

**ΕΙΔΙΚΟ ΑΦΙΕΡΩΜΑ:
ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΑ**

Εικόνα Πηγή: <https://eda.europa.eu>



ISSN | 1105-5960

ΕΚΤΥΠΩΣΗ: ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΕΚΔΟΣΕΩΝ

ΤΕΥΧΟΣ 127



Βραβείο Ακαδημίας Αθηνών



**ΤΕΥΧΟΣ 127
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2023**

Αεροπορική Επιθεώρηση ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2023

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Διοικητής Σχολής Πολέμου Πολεμικής Αεροπορίας
Ταξίαρχος (Ι) Σπυρίδων Αρβανιτάκης
τηλ. 210 8193900, e-mail: cmdr.asp@haf.gr

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΥΝΤΑΞΗΣ

Καθηγητής Γεράσιμος Καραμπελιάς

ΕΙΔΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ

Αναπληρωτής Καθηγητής ΣΙ Δρ. Αλέξανδρος Κολοβός

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ / ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Ταξίαρχος (Ι) Σπυρίδων Αρβανιτάκης (Διοικητής ΣΠΠΑ)

Σμήναρχος (Ι) Ευθύμιος Παρασκευάς
(Διευθυντής Μελετών ΣΠΠΑ)

Σμηναγός (ΤΤΗ) Μιχαήλ Μαραυγάκης
(Τμηματάρχης Έκδοσης Περιοδικού)

ΟΡΘΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Μ.Υ. Ηλιάνα Σπυροπούλου
Σμηναγός (ΤΤΗ) Μιχαήλ Μαραυγάκης

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΚΑΛΙΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Ανθυποσμηναγός (ΥΕ/ΕΕΔΕ) Δομηνίκη Σπάδα

ΕΚΤΥΠΩΣΗ

Υπηρεσία Αεροπορικών Εκδόσεων

ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ / ΔΙΑΝΟΜΗ

Σχολή Πολέμου Πολεμικής Αεροπορίας/Τμήμα Έκδοσης Περιοδικού

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ

www.haf.gr/news/publications/aeroporiki-epitheorisi

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΟ

aero_epi@haf.gr

Το διάστημα και η εξερεύνηση αυτού είχε και συνεχίζει να έχει σημαντικό αντίκτυπο στις δυτικές κοινωνίες τόσο σε επίπεδο τεχνολογίας όσο και δημοσίου συμφέροντος. Η ανάπτυξη των διαστημικών τεχνολογιών έχει διαδραματίσει κομβικό ρόλο στην προαγωγή της επιστημονικής έρευνας στους τομείς της επικοινωνίας, της ιατρικής, της γεωργίας, της ενέργειας και του περιβάλλοντος, οδηγώντας μας σε ανακαλύψεις που έχουν διευρύνει την κατανόησή μας για το σύμπαν και τη θέση μας σε αυτό.

Η διαστημική τεχνολογία έχει επίσης αποτελέσει βασικό εργαλείο για όλες τις στρατιωτικές δυνάμεις, παρέχοντάς τους διευρυμένες δυνατότητες πληροφόρησης, επιτήρησης και αναγνώρισης, καθώς προσφέρει τεράστια στρατηγικά πλεονεκτήματα στις σύγχρονες μορφές πολέμου. Η χώρα μας, αναγνωρίζοντας τις ευκαιρίες που παρουσιάζει η συμμετοχή της μέσα από συνεργατικά σχήματα για την ανάπτυξη της διαστημικής τεχνολογίας με κράτη-μέλη της ΕΕ στον οικονομικό και στρατιωτικό τομέα, έχει πραγματοποιήσει σημαντικά βήματα στη δημιουργία των απαραίτητων θεσμών και οργανισμών.

Το ειδικό αφιέρωμα της Αεροπορικής Επιθεώρησης στο Διάστημα και τις προσπάθειες της χώρας μας να εισέλθει στο συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο, ξεκινά με το χαιρετισμό του Αντιπετάρχου (Ι) ε.α. Γεωργίου Γερούλη και το άρθρο του Αναπληρωτή Καθηγητή Διαστημικής Τεχνολογίας στη Σχολή Ικάρων και Ταξίαρχου ε.α. Αλέξανδρου Κολοβού, για τη σχέση της Πολεμικής Αεροπορίας με το Διάστημα. Ο Δρ. Κολοβός είχε και την επιστημονική επιμέλεια του παρόντος τεύχους. Ακολουθεί το άρθρο της συντακτικής ομάδας αποτελούμενης από τον Δρ. Αθανάσιο Στάβερη – Πολυκαλά, Γενικό Γραμματέα Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων στο Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης, τη Δρ. Χριστίνα Γιαννόπαπα, Επικεφαλής του Γραφείου του Εκτελεστικού Διευθυντή του Οργανισμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το Διαστημικό Πρόγραμμα και τον κ. Σπύρο Μεταλλινό, Διευθυντή του Ιδιαίτερου Γραφείου του Γενικού Γραμματέα Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, που περιγράφει τις διαστημικές λύσεις στις εθνικές ανάγκες μέσω επιλεγμένων έργων στην Ελλάδα. Το άρθρο του Σμηνάρχου ε.α. Λάμπρου Μπιρμπίλη εξετάζει το στρατιωτικό δορυφορικό πρόγραμμα Helios και αυτό του Επισμηναγού (Ι) Λάμπρου Γίδαρη, αναφέρεται στα διαστημικά προγράμματα στην Ελλάδα. Τα αντι-δορυφορικά όπλα αποτελούν το αντικείμενο του άρθρου του Αντισμηνάρχου (Ι) Παναγιώτη Δελημπέη, ενώ αυτό του Επισμηναγού (Ι) ε.α. Ιωάννη Λιγνού πραγματεύεται το θέμα των διαστημικών υπολειμμάτων ως παράγοντα διεθνούς ασφάλειας. Το αφιέρωμα ολοκληρώνει το άρθρο του Δρ. Αθανάσιου Πότση, για την ελληνική βιομηχανία και τις επιχειρησιακές δυνατότητες του διαστήματος.

Γεράσιμος Ν. Καραμπελιάς

Καθηγητής Πάντειο Πανεπιστήμιο

Περιεχόμενα



Σελ. 4

ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΣ ΑΠΤΧΟΥ (Ι) ε.α. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΡΟΥΛΗ ΔΡ. ΕΜΠ



Σελ. 10

ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΑ: ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Δρ. Αλέξανδρος Κ. Κολοβός, Αν. Καθηγητής Σχολής Ικάρων, Ταξίαρχος ΠΑ ε.α



Σελ. 34

ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΜΕΣΩ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

*Δρ. Αθανάσιος Στάβερης - Πολυκαλάς
Δρ. Χριστίνα Γιαννόπαπα
Σπύρος Μεταλλινός*



Σελ. 58

ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ HELIOS

Σμήναρχος ε.α Λάμπρος Μπιρμπίλης



Σελ. 70

ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

*Επισμηναγός (Ι) Λάμπρος Γίδαρης
Σπουδαστής 46^{ης} Ε.Σ - Σ.ΔΙ.ΕΠ*



Σελ. 90

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΟΠΛΩΝ

*Αντισμήναρχος (Ι)
Παναγιώτης Δελημπέης*



Σελ. 106

ΤΑ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΩΣ ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

*Επγός (Ι) ε.α., MSc Med Ιωάννης Λιγνός,
Συγκυβερνήτης Airbus A320F*



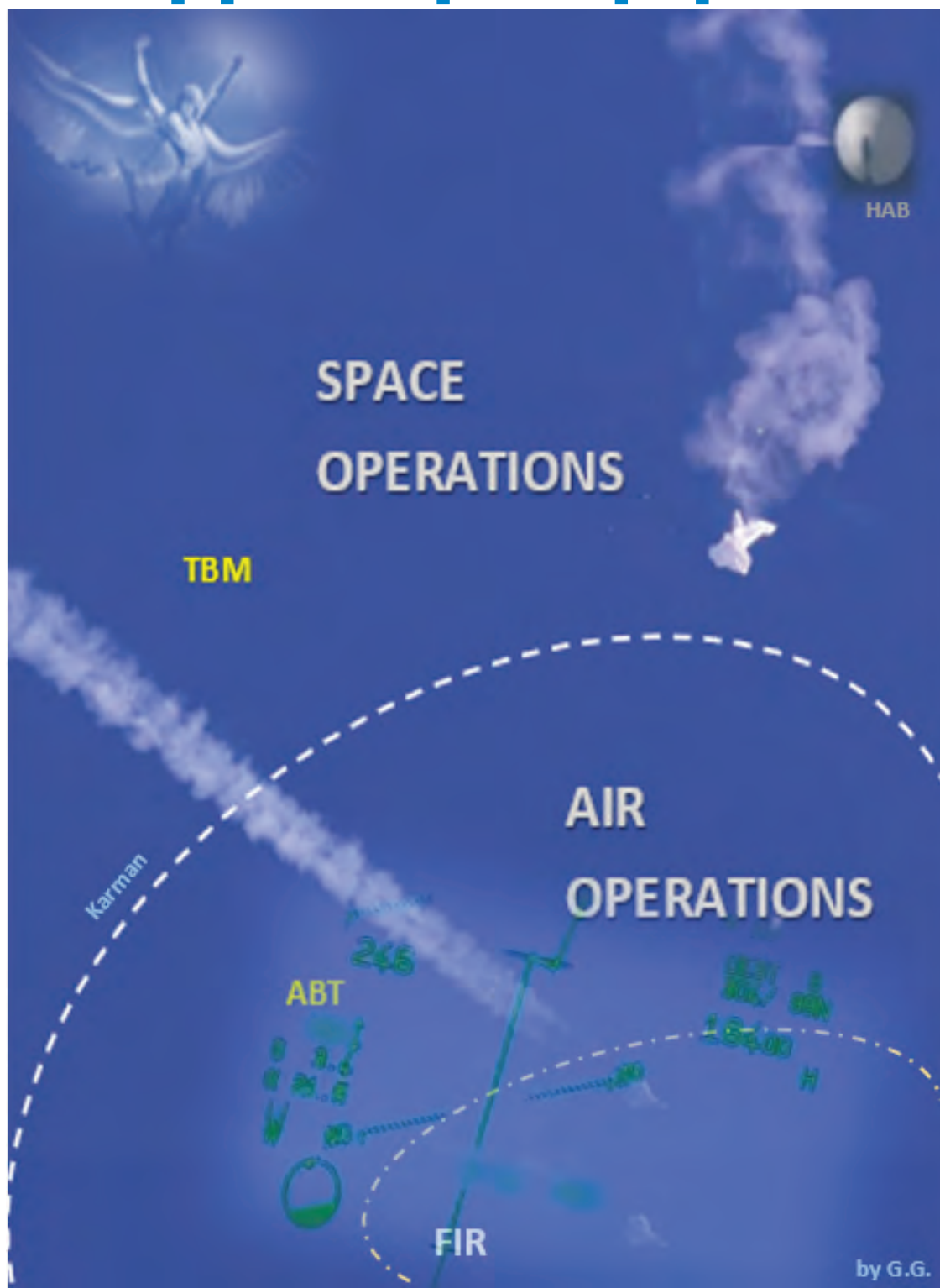
Σελ. 128

ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑ- ΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

Δρ. Αθανάσιος Πότσης



Χαιρετισμός Απχου (Ι) ε.α. Γεωργίου Γερούλη Δρ ΕΜΠ



Το αεροσκάφος, χαρακτηρισμένο ως «Το όπλο των αδυνάτων» κατά τον Ελ. Βενιζέλο, το οποίο με την εμφάνισή του διαφοροποίησε άρδην τη στρατιωτική επιστήμη, τον αντικειμενικό σκοπό και τον τρόπο σχεδιασμού και εκτέλεσης των επιχειρήσεων σε ξηρά και θάλασσα, κατέστησε τον παράγοντα της **κυριαρχίας στον αέρα** καθοριστικό για την έκβαση κάθε είδους επιχείρησης.

Ήδη από τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο, το αεροπορικό όπλο αναδείχθηκε στον ισχυρότερο πολλαπλασιαστή ισχύος, ο οποίος με την σειρά του προσδιορίζει σε μέγιστο βαθμό τη συνολική στρατιωτική ισχύ ενός κράτους.

Το αποτέλεσμα της Αεροπορικής **Ισχύος** της Π.Α. μίας χώρας προκύπτει αναμφίβολα ως το γινόμενο του βαθμού εκπαίδευσης και εμπειρίας των στελεχών, καθώς και της ποιοτικής και τεχνολογικής υπεροχής των συστημάτων που χρησιμοποιεί στον **επιχειρησιακό χώρο** δράσης της, διαμορφώνοντας καθοριστικά τον παράγοντα της Εθνικής Ισχύος.

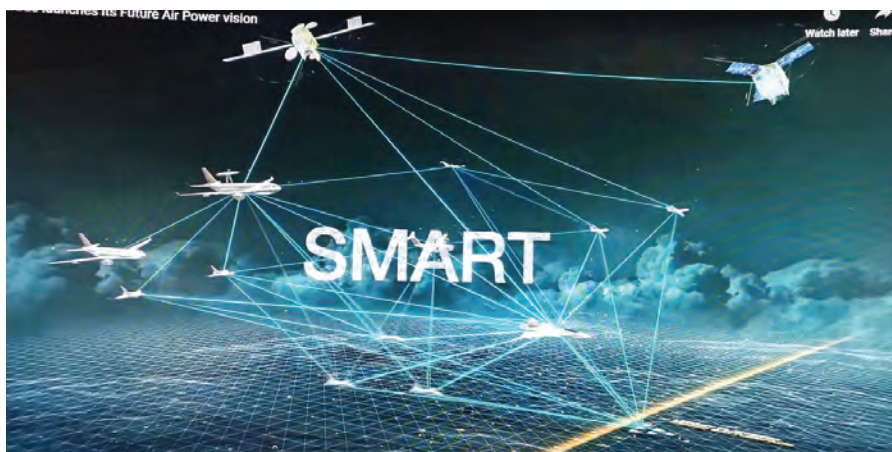
Οι δυνατότητες των Μέσων, καθώς και των ικανοτήτων του προσωπικού της Πολεμικής Αεροπορίας (ΠΑ), σε σχέση πάντα με την ενδεχόμενη απειλή, αλλά και η ικανότητα αποτελεσματικού στρατηγικού σχεδιασμού και ρεαλιστικού οραματισμού για *ΑΙΕΝ ΥΨΙΚΡΑΤΕΙΝ*, δηλαδή η διασφάλιση αποτελεσματικής **αεροπορικής ισχύος**, είναι θέματα που οφείλουν να απασχολούν καθημερινά, όχι μόνο την Ηγεσία αλλά και αυτούς

που ασχολούνται με την εκπαίδευση των στελεχών του αεροπορικού όπλου.

Το 1925, ο Billy Mitchell καθόρισε την αεροπορική ισχύ ως «**την ικανότητα να κάνεις κάτι στον αέρα**». Ο Τσώρτσιλ διευκρίνισε με νόημα ότι η «**Η αεροπορική ισχύς είναι η πιο δύσκολη από όλες τις μορφές στρατιωτικής ισχύος, που μπορεί να μετρηθεί ή να εκφρασθεί με συγκεκριμένους όρους**». Η δήλωση αυτή ενισχύεται από τον James Spaight (1930), θεωρητικό της αεροπορικής ισχύος, που δήλωσε ότι η αεροπορική ισχύς «**δεν περιορίζεται στα όρια μιας φράσης ή ακόμα και σε έναν εκτεταμένο ορισμό... και σχετίζεται με τον χαρακτήρα του κράτους που την χρησιμοποιεί, τον τρόπο που την εκμεταλλεύεται, τις απειλές που αντιμετωπίζει... και το στάδιο που την αξιοποιεί**». Η δήλωση αυτή αποκαλύπτει και τον λόγο της συνεχούς εξέλιξης του ορισμού της αεροπορικής ισχύος. Σήμερα η ιδέα αυτή, συνδυαζόμενη αφενός με εθνικές και συμμαχικές υποχρεώσεις και αναγκαιότητες σε κλίμα δυνητικής αντιπαράθεσης και αφετέρου με μακρόπνοο όραμα, βούληση και προσπάθεια για περαιτέρω αύξηση της εθνικής ισχύος, εκμετάλλευση νέων τεχνολογιών και ανάγκη διεύρυνσης του χώρου δράσης της αεροπορικής ισχύος, ώθησε πολλά κράτη να προβούν τόσο σε σημαντικές αλλαγές του αεροπορικού δόγματος όσο και στην αναδιάρθρωση του αεροπορικού όπλου, εισάγοντας και το Διάστημα στον τομέα ευθύνης τους.

6 Αεροπορική Επιθεώρηση

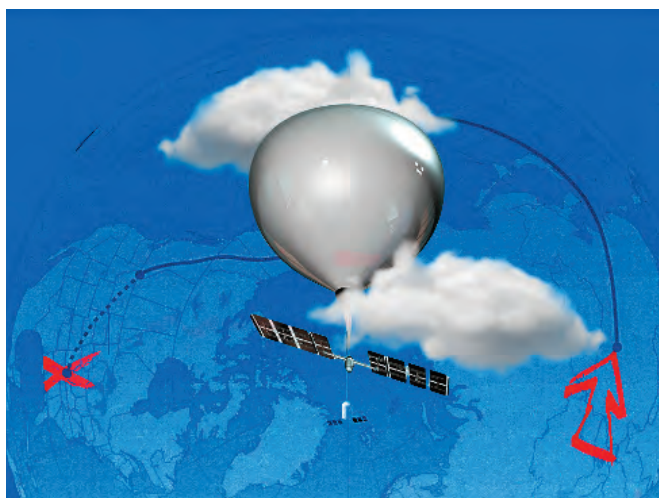
ΤΕΥΧΟΣ 127 | Απρίλιος 2023



Ο όρος «Αεροπορική Ισχύς» αντικαθίσταται με τον όρο «**Αερο-διαστημική Ισχύς**», εντάσσοντας κάτω από τον έλεγχο της Αεροπορίας και νεοσύστατες υπηρεσίες του διαστήματος, οι οποίες αφορούν κυρίως σε Air Space Management, Control Security & C4I. Εκτός του ΟΗΕ, της Ε.Ε. και των μεγάλων δυνάμεων ΗΠΑ, Ρωσία, Κίνα, Ην. Βασίλειο και άλλες χώρες όπως ο Καναδάς, η Ιαπωνία, η Αργεντινή, η Τουρκία, το Πακιστάν, η Ινδία, η Βραζιλία, το Ιράν, και η Ουκρανία, έχουν ιδρύσει Υπηρεσίες Διαστήματος ενοποιώντας πολλές δράσεις τους με τον αμυντικό τομέα ή με την Π.Α.

Το πρόσφατο συμβάν της «αργοπορημένης» κατάρριψης του Κινέζικου HAB, (High Altitude Balloon) από αεροσκάφος F-22 με πύραυλο AIM-9X, φέρνει στην επιφάνεια επίκαιρα ερωτήματα ελέγχου και διαχείρισης του ευρύτερου

υπερκείμενου χώρου (άνωθεν των FIRs), σε συνθήκες πολύ μικρής πυκνότητας αέρος (έως και μηδενικής), όπου τα συμβατικά μαχητικά (ABT- Air Breathing Targets), δυσκολεύονται ή αδυνατούν να προσεγγίσουν απειλές σαν αυτή του HAB. Ως αποτέλεσμα, δρομολογούνται επείγουσες διαδικασίες μετεξέλιξης του αεροπορικού όπλου, με ότι αυτό συνεπάγεται για την αντιμετώπιση πυραύλων μεγάλου βεληνεκούς σε μεγάλα ύψη (TBM - Tactical Ballistic Missiles), HABs και άλλων υβριδικών απειλών.



Παράλληλα, η εμπλοκή επιχειρηματιών, όπως του Ελον Μασκ στον Ρώσο-Ουκρανικό πόλεμο, και η χρήση εμπορικού τύπου μικρο-δορυφόρων για υποστήριξη πολλαπλών επίγειων και εναέριων δραστηριοτήτων, κάνει επιτακτικότερη την ανάγκη αποτελεσματικότερης εκμετάλλευσης – αξιοποίησης του διαστήματος και των τεχνολογικών εφαρμογών, που θα υποστηρίξουν τις επιχειρησιακές ανάγκες όλων των υπηρεσιών του αερο-διαστήματος, με έμφαση στις αμυντικές και επιθετικές αεροπορικές επιχειρήσεις στον ευρύτερο αεροδιαστημικό χώρο.

Στην γειτονιά μας, η τουρκική Διαστημική Υπηρεσία, από το 2018 τέθηκε κάτω από τις αρμοδιότητες του Υπουργείου Βιομηχανίας και Τεχνολογίας και η ρωσική εταιρεία αμυντικής βιομηχανίας Rostec, εκδήλωσε την υποστήριξή της στις προσπάθειες ίδρυσης Οργανισμού Διαστήματος της γείτονος. Παράλληλα, η ευρύτερη βιομηχανική πρόοδος της Τουρκίας στον τομέα της αμυντικής βιομηχανίας, με έμφαση, μεταξύ άλλων, στα UAS (Unmanned Aerial Systems) και στις δορυφορικές εφαρμογές που τα υποστηρίζουν, καθιστούν επιτακτικότερη την ανάγκη ανάλογης δραστηριοποίησης της Ελλάδος στον διαστημικό χώρο.

Η Ελληνική ΠΑ, από εμφανίσεως του αεροπλάνου, ακολουθεί τις εξελίξεις του αεροπορικού όπλου, με υφέσεις αλλά και εξάρσεις, όπως την τρέχουσα χρονική περίοδο, παρά τις οικονομικές δυσκο-

λίες, διατηρώντας ικανή αποτρεπτική ισχύ. Οφείλει βέβαια διαχρονικά και σταθερά να διαμορφώνει (μέσα από επιχειρησιακά στοχευμένο εξοπλιστικό σχεδιασμό), στο μέτρο του εφικτού, το περίγραμμα της μελλοντικής τοπικής **αεροπορικής ισχύος**, ικανής να **διασφαλίζει αποτροπή** αλλά και να **διατηρεί τη δυνατότητα πρόκλησης σε βάθος στρατηγικών πληγμάτων** στον αντίπαλο, ικανότητα που για το εγγύς μέλλον έχει εξασφαλισθεί με την απόκτηση των νέων πλατφορμών 4^{ης} και 5^{ης} γενιάς. Η σημερινή επιχειρησιακή της ικανότητα, αποδεκτή διεθνώς στην πράξη, αποδεικνύει αφενός την ποιότητα της εκπαίδευσης και την ικανότητα των στελεχών της και αφετέρου, σε συνδυασμό με τα υπό προμήθεια μέσα, την προοπτική της δυναμικής της εξέλιξης σε AREA SUPERIOR AIR FORCE. Δεν πρέπει όμως να αγνοείται η ταχύτητα της τεχνολογικής εξέλιξης του κλάδου και οι εκάστοτε πολιτικές και στρατιωτικές ηγεσίες του τόπου, οφείλουν να σχεδιάζουν με όραμα και να αποφασίζουν έγκαιρα, ανταποκρινόμενες και προσαρμοζόμενες στις νέες προκλήσεις και στις ευκαιρίες που προσφέρονται μέσω των τεχνολογικών καινοτομιών της αεροδιαστημικής τεχνολογίας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η Π.Α. ήταν από τις πρωτοπόρες παγκοσμίως στη δημιουργία Εθνικού Κέντρου Διαστημικών Εφαρμογών, (ΕΚΔΕ) και ότι αρκετά στελέχη της παρουσιάζουν ήδη υψηλό βαθμό εξοικείωσης με τις διαστημικές εφαρμογές, γεγονός το οποίο συνεπάγε-



ται τη δυνατότητα ταχείας απορρόφησης και ενσωμάτωσης νέων αερο- διαστημικών εξελίξεων.

Εκτιμάται ότι πολύ σύντομα, σε συνδυασμό με την παρατηρούμενη δυναμική των ελληνικών πανεπιστημίων σε θέματα τεχνολογίας δορυφόρων, HABS, κ.α, θα αναθεωρηθεί το υφιστάμενο δόγμα της ΠΑ, στο πλαίσιο της παγκόσμια διαμορφούμενης «**Αερο-διαστημικής Ισχύος**» και των διαστημικών εφαρμογών που θα υποστηρίζουν το νέο επιχειρησιακό περιβάλλον.

Με την παραδοχή ενός νέο-διατυπωμένου ορισμού που παρουσιάζει την «Αερο-Διαστημική Ισχύ» ως τη συνολική ικανότητα του Ελληνικού Κράτους, να εκμεταλλεύεται το σύνολο των αεροδιαστημικών μέσων και υποδομών του, να ίπταται, να δρα εντός και εκτός (άνωθεν του FIR) του εθνικού εναέριου χώρου του (στο γεωδιάστημα), να εκτελεί ελεγχόμενες, διαφόρων τύπων αποστολές με

ABM (Anti-Ballistic Missiles) εναντίον TBT (Tactical Ballistic Target), με HABS & Nano – Pico satellites σε ρόλο επιτήρησης – έρευνας, έγκαιρης προειδοποίησης, ηλεκτρονικού πολέμου (συλλογής πληροφοριών μέσω υποκλοπής σημάτων Sigint – ECM) και να εκμεταλλεύεται τα διάφορα δορυφορικά συστήματα, όπου και όταν απαιτείται για την επίτευξη των εθνικών του στόχων, συμπεριλαμβανομένης της εθνικής ασφάλειας και αποτροπής» πρέπει όλοι να συνδράμουν στη δημιουργία της νέας μορφής της «Αερο-Διαστημικής Πολεμικής Αεροπορίας» και των φορέων που θα απαιτηθεί να συγκροτηθούν για να υποστηρίζουν τις σύγχρονες επιχειρησιακές ανάγκες.

Είθε η νέα σελίδα που πρόσφατα άνοιξε η Π.Α. με τις επιτυχημένες, σε χρόνο και ποιότητα, εξοπλιστικές επιλογές, αλλά και την αναθεωρηθείσα πτητική και ακαδημαϊκή εκπαίδευση των στελεχών, να συμπληρωθεί και με δεξιό-

τητες, ικανότητες και διαστημικά μέσα, επιμηκύνοντας την ικανότητα του ΥΨΙ-ΚΡΑΤΕΙΝ, μέχρι το όριο του διαστήματος (Karman line, 100km) και ακόμα ψηλότερα.



ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ



Γεννήθηκε στην Αθήνα το 1958. Το 1976 εισήλθε στην Σχολή Ικάρων/τμήμα Ιπταμένων και αποφοίτησε το 1980. Κατά την διάρκεια της 35τούς θητείας του στην Π.Α. υπηρέτησε ως χειριστής και εκπαιδευτής μαχητικών αφών σε ρόλους αναχαίτισης και βομβαρδισμού, ως εκπαιδευτής εδάφους σε διάφορα σχολεία της Αεροπορίας, στο Κέντρο Αερ. Τακτικής και στη Σχολή Ικάρων. Διετέλεσε επιτελής, τμηματάρχης, Δντής, Υποδιοικητής, Διοικητής, σε διάφορες Μονάδες του ΑΤΑ, της ΔΑΕ, του ΓΕΑ, του ΓΕΕΘΑ και του ΝΑΤΟ.

Είναι κάτοχος μεταπτυχιακών τίτλων (Ma, MSc, MPhil και PhD) των Leicester University/UK & ΕΜΠ.

Κατά την διάρκεια της υπηρεσίας του του απενεμήθησαν όλα τα προβλεπόμενα από τον βαθμό μετάλλια και δια μνημονεύσεις καθώς και ειδικές διακρίσεις & εύφημες μνείες από τους αρχηγούς ΓΕΑ και ΓΕΕΘΑ καθώς και από το Υπ. Άμυνας των ΗΠΑ για αντίστοιχες ειδικές επιδόσεις και προσφορές του στις Ε.Δ. και το ΝΑΤΟ. Αποστρατεύθηκε ως ευδοκίμως τερματίσας την αεροπορική του καριέρα το 2011 με τον βαθμό του Αντιπτεράρχου.

Είναι πρόεδρος του Οικοδομικού Συνεταιρισμού Μονίμων Στελεχών της Π.Α. από το 2016 και από το 2017 Δντής του Σουηδικού Ινστιτούτου CEEII (Circular Economy & Eco Innovation).

Διετέλεσε εξωτερικός συνεργάτης της ΕΑΒ/ παροχής υπηρεσιών εκπαίδευσης και υποστήριξε την ΕΑΒ Α.Ε ως ειδικός επιστήμων στο Διεθνές Διαιτητικό Δικαστήριο στη Ζυρίχη. Από το 2015 διδάσκει ως επισκέπτης καθηγητής το μάθημα της Εφαρμοσμένης Επιχειρησιακής Ανάλυσης I & II στο Διαμεταπτυχιακό πρόγραμμα του Πολυτεχνείου Κρήτης με την ΣΣΕ και στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.) της Σ.Σ.Ε. με τίτλο "Κρυπτογραφία, Ασφάλεια και Συστήματα Πληροφοριών.

A satellite view of Earth from space, showing a large satellite panel in the upper left corner. The panel is dark with a grid of solar cells and a lighter blue strip. The Earth below is a mix of blue oceans and white clouds. The title is overlaid on a semi-transparent dark blue rectangle.

Πολεμική Αεροπορία και Διάστημα: Από το Παρελθόν στο Μέλλον

**Δρ. Αλέξανδρος Κ. Κολοβός,
Αν. Καθηγητής Σχολής Ικάρων, Ταξίαρχος ΠΑ ε.α**

Πηγή Εικόνας: <https://www.nasa.gov>

Εισαγωγή

Το 2019 σηματοδότησε μια σημαντική καμπή για το διάστημα, καθώς πολλά σημαντικά γεγονότα και εξελίξεις σηματοδότησαν την αυξανόμενη αναγνώριση της σημασίας του διαστήματος για στρατιωτικούς σκοπούς. Ίσως το πιο σημαντικό από αυτά, ήταν η ίδρυση της Διαστημικής Δύναμης των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, των Διαστημικών Διοικήσεων των ΗΠΑ και της Γαλλίας και η ανακοίνωση, για πρώτη φορά, Διαστημικής Πολιτικής του NATO.

Μια άλλη σημαντική εξέλιξη του έτους 2019, ήταν η εμφάνιση μεγαλοσυστημάτων, τα οποία αποτελούνται από χιλιάδες μικρούς δορυφόρους χαμηλής τροχιάς γύρω από τη Γη, οι οποίοι έφεραν επανάσταση στις επικοινωνίες και στην παρατήρηση της Γης, εγείροντας παράλληλα ανησυχίες για το ενδεχόμενο δημιουργίας συγκρούσεων και διαστημικών σκουπιδιών.

Η αναγνώριση του Διαστήματος από το NATO, ως το πέμπτο επιχειρησιακό πεδίο (μαζί με τον αέρα, την ξηρά, τη θάλασσα και τον κυβερνοχώρο) και οι σημαντικές εξελίξεις στη διαστημική τεχνολογία, έθεσαν προκλήσεις μετασχηματισμού για την αποτελεσματικότερη ανταπόκριση και προσαρμογή των Ενόπλων Δυνάμεων σε αυτές. Τέτοιες προσπάθειες έχουν ήδη ξεκινήσει σε μια σειρά χωρών, ενώ είναι πιθανό να συνεχίσουμε να βλέπουμε ταχεία πρόοδο και αλλαγές και κατά τα επόμενα χρόνια. Η

συνεργασία με άλλες χώρες και η ανάπτυξη διμερών σχέσεων με διαστημικές δυνάμεις αποτελεί σημαντικό βήμα προς αυτή την κατεύθυνση.

Δεν υπάρχει καλύτερο παράδειγμα από τη σχετική αναδιοργάνωση που έχουν πραγματοποιήσει οι δύο χώρες, με τις οποίες η Ελλάδα έχει συνάψει δύο σημαντικές διμερείς αμυντικές συμφωνίες, τις ΗΠΑ και τη Γαλλία. Οι ΗΠΑ αναγνωρίζονται παγκοσμίως ως η διαστημική υπερδύναμη, ενώ η Γαλλία είναι η κορυφαία διαστημική δύναμη στην Ευρώπη και η τέταρτη στον κόσμο, μετά την Κίνα και τη Ρωσία.

Κοινό σημείο και στις δύο περιπτώσεις είναι ο κεντρικός ρόλος των Πολεμικών τους Αεροποριών, σε σχέση με την αρμοδιότητα για τις στρατιωτικές χρήσεις του Διαστήματος. Από την 1η Σεπτεμβρίου 2019, η κεντρική διοίκηση των αμυντικών πτυχών του Διαστήματος στη Γαλλία, μεταφέρθηκε στο Γενικό Επιτελείο Αεροπορίας και Διαστήματος (από την Κοινή Διοίκηση Διαστήματος του Γενικού Επιτελείου Ενόπλων Δυνάμεων, που ήταν αρμόδια από το 2010). Σύντομα ακολούθησαν διάφορες χώρες, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Γερμανία.

Οι ΗΠΑ διαθέτουν δύο ανεξάρτητες Υπηρεσίες. Αρχικά, ο Πρόεδρος Trump ανακοίνωσε τη συγκρότηση της Διοίκησης Διαστήματος (U.S. Space Command) στο αμερικανικό Υπουργείο Άμυνας στις 29 Αυγούστου 2019, με σκοπό τη διεύρυνση των επιχειρήσεων

12 Αεροπορική Επιθεώρηση

ΤΕΥΧΟΣ 127 | Απρίλιος 2023

των ΗΠΑ στο διάστημα και την υπεράσπιση των εθνικών τους συμφερόντων. Η Διοίκηση Διαστήματος έχει εξελιχθεί σε έναν ξεχωριστό οργανισμό υπό το Υπουργείο Άμυνας στο οποίο «επανεντάχθηκε», ως η 11η κοινή Διοίκηση Μάχης. Ο Διοικητής της, αναφέρεται στον Υπουργό Άμυνας, ο οποίος ακολουθώς αναφέρεται στον Πρόεδρο. Στη συνέχεια, τον Δεκέμβριο του 2019, ο Πρόεδρος Trump υπέγραψε και τη συγκρότηση της «Δύναμης Διαστήματος» (U.S. Space Force) ως την έκτη υπηρεσία των αμερικανικών Ενόπλων Δυνάμεων, υπό το Υπουργείο Αεροπορίας (Department of the Air Force). Η Δύναμη Διαστήματος είναι υπεύθυνη για την οργάνωση, την εκπαίδευση και τον εξοπλισμό των

διαστημικών δυνάμεων.

Στις ΗΠΑ, η σχέση Διαστήματος - Αεροπορίας ήταν παραδοσιακά στενή. Η USAF ανέλαβε την ευθύνη για τη στρατιωτική διάσταση του Διαστήματος από τις αρχές του 1948, με μια επίσημη πολιτική που υπογράφηκε από τον Πτέραρχο Hoyt S. Vandenberg, τότε Υπαρχηγό και αργότερα επί πενταετία Αρχηγό της Πολεμικής Αεροπορίας. Η πολιτική δήλωνε ότι η USAF, ως υπηρεσία που ασχολείται κυρίως με τα εναέρια όπλα, ειδικά τα στρατηγικά, είναι λογικό να αναλάβει την ευθύνη για τον δορυφόρο.²

Το 1977 επικράτησε μια αντίστοιχη λογική όταν το ελληνικό Αρχηγείο Ενόπλων Δυνάμεων επέλεξε το Αρχηγείο Αε-



Εικόνα 1: Η Οργάνωση του Αμερικανικού Υπουργείου Πολεμικής Αεροπορίας.¹

ροπορίας ως υπεύθυνο για τη διαχείριση του Διαστήματος στις Ένοπλες Δυνάμεις, ως φυσική εξέλιξη του τομέα ευθύνης του. Δεδομένου ότι υπάρχει ένα γρήγορα μεταβαλλόμενο περιβάλλον που θέτει σημαντικές προκλήσεις για τις Πολεμικές Αεροπορίες των χωρών που έχουν παρουσία σε αυτό, προκύπτουν ορισμένα ερωτήματα για την ΠΑ.

Ποιά είναι καταρχήν η σχέση της Πολεμικής Αεροπορίας με το Διάστημα; Ποιές είναι οι νέες εξελίξεις στα διαστημικά συστήματα επιτήρησης, επικοινωνίας και πλοήγησης και ποιές είναι οι προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίσει η ΠΑ, προκειμένου να ενισχυθεί η ικανότητά της να ανταποκρίνεται σε αναδυόμενες απειλές; Πώς αντιμετωπίζει τις αλλαγές που υιοθετήθηκαν από τις δύο μεγάλες συμμαχικές χώρες, οι οποίες έχουν δώσει τη σχετική αρμοδιότητα στις Πολεμικές τους Αεροπορίες;

Το κείμενο περιγράφει τον ρόλο της Πολεμικής Αεροπορίας στην εισαγωγή της δορυφορικής τεχνολογίας στο Υπουργείο Εθνικής Άμυνας από τη δεκαετία του 1970. Αυτό δημιούργησε μια κουλτούρα που επέτρεψε στις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις (ΕΕΔ) να είναι σήμερα εταίρος δίπλα στις μεγάλες διαστημικές δυνάμεις της εποχής μας και να κατανοεί τις ευκαιρίες, αλλά και τις απειλές. Καταλήγει με τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η ΠΑ στο σημερινό μεταβαλλόμενο ρόλο του Διαστήματος και εξάγει ορισμένα συμπεράσματα.

Ιστορικά Στοιχεία

Το 1976, μετά την επιστροφή του από τις ΗΠΑ, ο καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών Μιχαήλ Μουτσούλας, υπέβαλε υπόμνημα στα Υπουργεία Προεδρίας Κυβερνήσεως και Εθνικής Παιδείας & Θρησκευμάτων για τη δημιουργία ενός Ινστιτούτου Διαστημικών Ερευνών. Το θέμα παραπέμφθηκε στους Υπουργούς Εθνικής Άμυνας και Προεδρίας της Κυβέρνησης, οι οποίοι ενέκριναν την πρόταση και διέθεσαν κονδύλια για τη χρηματοδότησή της. Μετά από μελέτη, αποφασίστηκε να δημιουργηθεί το Κέντρο Διαστημικών Ερευνών, αντί για Ινστιτούτο, υπό την εποπτεία του Αρχηγείου Αεροπορίας.

Το τελευταίο, συγκρότησε το Εθνικό Κέντρο Διαστημικών Ερευνών (ΕΚΔΕ) το 1977, μόλις πέντε χρόνια μετά την εκτόξευση του πρώτου εμπορικού δορυφόρου γης Landsat-1. Το Κέντρο υπήχθη στην Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ), αλλά παρέμεινε διοικητικά και οικονομικά ανεξάρτητο μέχρι το 1988, όπου και λειτούργησε στον Ανατολικό Αερολιμένα του Ελληνικού. Το ΕΚΔΕ παρέμεινε υπό την ΠΑ για 30 χρόνια, μέχρι την υπαγωγή του στο ΓΕΕΘΑ το 2007.

Η αποστολή του ΕΚΔΕ ήταν να υποστηρίξει την Εθνική Άμυνα και Εθνική Οικονομία, μέσω της διαστημικής τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, η αποστολή περιελάμβανε την ενημέρωση της Πολεμικής Αεροπορίας, των Ενόπλων Δυνάμεων και των Δημοσίων Υπηρεσιών, για τις δρα-

στηριότητες της διαστημικής επιστήμης μέσω της παρακολούθησης της διεθνούς βιβλιογραφίας. Επίσης, περιελάμβανε την επεξεργασία των διαστημικών παρατηρήσεων μέσω δορυφόρων, για τις ανάγκες των ανωτέρω φορέων και την εκπροσώπηση σε αυτούς τους τομείς.

Από την ίδρυσή του μέχρι το 1984, το ΕΚΔΕ λειτούργησε με επιστημονικό διευθυντή τον Καθηγητή Μιχαήλ Μουτσούλα και στελεχώθηκε κυρίως με εξειδικευμένο στρατεύσιμο προσωπικό. Το επιχειρησιακό έργο του ΕΚΔΕ ξεκίνησε από το 1978 και αρχικά περιελάμβανε την απόκτηση των πρώτων έγχρωμων φιλμ του δορυφόρου Landsat. Το 1981, εγκαταστάθηκε στο ΕΚΔΕ το πρώτο σύστημα ψηφιακής επεξεργασίας εικόνων στη χώρα.

Παρόλο που η χαμηλή ανάλυση των αρχικών εικόνων (αρχικά 80 μέτρα και στη συνέχεια 30 μέτρα) αξιολογήθηκε ως ανεπαρκής για τη συλλογή σημαντικών πληροφοριών για την ΠΑ, ήταν ωστόσο επαρκής για βαθυμετρικές απεικονίσεις. Το 1985, μετά από αίτημα του Γενικού Επιτελείου Ναυτικού, το ΕΚΔΕ στελεχώθηκε με στρατεύσιμο προσωπικό του Πολεμικού Ναυτικού μέχρι το 1998.

Η άποψη της ΠΑ άλλαξε το 1986 με την εκτόξευση του γαλλικού δορυφόρου SPOT. Με την καλύτερη δυνατή διακριτική ικανότητα στα 10 μέτρα, ο SPOT αποτελούσε τη μοναδική πηγή παγκοσμίως για την παροχή ψηφιακών εικόνων υψηλής ευκρίνειας. Ως χωρική διακριτική ικανότητα (spatial resolu-

tion), ορίζεται η μικρότερη απόσταση δύο αντικειμένων στο έδαφος που δύναται να είναι διακριτά το ένα από το άλλο. Το σύστημα θεωρήθηκε ιδανικό για την κάλυψη μεγάλων περιοχών με ικανοποιητική ευκρίνεια και για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με μεγάλους στρατηγικούς στόχους.

Ακολουθώντας το 1988, το ΓΕΑ έλαβε θεμελιώδεις αποφάσεις υποδομής, με στόχο να μετατρέψει το ΕΚΔΕ σε ένα σύγχρονο κέντρο συλλογής, επεξεργασίας και ανάλυσης πληροφοριών από δορυφορικές εικόνες στην προσεχή πενταετία. Στο πλαίσιο αυτό, τοποθετήθηκε πρόσθετο προσωπικό, αποκτήθηκε νέος εξοπλισμός και δόθηκε η δυνατότητα για κατευθείαν τοποθέτηση εξειδικευμένου στρατεύσιμου προσωπικού με γνώσεις επιπέδου Msc ή Phd στο αντικείμενο της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνων, από την 124 Πτέρυγα Βασικής Εκπαίδευσης στην Τρίπολη. Αυτό συνέβαλε ουσιαστικά στην αποτελεσματική λειτουργία του Κέντρου.

Η αρχική επιχειρησιακή υποστήριξη που παρέχόταν στην Πολεμική Αεροπορία και στο Πολεμικό Ναυτικό, ήταν η ανάλυση εικόνων για περιοχές ενδιαφέροντος από εμπορικούς δορυφόρους. Μια αρχική παρατήρηση ήταν ότι οι συνεταγμένες τους, καθώς και άλλες παράμετροί τους, εμφάνιζαν αποκλίσεις σε σχέση με τα υπάρχοντα στοιχεία πριν από τη διαστημική απεικόνιση. Ως αποτέλεσμα, ορισμένα στοιχεία καταργήθηκαν, άλλα προστέθηκαν ή μετονο-

μάστηκαν και πολλά αναθεωρήθηκαν.

Η επιχειρησιακή αξία του έργου αναγνωρίστηκε με την νέα υπαγωγή του στο νεοσύστατο Κέντρο Επιχειρησιακών Πληροφοριών της ΠΑ (ΚΕΠΠΑ), τον Μάιο του 1989. Το 1993, μετά την απόφαση του ΑΑΣ για την κατάργηση του ΚΕΠΠΑ, το ΕΚΔΕ μεταφέρθηκε στη Διεύθυνση Πληροφοριών του ΓΕΑ (ΓΕΑ/Α2) έως το 2007.

Η σταθεροποίηση της υπαγωγής του στις εγκαταστάσεις του ΓΕΑ στο Στρατόπεδο Παπάγου και το διαχρονικό ενδιαφέρον της Ηγεσίας της ΠΑ για τη διαστημική τεχνολογία, επέτρεψαν στο ΕΚΔΕ να παρουσιάσει αποτελέσματα που σε ορισμένες περιπτώσεις ήταν επα-

ναστατικά.

Το ΕΚΔΕ ως αρμόδιος φορέας των ΕΔ για τις δορυφορικές πληροφορίες

Ταυτόχρονα, η τεχνογνωσία του ΕΚΔΕ απαιτήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 και στο επίπεδο του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας. Το ΓΕΑ, τον Αύγουστο του 1990 εξέφρασε συγκεκριμένες ανησυχίες για τη δραστηριότητα της γείτονος χώρας, που αφορούσαν σε τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους και σε επίγειο σταθμό λήψης δορυφορικών εικόνων και ζήτησε από το ΓΕΕΘΑ να εξεταστεί το ζήτημα σύστασης ενός Δια-



Εικόνα 2: Από τη μεσαία διακριτική ικανότητα στην υψηλή: Το San Francisco από τον αμερικανικό δορυφόρο Landsat-4 (30m, 1982) αριστερά και από τον γαλλικό δορυφόρο SPOT (10m, 1986) δεξιά. Η βελτίωση της ευκρίνειας σε λίγα χρόνια ήταν εντυπωσιακή.³

κλαδικού Οργάνου.

Το 1991, ο Υπουργός Εθνικής Άμυνας (ΥΕΘΑ) ανακοίνωσε στη Βουλή, τη σύσταση Διακλαδικής Επιτροπής για την υποβολή μελέτης για την ανάπτυξη ενός εθνικού δορυφορικού προγράμματος. Στο πλαίσιο αυτό, διεξήχθησαν δύο μελέτες: η πρώτη αφορούσε στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, ενώ η δεύτερη, η οποία εκπονήθηκε από το ΕΚΔΕ, αφορούσε στα υπόλοιπα δορυφορικά συστήματα (παρατήρησης της Γης, πλοήγησης, μετεωρολογίας, έρευνας και διάσωσης). Οι μελέτες αυτές, μαζί με τις αντίστοιχες που εκπονήθηκαν μετά από εντολή του Υπουργού το 1997, αποτέλεσαν το έναυσμα για το σημερινό Διαστημικό Πρόγραμμα του Υπουργείου.

Ωστόσο, η ιδέα για δορυφόρους ήταν προχωρημένη για την εποχή της. Σε μια συνάντηση που πραγματοποιήθηκε το 1992 στο ΓΕΕΘΑ με εκπροσώπους εθνικών φορέων, η θέση του ΟΤΕ ήταν ότι οι δορυφορικές επικοινωνίες δεν περιλαμβάνονταν στο σχέδιο ανάπτυξης του Οργανισμού.

Το 1994, ο Υφυπουργός Εθνικής Άμυνας ζήτησε από το ΓΕΑ/ΕΚΔΕ να εισηγηθεί τη διαστημική πολιτική που πρέπει να ακολουθήσει το Υπουργείο. Ακολούθως, το Συμβούλιο Αρχηγών Γενικών Επιτελείων (ΣΑΓΕ), επελήφθη του συνολικού ζητήματος σε δύο συνεδριάσεις του, τον Ιούλιο και το Νοέμβριο 1995.

Στην πρώτη συνεδρίαση, το ΣΑΓΕ πρότεινε τη δημιουργία ενός νέου φορέα στο ΓΕΕΘΑ ή την ανάθεση της αρμοδιό-

τητας σε ήδη υπάρχοντα φορέα, καθώς και τη δημιουργία Εθνικού Φορέα Διαστημικών Εφαρμογών υπό άλλο υπουργείο. Ο Αρχηγός του ΓΕΕΘΑ ξεκαθάρισε ότι μετά την ψήφιση του νόμου 2292/1995, η πολιτική ασκείται από τον φορέα του ΓΕΕΘΑ και οι αποφάσεις λαμβάνονται από το ΣΑΓΕ. Τα θέματα που αφορούν στην αναγνώριση από το διάστημα, πρέπει να ανήκουν στην αρμοδιότητα του ΓΕΑ.

Το ΣΑΓΕ, με την υπ' αριθμ. 6 γνωμάτευση της 34ης/16-11-1995 ενέκρινε τις εισηγήσεις για την Οργάνωση και τη Διαστημική Πολιτική.⁴ Συγκεκριμένα, γνωμάτευσε ότι απαιτείται η συγκρότηση ενός ειδικού επιτελικού φορέα στο ΓΕΕΘΑ, ενώ θεσμοθέτησε το ΕΚΔΕ ως τον αρμόδιο φορέα των ΕΔ στον τομέα της δορυφορικής παρατήρησης Γης, με υπαγωγή στην ΠΑ. Οι υπόλοιπες δραστηριότητες (όπως οι δορυφορικές επικοινωνίες και η πλοήγηση) παρέμειναν στην ευθύνη των Γενικών Επιτελείων.

