ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Open Schools Journal for Open Science

Τόμ. 7, Αρ. 2 (2024)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -IDEA Conference Proceedings

ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ ΑΠΟΣΤΟΛΗ DART: ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ ΜΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΕΙΛΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΟΕΙΔΩΝ

Νικήτας Καραβασιλειάδης , Θοδωρής Κιόκας , Ρωμανός Λαλάγκας , Αντώνης Λιγνός, Μιχάλης Μπαντράν

doi: 10.12681/osj.39485

Copyright © 2024, Νικήτας Καραβασιλειάδης , Θοδωρής Κιόκας , Ρωμανός Λαλάγκας , Αντώνης Λιγνός, Μιχάλης Μπαντράν

Άδεια χρήσης Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

Βιβλιογραφική αναφορά:

Καραβασιλειάδης Ν., Κιόκας Θ., Λαλάγκας Ρ., Λιγνός Α., & Μπαντράν Μ. (2024). ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ ΑΠΟΣΤΟΛΗ DART: ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ ΜΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΕΙΛΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΟΕΙΔΩΝ. *Open Schools Journal for Open Science*, *7*(2). https://doi.org/10.12681/osj.39485

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 16/01/2026 04:53:15

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 16/01/2026 04:53:15

ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ ΑΠΟΣΤΟΛΗ DART: ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ ΜΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΕΙΛΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΟΕΙΔΩΝ

Νικήτας Καραβασιλειάδης, Θοδωρής Κιόκας, Ρωμανός Λαλάγκας, Αντώνης Λιγνός, Μιχάλης Μπαντράν

Περίληψη:

Με την έρευνα του διαστήματος να εντατικοποιείται, το βλέμμα μας στρέφεται προς τον ουρανό, προς τις αμέτρητες ομορφιές του αλλά και τους τρομακτικούς του κινδύνους. Ένας από αυτούς είναι και οι αστεροειδείς, ουράνια σώματα τα οποία υπάρχουν σε πλήθος, ακόμα και στο ηλιακό μας σύστημα. Στόχο της παρούσας εργασίας αποτελεί λοιπόν η ανάλυση και ο ορισμός ενός αστεροειδούς, η εξέταση των αστεροειδών ως πιθανών κινδύνων για την ανθρώπινη ζωή και τέλος η αναφορά της πρώτης επιτυχούς αποστολής πλανητικής άμυνας της ανθρωπότητας, το DART Mission.

Λέξεις Κλειδιά: αστεροειδής, ουράνιο σώμα, σύγκρουση, DART Mission, εκτροπή αστεροειδούς, διαστημικό σκάφος

Εισαγωγή:

Όλοι γνωρίζουμε το κινηματογραφικό σενάριο της επικείμενης σύγκρουσης ενός αστεροειδούς και της κινητοποίησης όλων των επιστημόνων της Γης για να βρουν μία λύση. Έχει καταλήξει να αποτελεί κλισέ, είναι όμως αυτός ο κίνδυνος πραγματικός; Και αν ναι τι μπορούμε να κάνουμε; Έχουμε κάποιον τρόπο αντιμετώπισης έτοιμο;

Τι είναι ο αστεροειδής;

Οι αστεροειδείς είναι μικρά ουράνια σώματα που είναι κατά πάσα πιθανότητα τα απομεινάρια του πρωτοπλανητικού δίσκου ενός άστρου, από τον οποίο σχηματίστηκαν και οι μεγαλύτεροι πλανήτες. Κοινώς, οι αστεροειδείς είναι μικρά, βραχώδη αντικείμενα που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον ήλιο και έχουν κοινή προέλευση με τους πλανήτες. Οι αστεροειδείς είναι μεγαλύτεροι από τους μετεωρίτες, αλλά μικρότεροι από τους πλανήτες. Αυτό από την άλλη που τους διαφοροποιεί από τους κομήτες με τους οποίους πολλές φορές συγχέονται, είναι το γεγονός ότι οι κομήτες δεν αποτελούνται από βραχώδη υλικά, αλλά κυρίως από σκόνη και πάγο.

