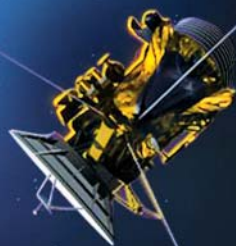


Δρ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΚΡΙΜΙΖΗΣ

# Ταξίδι στο Ηλιακό Σύστημα

Από τον Ερμή στον Πλούτωνα σε 50 χρόνια

σε συνεργασία με τον ΒΑΓΓΕΛΗ ΠΡΑΤΙΚΑΚΗ

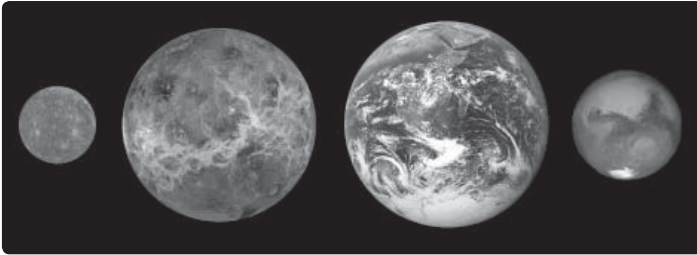


ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

Δρ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΚΡΙΜΙΖΗΣ

# Ταξίδι στο Ηλιακό Σύστημα

Από τον Ερμή στον Πλούτωνα σε 50 χρόνια



Σε συνεργασία με τον  
Βαγγέλη Πρατικάκη

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

## **ΤΑΞΙΔΙ ΣΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

Συγγραφέας: Δρ. Σταμάτης Κριμιζής  
Επιμέλεια έκδοσης: Βαγγέλης Πρατικάκης  
Διόρθωση: Μάνος Μπονάνος

© 2017, Εκδόσεις Κυριάκος Παπαδόπουλος Α.Ε., Σταμάτης Κριμιζής

Η πνευματική ιδιοκτησία αποκτάται χωρίς καμιά διατύπωση και χωρίς την ανάγκη ρήτρας απαγορευτικής των προσβολών της. Κατά τον Ν. 2387/20 (όπως έχει τροποποιηθεί με τον Ν. 2121/93 και ισχύει σήμερα) και κατά τη Διεθνή Σύμβαση της Βέρνης (που έχει κυρωθεί με τον Ν. 100/1975), απαγορεύεται η αναδημοσίευση, η αποθήκευση σε κάποιο σύστημα διάσωσης και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου με οποιονδήποτε τρόπο ή μορφή, τμηματικά ή περιληπτικά, στο πρωτότυπο ή σε μετάφραση ή άλλη διασκευή, χωρίς γραπτή άδεια του εκδότη.

Πρώτη έκδοση: Νοέμβριος 2017



**ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ**

[www.epbooks.gr](http://www.epbooks.gr)

Καποδιστρίου 9, 144 52 Μεταμόρφωση Αττικής  
τηλ.: 210 2816134, e-mail: [info@epbooks.gr](mailto:info@epbooks.gr)

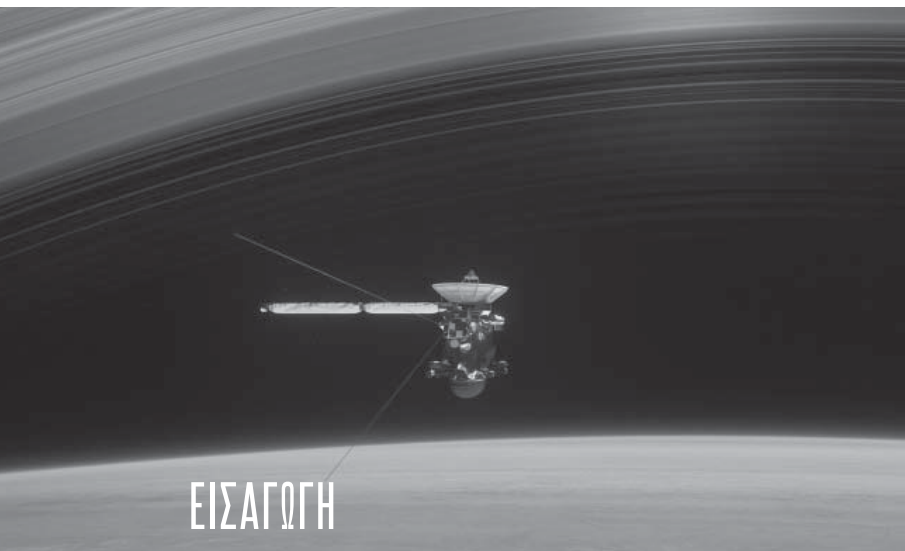
ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ

