

Αstromετρικές μετρήσεις Near Earth Objects και ένταξη του Αστεροσκοπείου NOAK στην IAWN

Νίκος Σιούλας

NOAK Observatory, Σταυράκι Ιωαννίνων (IAU–MPC code L02)

nsioulas@hotmail.com

Περίληψη

Στην εργασία αυτή, θα παρουσιαστεί η μεθοδολογία που εφαρμόζει το ερασιτεχνικό Αστεροσκοπείο NOAK, ώστε να μπορεί να παραδώσει τις αστρομετρικές και φωτομετρικές του μετρήσεις στο Minor Planet Center (MPC). Οι μετρήσεις αυτές αφορούν αντικείμενα που μόλις ανακαλύπτονται στο Ηλιακό Σύστημα και είναι άκρως απαραίτητος ο προσδιορισμός της τροχιάς τους.

Επίσης θα γίνει μια λεπτομερής αναφορά στο πως το Αστεροσκοπείο NOAK συμμετείχε στην καμπάνια που διεξήγαγε το International Asteroid Warning Network (IAWN), για τον έλεγχο στην ακρίβεια των αστρομετρικών μετρήσεων των Παρατηρητηρίων παγκοσμίως, καθώς και την ένταξη του NOAK σε αυτό, έπειτα από αίτηση που υπέβαλλε.

Το Αστεροσκοπείο έχει εγγραφεί στην International Astronomical Union (IAU) με τον Κωδικό Παρατηρητηρίου L02 και εδρεύει στο Σταυράκι Ιωαννίνων.

1. Εισαγωγή

Αstromετρία είναι η μέτρηση της θέσης, της παράλλαξης και της σωστής κίνησης ενός αστρονομικού σώματος. Τα οφέλη της αστρομετρίας είναι ότι μπορούμε να ορίσουμε με ακρίβεια την τροχιά των νέων αστεροειδών και κομητών που ανακαλύφθηκαν. Είναι πολύ σημαντική επίσης επειδή μπορούμε να βελτιώσουμε την τροχιά των αριθμημένων αστεροειδών, να κατορθώσουμε να ξαναβρούμε χαμένους αστεροειδείς και να συμβάλουμε στην αποτροπή απώλειάς τους. Για παράδειγμα, κάθε χρόνο χάνονται περίπου κατά μέσο όρο 900 αστεροειδείς λόγω μη παρατήρησής τους.

Ειδικά η αστρομετρία των Αντικειμένων που πλησιάζουν τη Γη NEO (Near Earth Objects) απαιτεί μεγάλη ακρίβεια και συνεργασία μεταξύ επαγγελματιών και ερασιτεχνών αστρονόμων για καλύτερα αποτελέσματα. Όλα αυτά τα αντικείμενα που χρειάζονται επιβεβαίωσης παρατίθενται στη Near Earth Object Confirmation Page (NEOCP) και στο Possible Comet Confirmation Page (PCCP) στην ιστοσελίδα του Minor Planet Center (MPC)¹. Όταν ένα αντικείμενο επιβεβαιωθεί, δημοσιεύεται το Minor Planet Electronic Circular (MPES), το οποίο περιλαμβάνει τις παρατηρήσεις, τα στοιχεία των παρατηρητών και τα τροχιακά δεδομένα του αντικειμένου.

Το Αστεροσκοπείο NOAK συμμετέχει στην παραπάνω έρευνα από το 2017 με την απόκτηση του Κωδικού Παρατηρητηρίου (Observatory Code) L02 από το MPC (που χρηματοδοτείται από τη NASA) και το 2019 έκανε την πρώτη καταγραφή NEOCP στην Ελλάδα τόσο σε ερασιτεχνικό όσο και επαγγελματικό επίπεδο.

1.1 Εξοπλισμός

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ενός κατοπτρικού οπτικού σωλήνα Skywatcher 0.25m με εστιακό λόγο f/4.7. Ο οπτικός σωλήνας είναι τοποθετημένος σε ρομποτική βάση NEQ6 της Skywatcher και είναι εξοπλισμένος με κάμερα CCD ATIK 460exm. Συνήθως δεν χρησιμοποιούνται φίλτρα για βελτίωση του σήματος ως προς το θόρυβο. Επίσης έχει κατασκευαστεί συσκευή βασισμένη στην πλατφόρμα Arduino η οποία συνδέεται με GPS, για τον συγχρονισμό του ρολογιού του υπολογιστή.