Το ΣΑΓΕ τροποποίησε την ιδρυτική απόφαση του, αλλάζοντας τίτλο του ΕΚΔΕ σε «Εθνικό Κέντρο Διαστημικών Εφαρμογών». Έπειτα, εξειδίκευσε την αποστολή του με τη διαγραφή της αρχικής πρόβλεψης ότι θα υποστήριζε την Εθνική Οικονομία. Πλέον, η αποστολή του ΕΚΔΕ θα ήταν η ενημέρωση των Γενικών Επιτελείων και άλλων εθνικών φορέων για τις διαστημικές δραστηριότητες που σχετίζονται με την εθνική ασφάλεια στον τομέα της παρατήρησης της Γης. Επίσης, θα υποστήριζε το επιχει-

ρησιακό έργο των ΓΕ (μέσω του ΓΕΕΘΑ) και άλλων εθνικών φορέων, στη συλλογή και επεξεργασία δορυφορικών εικόνων. Τέλος, θα συμμετείχε στις επιτροπές της ΔΕΕ, του ΟΗΕ και του ΝΑΤΟ, ως εθνικός εκπρόσωπος για θέματα δορυφορικής παρατήρησης.

Λόγω του επιχειρησιακού του έργου, δίδεστε προσωπικό από τα τρία ΓΕ, ωστόσο θα υπαγόταν ως υπηρεσία της ΠΑ στον Α' Κλάδο του ΓΕΑ. Σχετικά με το Διαστημικό Πρόγραμμα των ΕΔ, αποφασίστηκε να καθοριστεί από τον μελλοντικό επιτελικό φορέα του ΓΕΕΘΑ. Καθώς όμως αυτός δεν συστάθηκε, το πρόγραμμα δεν καταγράφηκε σε γραπτή μορφή. Αυτό σήμαινε ότι για την επόμενη δεκαετία, το έργο του ΕΚΔΕ θα παρέμενε διττό: επιτελικό και επιχειρησιακό. Ωστόσο, μετά την απόφαση ΣΑΓΕ του 1995, το επιχειρησιακό σκέλος πολλαπλασιάστηκε σε σχέση με το παρελθόν.

Το Επιτελικό έργο

Τυπικά και σύμφωνα με την αποστολή του, αυτό αποτελούνταν από δύο σκέλη, δηλαδή ενημέρωση και εκπροσώπηση. Στο πλαίσιο της ενημέρωσης, έγιναν εισηγήσεις στη στρατιωτική και πολιτική ηγεσία του ΥΠΕΘΑ, βάσει των οποίων εγκρίθηκε η διαστημική πολιτική των Ενόπλων Δυνάμεων και η συμμετοχή της χώρας στις διαστημικές δραστηριότητες της ΔΕΕ. Επίσης, έγιναν γνωμοδοτήσεις προς το Υπουργείο Εξωτερικών και τη Βουλή των Ελλήνων, σε θέματα Επιτρο-

πών Διαστήματος του ΟΗΕ και της ΔΕΕ. Τέλος, η ενημέρωση των Γενικών Επιτελείων πραγματοποιούνταν μέσω ενημερωτικών εγγράφων και της έκδοσης 11 περιοδικών μελετών.

Στο πλαίσιο της εκπροσώπησης, το ΕΚΔΕ εκπροσώπησε το ΥΠΕΘΑ στην εθνική και διεθνή σκηνή. Στην εθνική σκηνή, συμμετείχε στη Διαστημική Επιτροπή ως συμβουλευτικό όργανο του Υπουργού Ανάπτυξης. Στη διεθνή σκηνή, μετά από αίτημα του Υπουργείου Εξωτερικών, εκπροσώπησε τη χώρα σε δύο πεδία: Αρχικά στα Ηνωμένα Έθνη και στην Επιτροπή για τις Ειρηνικές Χρήσεις του Εξω-ατμοσφαιρικού Διαστήματος (COPUOS) το 1992-1999. Ακολούθως και στη Δυτικοευρωπαϊκή Ένωση, όπου το ΕΚΔΕ αποτέλεσε τον εθνικό κόμβο (National Cell) στο όργανο χάραξης της Διαστημικής Πολιτικής της ΔΕΕ (Space Group), το οποίο ανέθετε αποστολές (tasks) στο Δορυφορικό Κέντρο (1995-2001). Επίσης, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, συμμετείχε στο Διοικητικό Συμβούλιο του Δορυφορικού Κέντρου (2002-2007).

Η έλλειψη κεντρικού επιτελικού φορέα, ανάγκασε το ΕΚΔΕ να επεκταθεί σε γενικότερα θέματα πολιτικής, οι κύριες διαστάσεις των οποίων, μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα σημεία:

α. Σχετικά με οργανωτικά θέματα, έγιναν δεκτές από το ΥΠΕΘΑ οι ακόλουθες εισηγήσεις:

- Το 1995 η συμμετοχή ΥΠΕΘΑ στις διαστημικές δραστηριότητες

της Δυτικοευρωπαϊκής Ένωσης (ΔΕΕ) και ειδικότερα στο Δορυφορικό Κέντρο και την Ομάδα Διαστήματος (Space Group).

- Τον Ιούνιο 2005, συστάθηκε το «Γραφείο Πολιτικής και Προγράμματος για το Διάστημα» στο Επιτελείο του Υπουργού (πλέον γνωστό ως «Γραφείο Διαστήματος» το οποίο υπάγεται στη Γενική Διεύθυνση Πολιτικής Εθνικής Άμυνας και Διεθνών Σχέσεων).

β. Σχετικά με την ανάπτυξη της διαστημικής πολιτικής, έγιναν δεκτές οι ακόλουθες προτάσεις:

- Στο ΣΑΓΕ (1995), καθορίστηκε η «Διαστημική Πολιτική Εθνικής

Ασφάλειας» που παρέμεινε σε ισχύ μέχρι το 2007, όπου και επικαιροποιήθηκε. Το ΥΠΕΘΑ παραμένει μέχρι σήμερα το μοναδικό υπουργείο που διαθέτει πολιτική που αποτυπώνεται σε γραπτό κείμενο.

- Εισήχθη πρόταση στη Δυτικοευρωπαϊκή Ένωση για μία διαστημική πολιτική, στο πλαίσιο της Ελληνικής Προεδρίας στην ΔΕΕ (1998). Η πρόταση έγινε δεκτή από το Συμβούλιο Υπουργών της ΔΕΕ, στη Ρώμη.⁵

- Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με την ανάπτυξη της πρωτοβουλίας «ESDP and Space», κατά τη διάρκεια της Ελληνικής Προεδρίας στην ΕΕ (Ιούλιος 2002-



Εικόνα 3: Η διαβούλευση, για την Διαστημική Πολιτική της Δυτικοευρωπαϊκής Ένωσης (1998, από το αρχείο του συγγραφέα).

Ιούνιος 2003), το Συμβούλιο της ΕΕ, έλαβε δύο αποφάσεις:

- Με την απόφαση της 19ης Μαΐου 2003 «Το Συμβούλιο αναγνώρισε τη σημασία των διαστημικών εφαρμογών και λειτουργιών που απαιτούνται προκειμένου να ενισχυθούν οι ικανότητες της ΕΕ να διεξάγει επιχειρήσεις διαχείρισης κρίσεων». ⁶ Ήταν η πρώτη φορά που η ΕΕ αναγνώρισε επίσημα τον ρόλο του Διαστήματος στην Ευρωπαϊκή Πολιτική Ασφάλειας και Άμυνας (ΕΠΑΑ, νυν ΚΠΑΑ). Σύμφωνα με τα σχόλια που έκανε στη καταληκτική Διάσκεψη των Παρισίων (23 Ιουνίου 2003), για το Μέλλον της Ευρώπης στο Διάστημα, ο πρώην Πρωθυπουργός της Σουηδίας Carl Bildt, η Ελληνική Προεδρία έκανε για το Διάστημα ό,τι όλες οι άλλες προηγούμενες Προεδρίες μαζί. ⁷

- Στις 22 Νοεμβρίου 2004, το Συμβούλιο με την απόφασή του «European Space Policy: “ESDP and Space”», αποφάσισε την εν λόγω πολιτική. Η πρώτη παράγραφος αναφέρεται στην πατρότητα της πρότασης: «Μετά από λεπτομερή μελέτη των στρατιωτικών αναγκών που εξέδωσε η Ελληνική Προεδρία στις 15 Μαρτίου 2003, η σημασία των διαστημικών εφαρμογών και λειτουργιών αναγνωρίστηκε από το Συμβούλιο στις 19 Μαΐου 2003, καθώς και στην έκθεση της Προεδρίας για την ΕΠΑΑ, η οποία εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της Θεσσαλονίκης, στις 19-20 Ιουνίου 2003». ⁸

γ. Έγκριση Εισηγήσεων από την Ηγεσία, επί ανάπτυξης Δορυφορικού Προγράμματος ΕΔ:

- Το 1997, εκπονήθηκε Μελέτη Σκοπιμότητας με εντολή του ΥΕΘΑ, σχετικά με τις επιχειρησιακές απαιτήσεις των ΓΕ που θα πρέπει να καλύπτει ένα δορυφορικό σύστημα παρατήρησης Γης. Η Μελέτη πρότεινε την απόκτηση ενός επίγειου σταθμού. Η εισήγηση, που συντονίστηκε και εγκρίθηκε από τα λοιπά ΓΕ, υποβλήθηκε στο ΕΠΥΕΘΑ για υλοποίηση.

- Το 1998, επικαιροποιήθηκε η προηγούμενη Μελέτη, κατόπιν αιτήματος του ΓΕΕΘΑ/Β' Κλάδου και έγινε εισήγηση στο ΣΑΓΕ, για την απόκτηση ενός εθνικού δορυφόρου με SAR και επίγειου σταθμού.

- Το 1998, υποβλήθηκε εισήγηση στον ΥΕΘΑ, για τη συμμετοχή στο στρατιωτικό δορυφορικό πρόγραμμα αναγνώρισης Helios II. Ο Υπουργός ανακοίνωσε το ελληνικό ενδιαφέρον από κοινού με τον Γάλλο ομόλογό του, το 2001.

- Το 1999, εισήχθη μέσω ΓΕΕΘΑ πρόταση στο ΣΑΓΕ για την απόκτηση ενός εθνικού δορυφόρου και ενός επίγειου σταθμού. Η απόφαση του Συμβουλίου Άμυνας (ΣΑΜ) περιορίστηκε στην απόκτηση ενός επίγειου σταθμού.

- Το 2000, προτάθηκε η συνεργασία με την εταιρεία «Space Imaging Europe», για λήψη εικόνων του αμερικανικού Ikonos, ευκρίνειας ενός

μέτρου, από τον επίγειο σταθμό Θηβών. Παρά την έγκριση του ΥΕΘΑ και ενώ οι σχετικές διαδικασίες στο ΓΕΕΘΑ ήταν σε εξέλιξη, ο σταθμός έκλεισε και μεταφέρθηκε στην Τουρκία.

- Το 2002, προτάθηκε η διαπραγμάτευση για τη συμμετοχή της Ελλάδας στον στρατιωτικό δορυφόρο Helios II.

- Το 2003, προτάθηκε η συμ-

μετοχή του ΥΠΕΘΑ στις κοινές επιχειρησιακές απαιτήσεις για ένα ευρωπαϊκό στρατιωτικό σύστημα δορυφορικής παρακολούθησης της Γης (BOC).

- Το 2006, υποβλήθηκε εισήγηση στον ΥΕΘΑ για τη συμμετοχή της χώρας στην προπαρασκευαστική φάση του μελλοντικού στρατιωτικού πολυεθνικού δορυφορικού συστήματος παρατήρησης Γης (MUSIS-MUltinational Spacebased Imaging System 2015-2030).



Εικόνα 4: Τακτική Αεροφωτογραφική Αναγνώριση (αρχείο Μοιράρχου 348 ΜΤΑ Ασμχου (Ι) Αριστείδη Μπότα, 1970)

Το Επιχειρησιακό έργο

Η εμφάνιση διεθνώς, της πρώτης ευκρινούς δορυφορικής κάλυψης, από το 1986 και μετά, προσέφερε μια επαναστατική ευκαιρία για την κάλυψη των αναγκών της Πολεμικής Αεροπορίας. Μέχρι τότε, οι βασικές απαιτήσεις της ΠΑ καλύπτονταν μέσω της τακτικής φωτογραφικής αναγνώρισης, που είχε χαρακτηριστεί ως το «Μάτι των Αρχιστρατήγων»⁹. Το εύρος κάλυψης αυτών των αναγνωρίσεων δεν ξεπερνούσε ένα συγκεκριμένο βάθος.

Ωστόσο, οι ικανότητες εναέριου ανεφοδιασμού που απέκτησε η γειτονική χώρα, αναβάθμισαν την αξία των περιοχών ενδιαφέροντος «βάθους». Οι δορυφορικές εικόνες έλυσαν αυτό το πρόβλημα, αφού παρείχαν μια πανοραμική θέα που δεν περιοριζόταν από εθνικά σύνορα. Η αρχικά χαμηλή διακριτική ικανότητά τους βελτιώθηκε γρήγορα, καθώς αυτή δεν αποτελούσε τεχνικό θέμα, αλλά περιοριζόταν για πολιτικούς λόγους.

Το επιχειρησιακό έργο του ΕΚΔΕ επηρεάστηκε από το αντίστοιχο έργο του Δορυφορικού Κέντρου της ΔΕΕ, στο οποίο εκπαιδεύτηκαν Αξιωματικοί Ιπτάμενοι και Πληροφοριών (πρώην Ιπτάμενοι), οι οποίοι είχαν προσωπική εμπειρία για τις επιχειρήσεις και τις τακτικές που χρησιμοποιεί η ΠΑ. Το έργο κάλυπτε όλο τον τυπικό κύκλο πληροφοριών. Ξεκινούσε από την κεντρική απόκτηση δορυφορικών εικόνων για όλα τα ΓΕ και συνέχιζε στην ψηφιακή επεξεργασία και

φωτοερμηνεία, για ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος.

Στη συνέχεια, με τη συμβολή των αρμόδιων Γραφείων του ΓΕΑ, προχωρούσε στη συγχώνευση (fusion) των αποτελεσμάτων με άλλες πηγές πληροφόρησης και κατέληγε στη διανομή των επεξεργασμένων προϊόντων.

Σταδιακά, το επιχειρησιακό έργο του ΕΚΔΕ επεκτάθηκε πέραν των προϊόντων του τομέα πληροφόρησης (intel) και σε άλλους τομείς που απαιτούνταν για την υποστήριξη επιχειρήσεων (Ops), δηλαδή στη σχεδίαση αποστολών (CPM) πάνω σε μωσαϊκά εικόνων και σε τρισδιάστατες απεικονίσεις για την εκπαίδευση των πιλότων.

Με τη χρήση ειδικού λογισμικού, οι Ιπτάμενοι των Πολεμικών Μοιρών μπορούσαν να πραγματοποιούν τρισδιάστατες εικονικές πτήσεις, που ήταν τότε μια πρωτόγνωρη εμπειρία. Η Ηγεσία της ΠΑ αποφάσισε την προμήθεια ειδικού λογισμικού και υπολογιστών με ειδικές προδιαγραφές και την αποστολή τους στις Πολεμικές Μοίρες, για την εκμετάλλευση των τρισδιάστατων αυτών πτήσεων.

Επιπλέον, το δορυφορικό υλικό χρησιμοποιήθηκε για την υποστήριξη εξοπλιστικών προγραμμάτων της ΠΑ με τα απαραίτητα δορυφορικά δεδομένα (όπως τα ΑΣΕΠΕ, F-16 Block 50+ και Scalp) σε προσομοιωτές πτήσης, οι οποίοι επιτρέπουν την εκπαίδευση σε πραγματικό περιβάλλον μάχης, καθώς και για την ανάλυση και επαλήθευση επιχειρησιακών σχεδίων, προς όφελος των

ΓΕΕΘΑ-ΠΑ.

Για τη διανομή των παραπάνω προϊόντων, ακολουθήθηκε μια ψηφιακή προσέγγιση, μέσω ειδικών καινοτόμων εφαρμογών που αναπτύχθηκαν στο ΕΚΔΕ από εξειδικευμένο προσωπικό, με ειδική διαβάθμιση ασφαλείας, η οποία αντικαθιστούσε την παλαιότερη έντυπη διακίνηση υλικού.

Ο Νέος Ρόλος: Η Συμβολή του ΕΚΔΕ στην διακλαδική διαχείριση πληροφοριών

Το 1995, το ΣΑΓΕ γνωμάτευσε ότι απαιτείται ένα κοινό μηχανογραφικό σύστημα για τη διαχείριση των πληροφοριών στα Γενικά Επιτελεία. Το ΓΕΑ, που διέθετε από τις αρχές του 1980 σχετική Βάση Δεδομένων για περιοχές ενδιαφέροντος και είχε την ευθύνη έκδοσης του σχετικού Καταλόγου για όλα τα ΓΕ, πρότεινε την κοινή παρακολούθηση των υπόψη περιοχών με τους υπόλοιπους φορείς.

Στη συνέχεια, το ΓΕΕΘΑ ενέκρινε την πρόταση και ζήτησε την εγκατάσταση της εν λόγω βάσης δεδομένων στα Γενικά Επιτελεία και σε άλλους εθνικούς φορείς πληροφοριών, μέχρι να αναλάβει την αποστολή αυτή το ίδιο το επιτελείο.

Η απόφαση αλληλοενημέρωσης της συγκεκριμένης Βάσης απαίτησε την ανασχεδιάσή της, η οποία έγινε εσωτερικά από το ΕΚΔΕ, βασιζόμενη στην ανάλυση του αρμόδιου Τμήματος. Επιπλέον, δημιουργήθηκε μια νέα εφαρμογή, που αποτελούσε τη «γραφική βιτρίνα» όλων των

περιοχών ενδιαφέροντος, αφού διαχειριζόταν όλα τα είδη οπτικού υλικού και η οποία εξυπηρετούσε στην εξαγωγή πληροφοριών.

Ο σύντομος εκσυγχρονισμός της Βάσης και η δυνατότητα καταχώρησης πληροφοριών και από τους άλλους αρμόδιους φορείς για πρώτη φορά, οδήγησαν το ΓΕΕΘΑ το 1995 να τη θεσμοθετήσει ως την κοινή Βάση για όλα τα ΓΕ, με διακλαδική υποστήριξη από το ΕΚΔΕ.¹⁰

Αυτός ήταν ένας νέος ρόλος, απαραίτητος για την επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων, πλην όμως επιβάρυνε το έργο του ΕΚΔΕ, αφού, όπως σε κάθε αρχή, η πρώτη αυτή συνεργασία με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς ήταν δύσκολη, λόγω έλλειψης κοινής αντίληψης για το αντικείμενο (ειδικά στο θέμα των δορυφορικών εικόνων).

Ενδεικτικά, στο επίπεδο του ΓΕΕΘΑ, το θέμα των εικόνων αντιμετωπίστηκε καθαρά ως χαρτογραφικό και, ως εκ τούτου, για την προμήθεια δορυφορικών εικόνων έπρεπε να συνεδριάζει το Συμβούλιο Γεωγραφικών Υπηρεσιών Ενόπλων Δυνάμεων (ΣΓΥΕΔ), το οποίο παραδοσιακά δεν συνεδριάζει συχνά.

Παρόλο που αποφασίστηκε ότι τα ΓΕ είχαν την υποχρέωση να προγραμματίζουν ετησίως ένα ποσό για την προμήθεια δορυφορικών εικόνων, μόνο το ΓΕΑ και ένας ειδικός φορέας του ΓΕΕΘΑ (σε δύο περιπτώσεις) τηρούσαν αυτήν την απόφαση. Τα άλλα Γενικά Επιτελεία, αν και χρησιμοποιούσαν προϊόντα δορυφο-

ρικών εικόνων, δεν συμμετείχαν στο κόστος, με κύριο επιχείρημα ότι οι πληροφοριακές απαιτήσεις τους ήταν μικρές μπροστά σε αυτές που είχε η ΠΑ.

Η συμμετοχή στο πρόγραμμα Helios II και η κατάργηση του ΕΚΔΕ

Σχετικά με το πρόγραμμα δορυφορικής παρατήρησης Γης των Ενόπλων Δυνάμεων, το Συμβούλιο Άμυνας αποφάσισε το 1999, να προμηθευτεί καταρχάς έναν επίγειο σταθμό που θα λαμβάνει εικόνες από εμπορικούς δορυφόρους (οπτικούς και RADAR), ώστε να διασφαλιστεί η δυνατότητα δράσης κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες καιρού και φωτός.

Αν και το 2001 ο Υπουργός Εθνικής Άμυνας ανακοίνωσε το ελληνικό ενδιαφέρον για τη συμμετοχή στο πρόγραμμα Helios II μαζί με τον Γάλλο ομόλογό του, αυτό δεν είχε προχωρήσει στην πράξη, οπότε το 2002, η Γενική Διεύθυνση Αμυντικών Εξοπλισμών εξέδωσε πρόσκληση εκδήλωσης ενδιαφέροντος (RFI).

Μετά την έγκριση από τον ΥΕΘΑ σχετικής εισήγησης του ΓΕΑ, ο Αρχηγός ΓΕΕΘΑ υπέγραψε τον Ιούλιο του 2003 το κείμενο κοινών επιχειρησιακών απαιτήσεων BOC που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο πολυμερούς συνεργασίας πέντε ευρωπαϊκών χωρών (Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ισπανία και Βέλγιο). Συνέπεια των εξελίξεων αυτών, υπήρξε η δυνατότητα πρόσβασης σε στρατιωτικούς δορυφόρους,

για πρώτη φορά, επιλογή που δεν υφίστατο το 1999.

Τον Ιούλιο του 2004, εγκρίθηκε από τον ΥΕΘΑ η αναβάθμιση του ΕΚΔΕ σε Διεύθυνση, υπό τον Α' Κλάδο του ΓΕΑ και η διεύρυνση των αρμοδιοτήτων του για την υπαγωγή σε αυτήν, του υπό προμήθεια επίγειου σταθμού. Ακολούθως, στις 4 Φεβρουαρίου του 2005, σε μία κοινή συνέντευξη τύπου με την Γαλλίδα ομόλογό του, ο ΥΕΘΑ ανακοίνωσε την αποδοχή της γαλλικής πρότασης για τη συμμετοχή της χώρας στο στρατιωτικό δορυφορικό πρόγραμμα Helios II.

Τον Μάιο του 2005, συστάθηκε αρμόδια επιτροπή, (υπό την ΓΓΟΣΑΕ - νυν ΓΔΑΕΕ) για τη διεξαγωγή των σχετικών διαπραγματεύσεων της συμμετοχής στο δορυφορικό πρόγραμμα Helios II και τη σύνταξη της αντίστοιχης συμφωνίας συνεργασίας.

Η «Επιτροπή Τενεκούδη», όπως αποκαλούνταν λόγω του επικεφαλής της Γενικού Διευθυντού, είχε μικρό μέγεθος ώστε να είναι αποτελεσματική. Στην εξαμελή Επιτροπή, η ΠΑ συμμετείχε με ενισχυμένη σύνθεση τριών ατόμων.

Η Επιτροπή αντιμετώπισε «μεγάλη αντίσταση από ορισμένα συμφέροντα εντός και εκτός στρατεύματος που δεν ήθελαν με τίποτα το Helios».¹¹ Προκειμένου να ξεπεραστούν οι διαφορές απόψεων που είχαν φτάσει στο υψηλότερο επίπεδο, ο Υπουργός Εθνικής Άμυνας ενέκρινε τον Ιούνιο του 2005 την πρόταση του ΓΕΑ, για τη δημιουργία του «Γραφείου Πολιτικής και Προγράμματος



Εικόνα 5: Η Επιτροπή Διαπραγματεύσεων ΓΓΟΣΑΕ για τη συμμετοχή ΥΠΕΘΑ στο Στρατιωτικό Πρόγραμμα Helios II (2005).¹²

Διαστήματος» στο Επιτελείο του Υπουργού. Παράλληλα, η συζήτηση για το ζήτημα της υπαγωγής του σταθμού, μετατέθηκε σε μεταγενέστερο χρόνο.

Τελικά, η Επιτροπή ολοκλήρωσε επιτυχώς το έργο της τον Δεκέμβριο 2005. Η συμφωνία για το πρόγραμμα Helios II προέβλεπε τη συμμετοχή της Ελλάδας με ποσοστό 2,5% και την εγκατάσταση στη χώρα επίγειου σταθμού λήψης εικόνων από οπτικούς δορυφόρους, με δυνατότητα αναβάθμισης και για λήψη δεδομένων RADAR. Βάσει των προτάσεων της Επιτροπής, φορέας υλοποίησης του προγράμματος οριζόταν το ΓΕΑ.

Μόλις διαφάνηκε ότι ήταν εφικτή η συμμετοχή στο Helios II, το ζήτημα του

ποιός θα ελέγχει το πρόγραμμα έγινε κεντρικό θέμα. Συναφής ανταγωνισμός μεταξύ των υπηρεσιών είχε καταγραφεί και στις ΗΠΑ στα τέλη της δεκαετίας του 1940. Τότε, η έριδα ανάμεσα στην Αεροπορία και τον Στρατό για τον έλεγχο των δορυφόρων, μετατόπισε τη συζήτηση από την ουσία σε θέματα οργάνωσης. Ωστόσο, εάν ο ανταγωνισμός ανάμεσα στις υπηρεσίες είναι αναπόφευκτος, η μορφή που θα πάρει δεν είναι.

Τον Νοέμβριο του 2006, το ΣΑΓΕ αποφάσισε ότι το ΕΚΔΕ θα υπάγεται στο Γενικό Επιτελείο Εθνικής Άμυνας. Η Πολεμική Αεροπορία εξέφρασε τις θέσεις της σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις που θα είχε η αλλαγή υπαγωγής του

ΕΚΔΕ στις διαδικασίες και την παραγωγή που είχε δημιουργήσει και ήδη ακολουθούσε. Για τον λόγο αυτό, ζητήθηκε η διατήρηση του Κέντρου ως ενιαίου φορέα διαχείρισης της δορυφορικής αναγνώρισης, λόγω της ανάγκης ταχείας επέμβασης και της αμεσότητας των αεροπορικών επιχειρήσεων. Ομοίως, ζητήθηκε η πλειονότητα των αναλυτών να προέρχονται από την ΠΑ, έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι η επεξεργασία των αιτημάτων της θα γινόταν από στελέχη που είχαν εξοικείωση με τις αποστολές της ΠΑ και σχετική εμπειρογνωμοσύνη.

Στις 20 Μαρτίου 2007, με τον Ν. 3546/2007 κυρώθηκε η συμφωνία του ΥΠΕΘΑ με τα αντίστοιχα Υπουργεία Άμυνας των πέντε άλλων χωρών.¹³ Η ΠΑ, ως ο κύριος χρήστης των προϊόντων δορυφορικής παρατήρησης Γης, κάλυψε τα $\frac{3}{4}$ του κόστους του προγράμματος Helios II.

Στις 9 Ιουλίου 2007, με απόφαση του νέου Υπουργού Εθνικής Άμυνας, αποφασίστηκε η κατάργηση του ΕΚΔΕ μόλις θα λειτουργούσε επιχειρησιακά ο επίγειος σταθμός Helios II. Ο σταθμός εγκαταστάθηκε στην 114 Πτέρυγα Μάχης (Τανάγρα), όπου λειτούργησε το 2010.

Οι Σύγχρονες Προκλήσεις των Πολεμικών Αεροποριών στο Διάστημα

Το 2023, βρίσκει το Υπουργείο Άμυνας σε ένα εντελώς διαφορετικό τοπίο στο

Διάστημα, από αυτό που υπήρχε δύο δεκαετίες πριν. Σε διεθνές επίπεδο υπάρχει μία αυξανόμενη στρατιωτικοποίηση του διαστήματος, μέσω του ανταγωνισμού των μεγάλων δυνάμεων ΗΠΑ, Κίνας και Ρωσίας. Οι αντιδορυφορικές δοκιμές, αλλά και οι κυβερνοεπιθέσεις, έχουν αναδείξει την ανάγκη προστασίας κρίσιμων δορυφορικών συστημάτων για την εθνική ασφάλεια. Επίσης, νέες διαστημικές τεχνολογίες, όπως οι πολιτικοί μεγαλοαστερισμοί δορυφόρων, προσδίδουν ανατρεπτικές ικανότητες που όπως φάνηκε στην Ουκρανία μπορούν να επηρεάζουν άμεσα την εξέλιξη ενός πολέμου.

Σε εθνικό επίπεδο, το ΥΠΕΘΑ, μέσω σαφών στρατηγικών επιλογών, έχει εμβαθύνει τις σχέσεις του με τις ΗΠΑ και τη Γαλλία. Η επιλογή και των δύο χωρών να δώσουν κεντρικό ρόλο στις Πολεμικές τους Αεροπορίες στη διαχείριση των στρατιωτικών θεμάτων του Διαστήματος, οδήγησε στην ευθυγράμμιση των συμμάχων τους στην Ευρώπη. Έτσι, αναπτύχθηκαν αντίστοιχες Διοικήσεις, οι οποίες στην πλειοψηφία τους υπάγονται στις Πολεμικές τους Αεροπορίες. Επιπλέον, η Γαλλία μετονόμασε την αντίστοιχη Σχολή Ικάρων σε Αεροπορική και Διαστημική Ακαδημία.

Οι παραπάνω διμερείς συμφωνίες δεν έχουν μόνο ανοίξει τον δρόμο για την ενίσχυση των ελληνικών ΕΔ με ισχυρότατα οπικά συστήματα. Έχουν φέρει το ΥΠΕΘΑ στην πρώτη γραμμή, πρωτίστως για την αντίληψη των πολλαπλών πτυχών που έχει το Διάστημα ως φυσι-

κός χώρος, και δευτερευόντως για την κατανόηση του τι μπορούν να κάνουν οι ΕΔ με τις παρεχόμενες δορυφορικές εφαρμογές, καθώς και για τη λήψη των κατάλληλων αντιμέτρων για το μετρια-

οι δορυφορικές επικοινωνίες, ο εντοπισμός θέσης, πλοήγηση και χρονισμός, η έγκαιρη προειδοποίηση πυραύλων και η επίγνωση του διαστημικού τομέα.

					
	U.S.	France	Germany	UK	Italy
Organization	Space Command	Space Command	Air and Space Operations Centre	Space Command	Joint Space Operations Command
Announced	18 Dec 2018 ^{vi}	13 Jul 2019 ^{vii}	Feb 2020 ^{viii}	18 Nov 2020 ^{ix}	Dec 2019 ^x
Operational	29 Aug 2019 ^{xi}	3 Sep 2019 ^{xii}	21 Sep 2020 ^{xiii}	1 Apr 2021 ^{xiv}	Not yet announced
Location	Colorado	Toulouse ^{xv}	Uedem	High Wycombe	Not yet announced
Personnel	1,000 ^{xvi}	220	50 ^{xvii}	Unknown	Unknown

Εικόνα 6: Οι Ευρωπαϊκοί σύμμαχοι ακολουθούν τα βήματα των ΗΠΑ και αναπτύσσουν τις δικές τους στρατιωτικές διαστημικές διοικήσεις, στην πλειονότητά τους υπό τις Πολεμικές Αεροπορίες τους ¹⁴

μό των απειλών.

Είναι εμφανές ότι η ενσωμάτωση των διαστημικών συστημάτων με αεροπορικές, επίγειες και θαλάσσιες πλατφόρμες, έχει αναδειχθεί σε μείζονα πρόκληση παγκοσμίως, καθώς οι Ένοπλες Δυνάμεις εξαρτώνται όλο και περισσότερο από τους δορυφόρους για κρίσιμες επιχειρήσεις. Το ΥΠΕΘΑ εφαρμόζει πια την ολοκληρωμένη προσέγγιση στη διαχείριση των κρίσεων και η διαλειτουργικότητα είναι κύρια απαίτηση για την κεντρική διαχείριση όλων των διατιθέμενων φορέων.¹⁵

Τα μαθήματα από τον Ρωσο-Ουκρανικό πόλεμο επηρεάζουν βασικές λειτουργίες της αποστολής της ΠΑ.¹⁶ Οι κυριότερες από αυτές είναι η επιτήρηση,

Επίμονη επιτήρηση

Το 2020 υποστηρίχθηκε ότι ένα τέλειο σύστημα «Επίμονης Επιτήρησης» με παράλληλη χρήση πολλαπλών μέσων επιτήρησης (multi-INT), που να επιτρέπει στην ΠΑ να βλέπει και να κατανοεί πλήρως τον χώρο μάχης σε μεγάλο επιχειρησιακό βάθος και την ταχεία αποτίμηση ζημιών, δεν ήταν δεδομένο.¹⁷

Όπως αποδείχθηκε από τον Ρωσο-Ουκρανικό πόλεμο, η επανενπισκεψιμότητα είναι η μεγαλύτερη επιχειρησιακή απαίτηση. Οι μεγαλοαστερισμοί δορυφόρων παρατήρησης της Γης, με πολλαπλά περάσματα πάνω από την περιοχή ενδιαφέροντος και λογισμικό αναγνώρισης στόχων, τείνουν να ανατρέψουν τον

τρόπο χρήσης των πληροφοριών από το διάστημα, παρέχοντας εικόνες και video από τον «αισθητήρα στον σκοπευτή» σε πραγματικό χρόνο, παρακάμπτοντας το στάδιο της ανάλυσης. Αυτή η αμεσότητα αισθητήρα - εκτελεστή, καταδεικνύει την δυνατότητα παράκαμψης ενδιάμεσων σταδίων και φανερώνει ότι η δορυφορική αναγνώριση δεν είναι πλέον ικανότητα στρατηγικού χαρακτήρα, όπως θεωρούνταν το 2007.

Η πρωτοβουλία του NATO με τίτλο «Alliance Persistent Surveillance from Space» στην οποία συμμετέχει και η Ελλάδα, είναι σχετική.¹⁸ Σε εθνικό επίπεδο, ένα στρατιωτικό σύστημα, όσο προηγμένο και αν είναι, δεν μπορεί να παρέχει επίμονη παρακολούθηση με μόνο δύο δορυφόρους, ιδίως αν εξυπηρετεί και άλλους πελάτες. Επομένως, η κρίσιμη πρόκληση είναι να βρεθεί τρόπος για να ενσωματωθούν οι δυνατότητες του ιδιωτικού τομέα στις κρατικές ικανότητες, ώστε να δρουν αποτελεσματικά. Αυτό το θέμα αφορά άμεσα την ΠΑ και τον καταλυτικό ρόλο της στην προσβολή περιοχών ενδιαφέροντος, προκειμένου να μειωθεί η επιχειρησιακή ικανότητα του αντιπάλου.

Η ανάγκη για ασφαλείς, ανθεκτικές και αδιάλειπτες επικοινωνίες

Η καλύτερη πληροφόρηση είναι άχρηστη αν δεν φτάσει έγκαιρα στον κατάλληλο αποδέκτη της. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που να επιτρέπει τη διαλειτουργικό-

τητα, όχι μόνο μεταξύ των διαφόρων Κλάδων, αλλά και με τους επιμέρους φορείς εσωτερικής ασφάλειας. Το κλειδί για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων πλατφορμών και υποδομών τους, ακόμα και αν αυτές είναι γεωγραφικά διάσπαρτες.

Στην Ουκρανία φάνηκε ότι ο μεγαλοαστερισμός δορυφόρων Starlink, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως η κοινή ψηφιακή ραχοκοκαλιά που να επιτρέπει τη γρήγορη διανομή και ανταλλαγή δεδομένων. Υποστηρίζεται ότι η διαδικασία προσβολής στόχων μειώθηκε με τη χρήση του συστήματος, σε συνδυασμό με βρετανικό λογισμικό διαχείρισης μάχης, από τα είκοσι λεπτά προηγουμένως, μόλις στο ένα λεπτό.¹⁹ Ιστορικά, είναι η πρώτη φορά που, παρά τις ρωσικές παρεμβολές, εξασφαλίζεται εγγυημένη διαλειτουργική πρόσβαση σε ασφαλείς, ανθεκτικές και αδιάλειπτες δορυφορικές επικοινωνίες κατά τη διάρκεια πολέμου.

Η χρήση μεγάλων αστερισμών μικροδορυφόρων παρέχει υψηλές ταχύτητες, μικρότερες καθυστερήσεις και σημαντική ανθεκτικότητα. Ήδη έχουν δοκιμαστεί από την USAF σε διάφορους τύπους στρατιωτικών αεροσκαφών, συμπεριλαμβανομένων των μαχητικών F-35A, στα οποία η διακίνηση της πληροφορίας ήταν 30 φορές πιο γρήγορη από τα συνηθισμένα.

Τα Προβλήματα στον εντοπισμό θέσης, πλοήγησης και χρονισμού.

Η επικράτηση των παρεμβολών GPS σε

ζώνες συγκρούσεων έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια, ιδίως μετά την εισβολή στην Ουκρανία. Αυτές δεν επηρεάζουν μόνο το πολιτικό σήμα του GPS, αλλά ακόμα και το στρατιωτικό. Φαίνεται ότι υπήρξε υπερεξάρτηση από το σύστημα, με ό,τι αυτό συνεπάγεται.

Η Πολεμική Αεροπορία πρέπει να λάβει υπόψη αυτά τα θέματα και να επανεξετάσει τα συμβατικά συστήματα πλοήγησης που δεν βασίζονται στο GPS, τους τρόπους επίθεσης πυραυλικών συστημάτων που χρησιμοποιούν το GPS και να επιδιώξει την αντιμετώπιση των επιπτώσεων και την καθιέρωση εναλλακτικών διαδικασιών με τις αρμόδιες εθνικές αρχές για την ασφάλεια των πτήσεων και την εποπτεία του φάσματος.

Προκλήσεις στην αντιαεροπορική και αντιπυραυλική άμυνα

Οι εξελιγμένες υπερηχητικές πυραυλικές δυνατότητες που μπορούν να ταξιδेषουν και να ελιχθούν με ταχύτητα πενταπλάσια του ήχου αλλά και τα μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα (UAS), παρουσιάζουν δυσκολίες στην έγκαιρη ανίχνευσή τους. Για τον λόγο αυτό, σχεδιάζονται νέοι ισχυρότεροι δορυφόροι σε χαμηλότερες τροχιές. Αυτοί οι δορυφόροι θα παρέχουν έγκαιρη ανίχνευση στα συστήματα αντιαεροπορικής και αντιπυραυλικής άμυνας, ώστε να μπορούν να αντιδράσουν σε οποιοσδήποτε απειλές. Φυσικά, αυτό το ζήτημα συνδέεται άμεσα με τις λειτουργίες της ΠΑ. Όπως είχε έγκαιρα διαγνωστεί, «κά-

ποια στιγμή μπορεί να χρειαστεί να αντιμετωπίσουμε παρόμοια συστήματα στο εγγύς περιβάλλον μας».²⁰

Επιτήρηση του εναέριου και διαστημικού χώρου - Διαχείριση διαστημικής κυκλοφορίας

Η ανάγκη για παρακολούθηση του χώρου δεν περιορίζεται πλέον στα πρώτα 20 - 30 χιλιόμετρα, αλλά επεκτείνεται και στα υψηλότερα στρώματα, καθώς και στο διάστημα. Το περιστατικό με το κινεζικό μπαλόνι έδειξε τη σημασία της παρακολούθησης του αμεληθέντος χώρου από τα 20 έως τα 100 χιλιόμετρα, όπου ξεκινά το εξω-ατμοσφαιρικό διάστημα. Παράλληλα, ο αυξανόμενος αριθμός δορυφόρων με εκατοντάδες έως χιλιάδες μικροδορυφόρους σε τροχιές από 300 έως 2000 χιλιόμετρα, δείχνει ότι απαιτείται όχι μόνο επίγνωση της κατάστασης στο διάστημα αλλά και διαχείριση της διαστημικής κυκλοφορίας, ανάλογη με αυτήν του εναέριου χώρου που διαχειρίζονται σήμερα οι Ελεγκτές Αεράμυνας.

Ήδη τον Αύγουστο του 2021, το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης, που συντονίζει τον πολιτικό τομέα εκμέρους του ελληνικού κράτους, υπέγραψε συμφωνία για την Επίγνωση του Διαστημικού Πεδίου, που περιλαμβάνει την παρακολούθηση δορυφόρων και συντριμμιών, την αξιολόγηση της απειλής και γενικά τη διαπίστωση του τί συμβαίνει στην τροχιά. Επίσης, η Ελλάδα τον Ιούλιο 2023, θα ενταχθεί στη 16μελή πρωτο-

βουλία Space Surveillance and Tracking (SST), μέσω του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Συμπεράσματα

Τα ανωτέρω απάντησαν σε μεγάλο βαθμό, στα δύο πρώτα ερωτήματα που τέθηκαν, ήτοι, ποιά υπήρξε καταρχήν η σχέση της ΠΑ με το Διάστημα και ποιές είναι οι εξελίξεις και οι προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίσει η ΠΑ στους τομείς επιτήρησης, επικοινωνίας και πλοήγησης.

Καταρχάς, το διάστημα χρησιμοποιείται για στρατιωτικούς σκοπούς εδώ και δεκαετίες και η ΠΑ υπήρξε πρωτοπόρος αυτής της χρήσης στη χώρα. Το έργο της είχε καθοριστικό αντίκτυπο στη συλλογή, ανάλυση και διαχείριση των αναγνωριστικών πληροφοριών από το διάστημα, αλλά και στον καθορισμό συναφών πολιτικών στο εσωτερικό και εξωτερικό. Τα βασικά συστήματα συλλογής που χρησιμοποιούνται από τις ΕΕΔ τα τελευταία χρόνια, είναι άμεσοι απόγονοι παλαιότερων πρωτοβουλιών του ΕΚΔΕ. Σήμερα, δεν υπάρχει καμία ένσταση για τις διαπραγματεύσεις σχετικά με τη συμμετοχή στο πρόγραμμα MUSIS/CSO, δηλαδή την εξέλιξη του Helios II.

Από το 2007, όταν η ΠΑ απώλεσε το ΕΚΔΕ, έχουν πραγματοποιηθεί πολλές αλλαγές. Καταρχάς, ο ανταγωνισμός μεταξύ των μεγάλων δυνάμεων στη Γη έχει επεκταθεί στο διάστημα, σε τέτοιο βαθμό ώστε να εκτιμάται ότι θα αποτε-

λέσει στο μέλλον τομέα μάχης.²¹ Η ασφάλεια στο διάστημα, δηλαδή η προστασία των δορυφόρων ώστε να εκτελούν με ασφάλεια τις αποστολές τους, είναι πλέον μια διεθνής τάση που πρόσφατα έχει αρχίσει να απασχολεί τη χώρα.

Από την άλλη πλευρά, τα μαθήματα του πολέμου στην Ουκρανία δείχνουν ότι έχει επιστρέψει η παραδοσιακή μορφή της σκληρής ασφάλειας. Ο πόλεμος ανέδειξε νέες ικανότητες και προκλήσεις που σχετίζονται με το Διάστημα, από τη συλλογή πληροφοριών έως τις τακτικές επικοινωνίας και τις παρεμβολές στα σήματα. Οι δορυφόροι αποτελούν πλέον τα μάτια και τα αυτιά για τις ΕΔ παγκοσμίως. Για το ΥΠΕΘΑ εκτιμάται, ότι η υποστήριξη των ΕΔ από το διάστημα παραμένει η πρώτη προτεραιότητα.

Είναι προφανές ότι οι εξελίξεις και ο ρόλος των διαστημικών συστημάτων επιτήρησης, επικοινωνίας και πλοήγησης που αναφέρθηκαν προηγουμένως, εξετάζονται για το πώς μπορούν να ενισχύσουν την ικανότητα της ΠΑ να ανταποκριθεί σε αναδυόμενες απειλές σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, μελετώνται οι νέες προκλήσεις σε άλλους τομείς.

Παρόλα αυτά, παρουσιάζεται αδρομερώς μία νέα ευρύτερη εικόνα, με σημαντικές προκλήσεις, η οποία θα αποσαφηνιστεί τις επόμενες δεκαετίες.²² Λαμβάνοντας υπόψη ότι δεν έχει νομικά καθοριστεί πού σταματά η κυριαρχία στον εναέριο χώρο και πού αρχίζει το διάστημα, ορισμένες χώρες υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει διαχωριστική

γραμμή, γεγονός που θα επέτρεπε σε αυτές να επεκτείνουν την κυριαρχία τους στο διάστημα. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα.

Η ανάθεση της διαχείρισης των στρατιωτικών δορυφορικών θεμάτων από τις ΗΠΑ και τη Γαλλία στις αεροπορίες τους, αναδεικνύει τον ρόλο που προβλέπεται για αυτές. Η εκπόνηση μίας Μελέτης με θέμα «ΠΑ και Διάστημα 2050», θεωρείται χρήσιμη για την καταγραφή της νέας πραγματικότητας, των προβλέψεων που κάνουν οι πιο προηγμένες χώρες για το μέλλον και του ρόλου που η Πολεμική Αεροπορία βλέπει να διαδραματίζει στο μέλλον. Η μελέτη θα προτείνει επίσης τις πιθανές επιλογές που υπάρχουν. Η δημιουργία ενός δικού της φορέα για το Διάστημα, μπορεί να είναι μια από τις επιλογές που θα εξεταστούν.

Σίγουρα, η υλοποίηση μιας τέτοιας επιλογής είναι πολύπλοκη και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως οι συγκυρίες, αλλά και οι προσωπικότητες των ληπτών αποφάσεων. Ο Πρόεδρος Kennedy, σε ομιλία του στις 12 Σεπτεμβρίου 1962, είπε: «Επιλέγουμε να πάμε στη Σελήνη σε αυτή τη δεκαετία και να κάνουμε τα άλλα πράγματα, όχι επειδή είναι εύκολα, αλλά επειδή είναι δύσκολα».²³

Ο Henry Kissinger έχει δηλώσει ότι η ευστάθεια των δομών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις μεμονωμένες προσωπικότητες.²⁴ Παρότι ως καθηγητής πίστευε ότι η ιστορία διοικείται από ανώ-

νυμες δυνάμεις, ως σύμβουλος εθνικής ασφάλειας και Υπουργός Εξωτερικών κατά τη διάρκεια των προεδρικών θητειών των Nixon και Ford, αντίκρισε τη διαφορά που κάνουν οι προσωπικότητες. Εκτιμάται ότι η παρατήρηση αυτή ισχύει και για την παρούσα περίπτωση.

ΥΠΟΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

- ¹ Ο Υφυπουργός της Πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ είναι υπεύθυνος για την οργάνωση, την εκπαίδευση και τον εξοπλισμό δύο ξεχωριστών και διακριτών στρατιωτικών υπηρεσιών: της Πολεμικής Αεροπορίας (USAF) και της Διαστημικής Δύναμης (USSF). Sayler, Kelley M. “The United States Space Force.” Congressional Research Service, 15 Mar. 2023, crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11495.
- ² Kalic, Sean N, US Presidents and the Militarization of Space 1946-1967. 1st ed., Texas A&M University Press, 2012.
- ³ Lipponen, Antti. “Comparison of Spatial Resolutions in Satellite Images.” Medium, 3 Apr. 2017, <https://medium.com/@anttilip/comparison-of-spatial-resolutions-in-satellite-images-3185963a2e96>
- ⁴ Κολοβός Αλέξανδρος, «Διάστημα και Εθνική Ασφάλεια: Στρατηγικές

- και Πολιτικές Διαστάσεις», Εκδόσεις ΠΟΙΟΤΗΤΑ, Αθήνα 2006.
- ⁵ WEU Council of Ministers. Rome declaration, 981116en, page. 10, para. 5, 16 November 1998
- ⁶ Council of the European Union. “General Affairs and External Relations, 2509th Council Meeting, External Relations, Brussels.” 2003, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/press-data/en/gena/75857.pdf, par. 22.
- ⁷ Kolovos, Alexander, “The European Space Policy - Its Impact and Challenges for the European Security and Defence Policy”, European Space Policy Institute, ESPI Perspectives 27, p.18, September 2009.
- ⁸ Council of the European Union. «European Space Policy: ‘ESDP and Space’.» 11616/04, Brussels, 23 July 2004, <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11616-2004-REV-3/en/pdf>, par. 1.
- ⁹ Παπαδάκης Παναγιώτης, Η Εξέλιξη της Αεροφωτογραφικής Αναγνώρισης και οι Δυνατότητες της στο Στρατιωτικό Τομέα και στα Κοινωνικά Προγράμματα, Αεροπορική Επιθεώρηση, Σεπτέμβριος - Δεκέμβριος 1978, τεύχος 16.
- ¹⁰ Κολοβός Αλέξανδρος, «Ο ρόλος της ΠΑ στο δορυφορικό πρόγραμμα Helios-II», Ηχώ των Αιθέρων, ΕΑΑΑ, Μάιος 2010, <https://bit.ly/3Jv5i2u>
- ¹¹ Ηλιάδης Μάνος, “Helios II. Ένοπλες Δυνάμεις και Διάστημα. Το Δορυφορικό Πρόγραμμα Εκ των Έσω”, Άμυνα, Κόσμος του Επενδυτή, Σάββατο 20-Κυριακή 21 Μαρτίου 2010, σελ. 34
- ¹² Κολοβός Αλέξανδρος, «Η Ελλάδα από το δορυφορικό πρόγραμμα Helios-II στο CSO. Η ελληνογαλλική συνεργασία για τις ανάγκες του ΥΠΕΘΑ σε δορυφορικές αναγνωρίσεις». Foreign Affairs-Hellenic Edition, 24 Νοεμβρίου 2022, <https://bit.ly/3yJEfEB>
- ¹³ Νόμος 3546/2007, Κύρωση της Συμφωνίας Συνεργασίας μεταξύ του Υπουργού Εθνικής Άμυνας της Ελλάδας και των Υπουργών Εθνικής Άμυνας της Γαλλίας, του Βελγίου, της Ισπανίας και της Ιταλίας.” Lawspot, 27 Mar. 2007, <https://www.lawspot.gr/nomikes-plirofories/nomothesia/nomos-3546-2007>.
- ¹⁴ Rome Nathaniel, “European Militaries Join the U.S. in Space.” Georgetown Security Studies Review, 7 Apr. 2021, <https://georgetownsecuritystudiesreview.org/2021/04/07/european-militaries-join-the-u-s-in-space/>.
- ¹⁵ Κολοβός Αλέξανδρος, «Κρίση στον Έβρο: Η Ολιστική Προσέγγιση και οι Προκλήσεις για Ολοκληρωμένη Δράση» Ελληνικό Ίδρυμα Ευρωπαϊκής και Εξωτερικής Πολιτικής, ΕΛΙΑΜΕΠ, Κείμενα Πολιτικής Νο.