Μασσαλίας 14, 106 80 Αθήνα, τηλ.: 210 3615334

ISBN 978-960-569-744-0

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	7
Νέοι Ορίζοντες: Στον Πλούτωνα και Πέρα.....	11
Μικρά Μαθήματα Πυραυλικής Επιστήμης.....	23
Voyager: Η Μεγάλη Περιοδεία.....	33
Οι Πέτρινοι Πλανήτες.....	59
Cassini: Μια Πυρηγική Ναυαρχίδα ταξιδεύει στον Κρόνο.....	80
Ραντεβού με τον αστεροειδή Έρωτα.....	98
Voyager: Επική Έξοδος.....	106
Επόμενος προορισμός, ο Ήλιος.....	120
Γλωσσάρι.....	122



Μέχρι σήμερα που γράφω αυτό το βιβλίο, λιγότεροι από 600 άνθρωποι έχουν ταξιδέψει πέρα από τη Γη, ή για την ακρίβεια έχουν πετάξει σε ύψος άνω των 100 χιλιομέτρων, το επίσημο όριο του Διαστήματος. Ακόμα λιγότεροι, μόλις 12 άτομα, πάτησαν το πόδι τους στη Σελήνη, στο πλαίσιο του προγράμματος Apollo τον περασμένο αιώνα. Κανείς, βέβαια, δεν έχει ταξιδέψει σε άλλους πλανήτες. Έχω τη μεγάλη τύχη, σχεδόν απίστευτη ακόμα και για μένα, να ανήκω σε ένα κλαμπ πρωτοπόρων: να αποτελώ μέλος μιας μεγάλης ομάδας ανθρώπων που έζησαν την αρχή της διαστημικής εποχής και βοήθησαν στην εξερεύνηση του Ηλιακού Συστήματος. Όπως μάλιστα με ενημερώνουν, είμαι ο μοναδικός επιστήμονας που έχει στο ενεργητικό του αποστολές προς όλους τους πλανήτες, συν τον νάνο πλανήτη Πλούτωνα. Έχω επίσης συμμετάσχει στην πρώτη προσεδάφιση

σε αστεροειδή και ετοιμάζομαι για την εκτόξευση της πρώτης αποστολής που θα τολμήσει να πλησιάσει τον Ήλιο. Μπορεί λοιπόν να μην έχω ταξιδέψει «εκεί έξω», έχω όμως πολλούς λόγους για να αισθάνομαι περήφανος.

Γεννήθηκα το 1938, μόλις οκτώ χρόνια μετά την ανακάλυψη του μυστηριώδους Πλούτωνα (ναι, είμαι τόσο αρχαίος) κι όμως πρόλαβα να θαυμάσω τα τοπία του στις πρώτες κοντινές εικόνες το 2015. Η άφιξη σε αυτή τη νέα γειτονιά, στη μεθόριο του Ηλιακού Συστήματος, ήρθε να συμπληρώσει μια επική περιοδεία στους οκτώ πλανήτες του. Εγώ και οι συνεργάτες μου στο Πανεπιστήμιο Johns Hopkins και τη NASA σχεδιάσαμε αποστολές που εξερεύνησαν τον μικρό Ερμή, την καυτή Αφροδίτη, τη φιλόξενη Γη, τον ερημικό Άρη, τον μεγαλόπρεπο Δία και τα αέρινα ξαδέλφια του Κρόνο, Ουρανό και Ποσειδώνα. Στα φεγγάρια αυτών των πλανητών είδα πρωτοφανείς τόπους: ηφαίστεια να ξερνούν θειάφι στο Διάστημα, θάλασσες από υγροποιημένο φυσικό αέριο, ερήμους εκτεθειμένες σε θανάσιμη ακτινοβολία, υπόγειους ωκεανούς με περισσότερο νερό από όσο υπάρχει στη Γη, μέρη που δεν αποκλείεται να κρύβουν δικές τους μορφές ζωής.

