ομαδική παρατήρηση.

Η επιπρόσθηση του αστεροειδούς Ekard μπροστά από έναν αστέρα 11.2mag προσφερόταν για συντονισμένη ομαδική παρατήρηση. Το μονοπάτι ήταν πολύ πλατύ, 127 χλμ, κάλυπτε σχεδόν όλη την Πελοπόννησο (σχ 7). Επίσης ήταν ένα αρκετά πιθανό να συμβεί γεγονός (αβεβαιότητα 1 σ κατά πλάτος μονοπατιού 0.62 πλάτη, αβεβαιότητα στο χρόνο έναρξης +/-3.6 sec) και μάλιστα σε φάση Νέας Σελήνης. Μέσω του διαδικτύου, στο δικτυακό τόπο Astrovox, επικοινωνήσαμε με αρκετούς ερασιτέχνες αστρονόμους που διέθεταν τηλεσκόπιο και είχαν τη διάθεση να συμμετέχουν στην κοινή προσπάθεια να παρατηρήσουμε το φαινόμενο, διατεγμένοι σε ομάδες κατά πλάτος του μονοπατιού. Σχηματίστηκαν έτσι σχεδόν άτυπα, και με κίνητρο την καλή διάθεση, 7 ομάδες δυνητικών παρατηρητών, σε διαφορετικές τοποθεσίες στην Πελοπόννησο και την Αττική, που η κάθε μία αποτελούνταν από έναν ή περισσότερους παρατηρητές, όπως φαίνεται στην απεικόνιση του σχ. 10. Παρατηρητές υπήρχαν στην Καλαμάτα, Σπάρτη, Φιλιατρά, Άργος, Ναύπλιο, θέση Αρνόμουσα στον Πάρωνα, Αχαΐα και Αττική (σχ 8). Με τη διάταξη αυτή είχαμε καλύψει το έξτρα πλάτος μιας τυπικής απόκλισης σ προς βορρά και νότο και ήταν βέβαιο ότι κάποιος από τους παρατηρητές θα είχαν θετικό αποτέλεσμα,



Σχ 7: Η απεικόνιση του μονοπατιού σκιάς του Ekard και η ομάδα της Καλαμάτας.

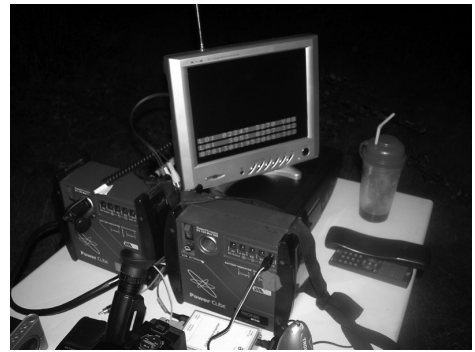
αν το μονοπάτι της σκιάς κυμαινόταν στα όρια μιας τυπικής απόκλισης σ. Δυστυχώς ο καιρός ήταν άσχημος σχεδόν παντού, ακόμα και βροχερός, και δεν κατέστη δυνατόν να γίνει θετική παρατήρηση. Σε δυο περιπτώσεις στην Καλαμάτα και το Ναύπλιο, αναφέρθηκε ότι έγινε παρατήρηση την αναμενόμενη ώρα καθώς διαλύθηκαν τα νέφη, και παρατηρήθηκε μικρή μείωση λαμπρότητας (όχι η αναμενόμενη 2.8mag) και κάποιες αναλαμπές. Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο Meade LX50 10" SCT, WATEC 902 H2 Ultimate βίντεο κάμερα, Video Time Inserter: TIM-10 GPS Time-Inserter της AME, συσκευή GPS: Garmin GPS18LVC OEM Sensor, VCR, οθόνη 14", ρολόι ακριβείας DCF77: RMB899P Global Travel Clock. Συμπαρατηρητής: Κυριακή Τηγάνη.



Σχ 8: Διασπορά παρατηρητών κατά την επικείμενη επιπρόσθηση του αστεροειδούς 694-Ekard.

08- Τρίτη, 30 Ιανουαρίου 2007, ώρα 19:33 UT, Αστεροειδής 87-Sylvia, αστέρας TYC 2467-00132-1 στους Διδύμους, τόπος: Παραλία Ραχών Φθιώτιδος.