31/2020.

¹⁶ Κολοβός Αλέξανδρος, «Πληροφόρηση και Κυβερνοεπιθέσεις στη Ρωσο-Ουκρανική Σύγκρουση: Ο Ρόλος του Διαστήματος». Εργαστήριο Πληροφόρησης και Κυβερνοασφάλειας, Τμήμα Διεθνών και Ευρωπαϊκών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Working Paper Series No.4, Ιούλιος 2022.

¹⁷ Κολοβός Αλέξανδρος, «Σύγχρονες Προκλήσεις Διαχείρισης Πληροφοριών στην Πολεμική Αεροπορία», Αεροπορική Επιθεώρηση, Τεύχος 119, Αύγουστος 2020.

¹⁸ NATO, "16 Allies, Finland and Sweden Launch Largest Space Project in NATO's History." NATO, 15 Feb. 2023, https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_211793.htm.

¹⁹ Parker Charlie, Uber-style technology helped Ukraine to destroy Russian battalion. The Times, May 14 2022, <https://www.thetimes.co.uk/article/uk-assisted-uber-style-technology-helped-ukraine-to-destroy-russian-battalion-5pxnh6m9p>

²⁰ Νιζάμης Κωνσταντίνος, «Το Μέλλον του Πολέμου: Υπερ-υπερηχητικά Οπλικά Συστήματα», Αεροπορική Επιθεώρηση, Τεύχος 119, Αύγουστος 2020.

²¹ McCall Stephen M. "Space as a Warfighting Domain: Issues for Congress." Congressional Re-

search Service, 10 Aug. 2021, crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11895.

²² Cunzeman Kara C., and Robin Dickey. "Strategic Foresight: Addressing Uncertainty in Long-Term Strategic Planning." The Aerospace Corporation, Nov. 2020, aerospace.org/sites/default/files/2020-11/Cunzeman-Dickey_StratForesight_20201111.pdf.

²³ Koren Marina, "What John F. Kennedy's Moon Speech Means 50 Years Later." *The Atlantic*, 15 July 2019, www.theatlantic.com/science/archive/2019/07/apollo-moon-landing-jfk-speech/593899/

²⁴ Kissinger Henry, *Leadership: Six Studies in World Strategy*. Penguin Press 2022.

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ



"Ο Δρ. Αλέξανδρος Κολοβός είναι Αναπληρωτής Καθηγητής στη Σχολή Ικάρων, από την οποία αποφοίτησε το 1980. Αποστρατεύτηκε με τον βαθμό του Ταξιάρχου το έτος 2008 με αίτησή του. Έχει 38 χρόνια συνολικής επαγγελματικής εμπειρίας σε θέματα Διαστήματος, τόσο στην κυβερνητικό όσο και στον ακαδημαϊκό χώρο.

Μετά τη ΣΙ, σπούδασε Νομικές Επιστήμες στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ) και έλαβε διδακτορικό τίτλο στις Διεθνείς και Ευρωπαϊκές Σπουδές στο Πάντειο Πανεπιστήμιο, με ειδίκευση στο Διάστημα, 2002.

Έχει υπηρετήσει στην 114ΠΜ, στην ΕΜΥ, στο ΚΕΤΑ, στο ΚΕΠΠΑ, στο ΑΤΑ και στο ΓΕΑ, ενώ έχει αποσπαστεί στο ΓΕΕΘΑ και στο ΕΠΥΕΘΑ.

Το 1985 τοποθετήθηκε στο Εθνικό Κέντρο Διαστημικών Εφαρμογών (ΕΚΔΕ) της ΠΑ, του οποίου το χρονικό διάστημα 1991-2006 υπήρξε προϊστάμενος.

Εισηγήθηκε την Πολιτική για το Διάστημα του ΥΠΕΘΑ (1995), το Πρόγραμμα Παρατήρησης της Γης όπως αυτό υλοποιείται σήμερα και τη συγκρότηση Γραφείου Διαστήματος στο Επιτελείο Υπουργού (2006).

Στο πλαίσιο δύο ελληνικών Προεδριών ανέπτυξε πρωτοβουλίες για την Πολιτική Διαστήματος της ΔΕΕ (WEU Space Policy, 1998) και την αναγνώριση του ρόλου του Διαστήματος στην Ευρωπαϊκή Πολιτική Ασφάλειας και Άμυνας της Ε.Ε. (ESDP and Space, 2002-03), που εγκρίθηκαν από τα αντίστοιχα Συμβούλια Υπουργών.

Του έχει απονεμηθεί Εύφημος Μνεία από τον Αρχηγό ΓΕΕΘΑ (2003) και τον Αρχηγό ΓΕΑ (1992 και 2003). Το 2009 προτάθηκε από ΥΠΕΘΑ ως υποψήφιος για τη θέση του Διευθυντή του Δορυφορικού Κέντρου της Ε.Ε. (SatCen), ενώ το 2015 για τη θέση του Αναπληρωτή Διευθυντή.

Μεταξύ 2013-2018 υπήρξε Επιστημονικός Συνεργάτης του Κέντρου Μελετών Ασφαλείας (ΚΕΜΕΑ) σε θέματα ερευνητικών προγραμμάτων εσωτερικής ασφάλειας.

Από το 2014 διδάσκει στη Σχολή Ικάρων, σε θέση Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού (Δ.Ε.Π.). Από το 2020 διδάσκει επίσης το μάθημα "Space and Security" στο Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στις «Διαστημικές Τεχνολογίες, Εφαρμογές και Υπηρεσίες (ΔΠΜΣ STAR)» του ΕΚΠΑ και του Πανεπιστημίου Πατρών.

Έχει συγγράψει τέσσερα βιβλία, πέντε μονογραφίες, οκτώ κεφάλαια βιβλίων και μεγάλο αριθμό άρθρων για το Διάστημα. Το δημοσιευμένο έργο του έχει αναρτηθεί στο <https://haf.academia.edu/AlexandrosKolobos>



ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΜΕΣΩ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

**Δρ.Αθανάσιος Στάβερης - Πολυκαλάς,
Δρ. Χριστίνα Γιαννόπαπα, Σπύρος Μεταλλινός**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σήμερα το διάστημα αποτελεί κρίσιμη υποδομή και αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητάς μας για μια ασφαλή και βιώσιμη κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη. Στο παρελθόν, η συμμετοχή σε διαστημικές δραστηριότητες αποτελούσε προνόμιο λίγων χωρών που είχαν τη δυνατότητα ανεξάρτητης κατασκευής και εκτόξευσης διαστημικών αντικειμένων. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η νέα διαστημική εποχή μετασχηματίζει τον τομέα παράλληλα με την 4η βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0), μέσω της αξιοποίησης βασικών τεχνολογιών γενικής εφαρμογής, της εισόδου εταιρειών εκτός του χώρου της διαστημικής βιομηχανίας και της συνεργασίας με νέες χώρες και οργανισμών τους [28, 29, 30]. Ο διαστημικός τομέας χαρακτηρίζεται παραδοσιακά από εμπλοκή πολλών φορέων, περίπλοκες τεχνολογίες, έλλειψη χρηματοδότησης, μακροχρόνιες περιόδους ανάπτυξης και αβεβαιότητα αποτελεσμάτων. Ωστόσο, η νέα διαστημική εποχή παρέχει νέες προοπτικές για την υπερκέρραση των εμποδίων εισόδου στον τομέα για τις χώρες, μέσω της ανακατεύθυνσης υπαρχουσών δραστηριοτήτων και της συμμετοχής σε νέες δραστηριότητες. Η Ευρωπαϊκή Ένωση με το τελευταίο κανονιστικό πλαίσιο για τον διαστημικό τομέα, ενοποιεί υπό μια κοινή ομπρέλα το ευρωπαϊκό διαστημικό πρόγραμμα, το οποίο περιλαμβάνει πλέον την πλοήγηση, τη γεωε-

πισκόπηση, τις τηλεπικοινωνίες και τη διαστημική επιτήρηση και παρακολούθηση, παρέχοντας επιπλέον ευκαιρίες για τις χώρες της ΕΕ. [33].

Η θεσμική προοπτική [31, 32], παρέχει γνώση για τις οργανωτικές δραστηριότητες και πώς οι εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις επηρεάζουν τα οργανωτικά μοτίβα. Οι οργανισμοί λειτουργούν εντός κοινωνικών δομών, οι οποίες αλλάζουν συνεχώς με την πάροδο του χρόνου [28, 29, 30]. Δεσμεύονται από κοινωνικά, πολιτικά, οικονομικά και νομικά πλαίσια που καθορίζουν τη βάση για την παραγωγή, ανταλλαγή και διανομή αγαθών και υπηρεσιών [28, 29, 30]. Για να επιτευχθεί αυτό, οι οργανισμοί προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους αλλάζοντας τη δομή και τα θεσμικά τους πρότυπα [28, 29, 30]. Αυτό είναι πιθανότερο να συμβεί όταν υπάρχει χρηματοδοτική εξάρτηση, κεντροποίηση πόρων με λίγες εναλλακτικές και όταν ο εξαρτώμενος οργανισμός θέτει φιλόδοξους στόχους [28, 29, 30]. Η περίπτωση της συμμετοχής της Ελλάδας στις διαστημικές δραστηριότητες χαρακτηρίζεται από γεωπολιτική σκοπιμότητα, ιστορικά προβλήματα, πολιτική αστάθεια, οικονομική κρίση και την ένταξή της στην Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλους Ευρωπαϊκούς και διεθνείς οργανισμούς [27]. Οι οργανισμοί εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την κυβερνητική χρηματοδότηση, καθώς οι δραστηριότητες στον διαστημικό τομέα απαιτούν προχρηματοδότηση και μακρά περίοδο ανάπτυξης. Το

νέο πρόγραμμα διαστήματος της ΕΕ παρέχει επιπλέον ευκαιρίες για χρηματοδότηση και νέες συνεργασίες..

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι να παράσχει μια πρακτική προσέγγιση για την εφαρμογή διαστημικών λύσεων προς εξυπηρέτηση των εθνικών αναγκών μέσω επιλεγμένων έργων, χαρτογραφώντας το πολιτικό και κανονιστικό πλαίσιο, τις εθνικές δυνατότητες και ανάγκες. Επικεντρώνεται στην περίπτωση της Ελλάδας. Η έρευνα επικεντρώνεται στη συλλογή των σχετικών πληροφοριών μέσω άμεσης συνεργασίας με ενδιαφερόμενους φορείς, διεξαγωγής έρευνας με χρήση ερωτηματολογίων και μελετών. Οι συλλεχθείσες πληροφορίες έχουν υποστεί κατάλληλη επεξεργασία, προκειμένου να παράσχουν μια σύνθετη απεικόνιση του τρέχοντος διαστημικού συστήματος στη χώρα. Παρουσιάζεται και αναλύεται το τρέχον οικοσύστημα των διαστημικών φορέων στην Ελλάδα. Αυτή η μελέτη πραγματοποιεί μία γνωστική διεύρυνση αναφορικά με το ρόλο των στρατηγικών και των πολιτικών, σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, στην ανάπτυξη έργων που ανταποκρίνονται στις εθνικές ανάγκες.

ΠΟΛΙΤΙΚΟ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Συμμετοχή σε διεθνή φόρουμ

Η Ελλάδα είναι ιδρυτικό μέλος της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών από το

1865. Επιπλέον, έγινε μέλος των Διεθνών Οργανισμών Δορυφορικών Τηλεπικοινωνιών (INTELSAT), Ναυτιλιακών Επικοινωνιών μέσω Δορυφόρου (INMARSAT), Ευρωπαϊκού Οργανισμού Δορυφορικών Τηλεπικοινωνιών (EUTELSAT) και Ευρωπαϊκού Οργανισμού Εκμετάλλευσης Δορυφόρων Μετεωρολογικών Πληροφοριών (EUMETSAT). Τον Ιούλιο του 1994, η Ελλάδα υπέγραψε το πρώτο της μνημόνιο κατανόησης με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (εφεξής ΕΟΔ), ακολουθούμενο από συμφωνία συνεργασίας τον Ιανουάριο του 2001. Στις 19 Ιουλίου 2004, η Ελλάδα υπέγραψε τη Συμφωνία Προσχώρησης στον ΕΟΔ και έγινε το 16ο κράτος μέλος του, μετά την επικύρωση της Σύμβασης από το Ελληνικό Κοινοβούλιο το 2005. Επιπλέον, η Ελλάδα είναι μέλος της Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την ειρηνική χρήση του διαστήματος (UN COPUOS) από το 1980 και έχει εγκρίνει τέσσερις από τις πέντε Συνθήκες του ΟΗΕ για το διάστημα, καθώς επίσης το Σύνταγμα και τη Σύμβαση της ITU. Δεν έχει υπογράψει τη «Συμφωνία που διέπει τις δραστηριότητες των κρατών στη Σελήνη και άλλα ουράνια σώματα». Επιπλέον, η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμμετέχει στις Δραστηριότητες του Διαστημικού Προγράμματος της, συμμετέχει στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Άμυνας (European Defense Agency - EDA), στο Δορυφορικό Κέντρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Union Satellite Centre - SATCEN) και

στον νεοσύστατο Οργανισμό για το Διαστημικό Πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Union Space Program Agency - EUSPA).

Διαστημική Διακυβέρνηση

Πριν από το 2017, οι αρμοδιότητες σε θέματα διαστήματος ήταν διάσπαρτες σε διάφορα υπουργεία, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που ασχολούνται με την έρευνα και την τεχνολογία, τις μεταφορές και τις τηλεπικοινωνίες, την εξωτερική πολιτική και την εθνική άμυνα. Από το 2017, η Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης είναι η αρμόδια διοικητική αρχή για όλα τα πολιτικά διαστημικά θέματα στην Ελλάδα, ενώ το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας παραμένει αρμόδιο για τις αμυντικές διαστημικές δραστηριότητες. Η Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, έχει την ευθύνη εκπροσώπησης της χώρας σε όλους τους ευρωπαϊκούς και διεθνείς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων της ΕΕ, της ESA, της ITU καθώς και άλλων Διεθνών Οργανισμών, με επίκεντρο τις δραστηριότητες που σχετίζονται με το Διάστημα. Η εκπροσώπηση και η εποπτεία των δραστηριοτήτων της EUMETSAT, παραμένει στο Υπουργείο Εθνικής Άμυνας. Όσον αφορά την ESA, η Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων είναι η μόνη αρμόδια κρατική αρχή για τη χρηματοδότηση, τις πολιτικές και την υλοποίησή τους. Επιπλέον, το 2017 δημιουργήθηκε

το Εθνικό Συμβούλιο Διαστημικής Πολιτικής με εκπροσώπους από διάφορα υπουργεία υπό την προεδρία του Γενικού Γραμματέα Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων. Είναι το όργανο που διασφαλίζει τον κατάλληλο εθνικό συντονισμό για διαστημικά θέματα [6].

Το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης έχει μακρά ιστορία συνεργασίας με το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας στον τομέα του Διαστήματος. Από το 2019, τα δύο υπουργεία έχουν υπογράψει προγραμματική συμφωνία, προκειμένου να διευκολυνθεί ο κατάλληλος συντονισμός για την ανάπτυξη και αξιοποίηση διαστημικών τεχνολογιών και εφαρμογών πολλαπλών χρήσεων.

Εθνικό Δίκαιο και Πολιτική Διαστήματος

Τον Δεκέμβριο του 2017 ψηφίστηκε από τη Βουλή των Ελλήνων ο Ελληνικός Διαστημικός Νόμος 4508/2017 [7]. Οι κύριες προβλέψεις του νόμου 4508/2017 αφορούν στη ρύθμιση των διαδικασιών για την απόκτηση άδειας και εγγραφής διαστημικών αντικειμένων, το επίπεδο ασφάλισης που πρέπει να αποκτηθεί και έθεσαν τους κανόνες σε περίπτωση συγκρούσεων στο διάστημα. Ως επακόλουθο, δημιουργήθηκε ένα εθνικό μητρώο διαστημικών αντικειμένων υπό τη Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων. Ο Ψηφιακός Νόμος αριθ. 4727/2020 [8], στο άρθρ. 119 περιλαμβάνει δύο ρυθμίσεις που σχετίζονται με το διάστημα. Η πρώτη αναφέρεται στη

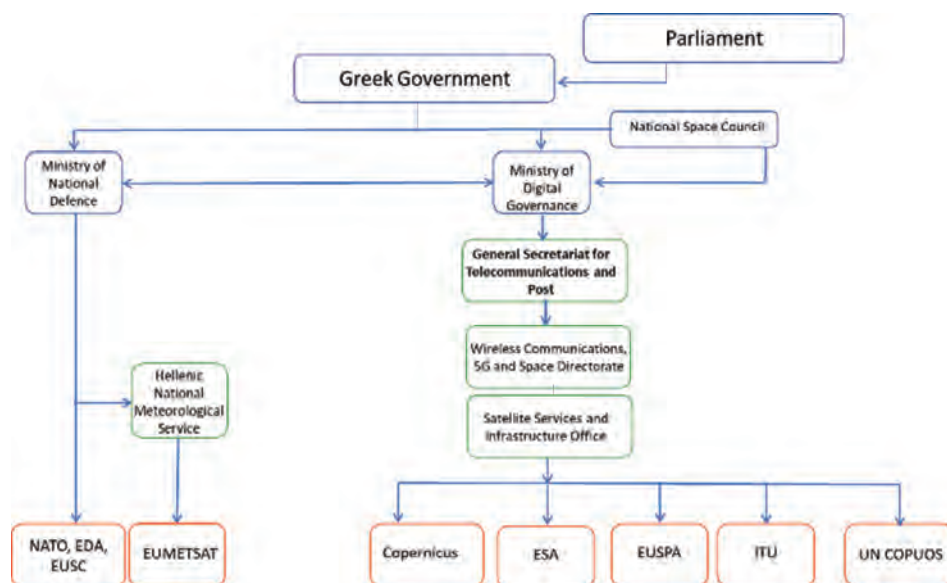


Figure 1: Greek Space Governance

διαχείριση των διαστημικών τροχιών και των ραδιοσυχνοτήτων. Η δεύτερη, ορίζει τη Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων ως αρμόδιο φορέα για τον καθορισμό, τη διαχείριση και την παρακολούθηση της ελληνικής συμμετοχής στον ΕΟΔ. Αντιστοίχως, ορίζει τους Ελληνικούς στόχους αναφορικά με τη χρήση της διαστημικής τεχνολογίας ως εξής:

1) Ενίσχυση της εθνικής ασφάλειας και άμυνας, ιδιαίτερα με την αξιοποίηση και ανάπτυξη διαστημικών υποδομών. Διασφάλιση της εθνικής αυτονομίας σε θέματα προστασίας και ασφάλειας (π.χ. έλεγχος συνόρων, διαχείριση καταστροφών) ενισχύοντας τις υπάρχουσες υποδομές (π.χ. εθνικό GOVSATCOM: GreekCom) και αναπτύσσοντας νέες (π.χ. μικρούς δορυφόρους). Ο στόχος είναι να καταστεί ικανή να αν-

ταποκριθεί στις εθνικές ανάγκες προστασίας και ασφάλειας.

2) Ανάπτυξη της ελληνικής διαστημικής βιομηχανίας. Μεγιστοποίηση της ενσωμάτωσης των ελληνικών επιχειρήσεων στον ευρωπαϊκό βιομηχανικό χώρο. Στόχος είναι η δημιουργία μιας βιώσιμης ανταγωνιστικής ελληνικής διαστημικής βιομηχανίας.

3) Αξιοποίηση διαστημικών δεδομένων και ανάπτυξη σχετικών εφαρμογών. Προώθηση της ενσωμάτωσης του διαστήματος στην κοινωνία και την οικονομία, διευκολύνοντας τη χρήση διαστημικών τεχνολογιών και εφαρμογών για την υποστήριξη των δημόσιων πολιτικών και της επιχειρηματικής ανάπτυξης (π.χ. τηλεπικοινωνίες, μεταφορές, ναυτιλία, γεωργία, ενέργεια, περιβάλλον). Στόχος είναι η δημιουργία δημόσιων και εμπορικών υπηρεσιών.

4) Υποστήριξη της διαστημικής έρευνας και καινοτομίας.

Επιπλέον, ο νόμος αυτός στοχεύει και στην απλούστευση της διαδικασίας συμμετοχής της Ελλάδας στα προγράμματα του ΕΟΔ. Έτσι, η Ελλάδα παρέχει τη δυνατότητα σε όλους τους ελληνικούς φορείς να συμμετάσχουν σε ανταγωνιστικές προσκλήσεις υποβολής προσφορών (invitation to tender - ITT) του ΕΟΔ (χωρίς να απαιτούνται «επιστολές υποστήριξης» για συμμετοχή). Στις μη ανταγωνιστικές προσκλήσεις υποβολής προσφορών του ΕΟΔ, η παροχή επιστολών υποστήριξης χορηγείται μόνο μετά από δημόσια πρόσκληση και διαγωνιστικές διαδικασίες που διεξάγει η Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων σε συνεργασία με τον ΕΟΔ, κατόπιν σχετικής αξιολόγησης των προτάσεων από τον ΕΟΔ.

Εθνική Διαστημική Στρατηγική και σχέδια δράσης

Η εθνική διαστημική στρατηγική και το σχέδιο δράσης της Ελλάδας είναι μέρος της Στρατηγικής Ψηφιακού Μετασχηματισμού 2020-2025 (που δημοσιεύθηκε τον Δεκέμβριο του 2020) [9]. Καθορίζει συγκεκριμένες διαστημικές δραστηριότητες που η κυβέρνηση έχει προγραμματίσει να αναλάβει. Αυτές είναι: α) αναβάθμιση του Hellenic Copernicus Collaborative Ground Segment. β) το GOVSATCOM- GreeCom; γ) Γραμμή δράσης για την ανάπτυξη δικτύων 5G. δ) fibreinthesky και επίγεια υποδομή ε)

Εφαρμογές Ασφαλούς Κβαντικής Κρυπτογραφίας – EuroQCI. στ) Εθνική Πειραματική Υποδομή για την Κβαντική Διανομή Κλειδιών (Quantum Key Distribution - QKD). Μερικές από αυτές τις δραστηριότητες θα εξεταστούν στις επόμενες ενότητες.

Η κυβέρνηση εφαρμόζει την εθνική πολιτική και τις σχετικές δράσεις υλοποιώντας τα παρακάτω:

1. Ανάπτυξη εθνικών μικρών δορυφόρων. Επίτευξη αυτόνομων δυνατοτήτων ανταπόκρισης στις εθνικές ανάγκες, ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής βιομηχανίας με δυνατότητα εμπορικής αξιοποίησης στην παγκόσμια αγορά.

2. «Πτητική Κληρονομιά» (flight heritage). Επίτευξη της δυνατότητας αποστολής στο διάστημα εξαρτημάτων, υποσυστημάτων ή συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί και δοκιμαστεί στην Ελλάδα. Αυτό θα διεξαχθεί μέσω των προγραμμάτων της ΕΕ, του ΕΟΔ και των εθνικών προγραμμάτων, μεγιστοποιώντας τις τεχνολογικές και οικονομικές συνέργειες.

3. Επίγεια υποδομή. Αξιοποίηση και περαιτέρω ανάπτυξη υφιστάμενων υποδομών: εθνικοί ή ιδιόκτητοι σταθμοί τηλεσκοπίων, λείζερ, ραντάρ κ.λπ.

4. Συντονισμός χρηστών (υπουργείων). Υποστήριξη της ανάπτυξης, εφαρμογής και παρακολούθησης των τομεακών πολιτικών για το διάστημα (π.χ. τηλεπικοινωνίες, μεταφορές, ναυτιλία, γεωργία, ενέργεια, περιβάλλον, προ-

στασία και ασφάλεια).

Κύριοι συντελεστές και διαστημικές δραστηριότητες

Ο Hellas Sat A.E. ιδρύθηκε το 2001 στην Ελλάδα ως θυγατρική εταιρεία της «Hellas Sat Consortium Limited», η οποία ιδρύθηκε το 2001 στην Κύπρο (εκεί διατηρεί την κεντρική διοίκηση, και κύρια έδρα).

Ο Hellas Sat έχει αδειοδοτηθεί τόσο από την Ελληνική όσο και από την Κυπριακή Δημοκρατία, με δικαίωμα αποκλειστικής πρόσβασης και χρήσης των εθνικών δικαιωμάτων στην τροχιακή θέση των 39 μοιρών Ανατολικά, καθώς και των σχετικών ραδιοσυχνοτήτων μέχρι το έτος 2041, μέσω αντίστοιχων ειδικών συμφωνιών αδειοδότησης που έχουν υπογραφεί από τις δύο Διοικήσεις.

Τον Μάιο του 2003, εκτοξεύτηκε ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος HELLAS SAT II. Επιπλέον, τον Ιούνιο του 2017 εκτοξεύτηκαν ο HELLAS SAT III και τον Φεβρουάριο του 2019 ο HELLAS SAT IV αντίστοιχα. Η ψήφιση του Εθνικού Νόμου 4506/2017 [12] παρέχει τον έλεγχο επί της εμπορικής εταιρείας Hellas Sat, στην ελληνική κυβέρνηση ορίζοντάς την ως «εθνικό λειτουργό (operator)». Ο νόμος προβλέπει συγκεκριμένες υποχρεώσεις και περιορισμούς στην Hellas Sat. Για παράδειγμα, η Hellas Sat έχει την υποχρέωση να διατηρεί και να λειτουργεί αποκλειστικά τα κέντρα λειτουργίας και τους επίγειους σταθμούς της στην Ελλάδα και την

Κύπρο και να εξασφαλίζει εφεδρική υποστήριξη για την παροχή υπηρεσιών δορυφορικών επικοινωνιών σε 24/7 βάση, εξυπηρετώντας ανάγκες που συνδέονται με την εθνική ασφάλεια. Επιπλέον, επιβάλλονται περιορισμοί στην εταιρεία σχετικά με την εθνικότητα του προσωπικού που προσλαμβάνεται και την άδεια ασφαλείας της.

Η Ένωση Ελληνικών Βιομηχανιών Διαστημικής Τεχνολογίας & Εφαρμογών (EBIDITE), ιδρύθηκε το 2008 κατόπιν προτροπής της ESA, μετά από κοινή προσπάθεια σημαντικού μέρους της Ελληνικής Βιομηχανίας που δραστηριοποιείται στη διαστημική τεχνολογία και τις εφαρμογές. Αποστολή της ένωσης είναι η μεγιστοποίηση της συμμετοχής της βιομηχανίας της χώρας σε μεγάλα διαστημικά προγράμματα με τη εμπλοκή χωρών εντός και εκτός του ΕΟΔ, συμβάλλοντας στη βιομηχανική έρευνα και ανάπτυξη με την ανάπτυξη νέων εφαρμογών και προϊόντων στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα υπάρχουν διάφορα ερευνητικά ινστιτούτα και κέντρα που ασχολούνται με τον διαστημικό τομέα. Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, διαθέτει μια σειρά επίγειων υποδομών που σχετίζονται με το διάστημα και αποτελεί έναν από τους πιο ενεργούς συμμετέχοντες στα προγράμματα του ΕΟΔ και της ΕΕ. Το 2014, συστάθηκε το πρώτο ευρωπαϊκό συνεργατικό επίγειο τμήμα δεδομένων του Copernicus Sentinel (βλ. ενότητα 5.1). Επί του παρόντος, ανάγεται σε Εθνικό Σημείο Επαφής για το πρό-

γραμμα Διαστημικής Επιτήρησης και Παρακολούθησης της ΕΕ (βλ. ενότητα 5.1). Επιπλέον, το υπό τη διαχείρισή του Παρατηρητήριο Helmos, αποτελεί μέρος της Υποδομής Κβαντικών Επικοινωνιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EuroQCI) (βλ. Ενότητα 5.3.2). Το Ελληνικό Κέντρο Διαστήματος (ΕΛ.ΚΕ.Δ.) ιδρύθηκε το 2019 και αυτή τη στιγμή προετοιμάζει την ενασχόλησή του με διαστημικές δραστηριότητες, εγκαθιδρύοντας εθνικές δραστηριότητες για την ακαδημαϊκή κοινότητα. Από τις 29 Νοεμβρίου 2021, το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης φιλοξενεί το Ευρωπαϊκό Γραφείο Πόρων Διαστημικής Εκπαίδευσης (European Space Education Resource Office - ESERO) του ΕΟΔ στην Ελλάδα, προκειμένου να προωθήσει την ενίσχυση των δεξιοτήτων των επόμενων γενεών. Επιπλέον, μια διεπιστημονική ομάδα φοιτητών του Αριστοτελείου με την ονομασία SpaceDot, συμμετέχει στο πρόγραμμα Fly Your Satellite του ΕΟΔ με το έργο ACubSAT. Αποστολή του ACubeSAT είναι η διεξαγωγή βιολογικών πειραμάτων, προκειμένου να ενισχύσει την κατανόηση αναφορικά με προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την παραμονή στο διάστημα, διερευνώντας παράλληλα τη δυνατότητα χρήσης της μαγιάς ως διαστημικού εργοστασίου κυτταρικής παραγωγής χρησίων φαρμακευτικών ουσιών, βιοκαυσίμων, ακόμα και τροφίμων. Το έργο αυτό είναι η πρώτη προσπάθεια για μία από άκρο σε άκρο ανάπτυξη Cubesat στην Ελλάδα σε συ-

νεργασία με τον ΕΟΔ, η οποία θα παρέχει σημαντικές δυνατότητες τεχνογνωσίας για μελλοντικά έργα.

Το σύμπλεγμα Ελληνικών Διαστημικών Τεχνολογιών και Εφαρμογών (Coralia-si-Cluster) ιδρύθηκε το 2012. Είναι ένα σύμπλεγμα περισσότερων από 30 μέλη, συγκεντρώνοντας καινοτόμες εταιρείες, ΜΜΕ, ερευνητικά ιδρύματα, ακαδημαϊκούς και χρήστες, με εμπειρία σε διαστημικά έργα του ΕΟΔ και της ΕΕ και ισχυρό δυναμικό για ανταγωνιστική τοποθέτηση σε περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο. Τον Μάρτιο του 2021 ιδρύθηκε στην Ελλάδα ένα Κέντρο Επώασης Επιχειρήσεων του ΕΟΔ (Business Incubation Center - BIC), το οποίο υλοποιήθηκε από το si-Cluster. Το ESA BIC είναι το μεγαλύτερο δίκτυο θερμοκοιτίδων διαστήματος στην Ευρώπη που στοχεύει στην υποστήριξη επιχειρηματιών, οι οποίοι επωάζουν διαστημικές τεχνολογίες και εφαρμογές. Στόχος του ESA BIC Greece είναι να ενισχύσει την κοινότητα των επιτυχημένων start-ups που σχετίζονται με το διάστημα στην Ελλάδα, υποστηρίζοντας 25 θερμοκοιτίδες επιχειρήσεων εντός περιόδου 5 ετών στο πλαίσιο του προγράμματος ESA BIC, ώστε να μπορέσουν να αναπτύξουν την επιχείρησή τους και τις τεχνολογίες τους μέχρι να εγκαταλείψουν τη φάση της επώασης και να συνεχίσουν να λειτουργούν και να αναπτύσσονται χωρίς την υποστήριξη της θερμοκοιτίδας.

ΕΘΝΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Η Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων έχει εντοπίσει τις εθνικές ανάγκες σε σχέση με δορυφορικά δεδομένα, με την αποστολή ερωτηματολόγιου σε όλα τα Υπουργεία το 2018 και το 2021. Οι απαντήσεις αναλύθηκαν μέσω της διεξαγωγής τριών μελετών:

α) τη μελέτη του Δεκεμβρίου 2018 σχετικά με τη χαρτογράφηση και την αξιολόγηση του κόστους και των δυνατοτήτων που συνεπάγεται η ανάπτυξη ενός σμήνους CubeSats για παρατήρηση της Γης και τις τηλεπικοινωνίες.

β) τη μελέτη του Οκτωβρίου 2019 αναφορικά με τις δυνατότητες χαρτογράφησης και αξιολόγησης της ανάπτυξης ελληνικών τεχνολογιών και προϊόντων στον τομέα του διαστήματος καθώς και της αξιοποίησης των υφιστάμενων υποδομών.

γ) τη μελέτη του Νοεμβρίου 2019 για τη χαρτογράφηση των εθνικών αναγκών και τεχνικών απαιτήσεων για ένα εθνικό δορυφορικό διαστημικό πρόγραμμα.

Τα υπουργεία που παρουσίασαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ήταν τα: α) Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, β) Υπουργείο Ανάπτυξης και Επενδύσεων, γ) Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, δ) Υπουργείο Μετανάστευσης, ε) Υπουργείο Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής, στ) Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, ε) Υπουργείο Εσωτερικών, στ) Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματι-

κής Αλλαγής, ζ) Υπουργείο Τουρισμού, η) Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων.

Οι κύριοι τομείς ενδιαφέροντος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής: μεταφορές, περιβάλλον, ασφάλεια, πόροι (π.χ. γεωργία, αλιεία) και ενέργεια. Οι κύριες τεχνολογίες που ζητήθηκαν ήταν στους τομείς της γεωεπισκόπησης, των τηλεπικοινωνιών, της πλοήγησης και των εφαρμογών. Ο Πίνακας 1 παρέχει μια σύνθεση των κύριων ευρημάτων των αναγκών και των παραδειγμάτων, τα οποία θα μπορούσαν να υποστηρίξουν τεχνολογίες και εφαρμογές βασισμένες στο διάστημα.

Μια σειρά από πρωτοβουλίες που σχετίζονται με το διάστημα έχουν ξεκινήσει ως απάντηση στις εθνικές ανάγκες. Ειδικότερα, η πρωτοβουλία «Space and Maritime» ιδρύθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος το 2018, υπό την ηγεσία της Ελλάδας και κατόπιν αιτήματος της ίδιας της χώρας. Για την πρωτοβουλία «Space and Maritime», έχει δημιουργηθεί μια ειδική εσωτερική ομάδα εργασίας, η οποία επιφορτίστηκε, μεταξύ άλλων, να προσδιορίσει τομείς ενδιαφέροντος για την Ελλάδα και τα άλλα ενδιαφερόμενα κράτη μέλη του ΕΟΔ, καθώς και πιθανώς συναφή προγράμματα του ΕΟΔ. Αυτή η πρωτοβουλία θα είναι συνεπής και συμπληρωματική με τις ήδη υπάρχουσες πρωτοβουλίες του ΕΟΔ για την Αρκτική και τον Ατλαντικό [26].

ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ <i>Γεωργία</i> • Αύξηση της αγροτικής παραγωγικότητας • Πληρωμές και έλεγχος της κοινοτικής βοήθειας • Πιστοποίηση προέλευσης προϊόντος • Εξασφάλιση διαθεσιμότητας προϊόντων • Σταθεροποίηση των τιμών των προϊόντων • Εξασφάλιση λογικών τιμών για τους καταναλωτές • Διασφάλιση δίκαιου βιοτικού επιπέδου για την αγροτική κοινότητα, ιδίως με την αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος των ατόμων που ασχολούνται με τη γεωργία <i>Ναυτιλία και Αλιεία</i> • Παρακολούθηση βιώσιμων περιβαλλοντικών συνθηκών • Παρακολούθηση υδάτινων πόρων • Παρακολούθηση αλιευτικών δραστηριοτήτων, γενικών και ειδικών αδειών • Υποστήριξη της παροχής πολιτικών/κανόνων για την εξισορρόπηση της εκμετάλλευσης των πόρων • Παροχή κοινών προτύπων για την αγορά, τη συμμόρφωση, την τιμή προσανατολισμού	Παραδείγματα - Παρακολούθηση χρήσης γεωργικής γης - Παρακολούθηση καιρού και υγρασίας του εδάφους - Παρακολούθηση των καλλιεργειών - Παρακολούθηση προϊόντων (π.χ. καλλιέργειες, ζώα) - Καλλιέργεια ακριβείας Παραδείγματα - Παρακολούθηση αλιευτικών σκαφών - Διαχείριση ιχθυαποθεμάτων (π.χ. χάρτες ιχθυαποθεμάτων) - Παρακολούθηση υδάτινων περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ. ρεύματα, ρύπανση)
ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ/ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ • Ανάπτυξη σύγχρονων και βιώσιμων συστημάτων μεταφορών • Βελτιστοποίηση αξιοποίησης υποδομών μεταφορών και δρομολόγησης • Βελτίωση της ασφάλειας των μεταφορών	Παραδείγματα - Ασφαλής μεταφορά εμπορευμάτων - Διαχείριση εμπορευμάτων και στόλου - Ταξιδιωτικά πληροφοριακά συστήματα - Ηλεκτρονική τιμολόγηση - Διαχείριση κίνησης και τιμολόγηση
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ • Πρόληψη, αντιμετώπιση και μετριασμός της κλιματικής αλλαγής και των καταστροφών • Διατήρηση, προστασία και βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος • Εφαρμογή μέτρων για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων και την προστασία της ανθρώπινης υγείας	Παραδείγματα - Πρόβλεψη περιβαλλοντικών καταστροφών (π.χ. σεισμοί, πυρκαγιές, πλημμύρες, ξηρασία) - Παρακολούθηση περιβαλλοντικών δεικτών - Παρακολούθηση βιοποικιλότητας - Παρακολούθηση της στάθμης της θάλασσας - Παρακολούθηση της υποβάθμισης της γης και των κατολισθήσεων
ΕΝΕΡΓΕΙΑ • Εξασφάλιση παροχής ενέργειας • Αξιολόγηση διασύνδεσης ενεργειακών δικτύων και διαφοροποίηση ενεργειακού μείγματος • Προώθηση της ενεργειακής απόδοσης, της εξοικονόμησης ενέργειας και της κατάλληλης τιμολόγησης	Παραδείγματα - Παρακολούθηση ενεργειακών εγκαταστάσεων για τροφοδοσία, ασφάλεια και βελτιστοποίηση - Βελτίωση γνώσης της διαθεσιμότητας πόρων - Προσδιορισμός των καλύτερων τοποθεσιών για εγκαταστάσεις τροφοδοσίας (π.χ. υδροηλεκτρική, ηλιακή, αιολική)

Πίνακας 1: Προσδιορισμός εθνικών αναγκών και παραδείγματα που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν οι διαστημικές τεχνολογίες και εφαρμογές

ΕΘΝΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Το 2019 η Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων ανέθεσε τη διεξαγωγή μελέτης για τον εντοπισμό των κύριων δυνατοτήτων της Ελλάδας στον τομέα του διαστήματος. Οι κύριες τεχνολογίες/προϊόντα στην αλυσίδα αξίας εντοπίστηκαν στους τομείς των Ηλεκτρονικών, της Δομής (για Δορυφόρους & Ανιχνευτές-Probes) και του Επίγειου Τμήματος (Λειτουργίες χρήστη, επίγειοι σταθμοί).

Στην έρευνα συμμετείχαν περισσότερες από 70 εταιρείες, ερευνητικά ιδρύματα και πανεπιστήμια που ανήκουν στο οικοσύστημα προμηθευτών αεροδιαστημικής. Οι τεχνολογίες και τα προϊόντα με Επίπεδα Τεχνολογικής Ετοιμότητας (Technology Readiness Levels - TRL) μεταξύ 5 και 9 εντοπίζονται κυρίως σε Δορυφόρους και Ανιχνευτές (Probes) και στο Επίγειο Τμήμα. Τεχνολογίες και προ-

ϊόντα που αναπτύχθηκαν στην Ελλάδα και μπορούν να θεωρηθούν προηγμένα (TRL 5-9), ανήκουν στους τομείς: Ηλεκτρονικά, Δομή, Επίγειοι Σταθμοί και Λειτουργίες Χρηστών.

ΕΘΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Η Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχει ευθυγραμμίσει την εμπλοκή της σε έργα σε εθνικό, ευρωπαϊκό και σε επίπεδο ΕΟΔ. Στις ενότητες που ακολουθούν επισημαίνονται συγκεκριμένα έργα.

Copernicus

Το πρόγραμμα γεωεπισκόπησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Copernicus, παράγει περισσότερα από 20 TB δεδομένων την ημέρα. Τα δεδομένα που παρέχονται από τους δορυφόρους Sentinel και τις συνεισφέρουσες αποστολές, είναι προσβάσιμα μέσω των συνεργαζομένων επίγειων τμημάτων. Το 2014, το Εθνικό

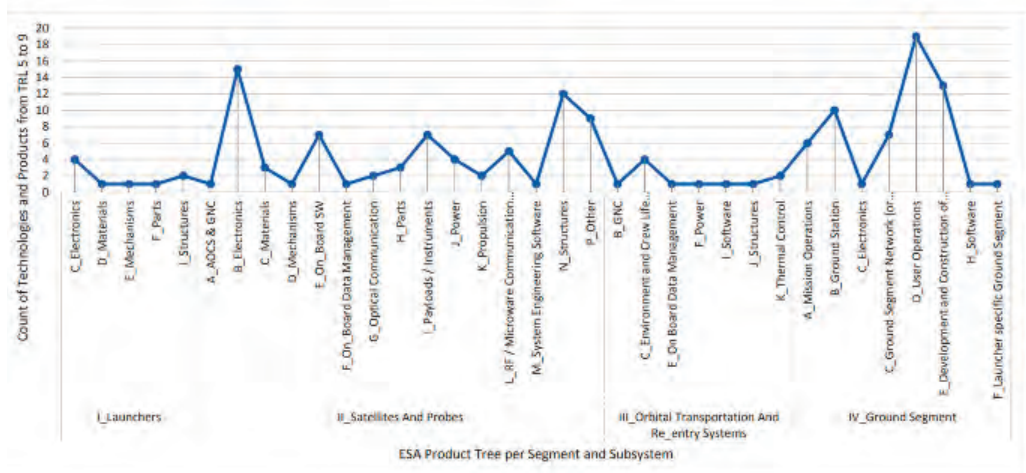


Figure 2: Maturity of Technologies and Products in Greece

Αστεροσκοπείο Αθηνών, και ειδικότερα το Κέντρο Επιστημών Παρατήρησης της Γης και Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης BEYOND, έγινε το πρώτο Mirror Site που δημιουργήθηκε στην Ευρώπη για αποστολές Copernicus.

Το BEYOND παρέχει υπηρεσίες Umbrella Data Hub συγκεντρώνοντας τα διάφορα Sentinel Hub σε ένα ενιαίο σημείο πρόσβασης δεδομένων. Η περιοχή κάλυψης είναι ολόκληρη η Μεσόγειος, η Ευρώπη, η Μέση Ανατολή, η Βόρεια Αφρική, τα Βαλκάνια και η Μαύρη Θάλασσα. Αποτελεί μέρος των Συνεργατικών Επίγειων Σταθμών Copernicus (Ground Stations - GS) για την υποστήριξη των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων για Έλληνες, Ευρωπαίους και διεθνείς χρήστες και οργανισμούς. Επιπλέον, οι χρήστες του Hellenic National Sentinel Data Hub έχουν τη δυνατότητα αναζήτησης και λήψης δορυφορικών εικόνων, που λαμβάνει το BEYOND από δορυφόρους πολιτικής τροχιάς. Υποστηρίζει, σε πραγματικό χρόνο, πρόσβαση σε διάφορες αποστολές, π.χ. Αποστολές Sentinel, EOS/AQUA & TERRA, SUOMI/NPP, JPSS, NOAA/AVHRR, METOP. Ένας αριθμός 650.000 προϊόντων Sentinel από τα S-1, S-2 και S-3 (έως 500 TB) και > 170.000 εικόνες από αποστολές που συνεισφέρουν (~30 Tbytes) δημοσιεύονται ετησίως και χρησιμοποιούνται σε εθνικές και περιφερειακές εφαρμογές για τη ναυτιλία, το έδαφος, την ατμόσφαιρα, τις έκτακτες ανάγκες, την ασφάλεια και το κλίμα. Το Εθνικό Αστε-

ροσκοπείο Αθηνών δύναται να παρέχει εικόνες σε πραγματικό χρόνο (κάθε 5 λεπτά) από γεωστατικούς δορυφόρους με ανάλυση 2x2 km που μπορούν να επαυξηθούν περαιτέρω παρέχοντας ανάλυση 0,5x0,5 km. Επιπλέον, συνδυάζει μετεωρολογικά δεδομένα από το πανελλήνιο δίκτυο σταθμών αισθητήρων που διαθέτει (ατμοσφαιρικούς, ρύπανσης, σεισμών, μετρητών παλίρροιας, επιταχυνσιόμετρα, GPS κ.λπ.). Ένας αριθμός υπηρεσιών παρέχονται μέσω της ενσωμάτωσης του Hellenic Mirror Site για την πρόσβαση σε μεγάλους όγκους Δεδομένων Sentinel σε συνδυασμό με δορυφορικά δεδομένα από το Επίγειο Τμήμα BEYOND/NOA για την πρόσβαση σε πλήθος δορυφορικών δεδομένων (EOS/AQUA-TERRA, SUOMI-NPP, NOAA/AVHRR, METOP, FY). Οι υπηρεσίες (πολλές από τις οποίες είναι σε πραγματικό χρόνο ή σε σχεδόν πραγματικό χρόνο) διαχειρίζονται την προτεραιοποίηση μεταξύ πολλών διαφορετικών τομέων, που σχετίζονται με την ανταπόκριση σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, δίνοντας έμφαση στις πυρκαγιές, τις ξαφνικές πλημμύρες, καθώς και τη διαχείριση των υδάτων, τους γεωκινδύνους, την παρακολούθηση και τη διάβρωση των ακτών, τη ρύπανση του παράκτιου και θαλάσσιου περιβάλλοντος και βιοποικιλότητα, την ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά και την επισιτιστική ασφάλεια, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τις ατμοσφαιρικές διαταραχές, τις πρώτες ύλες κ.λπ. Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στην παρακο-

λούθηση και την ασφάλεια της θάλασσας.

Η αρχιτεκτονική του Κέντρου Δεδομένων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών παρουσιάζεται στο Σχήμα 6. Αναφορικά με τις λειτουργίες και την αρχιτεκτονική του, αποτελείται από gateways συνδεδεμένα με τα Copernicus Hubs και τις κεραίες λήψης του BEYOND και ενδυναμώνεται από το Ελληνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ). Το ΕΔΕΤ είναι το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Εκπαίδευσης της Ελλάδας, το οποίο διασφαλίζει τη συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο, την αρχειοθέτηση μεγάλων δεδομένων, ανάκτηση, και πόρους δικτύων, που φιλοξενούνται σε κατανεμημένες υποδομές cloud. Η υποδομή είναι διαθέσιμη σε ολόκληρη την αλυσίδα προστιθέμενης αξίας π.χ. ερευνητές, ΜΜΕ, ακαδημαϊκούς, εμπορικούς χρήστες και υπεύθυνους λήψης αποφάσεων.