Και δεν μπορώ να μην καμαρώνω για τα ιστορικά σκάφη Voyager, τους πρώτους απεσταλμένους της ανθρωπότητας πέρα από το Ηλιακό Σύστημα, στον αχανή διαστρικό χώρο.

Αναρωτιέμαι πόσοι άνθρωποι έχουν ταξιδέψει τόσο μακριά όσοι εμείς οι πλανητικοί επιστήμονες! Η απάντηση, βέβαια, είναι κανείς! Και να φανταστείτε ότι περνάμε μεγάλο μέρος της ζωής μας κλεισμένοι σε εργαστήρια. Δουλεύουμε με σκέψη, πλάνο και όραμα προκειμένου να φτιάξουμε μηχανές, τους

ρομποτικούς εκπροσώπους μας στον απέραντο, ανεξερεύνητο Κόσμο. Το να στέλνει κανείς ανθρώπους στο Διάστημα είναι ακόμα ριψοκίνδυνο και δαπανηρό, και οι μηχανές αποτελούν το καλύτερο μέσο εξερεύνησης. Αν περιμέναμε την πρώτη ανθρώπινη αποστολή στον Άρη, πιθανώς κάπου στα μέσα της δεκαετίας του 2030, δεν θα γνωρίζαμε σχεδόν τίποτα για αυτόν πριν φτάσουμε εκεί. Πώς θα τολμούσαμε κάτι τέτοιο χωρίς τους ακριβείς χάρτες που έχουμε σήμερα, χάρτες εξίσου λεπτομερείς με αυτούς της Γης; Ο γειτονικός πλανήτης παρακολουθείται σήμερα σε μόνιμη βάση από δορυφόρους και στην επιφάνειά του επιχειρούν σκληροτράχηλα ρομπότ. Χάρη σε τέτοιες αποστολές γνωρίζουμε τι μας περιμένει στον Άρη, όπως γνωρίζουμε αρκετά για τα περισσότερα σώματα του Ηλιακού μας Συστήματος, τουλάχιστον μέχρι εκεί που έχουμε εξερευνήσει. Αποκτήσαμε τόση γνώση χωρίς να φύγουμε από τη Γη. Για να γίνει αυτό χρειάστηκε να αναπτύξουμε τεχνολογίες, επιστημονικά όργανα και άλλα εξαρτήματα σύμφωνα με τις πιο ακραίες, απαιτητικές προδιαγραφές. Σκάφη προορισμένα να ταρακουνηθούν βίαια κατά την εκτόξευση, να καταψυχθούν στη διαστημική σκιά, να ψηθούν στη διαστημική λιακάδα, να χτυπηθούν από σωματίδια που διαπερνούν ασάβι, να βρουν τον δρόμο τους στο πουθενά και να μπορούν να επικοινωνούν με τη Γη από απόσταση δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων. Και όλα αυτά σε αποστολές που διαρκούν μήνες, χρόνια, δεκαετίες. Τα δίδυμα σκάφη Voyager συνεχίζουν να στέλνουν δεδομένα 40 χρόνια μετά, καθώς απομακρύνονται με ταχύτητα στο άγνωστο. Δεν γνωρίζω άλλο παράδειγμα μηχανών που λειτουργούν επί δεκαετίες χωρίς καμία δυνατότητα επισκευής.