1.2 Software

Το Cartes Du Ciel² χρησιμοποιήθηκε ως το λογισμικό πλανηταρίου με τις πιο πρόσφατες ephemerides που λήφθηκαν από το Minor Planet Center (ή από site της NASA SSD JPL³). Το Artemis Capture⁴ χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη εικόνων. Μεγάλη σημασία έχει η ακρίβεια του χρόνου του υπολογιστή. Έτσι, το δωρεάν πρόγραμμα Dimension4⁵ είναι απαραίτητο, γιατί μπορεί να μας παρέχει μεγάλη ακρίβεια στις μετρήσεις μας κατά την καταγραφή του χρόνου λήψης στο FIT μας. Πολύ χρήσιμο λογισμικό είναι και το Aladin⁶ για να συγκρίνουμε τις εικόνες μας με αυτές από επαγγελματικά παρατηρητήρια. Για την εκτέλεση της αστρομετρίας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Astrometrica⁷. Είναι ένα εξαιρετικό πρόγραμμα των Windows για τη στοιβαξη εικόνων και για τη βελτίωση της ισχύος του σήματος για την ανίχνευση του αντικειμένου.

1.3 Πηγές άντλησης δεδομένων

Υπάρχουν αρκετά site από τα οποία μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες για οποιοδήποτε αντικείμενο μας ενδιαφέρει, όπως τα παρακάτω:

- https://www.minorplanetcenter.net/iau/NEO/toconfirm_tabular.html για NEOCP και PCCP αντικείμενα.
- <http://neo.ssa.esa.int/priority-list> για αστεροειδείς που μόλις ανακαλύφθηκαν
- <https://cneos.jpl.nasa.gov/> βάση δεδομένων NEO
- <https://asteroid.lowell.edu/gui/> Δεδομένα για το σύνολο των αστεροειδών
- <https://newton.spacedys.com/neodys/> βάση δεδομένων NEO

Η λίστα προτεραιότητας του ESA μας δίνει μάλιστα πολλές επιλογές για να επιλέξουμε αντικείμενα κοντά στη Γη με μη ακριβείς τροχιές, που χρειάζονται περισσότερες παρατηρήσεις σε περίπτωση που θέλουμε να τα ανακτήσουμε και να τα προσδιορίσουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια.

→ 2015DT198
Last update: 2022-08-14 12:49 UTC

Summary | Orbit Properties | Physical Properties | **Observations** | Ephemerides | Close Approaches

OBSERVATIONAL INFORMATION			
Arc Information	Value	Unit	Source
Arc Length	3	d	[1]
Unobserved	2726	d	[1]

ASTROMETRY SUMMARY			
Optical	Value	Unit	Source
RMS of Residuals	0.636732	arcsec	[1]
First Observation	2015-02-23.50641	-	[2]
Last Observation	2015-02-26.42083	-	[2]
Total Optical Observations (Discarded)	15 (1)	-	[1]

Εικόνα 1: Ο αστεροειδής 2015DT198 δεν έχει παρατηρηθεί για 2726 ημέρες, όπως αναγράφεται

στην priority list στο site της ESA.

2. Μεθοδολογία

Η κύρια ιστοσελίδα που χρησιμοποιείται για την επιλογή στόχων είναι το Minor Planet Center. Περιλαμβάνει όλα τα νέα αντικείμενα που ανακαλύφθηκαν με τα προσωρινά τους ονόματα, που χρειάζονται επιβεβαίωση. Μπορούμε να τα ταξινομήσουμε κατά μέγεθος και να επιλέξουμε ποια από αυτά είναι ορατά με τον εξοπλισμό μας. Πρέπει επίσης να είμαστε πολύ προσεκτικοί εάν είναι απαραίτητα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτό σημαίνει ότι το αντικείμενο μπορεί να έχει χαθεί ή ήταν τεχνητό αντικείμενο (όπως δορυφόρος) ή ψευδής-λανθασμένη μέτρηση.

Στη συνέχεια, μπορούμε να πάρουμε εφημερίδες για όλα τα αντικείμενα, ανάλογα με τον εξοπλισμό μας και την τοποθεσία μας. Επίσης πρέπει να ελέγξουμε τον χάρτη αβεβαιότηταςάν η τροχιά του αντικειμένου έχει μεγάλα σφάλματα.

