

## ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ

ΣΤΟΝ ΠΑΝΟ ΤΣΙΜΠΟΥΚΗ  
panagiotix@gmail.com

Σώματα με ακανόνιστο σχήμα τα οποία περιπλανώνται στο Ηλιακό Σύστημα: αυτοί είναι οι αστεροειδείς και αποτελούν αντικείμενο μελέτης δεκάδων επιστημόνων ανά τον κόσμο. Η ελληνική ερευνητική κοινότητα αποκτά ολοένα και πιο κομβικό ρόλο στην αναγνώριση και τον χαρακτηρισμό των αστεροειδών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η διοργάνωση του διεθνούς προγράμματος «Ancient Asteroids» από το Πανεπιστημιακό Αστεροσκοπείο Αθηνών με πρωτοβουλία του λέκτορα Παρατηρησιακής Αστροφυσικής στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών δρ **Κοσμά Γαζέα**, το οποίο προσείλκυσε τις συνεργασίες κορυφαίων αστεροσκοπείων του κόσμου. Στο πλαίσιο αυτού του ερευνητικού προγράμματος, οι ερευνητές καλούν επαγγελματίες και ερασιτέχνες αστρονόμους να σηκώσουν τα τηλεσκόπια ψηλά και να εντοπίσουν αστεροειδείς. Μιλήσαμε με τον αρχιτέκτονα του προγράμματος, ο οποίος μας εξήγησε τι ψάχνουν οι επιστήμονες, γιατί είναι σημαντική η μελέτη τέτοιου είδους σωμάτων αλλά και με ποιον τρόπο συμβάλλουν τα «άγρυπνα μάτια των αστρονόμων», όπως χαρακτηρίζει ο ερευνητής τους ερασιτέχνες, στον εμπλουτισμό της επιστημονικής γνώσης.

**Τι είναι οι αστεροειδείς;**

«Τα σώματα αυτά έχουν ακανόνιστο σχήμα και διαφορετική σύσταση, ενώ έχουν διάμετρο από μερικά μέτρα μέχρι αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα. Οι μεγάλοι αστεροειδείς (με διάμετρο μεγαλύτερη από 50 - 100 χιλιόμετρα) είναι πιθανώς «άθικτα» σώματα, καθώς δεν δημιουργήθηκαν εξαιτίας πολλαπλών προσκρούσεων μεγαλύτερων σωμάτων. Για αυτόν τον λόγο τα σώματα αυτά θεωρούνται πλανητοειδή, που παρέμειναν σχετικά αναλλοίωτα από τη στιγμή της δημιουργίας τους. Μερικοί από τους μικρότερους αστεροειδείς ανήκουν σε οικογένειες οι οποίες σχηματίστηκαν από μεγαλύτερα σώματα (parent bodies), τα οποία θρυμματίστηκαν κατά τη διάρκεια προηγούμενων συγκρούσεων. Η διαδικασία των συγκρούσεων δημιουργεί θραύσματα, αλλά οδηγεί και στην επανένωση θραυσμάτων, σχηματίζοντας συσσωματώματα (τα λεγόμενα rubble piles), δηλαδή αστεροειδείς που αποτελούνται από πολλά κομμάτια βράχων και λίθων προσκολλημένα μεταξύ τους υπό την επίδραση της βαρύτητας».

Τα **πεφταστέρια** είναι μόνο ένα μέρος αυτής. Οι ερευνητές που τους μελετούν μπορούν να εξάγουν **πολύτιμα συμπεράσματα για την ιστορία του Σύμπαντος**, εξηγεί ο λέκτορας Παρατηρησιακής Αστροφυσικής. Και θα εκτιμούσαν τη βοήθεια ερασιτεχνών αστρονόμων



Ο λέκτορας Παρατηρησιακής Αστροφυσικής στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών δρ Κοσμάς Γαζέας

«Ενας αστεροειδής χαρακτηρίζεται αρχέγονος όταν έχει παραμείνει σχεδόν αναλλοίωτος για δεκαετομύρια χρόνια, από τη στιγμή της δημιουργίας του. Συνήθως, είναι αντικείμενα με πολύ χαμηλή ανακλαστικότητα και χωρίς προσμίξεις στη σύστασή τους. Σε αντίθεση με τους νέους αστεροειδείς που έχουν υποστεί αλληπάλληλες διαδικασίες διάλυσης και επανασύνδεσης».