Ο 87-Sylvia είναι ο μοναδικός αστεροειδής μέχρι τώρα που έχει διαπιστωθεί ότι έχει δύο δορυφόρους. Αυτό το τριπλό σύστημα προβλεπόταν ότι θα σκίαζε όλη σχεδόν την Κεντρική και Βόρεια Ελλάδα, και μάλιστα με πολύ μεγάλη πιθανότητα. Το site του Steve Preston έδινε “rank” 99/100! Το πλάτος του μονοπατιού υπολογιζόταν σε 262 χμ. Λόγω του μεγάλου μεγέθους της Σύλβιας, η αβεβαιότητα στον υπολογισμό της τροχιάς της ήταν πολύ μικρή. Η μέγιστη διάρκεια υπολογίστηκε σε 18.3 sec. Επιπλέον, υπήρχε και μια ελάχιστη πιθανότητα να φανεί κάπου από την Ελλάδα και απόκρυψη του αστέρα λόγω των δύο δορυφόρων της, του Ρώμου και του Ρωμούλου, αλλά εδώ η αβεβαιότητα ήταν μεγάλη, γιατί δεν υπάρχουν τόσο καλά στοιχεία για τους μικροσκοπικούς αυτούς δορυφόρους. Παρ’ όλο που ο αστέρας ήταν mag 11.2 και απείχε μόνο 14 μοίρες από τη Σελήνη, σε φάση σχεδόν πανσελήνου (94% illum), φαινόταν πολύ καθαρά τόσο οπτικά με τα τηλεσκόπιά μας, όσο και στην οθόνη του μόνιτορ. Κάτι που μας εξέπληξε ήταν ότι επίσης φαινόταν και ο αστεροειδής Sylvia, τόσο καθώς πλησίαζε τον αστέρα, όσο και μετά, όταν απομακρυνόταν. Βλέπαμε δηλαδή δύο σαφώς διακριτά αντικείμενα μέχρι 5 λεπτά πριν γίνει η αναμενόμενη απόκρυψη, καθώς και 5 λεπτά μετά και εξής. Δυστυχώς όμως δεν παρατηρήσαμε οπτικά, ούτε καταγράψαμε σε βίντεο εμφανή απόκρυψη, είτε διότι είχαμε ανεπαίσθητη μείωση λαμπρότητας, είτε διότι το μονοπάτι σκιάς είχε μετακινηθεί αισθητά βορειότερα, μέσα στο όριο μιας τυπικής απόκλισης σ της προβλεπόμενης πορείας του.



Σχ 9: 30 Ιανουαρίου 2007, Αστεροειδής 87-Sylvia, τόπος: Παραλία Ραχών Φθιώτιδος.

Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο Meade LX50 10” SCT, WATEC 902 H2 Ultimate βίντεο κάμερα, Video Time Inserter: TIM-10 GPS Time-Inserter της AME, συσκευή GPS: Garmin GPS18LVC OEM Sensor, VCR, οθόνη 14”, ρολόι ακριβείας DCF77: RMB899P Global Travel Clock (σχ 9). Συμπαρατηρητές: Δημήτρης Καπετανάκης, Κυριακή Τηγάνη.

09- Σάββατο, 17 Μαρτίου 2007, ώρα 02:36 UT, Αστεροειδής 134-Sophrosyne, αστέρας UCAC2 21327664 στην Ύδρα, τόπος: Πάρωνας.

Δυστυχώς δεν παρατηρήθηκε απόκρυψη, η βραδιά όμως αυτή του Μαρτίου ήταν ιδανική για Μαραθώνιο Messier!

Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο Meade LX50 10" SCT, WATEC 902 H2 Ultimate βίντεο κάμερα, Video Time Inserter: TIM-10 GPS Time-Inserter της AME, συσκευή GPS: Garmin GPS18LVC OEM Sensor, VCR, οθόνη 14", ρολόι ακριβείας DCF77: RMB899P Global Travel Clock.

Συμπαρατηρητής: Κυριακή Τηγάνη.

10- Τρίτη, 10 Απριλίου 2007, ώρα 01:24 UT, Αστεροειδής 226-Weringia, αστέρας TYC 5724-02237-1 στον Αετό, τόπος: Αλεποχώρι.

Αναφορά ότι δεν παρατηρήθηκε απόκρυψη.

Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο Meade LX50 10" SCT, WATEC 902 H2 Ultimate βίντεο κάμερα, Video Time Inserter: TIM-10 GPS Time-Inserter της AME, συσκευή GPS: Garmin GPS18LVC OEM Sensor, VCR, οθόνη 14", ρολόι ακριβείας DCF77: RMB899P Global Travel Clock.