Για την αστρομετρία χρησιμοποιούμε με το Astrometrica. Αρχικά πρέπει να επιλέξουμε τις εικόνες με καλή αναλογία σήματος ως προς το θόρυβο, να απορρίψουμε αυτές με trail και να τις επεξεργαστούμε με darks, flats και bias ώστε να εξαλείψουμε θορύβους και σφάλματα. Έπειτα στοιβάζουμε (stack) τις εικόνες για την καλύτερη ανίχνευση της θέσης του αντικειμένου μας.

Πολύ σημαντικό είναι να ελέγχουμε τις μετρήσεις μας και να τις συγκρίνουμε με τις παρατηρήσεις από τους άλλους σταθμούς. Τα σφάλματα πρέπει να είναι κάτω από 1 arcsec, διαφορετικά οι μετρήσεις θα απορριφθούν.

Το τελευταίο βήμα στη όλη διαδικασία είναι η υποβολή των μετρήσεων. Αυτό μπορεί να γίνει με τη ρουτίνα του Astrometrica ή μέσω e-mail.

2.1 Μετρήσεις του Αστεροσκοπίου NOAK

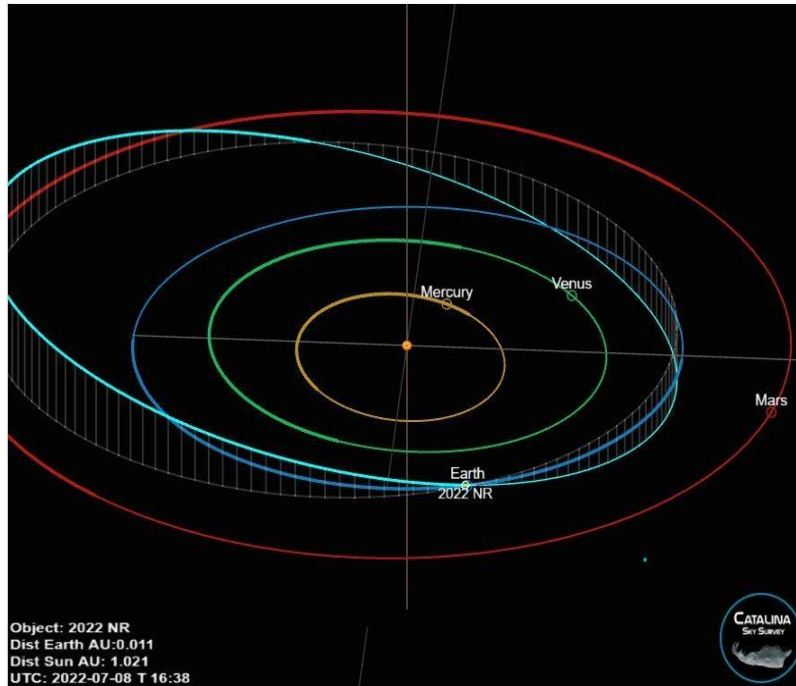
Ακολουθώντας την παραπάνω μεθοδολογία το αστεροσκοπείο NOAK συμμετείχε το 2022 σε αρκετές ανακαλύψεις – ταυτοποιήσεις.

Μια από αυτές είναι ο αστεροειδής 2022 NR. Ανακαλύφθηκε στις 06 Ιουλίου από το Catalina Sky Survey. Πρόκειται για έναν Near Earth αστεροειδή τύπου APOLLO με διάμετρο 25 μέτρα, ο οποίος έκανε το κοντινότερό του πέρασμα από τη Γη στις 10 Ιουλίου σε απόσταση 1 LD=384.000 χλμ. (ίση με την απόσταση Γης – Σελήνης)

Η ανακάλυψη ανακοινώθηκε με το MPEC 2022-N43⁸.