**Ποια είναι η διαφορά αρχέγονων και νέων αστεροειδών;**

«Η μελέτη των αστεροειδών είναι ιδιαίτερα σημαντική για την Πλανητική Επιστήμη και την Αστροφυσική γενικότερα. Η ταξινόμηση των αστεροειδών και των θραυσμάτων τους σε οικογένειες αποτελεί το κλειδί για την κατανόηση της δυναμικής εξέλιξης και των προσκρούσεων των αστεροειδών στο σύνολό τους, καθώς και τη μεταξύ τους συσχέτιση. Η δυναμική εξέλιξη χιλιάδων χρόνων είναι αυτή που οδηγεί κάποιους αστεροειδείς και τα θραύσματά τους σε

**Γιατί είναι σημαντική η μελέτη των αστεροειδών;**

τροχιά σύγκρουσης με τη Γη. Κάποια από αυτά τα θραύσματα πέφτουν τελικά στη Γη και εμφανίζονται ως διάπτοντες αστέρες, τα γνωστά μας «πεφταστέρια». Τα περισσότερα από αυτά δεν είναι επικίνδυνα, καθώς είναι πολύ μικρά σε διαστάσεις. Σε σπάνιες περιπτώσεις μεγάλοι αστεροειδείς πλησιάζουν τη Γη απειλώντας τη ζωή που έχει αναπτυχθεί στην επιφάνειά της. Η μελέτη των αρχέγονων αστεροειδών συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση που έχουμε για τη δημιουργία του ηλιακού συστήματος. Αυτή η έρευνα θα μας οδηγήσει στην αναγνώριση των πλανητοειδών, δηλαδή στα σώματα που πραγματικά παρέμειναν «άθικτα» κατά τη διάρκεια των 4,5 δισεκατομμυρίων χρόνων διατηρώντας την ίδια χημική σύσταση με αυτή του πρώιμου ηλιακού συστήματος. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να πάμε πίσω στον χρόνο και να απαντήσουμε θεμελιώδη αστροφυσικά ερωτήματα σχετικά με τις φυσικές διεργασίες που έλαβαν χώρα κατά τη δημιουργία των πλανητών, την εξέλιξή τους αλλά και την προέλευση της ζωής στη Γη».

Μπορείτε να μας περιγράψετε με ποιον τρόπο γίνεται ο χαρακτηρισμός ενός αστεροειδούς; Τι κάνουν οι

**Επιστήμονες, τι ψάχνουν στον ουρανό, πώς αναλύουν τις παρατηρήσεις τους;**

«Στο πρόγραμμα Ancient Asteroids οι παρατηρήσεις θα γίνονται με τη μέθοδο της φωτομετρίας. Ο σκοπός είναι η συλλογή φωτομετρικών παρατηρήσεων από αστεροειδείς που ανήκουν σε αρχέγονες οικογένειες. Οι παρατηρήσεις θα χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή καμπυλών φωτός, οι οποίες είναι αποτέλεσμα της περιστροφής του αστεροειδούς και των μορφολογικών χαρακτηριστικών του. Η φυσική πίσω από αυτό το φαινόμενο είναι απλή: Η περιστροφή ενός στερεού αντικειμένου με ακανόνιστο σχήμα έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζεται διαφορετικές περιοχές στον παρατηρητή, οι οποίες αντανακλούν το ηλιακό φως. Αυτό έχει ως αντίκτυπο τη μεταβολή της λαμπρότητας του αντικειμένου. Κάθε αστεροειδής θα παρατηρείται για όλη τη διάρκεια της νύχτας από πολλά αστεροσκοπεία, ώστε να αναζητηθεί η περίοδος περιστροφής του και ο άξονας γύρω από τον οποίο περιστρέφεται. Η προσεκτική ανάλυση της περιοδικότητας, του πλάτους και του σχήματος της καμπύλης φωτός αποκαλύπτει ένα τρισδιάστατο μοντέλο για τον αστεροειδή, που αναπαριστά την περι-

## ΚΟΣΜΑΣ ΓΑΖΕΑΣ

## Η ΚΡΥΦΗ ΓΟΗΤΕΙΑ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΟΕΙΔΩΝ

Τα θραύσματα των αστεροειδών που πέφτουν στη Γη είναι τα γνωστά μας «πεφταστέρια». Οι μικρές διαστάσεις τους τα καθιστούν ακίνδυνα. Σπανίως μεγάλοι αστεροειδείς πλησιάζουν τη Γη με απειλητικές «διαθέσεις»