Οι διάφορες ομάδες αστεροειδών του Ηλιακού Συστήματος ορίζονται με βάση τις τροχιές τους. Οι περισσότεροι περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο στη "ζώνη αστεροειδών", η οποία βρίσκεται μεταξύ του Άρη και του Δία, ενώ ορισμένοι μοιράζονται την τροχιά του Δία (οι λεγόμενες Τρωάδες) και ορισμένοι βρίσκονται πιο κοντά στη Γη (οι "κοντινές στη Γη" ομάδες αστεροειδών Aten, Apollo και Amor). Ο μεγαλύτερος γνωστός αστεροειδής είναι ο Ceres, που βρίσκεται στη ζώνη των αστεροειδών. Ο Ceres έχει διάμετρο 950 χλμ. και είναι πολύ μεγαλύτερος από τα άλλα μεγάλα αντικείμενα της ζώνης αστεροειδών, τα οποία έχουν συνήθως διάμετρο μικρότερη των 100 χλμ.

Από πού προέρχονται οι αστεροειδείς;

Οι αστεροειδείς έχουν απομείνει από τον σχηματισμό του ηλιακού μας συστήματος. Το ηλιακό μας σύστημα ξεκίνησε πριν από περίπου 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια, όταν ένα μεγάλο νέφος αερίου και σκόνης κατέρρευσε. Όταν συνέβη αυτό, το μεγαλύτερο μέρος της ύλης έπεσε στο κέντρο του νέφους και σχημάτισε τον ήλιο. Κάποια από τη συμπυκνωμένη σκόνη στο νέφος έγινε πλανήτες. Τα αντικείμενα στη ζώνη των αστεροειδών δεν είχαν ποτέ την ευκαιρία να ενσωματωθούν σε πλανήτες. Κοινώς, θα μπορούσαμε να τους αποκαλέσουμε «πλανητικά απομεινάρια».

Είναι όλοι οι αστεροειδείς ίδιοι;

Οι αστεροειδείς έχουν πολλές διαφορές μεταξύ τους, επειδή σχηματίστηκαν σε διαφορετικές τοποθεσίες στο διάστημα και άρα σε διαφορετικές αποστάσεις από τον ήλιο. Τρόποι με τους οποίους οι αστεροειδείς διαφέρουν είναι:

- Οι αστεροειδείς δεν είναι όλοι στρογγυλοί σαν τους πλανήτες. Έχουν οδοντωτά και ακανόνιστα σχήματα.
- Διαφορές παρατηρούνται και στην σύστασή τους.
- Ορισμένοι αστεροειδείς έχουν διάμετρο εκατοντάδων χιλιομέτρων, αλλά οι περισσότεροι στην πραγματικότητα είναι όσο μικροί όσο ένα βότσαλο.

Υπάρχει πιθανότητα σύγκρουσης αστεροειδούς στην Γη;

Οι είσοδος διαστημικών σωμάτων, όπως αστεροειδείς, στην ατμόσφαιρα της Γης είναι παραδόξως αρκετά συχνό φαινόμενο. Μόνο που σχεδόν όλα τα σώματα (μικρότερα από 25m σε διάμετρο) αναφλέγονται και αποσυντίθενται λόγω της τριβής του αέρα πριν μπορέσουμε να τα παρατηρήσουμε. Σύμφωνα με την NASA μόνο μία φορά τον χρόνο χτυπάει τη Γη αστεροειδής μεγέθους ίσου περίπου με ένα αυτοκίνητο, ενώ μία φορά στα 2000 χρόνια αστεροειδής μεγέθους γηπέδου ποδοσφαίρου. Οι αστεροειδείς όμως που πραγματικά θα προκαλούσαν την καταστροφή του πλανήτη (μεγαλύτεροι από 1km σε διάμετρο) εμφανίζονται μία φορά στα μερικά εκατομμύρια χρόνια.
Προφανώς, η σύγκρουση αστεροειδούς στη Γη είναι κάτι που θέλουμε να το αποφύγουμε. Παρ' όλα αυτά ανάλογα με διάφορους παράγοντες, οι επιπτώσεις που μία τέτοια σύγκρουση θα είχε αλλάζουν. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- Το μέγεθος -προφανώς- του αστεροειδή
- Η ταχύτητα με την οποία αυτός κινείται
- Η κλίση με την οποία εισέρχεται στην ατμόσφαιρα
- Η πυκνότητα και η σύστασή του
- Το σημείο σύγκρουσης

Έτσι λοιπόν προκύπτουν 2 σενάρια σύγκρουσης αστεροειδούς ή καλύτερα βαθμοί επικινδυνότητας των επιπτώσεων του φαινομένου:

Αρχικά, ένας σχετικά μικρός αστεροειδής προκαλεί ζημίες στο έδαφος λόγω της έκρηξης, εντοπισμένες όμως στο σημείο της σύγκρουσης. Ταυτόχρονα εξαιτίας της μεγάλης πίεσης που δημιουργείται κατά την σύγκρουση, ένας κίνδυνος για κοντινές κατοικημένες περιοχές είναι το ωστικό κύμα. Αυτό μπορεί να προκαλέσει θραύση των γυαλιών,

μετακίνηση αντικειμένων, εκκωφαντικούς ήχους κ.α. Για παράδειγμα, ένας αστεροειδής της τάξεως μόνο των 10m μπορεί να δώσει έκρηξη 20 κιλοτόνων (παρόμοιας ενέργειας της πυρηνικής έκρηξης στο Ναγκασάκι και τη Χιροσίμα). Μεγάλο ποσό αυτής της ενέργειας όμως απορροφάται από την Γη. Έτσι, η σύγκρουση συνοδεύεται συχνά από σεισμούς, ενώ στην περίπτωση θαλάσσιας σύγκρουσης μπορεί να προκληθεί παλιρροϊκό κύμα.

Κατά την δεύτερη και εξαιρετικά σπάνια περίπτωση, αστεροειδείς μεγάλου μεγέθους μπορεί να αποτελούν κίνδυνο για όλη τη Γη. Στο 8^{ο} συνέδριο προστασίας του πλανήτη (Βιέννη, 3-7 Απριλίου 2023) που διοργανώθηκε από την International Academy of Astronautics, ο διευθυντής του Near Earth Object Program Office της NASA Paul Chodas παρουσίασε ένα θεωρητικό μοντέλο σύγκρουσης αστεροειδούς στη Γη. Ο αστεροειδής ονομάστηκε από αυτόν 2023 PDC. Έτσι, αλλάζοντας το μέγεθος του αστεροειδούς 3 φορές μπόρεσε να παρουσιάσει τις ανάλογες επιπτώσεις κάθε φορά.

- 300 m σε διάμετρο αντιστοιχούν σε καταστροφή σε κλίμακα ηπείρου με απελευθέρωση ενέργειας έως και 2.000 μεγατόνων. Αυτό ισοδυναμεί με περίπου 133.000 φορές την ενέργεια που απελευθερώθηκε από τη βόμβα που κατέστρεψε τη Χιροσίμα στο τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου.
- 600 m σε διάμετρο αντιστοιχούν σε σύγκρουση που θα προκαλέσει παγκόσμιας κλίμακας καταστροφή. Το χτύπημα του 2023 PDC αυτού του μεγέθους θα απελευθέρωνε έως και 20.000 μεγατόνους ενέργειας, πράγμα που σημαίνει ότι ο διπλασιασμός του μεγέθους έχει προκαλέσει αύξηση της καταστροφικής ισχύος κατά περίπου 10 φορές.
- 1 km σε διάμετρο αντιστοιχεί σε μια αναμφίβολη παγκόσμια καταστροφή. Μια τέτοια σύγκρουση θα απελευθέρωνε περίπου 100.000 μεγατόνους ενέργειας, που ισοδυναμούν με 6,6 εκατομμύρια πυρηνικές εκρήξεις της Χιροσίμα.

<u>Έχει ξαναχτυπήσει τη Γη αστεροειδής;</u>

Ένα από τα πιο διάσημα παραδείγματα πτώσης αστεροειδούς είναι αυτό που συνέβη στη Σιβηρία το 1908, γνωστό ως η "Τουγκουσκά Έκρηξη". Σε αυτό το συμβάν, ένας μεγάλος αστεροειδής ή μετεωρίτης εισήλθε στην ατμόσφαιρα της Γης και εξερράγη πάνω από τη Σιβηρία, δημιουργώντας μια τεράστια έκρηξη.

Η έκρηξη προκάλεσε ένα τεράστιο κύμα καταστροφής, με ανατινάξεις δέντρων σε έκταση περίπου 2.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Ευτυχώς, η περιοχή ήταν αραιοκατοικημένη και δεν υπήρξαν ανθρώπινες απώλειες, αλλά οι επιπτώσεις της έκρηξης ήταν ορατές ακόμη και σε απόσταση χιλιομέτρων μακριά. Αν ο αστεροειδής έπεφτε σε κάποια πυκνό κατοικημένη περιοχή τότε τα αποτελέσματα της πτώσης θα ήταν θανατηφόρα και θα υπήρχαν πολλές απώλειες.