Καταλαβαίνετε λοιπόν πόση ικανοποίηση μου προσφέρουν τα ταξίδια μου γιατί, μέχρι και σήμερα, εργάζομαι με ενθουσιασμό ακολουθώντας μια καριέρα εξερεύνησης. Αυτός, εξάλλου, είναι ο βασικός λόγος που γράφω ένα βιβλίο για νέους: Γιατί το ταξίδι δεν έχει τελειώσει. Μπορεί στην Ελλάδα της οικονομικής κρίσης να έχουν ψαλιδιστεί οι δυνατότητες και οι φιλοδοξίες, εύχομαι όμως πως αυτό δεν θα κρατήσει πολύ και δεν θα χάσει η Ελλάδα το νέο κεφάλαιο της διαστημικής εποχής. Τα πράγματα εξελίσσονται τα τελευταία χρόνια. Στην Αμερική υπάρχουν ήδη εταιρείες που εκτελούν δρομολόγια διαστημικών μεταφορών για λογαριασμό της NASA, εταιρείες που υπόσχονται τουριστικές πτήσεις στο όριο του Διαστήματος, ή ακόμα και ταξίδια στον Άρη ή σε ορυχεία σε αστεροειδείς. Η Κίνα στέλνει συστηματικά ανθρώπους σε τροχιά, η Ινδία εκτοξεύει εμπορικούς δορυφόρους, άλλες χώρες συνεργάζονται στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό και μικρά ευρωπαϊκά κράτη όπως το Λουξεμβούργο και (ναι) η Ελλάδα ιδρύουν διαστημικές υπηρεσίες. Η βασική ιδέα είναι ότι όποιος το θέλει, όποιος επιθυμεί να εργαστεί πάνω σε αυτό και όποιος έχει λίγη τύχη, μπορεί και αυτός ή αυτή να διεκδικήσει μια θέση στη διαμόρφωση του μέλλοντος στο Διάστημα.





## ΝΕΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ: ΣΤΟΝ ΠΛΟΥΤΩΝΑ ΚΑΙ ΠΕΡΑ

Ήταν διπλή η χαρά μου στις 14 Ιουλίου 2015, όταν η αποστολή New Horizons διέπρεψε στο σύντομο αλλά ιστορικό πέρασμά της από τον Πλούτωνα. Από τη μία, πανηγύριζα για την πολυπόθητη άφιξη στον ένατο και τελευταίο πλανήτη του «κλασικού» Ηλιακού Συστήματος, αυτού που δεχόταν η κοσμοθεωρία του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Από την άλλη, απολάμβανα τη συμβολική σύμπτωση ότι την ίδια ημέρα συμπληρωνόταν ακριβώς μισός αιώνας από τότε που το Mariner 4, η πρώτη αποστολή μου, πλησίασε τον Άρη και μετέδωσε την πρώτη εικόνα ενός άλλου πλανήτη. Είχα συμπληρώσει πια τη μεγάλη περιοδεία μου στη γειτονιά του Ήλιου.

Το αστέιο με το New Horizons είναι ότι αναχώρησε το 2006 με προορισμό έναν πλανήτη, αλλά όταν έφτασε εκεί τον βρήκε

να έχει υποβιβαστεί ντροπιασμένος σε νάνο πλανήτη. Λίγους μήνες μετά την εκτόξευση, η Διεθνής Αστρονομική Ένωση (IAU) αποφάσισε να δώσει για πρώτη φορά επίσημο ορισμό για τους πλανήτες, εξαιρώντας τον Πλούτωνα από τη λίστα για λόγους που θα εξηγήσω παρακάτω (Η απόφαση αυτή προκάλεσε σοκ, και έμεινα έκπληκτος όταν έμαθα ότι χιλιάδες Αμερικανοί μαθητές είχαν ξεκινήσει συλλογή υπογραφών προκειμένου να αποκαταστήσουν τον αγαπημένο τους πλανήτη. Γιατί τόση λατρεία για ένα σώμα που παίρνει το όνομά του από τον θεό του Κάτω Κόσμου; Υποψιάζομαι ότι ο ενθουσιασμός τους είχε σχέση με το γεγονός ότι ο Πλούτωνα έχει στα αγγλικά το ίδιο όνομα με τον χαριτωμένο σκύλο του Μίκυ Μάους, τον Pluto. Όποια κι αν είναι η απάντηση, ήταν σίγουρα μια απίθανη ανταρσία μαθητών εναντίον αστρονόμων. Υποθέτω μάλιστα ότι, αν ξεσπούσε μια αντίστοιχη κινητοποίηση στην Ελλάδα, θα είχαμε καταλήψεις σχολείων).