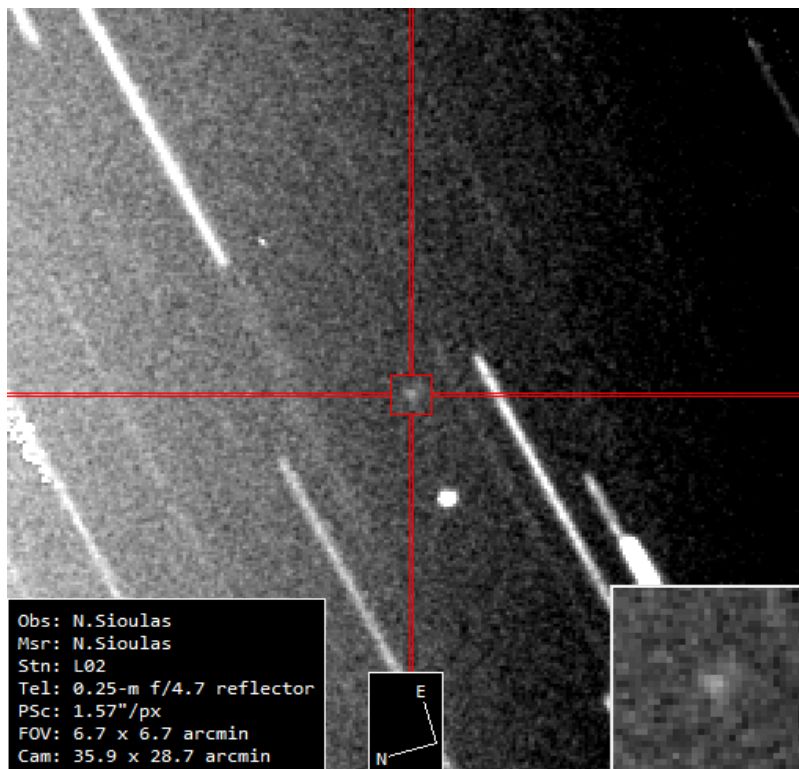


Εικόνα 2: Ο αστεροειδής 2022 NR λίγες ημέρες πριν την πλησιέστερη διάβασή του από τη Γη.

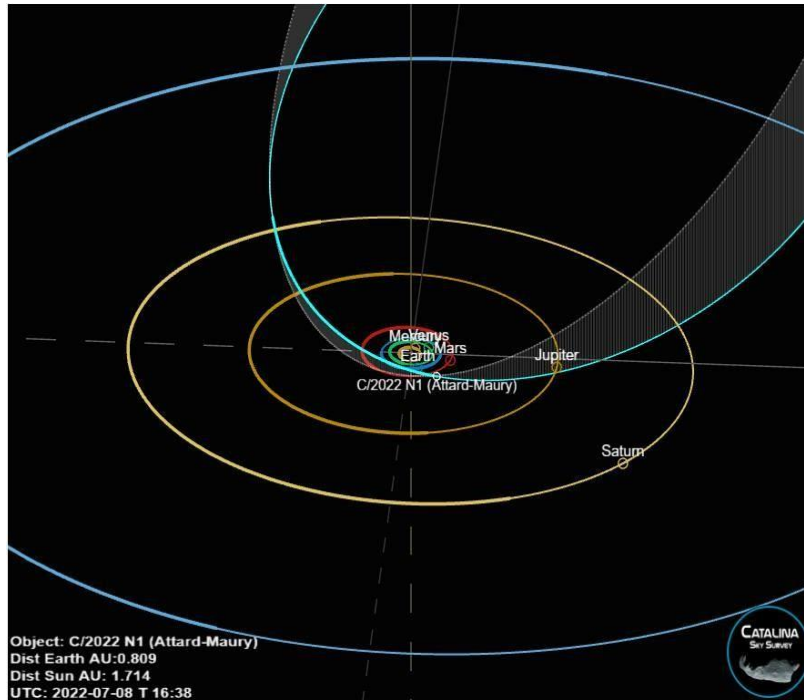


Εικόνα 2.1: Η τροχιά του 2022 NR, όπως την απεικονίζει το πρόγραμμα CSS Orbit View του Catalina Sky Survey.

Το δεύτερο αντικείμενο είναι ο κομήτης C/2022 N1. Ανακαλύφθηκε από τους Attard – Maury από το παρατηρητήριο που διαθέτουν στην Ατακάμα της Χιλής. Η περίοδος περιστροφής του είναι 152.95 χρόνια. Απαιτήθηκαν 89 παρατηρήσεις από 13 χώρες για την ταυτοποίησή του. Η ανακάλυψη ανακοινώθηκε με το MPEC 2022-N479.