Αυτό το γεγονός έδωσε την ώθηση για περαιτέρω ενδιαφέρον και έρευνα στον τομέα της παρακολούθησης και πρόληψης εναέριων αντικειμένων που πλησιάζουν τη Γη, καθώς και στην κατανόηση των επιπτώσεών τους στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη κοινότητα.

<u>Τι είναι η αποστολή DART;</u>

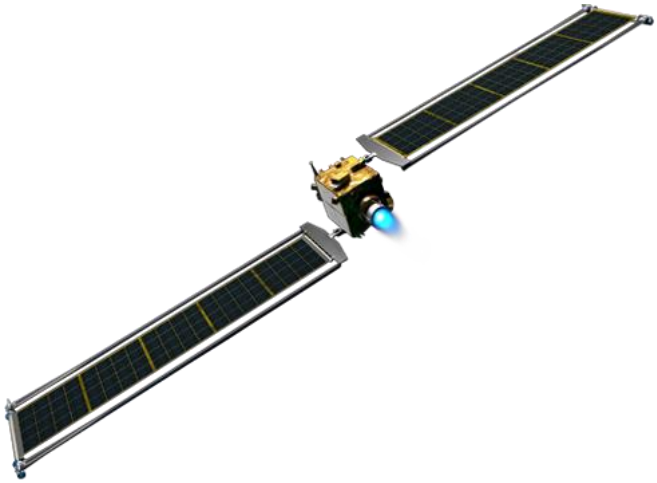
DART: Double Asteroid Redirection Test (Δοκιμή ανακατεύθυνσης διπλού αστεροειδούς)

Η επίδειξη της εκτροπής αστεροειδούς σε τροχιά είναι μια αποστολή που όλες οι διαστημικές υπηρεσίες επιθυμούσαν να εκτελέσουν προτού υπάρξει πραγματική ανάγκη. Πράγματι, η πρόληψη είναι καλύτερη από την θεραπεία. Η αποστολή DART είναι λοιπόν η επίδειξη από τη NASA μιας τεχνολογίας κινητικού κρουστήρα, ο οποίος συγκρούεται με έναν αστεροειδή και έτσι μεταβάλλει την ταχύτητα και την πορεία του. Η DART είναι η πρώτη επιτυχής αποστολή πλανητικής άμυνας της ανθρωπότητας.
Στόχος για την αποστολή DART αποτέλεσε το διπλό σύστημα αστεροειδών «Δίδυμος». Το σύστημα λέγεται διπλό καθώς αποτελείται στην πραγματικότητα από δύο αστεροειδείς: τον μεγαλύτερο αστεροειδή Δίδυμο (διάμετρος: 760 μέτρα) και τον αστεροειδή-φεγγάρι του, τον Δίμορφο (διάμετρος: 150 μέτρα), ο οποίος βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τον μεγαλύτερο αστεροειδή και με τον οποίο συγκρούστηκε ουσιαστικά το σκάφος. Ο Δίμορφος ήταν ο ιδανικός στόχος για την αποστολή DART, παρότι δεν βρίσκεται σε τροχιά σύγκρουσης με τη Γη και επομένως δεν αποτελεί πραγματική απειλή για τον πλανήτη.

<u>Η αποστολή λειτούργησε ως εξής:</u>

Μετά από εκτεταμένη μελέτη, σχεδιάστηκε διαστημικό σκάφος για την αποστολή, το οποίο -μεταξύ πολλών άλλων- συμπεριλάμβανε δύο βασικούς μηχανισμούς για την συλλογή δεδομένων και τον έλεγχο της κίνησης: την κάμερα DRACO, μηχανισμούς SMART Nav και τον μικρό δορυφόρο LICIACube.

- Το σκάφος της DART είχε σχετικά χαμηλό κόστος. Η κύρια δομή του διαστημοπλοίου είναι ένα κουτί μεγέθους περίπου 2 m^3, από το οποίο εκτείνονται όμως άλλες δομές και έτσι συνολικά το σκάφος έχει διαστάσεις περίπου 1,8 μέτρα σε πλάτος, 1,9 μέτρα σε μήκος και 2,6 μέτρα σε ύψος. Το σκάφος συγκρούστηκε στον Δίμορφο με ταχύτητα περίπου 219.600 km/h και με συνολική μάζα περίπου 580 κιλών κατά τη σύγκρουση.