### Φυσικό εργαστήριο για τη μελέτη της δημιουργίας των πλανητών

Τα σώματα μικρής μάζας του ηλιακού μας συστήματος αποτελούν ένα μοναδικό φυσικό εργαστήριο για τη μελέτη των πρώτων στιγμών της δημιουργίας των πλανητών. Τέτοια αντικείμενα μικρής μάζας είναι οι αστεροειδείς, οι κομήτες, τα πλανητοειδή, οι νάνοι πλανήτες και διάφορα άλλα σώματα που βρίσκονται διάσπαρτα ή σε ομάδες ανάμεσα στους 8 πλανήτες.

### Αγγίζοντας την επιφάνεια των πλανητών

Η ομάδα επικοινωνίας της επιστήμης Planets in Your Hand έχει κατασκευάσει μια έκθεση όπου οι επισκέπτες μπορούν να αγγίξουν την επιφάνεια των πλανητών του Ηλιακού Συστήματος. Η διάζωση παρουσίαση της έκθεσης, στο ΕΚΠΑ και στο Ίδρυμα Ευγενίδου, διακόπηκε προσωρινά λόγω της πανδημίας, ωστόσο οι διοργανωτές της ευελπιστούν να επαναληφθεί σύντομα!

πολλούς στόχους, γεγονός που δεν είναι εφικτό από ένα μόνο αστεροσκοπείο. Ο φόρτος εργασίας που έχουν τα επίγεια και τα διαστημικά τηλεσκόπια δεν επιτρέπει την παρακολούθηση των αστεροειδών σε καθημερινή βάση. Η συνεισφορά των ερασιτεχνών αστρονόμων σε αυτό το κομμάτι θα είναι ουσιαστική. Με τα τηλεσκόπια τους και τον εξοπλισμό που διαθέτουν αρκετοί ενθουσιώδεις ερασιτέχνες αστρονόμοι μπορούν να πραγματοποιήσουν παρατηρήσεις εφάμιλλες αυτών από τα ερευνητικά αστεροσκοπεία, συνεισφέροντας και επιταχύνοντας τη συλλογή των δεδομένων.

Για τον σκοπό αυτόν έχει δημιουργηθεί η ιστοσελίδα του προγράμματος Ancient Asteroids, μέσα από την οποία καλούμε όσους μπορούν να συνεισφέρουν στο πρόγραμμα με παρατηρήσεις, αφού πληρούν κάποια κριτήρια στον εξοπλισμό και στον τρόπο λήψης των δεδομένων, ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα των παρατηρήσεων. Στη σελίδα αυτή, με μια απλή εγγραφή, μπορεί κάποιος να ξεκινήσει τις παρατηρήσεις αστεροειδών από μια λίστα υποψηφίων στόχων και να στείλει τα δεδομένα του στο Γεροσταθοπούλειο Αστεροσκοπείο του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Οι παρατηρήσεις θα συλλεχθούν και θα επεξεργαστούν από τον φοιτητή μου και υπ. διδάκτορα **Δημήτριο Αθανασόπουλο**, ο οποίος θα αναζητήσει πιθανές συσχετίσεις ανάμεσα στους παρατηρούμενους στόχους. Ο απώτερος σκοπός είναι να βρεθούν κοινά χαρακτηριστικά ανάμεσα στα θραύσματα των αστεροειδών, τα οποία θα συνηγορούν στην ύπαρξη κάποιου αρχέγονου αστεροειδούς, ο οποίος διαλύθηκε στο παρελθόν και τα θραύσματα του οποίου σκορπίστηκαν στην περιοχή, ανάμεσα στους υπόλοιπους αστεροειδείς της Κύριας Ζώνης του Ηλιακού Συστήματος».

**Εχουν παίξει σημαντικό ρόλο οι ερασιτέχνες στις παρατηρήσεις και στον εμπλουτισμό του πεδίου της Αστρονομίας;**

«Υπάρχουν ερασιτέχνες αστρονόμοι που διαθέτουν σοβαρό εξοπλισμό για την απεικόνιση του ουρανού και την πραγματοποίηση φωτομετρικών και φασματοσκοπικών παρατηρήσεων. Σημαντικές ανακαλύψεις έχουν γίνει από ερασιτέχνες αστρονόμους εντελώς τυχαία ή έπειτα από

επιμελείς και προσεκτικές παρατηρήσεις. Παράδειγμα τέτοιων ανακαλύψεων αποτελούν οι απρόσμενες μεταβολές στην ατμόσφαιρα του Δία, οι ανακαλύψεις νέων υπερκαινοφανών, κομητών ή εξωπλανητών.