Όπως αναφέρθηκε στην Ενότητα 2.5, στη Στρατηγική Ψηφιακού Μετασχηματισμού 2020-2025 περιγράφεται ότι το Συνεργατικό Επίγειο Τμήμα Hellenic Copernicus του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, θα αναβαθμιστεί περαιτέρω και θα αναπτυχθούν πρόσθετες δυνατότητες. Στόχος είναι αυτή η υπολογιστική υποδομή και η υποδομή συνδεσιμότητας να αναπτυχθεί σε υποδομή ανοιχτού τύπου και όχι ως μονολιθικό κλειστό σύστημα που ανταλλάσσει δεδομένα από ήδη λειτουργούσες υποδομές, ιδίως του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος αλλά και Εθνικές (π.χ. ανοιχτά δεδομένα για το κτηματολόγιο και την πολιτική προστασία). Τα κύρια δομικά στοιχεία της υπό ανάπτυξη υποδομής, χρειάζονται σύγχρονες εγκαταστάσεις αποθήκευσης, logistics, ενσωμάτωση υπερυπολογιστών παράλληλης επεξεργασίας και πυραμίδων δεδομένων

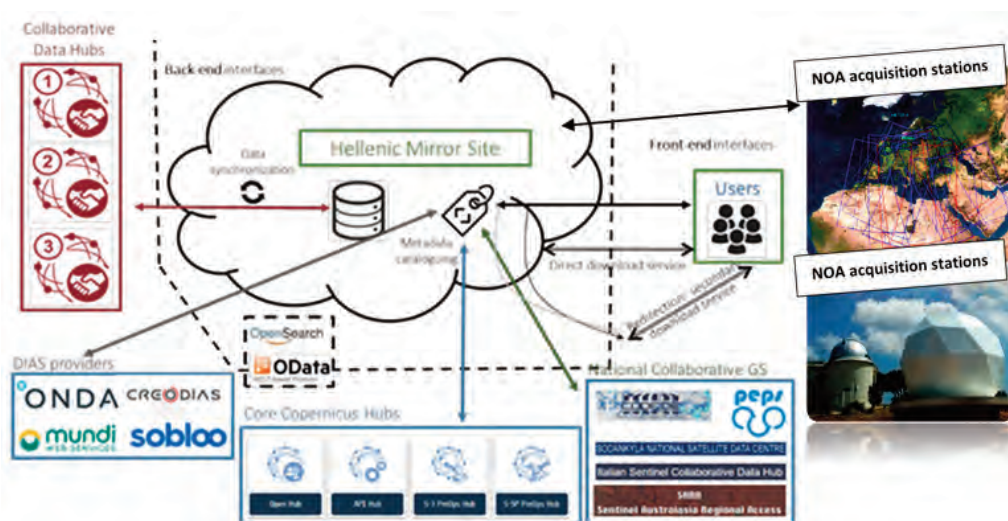


Figure 3: Architecture of the Hellenic Copernicus Collaborative Ground Segment.

και διασυνδέσεις υψηλής ταχύτητας με το ελληνικό ακαδημαϊκό δίκτυο της GEANT. Οι προβλεπόμενες εφαρμογές σχετίζονται με την περιβαλλοντική διαχείριση των οικοσυστημάτων, την οργάνωση, τη θαλάσσια επιτήρηση, την κλιματική αλλαγή και τις φυσικές καταστροφές καθώς και στοχευμένες εφαρμογές για τη γεωργία.

Διαστημική επιτήρηση και παρακολούθηση

Η Διαστημική Επιτήρηση και Παρακολούθηση της ΕΕ (EUSST), ιδρύθηκε το 2014 [25] με τη δημιουργία μιας κοινοπραξίας επτά κρατών μελών, συμπεριλαμβανομένων της Γαλλίας, της Γερμανίας, της Ιταλίας, της Πολωνίας, της Πορτογαλίας, της Ρουμανίας και της Ισπανίας. Το EUSST συγκεντρώνει ένα ευρύ δίκτυο επίγειων και -στο μέλλον- διαστημικών αισθητήρων, ικανών να επισκοπούν και να παρακολουθούν διαστημικά αντικείμενα, να παρέχουν δυνα-

τότητες επεξεργασίας και να παρέχουν δεδομένα, πληροφορίες και υπηρεσίες. Την κοινοπραξία EUSST θα διαδεχθεί η EUSST Partnership, προσθέτοντας νέα κράτη μέλη και νέα στοιχεία ενεργητικού. Θα τεθεί σε ισχύ την 1η Ιουλίου 2023.

Η Ελλάδα εξέφρασε αρχικά το ενδιαφέρον της να γίνει μέλος του EUSST το 2017, το οποίο ανανεώθηκε το 2020 ζητώντας να γίνει μέλος της EUSST Partnership. Η Ελλάδα συγκέντρωσε τα μη στρατιωτικά περιουσιακά της στοιχεία και διεξήγαγε μια σειρά από δραστηριότητες για την αναβάθμιση και αξιολόγηση των δυνατοτήτων της, σε συνεργασία με τους εταίρους στο EUSST. Ειδικότερα, τα ελληνικά περιουσιακά στοιχεία παρατίθενται στο Σχήμα 6. Επιπλέον, επί του παρόντος διεξάγονται εργασίες για την ανάπτυξη ενός πολιτικού ραντάρ παρακολούθησης, με στόχο τη συμπλήρωση των υφιστάμενων περιουσιακών στοιχείων.

[1] Helmos Observatory (Peloponnese), 2.3 m telescope, 2355 m altitude

[2] Kryoneri Observatory (Peloponnese), 1.2 m, > 800 m

[3] Skinakas Observatory (Crete), 0.3, 0.6, and 1.3 m telescopes, 1750 m

[4] AUTH telescopes (Thessaloniki), 0.2-0.28 multiple telescopes

[5] Mythodea Observatory (Peloponnese), 0.35 m telescope

[6] Eudoxos Observatory (Kefallonia), 1.4 m telescope

[7] Dionysos Satellite Observatory



Figure 4: List of ground based civilian sensors in the Greek territory.

(Athens) - Baker Nunn Satellite Tracking Camera & Laser range

Τον Μάιο του 2021, με Κοινή Υπουργική Απόφαση του Υπουργού Ψηφιακής Διακυβέρνησης, Ανάπτυξης και Επενδύσεων και του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας, καθορίστηκε η διακυβέρνηση της ανάπτυξης και προώθησης των δραστηριοτήτων του ελληνικού SST, προκειμένου η χώρα να γίνει μέλος της EU SST Partnership. Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών μετατρέπεται σε Εθνικό Σημείο Επαφής. Η αρχιτεκτονική που προβλέπεται για το Ελληνικό SST παρουσιάζεται στο Σχήμα 7. Τον Αύγουστο του 2021, το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης, για λογαριασμό της Ελληνικής Κυβέρνησης, υπέγραψε Συμφωνία Διαστημικής Κατάστασης (Space Situational Agreement - SSA) με τη Διαστημική Διοίκηση των Ηνωμένων Πολιτειών.

Το Ελληνικό SST εμπλέκεται σε νέες δραστηριότητες με τον Hellas Sat στον τομέα των SSA/SST για την προστασία των δορυφόρων. Επιπρόσθετες δραστηριότητες διεξάγονται στον τομέα του SSA μέσω του Προγράμματος Διαστημικής Ασφάλειας του ΕΟΔ. Επιπλέον, λαμβάνεται μέριμνα εν όψει της εμπλοκής της ΕΕ, στη διαχείριση της διαστημικής κυκλοφορίας.

Τηλεπικοινωνίες

Η Ελλάδα έχει μακρά παράδοση στις δορυφορικές επικοινωνίες. Ξεκινά με την εμπλοκή στην ITU από το 1865, ακολούθησε η δημιουργία της Hellas Sat SA το 2001, η λειτουργία δορυφόρου το 2001 και η εκτόξευση του δορυφόρου Hellas Sat II το 2003. Έκτοτε, μια σειρά από δραστηριότητες έχουν περαιτέρω αναπτυχθεί.

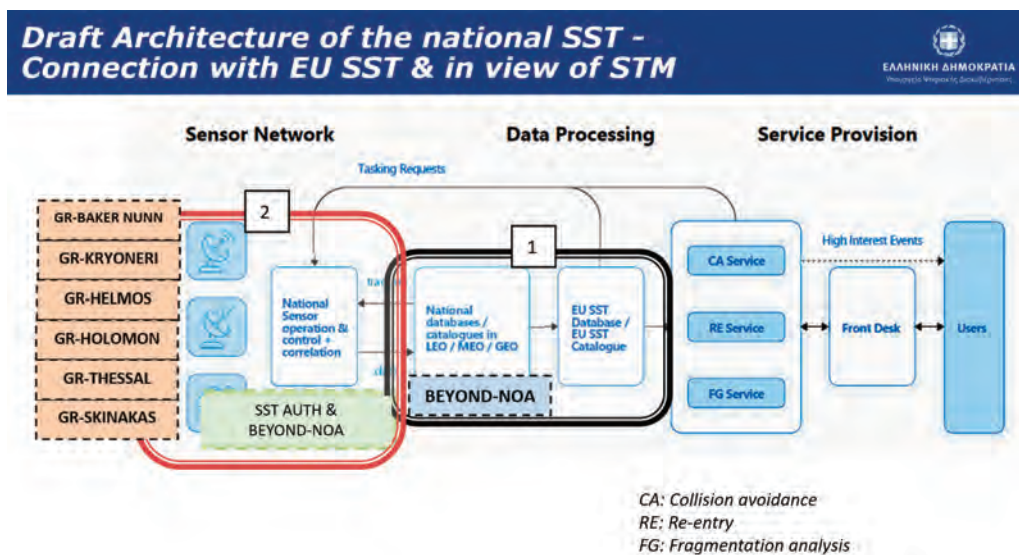


Figure 5: Architecture of the national SST - Connection with EU SST & in view of STM. (CA: collision avoidance, RE: re-entry, FG: fragmentation analysis).

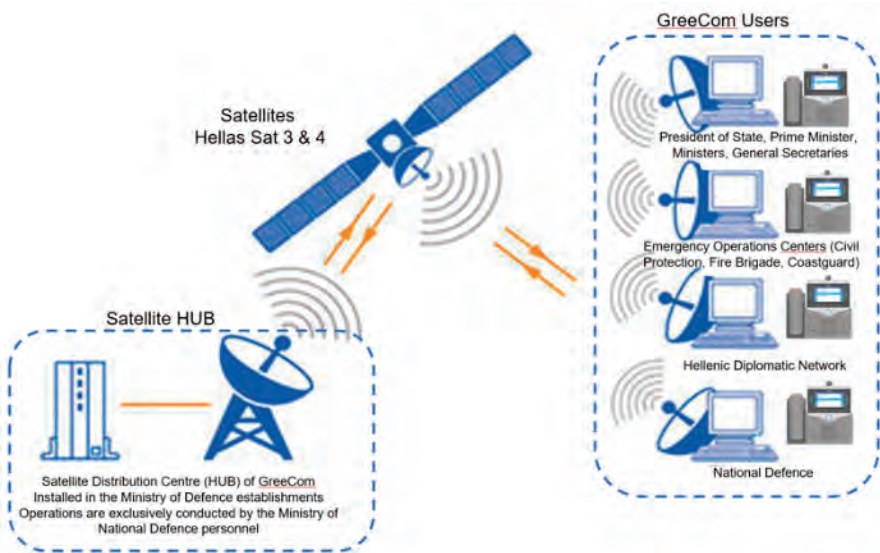


Figure 6: Greek Governmental Satellite Communications System (Greecom).

Govsatcom

Από το 2019, η Ελλάδα διαθέτει ένα λειτουργικό σύστημα Κυβερνητικών Δορυφορικών Επικοινωνιών «GreeCom» GOVSATCOM [10,11], συνδέοντας τα Υπουργεία, τη Βουλή και τις πρεσβείες. Η χωρητικότητα του δορυφόρου παρέχεται από τον εθνικό φορέα Hellas Sat, ενώ ο κόμβος Greecom φιλοξενείται και λειτουργεί από το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας.

Στην Ευρώπη υπάρχουν λίγες μόνο χώρες με δικό τους λειτουργικό σύστημα. Αυτές είναι οι: Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ισπανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Λουξεμβούργο και Ελλάδα. Από το 2020, η Ελλάδα συνεργάζεται με άλλες χώρες στο έργο ENTRUSTED [13] του Οργανισμού για το Διαστημικό Πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EUSPA) που αποσκοπεί στη συλλογή των αναγκών των

χρηστών για το Govsatcom και στην πραγματοποίηση επίδειξης σχετικά με τη συγκέντρωση και την κοινή χρήση (pooling and sharing) υφιστάμενων συστημάτων.

EuroQCI

Στις 4 Δεκεμβρίου 2019, η Ελλάδα μέσω του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης, υπέγραψε την πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης «Quantum Communication Infrastructure» (EuroQCI) [14,15]. Τα κράτη μέλη της ΕΕ έχουν δεσμευτεί να συνεργαστούν, με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕΠ) και τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος, για την ανάπτυξη μιας ασφαλούς υποδομής κβαντικών επικοινωνιών (EuroQCI) εντός των επόμενων δέκα ετών, ώστε να μπορέσουν οι δημόσιες διοικήσεις να μεταδίδουν και να αποθηκεύουν πληροφορίες και δεδο-

μένα με εξαιρετικά ασφαλή τρόπο, αλλά και να προστατεύουν κρίσιμες υποδομές και συστήματα κρυπτογράφησης σε ολόκληρη την ΕΕ. Το EuroQCI θα αποτελείται από δύο στοιχεία: ένα επίγειο, με χρήση υφιστάμενων δικτύων επικοινωνίας οπτικών ινών που συνδέουν στρατηγικές τοποθεσίες σε ολόκληρη την ΕΕ και ένα διαστημικό, για να καταστεί δυνατή η κάλυψη μεγάλων αποστάσεων σε ολόκληρη την ΕΕ και άλλες ηπείρους. Η Ελλάδα εστιάζει στις επίγειες υποδομές. Συγκεκριμένα, έχουν επιλεγεί τρεις οπτικοί επίγειοι σταθμοί (OGS) σε συνεργασία με τον ΕΟΔ (Εικόνα 3). Ο πρώτος επίγειος σταθμός βρίσκεται στο όρος Χελμός, στα Καλάβρυτα της Πελοποννήσου. Πρόκειται για ένα τηλεσκόπιο 2,3 μέτρων σε υψόμετρο 2.355 μέτρων και είναι το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στην Κεντρική Ανατολική Ευρώπη. Το δεύτερο τηλεσκόπιο βρίσκεται στα νότια της

χώρας στο βουνό Σκίνακας στην Κρήτη. Πρόκειται για ένα τηλεσκόπιο 1,3 m στα 1.750 m. Το τρίτο τηλεσκόπιο βρίσκεται στα βόρεια της χώρας στο όρος Χολμώντας στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Τον Αύγουστο του 2021, ο Οπτικός Επίγειος Σταθμός του Χελμού πραγματοποίησε την πρώτη του σύνδεση με τον δορυφόρο ALPHASAT, τον μεγαλύτερο ευρωπαϊκό δορυφόρο τηλεπικοινωνιών. Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό ορόσημο, καθώς επιβεβαιώνει την αρχή για τη μεταφορά δεδομένων. Περαιτέρω αναβαθμίσεις βρίσκονται σε εξέλιξη, για τη μεταφορά δεδομένων υψηλής απόδοσης.

Μικροδορυφόροι

Η Ελλάδα έχει υπογράψει συμφωνία με τον ΕΟΔ, για τη λήψη τεχνικής βοήθειας στο πλαίσιο των προγραμμάτων τρίτων μερών του Οργανισμού (ESA/LEG/495)

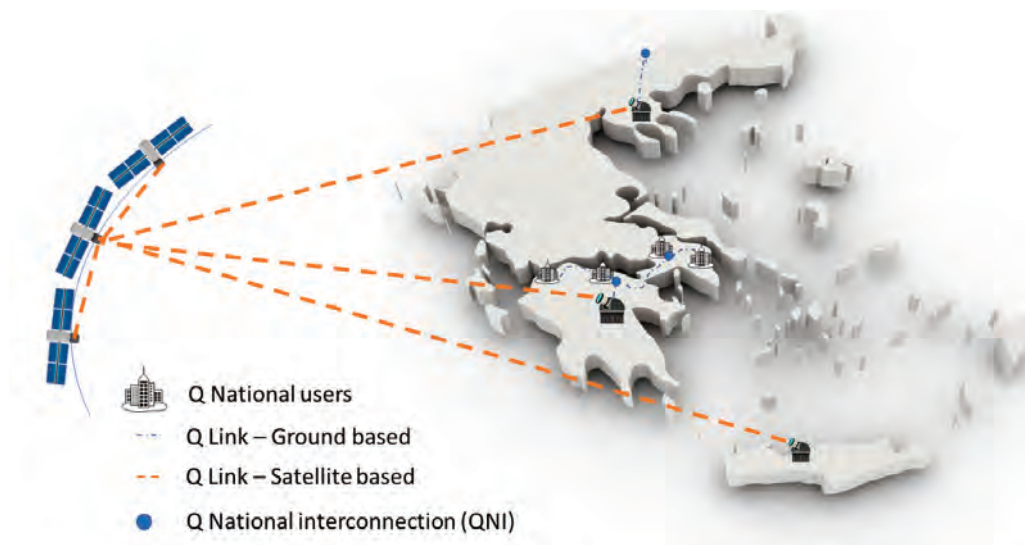


Figure 7: Optical Ground Stations (OGS) configuration for EuroQCI.

[16]. Αυτή η συμφωνία παρέχει τη δυνατότητα λήψης τεχνικής βοήθειας από τον ΕΟΔ, για την ανάπτυξη και τη διαχείριση ενός εθνικού έργου μικροδορυφόρων. Το έργο στοχεύει να αναπτύξει και να εκτοξεύσει μικροδορυφόρους σε απόκριση των εθνικών αναγκών, όπως συνδεσιμότητα, διαχείριση καταστροφών, ασφάλεια και προστασία, έλεγχος των συνόρων, ναυτιλία. Το εθνικό έργο μικροδορυφόρων περιγράφεται στη Στρατηγική Ψηφιακού Μετασχηματισμού 2020-2025. Το έργο αυτό αποτελεί σημαντικό βήμα για την υλοποίηση της στρατηγικής της Ελλάδας, για την αξιοποίηση των διαστημικών τεχνολογιών και εφαρμογών και την ένταξή τους στην εθνική οικονομία. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός σμήνους μικροδορυφόρων που θα εξυπηρετεί εφαρμογές τηλεπικοινωνιών και γεωεπισκόπησης, για χρήση σε κυβερνητικές δορυφορικές υπηρεσίες, χαρτογραφία, ναυτιλία, γεωργία ακριβείας, τοπογραφία και πολεοδομικό σχεδιασμό με στόχο την προώθηση καινοτόμων ολοκληρωμένων υπηρεσιών και εφαρμογών. Το έργο των μικροδορυφόρων έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιεί τα προγράμματα του ΕΟΔ Fiber in the Sky – ESA HydRON, με στόχο την ολιστική παροχή ασφαλών τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Το έργο των μικροδορυφόρων θα υποστηρίξει επίσης εφαρμογές και υπηρεσίες για την έρευνα και διάσωση, την επιτήρηση συνόρων, την εθνική ασφάλεια, την πολιτική προστασία. Η ανάπτυξη του

συστήματος μικροδορυφόρων (διαστημικού και επίγειου) αναμένεται να ενισχύσει τις δυνατότητες της ελληνικής βιομηχανίας υψηλής τεχνολογίας. Το έργο αναμένεται να αυξήσει τη διαθεσιμότητα, την ασφάλεια και την αυθεντικοποίηση των κυβερνητικών δικτύων επικοινωνίας. Παράλληλα, θα παρέχει συνδεσιμότητα υψηλών ταχυτήτων σε απομακρυσμένες περιοχές. Επιπλέον, το πλαίσιο ανάπτυξης των μικροδορυφόρων προβλέπεται να αποτελέσει μέρος των EU GovSatCom, EuroQCI και Secure Connectivity, που ανακοινώθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση στις 15 Ιουλίου 2020, αλλά και του σχεδίου δράσης της 23ης Φεβρουαρίου, για τις συνέργειες μεταξύ της μη στρατιωτικής, της αμυντικής και της διαστημικής βιομηχανίας. [17,18]. Το έργο θα χρηματοδοτηθεί με 200 εκατομμύρια ευρώ, στο πλαίσιο του ελληνικού προγράμματος ανάκαμψης και ανθεκτικότητας που συμφωνήθηκε μεταξύ της Επιτροπής και της Ελλάδας [19] και της εκτελεστικής απόφασης του Συμβουλίου της ΕΕ, για την έγκριση της αξιολόγησης των Ελληνικών σχεδίων ανάκαμψης και ανθεκτικότητας [20] και του σχετικού παραρτήματος [21] με ειδική αναφορά στο έργο των μικροδορυφόρων (ID μέτρου: 16855) [22]. Η υλοποίηση του έργου θα διεξαχθεί από τον ΕΟΔ, στο πλαίσιο των προγραμματικών τρίτων μερών του Οργανισμού [11,23].

Το έργο των μικροδορυφόρων στοχεύει στην ανάπτυξη, κατασκευή, θέση

σε τροχιά και προλειτουργία μικροδορυφόρων, ικανών να φιλοξενούν πολλαπλές χρήσεις και πολλαπλό ειδικό τεχνολογικό εξοπλισμό ολοκληρωμένων υπηρεσιών (payload), ανταποκρινόμενο στις ευρωπαϊκές και εθνικές ανάγκες, πρωτίστως για ασφαλή συνδεσιμότητα και δευτερευόντως για την παροχή υπηρεσιών πολλαπλών χρήσεων (π.χ. κβαντικές επικοινωνίες, τηλεπικοινωνίες, ροή βίντεο για τη ναυτιλία, την τοπογραφία, την επιτήρηση συνόρων ή/και παρακολούθηση δασικών πυρκαγιών) με ταυτόχρονη αξιοποίηση εθνικών πόρων (π.χ. Οπτικός Επίγειος Σταθμός Χελμού (OGS), Σκίνακας OGS, Χολομώντας OGS).

Το έργο θα βασιστεί στο εθνικό κυβερνητικό σύστημα δορυφορικών επικοινωνιών (GreeCom) που είναι σήμερα επιχειρησιακό, ενισχύοντάς το με πρόσθετες δυνατότητες ασφάλειας για τους κυβερνητικούς χρήστες. Θα αποτελέσει

μέρος της πρωτοβουλίας EuroQCI και στοχεύει στη διασύνδεση με το ευρωπαϊκό διαστημικό σύστημα ασφαλούς συνδεσιμότητας, το οποίο βρίσκεται υπό μελέτη.

Το έργο θα ενισχύσει την ασφάλεια, την αξιοπιστία και την ανθεκτικότητα των κυβερνητικών δικτύων επικοινωνίας, των κρίσιμων υποδομών και των εμπορικών υπηρεσιών και υπηρεσιών ασφαλείας.

Τον Σεπτέμβριο του 2021, η Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων και ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος, εξέδωσαν Αίτημα για Πληροφορίες (Request for Information - RFI) προκειμένου να επιλεγούν προτάσεις για τις επόμενες φάσεις της ανάπτυξης του έργου [24]. Στο κείμενο του RFI ζητούνται προτάσεις ώστε: «Να αναπτυχθεί, να κατασκευαστεί, να τεθεί σε τροχιά και να λειτουργήσει ένα σμήνος «έξυπνων»

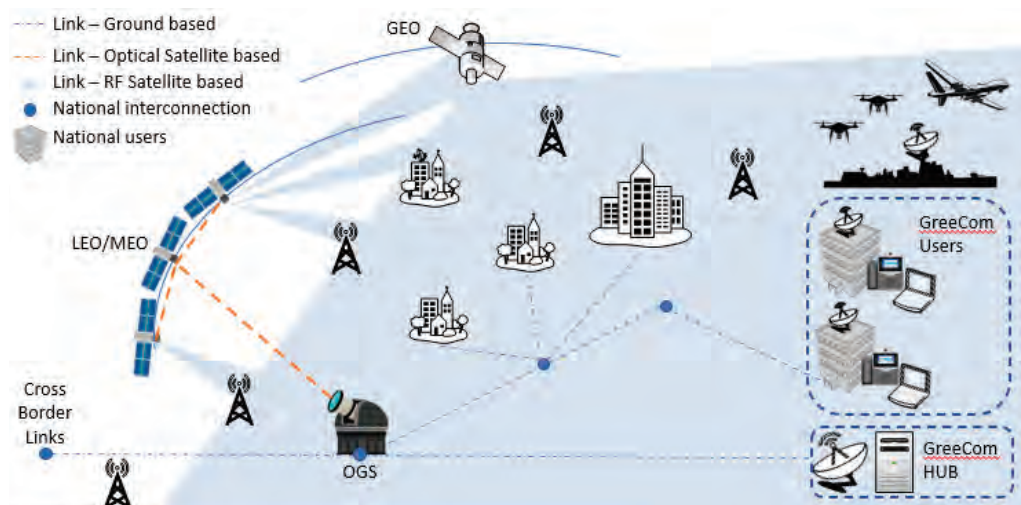


Figure 8: Preliminary Architecture

μικροδορυφόρων, ικανών να φιλοξενούν πολλαπλές χρήσεις και πολλαπλό ειδικό τεχνολογικό εξοπλισμό ολοκληρωμένων υπηρεσιών (payload), ανταποκρινόμενο στις ευρωπαϊκές και εθνικές ανάγκες, πρωτίστως για την συνδεσιμότητα, και, δευτερευόντως, για την παροχή υπηρεσιών πολλαπλών χρήσεων (π.χ. συνδεσιμότητα/τηλεπικοινωνίες, ροή βίντεο για επιτήρηση των συνόρων ή/και παρακολούθηση δασικών πυρκαγιών) με ταυτόχρονη προώθηση της ανάπτυξης της εθνικής βιομηχανίας και αξιοποίησης υφιστάμενων εθνικών υποδομών (π.χ. Chelmos OGS, GreeCom).»

Το έργο αναμένεται να ενσωματώσει ένα ποσοστό 35% ελληνικό περιεχόμενο στο διαστημικό τομέα και ένα ποσοστό 60% στον επίγειο τομέα. Η Συναρμολόγηση, Ενσωμάτωση και Έλεγχος (Assembly, Integration and Testing) αναμένεται να γίνουν στην Ελληνική Αεροπορική Βιομηχανία. Η επιχειρησιακή λειτουργία του συστήματος μετά την ολοκλήρωσή του, θα διεξαχθεί από τον Εθνικό Λειτουργό (operator) Hellas Sat [23].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι διαστημικές πολιτικές και δραστηριότητες που υλοποιεί η ελληνική κυβέρνηση, αποσκοπούν στην αξιοποίηση της νέας διαστημικής εποχής, ενισχύοντας τις συνέργειες μεταξύ της ΕΕ, του ΕΟΔ και των εθνικών δραστηριοτήτων και έργων, με σκοπό τη βελτιστοποίηση των

δημόσιων δαπανών, τον εξορθολογισμό των προσπάθειών, την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας και την τόνωση της καινοτομίας. Μέσα από ένα ολοκληρωμένο ρυθμιστικό και νομικό πλαίσιο, σε συνδυασμό με την ευθυγράμμιση του στόχου παροχής διαστημικών λύσεων στις εθνικές ανάγκες μέσω επιλεγμένων έργων, το διαστημικό οικοσύστημα επωφελείται σημαντικά. Πρώτον, μέσω της εθνικής διαστημικής νομοθεσίας που αποσαφηνίζει τις διαστημικές προτεραιότητες και απλοποιεί τη συμμετοχή σε διαγωνισμούς του ΕΟΔ, η συμμετοχή του Ελληνικού Διαστημικού οικοσυστήματος παραμένει διαρκώς στα αναμενόμενα επίπεδα. Δεύτερον, η ευθυγράμμιση της εθνικής διαστημικής στρατηγικής με τις εθνικές ανάγκες και τις προτεραιότητες και έργα της ΕΕ, έδωσε την ευκαιρία για συμμετοχή της χώρας σε νέα έργα της ΕΕ, δημιουργώντας πολλαπλασιαστές χρηματοδότησης για τις εθνικές δαπάνες και παρέχει τη δυνατότητα στο διαστημικό οικοσύστημα να συμμετάσχει σε νέες συνεργασίες. Τρίτον, η στρατηγική εστίαση μέσω επιλεγμένων έργων, με στόχο την κάλυψη των εθνικών αναγκών, έδωσε την ευκαιρία να ανακατασκευαστούν και να ενισχυθούν οι ήδη υπάρχουσες υποδομές σε όλη τη χώρα, οι οποίες θα παρέχουν μια επιχειρησιακή σύγχρονη διαστημική υποδομή. Τέλος, η ολιστική προσέγγιση που ακολουθήθηκε εξετάζοντας λύσεις από άκρο σε άκρο, από τα νομικά και ρυθμιστικά μέχρι τα συγκεκριμένα έργα που ευθυγραμμίζουν

ται κυρίως με τις προτεραιότητες της ΕΕ, παρέχει την ευκαιρία σε χώρες όπως η Ελλάδα, που χαρακτηρίζονται από οικονομικούς περιορισμούς, πολιτική αστάθεια και γεωπολιτική σημασία, να καρπωθούν τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει το «νέο διάστημα». Αυτή η μέλητη διευρύνει τη γνώση των επαγγελματιών, για το πώς ο συνδυασμός νομικού και ρυθμιστικού πλαισίου, μαζί με στοχευμένες πολιτικές και στρατηγικές για επιλεγμένα έργα, μπορεί να βοηθήσει στην ανεύρεση διαστημικών λύσεων στις εθνικές ανάγκες. Επιπλέον, παρέχει μια ολοκληρωμένη χαρτογράφηση των διαστημικών δραστηριοτήτων και των ενδιαφερόμενων μερών στην Ελλάδα.

REFERENCES

- [1] Sagath, D., van Burg, E., Cornelissen, J., Giannopapa, C., "Entrepreneurial practices in highly institutionalized European space sector", IAC-16,E6,3,1,x33307, 67th International Astronautical Congress, Guadalajara, Mexico, 2016.
- [2] D Sagath, E van Burg, JP Cornelissen, C Giannopapa, "Identifying design principles for business incubation in the European space sector", Journal of Business Venturing Insights, 2019.
- [3] Schrogl K-U., Hays P., Robinson J., Moura D., Giannopapa C. (eds.) Handbook of Space Security, Springer, Vienna, 2015
- [4] Adriaensen, M., Giannopapa, C., Sagath, D., Papastefanou, A., "Priorities in national space strategies and governance of the member states of the European Space Agency ", Acta Astronautica, 117, p.356-367, 2015.
- [5] Sagath, D., Papastefanou, A., Adriaensen, M., Giannopapa, C., "Space strategy and governance of ESA small member states", Acta Astronautica, Volume 142, Pages 112-120, 2018.
- [6] European Space Agency (2020), "Europe's Master Plan for space technology,"
- [7] N 4508/2017 of the Hellenic Parliament, "Αδειοδότηση διαστημικών δραστηριοτήτων Καταχώριση στο Εθνικό Μητρώο Διαστημικών Αντικειμένων Ίδρυση Ελληνικού Διαστημικού Οργανισμού και λοιπές διατάξεις."
- [8] N. 4727/2020 of the Hellenic Parliament, "Ψηφιακή Διακυβέρνηση (Ενσωμάτωση στην Ελληνική Νομοθεσία της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/2102 και της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/1024) Ηλεκτρονικές Επικοινωνίες (Ενσωμάτωση στο Ελληνικό Δίκαιο της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/1972) και άλλες διατάξεις."
- [9] Digital Transformation National Strategy 2020-2025 (Decision 120301/2021/05.07.2021)
- [10] Regulation (EU) 2021/696 of the European Parliament and of the Council of 28 April 2021 establishing the Union Space Programme and the European Union Agency for the Space Programme and repealing Regulations (EU) No 912/2010, (EU) No 1285/2013 and (EU) No 377/2014 and Decision No 541/2014/EU, PE/21/2021/INIT,
- [11] European Space Agency (2021), Financial Framework Partnership Agreement between the European Commission, representing the European Union, the European Union Agency for the Space Programme and the European Space Agency on the implementation of the Union Space Programme and Horizon Europe (ESA/LEG/518),
- [12] N. 4506/2017 of the Hellenic Parliament, "Ανανέωση - Τροποποίηση - Κωδικοποίηση της Σύμβασης περί Παροχής Ειδικής Άδειας Εκμετάλλευσης του αποκλειστικού δικαιώματος του Ελληνικού Δημοσίου στην πρόσβαση και χρήση της ονομαστικής θέσης των 39ο ανατολικά επί της τροχιάς των τεχνητών γεωστατικών δορυφόρων της γης και των συσχετισμένων αυτής ραδιοσυχνο-

τήτων τηλεπικοινωνίας διά της κατασκευής, εκτόξευσης, λειτουργίας και εμπορικής εκμετάλλευσης ενός συστήματος δορυφορικών τηλεπικοινωνιών πανελλήνιας και διασυνοριακής εμβέλειας υπό την επωνυμία ΕΛΛΑΣ ΣΑΤ (HELLAS SAT) και άλλες διατάξεις.”

- [13] Horizon 2020, “European Networking for satellite Telecommunication Roadmap for the governmental Users requiring Secure, interoperable, Innovative and standardised services”, (<https://cordis.europa.eu/project/id/870330>)
- [14] European Commission, European Union Quantum Communication Infrastructure (EuroQCI), <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/nine-more-countries-join-initiative-explore-quantum-communication-europe>
- [15] JRC Technical Report “A Secure Quantum Communications Infrastructure for Europe” published in July 2019: <https://etendering.ted.europa.eu/document/document-file-download.html?docFileId=68917>
- [16] European Space Agency (2019), Project Arrangement for ESA Assistance in the Management and Implementation of the Greek National Satellite Space Project (ESA/LEG/495)
- [17] European Commission, “GOVSATCOM and EuroQCI: Building blocks towards a secure space connectivity system”, European Commission Call for tenders DEFIS/2020/OP/0008, <https://etendering.ted.europa.eu/cft/cft-document.html?docId=77642>
- [18] European Commission, Commissioner Breton Speech https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2019-2024/breton/announcements/speech-commissioner-thierry-breton-13th-european-space-conference_en
- [19] N. 4822/2021 of the Hellenic Parliament, Recovery and resilience facility financing agreement between the Commission and the Hellenic Republic.
- [20] Council Implementing Decision on the approval of the assessment of the recovery and resilience plan for Greece (1015/21)
- [21] Annex to the Council Implementing Decision on the approval of the assessment of the recovery and resilience plan for Greece (10152/21 ADD 1),
- [22] Greece 2.0, Small-Satellites (measure ID: 16855) (https://greece20.gov.gr/wp-content/uploads/2021/07/Pillar_2_All_Components_All_Measures.zip)
- [23] European Space Agency (2021), “ESA’s assistance to Greece and set up of a Separate Treasury.” (ESA/C(2021)169).
- [24] Ministry of Digital Governance, “Πρόσκληση για υποβολή πληροφοριών (RFI) για το Εθνικό Πρόγραμμα Κατασκευής Μικρών Δορυφόρων – Η Ελλάδα υλοποιεί την εθνική της στρατηγική για το διάστημα”, (<https://mindigital.gr/wp-content/uploads/2021/09/20210626-GR-RFI-microsatellites.docx>)
- [25] Decision No 541/2014/EU of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 establishing a Framework for Space Surveillance and Tracking Support (Decision OJ L 158 27.5.2014, p. 227)
- [26] Papadimitriou A., Pangalos K., Duvaux-Béchon I., Giannopapa C., Space as an Enabler in the Maritime Sector, Acta Astronautica, Volume 162, 2019, Pages 197-206,
- [27] Featherstone, K., & Sotiropoulos, D. A. (Eds.). (2020). The Oxford handbook of Modern Greek politics. Oxford University Press, USA.
- [28] Giannopapa, C. (2010). Key enabling technologies and open innovation. European Space Policy Institute (ESPI) report, 24.
- [29] van Burg, E., Giannopapa, C., & Reymen, I. M. (2017). Open innovation in the European space sector: Existing practices, constraints and opportunities. Acta astronautica, 141, 17-21.
- [30] Wong, A., van Burg, E., & Giannopapa, C. (2018). Institutional patterns in the Austrian space sector. Acta Astronautica, 142, 201-211.

- [31] DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147-160.
- [32] Lee, D. R. (2015). *The politics of institutional reform in the European Union: From the European Regional Development Fund to the European Regional Policy*. Routledge.
- [33] Regulation (EU) 2021/696 of the European Parliament and of the Council of 28 April 2021 establishing the Union Space Programme and the European Union Agency for the Space Programme and repealing Regulations (EU) No 912/2010, (EU) No 1285/2013 and (EU) No 377/2014 and Decision No 541/2014/EU.

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Η Δρ. Χριστίνα Γιαννόπαπα είναι Επικεφαλής του Γραφείου του Εκτελεστικού Διευθυντή του Οργανισμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το Διαστημικό Πρόγραμμα (EUSPA). Πριν από αυτό, ήταν σύμβουλος του Γενικού Γραμματέα Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης στην Ελλάδα, αποσπασμένη από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (ESA). Στην ESA, κατείχε διάφορες θέσεις, συμπεριλαμβανομένης της Προϊσταμένης του Γραφείου Πολιτικών Υποθέσεων του Γενικού Διευθυντή.

Από το 2010 έως το 2012, εργάστηκε στο Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Διαστημικής Πολιτικής (ESPI), αποσπασμένη από την ESA, όπου διηύθυνε τη γραμματεία της Ευρωπαϊκής Διακοινοβουλευτικής Διάσκεψης Διαστήματος (EISC) και ηγήθηκε μελετών για την καινοτομία, το Galileo, τον Copernicus και την Αφρική. Εργάστηκε επίσης για λίγο στη ΓΔ Έρευνας στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Πριν από την ένταξή της στην ESA, απέκτησε περαιτέρω εμπειρία ως σύμβουλος σε βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας στην έρευνα και την τεχνολογική ανάπτυξη. Κατείχε διάφορες ακαδημαϊκές θέσεις, ιδίως στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Αϊντχόβεν και στο Πανεπιστήμιο του Λονδίνου.

Έχει λάβει 14 ακαδημαϊκές υποτροφίες και βραβεία και έχει περισσότερες από 80 δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά, βιβλία και συνέδρια με κριτές. Έχει συνεπιμεληθεί το Springer «Handbook on space security».

Η Δρ Γιαννόπαπα είναι εκλεγμένο μέλος του Διεθνούς Ινστιτούτου Διαστημικού Δικαίου (IISL) και της Διεθνούς Ακαδημίας Αστροναυτικής (IAA). Είναι αντιπρόεδρος της Επιτροπής Διαστημικής Ασφάλειας της Διεθνούς Αστροναυτικής Ομοσπονδίας (IAF) και προηγουμένως ήταν πρόεδρος της Επιτροπής Συνδέσμου με Διεθνείς Οργανισμούς και Αναπτυσσόμενα Έθνη (CLIODN). Είναι επίσης Πρόεδρος του Συμβουλίου Γυναικών στην Αεροδιαστημική Ευρώπη (WIA-E). Η Δρ Γιαννόπαπα είναι κάτοχος Ph.D. στη Μηχανική και τα Εφαρμοσμένα Μαθηματικά. Είναι κάτοχος MEng στη Μηχανική Συστημάτων Κατασκευής και Μηχατρονική και MBA στη Διεθνή Διοίκηση από το Πανεπιστήμιο του Λονδίνου. Επιπλέον, κατέχει θέση επίκουρης καθηγήτριας στο Τμήμα Βιομηχανικής Μηχανικής & Επιστημών Καινοτομίας στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Αϊντχόβεν.

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Ο Δρ. Αθανάσιος Στάβερης είναι Γενικός Γραμματέας Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων στο Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης. Είναι απόφοιτος του Τμήματος Φυσικής του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και κατέχει μεταπτυχιακό σε εφαρμοσμένη Φυσική και Μαθηματικά από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διδακτορικό στην Φυσική Υψηλών Ενεργειών από το Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών και MBA for Executives από το Πανεπιστήμιο του Plymouth.

Διαθέτει ακαδημαϊκή εμπειρία στον τομέα της Φυσικής Υψηλών Ενεργειών, εργαζόμενος ως ερευνητής στο διεθνές πείραμα CDF στο Fermilab των ΗΠΑ, έχοντας κερδίσει υποτροφία της ΕΕ (RTN scholarship) και συνεργαζόμενος με το Ινστιτούτο Πυρηνικής Φυσικής της Πίζας (INFN Sezione di Pisa). Επιπλέον, διαθέτει πάνω από δέκα χρόνια εμπειρίας στο σχεδιασμό και την υλοποίηση μεγάλης κλίμακας έργων ΤΠΕ στον ιδιωτικό τομέα, εργαζόμενος σε διεθνές επίπεδο.

Ειδικεύεται στην ανάλυση δεδομένων, στην χρήση αλγορίθμων Τεχνητής Νοημοσύνης, Μηχανικής Εκμάθησης (AI/ML) και ανάλυσης κειμένου με χρήση μεθοδολογιών NLP (Natural Language Processing). Από τον Ιούλιο του 2019 μέχρι τον Οκτώβριο του 2020 διετέλεσε σύμβουλος του Υπουργού Επικρατείας και Ψηφιακής Διακυβέρνησης, όπου είχε ιδιαίτερη συμβολή στην διαχείριση θεμάτων κυβερνοασφάλειας και στην ολοκλήρωση της υπηρεσίας 112 σε συνεργασία με την Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας.

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Ο Σπύρος Μεταλλινός είναι Διευθυντής του ιδιαίτερου Γραφείου του Γενικού Γραμματέα Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων στο Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης. Είναι υπεύθυνος για όλες τις πτυχές των αρμοδιοτήτων της Γενικής Γραμματείας, συμπεριλαμβανομένων των θεμάτων που αφορούν την πολιτική χρήση του Διαστημικού τομέα στην Ελλάδα.

Διαθέτει περισσότερα από 23 χρόνια εμπειρίας στη δημόσια διοίκηση σε υπουργεία, ρυθμιστικές αρχές και δημόσιες εταιρείες στον τομέα του διαστήματος, των τηλεπικοινωνιών, της κυβερνοασφάλειας, της ενέργειας και της αεροναυπηγικής. Έχει διατελέσει επικεφαλής του Τμήματος Προστασίας Καταναλωτών και Εξοικονόμησης Ενέργειας της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας, ΓΓ του Σωματείου Τεχνικών της Ο.Α και Οικονομικός Γραμματέας του ΚΕΑΠΟΑ.

Είναι κάτοχος MSc στο Διεθνές Εμπόριο και B.A. στις Διεθνείς Οικονομικές Σχέσεις. Έχει αρθρογραφήσει σε επιστημονικά περιοδικά για θέματα Διαστήματος και Ενέργειας ενώ έχει διδάξει οικονομικά της ενέργειας στην ΑΣΠΑΙΤΕ.



ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΗΕΛΙΟΣ

Σμήναρχος ε.α. Λάμπρος Μπιρμπίλης

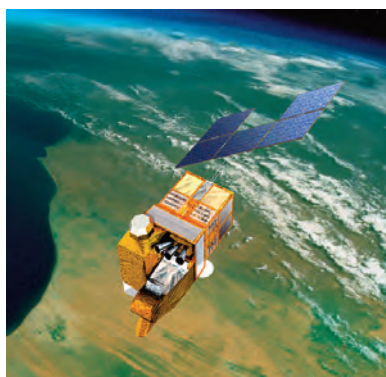
Πηγή Εικόνας: <https://parisis.wordpress.com>

Το στρατιωτικό δορυφορικό πρόγραμμα HELIOS υπήρξε ένα ευρωπαϊκό δορυφορικό σύστημα παρατήρησης γης οπτικού φάσματος. Το πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε δύο βήματα, το HELIOS I (σε λειτουργία από το 1995 έως το 2012) και το HELIOS II (οι δύο εκτοξεύσεις των δορυφόρων του έγιναν το 2004 και το 2009). Στο HELIOS I συμμετείχαν η Γαλλία, η Ιταλία και η Ισπανία¹, ενώ στο HELIOS II συνιδιοκτήτες ήταν η Γαλλία, η Ιταλία, η Ισπανία, το Βέλγιο, η Ελλάδα και η Γερμανία.

Στο πλαίσιο του HELIOS I τέθηκαν σε τροχιά δύο δορυφόροι, ο HELIOS 1A και ο 1B. Πρόκειται για ηλεκτρο-οπτικούς δορυφόρους παρατήρησης γης, οι οποίοι κατασκευάστηκαν από την EADS Astrium, με παραγόμενες εικόνες διακριτικής ικανότητας ενός μέτρου. Το σύστημα HELIOS I αποτέλεσε το πρώτο καθαρά στρατιωτικό σύστημα Δορυφορικής Παρατήρησης, που αναπτύχθηκε και θεωρήθηκε ως ένα από τα πιο προηγμένα παγκοσμίως και το σημαντικότερο σε Ευρωπαϊκό επίπεδο².

Με το HELIOS II τέθηκαν σε τροχιά επίσης δύο δορυφόροι, ο HELIOS 2A και ο 2B. Πρόκειται για μεγαλύτερους ηλεκτρο-οπτικούς δορυφόρους παρατήρησης γης, οι οποίοι κατασκευάστηκαν επίσης από την EADS Astrium, με διακριτική ικανότητα εικόνων της τάξης του μισού μέτρου³.

Οι δορυφόροι HELIOS II διέθεταν βελτιωμένα επιχειρησιακά χαρακτηριστικά σε σχέση με αυτούς του HELIOS I,



καθώς παρουσίαζαν υψηλότερη διακριτική ικανότητα, ήταν πιο παραγωγικοί σε αριθμό εικόνων και είχαν τη δυνατότητα λήψης εικόνων και τη νύχτα στο υπέρυθρο φάσμα.

Το HELIOS II υπήρξε το πρώτο στρατιωτικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε από τις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις, των οποίων κάλυψε τις ανάγκες από το 2007 μέχρι και το 2022. Λόγω της απόρρητης διαβάθμισης του προγράμματος δεν υπάρχει εκτενής βιβλιογραφία γι' αυτό. Στο παρόν συνοπτικό κείμενο περιλαμβάνονται ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες για το εν λόγω πρόγραμμα.

Η πρώτη επαφή ελληνικού προσωπικού με τα υψηλής διαβάθμισης δεδομένα HELIOS I πραγματοποιήθηκε το

1998, όταν τοποθετήθηκα με την ιδιότητα του αναλυτή δορυφορικών εικόνων (πρώτος Έλληνας αξιωματικός της Πολεμικής Αεροπορίας σε αυτή τη θέση) στο Δορυφορικό Κέντρο της τότε Δυτικοευρωπαϊκής Ένωσης (ΔΕΕ), στο Torrejon de Ardoz της Ισπανίας. Είχε προηγηθεί η έγκριση της πρότασης του ΓΕΑ από τον Υπουργό Εθνικής Άμυνας για την συμμετοχή μας στις διαστημικές δραστηριότητες της Δυτικοευρωπαϊκής Ένωσης (ΔΕΕ). Εκεί εκπαιδεύτηκα και εργάστηκα επισταμένως στην ανάλυση δορυφορικών εικόνων υψηλής διαβάθμισης.

Το ΔΚ ΔΕΕ είχε δημιουργηθεί μόλις το 1992, ως αποτέλεσμα των μαθημάτων για την αξία της συλλογής πληροφοριών από το Διάστημα που είχε αναδειχθεί στον Περσικό Πόλεμο (1991). Πέραν των εμπορικών δορυφορικών εικόνων, που προμηθευόταν το Κέντρο για σκοπούς ανάλυσης και συλλογής πληροφοριών επ' ωφελεία των κρατών της ΔΕΕ, υπήρχε ειδικό γραφείο (cell) εργασίας με περιορισμένη πρόσβαση, μέσα στο οποίο αναλύονταν δορυφορικά δεδομένα του HELIOS I. Οι τρεις συμμετέχουσες χώρες στο πρόγραμμα παρείχαν στο Δορυφορικό Κέντρο εικόνες του HELIOS I κατόπιν ειδικής συμφωνίας με την ΔΕΕ.

Οι δορυφόροι HELIOS 2A και 2B εκτοξεύτηκαν και τέθηκαν επιτυχώς σε τροχιά από το Διαστημικό Κέντρο του Κουρου της γαλλικής Γουϊάνας, το Δεκέμβριο του 2004 και το Δεκέμβριο του 2009 αντίστοιχα. Οι δύο εκτοξεύσεις συ-

νέπεσαν ημερολογιακά από σύμπτωση, στις 18 Δεκεμβρίου του 2004 και του 2009. Ο πύραυλος φορέας, που έθεσε τους δύο δορυφόρους σε τροχιά, ήταν ο Ariane 5 της Arianespace, ο οποίος έχει ικανότητα μεταφοράς στο διάστημα 10 τόνων ωφέλιμου φορτίου. Κάθε δορυφόρος ήταν βάρους 4,5 τόνων και πέταξε σε ύψος 685 χιλιομέτρων.

Στο πρόγραμμα HELIOS II η χώρα μας συμμετείχε μετά από πρόταση του ΓΕΑ. Λεπτομέρειες για τη σημαντική πρωτοβουλία της Πολεμικής Αεροπορίας για τη συμμετοχή του ΥΠΕΘΑ στο παραπάνω πρόγραμμα έχουν ήδη καταγραφεί, οπότε δεν κρίνεται σκόπιμη η επανάληψη τους⁴.