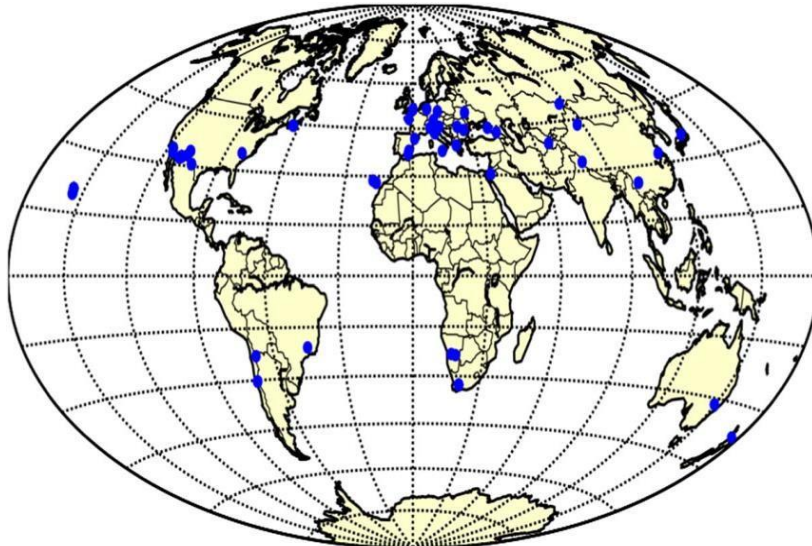
Εικόνα 3: Η καταγραφή του κομήτη C/2022 N1 από το Αστεροσκοπείο ΝΟΑΚ.



Εικόνα 3.1: Η τροχιά του κομήτη C/2022 N1, όπως την απεικονίζει το πρόγραμμα CSS OrbitView του Catalina Sky Survey.

3. Εκστρατεία της IAWN

Το Αστεροσκοπείο ΝΟΑΚ έλαβε μέρος στην εκστρατεία¹⁰ που διοργάνωσε η IAWN (International Asteroid Warning Network)¹¹ που διεξήχθη το Νοέμβριο του 2021. Η IAWN επέλεξε τον αστεροειδή 2019 XS ως στόχο της, για να ελέγξει την ακρίβεια των μετρήσεων που θα δηλώσει το κάθε αστεροσκοπείο ξεχωριστά. Ο Near Earth Αστεροειδής 2019 XS ανακαλύφθηκε το 2019 από Mt. Lemmon Survey και η διάμετρός του υπολογίζεται στα 40-100m. Το πλησιέστερο σημείο της τροχιάς του, ως προς τη Γη, ήταν σε απόσταση 567.536Km (δηλαδή 1.5 φορά η απόσταση Γης-Σελήνης) με ταχύτητα 10.7 km/s ή 38.520km/h. Όταν φωτογραφήθηκε είχε μέγεθος 14.5 mag και κινούνταν με ταχύτητα 100"/min. Όλες οι μετρήσεις υποβλήθηκαν στο MPC.



Εικόνα 4: Τα αστεροσκοπεία που συμμετείχαν στην εκστρατεία ανά την Υφήλιο σύμφωνα με την IAWN.

Table 1
List of Participating Observatories and Number of Observations Collected as Part of the Campaign between 2021-11-08.0 UTC and 2021-11-12.0 UTC