Συμπαρατηρητής: Δημήτρης Καπετανάκης, Κυριακή Τηγάνη.

11- Θετική Αναφορά Παρατήρησης Απόκρυψης: Πέμπτη, 26 Ιουλίου 2007, ώρα: UT 01:00:41.55 Αστεροειδής: 168-Sibylla, αστέρας: TYC 1225-01136-1u στους Ιχθείς.

Είναι μεγάλη η χαρά και η ικανοποίηση που καταφέραμε να παρατηρήσουμε την πρώτη μας απόκρυψη, του αστέρα TYC 1225-01136-1u (10mag) από τον αστεροειδή 168-Sibylla, στις 4 τα ξημερώματα, νότια του Λαυρίου. Η πρόβλεψη ήταν αρκετά ακριβής ως προς το μονοπάτι και τη διάρκεια (~6 sec), η δε έναρξη μέτρησα ότι έγινε στις UT 01:00:41.55 ~8 δευτερόλεπτα νωρίτερα από το αναμενόμενο χρόνο UT.

Θέσαμε σε λειτουργία το alarm του DCF-77 Radio Controlled Clock της Oregon Scientific. Το πρώτο μπλι κάθε τετραπλού χτύπου ηχεί στην έναρξη κάθε δευτερολέπτου, με ακρίβεια millisecond. Το alarm είχε τεθεί στις 01:00:00 UT. Έτσι μετρήσαμε τους ακριβείς χρόνους UT, τόσο ακουστικά, όσο και οπτικά, από την κυματομορφή του wav αρχείου (σχ. 10).

Γεωγραφικές Συντεταγμένες:

LAT: 37deg 40' 44" North

LON: 24deg 03' 46" East

Elevation: ~5m

Recorded Start: 01 h 00 min 41.75 sec UT (Voice -Ναι! Έγινε)

Recorded End: 01 h 00 min 47.80 sec UT (Voice -Τώρα!)

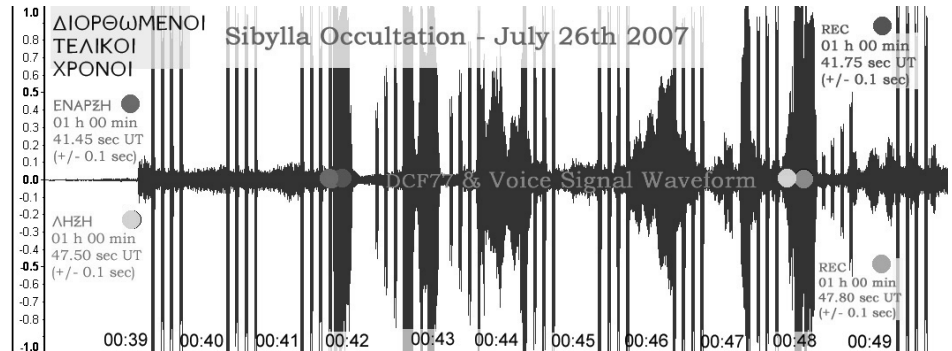
Διόρθωση με αφαίρεση του μέσου χρόνου αντίδρασης = 0.3 sec

Τελική εκτίμηση και αναφορά στη Euraster.net: <http://www.euraster.net/results/2007/index.html#0726-168>

Event Start: 01 h 00 min 41.45 sec UT (+/- 0.1 sec)

Event End: 01 h 00 min 47.50 sec UT (+/- 0.1 sec)