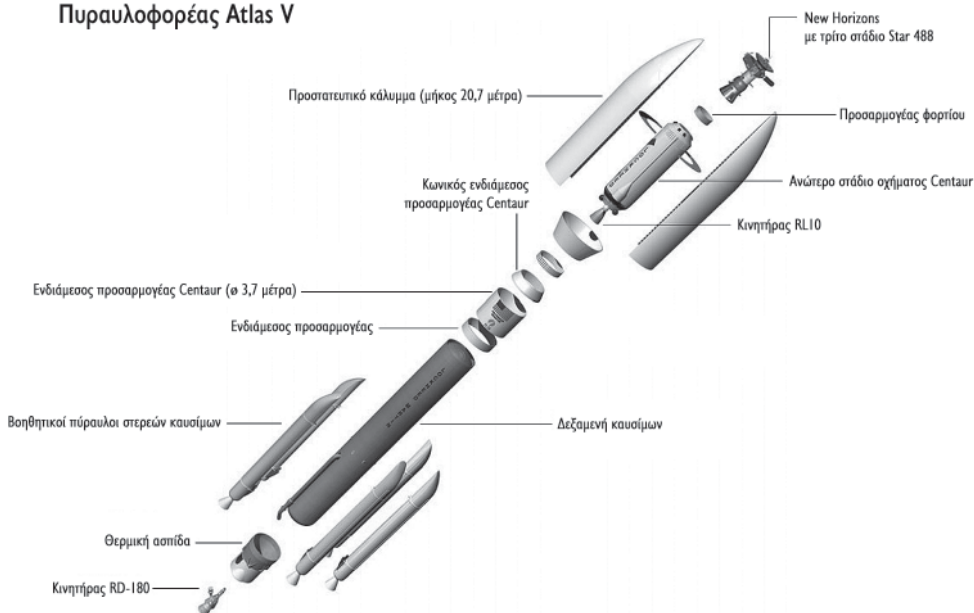
Μην την παρεξηγήσετε για άσεμνη χειρονομία. Η χαρούμενη τριάδα πανηγυρίζει για το New Horizons και την ολοκλήρωση του πρώτου γύρου εξερεύνησης των εννέα «κλασικών» πλανητών. Από αριστερά, ο επικεφαλής ερευνητής της αποστολής Άλαν Στερν, ο διοικητής της NASA Τσαρλς Μπόλντεν και ο Σταμάτης Κριμιζής.

Ο αγαπημένος Πλούτωνας δεν κατάφερε να ανακτήσει τον βασιλικό τίτλο του, διατήρησε όμως το μυστήριό του για μερικά ακόμα χρόνια. Παρόλο που είχαμε πια εικόνες όλων των πλανητών, κανείς δεν είχε αντικρίσει την επιφάνεια αυτού του μακρινού κόσμου. Ακόμα και για τα μάτια του πανίσχυρου διαστημικού τηλεσκοπίου Hubble, ο Πλούτωνας ήταν μια μικρή, μουντζουρωμένη κουκκίδα. Ένας λόγος είναι το μικρό του μέγεθος, με διάμετρο γύρω στα 2.400 χιλιόμετρα, λίγο μεγαλύτερη από τη διάμετρο της Σελήνης. Το κυριότερο όμως είναι η μεγάλη, πολύ μεγάλη απόσταση – γύρω στα 6 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα κατά μέσο όρο. Επειδή τα πολλά μηδενικά είναι κουραστικά ακόμα και για τους επιστήμονες, λέμε ότι η απόσταση αυτή είναι περίπου 40 Αστρονομικές Μονάδες ή AU, δηλαδή 40 φορές η απόσταση Γης-Ήλιου, η οποία είναι περίπου 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα. Ο Πλούτωνας είναι τόσο μακριά ώστε το έτος του διαρκεί 248 γήινα χρόνια και το φως του Ήλιου χρειάζεται κατά μέσο όρο 5 ώρες και 40 λεπτά για να τον φτάσει. Και, ακόμα κι όταν θεωρούταν πλανήτης, ήταν ομολογουμένως ο πιο αταίριαστος της παρέας: δεν κινείται στο ίδιο επίπεδο με τους υπόλοιπους πλανήτες, δηλαδή στο επίπεδο της εκλειπτικής, αλλά το τέμνει, καθώς κινείται σε μια έντονα ελλειπτική τροχιά, με την απόστασή του από τον Ήλιο να αυξομειώνεται από τις 30 μέχρι τις 49 AU. Πολύ περίεργο!