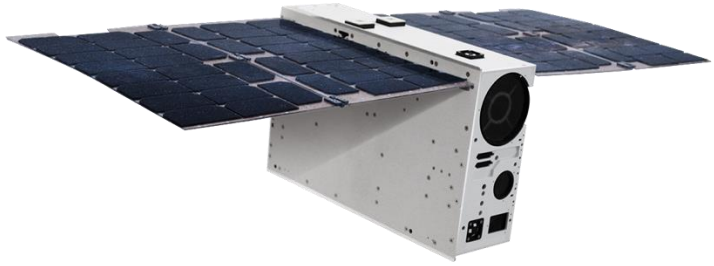


Εικόνα 1: αισθητήρας DRACO
(Φωτογραφία από: Πηγή 11)

- Η Didymos Reconnaissance and Asteroid Camera for Optical Navigation (DRACO) είναι ο αισθητήρας που βοηθάει στην πλοήγηση και την στόχευση του διαστημικού σκάφους προς το σύστημα αστεροειδών Δίδυμος, τη μέτρηση του μεγέθους και του σχήματος του Δίμορφου και την παροχή λεπτομερών εικόνων του σημείου όπου το DART θα προσκρούσει στον Δημόρφο με ταχύτητα 7 χιλιομέτρων ανά δευτερόλεπτο.

Εικόνα 2: αισθητήρας DRACO
(Φωτογραφία από: Πηγή 10)

- Αναπτύχθηκαν επίσης για την αποστολή οι αλγορίθμοι SMART Nav (Small-body Maneuvering Autonomous Real-Time Navigation) για την αυτόνομη καθοδήγηση του διαστημικού σκάφους προς το στόχο του. Τις τελευταίες ώρες του DART, ο μηχανισμός SMART Nav είναι που θα χρησιμοποιήσει εικόνες από το DRACO για να εντοπίσει και να διακρίνει τον Δίμορφο από τον Δίδυμο.
- Με το σκάφος μεταφέρθηκε επίσης το LICIACube (Light Italian CubeSat for Imaging of Asteroids). Το διαστημικό σκάφος DART ελευθέρωσε τον μικρό δορυφόρο 15 ημέρες πριν από την πρόσκρουση του σκάφους στον Δίμορφο. Το LICIACube κατέγραψε εικόνες από την πρόσκρουση του DART και το νέφος που προέκυψε από αυτήν.



Εικόνα 3: δορυφόρος LICIACube
(Φωτογραφία από: Πηγή 11)

Συμπεράσματα:

Ο κίνδυνος είναι απολύτως πραγματικός. Παρότι οι πιθανότητες μιας σύγκρουσης που απειλεί την ανθρωπότητα είναι κοντά στο μηδέν, σε καμία περίπτωση δεν είναι αμελητέες. Οι διαστημικές υπηρεσίες σε όλον τον πλανήτη συνεχίζουν μέχρι σήμερα να καταβάλλουν υπέρμετρες προσπάθειες για να βρουν αποτελεσματικούς τρόπους αντιμετώπισης των αστεροειδών. Το πρώτο παράδειγμα αποτελεί η NASA με το DART Mission. Στην ίδια πορεία όμως κινείται και η ESA η οποία το 2024 θα οργανώσει και την δικιά της αποστολή, το Hera Mission. Φαίνεται λοιπόν πως δικαιολογείται μία κάποια αισιοδοξία. Μπορούμε να πούμε πως βρισκόμαστε σε έμπιστα και απολύτως ικανά χέρια.

Πηγές:

1) https://spaceplace.nasa.gov/asteroid/en/
2) https://astronomy.swin.edu.au/cosmos/A/Asteroid
3) https://www.space.com/asteroid-apocalypse-how-big-can-humanity-survive
4) https://www.space.com/nasa-models-hypothetical-asteroid-impact-scenario
5) https://www.forbes.com/sites/quora/2018/10/05/if-we-discovered-that-an-asteroid-would-hit-earth-in-20-years-how-would-we-stop-it/?sh=1d1a7cf35fb7
6) https://ucmp.berkeley.edu/education/dynamic/session5/sess5_asteroid.htm
7) https://earthlyuniverse.com/what-would-happen-if-an-asteroid-hit-the-earth/
8) https://www.nasa.gov/solar-system/asteroids/asteroid-fast-facts/
9) https://dart.jhuapl.edu/Mission/index.ph
10) https://space.jhuapl.edu/destinations/instruments/draco
11) https://dart.jhuapl.edu/Mission/Impactor-Spacecraft.php