Code	Name	N Obs.	Code	Name	N Obs.
073	Bucharest	90	M33	OWL-Net, Mitzpe Ramon	6
160	Castelmartini	9	N50	Himalayan Chandra Telescope, IAO, Hanle	8
186	Kitab	14	N82	Multa Observatory	18
203	GiaGa Observatory	4	N88	Xingming Observatory #3, Nanshan	36
215	Buchloe	6	O48	Purple Mountain Observatory, Yaoran (0.8 m)	48
291	LPL/Spacewatch II	18	O49	Purple Mountain Observatory, Yaoran Station	17
595	Farra d'Isonzo	10	Q12	Nagano Observatory	4
654	Table Mountain Observatory, Wrightwood-PHMC	10	Q58	Siding Spring-LCO Clamshell #1	5
691	Steward Observatory, Kitt Peak-Spacewatch	12	Q63	Siding Spring-LCO A	11
703 [†]	Catalina Sky Survey	8	T03	Haleakala-LCO Clamshell #3	7
851	Burke-Gaffney Observatory, Halifax	20	T04	Haleakala-LCO OGG B #2	7
A50	Andrushivka Astronomical Observatory	19	T05 [†]	ATLAS-HKO, Haleakala	5
C40	Kuban State University Astrophysical Observatory	12	T08 [†]	ATLAS-MLO, Mauna Loa	21
C53	NEOSSat	36	T12	Maunakea-UH/Tholen NEO Follow-Up (2.24 m)	10
C65	Observatori Astronomic del Montsec	12	V06	Catalina Sky Survey-Kuiper	7
D05	ISON-Terskol Observatory	9	V15	OWL-Net, Mt. Lemmon	6
D29 [†]	Purple Mountain Observatory, XuYi Station	54	V17	Leo Observatory, Tucson	7
E85	Farm Cove	11	V19	Whiskey Creek Observatory	3
F51 [†]	Pan-STARRS 1, Haleakala	12	V20	Killer Rocks Observatory, Pie Town	8
F52 [†]	Pan-STARRS 2, Haleakala	8	V37	McDonald Observatory-LCO ELP	7
G33	Wickede	13	V38	McDonald Observatory-LCO ELP Aqawan A #1	10
G34	Oberfraendorf	28	V39	McDonald Observatory-LCO ELP B	5
G96 [†]	Mt. Lemmon Survey	12	W34	Squirrel Valley Observatory, Columbus	4
I22	Abbey Ridge Observatory, Stillwater Lake	40	W85	Cerro Tololo-LCO A	7
I41	Palomar Mountain-ZTF	5	W86	Cerro Tololo-LCO B	23
I52	Steward Observatory, Mt. Lemmon Station	7	W98	Polonia Observatory, San Pedro de Atacama	7
K91	Sutherland-LCO A	5	Y00	SONEAR Observatory, Oliveira	7
K92	Sutherland-LCO B	7	Z23	Nordic Optical Telescope, La Palma	13
K93	Sutherland-LCO C	7	Z24	Tenerife Observatory-LCO B, Tenerife	7
L02	NOAK Observatory, Stavrakí	4	Z28	Northern Skygems Observatory, Nerpio	3
L09	Sutherland-LCO Aqawan A #1	8	Z31	Tenerife Observatory-LCO A, Tenerife	7
L34	Galhassin Robotic Telescope, Isnello	3	Z33	6ROADS Observatory 2, Nerpio	7
L54	Berthelot Observatory, Hunedoara	63	Z43	Landdehen	4
L73	Beato Ermanno Observatory, Impruneta	4	Z80	Northolt Branch Observatory	6
L80	SpringBok Observatory, Tivoli	8	Z84	Calar Alto-Schmidt	12
L81	Skygems Namibia Remote Observatory	6			

Note. A dagger symbol indicates surveys.

Εικόνα 4.1: Οι ονομασίες των αστεροσκοπειών.

Συμμετείχαν 69 αστεροσκοπεία από όλο τον κόσμο με τη συντριπτική πλειοψηφία να αφορά επαγγελματικά αστεροσκοπεία και ελάχιστα ερασιτεχνικά.

Μετά το πέρας της διεξήχθησαν 3 τηλεδιασκέψεις μέσω ZOOM, με τη συμμετοχή ανθρώπων από τη NASA καθώς και αστρονόμων από τα μεγαλύτερα αστεροσκοπεία του κόσμου. Έγινε ανταλλαγή απόψεων για τη βελτίωση του χρόνου απόκρισης στις μετρήσεις και την ακρίβεια τους.

Το τελευταίο βήμα της διαδικασίας, ήταν να αποσταλεί ένα email στο κάθε παρατηρητήριο ξεχωριστά, από τους υπεύθυνους της καμπάνιας, όπου του ανακοινώθηκαν τα σφάλματα στις μετρήσεις του και πιθανόν τρόποι αντιμετώπισής τους.

Επιγραμματικά τα σφάλματα που παρουσιάζονται σε όλες τις μετρήσεις οφείλονται κυρίως σε λάθος επιλογή Καταλόγου Άστρων μέσω του οποίου γίνεται η αστρομέτρηση, στη κακή στοίβαξη των εικόνων, των αριθμό των παρατηρήσεων που υποβάλλονται στο MPC και τον τρόπο υποβολής τους, τη θέση του Παρατηρητηρίου ως προς το αντικείμενο και τέλος σε σφάλματα του εξοπλισμού.

Τα συμπεράσματα και τα αποτελέσματα που βγήκαν από αυτή δημοσιεύτηκαν στο The Planetary Science Journal ¹².

4. Ένταξη στην IAWN

Πριν τη συμμετοχή του στην παραπάνω εκστρατεία, το NOAK Observatory έπειτα από αίτηση που είχε υποβάλλει τον Οκτώβριο του 2021, έγινε μέλος της IAWN (International Asteroid Warning Network), έπειτα από αξιολόγηση και ψηφοφορία που διεξήχθη μεταξύ των ατόμων της Διοικούσας Επιτροπής.