Μετά από διαβουλεύσεις με τη Γαλλία, που ξεκίνησαν τελικά το 2004 πριν εκτοξευθεί ο πρώτος δορυφόρος, αρχικά από Επιτροπή του ΓΕΑ και στη συνέχεια με διακλαδική σύνθεση υπό την ΓΓΟΣΑΕ (στην οποία συμμετείχα) επήλθε διακυβερνητική συμφωνία το 2005. Οι διαπραγματεύσεις αυτές δεν ήταν εύκολες, υπήρξαν καθυστερήσεις πλην όμως στο τέλος υπήρξαν επιτυχείς και η χώρα μας απέκτησε ως συνιδιοκτήτρια ποσοστό 2,5%. Στις 16 Μαρτίου 2007, ακολούθησε επικύρωση της Συμφωνίας Συνεργασίας από τη Βουλή των Ελλήνων (Νόμος 3546/2007)⁵. Η χώρα μας με το ποσοστό αυτό εξασφάλισε λήψη 5-6 εικόνων ημερησίως από δύο δορυφόρους, με επανεπίσκεψη της περιοχής εθνικού ενδιαφέροντος κάθε 12 ώρες.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΥΝΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ

Στο πλαίσιο συνιδιοκτησίας στο πρόγραμμα HELIOS II, η χώρα μας ανέλαβε να υλοποιήσει σημαντικές δεσμεύσεις με τη συμμετοχή της Ελληνικής Βιομηχανίας. Στις υποχρεώσεις της χώρας μας συμπεριλαμβάνονταν η κατασκευή στην Ελλάδα ενός επίγειου σταθμού λήψης εικόνων απευθείας από τους δορυφόρους του προγράμματος και η εκπαίδευση ελληνικού προσωπικού στην Τουλούζη της Γαλλίας για την τεχνική υποστήριξη του σταθμού στην εγκατάσταση των απαιτούμενων πληροφοριακών συστημάτων, αλλά και στην επιχειρησιακή λειτουργία του.

Επιπρόσθετα, στο μεσοδιάστημα μέχρι την υλοποίηση του επίγειου σταθμού λήψης, που είχε συμβατικό χρόνο παράδοσης το 2008, κρίθηκε απαραίτητη η εκπαίδευση προσωπικού του ΓΕΕΘΑ για τη στελέχωση του ελληνικού σταθμού. Πυρήνας αυτού του προσωπικού τοποθετήθηκε το 2007, ως ελληνικός σύνδεσμος, στον γαλλικό επίγειο σταθμό λήψης HELIOS (CMOS – Centre Militaire d’Observation par Satellites), ο οποίος βρίσκεται εντός της αεροπορικής βάσης του Creil, βορείως του Παρισιού, προκειμένου να διαχειρίζεται τα αιτήματα εικόνων ελληνικού ενδιαφέροντος.

Ο σύνδεσμος, που αποτελείτο από δύο αξιωματικούς της Πολεμικής Αεροπορίας, έναν αξιωματικό του Στρατού Ξηράς και έναν υπαξιωματικό του Πολεμικού Ναυτικού, εκπαιδεύτηκε στο πρό-

γραμμα στη γαλλική γλώσσα και ανέλαβε, κατ’ εντολή του ΓΕΕΘΑ, να προσθέτει τα ελληνικά αιτήματα στο καθημερινό πλάνο λήψης εικόνων, που διαβιβάζονταν τηλεμετρικά στον δορυφόρο HELIOS 2A. Στη συνέχεια λάμβανε τις δορυφορικές εικόνες σε σταθμό εργασίας εντός του CMOS, τις επεξεργαζόταν και τις προωθούσε αρμοδίως στο ΓΕΕΘΑ, μέσω του διπλωματικού σάκου της ελληνικής πρεσβείας στο Παρίσι.





Στο πλαίσιο των ελληνικών υποχρεώσεων, το ΓΕΕΘΑ κλήθηκε να συμμετάσχει σε ομάδα επιτήρησης κλειδών για την τοποθέτηση των απόρρητων κλειδών του δορυφόρου HELIOS 2B, προτού αυτός εκτοξευτεί σε τροχιά στις 18 Δεκεμβρίου 2009. Οι κλειδες αποτελούν βασικό στοιχείο του συστήματος κρυπτογράφησης του σήματος δεδομένων που χρησιμοποιεί ο δορυφόρος για να αποστείλει τις εικόνες τηλεμετρίας στους επίγειους σταθμούς λήψης. Οι χώρες εκπροσωπήθηκαν από τουλάχιστον δύο άτομα. Από ελληνικής πλευράς στην αποστολή συμμετείχαν ο γράφων, Επισμηναγός Λάμπρος Μπιρμπίλης, και ο Υποπλοίαρχος Αλέξανδρος Ξένος, στελέχη του ΓΕΕΘΑ.

Επειδή τα στοιχεία της αποστολής είναι γνωστά μόνο στα λίγα μέλη που συμμετείχαν, παρέχονται ορισμένες πρόσθετες πληροφορίες. Η ομάδα προετοίμασε για μεταφορά τις κλειδες του δορυφόρου HELIOS 2B, κανονικές και αναπληρωματικές. Αναχώρησε αεροπορικώς σε δύο ομάδες από το Παρίσι για το Κουρου της γαλλικής Γουιάνας στις 23

και 24 Οκτωβρίου 2009. Μετά την άφιξη, οι κλειδες αποθηκεύτηκαν σε κιβώτιο ασφαλείας με συνδυασμό, ο οποίος συμπληρώθηκε από κάθε χώρα ξεχωριστά και ήταν μυστικός. Το κιβώτιο τοποθετήθηκε σε ειδική αίθουσα ασφαλείας. Στην ομάδα παραχωρήθηκε ειδική αίθουσα από την οποία ήταν ορατή ζωντανά η εικόνα του δορυφόρου όλο το 24ωρο και όλες τις ημέρες της επιχείρησης, προκειμένου η ομάδα να μπορεί να βεβαιώνει ανά πάσα στιγμή ότι ο χώρος των κλειδών παρέμενε απρόσιτος σε οποιαδήποτε ξένη παρέμβαση.

Ο δορυφόρος HELIOS 2B έφθασε αεροπορικώς στο Κουρου στις 14 Οκτωβρίου 2009 από την Τουλούζη της Γαλλίας και στη συνέχεια μεταφέρθηκε στο υπόστεγο S1 του Διαστημικού Κέντρου Γουιάνας. Από 19 έως 24 Οκτωβρίου 2009, ο δορυφόρος συνδέθηκε ηλεκτρικά και άρχισαν οι πρώτες εργασίες πριν την εκτόξευση. Στις 27 Οκτωβρίου 2009, ανοίχτηκε το κιβώτιο ασφαλείας και εκτελέστηκε η εγκατάσταση των κανονικών κλειδών στο δορυφόρο, παρου-

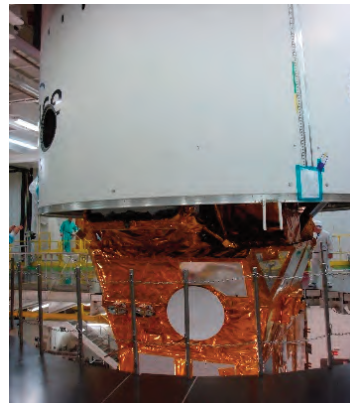
σία μελών της ομάδας. Ακολούθησαν επιτυχείς δοκιμές αποδοχής των κλειδών στο ηλεκτρικό κύκλωμα του δορυφόρου. Στη συνέχεια, έγιναν δοκιμές του συστήματος πρόωσης του δορυφόρου και μέχρι τις 30 Οκτωβρίου 2009 εκτελέστηκε η γενική δοκιμή με επιτυχία.

Στα τέλη Νοεμβρίου 2009, αφού προηγήθηκαν οι απαραίτητες εργασίες προετοιμασίας, ο HELIOS 2B ετοιμάστηκε και μεταφέρθηκε στο υπόστεγο της τελικής συναρμολόγησης. Η μεταφορά έγινε σε θάλαμο με ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας και σφραγίστηκε με ταινίες ασφαλείας. Στις 27 Νοεμβρίου 2009, ο H2B ανυψώθηκε και τοποθετήθηκε στην κορυφή του πυραύλου ARIANE 5 GS. Στη συνέχεια, σφραγίστηκε με την τοποθέτηση της προστατευτικής κορυφής του ARIANE 5 GS.

Στις 8 Δεκεμβρίου 2009, ο πύραυλος φορέας ARIANE 5 GS, έμφορτος με τον δορυφόρο, αναχώρησε από το υπό-



στεγο συναρμολόγησης για την τελική θέση εκτόξευσης όπου και έφτασε επιτυχώς. Κατά τη διάρκεια των ελέγχων, διαπιστώθηκε διαρροή υγρού ηλίου, στοιχείου που χρησιμοποιείται για την πίεση του καυσίμου (υγρό οξυγόνο και υδρογόνο) του κεντρικού πύραυλου VULCAN. Η διαδικασία εκτόξευσης διεκόπη και ο πύραυλος φορέας ARIANE 5 GS, έμφορτος με τον HELIOS 2B, επέστρεψε στο υπόστεγο. Η βλάβη εντοπίστηκε σε μία βαλβίδα πίεσης του δοχείου αποθήκευσης υγρού ηλίου και επιδιορθώθηκε. Ακολούθησαν όλες οι απαραίτητες δοκιμές προκειμένου ο ARIANE 5 GS να τεθεί και πάλι σε κατάσταση προ εκτόξευσης





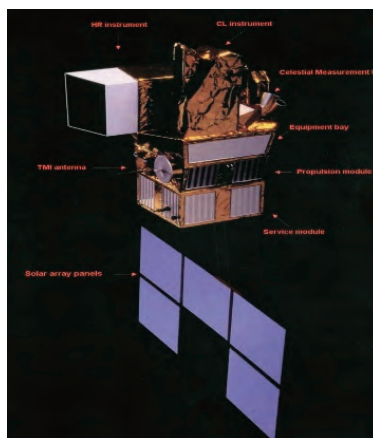
και ως νέα ημέρα εκτόξευσης ορίστηκε η 17 Δεκεμβρίου 2009.

Στις 17 Δεκεμβρίου 2009, έγινε μία νέα ανεπιτυχής προσπάθεια εκτόξευσης. Περίπου πέντε λεπτά πριν την εκτόξευση, παρουσιάστηκε μία ανωμαλία στη μέτρηση θερμοκρασίας ενός ορόφου του πυραύλου. Πιο συγκεκριμένα δύο αισθητήρες μέτρησης της θερμοκρασίας του ίδιου χώρου παρουσίαζαν απόκλιση μέτρησης μεγαλύτερη του επιτρεπτού. Συνεπώς ματαιώθηκε η εκτόξευση και αργότερα έγινε γνωστό ότι η νέα προσπάθεια θα λάμβανε χώρα την επόμενη μέρα.

Πράγματι, στις 18 Δεκεμβρίου 2009, στις 18:26 ώρα Ελλάδος, η τρίτη προσπάθεια εκτόξευσης στέφθηκε με επιτυχία. Μία ώρα μετά, ο δορυφόρος HELIOS 2B τέθηκε σε τροχιά και έξι ώρες αργότερα επιβεβαιώθηκε από το κέντρο ελέγχου στην Τουλούζη της Γαλλίας, μετά την εκτέλεση των σχετικών ελέγχων, η καλή λειτουργία όλων των συστημάτων του.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Στα κυριότερα μέρη των δορυφόρων HELIOS II συγκαταλέγονται δύο όργανα λήψης εικόνων: το όργανο υψηλής ευκρίνειας και το όργανο ευρέως πεδίου. Επίσης, διαθέτουν τη μονάδα ουράνιας μέτρησης για τον προσδιορισμό της θέσης του δορυφόρου, την κεραία μετάδοσης των δεδομένων στο έδαφος, το προωθητικό σύστημα και τους συλλέκτες ηλιακής ενέργειας. Τέλος, είναι εξοπλι-



σμένοι με κύρια και εναλλακτικά υπολογιστικά συστήματα, μονάδες αποθήκευσης δεδομένων καθώς και συσσωρευτές ενέργειας.

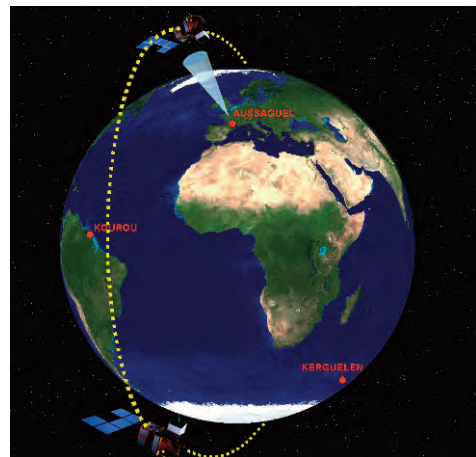
Οι δορυφόροι HELIOS II βρίσκονταν σε πολική και κυκλική τροχιά, καθώς περιστρέφονταν κυκλικά γύρω από τη γη και πάνω από τους δύο πόλους της. Κάλυπταν επομένως όλη την υδρόγειο, εκμεταλλευόμενοι την περιστροφή της γύρω από τον εαυτό της. Ένα επιπλέον ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της τροχιάς τους είναι ο ηλιοσυγχρονισμός κατά τη διάρκεια των λήψεων ημέρας. Η ηλιοσύγχρονη τροχιά, που εκτελούσαν οι δορυφόροι HELIOS II, επιτυγχάνεται με τη διατήρηση σταθερής γωνίας μεταξύ των αξόνων κέντρο ηλίου – κέντρου γης και κέντρου γης – δορυφόρος. Σκοπός του ηλιοσυγχρονισμού είναι η εξασφάλιση όμοιων συνθηκών ηλιακού φωτισμού για επαναλαμβανόμενες λήψεις της ίδιας γεωγραφικής περιοχής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Συνεπώς, το έργο του αναλυτή διευκολύνεται προκειμένου να εξάγεται το βέλτιστο επιχειρησιακό αποτέλεσμα με τη σύγκριση εικόνων διαφορετικής ηλικίας.

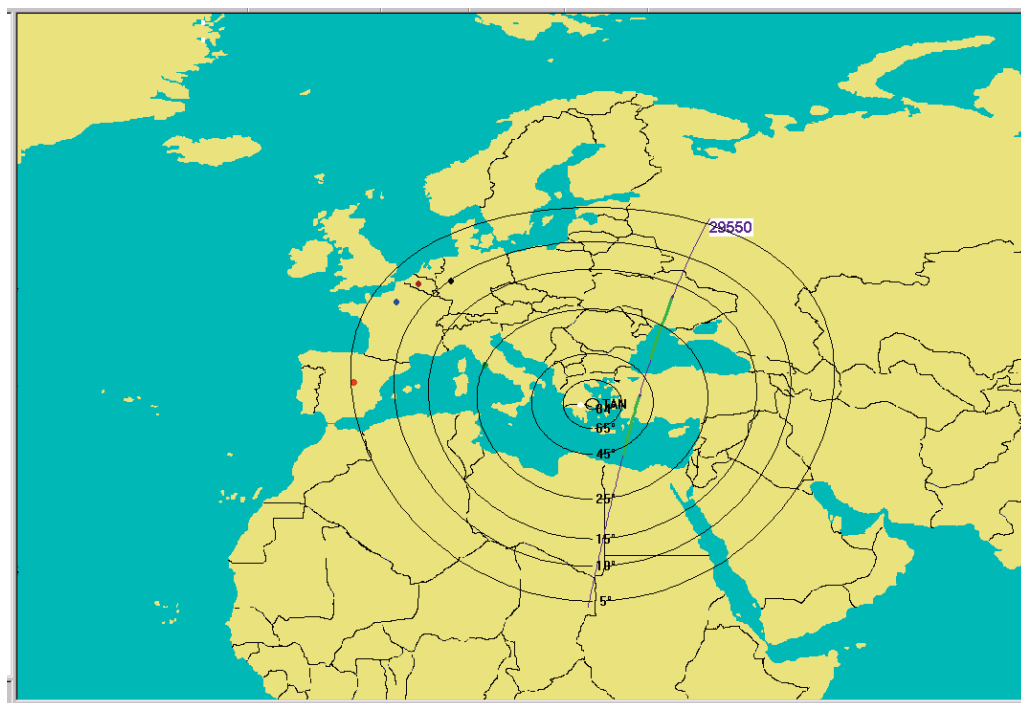
Οι τροχιές ημέρας ήταν ανοδικές και κατευθύνονταν από το νότιο προς το βόρειο πόλο, ενώ αυτές της νύκτας ήταν καθοδικές και κατευθύνονταν από το βόρειο προς το νότιο πόλο. Οι δορυφόροι, σύμφωνα πάντα με τον προγραμματισμό, εκτελούσαν ελιγμούς και μετατόπιζαν τη θέση τους και στους τρεις άξονες κίνησης προκειμένου να φέρουν

εις πέρας την αποστολή τους και να πραγματοποιήσουν τον βέλτιστο αριθμό λήψεων.

Βασικός περιορισμός του συστήματος υπήρξαν οι καιρικές συνθήκες, δεδομένου ότι το σύστημα είναι οπτικό. Η νεφοκάλυψη αποτελεί αξεπέραστο εμπόδιο για την κατόπτευση της περιοχής ενδιαφέροντος. Η στόχευση και η σάρωση της περιοχής δεσμεύει τους δορυφόρους για χρόνο που ποικίλει ανάλογα με το είδος της εικόνας και τον απαιτούμενο ελιγμό.

Οι εντολές προγραμματισμού αλλά και άλλες εντολές ελέγχου της κατάστασης των δορυφόρων εκπέμπονταν από τρεις κύριους επίγειους σταθμούς ανοδικής ζεύξης. Αυτοί βρίσκονταν στο νότιο Ινδικό ωκεανό, στα νησιά Kerguelen, στο Aussaguel της νότιας Γαλλίας και στο Kourou της γαλλικής Γουιάνας, στη νότια Αμερική. Στη διάθεση του προγράμματος υπήρχαν και άλλοι εφεδρικοί σταθμοί ανοδικής ζεύξης σε άλλα σημεία της γης.





Οι δορυφορικές εικόνες «κατέβαιναν» με κωδικοποιημένο σήμα σε έξι επίγειους σταθμούς λήψης, όσοι και οι εταίροι του προγράμματος: στο Creil Γαλλίας, στις Βρυξέλλες, στη Μαδρίτη, στη Ρώμη, στην 114 Πτέρυγα Μάχης στην Τανάγρα και στο Gelsdorf Γερμανίας, κοντά στη Βόννη. Ο κώνος λήψης του ελληνικού σταθμού, όπως αυτός διακρίνεται στην εικόνα, επέτρεπε στη χώρα μας να δέχεται εικόνες από τη γεωγραφική περιοχή, που περικλείεται από τον εξωτερικό δακτύλιο του κώνου, τη χρονική στιγμή της λήψης τους.

Το σύστημα HELIOS II παρείχε μία πλούσια γκάμα απλών αλλά και συνδυασμένων τρόπων λήψης εικόνων. Στους απλούς τρόπους λήψης περιλαμβάνονταν η παγχρωματική πολύ υψηλής

ευκρίνειας, η παγχρωματική υψηλής, η υπέρυθη ημέρας και νύκτας, η παγχρωματική ευρέως πεδίου, η σύνθεση παγχρωματικής και κοντινής υπέρυθρης και, τέλος, το στέρεο ζεύγος εικόνων με ένα μόλις πέρασμα του δορυφόρου πάνω από την περιοχή ενδιαφέροντος. Η παγχρωματική εικόνα είναι αυτή που δημιουργείται στους τόνους του άσπρου και μαύρου. Όλοι οι ανωτέρω τρόποι λήψης συνδυάζονταν μεταξύ τους και το σύστημα απέδιδε και συνδυασμένους τρόπους με μία προσπάθεια, σε ένα πέρασμα του δορυφόρου.

Το δορυφορικό σύστημα συγκροτούσαν, πρώτον, το διαστημικό στοιχείο, δηλαδή οι δορυφόροι του HELIOS II και, δεύτερον, το επίγειο στοιχείο, στο οποίο περιλαμβάνονται όλοι οι επίγειοι σταθμοί



λήψης καθώς και οι σταθμοί ελέγχου των δορυφόρων. Η επίσημη έναρξη της επιχειρησιακής λειτουργίας του ελληνικού επίγειου σταθμού λήψης εικόνων με το όνομα Δορυφορικός Σταθμός Εδάφους (ΔΣΕ), με υπαγωγή στο ΓΕΕΘΑ, έλαβε χώρα τον Οκτώβριο του 2010.

Η έδρα του σταθμού βρίσκεται εντός της αεροπορικής βάσης της Τανάγρας (114 ΠΜ), η οποία προτιμήθηκε ως πρώτη επιλογή με δεύτερη το αεροδρόμιο της Λάρισας⁶. Τρία είναι τα κύρια μέρη του σταθμού: το οίκημα στο οποίο εδράζεται η κεραία λήψης των δορυφορικών εικόνων, το κτήριο επιχειρήσεων και το κτήριο διοίκησης. Στις εγκαταστάσεις του ελληνικού σταθμού πραγματοποιείται ολοκληρωμένη διαχείριση της εικόνας από το δορυφόρο μέχρι το τελικό προϊόν ανάλυσης.

Με τη συμμετοχή μας στο πρόγραμμα HELIOS II, έχει καταστεί πλέον εφικτή η συλλογή πληροφοριών για αντικειμενική εκτίμηση καταστάσεων και ορθολογική τοποθέτηση έναντι απειλών, χωρίς έκθεση σε κίνδυνο προσωπικού

και μέσω των ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων. Στο πλαίσιο του σχεδιασμού του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας, η χρήση δορυφορικών εικόνων HELIOS II είναι διαθέσιμη για όλους τους κυβερνητικούς φορείς.

Τα δεδομένα HELIOS II χρησιμοποιούνται ήδη για τη γεωχωρική υποστήριξη των σύγχρονων οπλικών συστημάτων, που διαθέτουν οι Ένοπλες Δυνάμεις μας, καθώς και για γεωγραφικούς σκοπούς. Η ψηφιακή φύση τους δίνει πολλές δυνατότητες στο χρήστη σε ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών, όπως για παράδειγμα η τρισδιάστατη απεικόνιση και ο εμπλουτισμός γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων GIS.

Αν και η αρχική πρόταση του ΓΕΑ θεωρήθηκε ως τολμηρή, η απόφαση της στρατιωτικής και της Πολιτικής Ηγεσίας του ΥΠΕΘΑ για τη συμμετοχή μας στο πρόγραμμα HELIOS II κρίνεται ως επιτυχής, αφού κατέστησε την Ελλάδα μία από τις λίγες χώρες παγκοσμίως που διαθέτουν αυτόνομη πρόσβαση σε στρατιωτικές εφαρμογές παρατήρησης γης.

Πλέον, η υπόψη ελληνογαλλική συνεργασία, που ξεκίνησε με το πρόγραμμα HELIOS II, έχει ολοκληρωθεί επιτυχώς και το Υπουργείο Άμυνας προχωρά τις διαδικασίες για συμμετοχή στο διάδοχο, ομοίως οπτικό στρατιωτικό δορυφορικό πρόγραμμα CSO (Composante Spatiale Optique)⁷, που απαρτίζεται από τρεις δορυφόρους, δύο υψηλής ανάλυσης και έναν τρίτο πολύ υψηλής ανάλυσης.

Το διάδοχο του HELIOS II σύστημα αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του MUSIS (Multinational Space-based Imaging System), στο οποίο το ΥΠΕΘΑ συμμετείχε από το 2006, μετά από εισήγηση του Γραφείου Διαστήματος του Επιτελείου του Υπουργού, που συγκροτήθηκε μετά από αίτημα του ΓΕΑ⁸.

Συμπερασματικά, οι στρατηγικές επιλογές που έγιναν σχετικά με τη συμμετοχή μας στο πρόγραμμα HELIOS II και στο διάδοχό του σχήμα, έχουν καταστήσει την Ελλάδα μία από τις λίγες χώρες που διαθέτουν αυτόνομη ικανότητα σε στρατιωτικές εφαρμογές παρατήρησης γης και εξαιρετική πρόσβαση στην ομάδα των μεγάλων διαστημικών δυνάμεων παγκοσμίου επιπέδου.

ΥΠΟΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

- ¹ Helios-1A, 1B, Gunter's Space Page, https://space.skyrocket.de/doc_sd at/helios-1a.htm
- ² Εκτόξευση στρατιωτικού Δορυφόρου Παρατήρησης Γης HELIOS-IIB, Ανακοινώσεις Τύπου, ΥΠΕΘΑ, 21 Δεκεμβρίου, 2009, <https://www.mod.mil.gr/ektoxeysi-stratitotikoy-doryforoy-paratirisis-gis-helios-iib/>
- ³ HELIOS II, A new generation of military satellites, CNES, October 14, 2004, <https://cnes.fr/en/web/CNES-en/2743-helios-ii-a-new-generation-of-military-satellites.php>
- ⁴ Κολοβός Αλέξανδρος, Ο ρόλος της ΠΑ στο δορυφορικό πρόγραμμα Helios-II, Ηχώ των Αιθέρων, ΕΑΑΑ, Μάιος 2010, <https://bit.ly/3Jv5i2u>
- ⁵ Νόμος 3546/2007. Κύρωση της Συμφωνίας Συνεργασίας μεταξύ του Υπουργού Εθνικής Άμυνας της Ελλάδας και των Υπουργών Εθνικής Άμυνας της Γαλλίας, του Βελγίου, της Ισπανίας και της Ιταλίας, σχετικά με τη συμμετοχή της Ελληνικής Δημοκρατίας στη συνεργασία Γαλλίας, Βελγίου, Ισπανίας, Ιταλίας, για το Σύστημα Παρατηρήσεως της Γης από το Διάστημα HELIOS II, 16 Μαρτίου 2007.
- ⁶ Δορυφορική εποπτεία για το ΓΕΕΘΑ από το «φρούριο» της Τανάγρας, Security manager, 26 Μαΐου 2011,

<https://www.securitymanager.gr/doryforiki-epoptia-gia-to-geetha-apo-to-frourio-tis-tanagras/>

- ⁷ Νικήτας Γιάννης, Από το δορυφορικό δίκτυο Helios II, στο πρόγραμμα CSO-Διατηρώντας τη στρατηγική παρατήρηση της ελληνικής αποτροπής ζωντανή. Defence Review, 23 Μαΐου 2022, <https://defencereview.gr/hellenic-armed-forces-isr-capabilities-the-example-of-helios-satellite-system/>
- ⁸ Κολοβός Αλέξανδρος, Η Ελλάδα από το δορυφορικό πρόγραμμα Helios-II στο CSO. Η ελληνογαλλική συνεργασία για τις ανάγκες του ΥΠΕΘΑ σε δορυφορικές αναγνωρίσεις. Foreign Affairs-Hellenic Edition, 24 Νοεμβρίου, 2022. <https://bit.ly/3yJEfeB>

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ



Ο Σμήναρχος ε.α. Λάμπρος Μπιρμπίλης (ΣΙ, τάξης 1991) υπήρξε ο πρώτος Έλληνας που υπηρέτησε στο Δορυφορικό Κέντρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στο Torrejon de Ardoz της Ισπανίας (1996-1999).

Ακολούθως, τοποθετήθηκε στο ΓΕΑ/Α2/ΕΚΔΕ (1999-2007). Τη διετία 2007-2009 τοποθετήθηκε ως προϊστάμενος του Συνδέσμου της Ελλάδας στο γαλλικό δορυφορικό σταθμό του HELIOS-

2, στο Creil Γαλλίας. Ακολούθως υπηρέτησε στο Δορυφορικό Σταθμό Εδάφους του ΓΕΕΘΑ στην 114 Πτέρυγα Μάχης (2009-2012).

«ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ»



**Επισμηναγός (Ι) Λάμπρος Γίδαρης
Σπουδαστής 46^{ης} Ε.Σ - Σ.ΔΙ.ΕΠ**

Πηγή Εικόνας: <https://www.tsene.com>

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Καθώς διανύουμε τον 21ο αιώνα, τα κράτη συνειδητοποιούν ότι η αξιοποίηση του Διαστήματος διαδραματίζει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στην κοινωνική και οικονομική εξέλιξη μιας χώρας και στην ασφάλειά της γενικότερα. Η αξιοποίηση των διαστημικών εφαρμογών επεκτείνεται στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα και καλύπτει, μεταξύ άλλων, ένα ευρύ φάσμα κυβερνητικών και στρατιωτικών αναγκών.

Η Αξιοποίηση του Διαστήματος από τα κράτη βασίζεται σε ένα σημαντικό κυβερνητικό “εργαλείο”, το οποίο δεν είναι άλλο από τη χάραξη ενιαίας εθνικής πολιτικής διαστήματος, στην οποία διατυπώνονται ξεκάθαρα οι επιδιώξεις της χώρας και το πλαίσιο δράσης σ’ αυτόν τον τομέα.

Στο παρόν άρθρο επιχειρείται μια αναλυτική παρουσίαση της συμμετοχής της Ελλάδας σε διάφορα διαστημικά προγράμματα υπό το πρίσμα της στρατιωτικής τους εφαρμογής (ανάδειξη συμπερασμάτων σχετικά με τις δημιουργούμενες δυνατότητες και προοπτικές).

ΕΘΝΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

Αυτή την στιγμή στην Ελλάδα υπάρχουν δύο φορείς οι οποίοι είναι υπεύθυνοι, ο καθένας στον τομέα του, για την διακυ-

βέρνηση του Διαστήματος. Το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης είναι αρμόδιο για τα θέματα των δορυφορικών επικοινωνιών καθώς και για συντονισμό όλων των άλλων φορέων για τα πολιτικά διαστημικά θέματα στην Ελλάδα, της συμμετοχής στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος συμπεριλαμβανομένου. Στο Υπουργείο αυτό έχει δημιουργηθεί και το Ελληνικό Κέντρο Διαστήματος (ΕΛ.ΚΕ.Δ.), του οποίου βασικός στόχος είναι η αναζήτηση, προώθηση και διαχείριση διαστημικών προγραμμάτων και έργων, με σκοπό την εξυπηρέτηση εθνικών, επιστημονικών, επιχειρησιακών και αναπτυξιακών αναγκών. Αυτό αντικατέστησε τον Ελληνικό Διαστημικό Οργανισμό (ΕΛ.Δ.Ο), ο οποίος είχε συσταθεί το 2017 με το άρθρο 18 του Ν.4508/2017 (ΦΕΚ 200/Α/2017), αναλαμβάνοντας το έργο και τις αρμοδιότητές του.

Το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας (ΥΠΕΘΑ) είναι υπεύθυνο ως προς τα διαστημικά προγράμματα και τις εφαρμογές που εξυπηρετούν σκοπούς εθνικής άμυνας. Μεταξύ των δύο φορέων υπεγράφη στις 22 Μαρτίου 2019 Μνημόνιο Συνεργασίας. Το ΥΠΕΘΑ αναπτύσσει αυτόνομα τα δικά του προγράμματα ενώ δύναται να συμμετέχει, κατόπιν προσκλήσεως, στις συνεδριάσεις του Διοικητικού Συμβουλίου του ΕΛ.ΚΕ.Δ., χωρίς δικαίωμα ψήφου, εφόσον συζητείται θέμα που άπτεται της εθνικής άμυνας και ασφάλειας. Το ΥΠΕΘΑ διαθέτει δύο κεντρικούς φορείς που ασχολούνται με το Διάστημα: Την Διεύθυνση Διαστήματος

στο ΓΕΕΘΑ και το Γραφείο Διαστήματος στη Γενική Διεύθυνση Πολιτικής Εθνικής Άμυνας & Διεθνών Σχέσεων (ΓΔΠΕΑΔΣ).

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΕ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Η ελληνική κυβέρνηση, θεωρώντας το Διάστημα εν δυνάμει προέκταση της ελληνικής επικράτειας και κατ' επέκταση των εθνικών συνόρων, με σημαντικό ρόλο για την Εθνική Ασφάλεια, τόσο σε περίοδο ειρήνης όσο και σε περίοδο κρίσης, έχει οργανώσει διαχρονικά τη συμμετοχή της χώρας σε κατάλληλα διαστημικά προγράμματα. Η δράση αυτή από τη μία εξασφαλίζει στην ελληνική κυβέρνηση έναν καλύτερο έλεγχο στον τομέα της Εθνικής Ασφάλειας και από την άλλη συμβάλλει, μέσω της εμπειρίας που προσφέρει ο σχεδιασμός και η υλοποίηση των προγραμμάτων, στη βελτίωση των διαστημικών δεξιοτήτων των εμπλεκόμενων φορέων.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ “HELIOS II / One Atlas”

Το πρώτο σημαντικό διαστημικό πρόγραμμα παρατήρησης της Γης για αμυντικούς σκοπούς, στο οποίο συμμετείχε η Ελλάδα, ήταν το στρατιωτικό πρόγραμμα HELIOS II.

Το «Helios II» ήταν ένα πρόγραμμα αμυντικής συνεργασίας στον τομέα της συλλογής πληροφοριών, γαλλικής προ-

έλευσης, στο οποίο συμμετείχαν Ιταλία, Ισπανία, Βέλγιο και Ελλάδα. Η Γερμανία συμμετείχε στο πρόγραμμα μέσω συμφωνίας ανταλλαγής εικόνων με τη Γαλλία.

Ο πρώτος από τους δορυφόρους του δικτύου, Helios IIA, εκτοξεύτηκε στις 18 Δεκεμβρίου 2004, και ακολούθησε ο Helios IIB, ο οποίος εκτοξεύτηκε πέντε χρόνια αργότερα, στις 18 Δεκεμβρίου 2009¹. Οι δύο δορυφόροι ήταν πανομοιότυποι² και έφεραν ένα οπτικό και θερμικό υπέρυθρο όργανο υψηλής ανάλυσης, κατασκευής Thales, με ανάλυση 35 cm στο οπτικό³ και ένα όργανο μέσης ανάλυσης, κατασκευασμένο από την Airbus⁴.

Σ' ό,τι αφορά τη χρηματοδότηση του προγράμματος, αυτή προήλθε κατά 95% από τη Γαλλία, ενώ η οικονομική συμμετοχή των υπόλοιπων χωρών (Ιταλία, Ισπανία, Βέλγιο, Ελλάδα) ανερχόταν στο 2,5% του συνολικού κόστους του προγράμματος. Κάθε χώρα λάμβανε εικόνες ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής της.

Η συμμετοχή της χώρας μας στο Helios-II ανακοινώθηκε, στις αρχές του 2005, μέσω Συμφωνίας Συνεργασίας των Υπουργείων Άμυνας Ελλάδας και Γαλλίας, η οποία κυρώθηκε από τη Βουλή των Ελλήνων στις 16 Μαρτίου του 2007 (Νόμος 3546/2007). Η ανωτέρω συμφωνία προέβλεπε ελληνική συμμετοχή στο πρόγραμμα σε ποσοστό 2,5%, καθώς και προμήθεια και εγκατάσταση επίγειου σταθμού για λήψη και ανάλυση



Εικόνα 1: Δορυφόρος Helios II B.

των δορυφορικών εικόνων.

Το δορυφορικό πρόγραμμα Helios-II B τερμάτισε τη λειτουργία του στις 31 Δεκεμβρίου 2021. Έκτοτε, η Ελλάδα λαμβάνει εμπορικές δορυφορικές εικόνες από την γαλλικής προέλευσης υπηρεσία ONE ATLAS της AIRBUS Defence and Space (η Γαλλία κατά 80%, το Βέλγιο 10% και η Ελλάδα 10%).

Η Airbus Defense and Space, τον Μάιο του 2017, εξελίχθηκε σε κορυφαίο πάροχο δορυφορικών εικόνων, παρέχοντας πρόσβαση στην υπηρεσία ροής βασικών χαρτών οπτικών δορυφορικών εικόνων μέσω του One Atlas ⁵.

Η διαδικασία λήψης των εικόνων ξεκινάει με κατάθεση του αιτήματος για την περιοχή ενδιαφέροντος υπό συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες. Η λήψη της εικόνας από τον ενδιαφερόμενο γίνεται μέσα στις επόμενες ώρες, εφόσον πρόκειται για νέο προγραμματισμό, ή νωρίτερα, εφόσον η εικόνα έχει ήδη ληφθεί και υπάρχει διαθέσιμη στο αρχείο της εταιρείας.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ HELLAS SAT

Η Hellas Sat ιδρύθηκε το 2001, έχει έδρα το Κορωπί και έχει αναλάβει μέσω συμβάσεων με το ελληνικό κράτος τα αποκλειστικά δικαιώματα της αξιοποίησης της τροχιακής θέσης της Ελλάδας και της Κύπρου. Μετά την πρώτη εκτόξευση του Hellas Sat το 2002,

ακολούθησαν οι Hellas Sat 2 το 2003, ο Hellas Sat 3 το 2017 ο Hellas Sat 4 το 2019, ενώ το 2025 αναμένεται να εκτοξευτεί ο Hellas Sat ⁶.



Εικόνα 2: Λογότυπο Εταιρείας Hellas Sat.

Hellas Sat 1

Η δραστηριότητα της Hellas Sat ξεκίνησε με τη μίσθωση του γερμανικού δορυφόρου DFS Kopernikus 3 από την Deutsche Telekom, για να εξασφαλιστούν τα ελληνικά δικαιώματα στην γεωστατική τροχιά. Ο συγκεκριμένος δορυ-

φόρος είχε παραγγελθεί το 1983, κατασκευάστηκε από μία κοινοπραξία πολλών εταιρειών και είχε εκτοξευθεί το 1992. Αξιοποιήθηκε από την Hellas Sat το 2002 με ονομασία Hellas Sat 1.

«Hellas Sat 2»

Ο «Hellas Sat 2» είναι ο πρώτος ιδιόκτητος ελληνικός τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος, ο οποίος αντικατέστησε τον Hellas Sat 1. Εκτοξεύτηκε το 2003 και πρόκειται για το μοντέλο Eurostar E2000+ της γαλλικής εταιρείας Astrium.

«Hellas Sat 3»

Με τον δορυφόρο Hellas Sat 2 να φτάνει στο τέλος της επιχειρησιακής ζωής του, η Hellas Sat σχεδίασε την αντικατάστασή του με δυο νέους δορυφόρους, τον Hellas Sat 3 και τον Hellas Sat 4. Ο Hellas Sat 3 είναι ένα μοντέλο Spacebus-4000C4, κατασκευασμένο από την γαλλική εταιρεία Thales Alenia Space. Την εκτόξευση ανέλαβε η γαλλική Ariane

Space και πραγματοποιήθηκε στις 28 Ιουνίου 2017.

«Hellas Sat 4»

Ο Hellas Sat 4 είναι ένας ελληνικός δορυφόρος γεωστατικών επικοινωνιών, ο οποίος εκτοξεύθηκε, για λογαριασμό της Hellas Sat, το 2019 και λειτουργεί από την τροχιακή θέση της Ελλάδας, 39° ανατολικά. Ο δορυφόρος έχει σχεδιαστεί για διάρκεια ζωής δεκαπέντε ετών και κατασκευάστηκε στο Ντένβερ του Κολοράντο.

Με την εκτόξευση του Hellas Sat 4 η χώρα διασφάλισε και επέκτεινε τα δικαιώματά της στο διάστημα και απέκτησε σημαντικές νέες δυνατότητες στους τομείς των τηλεπικοινωνιών. Δυνατότητες που αξιοποιούνται από τις Ένοπλες Δυνάμεις και τα σώματα ασφαλείας για αμυντικούς σκοπούς, σκοπούς πολιτικής προστασίας αλλά και ως ισχυρό αναπτυξιακό και ερευνητικό εργαλείο.



Εικόνα 3: Εκτόξευση Hellas Sat 4.

«Hellas Sat 5»

Ήδη έχει ξεκινήσει ο σχεδιασμός του νέου δορυφόρου Hellas Sat 5, ο οποίος αναμένεται να εκτοξευθεί το 2025. Ο νέος δορυφόρος θα ενσωματώνει καινοτόμες τεχνολογίες και θα προσφέρει υψηλότερες συχνότητες αλλά και ταχύτητες.

Ο Hellas Sat 5 θα συμβάλλει στην αποτελεσματική λειτουργία του 5G, η οποία θεωρείται η επόμενη σημαντική δραστηριότητα των δορυφόρων, καθώς διασφαλίζεται αδιάλειπτη παροχή σύνδεσης, ακόμα και όταν τα συμβατικά δίκτυα παρουσιάζουν «κενά» ή αστάθειες.

Αξιοποίηση από τις ΕΔ

Στα πρώτα χρόνια λειτουργίας της, η Hellas Sat είχε παραχωρήσει, αρχικά, στο ελληνικό δημόσιο δύο (2) αναμεταδότες, ένας εκ των οποίων χρησιμοποιούταν από το ΥΠΕΘΑ. Μετά την εκτόξευση των Hellas Sat-3/4, το δημόσιο πλέον έχει στη διάθεσή του έξι αναμεταδότες. Κάθε αναμεταδότης λαμβάνει ένα εύρος συχνοτήτων.

Η Ελλάδα αξιοποιεί το διαθέσιμο φάσμα κυρίως για τις ανάγκες του Στρατού Ξηράς και του Πολεμικού Ναυτικού. Ειδικότερα, ο Στρατός Ξηράς διαθέτει κινούμενους επικοινωνιακούς κλωβούς (ΚΕΚ), προκειμένου να πραγματοποιεί ευρυζωνικές δορυφορικές επικοινωνίες σημείο προς σημείο. Με τον τρόπο αυτό, καθίσταται δυνατή η απευθείας επικοινωνία μεταξύ των Μονάδων αλλά και με τα Κέντρα Επιχειρήσεων, που διαθέτουν συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών.

Επιπλέον, τα πλοία του Ναυτικού διαθέτουν ειδικές κεραίες, οι οποίες με τη βοήθεια γυροσκοπίων στρέφονται ανά πάσα στιγμή προς το δορυφόρο. Τα συστήματα αυτά δημιουργούν ζεύξη τόσο μεταξύ των πλοίων όσο και με τα Κέντρα Επιχειρήσεων μέσω του κεντρικού σταθμού, ο οποίος βρίσκεται στην Αταλάντη. Ο σταθμός εδάφους έχει τη δυνατότητα διαμοίρασης πληροφοριών και στους τρεις κλάδους των Ενόπλων Δυνάμεων.

ΚΥΒΕΡΝΗΤΙΚΕΣ ΔΟΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ (ΚΛΕΙ.Δ.ΔΙ./ GreeCom) (Governmental Satellite Communications- GovSatCom)

Το πρόγραμμα GOVSATCOM είναι μία πρωτοβουλία της ΕΕ και αναμένεται να είναι πλήρως επιχειρησιακό μέχρι το 2027. Στόχος του GOVSATCOM είναι να διασφαλίσει τη μακροπρόθεσμη διαθεσιμότητα αξιόπιστων, ασφαλών και οικονομικά αποδοτικών δορυφορικών επικοινωνιών στην ΕΕ και τα κράτη – μέλη της.

Το 2017, πραγματοποιήθηκε συνάντηση μεταξύ εκπροσώπων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και μελών του Υπουργείου Ψηφιακής Πολιτικής, Τηλεπικοινωνιών και Ενημέρωσης. Στο επίκεντρο της διμερούς αυτής συνάντησης βρέθηκε η ανάπτυξη των κυβερνητικών δορυφορικών επικοινωνιών (GOVSATCOM)⁷ στην Ελλάδα.

Από το 2019, η Ελλάδα διαθέτει το δικό της λειτουργικό κυβερνητικό σύστημα δορυφορικών επικοινωνιών, που διασυνδέει Κυβερνητικούς Χρήστες και Χρήστες Ασφάλειας. Το ελληνικό σύστημα αναφέρεται ως GreeCom (Greek Governmental SatCom) ή ΚΛΕΙ.Δ.ΔΙ (Κλειστό Δορυφορικό Δίκτυο) και έχει αναπτυχθεί υπό την αιγίδα της Γενικής Γραμματείας Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης, που είναι αρμόδια για θέματα πολιτικής διαστήματος. Παρέχει αξιόπιστες επικοινωνίες σε κρίσιμες ελληνικές κυβερνητικές υπηρεσίες και διασυνδέει υψηλού επιπέδου κυβερνητικούς αξιωματούχους και φορείς λήψης αποφάσεων, κέντρα χειρισμού έκτακτης ανάγκης και κέντρα διοίκησης εντός και εκτός Ελλάδας. Παράλληλα, παρέχει συνδεσιμότητα σε περιοχές της Ευρώπης, της Μέσης Ανατολής, της Αφρικής και της Μεσογείου.

Το πρόγραμμα βασίζεται στο δορυφορικό σύστημα των «Hellas Sat 3» και «4». Το Κέντρο Δορυφορικής Διανομής της «GreeCom» βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας και οι επιχειρήσεις διεξάγονται αποκλειστικά από το προσωπικό του Υπουργείου.

Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ ΓΙΑ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Ο πλανήτης περνά σε μια νέα ψηφιακή εποχή, στην οποία η παγκόσμια οικονομία και ασφάλεια τείνουν να εξαρτώνται ολοένα και περισσότερο από την ασφαλή και ανθεκτική συνδεσιμότητα.

Σε ένα γεωπολιτικό περιβάλλον, στο οποίο οι απειλές στον κυβερνοχώρο και οι υβριδικές απειλές πολλαπλασιάζονται, η ανάγκη για ασφαλή και ανθεκτική συνδεσιμότητα ενισχύεται. Γι' αυτό, απαιτείται ποσοτική και ποιοτική βελτίωση των ικανοτήτων satcom (δορυφορικών επικοινωνιών) της ΕΕ στην κατεύθυνση εύρεσης λύσεων που εγγυώνται υψηλότερη ασφάλεια και πρόσβαση σε υψηλής ταχύτητας ευρυζωνικά δίκτυα.

Αντιμετωπίζοντας τις τρέχουσες και μελλοντικές προκλήσεις, η ΕΕ έχει προτείνει ένα φιλόδοξο σχέδιο για την ανάπτυξη ενός διαστημικού συστήματος ασφαλούς συνδεσιμότητας, το οποίο θα αποτελέσει τον διαστημικό πυλώνα για μια ψηφιακή, ανταγωνιστική και ασφαλέστερη Ευρώπη.

Το Πρόγραμμα Ασφαλούς Συνδεσιμότητας, με την επωνυμία 'IRIS²' (Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite), αναπτύσσεται σταδιακά, με αρχική φιλοδοξία να παρέχει τις πρώτες υπηρεσίες το 2024,

για να φτάσει σε πλήρη επιχειρησιακή ικανότητα έως το 2027⁸.

Η Ελλάδα, από την μεριά της, έχει την πρόθεση να συμμετάσχει σε αυτή την ευρωπαϊκή προσπάθεια με την ανάπτυξη του Εθνικού Διαστημικού Προγράμματος Μικροδορυφόρων.

ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΡΟΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Το Εθνικό Πρόγραμμα Κατασκευής Μικροδορυφόρων σχεδιάστηκε με γνώμονα τον ψηφιακό μετασχηματισμό της χώρας, την ανάπτυξη της εθνικής οικονομίας, καθώς και τη βέλτιστη αξιοποίηση και επέκταση των ψηφιακών υποδομών της χώρας. Παράλληλα, στόχος είναι ο εκσυγχρονισμός και η αποτελεσματικότητα του δημόσιου τομέα, ο οποίος θα παράγει προστιθέμενη αξία για τους πολίτες και τις επιχειρήσεις στη νέα ψηφιακή εποχή.

Το πρόγραμμα θα περιλαμβάνει, σύμφωνα με τη Βίβλο Ψηφιακού Μετασχηματισμού, την ανάπτυξη ενός αστερισμού μικροδορυφόρων, ο οποίος θα υποστηρίζει τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών και παρατήρησης της γης για χρήση από κυβερνητικές δορυφορικές υπηρεσίες με εφαρμογή σε διάφορους τομείς, όπως χαρτογραφία, ναυτιλία, γεωργία ακριβείας, τοπογραφία και πολεοδομικό σχεδιασμό. Το έργο των μικροδορυφόρων έχει σχεδιαστεί με κύριο στόχο την ολιστική παροχή ασφαλών τηλεπικοινων-

νικών υπηρεσιών. Επιπλέον, σε ένα δεύτερο επίπεδο, θα υποστηρίξει εφαρμογές και υπηρεσίες έρευνας και διάσωσης, συνοριακού ελέγχου, εθνικής ασφάλειας και πολιτικής προστασίας. Παράλληλα, η ανάπτυξη του μικροδορυφορικού συστήματος (διαστημικού και εδάφους) αναμένεται να ενισχύσει τις δυνατότητες της ελληνικής βιομηχανίας υψηλής τεχνολογίας. Τέλος, το έργο αναμένεται να αυξήσει τη διαθεσιμότητα, την ασφάλεια και τον έλεγχο ταυτότητας των κυβερνητικών δικτύων επικοινωνίας.