Ο ενθουσιώδης χαρακτήρας των ερασιτεχνών αστρονόμων μπορεί να αποτελέσει πηγή έμπνευσης για νέα παιδιά να ασχοληθούν με τις επιστήμες. Ο μεγάλος αριθμός τους και οι συνεχείς παρατηρήσεις του νυχτερινού ουρανού τους καθιστά «άγρυπνα μάτια του ουρανού», πράγμα που είναι ένα πολύτιμο προσόν ακόμη και για τους επαγγελματίες αστρονόμους.

Το πρόγραμμα Ancient Asteroids αποσκοπεί στη συνεργασία επαγγελματιών και ερασιτεχνών αστρονόμων, ως ένα Citizen Science Project, ή Pro-Am Collaboration. Παράλληλα, με το ερευνητικό κομμάτι, εκδηλώσεις και δράσεις επικοινωνίας της επιστήμης για το ευρύ κοινό και κυρίως για τα παιδιά στα σχολεία θα πραγματοποιούνται μέσω της ομάδας επικοινωνίας της επιστήμης Planets In Your Hand, της οποίας ηγούμαι στο Τμήμα Φυσικής του ΕΚΠΑ».

**Ποια είναι η συμβολή του εργαστηρίου σας στη μελέτη των αστεροειδών;**

«Οι παρατηρησιακές μέθοδοι, όπως είναι η τεχνική των επιπροσθήσεων (δηλαδή εκλείψεις αστέρων από αστεροειδείς) και η φωτομετρική μελέτη που κάνει το πρόγραμμα Ancient Asteroids, είναι οι βασικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην Αστροφυσική για να εξάγουμε τις πολύτιμες πληροφορίες που χρειαζόμαστε. Οι τεχνικές αυτές εφαρμόζονται εδώ και χρόνια στο Γεροσταθοπούλειο Πανεπιστημιακό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΥΟΑΟ) από την ερευνητική ομάδα μου. Η συνεργασία του ΕΚΠΑ με κορυφαίες ομάδες πλανητικής επιστήμης στο εξωτερικό (Πανεπιστήμιο Παρισιών και Αστεροσκοπείο Νίκαιας στη Γαλλία, Πανεπιστήμιο Καρόλου στην Τσεχία) μας τοποθετεί στο προσκήνιο της έρευνας. Ο κλάδος της Πλανητικής Επιστήμης αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα. Είναι επομένως ιδιαίτερα σημαντικό το γεγονός ότι ηγούμαστε μιας παρατηρησιακής εκστρατείας, που προσφέρει στη διεθνή προσπάθεια κατανόησης της δημιουργίας του Ηλιακού Συστήματος και στη γνώση που θα αποκομίσει η ευρύτερη επιστημονική κοινότητα».

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΕΣ

Ο Έλληνας ερευνητής εξηγεί τους επιμέρους στόχους των ερευνητικών προγραμμάτων για την εξερεύνηση και καταγραφή των αστεροειδών.

### Τι είναι το πρόγραμμα Ancient Asteroids;

«Το πρόγραμμα Ancient Asteroids είναι μια διεθνής εκστρατεία παρατηρήσεων που στοχεύει στον χαρακτηρισμό διασκορπισμένων αστεροειδών, οι οποίοι είναι μέλη αρχέγονων οικογενειών της Κύριας Ζώνης του Ηλιακού μας Συστήματος. Το έργο ξεκίνησε το 2020 στο Αστεροσκοπείο του Πανεπιστημίου Αθηνών (ΥΟΑΟ) του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών από τον υποφαινόμενο, σε συνεργασία με το Αστεροσκοπείο της Κιανής Ακτής (OCA) στη Νίκαια της Γαλλίας, το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, το Αστρονομικό Ινστιτούτο του Πανεπιστημίου Τσαρλς στην Πράγα της Τσεχίας, το Παρατηρητήριο Λόουελ στην Αριζόνα των ΗΠΑ και το Παρατηρητήριο BSA στο Σαβιλιάνο της Ιταλίας. Το πρόγραμμα Ancient Asteroids θα συνεισφέρει στη βαθύτερη κατανόηση της δημιουργίας του Ηλιακού Συστήματος συλλέγοντας πολύτιμες πληροφορίες για τους αρχαιότερους αστεροειδείς, οι οποίες θα κατατεθούν στο πρόγραμμα Minor Planet Physical Properties Catalogue MP<sup>3</sup>C».