Η IAWN ιδρύθηκε το 2013 ως αποτέλεσμα των συστάσεων του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών

ΟΗΕ και συγκεκριμένα της Επιτροπής για τις Ειρηνικές Χρήσεις του Διαστήματος (COPUOS)¹³, για μια διεθνή-συντονισμένη απάντηση σε μια πιθανή απειλή ενός Near Earth Object (NEO) και τη δημιουργία μιας διεθνούς ομάδας οργανισμών που θα είναι υπεύθυνα για τον εντοπισμό, την παρακολούθηση και τον χαρακτηρισμό των NEO. Η IAWN έχει επιφορτιστεί με την ανάπτυξη μιας στρατηγικής, χρησιμοποιώντας καλά καθορισμένα σχέδια επικοινωνίας και πρωτόκολλα, για να βοηθήσει τις κυβερνήσεις στην ανάλυση των συνεπειών της πρόσκρουσης αστεροειδών και στο σχεδιασμό των αντιδράσεων.

Μέλη της είναι οι μεγαλύτερες διαστημικές υπηρεσίες του κόσμου όπως η NASA, CNSA, ESA, ESO, INASAN, ISA, πανεπιστήμια, οργανισμοί και κάποια φυσικά πρόσωπα που με το έργο τους συμβάλλουν τα μέγιστα στην ανακάλυψη και ταυτοποίηση των αντικειμένων του Ηλιακού Συστήματος, άρα και στην προστασία της Γης από τέτοιου είδους απειλές.



Εικόνα 5: Τα μέλη που απαρτίζουν την IAWN, όπως αναγράφονται στην ιστοσελίδα της.

12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ερασιτεχνικής Αστρονομίας Πάτρα, Οκτώβριος 2022

Η πρώτη συνάντηση στην οποία συμμετείχε το ΝΟΑΚ (έχουν γίνει συνολικά 13 από το 2013) πραγματοποιήθηκε διαδικτυακά και διήρκεσε 3.5 ώρες. Η συζήτηση αφορούσε διάφορα προγράμματα που βρίσκονται σε εξέλιξη όπως το DARTS και η πορεία τους, καλύτερο συντονισμό στην ταυτοποίηση και ανακάλυψη αστεροειδών, καλύτερους τρόπους για την αντιμετώπιση πιθανού κινδύνου από κάποιο αντικείμενο μικρού μεγέθους και ενημέρωση των υπεύθυνων φορέων, καθώς υπήρξε και ενημέρωση από την Υπεύθυνη Διαχείρισης του Προγράμματος COPUOS του ΟΗΕ για διαδικαστικά θέματα.



The screenshot shows the IAWN website. At the top, there is the United Nations Office for Outer Space Affairs logo and a search bar. Below that is a navigation menu with items like 'About Us', 'Our Work', 'Space4SDGs', etc. The main content area has a header 'IAWN' and a large image of an asteroid with a red laser beam. To the right of the image is the text 'International Asteroid Warning Network'. Below the image is a paragraph describing the IAWN. To the right of the main content is a sidebar with a list of links under the heading 'Our Work', including 'Secretariat of COPUOS', 'Programme on Space Applications', 'UN-SPIDER', etc.

Εικόνα 6: Η IAWN υπάγεται στον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών.

Αναφορές

- [1] <https://minorplanetcenter.net/>
- [2] <https://www.ap-i.net/skychart/el/start>
- [3] [Horizons System \(nasa.gov\)](https://horizons.jpl.nasa.gov/)
- [4] <https://www.atik-cameras.com/capture-software/>
- [5] <http://www.thinkman.com/dimension4/>
- [6] <https://aladin.u-strasbg.fr/>
- [7] <http://www.astrometrica.at/>
- [8] <https://minorplanetcenter.net/mpec/K22/K22N43.html>
- [9] <https://minorplanetcenter.net/mpec/K22/K22N47.html>
- [10] <https://iawn.net/obscamp/2019XS/>
- [11] [iawn: IAWN Home](https://iawn.net/)
- [12] [International Asteroid Warning Network Timing Campaign: 2019 XS - IOPscience](https://www.iopscience.org.uk/iopscience/InternationalAsteroidWarningNetworkTimingCampaign2019XS)
- [13] <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/neos/iawn.html>