Οι τεχνολογίες και εφαρμογές, που αναπτύσσονται στο σύνολο του έργου, θα υποστηρίξουν το κρίσιμο έργο της παρακολούθησης του περιβάλλοντος και της ασφάλειας. Συγκεκριμένα, θα εξυπηρετούν ανάγκες που αφορούν στην ασφαλή συνδεσιμότητα όπως είναι:

- Τηλεπικοινωνίες
- Κβαντική κρυπτογράφηση
- Εξυπηρέτηση σκοπών Εθνικής Ασφάλειας, όπως επιτήρηση συνόρων καθώς
- Ανάγκες που αφορούν στην Πολιτική Προστασία, όπως προστασία περιβάλλοντος μέσω της παρατήρησης της γης.

Με το Εθνικό Πρόγραμμα Μικροδορυφόρων, το οποίο πλέον βρίσκεται σε αρχική φάση υλοποίησης, η Ελλάδα θα αναβαθμίσει σημαντικά τη θέση της, απαντώντας στις σύγχρονες διεθνείς και περιφερειακές προκλήσεις και ευκαιρίες. Παράλληλα, θα εξασφαλίσει ένα αποτέ-

λεσμα με εξαιρετικά ισχυρό αναπτυξιακό, κοινωνικοοικονομικό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα, σε βραχυπρόθεσμο και μεσοπρόθεσμο ορίζοντα.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ, ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ

Η ύπαρξη δορυφορικού συστήματος πλοήγησης είναι υψίστης σημασίας, ιδιαίτερα για την επιχειρησιακή λειτουργία των Ενόπλων Δυνάμεων, καθώς παρέχει δυνατότητα συνεχούς και με καλή ακρίβεια εντοπισμού θέσης, ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών.

Τα ευρωπαϊκά δορυφορικά συστήματα πλοήγησης, αντίστοιχα του αμερικάνικου GPS, είναι το EGNOS και το Galileo.⁹

Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης «EGNOS»

Το πρώτο ευρωπαϊκό εγχείρημα στον τομέα της δορυφορικής πλοήγησης είναι η ανάπτυξη του προγράμματος EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), το οποίο αποτελεί σύστημα επαύξησης της ακρίβειας των υπάρχοντων συστημάτων πλοήγησης (SBAS, Satellite Based Augmentation System).

Ο κύριος στόχος του συστήματος EGNOS είναι η βελτίωση του στίγματος του GPS στη γεωγραφική περιοχή της Ευρώπης. Παράλληλα, δύναται να λειτουργήσει ως παράγοντας επαύξησης

της απόδοσης διαφορετικών συστημάτων πλοήγησης, όπως του GALILEO, σε κρίσιμους τομείς ασφαλείας, όπως η αεροπορία και η πλοήγηση πλοίων σε στενά κανάλια (ισθμοί).

Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης «GALILEO»

Το Galileo είναι το ευρωπαϊκό σύστημα δορυφορικής πλοήγησης νέας γενιάς, με εφαρμογές που καλύπτουν όλα τα συστήματα μεταφορών (οδικές, αεροπορικές, θαλάσσιες, κ.λ.π.), αλλά και άλλους τομείς της οικονομίας. Το σύστημα Galileo είναι παγκόσμιας εμβέλειας, ανεξάρτητο από το αμερικανικό GPS, αλλά διαλειτουργικό¹⁰.

Ο πλήρης αστερισμός Galileo αποτελείται συνολικά από είκοσι οκτώ ενεργούς δορυφόρους¹¹. Η επόμενη γενιά δορυφόρων προβλέπεται να τεθεί σε λειτουργία μετά το 2025 για να αντικαταστήσει παλαιότερο εξοπλισμό, ο οποίος στη συνέχεια θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εφεδρικός.

Το δορυφορικό σύστημα πλοήγησης GALILEO παρέχει τις παρακάτω υπηρεσίες:

➤ Open Service (OS)¹² Αυτή η λειτουργία, η οποία θα είναι διαθέσιμη χωρίς χρέωση για εμπορική χρήση από οποιονδήποτε διαθέτει κατάλληλο εξοπλισμό, παρέχει ακρίβεια θέσης έως 1 m.

➤ High Accuracy Service (HAS)¹³ Ακρίβεια θέσης έως 1cm χωρίς χρέωση.

➤ Public Regulated Service (PRS,

κρυπτογραφημένη κυβερνητική υπηρεσία)¹⁴. Υπηρεσία σχεδιασμένη με πιο αυστηρό πρωτόκολλο ασφάλειας και κρυπτογραφημένη, με μηχανισμούς anti-jamming και αξιόπιστης ανίχνευσης προβλημάτων. Είναι μια έκδοση για κυβερνητικούς χρήστες, με αποδέκτες κυρίως υπηρεσίες πολιτικής προστασίας, τελωνειακές αρχές και αστυνομία. Το παρεχόμενο σήμα είναι κωδικοποιημένο ώστε να παρέχει αδιάλειπτες υπηρεσίες προς τους αρμόδιους χρήστες κατά τη διάρκεια διαχείρισης κρίσεων ή επειγόντων περιστατικών.

➤ Search and Rescue Service (SAR)¹⁵. Είναι μια υπηρεσία έρευνας και διάσωσης σε τροχιά μέσης απόστασης (MEOSAR) και είναι μέρος του Διεθνούς Προγράμματος Cospas-Sarsat. Η εν λόγω υπηρεσία έχει την ικανότητα να ενημερώνει τον χρήστη που βρίσκεται σε κίνδυνο ότι το σήμα κινδύνου έχει ληφθεί και ότι η βοήθεια προς αυτόν είναι καθ' οδόν.

Αξιοποίηση του GALILEO και του EGNOS από τις Ένοπλες Δυνάμεις

Σήμερα, μολονότι το σύστημα πλοήγησης EGNOS μπορεί να βελτιώσει ση-

μαντικά την ακρίβεια των δεκτών GPS, λόγω του πολιτικού του χαρακτήρα δεν αξιοποιείται σε ικανοποιητικό βαθμό από τις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις, οι οποίες, όπως και οι λοιπές χώρες του NATO, χρησιμοποιούν το πιστοποιημένο GPS.

Μία από τις υπηρεσίες που παρέχει το σύστημα πλοήγησης GALILEO, όπως ήδη έχει αναφερθεί, είναι η κυβερνητική υπηρεσία PRS (Public Regulated Service), η οποία προορίζεται για συγκεκριμένους κυβερνητικούς φορείς αποκλειστικά εσωτερικής ασφάλειας και όχι άμυνας¹⁶.

Η χρήση της, σε αντίθεση με άλλες μη ασφαλείς υπηρεσίες, πρέπει να υπόκειται σε έλεγχο για λόγους τόσο εσωτερικής όσο και εξωτερικής ασφάλειας, καθώς ορισμένες εφαρμογές της θεωρούνται ευαίσθητες από πολιτική και στρατηγική άποψη. Το σύνολο των χαρακτηριστικών της PRS επιβάλλει τον ακριβή καθορισμό, μέσω νομοθετικού κειμένου, των τρόπων πρόσβασης σε αυτήν καθώς και των εξουσιοδοτημένων χρηστών της¹⁷.

Στην Ευρώπη το μοναδικό σύστημα πλοήγησης που χρησιμοποιείται για



Εικόνα 4: Δορυφόροι συστήματος GALILEO.

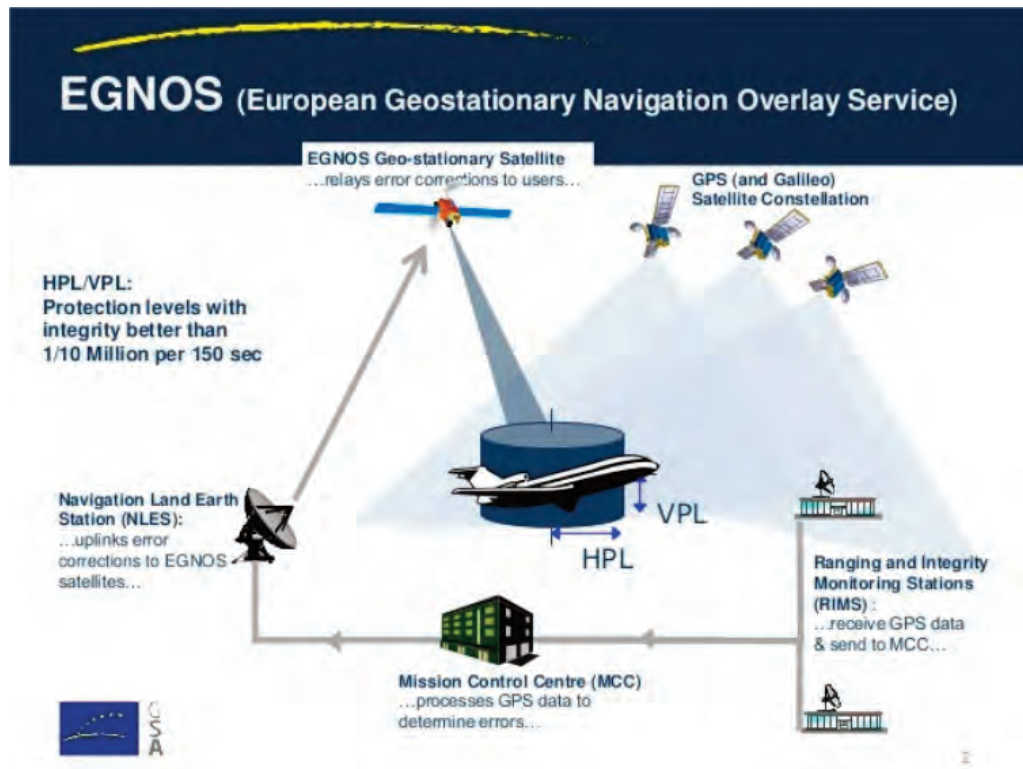
στρατιωτικούς σκοπούς είναι το αμερικάνικο GPS. Τα κράτη-μέλη της ΕΕ έχουν αποφασίσει τη διερεύνηση των δυνατοτήτων που έχει το Galileo σε συνδυασμό με το GPS. Για το σκοπό αυτό βρίσκεται σε εξέλιξη, σύμφωνα με απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Κομισιόν), η συγκρότηση σε κάθε κράτος - μέλος εσωτερικών αρχών αρμόδιων για το PRS (CPA, Competent PRS Authorities), οι οποίες θα έχουν ως έργο την αξιολόγηση των δυνατοτήτων της υπηρεσίας και το βαθμό απόκρισης των διαβαθμισμένων πληροφοριών της στις τρέχουσες απαιτήσεις. Σημειώνεται ότι η Ευρωπαϊκή Πολιτική Διαστήματος του 2007¹⁸ δεν απαγορεύει τη στρατιωτική χρήση του

Galileo. Σημειώνει, όμως, ότι πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι είναι ένα σύστημα πολιτικής προστασίας υπό μη στρατιωτικό έλεγχο¹⁹.

Μετά το πέρας της αξιολόγησης της υπηρεσίας PRS και εφόσον υπάρξει συμφωνία, εκτιμάται ότι θα ανοίξει ο δρόμος για την αξιοποίησή της από τις Ένοπλες Δυνάμεις των κρατών-μελών.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΩΣΗΣ

Δεδομένου ότι ο συμβατικός τρόπος διάσωσης αντιμετωπίζει κάποιες δυσκολίες, σχετιζόμενες με τον εντοπισμό του σήματος (π.χ. εδαφικές εξάρσεις, οι



Εικόνα 5: Τρόπος Λειτουργίας EGNOS.

οποίες εμποδίζουν τους επίγειους σταθμούς, ή αδυναμία έγκαιρης λήψης του σήματος κινδύνου διότι τα αεροσκάφη που κινδυνεύουν δε βρίσκονται εντός εμβέλειας), υπάρχει καθυστέρηση στον εντοπισμό και αδυναμία προσδιορισμού της ακριβούς θέσης του αεροσκάφους, που εκπέμπει το σήμα κινδύνου.

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, το 1979, ο Καναδάς, οι ΗΠΑ, η Γαλλία και η Ρωσία να ξεκινήσουν μία συνεργασία, η οποία οδήγησε στη δημιουργία του διαστημικού προγράμματος έρευνας και διάσωσης, το οποίο πήρε την ονομασία και ξεκίνησε την επιχειρησιακή του λειτουργία το 1985.

Στο δορυφορικό πρόγραμμα COSPAS/SARSAT οι χώρες μπορούν να συμμετέχουν ως USER STATE (απλός χρήστης) ή GROUND SEGMENT PROVIDER (Πάροχος Υπηρεσιών Εδάφους)²⁰ με την εγκατάσταση επίγειου σταθμού λήψης μηνυμάτων κινδύνου LUT (Local User Terminal).

Στην Ελλάδα, υπάρχουν δυο Τοπικοί Τερματικοί Σταθμοί λήψης (GEOLUT-LEOLUT), οι οποίοι αποτελούν μέρος του Ελληνικού Κέντρου Ελέγχου Αποστολών λήψης και διανομής δορυφορικών σημάτων κινδύνου (GRMCC) και βρίσκονται στο όρος Πεντέλη.

Η Ελλάδα στο συγκεκριμένο πρόγραμμα συμμετείχε για πρώτη φορά το 1992, ως user state, οπότε λάμβανε τα σήματα κινδύνου αρχικά μέσω του γαλλικού σταθμού και έπειτα μέσω του ιταλικού (Mission Control Center-IMCC).

Το Μάιο του 2006, η Ελλάδα, από User State, έγινε Ground Segment Provider. Ως επίσημος ελληνικός πάροχος έχει οριστεί, από τις 2 Ιανουαρίου 2008, το Ελληνικό Κέντρο Ελέγχου Αποστολών (ΕΚΕΑ).

Η συμμετοχή της Ελλάδας στο εν λόγω πρόγραμμα της προσέδωσε αυτονομία στη λήψη των ειδοποιήσεων κινδύνου, που προέρχονται από ραδιοφάρους πλοίων, αεροσκαφών και προσώπων, και κατά συνέπεια τη δυνατότητα για ταχύτερη ενεργοποίηση των υπηρεσιών Έρευνας και Διάσωσης εντός της περιοχής ευθύνης της ²².

Ενιαίο Κέντρο Συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης (ΕΚΣΕΔ)

Το 1947, η Σύμβαση του Σικάγο του ICAO (Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας) εγκρίθηκε από το ελληνικό κοινοβούλιο και έγινε Νόμος του Κράτους (Νόμος 211/1947). Με την αποδοχή της Σύμβασης, η Ελλάδα ανέλαβε την υποχρέωση παροχής υπηρεσιών εντοπισμού και διάσωσης ατόμων, που βρίσκονται σε κίνδυνο, μετά από αεροπορικά ατυχήματα εντός του FIR Αθηνών.

Το Μάιο του 1953, η παραπάνω Σύμβαση τέθηκε σε εφαρμογή και η ευθύνη της αεροπορικής Ε-Δ ανατέθηκε στην ΠΑ. Για το λόγο αυτό, το ίδιο έτος, αποφασίστηκε η δημιουργία του Κέντρου Συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης (ΚΣΕΔ).

Τον Απρίλιο του 1989, κυρώθηκε από το ελληνικό κοινοβούλιο η Σύμβαση

του Αμβούργου (Νόμος 1844/1989), βάσει της οποίας η χώρα μας ανέλαβε την υποχρέωση εντοπισμού και διάσωσης ατόμων, που κινδυνεύουν στη θάλασσα, εντός του FIR Αθηνών. Η ευθύνη της ναυτικής Ε-Δ έχει ανατεθεί στο Λιμενικό Σώμα (ΛΣ), το οποίο συγκρότησε αντίστοιχο Θάλαμο Επιχειρήσεων στο Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας (ΥΕΝ/ΘΕ).

Μετά από κοινή διαπίστωση του ΓΕΑ και του Αρχηγείου ΛΣ (ΑΛΣ) ότι τα δύο Κέντρα (ΚΣΕΔ και ΥΕΝ/ΘΕ) πρέπει να επιχειρούν στον ίδιο χώρο για να είναι πιο αποτελεσματική η συνεργασία τους, το Ανώτατο Αεροπορικό Συμβούλιο του ΓΕΑ αποφάσισε τη μεταφορά του ΚΣΕΔ στο τότε ΥΕΝ/ΘΕ (σήμερα Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη / ΛΣ-ΕΛΑΚΤ), όπου και παραμένει ως σήμερα. Πλέον, τα δύο Κέντρα λειτουργούν ως Ενιαίο ΚΣΕΔ (ΕΚΣΕΔ).

Επιπλέον, από τις 2 Ιανουαρίου του 2008, το ΕΚΣΕΔ πλαισιώνεται από το ΕΚΕΑ (Ελληνικό Κέντρο Ελέγχου Αποστολών - Greek Mission Control Center, GRMCC), το οποίο λειτουργεί ως επίσημος Πάροχος Υπηρεσιών Εδάφους (Ground Segment Provider) στον Οργανισμό COSPAS /SARSAT.

Σε περίπτωση ενεργοποίησης ραδιοφάρου (ELT, EPIRB ή PLB), στέλνεται σήμα κινδύνου στους δορυφόρους COSPAS /SARSAT, οι οποίοι το αναμεταδίδουν στους LUTs, οι οποίοι το επεξεργάζονται, ώστε να υπολογίσουν τη θέση του ραδιοφάρου.

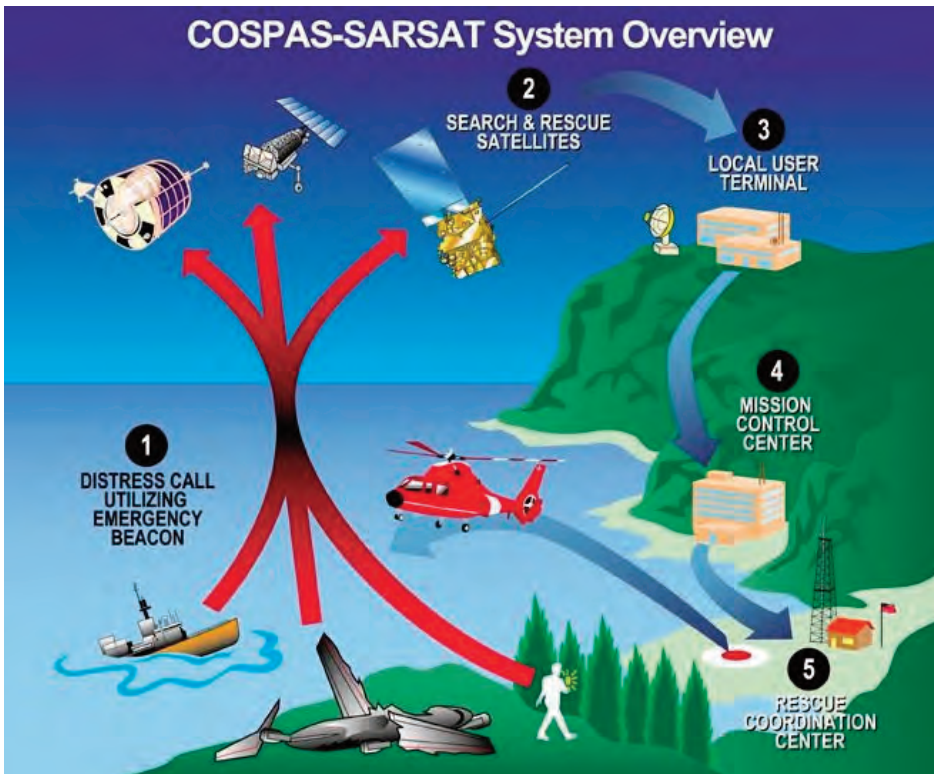
Όλες οι πληροφορίες του σήματος κινδύνου συγκεντρώνονται στο ΕΚΕΑ, το οποίο λειτουργεί ως επίσημος Πάροχος Υπηρεσιών Εδάφους (Ground Segment Provider) για τα Συστήματα Ελέγχου Έρευνας-Διάσωσης.

Με τη λήψη του σήματος κινδύνου ενημερώνεται ο Ναυτικός ή ο Αεροπορικός Τομέας του ΕΚΣΕΔ, ανάλογα με τη θέση της εκπομπής του ραδιοφάρου, οι οποίοι με τη σειρά τους θέτουν σε μεγίστη ετοιμότητα τα μέσα Έρευνας και Διάσωσης (πλωτά, εναέρια ή χερσαία).

ΑΤΕΝΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Καθώς διανύουμε τον 21ο αιώνα, ο οποίος χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία της τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένης της διαστημικής, σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης ζωής, η Ελλάδα θα πρέπει να είναι σε θέση να αξιοποιήσει κάθε ευκαιρία που της δίνεται για να καλύψει τις εθνικές της απαιτήσεις. Η χρήση του Διαστήματος καλύπτει ένα μεγάλο εύρος τεχνολογιών και εφαρμογών με πολλαπλά πολιτικά, στρατηγικά και κοινωνικά οφέλη.

Τα οφέλη από την αξιοποίηση του Διαστήματος προϋποθέτουν έγκαιρη ενημέρωση, σοβαρό σχεδιασμό, πολιτική βούληση, συνεπή χρηματοδότηση και διάθεση εξειδικευμένου και έμπειρου προσωπικού, όλα τα παραπάνω συνο-



Εικόνα 6: Γραφική αναπαράσταση COSPAS-SARSAT.

δευόμενα από πίστη στο μακροπρόθεσμο πολιτικό, αμυντικό και εμπορικό κέρδος που μπορεί να αποφέρει η διαστημική δραστηριότητα ²³.

ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΓΡΑΠΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΤΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η Ελλάδα στη χάραξη διαστημικής πολιτικής θα πρέπει να κινείται με γνώμονα την εκπλήρωση των εθνικών σκοπών προς όφελος της ασφάλειας και ευημερίας των πολιτών της. Ακρογωνιαίος

λίθος μιας ισχυρής εθνικής διαστημικής πολιτικής είναι μία ρεαλιστική στρατηγική, η οποία θέτοντας εφικτούς στόχους θα προσανατολίζεται στη μελλοντική, σταδιακή δορυφορική αυτονομία της χώρας.

Καταλυτικό ρόλο σ' αυτήν την κατεύθυνση δύναται να διαδραματίσει το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης και ο ΕΛΚΕΔ, που σκοπός του είναι η «διαμόρφωση πρότασης για τη στρατηγική στον τομέα του διαστήματος και η εκπόνηση κυλιόμενου-δυναμικού σχεδίου δράσης της διαστημικής στρατηγικής σε συνεργασία με την πανεπιστημιακή και ερευνητική κοινότητα, τον Δη-

μόσιο και τον Ιδιωτικό Τομέα που προσδιορίζει στόχους, τομείς συνεργασίας και διαδικασίες για την επίτευξη των στόχων»²⁴.

Σε συνεργασία με το ΥΠΕΘΑ, θα πρέπει να καθορίσουν σε ένα επίσημο κείμενο, τους μακροπρόθεσμους στόχους, υλοποιούμενους με ρεαλιστικές δράσεις για την ενίσχυση της ασφάλειας και άμυνας της χώρας, συμπεριλαμβάνοντας την ενσωμάτωση επιστημονικών και τεχνολογικών επιτευγμάτων, τις διακρατικές συνεργασίες, την ενθάρρυνση επενδύσεων στις διαστημικές δραστηριότητες και την περαιτέρω ανάπτυξη της διαστημικής έρευνας.

Για την υλοποίηση του εθνικού σχεδιασμού στον τομέα του διαστήματος δε θα πρέπει να αγνοηθεί ο ρόλος των ιδιωτικών επιχειρήσεων και των ερευνητικών ιδρυμάτων. Η εύστοχη αξιοποίησή τους για την εκπλήρωση του σκοπού της αμυντικής θωράκισης της χώρας περιλαμβάνει την ενίσχυση της μεταξύ τους συνεργασίας.

ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ ΣΕ ΝΕΑ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Η συμμετοχή της χώρας σε προγράμματα, στρατιωτικά και εμπορικά, στον τομέα της δορυφορικής παρατήρησης γης, σε συνδυασμό με το εθνικό πρόγραμμα μικροδορυφόρων, εκτιμάται ότι

θα καλύπτει σε ικανοποιητικό βαθμό τις ανάγκες πληροφόρησης της χώρας.

Ένας τομέας που αξίζει προσοχής είναι αυτός των υποκλοπών σημάτων, για τον οποίο η Ελλάδα είχε εκφράσει, από το 2010, το ενδιαφέρον της. Ήδη η Πολωνία ανακοίνωσε ότι εξετάζει το ενδεχόμενο συνεργασίας με την Γαλλία σ' αυτό το πεδίο.

Στον τομέα των δορυφορικών επικοινωνιών, ο Hellas Sat καλύπτει σε σημαντικό βαθμό τις τρέχουσες τηλεπικοινωνιακές ανάγκες. Η μελλοντική συμμετοχή της χώρας στο Πρόγραμμα Ασφαλούς Συνδεσιμότητας, από το 2027, αναμένεται να ικανοποιήσει ακόμη πιο απαιτητικές απαιτήσεις των Ενόπλων Δυνάμεών μας για παροχή υπηρεσιών πολύ μεγάλης ταχύτητας και υψηλής ασφάλειας.

Με δεδομένη την πυραυλική απειλή από τη γείτονα, η χώρα θα πρέπει να εξετάσει επίσης τη δυνατότητα συμμετοχής σε διεθνείς συνεργασίες, που αποβλέπουν στην ανάπτυξη έγκαιρης προειδοποίησης κατά εισερχομένων πυραύλων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το συμπέρασμα που εξάγεται από την αντίστοιχη εμπειρία μεγάλων χωρών είναι ότι η Ελλάδα πρέπει να επιδιώξει τη συμμετοχή της σε διαστημικά προγράμματα με άμεση εφαρμογή στις Ένοπλες Δυνάμεις. Εναλλακτικά, μπορεί να αναπτύξει μελλοντικά αυτόνομο δορυφορικό

πρόγραμμα, υπό τον αποκλειστικό έλεγχο της χώρας, καθώς το διάστημα αναμένεται στο μέλλον να αποτελέσει την πέμπτη διάσταση του πολεμικού πεδίου.

Η σωστή χρήση των δορυφορικών προγραμμάτων μπορεί να εξασφαλίσει τόσο την ευημερία των πολιτών σε καιρό ειρήνης όσο και την ασφάλεια της χώρας σε καιρό πολέμου, δεδομένης μάλιστα της τεχνολογικής προόδου, που έχει σημειώσει η γείτονα χώρα στο πεδίο αυτό.

Κατ' αρχάς, τα συστήματα δορυφορικής παρακολούθησης μπορούν να αξιοποιηθούν από τη χώρα, σε ειρηνικές περιόδους, για τον ακόμη πιο αποτελεσματικό έλεγχο και τη θωράκιση των εθνικών συνόρων. Η Ελλάδα μπορεί να απαντήσει στην αυξημένη και συνεχή ροή προσφύγων, οι οποίοι εργαλαιοποιούνται, με τη συστηματική παρακολούθηση των συνόρων της, κάνοντας χρήση δορυφορικών μέσων ή/και drones, τα οποία ελέγχονται μέσω αυτών.

Επιπλέον, η χρήση δορυφορικών μέσων παρέχει στη χώρα μας τη δυνατότητα να παρακολουθεί και να ελέγχει τις μετακινήσεις των στρατευμάτων της γείτονος, ώστε να είναι σε θέση να επαγρυπνεί προκειμένου να αποτρέψει έναν ενδεχόμενο αιφνιδιασμό.

Τέλος, οι δορυφόροι παρατήρησης γης θα δώσουν στην Ελλάδα το πλεονέκτημα να παρακολουθεί περιοχές με ευαίσθητους στόχους, ακόμη και στα βάθη της Ανατολής, ζωτικής σημασίας

για την γείτονα χώρα. Μ' αυτόν τον τρόπο, θα συμβάλουν στην χάραξη μελλοντικού στρατηγικού σχεδιασμού. Με άλλα λόγια, η τεχνολογική υπεροχή των δορυφόρων βελτιώνει εκθετικά το στρατηγικό και επιχειρησιακό επίπεδο.

Από την άλλη, σε καιρό πολέμου, και δεδομένου ότι η χώρα μας διαθέτει στο οπλοστάσιο της όπλα καθοδηγούμενα από το αμερικανικό GPS, η εξέλιξη στον τομέα του διαστήματος θα εξασφαλίσει την απρόσκοπτη λειτουργία των δορυφόρων για την αποτελεσματική κατεύθυνση των όπλων με ακρίβεια, χωρίς πιθανότητα σκόπιμης υποβάθμισης.

Επιπλέον, καθώς τα κράτη έχουν εμπλακεί σε μία «κούρσα» απόκτησης Drones, ένα ισχυρό σύμπλεγμα δορυφόρων, προορισμένο για τις ανάγκες των Ενόπλων Δυνάμεων, θα αποδειχθεί εξαιρετικά αποτελεσματικό για την χρήση των Drones όχι μόνο ως μέσων αναγνώρισης αλλά και ως επιθετικών μέσων. Αυτό θα επιτευχθεί με την τροφοδότηση των Drones με δεδομένα από τους δορυφόρους οποιαδήποτε στιγμή, όπως ήδη συμβαίνει με τα BAYRAKTAR της Τουρκίας.

Ακολουθώντας, όπως έχει διαμορφωθεί η κατάσταση με την χρήση του δορυφορικού προγράμματος ONE ATLAS από την Ελλάδα, η απόκτηση εικόνας μιας περιοχής ενδιαφέροντος απαιτεί την παρέλευση αρκετών ωρών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χάνεται η δυνατότητα αποτροπής ενός αιφνιδιασμού και αξιολόγησης της υπάρχουσας κατάστασης

σε πραγματικό χρόνο.

Ένα άλλο πλεονέκτημα που μπορεί να προσφέρει ένα ισχυρό δορυφορικό πρόγραμμα σε περίοδο πολέμου είναι η ασφάλεια στις τηλεπικοινωνίες. Οι τελευταίες είναι ζωτικής σημασίας, καθώς, μεταξύ άλλων, παρέχουν προστασία σε περίπτωση ηλεκτρονικού πολέμου. Αυτό καθιστά επιτακτική την ολοκλήρωση του Εθνικού Διαστημικού Προγράμματος Μικροδορυφόρων, καθώς κύριος στόχος του προγράμματος είναι η ολοκληρωμένη παροχή ασφαλών τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Πρόσφατο παράδειγμα είναι η χρήση του δορυφορικού προγράμματος Starlink από την Ουκρανία, το οποίο εξασφάλισε στην εμπόλεμη χώρα συνεχή επικοινωνία.

Τα δορυφορικά προγράμματα, εκτός από παράγοντας βελτίωσης της επιθετικής ισχύος των Ενόπλων Δυνάμεων, μπορούν να ενισχύσουν και την αμυντική ικανότητα της χώρας. Δεδομένης της προσπάθειας της γείτονος χώρας να εδραιωθεί ως μία μελλοντική πυραυλική απειλή, η Ελλάδα θα πρέπει να εξετάσει σοβαρά τη συμμετοχή της σε συνεργασίες που άπτονται θεμάτων έγκαιρης προειδοποίησης έναντι εισερχόμενων βαλλιστικών πυραύλων. Σε αυτό τον δρόμο βρίσκεται ήδη η γείτονα χώρα με τη μελλοντική εκτόξευση των δορυφορικών προγραμμάτων GÖTURK –IV/V/VI.

Συμπερασματικά, δεδομένης της διαστημικής δραστηριότητας της Τουρκίας αλλά και των διαπιστωμένων δυνατοτήτων και προοπτικών που ανοίγει η

αξιοποίηση του διαστήματος, η Ελλάδα θα πρέπει, κατανοώντας το σημαντικό αντίκτυπο που έχει πλέον το διάστημα στις σύγχρονες πολεμικές επιχειρήσεις, να χαράξει μία συνεκτική πολιτική διαστήματος, η οποία θα περιστρέφεται γύρω από την προάσπιση των κυριαρχιών της δικαιωμάτων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

BIBΛΙΑ:

Βουγιούκας Δ. (2015). Δορυφορικές επικοινωνίες [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <http://hdl.handle.net/11419/2712>

Γκαλίτσιος Σ. (2009). “Στρατηγικά και επιχειρησιακά οφέλη από τη συμμετοχή της Ελλάδας στο δορυφορικό σύστημα Helios-2”, Διακλαδική Επιθεώρηση, Θεσσαλονίκη (exof15A.pdf (mil.gr))

Δαγκλής Ι. (2022). “Οι εθνικές και διεθνείς προοπτικές και οι τομείς ανάπτυξης των ελληνικών Επιχειρήσεων Διαστημικής Τεχνολογίας”, Ομιλία στο ψηφιακό συνέδριο: 2nd Athens Space and Satellite Industry Summit, Teamworks

Γερούλης Γ. (2021). “Η αεροδιαστημική τεχνολογία σήμερα στην υπηρεσία του Έθνους”. Στο Γ. Γερούλης - Α. Κολοβός (επιμ.) Σύγχρονες Αεροδιαστημικές Επιχειρήσεις, Πρακτικά Ετήσια Επιστημονική Διαδικτυακή Ημερίδα Α.ΑΚ.Ε., Αθήνα: Αεροπορική Ακαδημία Ελλάδος.

Καραντώνης Κ. (2022). “Hellas Sat: «Hellas Sat at a glance»”, Ομιλία στο ψηφιακό συνέδριο: 2nd Athens Space and Satellite Industry Summit, Teamworks

Κεραμιδάς Γ. (2017) Διπλωματική Εργασία «Η υποστήριξη επιχειρήσεων μέσω δορυφορικών συστημάτων», Σχολή Ικάρων, Δεκέλεια, ΥΑΕ.

Κολοβός Α. (2006), «Διάστημα και Εθνική Ασφάλεια, Πολιτικές και Στρατηγικές Διαστάσεις», Β' Έκδοση, Αθήνα, Εκδόσεις Ποιότητα.

Κολοβός Α. (2016). «Οι Δορυφόροι στην Υπηρεσία της Ασφάλειας: Η Επιτήρηση Εξωτερικών Συνόρων της Ευρωπαϊκής Ένωσης», Κέντρο Μελετών Ασφαλείας, Αθήνα, Εκδόσεις Ι. ΣΙΔΕΡΗΣ.

Κολοβός Α. (2021). «Ασφάλεια από το Διάστημα και Ασφάλεια στο Διάστημα». Στο Γ. Γερούλης- Α. Κολοβός (επιμ), Σύγχρονες Αεροδιαστημικές Επιχειρήσεις, Πρακτικά Ετήσιας Επιστημονικής Διαδικτυακής Ημερίδας Α.ΑΚ.Ε., Αθήνα: Αεροπορική Ακαδημία Ελλάδος.

Παράσχου Δ. «Χαρτογράφηση του Ελληνικού Οικοσυστήματος Διαστημικών Τεχνολογιών και Εφαρμογών: Η Συμβολή του στην Παρακολούθηση των Φυσικών Πόρων», Θεσσαλονίκη 2022

Τσώνης Σ. «Ασφάλεια Διαστήματος: Η Περίπτωση της Ελλάδας», Διπλωματική Εργασία, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Διεθνών Σχέσεων, Στρατηγικής και Ασφάλειας, Πανεπιστήμιο Νεάπολις Πάφου, Σεπτέμβριος 2022. <https://hephaestus.nup.ac.cy/handle/11728/12321>

Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, «Greek Space Capabilities Catalogue», 2014

COM(2016) 705: Space Strategy for Europe, European Commission, Βρυξέλλες, 26.10.2016

Δορυφορικές δυνατότητες Τουρκίας (Μελέτη ΓΕΕΘΑ/Ε' ΚΛ-Μάρτιος 2022) Π.Δ. 161/97 ΥΠΕΘΑ «Οργανισμός, κανονισμός της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας» 14.ΦΕΚ' Β882 14.03.2018, Εφημερίδα της Κυβέρνησης, Αριθμός Φύλλου: 882, Τεύχος Δεύτερο, 14 Μαρτίου 2018

ΑΡΘΡΑ:

Κολοβός Α. (2020). «Χρειάζεται η Ελ-

λάδα Πρόγραμμα Μικροδορυφόρων; Οκτώ Διδάγματα για το Μέλλον», Foreign Affairs Hellenic Edition, Δεκέμβριος 2020-Ιανουάριος, 2021, σελ. 57-65

Κολοβός Α. (2021). «Η άμυνα της Ελλάδας και το Διάστημα. Ο αυξανόμενος επιχειρησιακός ρόλος του Διαστήματος απαιτεί αναδιοργάνωση των Εθνικών Δομών Διοίκησης». Foreign Affairs Hellenic Edition, τεύχος Ιουνίου - Ιουλίου 2021, σελ. 45-53

Κολοβός Α. (2010). «Ο ρόλος της ΠΑ στο δορυφορικό πρόγραμμα Helios-II», Ηχώ των Αιθέρων, ΕΑΑΑ.

ΑΡΧΕΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ:

Ελληνικός Διαστημικός Οργανισμός

<https://www.hellenicspaceagency.gov.gr>

<https://www.digitalplan.gov.gr/dimosievma/94/organotiko-montelo-gia-tin-askisi-diastimikis-politikis>

Ελληνικό Κέντρο Διαστήματος

<https://hsc.gov.gr/el/>

Διαστημική Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης

<https://www.consilium.europa.eu/el/policies/eu-space-programme/>

Ελληνικό Κέντρο Διαστήματος

<https://www.inewsgr.com/333/elliniko-kentro-diastimatos-oristikan-ta-meli-tou-neou-dioikitikou-symvoulou.htm>

Επίσημος Ιστότοπος HELLAS SAT

<https://www.hellas-sat.net>

<https://www.in.gr/2019/02/06/b-science/paraskinio-tis-ektokseysis-tou-doryforou-hellas-sat-4-oi-protagonistes-miloun-sto-gr-apo-ti-galliki-gouiana/>

Εφημερίδα Καθημερινή

<https://www.kathimerini.gr/economy/business/899633/stin-hellas-sat-i-diacheirisi-toy-doryforoy-gisat-1/>

Άρθρο Newsbeast, <https://www.newsbeast.gr/greece/arthro/4489319/prasino-fos-gia-tin-ektokseysi-toy-doryforoy-hellas->

sat-4

<https://defencereview.gr/thetikes-exelixeis-gia-tis-ellinikes->

European Space Agency

https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/ESA_facts

Greece becomes 16th ESA member State

ESA:https://www.esa.int/About_Us/Business_with_ESA/Greece_becomes_16th_ESA_Member_State

Από το δορυφορικό δίκτυο Helios II, στο πρόγραμμα CSO-Διατηρώντας τη στρατηγική παρατήρηση της ελληνικής αποτροπής ζωντανή <https://defencereview.gr/hellenic-armed-forces-isr-capabilities-the-example-of-helios-satellite-system/>

GOVSATCOM- GreeCom:

<https://www.euspa.europa.eu/european-space/govsatcom>

The International Cospas-Sarsat Programme Agreement

www.cospas-sarsat.int/images/stories/SystemDocs/Current/P001E-1988.pdf

Αρχηγείο Λιμενικού Σώματος και Ελληνικής ακτοφυλακής, ΕΚΣΕΔ,

<http://www.hcg.gr/node/>,

Ευρωπαϊκός Διαστημικός Οργανισμός, «Galileo and Egnos», http://www.esa.int/Applications/Navigation/Galileo_and_EGNOS, . «Galileo Open Service (OS) – Navipedia». gssc.esa.int.

«Galileo High Accuracy Service (HAS) – Navipedia». gssc.esa.int.

«Galileo Public Regulated Service (PRS) – Navipedia». gssc.esa.int.

European GNSS Service Centre.

«SAR/GALILEO SERVICE DEFINITION DOCUMENT» (PDF).

Ιστοσελίδα Υπηρεσίας Διαστήματος της Τουρκίας www.tua.gov.tr

Ιστοσελίδα Υφυπουργείου Αμυντικής Βιομηχανίας Τουρκίας www.ssb.gov.tr

Airbus Defence and Space Launches the

World's Freshest Satellite Image Library <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2016-09-one-atlas-airbus>

Airbus To Provide Spaceknow With Access To One Atlas For for development of new analytics

<https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2017-05>

ΥΠΟΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

- ¹ <https://cnes.fr/en/web/CNES-en/2743-helios-ii-a-new-generation-of-military-satellites.php>
- ² "Cnes : Helios". Archived from the original on 2009-05-04. Retrieved 2004-12-20.
- ³ SpaceNews article on Helios II B
- ⁴ CNES webpage on Helios II B
- ⁵ <https://oneatlas.airbus.com/home>
- ⁶ <https://www.hellas-sat.net/>
- ⁷ GOVSATCOM-GreeCom(n.d.). Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <https://www.euspa.europa.eu/european-space/govsatcom>
- ⁸ <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/03/07/secure-space-based-connectivity-programme-council-gives-its-final-approval/>
- ⁹ Science Reference Section (November 19, 2019). "What is a GPS? How does it work?". Everyday Mysteries. Library of Congress.
- ¹⁰ Walter F. Blanchard, Achieving GPS-Galileo interoperability: the challenges ahead, Space Policy 19 (2003) 95–99
- ¹¹ "Galileo begins serving the globe". INTERNATIONALES VERKEHRSWESEN (in German).
- ¹² "Galileo Open Service (OS) – Navipedia". gssc.esa.int.
- ¹³ "Galileo High Accuracy Service (HAS) – Navipedia". gssc.esa.int.
- ¹⁴ "Galileo Public Regulated Service (PRS)

- Navipedia". gssc.esa.int.
- ¹⁵ "SAR/GALILEO SERVICE DEFINITION DOCUMENT" (PDF). European GNSS Service Centre.
- ¹⁶ <https://www.gsc-europa.eu/galileo/services/public-regulated-service>
- ¹⁷ <https://www.gsc-europa.eu/news/public-regulated-service-prs-equals-public-security-3>
- ¹⁸ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2007:136:0001:0005:EN:PDF>
- ¹⁹ https://www.theregister.com/2007/05/17/galileo_is_military/
- ²⁰ www.cospas-sarsat.int/images/stories/SystemDocs/Current/P001E-1988.pdf
- ²¹ <https://plb.hcg.gr/pages/grmcc>
- ²² Αρχηγείο Λιμενικού Σώματος και Ελληνικής ακτοφυλακής, ΕΚΣΕΔ, <http://www.hcg.gr/node/>,
- ²³ Κολοβός Α.Κ., Διάστημα και Εθνική Ασφάλεια, Πολιτικές και Στρατηγικές Διαστάσεις, Β Έκδοση, Αθήνα, Εκδόσεις Ποιότητα , 2006, σελ.303
- ²⁴ Ελληνικό Κέντρο Διαστήματος, <https://hsc.gov.gr/el/about/>

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Ο Επισμηναγός (Ι) Λάμπρος Γίδαρης γεννήθηκε στη Βέροια στις 8 Ιουνίου 1985. Εισήλθε στη ΣΙ τον Σεπτέμβριο του 2003 και αποφοίτησε τον Ιούλιο του 2007. Τον Αύγουστο του 2007 παρουσιάστηκε στην Καλαμάτα ως εκπαιδευόμενος στο αφορ Τ2 μέχρι τον Δεκέμβριο του 2009. Τον Ιανουάριο του 2009 παρουσιάστηκε στην 117ΠΜ (ΣΜΕΤ-338Μ) μέχρι τον Αύγουστο του 2021. Απο τον Αύγουστο του 2021 είναι τοποθετημένος στην 352ΜΜΥΠ (VIP). Ομιλεί Αγγλικά και είναι έγγαμος με ένα παιδί.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΟΠΛΩΝ

Αντισμήναρχος (Ι) Παναγιώτης Δελημπέης

Πηγή Εικόνας: <https://www.aerospace-technology.com/>

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον Οργανισμό UNOOSA (United Nations Office for Outer Space Affairs ^[1]) μέχρι τον Ιανουάριο του 2022, περισσότεροι από οκτώ χιλιάδες διακόσιοι (8.200) δορυφόροι είχαν εκτοξευτεί και βρίσκονταν σε τροχιά γύρω από τη Γη, από τους οποίους οι πέντε χιλιάδες τετρακόσιοι εξήντα πέντε (5.465) ήταν πλήρως επιχειρησιακοί. Από αυτούς, οι Ηνωμένες Πολιτείες αριθμούσαν στην κατοχή τους τρεις χιλιάδες τετρακόσιους τριάντα τρεις (3.433) (διακόσιους τριάντα επτά στρατιωτικούς), η Κίνα πεντακόσιους σαράντα έναν (541), η Ρωσία εκατόν εβδομήντα δύο (172) και οι υπόλοιπες χώρες χίλιους τριακόσιους δεκαεννιά (1.319) ^[2].

Οι δορυφόροι παρέχουν σε κάθε κράτος κρίσιμες πληροφορίες και υπηρεσίες, που υποστηρίζουν την εθνική ασφάλεια, την ευημερία των πολιτών τους και την οικονομική ανάπτυξη. Στον τομέα της εθνικής ασφάλειας, οι δορυφόροι, τόσο σε καιρό πολέμου όσο και σε καιρό ειρήνης, αποτελούν έναν πολλαπλασιαστικό ισχύος, καθώς προσφέρουν υπηρεσίες συλλογής πληροφοριών και αποτίμησης ζημιών, πρόγνωση καιρού στο πεδίο μάχης, ασφαλή πλοήγηση, εντοπισμό και ακριβή χαρτογραφία ^[4]. Παράλληλα, ο πολίτης κάθε κράτους επωφελείται άμεσα ή έμμεσα από τους δορυφόρους, καθώς επεκτείνεται η χρήση τους για την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος (κλιματική

αλλαγή).

Από τα παραπάνω γίνεται άμεσα κατανοητό ότι υπάρχει αυξημένη ανησυχία από τους “ιδιοκτήτες” των δορυφόρων για την καλύτερη δυνατή προστασία τους και την αδιάλειπτη παροχή των υπηρεσιών τους. Ειδικότερα, σε περίπτωση πολεμικής σύρραξης μεταξύ δυο ανεπτυγμένων χωρών στον διαστημικό τομέα, είναι πιθανό να επιδιωχθεί από τα εμπόλεμα μέρη εξουδετέρωση των δορυφορικών μέσων του αντιπάλου. Η προσπάθεια καταστροφής ενός δορυφόρου μπορεί να έχει επιπτώσεις στο διαστημικό περιβάλλον με τη δημιουργία εκατοντάδων επικίνδυνων διαστημικών σκουπιδιών. Παράλληλα, θα οδηγούσε σε μια ταχεία κλιμάκωση της διαμάχης με απροσδιόριστες συνέπειες για το μέλλον της ανθρωπότητας ^[5].

Την παρούσα στιγμή, αρκετές χώρες έχουν αναπτύξει δυνατότητες κατασκευής δορυφόρων και εκτόξευσης, ενώ περισσότερες από πενήντα χώρες διαθέτουν δικούς τους δορυφόρους. Σε αυτή τη νέα δορυφορική εποχή, κάποιες χώρες έχουν επιδείξει σημαντικό ενδιαφέρον και έχουν στραφεί στα αντιδορυφορικά όπλα, ώστε να καταφέρουν ένα σημαντικό πλήγμα στον αντίπαλο.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΤΙ-ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΟΠΛΩΝ

Τα αντιδορυφορικά όπλα διαφέρουν σημαντικά ως προς τον τρόπο που το καθένα επιδρά στο δορυφορικό σύστημα.

Μια επίθεση στο δορυφορικό σύστημα μπορεί να γίνει είτε στο διαστημικό τμήμα (δορυφόρο) είτε στο επίγειο τμήμα του, ώστε να το καταστήσει αδρανές και ανίκανο να επιτελέσει τη λειτουργία για την οποία έχει σχεδιαστεί. Ο τρόπος της επίθεσης ποικίλει ανάλογα με το επίπεδο της τεχνολογικής πολυπλοκότητας και τους πόρους που έχουν διατεθεί για την ανάπτυξη των αντιδορυφορικών όπλων.