### Τι είναι το πρόγραμμα Minor Planet Physical Properties Catalogue (MP<sup>3</sup>C) και πώς θα συμβάλουν σε αυτό οι παρατηρήσεις που γίνονται στο πλαίσιο του Ancient Asteroids;

«Το MP<sup>3</sup>C (Minor Planet Physical Properties Catalogue) είναι ένα πρόγραμμα που ξεκίνησε στο Αστεροσκοπείο της Κιανής Ακτής (OCA) στη Νίκαια της Γαλλίας από τον δρ **Μάρκο Ντελμπό**. Ο σκοπός του προγράμματος αυτού είναι η δημιουργία ενός

πλήρους καταλόγου αστεροειδών και σωμάτων μικρής μάζας του Ηλιακού Συστήματος, με τις φυσικές ιδιότητές τους, από διάφορες πηγές της βιβλιογραφίας. Ο κατάλογος αυτός είναι διαθέσιμος ηλεκτρονικά μέσω διαφόρων διαδικτυακών εργαλείων.

Το πρόγραμμα Ancient Asteroids συνεισφέρει στο πρόγραμμα MP<sup>3</sup>C, με τις πληροφορίες τις οποίες συλλέγει για τους αστεροειδείς που είναι μέλη αρχέγονων οικογενειών. Η ανακάλυψη των αρχαιότερων οικογενειών γίνεται χρησιμοποιώντας μια καινοτόμα μέθοδο, η οποία βρίσκει συσχετίσεις μεταξύ της τροχιακής θέσης και το μέγεθος των αστεροειδών. Οι οικογένειες των Αρχέγονων Αστεροειδών αποτελούνται από αντικείμενα/αστεροειδείς που είναι πολύ σκουρόχρωμοι, επειδή έχουν χαμηλή ανακλαστικότητα, δηλαδή δεν ανακλούν πολύ το φως του Ηλιου. Μια οικογένεια αστεροειδών θα μπορούσε να είναι τόσο παλιά όσο το Ηλιακό Σύστημα (ηλικίας περίπου 4.5 δισεκατομμυρίων ετών). Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ένας αστεροειδής της οικογένειας αυτής ονομάζεται «αρχέγονος»».

### Προβλέπονται επιστημονικές ανταλλαγές με ερευνητές από τα αστεροσκοπεία που συμμετέχουν στο πρόγραμμα; (Κιανή Ακτή, Πράγα, Σαβιλιάνο)

«Οι χώρες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα αυτό είναι μέχρι τώρα οι εξής: Ελλάδα (ΕΚΠΑ-ΑΠΘ), Γαλλία, Τσεχία, ΗΠΑ και Ιταλία. Κάθε χώρα συμμετέχει με ερευνητές από πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα και αστεροσκοπεία. Ο ρόλος του κάθε μέλους ποικίλλει. Άλλοι αναλαμβάνουν τις παρατηρήσεις των αστεροειδών, άλλοι την ανάλυση των δεδομένων. Για τα πρώτα βήματα του προγράμματος έχει εξασφαλιστεί η χρηματοδότηση από ευρωπαϊκές πηγές. Στο πλαίσιο αυτό προβλέπονται ανταλλαγές ερευνητών από κορυφαίες ερευνητικές ομάδες διεθνώς και ανάμεσα στα ερευνητικά κέντρα, ενώ ταυτόχρονα αναζητούνται χορηγίες και χρηματοδοτήσεις για την πραγματοποίηση της έρευνας και της αμοιβής του εμπλεκόμενου προσωπικού για τα επόμενα χρόνια».

Κάποιοι αστεροειδείς μπορεί να δημιουργήθηκαν από τις συγκρούσεις μεγαλύτερων σωμάτων τα οποία θρυμματίστηκαν. Κάποιοι άλλοι δημιουργήθηκαν από την επανένωση των παραγόμενων θραυσμάτων