Duration: 6.05 sec (+/- 0.2 se



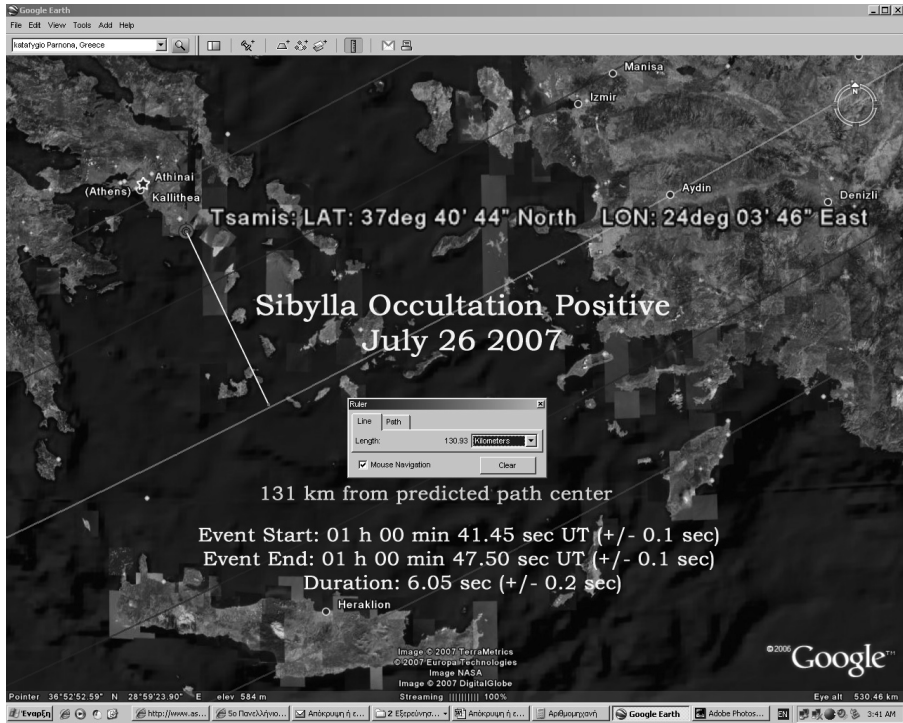
Σχ 10: Κυματομορφή του ήχου που εγγράφη κατά την παρατήρηση της επιπρόσθησης του Αστεροειδής Sibylla. Πέμπτη, 26 Ιουλίου 2007, νότια του Λαυρίου και ώρα: UT 01:00:41.55 - UT 01:00:47.50

Με βάση την εκτίμηση για την ταχύτητα της σκιάς του αστερός κατά μήκος του μονοπατιού $v = 24.4287 \text{ km/sec}$ που δίδεται από τον Steve Preston στην ιστοσελίδα http://www.asteroidoccultations.com/2007_07/0726_168_8797_Summary.txt και τις δικές μας μετρήσεις, κάνουμε τον εξής απλό υπολογισμό:

Διάμετρος Αστεροειδούς = $t \text{ (duration)} * v$
Επομένως:

$$\begin{aligned} \text{Διάμετρος Αστεροειδούς} &= 6.05 \text{ sec} * 24.4287 \text{ km/sec} \\ &= 147.794 \text{ km} \end{aligned}$$

Η τιμή αυτή είναι σχεδόν ταυτόσημη με την τιμή που δίδεται στους αστρονομικούς καταλόγους για τη Sibylla (148 km). Παρατηρήσαμε το φαινόμενο στη μέγιστη σχεδόν δυνατή διάρκειά του, και επομένως συμπεραίνουμε ότι βρεθήκαμε σχεδόν ακριβώς στο κέντρο του μονοπατιού. Υποθέτουμε ότι το πραγματικό μονοπάτι σκιάς μετακινήθηκε βορειότερα από την προβλεπόμενη θέση κατά περίπου 130 χλμ, δηλαδή απόκλιση μεγαλύτερη του 1σ (σχ 11)!



Σχ 11: Απόκλιση του προβλεπόμενου από το πραγματικό μονοπάτι. Από τη θέση παρατήρησης, παρ' όλο που απείχε 131 χλμ από το προβλεπόμενο κέντρο, είχαμε σχεδόν τη μέγιστη δυνατή διάρκεια απόκρυψης (6.05 sec.) Υποθέτουμε ότι η απόκλιση της πρόβλεψης πλησιάζει τα 130 χλμ.

12- Θετική αναφορά παρατήρησης απόκρυψης και καταγραφής σε βίντεο: Δευτέρα 10 Σεπτεμβρίου 2007, ώρα 20:51:21.112 UT, Αστεροειδής 654-Zelinda, αστέρας TYC 0539-00499-1 στο Ιππάριο, τόπος: περιοχή Δομοκού. Καταγράψαμε για πρώτη φορά σε βίντεο ένα σπουδαίο γεγονός, με πολύ καλές πιθανότητες επιτυχίας.

Υπήρχε μεγάλο ποσοστό βεβαιότητας στην πρόβλεψη. Ο αστεροειδής Zelinda έχει διάμετρο 127 χλμ και το μονοπάτι σκιάς αναμενόταν να έχει πλάτος 142 χλμ. Είχε δοθεί RANK 99/100 από τον Steve Preston (http://www.asteroidoccultations.com/2007_09/0910_654_8961_Summary.txt).