Τα αντιδορυφορικά όπλα μπορούν να τα ταξινομήσουμε σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες ^[6]:

- Κινητικής Ενέργειας
- Μη Κινητικής Ενέργειας
- Ηλεκτρονικών Επιθέσεων (Ηλεκτρονικού Πολέμου)
- Κυβερνοεπιθέσεων

Τα όπλα κινητικής ενέργειας

Τα όπλα αυτής της κατηγορίας έχουν σχεδιαστεί να προκαλούν ζημιά ή να καταστρέφουν τον δορυφόρο ή μέρος του επίγειου τμήματός του. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Άμεσης Ανόδου - Direct Ascent ASAT (Anti-Satellite weapons)

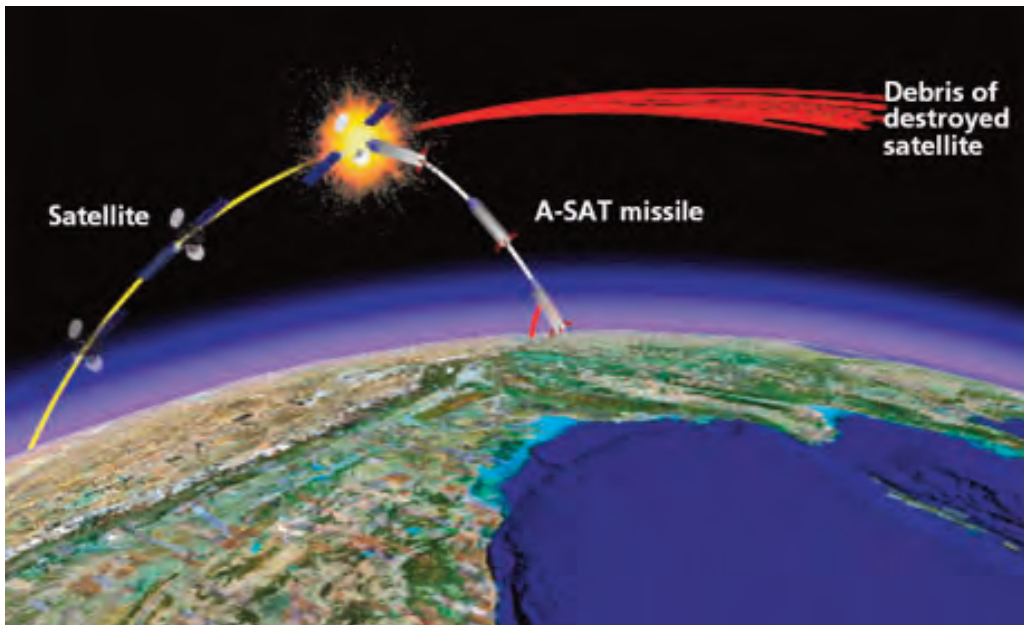
Τα όπλα άμεσης ανόδου (Direct Ascent) αποτελούν το πιο κοινό αντιδορυφορικό όπλο. Τυπικά αποτελούνται από έναν πύραυλο μεσαίας ή μακράς εμβέλειας, που εκτοξεύεται από το έδαφος και στοχεύει στον δορυφόρο ακο-

λουθώντας μια τροχιά που συμπίπτει με αυτήν του δορυφόρου. Ο πύραυλος εκτοξεύεται μόλις ο δορυφόρος περάσει από την περιοχή της αντιπυραυλικής άμυνας και καθώς τον προσεγγίζει εκρήγνυται η κεφαλή του. Από τα θραύσματα της έκρηξης ο δορυφόρος καταστρέφεται. Το είδος αυτής της επίθεσης έχει το μειονέκτημα της δημιουργίας εκατοντάδων επικίνδυνων διαστημικών σκουπιδιών, που με τη σειρά τους αποτελούν κίνδυνο για τους γειτονικούς δορυφόρους. Τα διαστημικά σκουπίδια, που δημιουργούνται από δοκιμές ASAT σε χαμηλές τροχιές, συνήθως καίγονται στην ατμόσφαιρα της Γης. Αντίθετα, διαστημικά σκουπίδια σε μεγαλύτερα ύψη (2.000km) παραμένουν σε τροχιά για πολλά έτη ^[7].

Χαρακτηριστικό ήταν το περιστατικό χρήσης ενός τέτοιου όπλου από την Κίνα τον Ιανουάριο του 2007, όταν πραγματοποίησε την πρώτη επιτυχημένη δοκιμή εναντίον ενός παλιού κινέζικου μετεωρολογικού δορυφόρου. Αποτέλεσμα της επιχείρησης ήταν η δημιουργία τριών χιλιάδων σκουπιδιών, τα οποία μπορούσαν να εντοπιστούν, και εκατοντάδων μικρότερων, που ήταν δύσκολο να εντοπιστούν με την παρούσα τεχνολογία ^[8].

- Συν-τροχιακά Co-Orbital ASAT

Τα συν-τροχιακά όπλα διαφέρουν από τα άμεσης ανόδου ως προς το ότι πρώτα τίθενται σε τροχιά και στη συνέχεια μετατρέπονται σε έναν σιωπηλό δια-



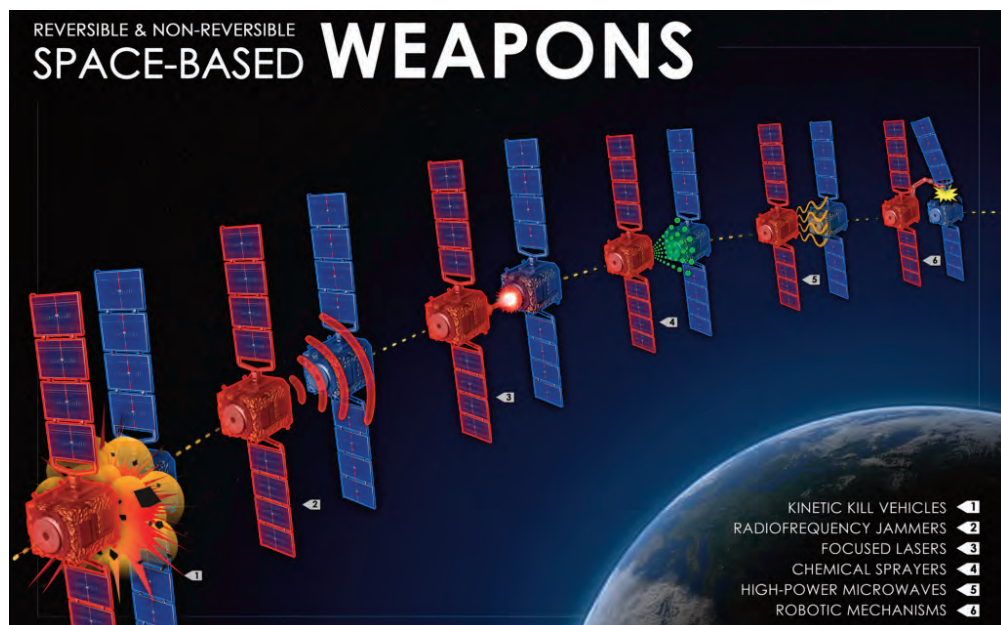
Εικόνα 1 - Αντιδορυφορικό Όπλο ASAT τύπου Direct Ascend.

στημικό “δολοφόνο”. Τα συγκεκριμένα μπορεί να παραμείνουν σε κατάσταση “χειμερίας νάρκης” για μέρες ή και για χρόνια μέχρι να ενεργοποιηθούν. Όταν ενεργοποιηθούν, εκτελούν ελιγμούς προσέγγισης των δορυφόρων - στόχων σε απόσταση μερικών μέτρων και τότε θέτουν σε λειτουργία το οπλικό σύστημα που διαθέτουν. Τα συν-τροχιακά δορυφορικά όπλα φέρουν εξελιγμένα συστήματα ανίχνευσης, κατεύθυνσης και πλοήγησης προς τον στόχο. Την παρούσα στιγμή, λίγες χώρες διαθέτουν την απαιτούμενη προηγμένη τεχνολογία ^[9].

Τα συγκεκριμένα οπλικά συστήματα διαθέτουν μια μικρή εκρηκτική κεφαλή που εκρήγνυται ή εναλλακτικά ένα λέιζερ υψηλής ενέργειας που στοχεύει

τον δορυφόρο - θύμα. Επίσης, αν και δεν έχει ανακοινωθεί μέχρι σήμερα από κάποιο κράτος, έχουν αναπτυχθεί και χημικά όπλα αυτού του τύπου που ψεκάζουν το δορυφόρο με διάφορες χημικές ουσίες στοχεύοντας στη δομή του, που αποτελείται κυρίως από αλουμίνιο. Ένα τέτοιο χημικό στοιχείο, που έχει την ιδιότητα να διαβρώνει την κατασκευή του δορυφόρου, να υποβαθμίζει τις μεταλλικές ιδιότητες του σκελετού του και στο τέλος να τις σπάει, είναι το γάλλιο. Τέλος, ο δορυφόρος - όπλο μπορεί να διαθέτει ένα ρομποτικό βραχίονα, που εκτείνεται και προκαλεί βλάβη στα συστήματα του δορυφόρου - στόχου ^[10].

Χαρακτηριστικά συν-τροχιακά όπλα είχαν αναπτύξει οι Ρώσοι από τη δεκαετία του 1960 έως τη δεκαετία του 1980.



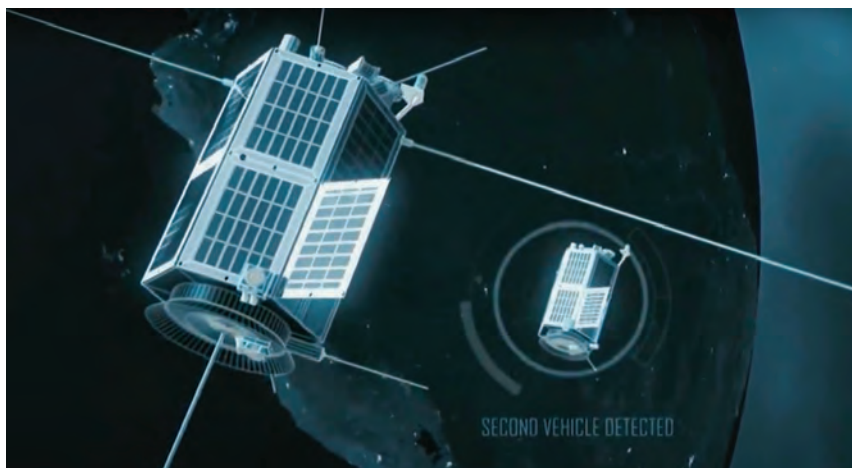
Εικόνα 2 - Kinetic ASATs without the debris. ^[11]

Από το 2017, η Ρωσία επανήλθε στο προσκήνιο με την δοκιμή ενός πιθανού αντιδορυφορικού όπλου, στο οποίο ένας μικρότερος δορυφόρος (sputnik inspector) εξέρχεται του μητρικού δορυφόρου (nesting doll satellite) και μπορεί να εκτελεί διάφορες εργασίες. Για τη συγκε-

κριμένη δοκιμή η ΗΠΑ και το Ην. Βασίλειο κατηγόρησαν τη Ρωσία για ανάπτυξη αντιδορυφορικής τεχνολογίας ^[12].

- Επίθεση σε επίγειο σταθμό (Ground Station Attack)

Οι σταθμοί εδάφους αποτελούν



Εικόνα 3 - Nesting Doll Satellite ^[13]

κρίσιμες υποδομές του δορυφορικού συστήματος, καθώς είναι ευάλωτοι σε πληθώρα φυσικών επιθέσεων από στρατιωτικά όπλα (κατευθυνόμενες βόμβες, πυραύλους μακράς εμβέλειας, ακόμη και από ατομικά όπλα στρατιωτών). Παράλληλα, η λειτουργία τους μπορεί να επηρεαστεί από επιθέσεις στο δίκτυο ηλεκτροδότησης, στο δίκτυο ύδρευσης αλλά και από δολιοφθορές στις γραμμές επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων (π.χ. δίκτυο οπτικών ινών). Οι παραπάνω επιθέσεις έχουν σημαντικές επιπτώσεις καθώς μπορεί να χαθεί για μέρες η επικοινωνία με τον δορυφόρο(ους) και να διακοπεί η σύνδεση με τα κέντρα λήψης αποφάσεων ^[14].

Όπλα μη κινητικής ενέργειας

Τα όπλα αυτά επιφέρουν φυσική καταστροφή ή δυσλειτουργία του δορυφόρου χωρίς να έρχονται σε απευθείας επαφή με τον στόχο. Συνήθως, οι επιθέσεις αυτές είναι ταχύτατες (διαρκούν μερικά δευτερόλεπτα), δεν μπορούν να προσδιοριστούν άμεσα οι πηγές τους και οι επιπτώσεις από την επίθεση γίνονται αργά αντιληπτές από τους υπεύθυνους λειτουργίας των δορυφόρων. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: την επίθεση Ηλεκτρομαγνητικού Παλμού, την επίθεση με laser και την επίθεση με υψηλής ενέργειας μικροκύματα ^{[9],[14]}.

- Επίθεση Ηλεκτρομαγνητικού Παλμού

Επίθεση με ηλεκτρομαγνητικό παλμό μπορεί να πραγματοποιηθεί όταν ενεργοποιείται μια πυρηνική έκρηξη στο διάστημα ή σε πολύ μεγάλο ύψος. Η έκρηξη απελευθερώνει υψηλά φορτισμένα σωματίδια δημιουργώντας ένα περιβάλλον υψηλής ραδιενέργειας, που επηρεάζει όλους τους δορυφόρους που βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις καταστρέφοντας τα ηλεκτρονικά τους συστήματα. Η χρήση αυτών των όπλων έχει απαγορευτεί με τη Συνθήκη Μερικής Απαγόρευσης Πυρηνικών Δοκιμών του 1963 (Test Ban Treaty), την οποία έχουν επικυρώσει πάνω από εκατό κράτη πλην της Κίνας και της Βόρειας Κορέας ^[9].

Το 1962, οι ΗΠΑ εκτέλεσαν την πρώτη πυρηνική δοκιμή στο διάστημα με την ονομασία “StarFish Prime Test” με στόχο να ανακαλύψουν πώς οι ζώνες ακτινοβολίας (Ζώνες Van Allen) επιδρούν σε μια πυρηνική έκρηξη. Από τη δοκιμή, η οποία πραγματοποιήθηκε σε ύψος 400km πάνω από τον Βόρειο Ειρηνικό, διαπιστώθηκε ότι η έκρηξη επηρέασε το σχήμα των Ζωνών Van Allen. Παράλληλα, οι Ηλεκτρομαγνητικοί Παλμοί, που προκλήθηκαν, είχαν ως αποτέλεσμα τη διακοπή λειτουργίας αρκετών στρατιωτικών και εμπορικών δορυφόρων ^[15].

- High-Power Laser

Οι επιθέσεις με laser - ακτίνες σωματιδίων μεγάλης ενέργειας - συνήθως στοχεύουν σε κρίσιμα υποσυστή-

ματα του δορυφόρου, όπως τα ηλιακά πάνελ και οι οπτικοί αισθητήρες. Οι οπτικοί αισθητήρες είναι ευαίσθητα όργανα και μπορούν να “τυφλωθούν” από τις ακτίνες laser, οι οποίες τους προκαλούν είτε μόνιμη βλάβη-καταστροφή είτε προσωρινή απώλεια καταγραφής εικόνων. Η κατασκευή laser με τις προαναφερθείσες δυνατότητες απαιτεί προηγμένα οπτικά συστήματα καθώς και ακριβή κατευθυντικό μηχανισμό στόχευσης, μια τεχνολογία η οποία έχει υψηλό κόστος.

Το 2006, υπήρξαν αναφορές ότι αμερικανικοί δορυφόροι τυφλώθηκαν προσωρινά όταν η τροχιά τους πέρασε πάνω από την Κίνα ^[16]. Γεγονός που αποδεικνύει ότι η Κίνα όχι μόνο έχει αναπτύξει τέτοια τεχνολογία αλλά και ότι την έχει δοκιμάσει σε δορυφόρους ^[17].

- High-Power Microwave

Τα όπλα μικροκυμάτων - HPM (High Power Microwave) - εκπέμπουν μι-

κρούς διακοπτόμενους ή συνεχόμενους παλμούς ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, φάσματος συνήθως μεταξύ 10MHz έως και 100 GHz. Σκοπός η καταστροφή ή αδρανοποίηση των ευαίσθητων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων του δορυφόρου (π.χ. υπολογιστών). Επειδή τα μικροκύματα χάνουν την ισχύ τους όσο διαχέονται στην ατμόσφαιρα, μια τέτοια επίθεση, για να είναι επιτυχής, συνήθως πραγματοποιείται από δορυφόρο και όχι από τη Γη. Ωστόσο, η επιτυχία των συγκεκριμένων ASAT εξαρτάται άμεσα από το βαθμό προστασίας των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων των δορυφόρων έναντι κάθε είδους ακτινοβολίας ^[19]. Μπορεί εύκολα κανείς να κατανοήσει τη δύναμη των μικροκυμάτων αν έχει ζήσει την εμπειρία της κατά λάθος τοποθέτησης μεταλλικών αντικειμένων σε φούρνο μικροκυμάτων, από την οποία εκδηλώνεται σπίθα και ίσως φωτιά.



Εικόνα 4 – Ground based Laser against satellite ^[18]

Ηλεκτρονικές Επιθέσεις (Ηλεκτρονικός Πόλεμος)

Οι ηλεκτρονικές επιθέσεις έχουν στόχο το μέσο μετάδοσης των δεδομένων από τον δορυφόρο προς τον επίγειο σταθμό και αντίστροφα. Οι επιθέσεις συνήθως δεν επιφέρουν καταστροφή των φυσικών συστημάτων του δορυφόρου αλλά εστιάζουν στο σήμα που εκπέμπει μια κεραία. Διακρίνονται σε παρεμβολές (jamming) και επιθέσεις παραπλάνησης (spoofing).

- Jamming

Η παρεμβολή συχνοτήτων είναι ένα είδος επίθεσης που εξαπολύεται με στόχο τόσο τον δορυφόρο όσο και το επίγειο τμήμα του. Σκοπός είναι να επηρεάσει τις επικοινωνίες μεταξύ των δυο τμημάτων (δορυφορικό - επίγειο) με την δημιουργία θορύβου στην ίδια συχνότητα. Μια επίθεση στη συχνότητα επικοινωνίας μεταξύ επίγειου σταθμού και δορυφόρου (uplink) στοχεύει συνήθως στο σύστημα διαχείρισης και ελέγχου του δορυφόρου, ενώ μια επίθεση στην κάτω ζεύξη (downlink) στοχεύει στα δεδομένα που μεταδίδονται στους χρήστες.

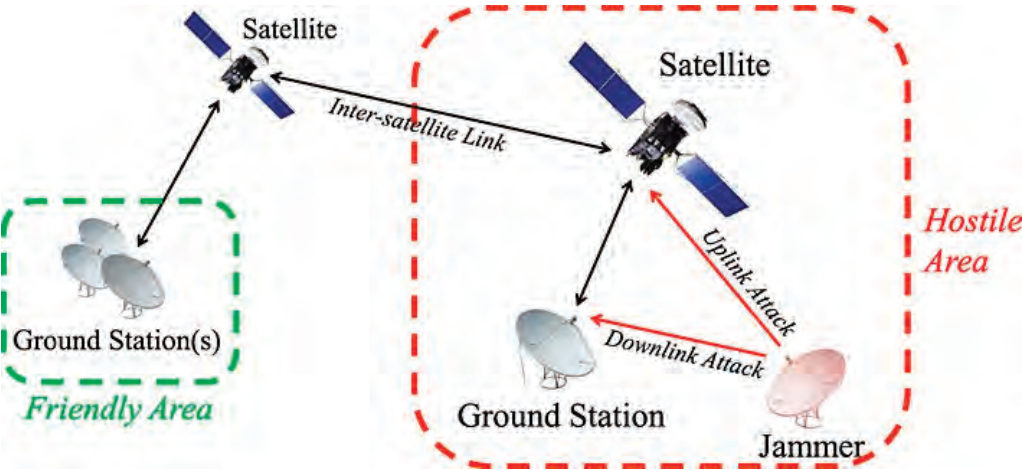
Η τεχνολογία που απαιτείται για τις παρεμβολές στις συχνότητες είναι διαθέσιμη στο εμπόριο και το κόστος απόκτησής της δεν είναι υψηλό. Οι παρεμβολές με την σειρά τους δεν προκαλούν μόνιμη βλάβη στα δορυφορικά συστήματα και τα τελευταία επανέρχο-

νται στην κανονική τους λειτουργία μετά τη διακοπή των παρεμβολών. Γενικά είναι δύσκολο να ανακαλυφθεί η πηγή των παρεμβολών και να διαπιστωθεί αν πρόκειται για εσκεμμένη ενέργεια ή φίλια παρεμβολή άλλου συστήματος. Χαρακτηριστική είναι η δήλωση, το 2015, του Πτεράρχου John Hyten, Διοικητή της Air Force Space Command, σύμφωνα με την οποία ο στρατός των ΗΠΑ προκάλεσε ακούσια παρεμβολές σε δικούς του επικοινωνιακούς δορυφόρους διακόσιες εξήντα μία φορές ^[20].

- Spoofing

Οι επιθέσεις παραπλάνησης είναι ένα είδος επίθεσης, στην οποία ο επιτιθέμενος προσπαθεί να παραπλανήσει τον δέκτη, ώστε να πιστέψει ότι ένα ψευδές σήμα, που εκπέμπει ο ίδιος, είναι αληθινό. Εάν η επίθεση στοχεύει την άνω ζεύξη, τότε ο επιτιθέμενος έχει σκοπό να υποκλέψει τον έλεγχο του δορυφόρου και τα συστήματά του, ενώ αν στοχεύει την κάτω ζεύξη, προσπαθεί να αλλοιώσει τα δεδομένα που λαμβάνει το επίγειο τμήμα.

Τέτοιες επιθέσεις πραγματοποιούνται συχνά με στόχο συστήματα GPS και σε περιοχές συγκρούσεων, με αποτέλεσμα τα αεροσκάφη ή οι έξυπνες βόμβες να μην μπορούν να καθοδηγηθούν με ακρίβεια στον στόχο τους, επειδή λαμβάνουν λανθασμένα δεδομένα. Το κόστος απόκτησης και αυτών των συστημάτων δεν είναι υψηλό και γι'

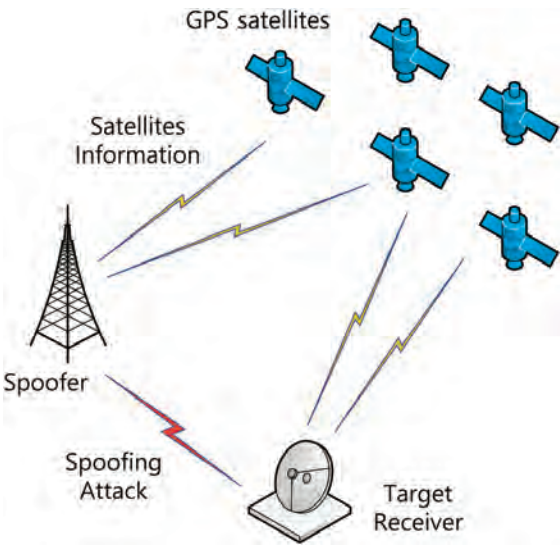


Εικόνα 5 – Παρεμβολές εναντίων δορυφόρων.

αυτό μπορούν να αποκτηθούν από κράτη, που δεν διαθέτουν υψηλή δορυφορική τεχνογνωσία ^[9].

Κυβερνοεπιθέσεις

Οι κυβερνοεπιθέσεις - σε αντίθεση με τις ηλεκτρονικές επιθέσεις που εστιάζουν στην υποκλοπή του ηλεκτρομαγνητικού



Εικόνα 6 – Επίθεση Παραπλάνησης (Spoofing).

σήματος - στοχεύουν στα δεδομένα ή στο σύστημα που τα χρησιμοποιεί. Τα δεδομένα μπορεί να υποκλαπούν ή να αλλοιωθούν για να μην είναι αναγνώσιμα από τον τελικό χρήστη. Τέλος, μια κυβερνοεπίθεση μπορεί να αποβλέπει στην απόκτηση του ελέγχου του δορυφόρου για κακόβουλη χρήση ^[9].

- Data Intercept/Monitor

Στόχος της επίθεσης είναι να γίνει υποκλοπή των δεδομένων, καθώς μεταδίδονται από τον δορυφόρο προς το έδαφος, και να ανακαλυφθούν μοτίβα δραστηριότητας στη ροή των δεδομένων. Συνήθως, οι επιτιθέμενοι εύκολα αποκρύπτουν την ταυτότητά τους, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να αποδοθεί κάπου η ευθύνη της επίθεσης. Το 2009, αποκαλύφθηκε πως μια ομάδα ανταρτών χρησιμοποιώντας εμπορικό λογισμικό κατάφερε να υποκλέψει και να αποκρυπτογραφήσει βίντεο, που μεταδίδονταν από αμερικανικά αεροσκάφη μέσω δορυφορικής σύνδεσης.

- Data Corruption

Καταστροφή δεδομένων πραγματοποιείται όταν ένας εισβολέας διεισδύει σε ένα σύστημα και αλλοιώνει τα δεδομένα, ώστε να εμφανίζονται ως ψευδείς πληροφορίες. Οι υπαίτιοι μιας τέτοιας επίθεσης είναι δύσκολο να βρεθούν, καθώς οι χάκερ έχουν τη δυνατότητα να αποκρύπτουν την ταυτότητά

τους. Μια τέτοια επίθεση μπορεί να είναι πλήρως αναστρέψιμη. Ωστόσο, ο χειριστής του δορυφόρου ενδεχομένως να μην αντιληφθεί την επίθεση όταν συμβεί.

- Seizure of Control

Οι κυβερνοεπιθέσεις μπορούν επίσης να αποβλέπουν στην απόκτηση του ελέγχου του δορυφόρου με σκοπό την χρησιμοποίησή του για την εκτέλεση εντολών. Είναι δύσκολο να εντοπιστεί η προέλευση και αυτού του τύπου της κυβερνοεπίθεσης. Μπορεί δε να είναι μη αναστρέψιμη, εάν ο εισβολέας αποκτήσει τον πλήρη έλεγχο του δορυφόρου και εκτελέσει κακόβουλες εντολές, που δεν μπορούν να ανακτηθούν. Ο χειριστής του δορυφόρου, μολονότι πιθανότατα γνωρίζει την επίθεση, μπορεί να μην είναι σε θέση να την σταματήσει μέχρι να είναι πολύ αργά. Αυτή η επίθεση μπορεί να προκαλέσει παράπλευρες ζημιές, εάν ο δορυφόρος - στόχος απενεργοποιηθεί και αφεθεί να παρασύρεται ανεξέλεγκτα σε τροχιά.

**ΧΩΡΕΣ ΜΕ
ΑΝΤΙ-ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΣΤΟΝ 21ο
ΑΙΩΝΑ**

ΗΠΑ

Οι Ηνωμένες Πολιτείες διαθέτουν αυτή τη στιγμή τις πιο προηγμένες στρα-

τιωτικές διαστημικές δυνατότητες στον κόσμο. Κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου, πρωτοστάτησαν σε πολλές από τις διαστημικές εφαρμογές εθνικής ασφάλειας, οι οποίες χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα, και παραμένουν η ηγέτιδα δύναμη σε όλους τους τομείς της διαστημικής τεχνολογίας. Οι Ένοπλες Δυνάμεις των ΗΠΑ έχουν την μεγαλύτερη επιχειρησιακή εμπειρία από οποιονδήποτε στρατό στον κόσμο στο πεδίο της ενσωμάτωσης διαστημικών εφαρμογών σε στρατιωτικές επιχειρήσεις.

Σήμερα, οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν να επιδείξουν ένα σημαντικό αντιδιαστημικό πρόγραμμα και ισχυρές δυνατότητες ηλεκτρονικού πολέμου. Παράλληλα, βρίσκεται σε εξέλιξη διάλογος σχετικά με την αναγκαιότητα ανάπτυξης νέων αντιδιαστημικών ικανοτήτων από τις Ηνωμένες Πολιτείες, ώστε να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν ή να αποτρέψουν ενδεχόμενη επίθεση σε διαστημικές τους δομές. Αυτές οι συζητήσεις αναζωπυρώθηκαν μετά την ανάπτυξη ASAT και τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν από τη Ρωσία και την Κίνα. Τέλος, οι Ηνωμένες Πολιτείες ξεκίνησαν μια σημαντική αναθεώρηση του στρατιωτικού προγράμματός τους προσανατολισμένη στην αναδυόμενη διαστημική τους δύναμη.

ΡΩΣΙΑ

Η Ρωσία ανέκαθεν θεωρούσε το διάστημα μία περιοχή υψηλής στρατη-

γικής σημασίας και γι' αυτό, ήδη από τις αρχές του 1950, επιδόθηκε, από κοινού με τις ΗΠΑ, σε έναν αγώνα διεκδίκησης της απόλυτης Διαστημικής Δύναμης. Τις τελευταίες δυο δεκαετίες προσπαθεί να κερδίσει το χαμένο έδαφος από το τέλος του Ψυχρού Πολέμου. Έτσι, έχει ενεργοποιήσει αρκετά προγράμματα αντιδορυφόρων, ώστε να επανακτήσει τις δυνατότητες του παρελθόντος. Σήμερα υπάρχουν αρκετές ενδείξεις ότι η Ρωσία έχει βγάλει από τη ναφθαλίνη όλα τα διαστημικά της προγράμματα και προσπαθεί να τα επικαιροποιήσει βάσει των τελευταίων τεχνολογικών εξελίξεων. Στόχος της, όπως και της Κίνας, σύμφωνα με τον πρόεδρο Πούτιν, η εξασφάλιση της διαστημικής ισχύος ως αντίρροπο της αμερικανικής διαστημικής ισχύος.

ΚΙΝΑ

Η Κίνα τα τελευταία χρόνια έχει επιδοθεί σε μια διαρκώς εντεινόμενη προσπάθεια ανάπτυξης διαστημικών δυνατοτήτων για σκοπούς εθνικής ασφάλειας. Υπάρχουν ενδείξεις ότι κατευθύνει σημαντικούς πόρους στην ανάπτυξη αντιδορυφορικών ικανοτήτων όλων των τεχνολογιών. Για να καλύψει το τεχνολογικό έλλειμμα σε σχέση με τα άλλα κράτη έχει αναπτύξει εθνική στρατηγική για το Διάστημα βάσει της οποίας αναδιοργάνωσε αρκετούς Οργανισμούς. Στόχος της να μπορέσει να ενσωματώσει την αντιδορυφορική ικανότητα στα επιχειρησιακά σχέδια των Ενόπλων Δυνά-

μεων της. Ωστόσο, είναι ασαφές αν πρόκειται μόνο για μέτρα αποτροπής εχθρών ενεργειών εναντίον της ή αν προτίθεται να τα χρησιμοποιήσει σε μια μελλοντική σύρραξη ^[4].

ΓΑΛΛΙΑ

Η Γαλλία αν και διαθέτει εδώ και πολλά έτη διαστημικά προγράμματα, μόνο πρόσφατα άρχισε να επενδύει σε επιθετικές και αμυντικές αντιδιαστημικές δραστηριότητες. Αυτή η στροφή έγινε φανερή τον Ιούλιο του 2019 με την έκδοση της Γαλλικής Στρατηγικής Διαστημικής Άμυνας. Η Στρατηγική εστιάζει σε δύο βασικούς τομείς: τη βελτίωση της επίγνωσης της διαστημικής κατάστασης και την παροχή κάποιας μορφής άμυνας και προστασίας στους ευρωπαϊκούς δορυφόρους.

Στην παρούσα φάση δεν υπάρχουν σχέδια για την ανάπτυξη ASAT άμεσης ανόδου. Στο γαλλικό οπλοστάσιο περιλαμβάνεται το Γάλλο-Ιταλικό σύστημα αεράμυνας SAMP/T με μέγιστο ύψος αναχαίτισης τα 120km, το οποίο όμως δεν μπορεί να χαρακτηριστεί όπλο ASAT ^[21]. Σ' ό,τι αφορά τα όπλα κατευθυνόμενης ισχύος, η υπουργός Άμυνας Παρλί δήλωσε πως εξετάζεται το ενδεχόμενο να τοποθετηθούν λείζερ στους δορυφόρους ως μέτρο προστασίας σε περίπτωση απειλής ^[22].

ΙΝΔΙΑ

Η Ινδία έχει εμπειρία πάνω από πέντε δεκαετίες στη διαστημική δραστηριότητα με κύριο πεδίο εφαρμογής τον πολιτικό και εμπορικό τομέα. Τα τελευταία χρόνια, έγινε μία οργανωτική αλλαγή με την ανάθεση του διαστημικού προγράμματος στις στρατιωτικές υπηρεσίες. Δείγμα εγχώριου διαστημικού προγράμματος είναι το σύστημα βαλλιστικής αεράμυνας με δυνατότητες ASAT (BMD). Το 2019, η Ινδία πραγματοποίησε την πρώτη δοκιμή αντιδορυφορικής δραστηριότητας καταστρέφοντας έναν δικό της δορυφόρο. Η αποστολή ονομάστηκε "Shakti" και ο στόχος βρισκόταν σε τροχιά 300km. Μετά το πέρας της δοκιμής, η ινδική Κυβέρνηση δήλωσε πως η αποστολή έγινε στο πλαίσιο επέκτασης της ικανότητας προστασίας των δορυφορικών της συστημάτων ^[23].

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Σήμερα, το διάστημα έχει γίνει το νέο πεδίο αντιπαράθεσης μεταξύ κρατών, καθώς ένα μεγάλο μέρος των στρατιωτικών και πολιτικών δραστηριοτήτων έχει μεταφερθεί εκεί. Από πολλές χώρες το διάστημα θεωρείται κορυφαία εθνική προτεραιότητα, καθώς αποτελεί έναν πολλαπλασιαστικό ισχύος τόσο στο πεδίο της στρατιωτικής υπεροχής όσο και σε ζητήματα εθνικής ασφάλειας. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών έχει κάνει την

παρουσία στο διάστημα ευκολότερη και εφικτή ακόμη και για κράτη που δεν θεωρούνται παραδοσιακά διαστημικές δυνάμεις.

Οι ΗΠΑ, ήδη από την έναρξη της διαστημικής εποχής, εδραιώθηκαν ως η μεγαλύτερη δύναμη στο διαστημικό χώρο. Σήμερα, κατέχουν περίπου το 60% των δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά, ένα ποσοστό που θα συνεχίσει να αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς λόγω των αστερισμών μικροδορυφόρων. Επίσης, διαθέτουν την απαραίτητη τεχνογνωσία και την ικανότητα να συλλέγουν πληροφορίες σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη όπως και να επιχειρούν στρατιωτικά, χάρη στους δορυφόρους, χιλιάδες μίλια μακριά από την ενδοχώρα.

Οι επιδόσεις των Ηνωμένων Πολιτειών στο διάστημα θα συμπαρασύρουν με βεβαιότητα κάποια ανταγωνιστικά κράτη στην κατεύθυνση της αναβάθμισης των διαστημικών ικανοτήτων τους. Η Κίνα και η Ρωσία θα συνεχίσουν να βελτιώνουν τα διαστημικά τους προγράμματα, συμπεριλαμβανομένων των επικοινωνιών, των πυραυλικών εκτοξεύσεων στο διάστημα αλλά και των επανδρωμένων διαστημικών πτήσεων. Η υφιστάμενη υπεροχή των ΗΠΑ αντιμετωπίζεται από το Πεκίνο και τη Μόσχα ως μια πραγματική απειλή, στην οποία καλούνται να δώσουν μία ολοκληρωμένη απάντηση. Με τις αντιδορυφορικές δοκιμές απέδειξαν ότι έχουν την ικανότητα να καταστρέφουν δορυφόρους, εάν

απειληθεί η ασφάλεια τους. Επιπρόσθετα, θα συνεχίσουν να αντιμετωπίζουν το διάστημα ως τον παράγοντα που θα κρίνει τη νίκη σε έναν σύγχρονο πόλεμο.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η διαστημική βιομηχανία θα συνεχίσει να επεκτείνεται καθώς αίρονται τα τεχνολογικά και οικονομικά εμπόδια, ενώ οι διεθνείς συνεργασίες για την από κοινού παραγωγή διαστημικών συστημάτων πολλαπλασιάζονται. Αυτό έχει ως συνέπεια περισσότερα κράτη να στρέφονται στα οφέλη που προέρχονται από υπηρεσίες που βασίζονται στο διάστημα. Η Ινδία, η Γαλλία, το Ισραήλ αποτελούν νέες δυνάμεις στο χώρο του διαστήματος με επενδύσεις δισεκατομμυρίων ευρώ στις διαστημικές τεχνολογίες. Ο ανταγωνισμός έχει διευρυνθεί και έχει οδηγήσει πολλές χώρες στην ανάπτυξη συστημάτων επίγνωσης της διαστημικής κατάστασης (Space Situational Awareness), ώστε να μπορούν να ανιχνεύσουν άμεσα μια απειλή.

Ωστόσο, από την αύξηση του πληθυσμού των δορυφόρων και των δοκιμών ASAT ελλοχεύει ο κίνδυνος ατυχήματος με άμεση συνέπεια μία γεωμετρική αύξηση των διαστημικών συντριμμιών στις τροχιές. Ακόμη και σήμερα, η μικρή επιχειρησιακή λειτουργία των ASAT δεν επιτρέπει μία εκτίμηση για το πώς αυτά θα χρησιμοποιηθούν σε μία ένοπλη σύγκρουση. Παράλληλα, τα τελευταία έτη έχει ξεκινήσει μια συζήτηση σχετικά με τα όπλα ASAT και ειδικότερα για τους κινδύνους που εγκυμονούν για τη διεθνή ασφάλεια.

Συμπερασματικά, τα κράτη θα πρέπει να εστιάσουν στη σταθερότητα στο διάστημα, η οποία προϋποθέτει την απαγόρευση δοκιμών ASAT, που δημιουργούν διαστημικά συντρίμια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] UCS Satellite Database, <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (Πρόσβαση στις 28/2/23).

[2] “How Many Satellites are Orbiting Around Earth in 2022?”, <https://www.geospatialworld.net/prime/business-and-industry-trends/how-many-satellites-orbiting-earth/> (Πρόσβαση στις 28/2/23).

[3] “China and Russia Increased Number of Satellites 70 Percent Between 2019 and 2021”, <https://www.defensedaily.com/china-and-russia-increased-number-of-satellites-70-percent-between-2019-and-2021-dia-says/space/> (Πρόσβαση στις 28/2/23).

[4] Αλέξανδρος Κολοβός, Το Διάστημα ως Κεντρικό Πεδίο Ανταγωνισμού των Μεγάλων Δυνάμεων, Απρίλιος 2019, Ινστιτούτο Διεθνών, Ευρωπαϊκών και Αμυντικών Αναλύσεων.

[5] Αλέξανδρος Κολοβός, Η

Επαναφορά των δορυφορικών όπλων; ,2008, Ελληνικό Ίδρυμα Ευρωπαϊκής και Εξωτερικής Πολιτικής (ΕΛΙΑΜΕΠ).

[6] COUNTERSPACE WEAPONS, Types of CounterSpace Weapons, http://www.satnews.com/images/*CSIS/CSISCounterspace_Weapons2.pdf.

[7] Bhupendra Jasani, Space Weapons, Space Policy, May 1985.

[8] China Says Its New ASAT Missile Can Not Only ‘Melt Down’ Enemy Satellites But Also Capture Them In Orbit, 2021, <https://eurasianimes.com/china-anti-satellite-weapon-can-destroy-space-assets-sans-debris/>

[9] Counterspace Weapons 101, 2019, <https://aerospace.csis.org/aerospace101/counterspace-weapons-101/>

[10] Joshua La Bella, 2021, Star Wars: Attack of the Anti-Satellite Weapons in Anticipatory Self-Defense, University of the Pacific Law Review, Volume 52, Issue 3, Article 15.

[11] <https://www.thespacereview.com/article/789/1>

[12] U.S. And U.K. Accuse Russia Of In-Orbit Test Of Nesting Doll Anti-Satellite Weapon, <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2020>

/07/24/us-and-uk-accuse-russia-of-testing-in-orbit-anti-satellite-weaponry/

[13] Mysterious Russian satellite worries experts <https://edition.cnn.com/videos/world/2018/08/16/russian-nesting-doll-satellites-todd-tsrvpx.cnn>

[14] THREATS TO SPACE SYSTEMS, ESCALATION AND DETERRENCE: IN THE SECOND SPACE AGE, Oct. 1, 2017, pp. 10-18 .

[15] Gilbert King, Going Nuclear Over the Pacific, 2012, <https://www.smithsonianmag.com/history/going-nuclear-over-the-pacific-24428997/>

[16] Vago Muradian, “China Tried to Blind U.S. Sats with Laser,” Defense News, September 25, 2006.]

[17] Andrea Shalal-Esa, “China Jamming Test Sparks U.S. Satellite Concerns,” Reuters, October 5, 2006, as quoted in Yousaf Butt, “Effects of Chinese Laser Ranging on Imaging Satellites,” Science & Global Security, 17:1, 2009, 20-35.; Francis Harris, “Beijing secretly fires lasers to disable US satellites,” The Telegraph, September 26, 2006.]

[18] U.S. generals planning for a space war they see as all but inevitable <https://spacenews.com/u-s-generals->

[planning-for-a-space-war-they-see-as-all-but-inevitable/](#)

[19] Directed Energy Weapons Are Real . . . And Disruptive By Henry “Trey” Obering, III https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/prism/prism_8-3/prism_8-3_Obering_36-46.pdf

[20] Syndey J. Freedberg, 2015, US Jammed OWN Satellites 261 Times; What If Enemy Did? <https://breakingdefense.com/2015/12/us-jammed-own-satellites-261-times-in-2015-what-if-an-enemy-tried/>

[21] <https://missiledefenseadvocacy.org/defense-systems/sampt-air-defense-system/>

[22] <https://spacewatch.global/2019/09/cnes-supports-french-armed-forces-inimplementing-military-space-strategy/>

[23] Mission Shakti Ebook, Defence Research and Development Organization Ministry of Defence, 2020, <https://www.drdo.gov.in/node/5620>

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ



Ο Ασμχος (Ι) Παναγιώτης Δελημπέης γεννήθηκε στο Διδυμό-
τειχο Έβρου το 1977.

Εισήχθη στη ΣΙ το 1996 με την 72η σειρά Ιπταμένων και απο-
φοίτησε το 2000. Έχει συμπληρώσει πάνω από 2300 ώρες πτή-
σης στα Α/Φ CL-415. Έχει διατελέσει επιτελής και τμηματάρχης
στη ΔΑΥ και από το καλοκαίρι του 2019 είναι τοποθετημένος
στην 112ΠΜ.

Είναι τελειόφοιτος στο Διδρυματικό Τμήμα Πρόγραμμα Με-
ταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ) του ΕΚΠΑ και Πανεπιστημίου Πα-
τρών με τίτλο "ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ και ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ» (Space
Technologies, Applications and seRvices - STAR)". Ομιλεί την Αγγλική και Γαλλική
γλώσσα. Είναι έγγαμος, πατέρας 2 τέκνων.

Τα Διαστημικά Υπολείμματα ως Διεθνές Πρόβλημα Ασφάλειας

**Επγός (Ι) ε.α., MSc Med Ιωάννης Λιγνός,
Συγκυβερνήτης Airbus A320F**

Εισαγωγή

Το ζήτημα των διαστημικών υπολειμμάτων (Space Debris) έχει απασχολήσει τον επιστημονικό, τεχνολογικό και πολιτικό κόσμο σχεδόν από την απαρχή της διαστημικής εποχής. Δεν έχει, όμως, ακόμα βρεθεί ουσιαστική λύση ούτε σε επιστημονικό, ούτε σε τεχνολογικό, ούτε σε πολιτικό επίπεδο.

Στόχος του παρόντος άρθρου είναι να αναδείξει τη σημασία της έγκαιρης ανάληψης δράσης σε διεθνές επίπεδο, ώστε το ζήτημα των διαστημικών υπολειμμάτων να μη γίνει μείζονα απειλή κατά των επιχειρησιακών διαστημικών συστημάτων και των ανθρώπων που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη, καθώς, επίσης, και για την επιχειρησιακή ετοιμότητα στρατιωτικών συστημάτων, που βασίζονται στη σωστή και απρόσκοπτη λειτουργία δορυφορικών συστημάτων.

Ακολουθεί μία ανάλυση του προβλήματος των διαστημικών υπολειμμάτων, με ειδική μνεία στα τεχνολογικά, νομικά και οικονομικά εμπόδια που παρουσιάζονται στην προσπάθεια απομάκρυνσης διαστημικών υπολειμμάτων. Επιπλέον, αναπτύσσεται η έννοια της ασφάλειας στο διάστημα και πώς αυτή επηρεάζεται από την ύπαρξη διαστημικών υπολειμμάτων. Επιπρόσθετα, γίνεται συσχέτιση της αύξησης του αριθμού των διαστημικών υπολειμμάτων με αντίστοιχη αύξηση του ρίσκου για τις διαστημικές επιχειρήσεις. Τέλος, γίνεται αναφορά

στις υπάρχουσες και ερευνώμενες τεχνικές εντοπισμού και παρατήρησης, καθώς και στις κύριες τεχνικές ενεργητικής απομάκρυνσης διαστημικών υπολειμμάτων, όπως αυτές μελετώνται και κατασκευάζονται από διαστημικούς οργανισμούς και διαστημικές εταιρείες.

Διαστημικά Υπολείμματα

Το διάστημα έχει γίνει ένα εξαιρετικά σπουδαίο πεδίο εξερεύνησης και δράσης για την ανθρωπότητα. Ειδικά για τις Ένοπλες Δυνάμεις, έχει καταστεί το πέμπτο επιχειρησιακό πεδίο και πιθανά ένας χώρος σύγκρουσης. Οι περισσότεροι θεωρούν το διάστημα ως επί το πλείστον κενό χώρο, όταν, αντιθέτως, η επιστημονική αλήθεια αποδεικνύει ότι βρίθκει από εκατομμύρια τεχνητά υπολείμματα, τα οποία εκθέτουν τους εν λειτουργία δορυφόρους και τους ανθρώπους που εργάζονται στο διάστημα σε πραγματικό κίνδυνο. Όπως αναφέρεται στην απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τη θέσπιση προγράμματος υποστήριξης της επιτήρησης και παρακολούθησης του διαστήματος, «... Λόγω της αυξανόμενης εξάρτησης από διαστημικές υπηρεσίες, η ικανότητα προστασίας της διαστημικής υποδομής έχει καταστεί πολύ σημαντική στην κοινωνία μας. Οποιαδήποτε διακοπή της λειτουργίας, έστω και μέρους της διαστημικής υποδομής, θα μπορούσε να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ομαλή λειτουργία των οικονομικών δραστηριοτήτων και

στην ασφάλεια των πολιτών μας και θα παρεμπόδιζε την παροχή υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης...». Σύμφωνα με τα παραπάνω, η σημασία της προσπάθειας για την προστασία των δορυφορικών συστημάτων από τα διαστημικά υπολείμματα και την εξεύρεση τρόπων περιορισμού τους γίνεται ξεκάθαρα αντιληπτή.

Λόγω της εξαιρετικά υψηλής ταχύτητας και κατά συνέπεια της μεγάλης ορμής των διαστημικών υπολειμμάτων, ακόμη και πολύ μικρά κομμάτια μπορεί να αποτελέσουν κίνδυνο σε περίπτωση σύγκρουσης με κάποιο διαστημικό σύστημα. Πιο παραστατικά, ένα αντικείμενο μάζας 80gr, που εκτελεί τροχιά σε χαμηλή γήινη τροχιά, υψομέτρου περίπου 300km (LEO), έχει κινητική ενέργεια που αντιστοιχεί στην ενέργεια που παράγεται κατά την έκρηξη 1kg TNT . Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο πληθυσμός των διαστημικών υπολειμμάτων, που περιφέρονται γύρω από τη Γη, είναι ικανός να προκαλέσει σημαντική ζημιά στα λειτουργικά δορυφορικά συστήματα. Τα διαστημικά υπολείμματα, ανάλογα με το μέγεθός τους, χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες, όπως φαίνεται παρακάτω:

Κατηγορία 1. Μέγεθος μεγαλύτερο από 10 cm, το οποίο μπορεί να ανιχνευθεί από το Δίκτυο Διαστημικής Επιτήρησης της Πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ (SSN).

Κατηγορία 2. Μέγεθος από 1cm έως 10cm, το οποίο δεν μπορεί να εντοπιστεί.

Κατηγορία 3. Μέγεθος από 1mm έως 1cm.

Μπορεί εύκολα να γίνει κατανοητό ότι η ζημιά στα δορυφορικά συστήματα μπορεί να αποφευχθεί εάν είναι γνωστή η θέση των διαστημικών υπολειμμάτων. Τα υπολείμματα της κατηγορίας 1 είναι τα πιο επικίνδυνα λόγω του μεγέθους τους. Το Δίκτυο Διαστημικής Επιτήρησης των ΗΠΑ (US Space Surveillance Network - SSN), χρησιμοποιεί τεχνολογία οπτικής και RADAR και υποστηρίζει την αποστολή του Joint Space Operations Center (JSpOC), η οποία συνίσταται στον εντοπισμό, παρακολούθηση, αναγνώριση και αρχειοθέτηση όλων των αντικειμένων, που προέρχονται από τη γη και βρίσκονται τώρα σε τροχιά . Είναι ικανό να ανιχνεύει διαστημικά υπολείμματα μεγαλύτερα από 10cm στη Χαμηλή Γήινη Τροχιά (LEO) και μεγαλύτερα από 30cm στη Γεωσύγχρονη τροχιά (GEO). Αποδεικνύεται ότι με την τρέχουσα τεχνολογία μόνο ένα μέρος των διαστημικών υπολειμμάτων μπορεί να ανιχνευθεί και να παρατηρηθεί για την πρόληψη μεγάλων καταστροφών. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να συνειδητοποιήσουμε ότι θραύσματα μικρότερα από 10cm, τα οποία δεν μπορούν να ανιχνευθούν με σύγχρονα μέσα παρατήρησης, μπορούν να δημιουργήσουν πολύ

σοβαρά μέχρι και καταστροφικά προβλήματα στα δορυφορικά συστήματα. Ο Πίνακας 1 δείχνει τον αριθμό των εκτιμώμενων παρατηρήσιμων ποσοτήτων διαστημικών υπολειμμάτων ανά μέγεθος, ενώ ο Πίνακας 2 δείχνει τον κίνδυνο της προκαλούμενης ζημιάς ανάλογα με το μέγεθος των διαστημικών υπολειμμάτων.