## ΣΤΟΝ ΠΛΟΥΤΩΝΑ ΜΕ ΠΛΟΥΤΩΝΙΟ

Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, καταφέραμε με πολλές προσπάθειες να πείσουμε το αμερικανικό Κογκρέσο να χρη-

## Πυραυλοφόρέας Atlas V



ματοδοτήσει την αποστολή με το δίοξυο ευκαταφρόνητο αλλά καθόλου εξωφρενικό κονδύλι των περίπου 700 εκατομμυρίων δολαρίων. Τη διαχείριση της αποστολής ανέλαβε η ομάδα μου στο Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Φυσικής (APL) του Πανεπιστημίου Johns Hopkins στο Μέριλαντ. Δεδομένου ότι το σκάφος επρόκειτο να ταξιδέψει μακριά από τον Ήλιο, δεν θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να λειτουργεί με ηλιακή ενέργεια – η λύση σε αυτή την περίπτωση ήταν οι «θερμοηλεκτρικές γεννήτριες ραδιοϊσοτόπων», όπως είχε συμβεί και με αρκετές ακόμα αποστολές στο παρελθόν. Οι γεννήτριες αυτές βασίζονται στην πυρηνική ενέργεια αλλά δεν είναι πυρηνικοί αντιδραστήρες. Στην ουσία είναι συσκευές που μετατρέπουν τη θερμότητα απευθείας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Η ζέση προέρχεται από μερικά σφαιρίδια πλουτωνίου -238, ένα άκρως ραδιενεργό στοιχείο το



Ακριβώς 15 λεπτά μετά τη στιγμή της πλησιέστερης προσέγγισης, το New Horizons γύρισε την κάμερα προς τα πίσω για να θαυμάσει βουνά από πάγο νερού να φτάνουν μέχρι τον ορίζοντα.

οποίο διασπάται αυθόρμητα και εκπέμπει μεγάλες ποσότητες θερμότητας, τόσο μεγάλες που τα σφαιρίδια κυριολεκτικά πυρακτώνονται και φαίνονται να λάμπουν αν κανείς κλείσει το φως. Το New Horizons μετέφερε συνολικά 9,25 κιλά οξειδίου του πλουτωνίου, υπεραρκετά για τη διάρκεια της αποστολής.

Ήταν όμως μια πολύ ειδική περίπτωση, και γνωρίζαμε ότι αυτό που χρειαζόμασταν ήταν ένα γρήγορο, πολύ γρήγορο σκάφος, το οποίο θα μας επέτρεπε να φτάσουμε στον Πλούτωνα σε χρόνια αντί σε δεκαετίες, πριν αναχωρήσει όλη η ομάδα μας για τον πραγματικό Κάτω Κόσμο. Αυτό που χρειαζόμασταν ήταν κάτι σαν τα γρήγορα, σπορ αυτοκίνητα: ελαφριά αλλά με δυνατή μηχανή. Σχεδιάσαμε λοιπόν μια σχετικά συμπαγή, μικρή κατασκευή, και την εκτοξεύσαμε με τον πιο ισχυρό πύραυλο που διέθεταν οι ΗΠΑ. Στις 19 Ιανουαρίου 2006, το New Horizons εκτοξεύτηκε τοποθετημένο στην κορυφή ενός πυραύλου Atlas V, στον οποίο είχαν συνδεθεί, για πρώτη φορά, πέντε βοηθητικοί πύραυλοι στερεών καυσίμων, σχεδιασμένοι να αποχωριστούν το κυρίως σώμα του Atlas V όταν εξαντλήσουν τα καύσιμά τους και να πέσουν στον Ατλαντικό Ωκεανό. Φανταστείτε ότι ο πύραυλος είχε ύψος 61 μέτρα, όσο ένα