Επιπλέον, ο αστέρας ήταν Vmag 9.4 και βρισκόταν πολύ ψηλά νότια, σε ύψος 59 μοιρών, στο Ιππάριο. Και η ώρα ήταν πολύ βολική - 23:51 ώρα Ελλάδος, σε Νέα Σελήνη.

Οι καιρικές συνθήκες ήταν εξαιρετικές, υπήρχε διαύγεια ατμόσφαιρας και σκοτεινός ουρανός. Η τοποθεσία που επιλέξαμε να στησουμε τα τηλεσκόπια και τον εξοπλισμό μας ήταν ιδανική, σε λοφώδη περιοχή κοντά

στη μονή Αγ. Άννας, λίγα χλμ νότια της πόλης του Δομοκού. Όλα συνέ-
τειναν στην επιτυχία της παρατήρησης, και πράγματι απολαύσαμε, κατα-
γράψαμε και χρονομετρήσαμε με ακρίβεια το γεγονός της απόκρυψης.
Τα αποτελέσματα της παρατήρησης, μετά από προσεκτική ανάλυση του
βίντεο καρέ-καρέ:

Έναρξη 20:51:21.112 UT

Λήξη 20:51:31.352 UT

Διάρκεια: 10.240 seconds

Γεωγραφικό Μήκος: 22 μοίρες 22.9121' Ανατολικό

Γεωγραφικό Πλάτος: 38 μοίρες 57.0277' Βόρειο

Υψόμετρο: 668 μ.

Θετική αναφορά οπτικής παρατήρησης έστειλαν επίσης στην ιστοσελίδα
της Euraster.Net

ο Δημήτρης Καπετανάκης, η Κυριακή Τηγάνη και ο Στέφανος Σοφολόγης.
Βλ. <http://www.euraster.net/results/2007/index.html>



Σχ 12: Αναμένοντας την επικείμενη επιπρόσθηση του Αστεροειδούς Zelinda. Εξοπλισμός καταγραφής βίντεο.
Δευτέρα 10 Σεπτεμβρίου 2007.



Σχ 13: Κυριακή Τηγάνη και Δημήτρης Καπετανάκης.Οπτική παρατήρηση της επιπρόσθησης του αστεροειδούς Zelinda.

Εξοπλισμός: τηλεσκόπιο Meade LX50 10" SCT με focal reducer f/6.3, WATEC 902 H2 Ultimate βίντεο κάμερα, Video Time Inserter: TIM-10 GPS Time-Inserter της AME, συσκευή GPS: Garmin GPS18 LVC OEM Sensor, VCR, οθόνη 10.4", ρολόι ακριβείας DCF77: RMB899P Global Travel Clock.

Συμπαρατηρητές: Δημήτρης Καπετανάκης, Κυριακή Τηγάνη, περιοχή Δομοκού.

Στέφανος Σοφολόγης, Σκιάθος.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Εν κατακλείδι, τηλεγραφικά τα θετικά και αρνητικά σημεία στην παρατήρηση αποκρύψεων αστερών από αστεροειδείς είναι τα εξής:

Ανταμειβές

- Συναρπαστική εμπειρία, παρατήρηση ή και καταγραφή αστρονομικού φαινομένου σε πραγματικό χρόνο.
- Προσδιορισμός σχήματος και διαστάσεων αστεροειδούς (προφίλ μεγάλης ακρίβειας)
- Ανακάλυψη δορυφόρων αστεροειδών
- Εξαγωγή επιστημονικών συμπερασμάτων από την ανάλυση των δεδομένων από Αστρονόμους
- Συνεργατική προσπάθεια ερασιτεχνών αστρονόμων σε τοπικό ή διεθνές επίπεδο (ΙΟΤΑ, ΕΑΟΝ, Euraster)

Δυσκολίες

- Αβεβαιότητα στον υπολογισμό των τροχιακών στοιχείων αστεροειδών και θέσεων αστερών.
- Αβεβαιότητα στην πρόβλεψη του μονοπατιού (κυρίως ως προς τη θέση)

- Εξάρτηση από τις καιρικές και γεωγραφικές συνθήκες
- Χρόνος για μίνι ταξίδια - και ίσως χρήμα
- Λίγοι (και αφοσιωμένοι) παρατηρητές

Πολλές και θερμές ευχαριστίες στο Θανάση Δούβρη και το Δημήτρη Καπετανάκη που μοιράστηκαν μαζί μου πολλές –καλές και κακές- στιγμές, για τη βοήθειά τους σε πολλές αποστολές, αλλά κυρίως τον ενθουσιασμό τους γι' αυτό το εξαιρετικό είδος αστρονομικής παρατήρησης. Ιδιαίτερα όμως ευχαριστώ την Κυριακή Τηγάνη, που ήταν δίπλα μου σε κάθε βήμα και πρόσφερε πολύτιμη βοήθεια αλλά και φρέσκιες ιδέες σε κάθε ξεχωριστή στιγμή αυτής της ωραίας περιπέτειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ

- “Chasing the Shadow” *The IOTA Occultation Observer’s Manual, The Complete Guide to Observing Lunar, Grazing and Asteroid Occultations*, <http://www.roynsource.com/IOTAmannual/>, 2007.
- Venable, R., “The 2 Pallas Occultation of June 12, 2006”, *Occultation Newsletter Cover, Volume 13, No. 1, January 2006*.
- Nugent, R. “Youngest Asteroid Occultation Observer”, *Occultation Newsletter, Vol 10, No. 4, October 2004*.
- Povenmire, H., *A Brief History of Occultation and Eclipse Observations, Occultaion Newsletter, Volume 10, Number 2; April 2003*.
- Venable, R., “Some Sensitivity Characteristics of the Watec 902H Videocamera” *Occultation Newsletter, Volume 10, No. 2, January 2003*.
- Nugent, R. “Asteroid Occultations: Wild Goose Chases or Really Worth it?”, *NASA Johnson*
- *Space Center Astronomical Society Starscan, Vol. 18, No. 12,p. 1, December 2002*.
- Bourgeois, J., “The Detection of Close Stars by Occultations”, *Occultation Newsletter, Volume 8, No. 3, January 2002*.
- Trueblood, M. “In the Shadow”, *GPS World 4, 11, November 1993, pp. 22-30*.
- Dunham, D., “Comments on Organizing Expeditions”, *Occultation Newsletter, Volume 6, No. 11, March 1993*.
- Buttner, D., “Visual Observations of Double Star Occultations”, *Occultation Newsletter, Volume 5, No. 9, November, 1992*
- Buttner, D, “Some Hints for Timing Occultations”, *Occultation Newsletter, Volume 3, No.2, December 1982*.

- Maley, P.D. "In Search of Satellites of Minor Planets", *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 74, 6 (1980), pp.327-333.
- Maley, P.D. "Exploring for Satellites of Minor Planets", *Journal of the British Astronomical Association*, 90, 1, 1979, pp.30-35.
- McAfee,,D., McAfee Time Inserter, www.McAfeeAstrometrics.com , 2004.
- Miyashita, K., LiMovie, http://www005.upp.so-net.ne.jp:80/k_miyash/occo2/limovie_en.html,
- National Institute of Standards and Technology Time & Frequency Division: <http://tf.nist.gov>

Discussion Groups

- IOTA discussion group: <http://groups.yahoo.com/group/IOTAoccultations/>
- KIWI-OSD (On Screen Display) video time inserter (VTI) product discussion group: <http://finance.groups.yahoo.com/group/kiwiosd/>
- Royal Astronomical Society of New Zealand Occultation discussion group: <http://tech.groups.yahoo.com/group/RASNZOccultations/join>
- Video Occultations discussion group: <http://tech.groups.yahoo.com/group/VideoOccs/join>
- Win-Occult and Dos-Occult software discussion group: <http://tech.groups.yahoo.com/group/occult-software/join>

Software downloads

- Lunar Occultation Workbench (Low) Software download: <http://www.doa-site.nl/>
- Occult Software download/update page: <http://www.lunar-occultations.com/iota/occult3.htm>
- Scantracker, for using the CCD drift scan technique to time occultations: <http://users.bigpond.com/reedyck/driftscantiming.htm>
- LiMovie: Program for analyzing videos of occultations. http://www005.upp.so-net.ne.jp:80/k_miyash/occo2/limovie_en.html

Ιστοσελίδες Πρόβλεψης

- <http://www.iota-es.de/> IOTA/European Section
- <http://www.asteroidoccultations.com/> Steve Preston, IOTA
- <http://mpocc.astro.cz/2007/> Edwin Goffin, Euraster
- <http://astrosurf.com/eaon/> (EAON)