20ώροφο κτίριο, και ζύγιζε μαζί με τα καύσιμα γύρω στους 570 τόνους. Επίσης, είχαμε προσθέσει έναν βοηθητικό πυραυλοκινητήρα στο σκάφος για την τελική ώθηση. Κι όλα αυτά για να εκτοξευτεί ένα φορτίο σε μέγεθος πιάνου και βάρους μόλις 470 κιλών. Πιθανότατα έχετε δει εκτοξεύσεις πυραύλων σε βίντεο, είναι όμως άλλη αίσθηση όταν βρίσκεσαι εκεί και νιώθεις τον βρυχηθμό, αισθάνεσαι τον κραδασμό του εδάφους και βλέπεις τη λάμψη να ανεβαίνει.

Όταν το New Horizons αναχώρησε, ήταν η ταχύτερη αποστολή που έχει εκτοξευτεί ποτέ, αναπτύσσοντας ταχύτητα 12 χιλιομέτρων ανά δευτερόλεπτο – μεγαλύτερη από τη λεγόμενη ταχύτητα διαφυγής, που θα του επέτρεπε να βγει τελικά από το Ηλιακό Σύστημα. Χρειάστηκε λιγότερο από εννέα ώρες για να φτάσει την τροχιά της Σελήνης – συγκριτικά, οι αποστολές Αρπύλλο χρειάζονταν πάνω από τέσσερις μέρες για να ταξιδέψουν μέχρι το φεγγάρι. Το New Horizons είχε έτσι ξεκινήσει ένα ταξίδι εννέα ετών, με μοναδικό ενδιάμεσο σταθμό τον Δία (ο οποίος είναι άλλο κεφάλαιο από μόνος του), για να χρησιμοποιήσει το βαρυτικό πεδίο του πλανήτη, να αλλάξει κατεύθυνση προς τον Πλούτωνα και να αυξήσει την ταχύτητά του στα 52.000 χιλιόμετρα την ώρα.

Δρ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΚΡΙΜΙΖΗΣ

## Ταξίδι στο Ηλιακό Σύστημα

Μια συναρπαστική περιπέτεια εξερεύνησης, από τον Ερμή μέχρι πέρα από το όριο του Ηλιακού Συστήματος, με τη ματιά του Δρ. Σταμάτη Κριμιζή.

Ομότιμος διευθυντής διαστημικών προγραμμάτων της NASA στο Πανεπιστήμιο Johns Hopkins των ΗΠΑ και μέλος της Ακαδημίας Αθηνών, ο Δρ. Κριμιζής διαδραμάτισε κορυφαίο ρόλο σε ιστορικές αποστολές της NASA όπως τα Voyager 1 και 2, Galileo, Ulysses, Cassini και New Horizons, μεταξύ πολλών άλλων.

Η αφήγηση του μαγευτικού αυτού ταξιδιού μπλέκεται στο βιβλίο με την ιστορία της ζωής του ίδιου του Σταμάτη Κριμιζή, που ξεκίνησε από τον Βροντάδο της Χίου για να γίνει πρωτοπόρος της διαστημικής εξερεύνησης.

Ένα βιβλίο που βασίζεται στο υλικό των παρουσιάσεων που ο συγγραφέας πραγματοποιεί ακούραστα σε σχολεία όλης της Ελλάδας, ξεσηκώνοντας τον ενθουσιασμό των μαθητών και των δασκάλων τους που βλέπουν ζωντανά, μπροστά στα μάτια τους, πόσα μπορεί να κατακτήσει ένα παιδί από μια γωνιά της Ελλάδας, βασιζόμενο αποκλειστικά στην ακαταπόνητη προσπάθεια, στην επιμέλεια και στο μυαλό του!

ISBN 978-960-569-744-0



Κωδ. μηχ/σης 13.048

[www.epbooks.gr](http://www.epbooks.gr)