Πίνακας 1. Εκτιμώμενη ποσότητα διαστημικών υπολειμμάτων ανά μέγεθος.

Μέγεθος	Ποσότητα Διαστημικών Υπολειμμάτων
<1cm	128,000,000
1-10cm	900,00
>10cm	34,000

Πίνακας 2. Κίνδυνος ζημιάς ανάλογα με το μέγεθος των διαστημικών υπολειμμάτων.

Κατηγορία	Μέγεθος	Πιθανός κίνδυνος ζημιάς
Ανιχνεύσιμα	>10cm	πλήρης καταστροφή
Πιθανώς ανιχνεύσιμα	>1cm	πλήρης ή μερική καταστροφή
Μη ανιχνεύσιμα	<1cm	Υποβάθμιση, απώλεια αισθητήρων ή υποσυστημάτων

Σύμφωνα με τον Mullis κ.α. (2019), οι τροχιές, στις οποίες κινούνται τα διαστημικά υπολείμματα, θα μπορούσαν να χωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες. Από τη μία, τη Χαμηλή Γήινη Τροχιά (LEO), μία κατηγορία από μόνη της, και από την άλλη, θεωρούμενες ως σύνολο, τις Γεωστατικές ή Γεωσύγχρονες Διαπλανητικές Τροχιές Μεταφοράς και τις Γεωστατικές Τροχιές Μεταφοράς. Πιο συγκεκριμένα, η πλειονότητα των διαστημικών υπολειμμάτων παρατηρείται στη Χαμηλή Γήινη Τροχιά (LEO), όπου λειτουργούν οι αναγνωριστικοί δορυφόροι που συλλέγουν πληροφορίες. Επομένως, ο κίνδυνος συγκρούσεων είναι υψηλότερος εκεί από ό,τι σε άλλες τροχιές. Πριν από το 2007, τα περισσότερα διαστημικά υπολείμματα ήταν απομεινάρια από διαστημικές αποστολές. Η σύγκρουση του Iridium 33 με το Cosmos 2251, το 2009, καθώς και η αντι-δορυφορική δοκιμή (ASAT) της Κίνας το 2007, από την οποία καταστράφηκε δικός της δορυφόρος σε χαμηλή τροχιά, πρόσθεσαν σημαντική ποσότητα συντριμμιών στη συγκεκριμένη τροχιά. Σε αυτά τα

ύψη, ωστόσο, η τριβή που δημιουργείται από την ατμόσφαιρα συμβάλλει στη μείωση της ταχύτητας των υπολειμμάτων και στην επανείσοδο και αποτέφρωσή τους στα πιο πυκνά μέρη της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα ένα είδος «διαδικασίας αυτοκαθαρισμού»

της Χαμηλής Γήινης Τροχιάς (LEO). Για το λόγο αυτό, ο Διεθνής Διαστημικός

Σταθμός (ISS) έχει τοποθετηθεί σε τροχιά ύψους 408 χλμ.

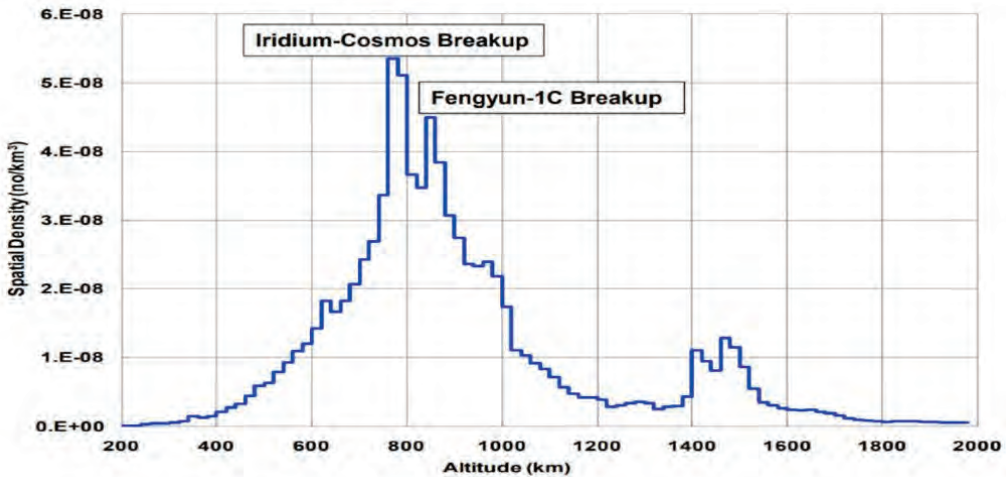
Για τις τροχιές της δεύτερης κατηγορίας επισημαίνεται ότι εκεί δε δημιουργείται το ίδιο φαινόμενο φυσικού αυτοκαθαρισμού, λόγω της πολύ μικρής επίδρασης της ατμοσφαιρικής τριβής σε αυτά τα υψόμετρα. Ακόμη και σε αυτά τα υψόμετρα, ωστόσο, οι ατμοσφαιρικές διαταραχές, η πίεση ακτινοβολίας και οι ηλιακοί άνεμοι μπορούν ενδεχομένως να μειώσουν την ποσότητα των διαστημικών υπολειμμάτων, με την είσοδο και καταστροφή των τελευταίων στα πιο πυκνά μέρη της ατμόσφαιρας, διαδικασία που μπορεί να διαρκέσει ακόμη και εκατοντάδες ή χιλιάδες χρόνια, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πολλοί τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι σε γεωστατικές τροχιές έχουν τεμνόμενες τροχιές, γεγονός που ενέχει πιθανό κίνδυνο σύγκρουσης. Η ταχύτητα της σύγκρουσης, όμως, και τα αντίστοιχα αρνητικά αποτελέσματα μειώνονται, αφού η ταχύτητα περιστροφής σε αυτά τα ύψη είναι της τάξης του 1,6km/s. Ως προληπτικό μέτρο, η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU), η οποία είναι η κύρια αρχή ελέγχου, απαιτεί να υπάρχει δυνατότητα εξόδου από την τροχιά ή εισόδου σε τροχιά «νεκροταφείου» μετά την ολοκλήρωση της επιχειρησιακής διάρκειας ζωής των δορυφόρων. Η τροχιά του «νεκροταφείου» είναι μια τροχιά μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα πάνω από τις χρησιμοποιούμενες γεωστατικές τροχιές, όπου επομέ-

ως οι πιθανότητες σύγκρουσης με ενεργούς δορυφόρους είναι πολύ μικρές. Αυτή η λύση επιλέγεται όταν η αλλαγή στην ταχύτητα που απαιτείται για τη μεταφορά ενός παροπλισμένου δορυφόρου εκτός τροχιάς και καύσης στην ατμόσφαιρα είναι μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για να μετακινηθεί σε τροχιά «νεκροταφείου». Το Γράφημα 1 δείχνει την κατανομή των διαστημικών υπολειμμάτων σε τροχιά, ανάλογα με το ύψος της τελευταίας.

Πίνακας 3. Χρόνος ζωής αντικειμένων σε χαμηλή γήινη τροχιά LEO σε τέσσερα διακριτά ύψη

Ύψος τροχιάς	Χρόνος ζωής αντικειμένων
200 km	1 to 4 ημέρες
600 km	25 to 30 χρόνια
1000 km	~ 2000 χρόνια
2000 km	~ 20000 χρόνια



Γράφημα 1. Χωρική κατανομή διαστημικών υπολειμμάτων σε σχέση με το τροχιακό ύψος.

Ασφάλεια στις διαστημικές επιχειρήσεις

Στις διαστημικές επιχειρήσεις, η προστασία της ανθρώπινης ζωής και η ακεραιότητα των κρίσιμων υποδομών είναι προτεραιότητες υψίστης σημασίας. Για τη διασφάλισή τους, τα διαστημικά κράτη σε όλο τον κόσμο είναι ανάγκη να εγγυώνται την ασφάλεια σε κάθε διαστημική αποστολή, είτε αυτή είναι εξερευνητική, εμπορική, επανδρωμένη, επιστημονική, μη επανδρωμένη ή στρατιωτική. Η διαστημική ασφάλεια θα μπορούσε να οριστεί ως: «...ο αποτελεσματικός μετριασμός ή η πλήρης απουσία των ανθρωπίνων ή φυσικών συνθηκών που θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβη σε έναν άνθρωπο στο διάστημα ή σε ένα κρίσιμο διαστημικό σύστημα υψηλής αξίας...»

Η διαστημική ασφάλεια αφορά πολλούς τομείς και έχει εθνικό, διεθνές, ακόμη και παγκόσμιο ενδιαφέρον. Οι διαδικασίες μετριασμού του κινδύνου εξαρτώνται από τις διαδικασίες σχεδιασμού, τις λειτουργίες ή και τα δύο. Είναι κοινώς αποδεκτό ότι μια ιδανική κατάσταση μηδενικού κινδύνου δεν υφίσταται σε οποιαδήποτε ανθρώπινη δραστηριότητα. Για να θεωρηθεί ένα σύστημα, μια συσκευή ή μια λειτουργία ως απολύτως ασφαλής, δε θα πρέπει να υπάρχει πιθανότητα ή δυνατότητα πρόκλησης ατυχήματος, κάτι που γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι δεν μπορεί να συμβεί.

Έτσι, στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει απόλυτη ασφάλεια, αλλά ένα αποδεκτό ή μετριασμένο επίπεδο κινδύνου. Ο καθορισμός του αποδεκτού επιπέδου ασφάλειας δεν είναι απλός, ειδικά όταν πρόκειται για διαστημικές δραστη-

ριότητες. Το αποδεκτό επίπεδο ασφάλειας βασίζεται σε τεχνικούς, οικονομικούς, πολιτικούς και πολιτιστικούς παράγοντες. Για τους παραπάνω λόγους, γενικά, ρυθμίζεται από εθνικούς κανονισμούς. Ωστόσο, όταν πρόκειται για επιχειρήσεις, οι οποίες αναπτύσσονται σε διεθνείς εκτάσεις, όπως η πολιτική αεροπορία ή οι διαστημικές επιχειρήσεις, οι εθνικοί κανόνες πρέπει να εναρμονίζονται κάτω από μία διεθνή κανονιστική ομπρέλα. Όσον αφορά τον διαστημικό τομέα, επί του παρόντος, δεν υπάρχουν διεθνείς κανονισμοί με αντικείμενο τον μετριασμό του κινδύνου που συνδέεται με τις διαστημικές επιχειρήσεις.

Στην ασφάλεια του διαστήματος υπάρχουν δύο βασικές έννοιες, η Διαχείριση της Διαστημικής Κυκλοφορίας (Space Traffic Management - STM) και η Επίγνωση της Διαστημικής Κατάστασης (Space Situational Awareness - SSA). Ο ορισμός της Διαχείρισης της Διαστημικής Κυκλοφορίας (STM) προέρχεται από τη Διεθνή Ακαδημία Αστροναυτικής (International Academy of Astronautics IAA) και περιγράφεται ως «... το σύνολο των τεχνικών και κανονιστικών διατάξεων για την προώθηση της ασφαλούς πρόσβασης στο διάστημα, τις λειτουργίες στο διάστημα και την επιστροφή από το διάστημα στη Γη χωρίς φυσικές παρεμβολές ή παρεμβολές ραδιοσυχνοτήτων...». Η ιδέα του STM άρχισε να αναπτύσσεται πρόσφατα. Από την άλλη πλευρά, η Επίγνωση της Διαστημικής Κατάστασης (SSA,

είναι μια δράση, η οποία έχει αναπτυχθεί εδώ και δύο δεκαετίες περίπου από πολλές χώρες ή Οργανισμούς. Αυτή περιλαμβάνει ενέργειες και τεχνολογίες για την παρακολούθηση και εντοπισμό κοντινών διαστημικών αντικειμένων και την παρακολούθηση και πρόβλεψη του διαστημικού καιρού. Το STM και το SSA συνδέονται στενά καθώς το STM αντλεί δεδομένα από το SSA για να παρέχει ειδοποιήσεις και να εκτελέσει, εάν χρειαστεί, τους απαραίτητους ελιγμούς αποφυγής, οι οποίοι αναφέρονται ως (CAM- collision avoidance maneuvers). Τόσο το STM όσο και το SSA είναι κρίσιμα στοιχεία για την αξιολόγηση κινδύνου που συνδέεται με τα διαστημικά υπολείμματα.

Εμπόδια κατά την απομάκρυνση των Διαστημικών Υπολειμμάτων

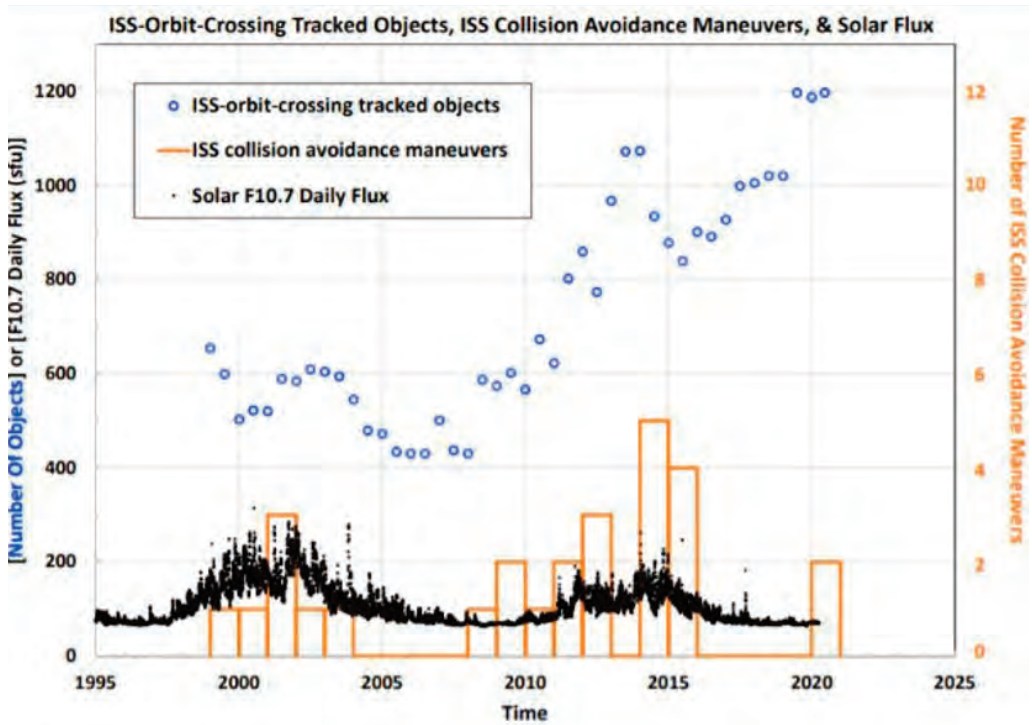
Τεχνικά Εμπόδια

Τα τεχνικά εμπόδια κατά την ενεργητική απομάκρυνση των διαστημικών αποβλήτων ξεκινούν από το γεγονός ότι τα τελευταία μπορεί να είναι μικροσκοπικά. Η δυσκολία στην αντιμετώπιση μικρών θραυσμάτων διαστημικών υπολειμμάτων είναι ορατή στις συχνές προσπάθειες αποφυγής τέτοιων αντικειμένων από τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό (ISS) τα τελευταία χρόνια. Ο ISS διαθέτει ένα σύστημα εντοπισμού δυνητικά επικίνδυνων διαστημικών υπολειμμάτων και

μέχρι το 2020 έχει πραγμα- τοποιήσει εί- κοσι επτά ελιγμούς αποφυγής σύγκρου- σης, όπως φαίνεται στο *Γράφημα 2*. Αντικείμενα μεγαλύτερα από 10 cm είναι πιο εύκολο να εντοπιστούν και επο- μένως το μεγαλύτερο πρόβλημα δημι- ουργείται από αντικείμενα μεγέθους 1-10 cm.

συνοψιστούν ως εξής:

- i. Η απουσία διεθνώς αποδεκτού νομικού ορισμού της έννοιας των διαστημικών υπολειμμά- των.
- ii. Μη δεσμευτικά προηγούμενα για την αποκατάσταση του διαστημικού περιβάλλοντος



Γράφημα 2. Εξέλιξη αντικειμένων που διασχίζουν την τροχιά του ISS σε σχέση με τον ελιγμό διαφυγής του ISS.

Νομικά και πολιτικά εμπόδια

Τα νομικά και πολιτικά αναχώματα που εμποδίζουν την ταχεία ανάπτυξη συστη- μάτων παρατήρησης και απομάκρυνσης διαστημικών υπολειμμάτων μπορούν να

- από διαστημικά απορρίμματα.
 - iii. Η αυστηρή ιδιοκτησία διαστη- μικών συστημάτων.
 - iv. Ασάφειες στη διάπραξη ενοχής και την απόδειξη αμέλειας.
- Οι ενέργειες, που θα πρέπει να προ-

ωθηθούν διεθνώς, για να αντιμετωπιστεί νομικά το ζήτημα της απομάκρυνσης διαστημικών υπολειμμάτων κρίνεται ότι θα πρέπει να είναι, τουλάχιστον, οι παρακάτω:

- i. Να συμφωνηθεί ένας κοινά αποδεκτός ορισμός των διαστημικών υπολειμμάτων για να ανοιχθεί ο δρόμος στους διαστημικούς οργανισμούς, ώστε να προχωρήσουν στις απαιτούμενες ενέργειες για την πραγματοποίηση αποστολών Ενεργητικής Απομάκρυνσης Υπολειμμάτων (ADR)
- ii. Να καθοριστεί ένα προληπτικό νομικό καθεστώς για τον επιμερισμό της ευθύνης μεταξύ ιδιωτικών και δημόσιων συμπράξεων.
- iii. Να αναπτυχθούν αποδοτικότερες τακτικές εντοπισμού και παρακολούθησης για την ταξινόμηση των διαστημικών απορριμμάτων.
- iv. Να δημιουργηθεί ένας διεθνής οργανισμός για τη συλλογή και αποθήκευση δεδομένων για τα τροχιακά διαστημικά υπολείμματα.

Οικονομικά Εμπόδια

Η διαστημική βιομηχανία, όπως κάθε είδους ιδιωτική οικονομική δραστηριότητα, καθοδηγείται από το κέρδος. Αυτές ακριβώς οι πρακτικές που αυξάνουν τα κέρδη είναι που θέτουν εμπόδια στην απομάκρυνση ή τη μείωση των διαστημικών υπολειμμάτων.

Αποτελεί κοινή πρακτική για εταιρείες που διαχειρίζονται δορυφορικά συστήματα να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των τελευταίων πολύ πέρα από την αρχικά προγραμματισμένη. Μ' αυτόν τον τρόπο επιδιώκουν να καλύψουν τη διαφορά από τις υπερβάσεις κόστους, που σημειώνονται στα στάδια ανάπτυξης και εκτόξευσης δορυφορικών συστημάτων. Συνήθως, αυτές οι αποκλίσεις από τον αρχικό προϋπολογισμό οφείλονται στις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η ανάπτυξη δορυφορικών συστημάτων. Ωστόσο, όσο περισσότερο χρόνο η λειτουργία ενός δορυφορικού συστήματος υπερβαίνει την προγραμματισμένη λειτουργική του ζωή, τόσο αυξάνει ο κίνδυνος διάλυσης και συνακόλουθης μετατροπής του σε εκτός ελέγχου διαστημικά υπολείμματα.

Η αδυναμία πραγματοποίησης μιας πλήρως επιχειρησιακής αποστολής επίδειξης δημιουργεί πρόβλημα στην εκτίμηση του κόστους μιας επιχείρησης ADR στην πράξη. Ως εκ τούτου, για να πεισθούν τα ενδιαφερόμενα μέρη να χρηματοδοτήσουν μια τέτοια αποστολή, θα πρέπει να εξεταστεί μια ενσωματωμένη προσέγγιση. Μια αποστολή επίδειξης, χρηματοδοτημένη από ιδιωτικά και κυβερνητικά κεφάλαια, θα μπορούσε να επιλύσει πολλά τεχνικά ζητήματα δημιουργώντας τις προϋποθέσεις για μια πιο ρεαλιστική κοστολόγηση μιας αποστολής ADR.

Οι εθνικές διαστημικές υπηρεσίες έχουν ακολουθήσει στο παρελθόν αυτήν την προσέγγιση σε διάφορα σχετικά με το διάστημα πεδία, όπως εκτοξεύσεις, δορυφορικές αποστολές, ακόμα και για τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό. Συνοψίζοντας τα παραπάνω, οι πρωταρχικοί στόχοι, σε οικονομικό επίπεδο, για τις αποστολές ADR θα μπορούσαν να εξειδικευτούν ως εξής:

- Σαφής προσδιορισμός της πρότασης αξίας για τα ενδιαφερόμενα μέρη.
- Εκτίμηση και μοντελοποίηση του κινδύνου για πολλαπλά διαστημικά περιουσιακά στοιχεία σε ένα προεξοφλητικό χρονικό πλαίσιο.
- Προσδιορισμός των εναλλακτικών επιλογών και εμπορική μελέτη αυτών των επιλογών.

Η αύξηση του αριθμού των διαστημικών υπολειμμάτων συνεπάγεται την αύξηση του ρίσκου για τις διαστημικές επιχειρήσεις.

Το «Σύνδρομο Κέσλερ» απασχολεί ιδιαίτερα τη διαστημική κοινότητα ως ένα εξαιρετικά επικίνδυνο σενάριο. Αυτό αφορά την εκθετική αύξηση διαστημικών υπολειμμάτων από τη σύγκρουση δύο διαστημικών συστημάτων σε περιοχές έντονης διαστημικής παρουσίας, όπως οι Χαμηλές Γήινες Τροχιές (LEO). Μέχρι το 2019, ο μόνος δορυφόρος με μάζα ικανή να πυροδοτήσει αυτή την

ακολουθία γεγονότων σε χαμηλή τροχιά της Γης ήταν ο Envisat της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Υπηρεσίας. Με μάζα 8.200 κιλών κινείται σε μια περιοχή όπου η πυκνότητα των διαστημικών υπολειμμάτων είναι σημαντικά υψηλή, με δύο καταγεγραμμένα αντικείμενα να πλησιάζουν σε απόσταση μικρότερη των 200 μέτρων κάθε χρόνο. Εάν ένα θραύσμα διαστημικών συντριμμίων 10 εκατοστών συγκρουστεί με ένα διαστημικό σκάφος 1.200 κιλών, θα μπορούσαν να παραχθούν πάνω από 1 εκατομμύριο θραύσματα μεγέθους από 1 χιλιοστό και άνω. Στην περίπτωση ενός συμβάντος, όπως αυτό που περιγράφεται από το σύνδρομο Κέσλερ, η περιοχή που θα επηρεαστεί δε θα καταστεί εντελώς απρόσιτη, αλλά θα είναι ασύμφορη η παράκαμψή της σε κόστος και χρόνο.

Η πιθανότητα σύγκρουσης ενός εν λειτουργία διαστημικού σκάφους με διαστημικά συντρίμια ενισχύεται, τόσο από την αύξηση των διαστημικών υπολειμμάτων, όσο και από την αύξηση των ενεργών δορυφορικών σχηματισμών. Η άνοδος της ζήτησης για παγκόσμια διαδίκτυακή κάλυψη, καλύτερες γεωχωρικές τεχνολογίες και τεχνολογίες πλοήγησης ανεβάζει ραγδαία τον αριθμό των δορυφόρων που εκτοξεύονται σε τροχιά. Το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ εκτιμά ότι υπήρχαν περίπου έξι χιλιάδες δορυφόροι σε τροχιά το 2020, εκ των οποίων μόνο το 40% ήταν σε λειτουργία. Μόνο το 2020 εκτοξεύτηκαν εννιάκοσιοι πενήντα πέντε νέοι δορυφόροι,

αριθμός που αντιπροσωπεύει το 35% των υπάρχοντων δορυφόρων. Οι περίπου τρεις χιλιάδες τριακόσιοι ανενεργοί δορυφόροι σε τροχιά θεωρούνται διαστημικά υπολείμματα και αποτελούν πιθανό κίνδυνο. Ένας άλλος παράγοντας που προβλέπεται να αυξήσει τον κίνδυνο διαστημικών συγκρούσεων είναι η συμμετοχή ιδιωτικών εταιρειών σε προγράμματα όπως ο διαστημικός τουρισμός. Είτε οι ιδιωτικές αποστολές περιλαμβάνουν τροχιές LEO, MEO ή GEO, είτε απλώς τροχιές μεταφοράς για αποστολές μικρής ή μεγάλης απόστασης, η αυξημένη κίνηση θα οδηγήσει σε περισσότερα διαστημικά υπολείμματα. Επομένως, αυτά τα νέα διαστημικά σκάφη πρέπει να έχουν αυξημένη προστασία από συγκρούσεις με διαστημικά συντρίμια.

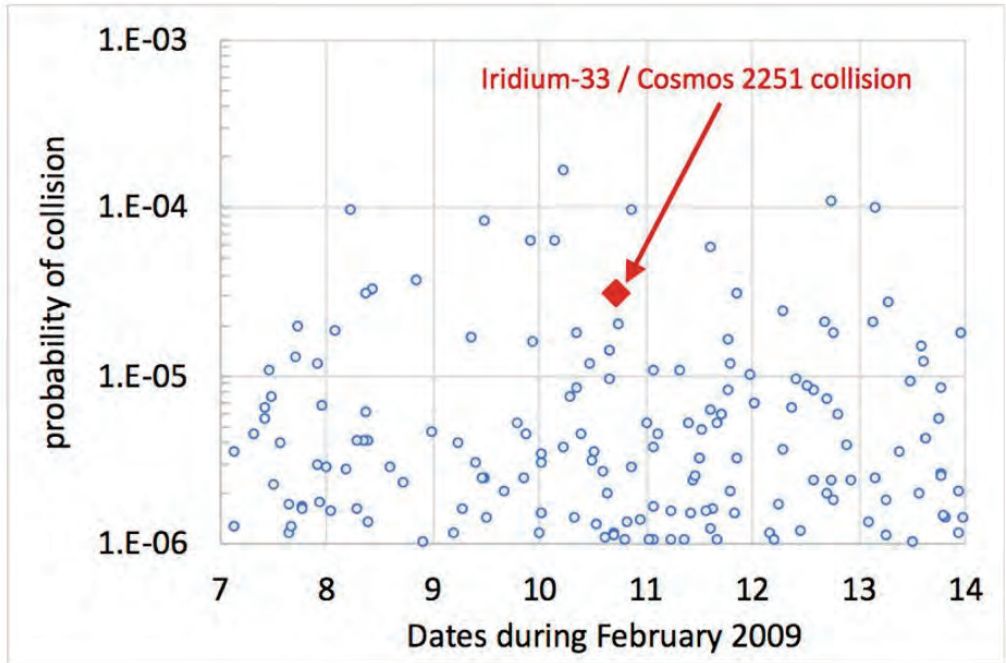
Για να μετριαστεί ο κίνδυνος που δημιουργούν τα διαστημικά υπολείμματα για τα διαστημικά συστήματα και τους αστροναύτες, είναι επιτακτική ανάγκη να ενεργήσουμε προληπτικά. Οι άνθρωποι έχουν περιορισμένη ικανότητα ερμηνείας δεδομένων χωρίς τη βοήθεια υπολογιστών. Η κατάσταση που προκύπτει από την απειλή των διαστημικών υπολειμμάτων πρέπει να αντιμετωπιστεί με τη χρήση λογισμικού που είναι σε θέση να αποδίδει ταχύτερα και να λαμβάνει αποφάσεις με βάση ένα ευρύτερο φάσμα παραμέτρων από αυτό που επεξεργάζεται ο ανθρώπινος νους. Αυτό, πιθανότατα, θα μπορούσε να γίνει με τεχνητή νοημοσύνη. Καθώς αναμένεται

να λειτουργήσουν νέες, πιο προηγμένες υποδομές ανίχνευσης διαστημικών υπολειμμάτων τα επόμενα χρόνια, ο πληθυσμός των διαστημικών υπολειμμάτων που θα καταγραφούν θα αυξηθεί σημαντικά. Αυτό δε θα οφείλεται μόνο στην αύξηση του αριθμού των δορυφόρων και των διαστημικών συστημάτων, που σχεδιάζεται να εκτοξευθούν τα επόμενα χρόνια, αλλά κυρίως στο γεγονός ότι τα νέα συστήματα ανίχνευσης θα μπορούν να ανιχνεύουν θραύσματα διαστημικών συντρίμμων που δεν είναι ανιχνεύσιμα από τα τρέχοντα συστήματα.

Ενδεχόμενη αύξηση των ειδοποιήσεων σύγκρουσης, ως αποτέλεσμα του διογκούμενου αριθμού των καταγεγραμμένων διαστημικών υπολειμμάτων, θα μπορούσε να οδηγήσει σε κατάρρευση του συστήματος STM (Space Traffic Management). Οι περισσότερες από τις παραπάνω ειδοποιήσεις δε θα συνεπάγονται σημαντική απειλή σύγκρουσης ή ενεργοποίηση κάποιου ελιγμού αποφυγής σύγκρουσης, Ωστόσο ο χρόνος και η ενέργεια που θα απαιτούνται για την αξιολόγηση του σηματοδοτούμενου κινδύνου θα είναι δυσανάλογα μεγάλοι. Επιπλέον, η μέτρηση που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για να αποφασιστεί εάν ένα συμβάν είναι χαμηλού ή υψηλού κινδύνου πρέπει να επαναξιολογηθεί, ώστε με την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης να καταστεί πιο αξιόπιστη. Ενδεικτικό της τρέχουσας κατάστασης είναι ότι η σύγκρουση μεταξύ του Iridium-33 και του Russian Cosmos-2251

δεν είχε ταξινομηθεί ως γεγονός υψηλού κινδύνου πριν συμβεί (Γράφημα 3).

συστήματος STM (Space Traffic Management). Δεν υπάρχουν πολλά παραδείγματα αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης που να έχουν εφαρμοστεί



Γράφημα 3. Η πιθανότητα σύγκρουσης του Iridium-33 και του Cosmos 2251 δεν αξιολογήθηκε ως ισχυρά επικίνδυνη με τις τρέχουσες τεχνικές εκτίμησης.

Ένα σύστημα Τεχνητής Νοημοσύνης με ολοένα πιο αξιόπιστα εισερχόμενα δεδομένα, θα μπορεί να μαθαίνει απευθείας από αυτά (Μηχανική Μάθηση-Machine Learning), με αποτέλεσμα να παρέχει πιο ακριβείς προβλέψεις από οποιοδήποτε μοντέλο πρόβλεψης χρησιμοποιείται σήμερα. Καθώς ο χρόνος είναι ένας κρίσιμος παράγοντας, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης θα συμβάλουν στην αυτοματοποίηση του

σε διαστημικά συστήματα. Ωστόσο, η τεχνητή νοημοσύνη έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για υποστήριξη αποφάσεων και πρόβλεψη συμβάντων σε άλλους τομείς μηχανικής, όπως η Διαχείριση Εναέριας Κυκλοφορίας.

Τα συστήματα Εναέριας Κυκλοφορίας (Air Traffic Management -ATM) και Μη Επανδρωμένης Εναέριας Κυκλοφορίας (Unmanned Air Traffic Management -UTM) είναι δύο συστήματα με

λειτουργίες παρόμοιες με αυτές που εφαρμόζονται στο διάστημα και με ενσωματωμένες εφαρμογές αυτοματισμού και τεχνητής νοημοσύνης, που ενεργοποιούνται όταν κρίνεται απαραίτητο.

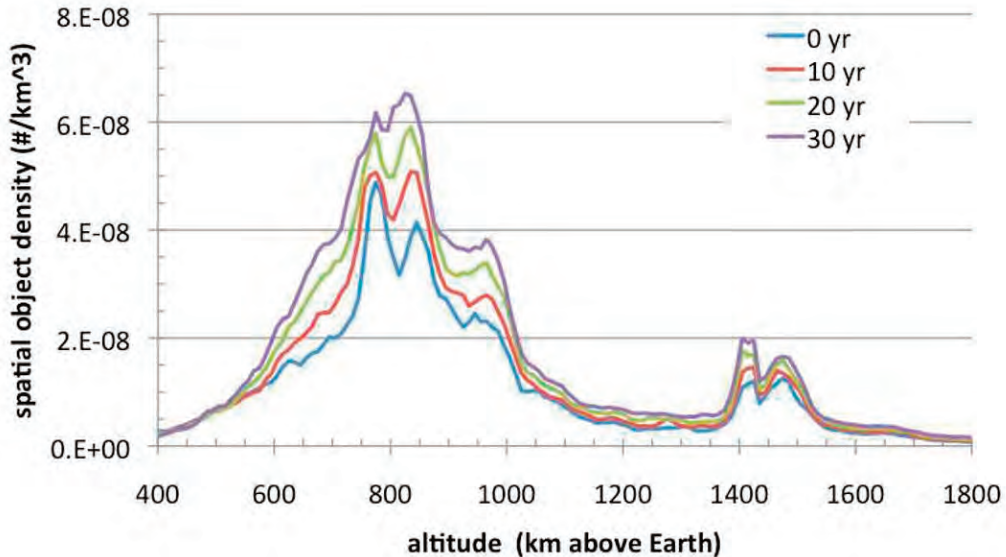
Ο αυτοματισμός και η τεχνητή νοημοσύνη στις λειτουργίες ATM και UTM διαδραματίζουν βασικό ρόλο ειδικά όταν πρόκειται για τη λήψη αποφάσεων σε περιοχές με υψηλή συμφόρηση, διότι μπορούν να εξετάσουν γρήγορα ένα ευρύ σύνολο παραμέτρων και να κατατάξουν τις πιο ενδεχόμενες επιλογές σε μια κατάσταση πιθανής σύγκρουσης. Αυτό αυτοματοποιεί εργασίες, που προηγουμένως εκτελούνταν κυρίως χειροκίνητα από ανθρώπους και επομένως επιταχύνει τη διαδικασία συνολικά.

Η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος (ESA) έχει αναγνωρίσει τρία πεδία στα οποία η τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσε να αποδειχθεί χρήσιμη για την αξιολόγηση κινδύνου σε διαστημικές αποστολές, που προκαλείται από την αύξηση του πληθυσμού στο τροχιακό περιβάλλον. Το πρώτο από αυτά είναι η μείωση του φόρτου εργασίας του χειριστή (αυτοματισμός), έπειτα η συρρίκνωση του χρόνου λήψης αποφάσεων κατά την αξιολόγηση κινδύνου και, τέλος, η μείωση του αριθμού των ψευδών ειδοποιήσεων.

Παρακολούθηση και εντοπισμός Διαστημικών Υπολειμμάτων

Εύκολα μπορεί κανείς να αντιληφθεί τη σημασία της επιτήρησης των διαστημικών υπολειμμάτων, καθώς η αντιμετώπιση του προβλήματος των διαστημικών συντριμμιών προϋποθέτει αρχικά την παρακολούθησή τους. Έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες και έρευνες σε αυτόν τον τομέα, κυρίως στο πεδίο της οπτικής φυσικής και της τεχνολογίας RADAR. Εάν υπήρχε άρτια και ολοκληρωμένη πληροφόρηση σχετικά με τα διαστημικά υπολείμματα, θα ήταν ευκολότερο να πραγματοποιηθούν όχι μόνο ελιγμοί αποφυγής σύγκρουσης, αλλά και αποστολές για την προσέγγιση και αφαίρεση διαστημικών συντριμμιών.

Ωστόσο, προς το παρόν, οι δυνατότητες των συστημάτων παρακολούθησης είναι ατελείς. Επομένως η πρόβλεψη της ακριβούς θέσης ενός δορυφόρου ή διαστημικών υπολειμμάτων για μικρό χρονικό διάστημα (ημέρες) μπορεί να αναπαρασταθεί μόνο ως τρισδιάστατη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας. Μέχρι σήμερα, οι σχετικές προβλέψεις βασίζονται μόνο σε παρατηρήσεις. Αυτές οι παρατηρήσεις δείχνουν ότι, ειδικά στην περιοχή LEO, και πιο συγκεκριμένα σε περίπου 850km υψόμετρο, η πυκνότητα των αντικειμένων θα αυξηθεί κατά 50%, κατ'έκτιμηση, σε μια περίοδο τριάντα ετών, όπως φαίνεται στο *Γράφημα 4*.



Γράφημα 4. Χωρική πυκνότητα αντικειμένων (>10cm) ανά ύψος (χρονιά 0=2009).

Παρακολούθηση και εντοπισμός μέσω λείζερ.

Η ανάγκη για ακριβή προσδιορισμό της τροχιάς των δορυφόρων, ήδη από τη δεκαετία του 1950, οδήγησε στη σύσταση της Διεθνούς Υπηρεσίας Μέτρησης Απόστασης με Λείζερ (International Laser Ranging Service - ILRS), η οποία συντονίζει σήμερα περισσότερες από είκοσι τοποθεσίες μέτρησης απόστασης με λείζερ για δορυφόρους (Satellite Laser Ranging - SLR) σε όλο τον κόσμο. Οι χώρες που έχουν αυτή τη δυνατότητα είναι οι ΗΠΑ, η Ρωσία,¹ η Κίνα και η Ευρώπη μέσω του DLR της Γερμανίας. Η τεχνολογία δορυφορικής εμβέλειας λείζερ χρησιμοποιεί συνήθως βραχείς χρο-

νικούς παλμούς -μεγέθους picoseconds (ps)- για την παρακολούθηση δορυφόρων, με ακρίβεια 5-10mm για γεωδαιτικούς δορυφόρους. Μ' αυτόν τον τρόπο, υπάρχει δυνατότητα γνώσης των δορυφορικών τροχιών με ακρίβεια εκατοστών.

Παρακολούθηση και εντοπισμός μέσω RADAR.

Η ESA και η γερμανική ομάδα Παρακολούθησης και Απεικόνισης μέσω RADAR (FGAN/TIRA) συνεργάστηκαν προκειμένου το RADAR να χρησιμοποιηθεί ως σύστημα αναζήτησης και παρακολούθησης διαστημικών αντικειμένων. Τα κύρια υποσυστήματα του RADAR είναι μια κεραία 34 μέτρων, μια μονοπαλμική κεραία και ένα RADAR απεικόνισης

¹ RUSSIAN LASER TRACKING NETWORK (nasa.gov)

Κυ-band υψηλής ανάλυσης. Το RADAR TIRA, κυρίως, αναζητά και παρακολουθεί διαστημικά αντικείμενα προσδιορίζοντας την τροχιά τους, βοηθά στον χαρακτηρισμό του περιβάλλοντος διαστημικών συντρίμμων και στην επικύρωση των μοντέλων διαστημικών υπολειμμάτων.

Μέθοδοι Συλλογής και Απομάκρυνσης Διαστημικών Υπολειμμάτων

Μέθοδοι συλλογής διαστημικών υπολειμμάτων

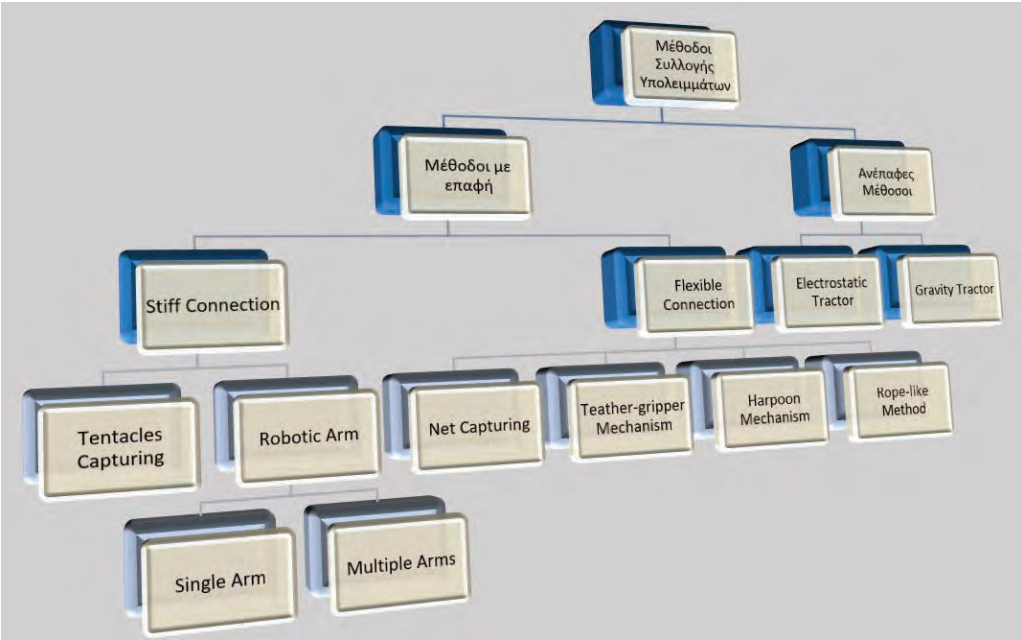
Υπάρχουν πέντε φάσεις σε μια διαστημική αποστολή για την ενεργή απομάκρυνση διαστημικών υπολειμμάτων: φάση εκτόξευσης και πρώιμης τροχιάς



Εικόνα 1. Οι εγκαταστάσεις TIRA.

(LEOP), φάση ραντεβού μεγάλης εμβέλειας, φάση ραντεβού κοντινής απόστασης, φάση συλλογής και φάση αφαίρεσης.

Οι μέθοδοι που συζητούνται παρακάτω χωρίζονται, περαιτέρω, σε δύο κύριες κατηγορίες: τη μέθοδο με επαφή και την ανέπαφη. Στο *Γράφημα 5* απο-



Γράφημα 5. Μέθοδοι Συλλογής Διαστημικών Υπολειμμάτων.

τυπώνονται οι κυριότερες μέθοδοι συλλογής διαστημικών υπολειμμάτων (σ.σ. Οι ονομασίες των μεθόδων δε μεταφράστηκαν στα ελληνικά για ακριβή απόδοση της τεχνικής τους σημασίας).

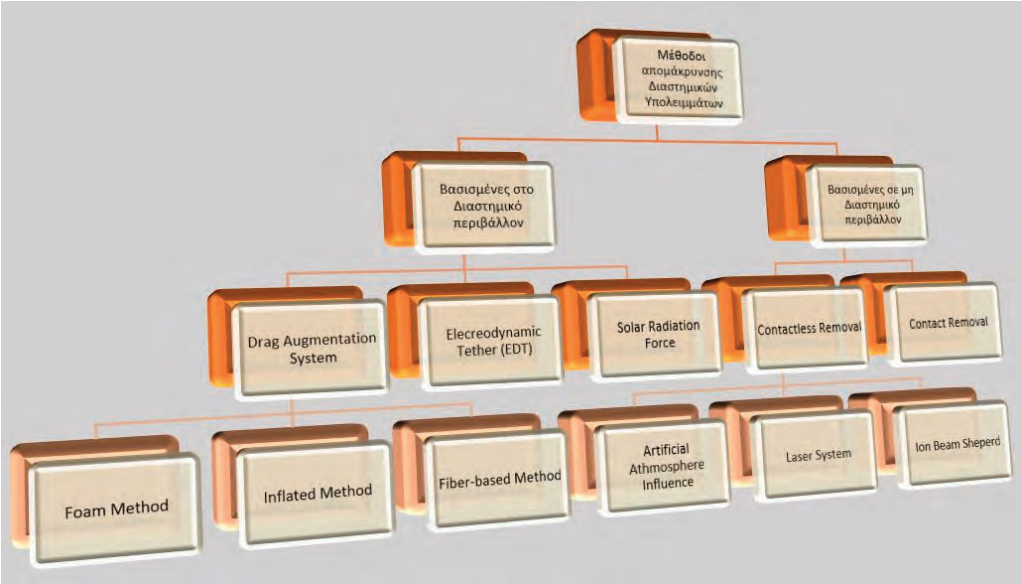
Υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε όλες τις ως τώρα προτεινόμενες μεθόδους, οι οποίες παρατίθενται

στον Πίνακα 4, που ακολουθεί.

Μέθοδοι απομάκρυνσης διαστημικών υπολειμμάτων.

Οι μέθοδοι απομάκρυνσης διαστημικών υπολειμμάτων διαφέρουν από αυτές της συλλογής. Ορισμένες μέθοδοι αφαίρε-

Μέθοδοι Συλλογής	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Υπάρχουσα Έρευνα	Ίδρυμα
<i>Tentacles</i>	• Άκαμπτο • Ευκολία δοκιμής στο έδαφος • Υψηλό επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας (TRL)	• Πολύπλοκη διαδικασία συνάντησης • Πιθανότητα αναπήδησης • Απαίτηση ακριβούς σχετικής τοποθέτησης και ταχύτητα	e. Deorbit CADET TAKO	ESA Aviospace Japan
<i>Single robotic arm</i>	• Άκαμπτο • Ευκολία δοκιμής στο έδαφος • Υψηλό επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας (TRL)	• Υψηλή πιθανότητα σύγκρουσης • Απαίτηση σημείου σύνδεσης • Απαίτηση για διαδικασία συνάντησης και σύνδεσης	OctArm DEOS EPOS FREND	USA DLR DLR DARPA
<i>Multiple Arms</i>	• Άκαμπτο • Ευκολία δοκιμής στο έδαφος • Ευέλικτη σύνδεση	• Πολύπλοκο σύστημα ελέγχου • Υψηλή μάζα και κόστος • Απαίτηση για διαδικασία συνάντησης	ATLAS	UK
<i>Net Capturing</i>	• Επιτρέπει μεγάλη απόσταση κατά τη συλλογή • Μειωμένες απαιτήσεις ακρίβειας • Συμβατή με διάφορα μεγέθη διαστημικών υπολειμμάτων	• Δυσκολία στον έλεγχο • Κίνδυνος επικίνδυνων ταλαντώσεων • Δυσκολία δοκιμής στο έδαφος	ROGER e. Deorbit D-CoNe REDCROC	ESA ESA Italy Colorado
<i>Tether gripper</i>	• Επιτρέπει μεγάλη απόσταση κατά τη συλλογή • Μικρή χρονική διάρκεια διαδικασίας συλλογής • Χαμηλή μάζα και κόστος	• Δυσκολία στον έλεγχο • Απαίτηση σημείου σύνδεσης • Χαμηλή αξιοπιστία	ROGER TSR	ESA China
<i>Harpoon</i>	• Μη απαίτηση σημείου σύνδεσης • Επιτρέπει απόσταση αναμονής πριν τη συνάντηση • Συμβατή με διάφορους τύπους στόχου	• Ρίσκο δημιουργίας θραυσμάτων • Ρίσκο αποσύνδεσης • Ευέλικτη σύνδεση, δύσκολη ανακατεύθυνση της κίνησης του στόχου	GS e. Deorbit	Astrium ESA



Γράφημα 6. Μέθοδοι απομάκρυνσης Διαστημικών Υπολειμμάτων.

Μέθοδοι απομάκρυνσης	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Υπάρχουσα Έρευνα	Ίδρυμα
Drag Augmentation System	- Επιτρέπει μεγάλη απόσταση δράσης - Συμβατή με διάφορα μεγέθη Διαστημικών Υπολειμμάτων	- Ρίσκο θραύσης - Λιγότερο αποδοτική	Foam Inflated Fiber-based	ESA GAC US- Patent
Electro-dynamic tether	- Μη απαίτηση για σύστημα προώθησης - Υψηλό TRL	- Απαιτείται σύνδεση - Μη διαθέσιμο για γεωσύγχρονες τροχιές (GEO)	EDT	JAXA
Contactless removal	- Επιτρέπει μεγάλη απόσταση δράσης - Συμβατή με διάφορα μεγέθη Διαστημικών Υπολειμμάτων	- Λιγότερο αποδοτική - Μη διαθέσιμο για γεωσύγχρονες τροχιές (GEO)	Artificial atmosphere Laser system Ion beam shepherd	US- Patent LODR ESA
Contact removal	- Απομάκρυνση πολλαπλών στόχων - Μικρός χρόνος επιχειρήσεων	- Απαιτείται συνάντηση - Πολύπλοκο σύστημα ελέγχου	Slingshots Adhesive method	USA Astroscale

σης περιλαμβάνουν κι αυτές συλλογή διαστημικών υπολειμμάτων, αλλά η πλειοψηφία τους έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να παρακάμπτεται αυτή η διαδικασία. Οι πιο υποσχόμενες μέθοδοι είναι η ηλεκτροδυναμική πρόσδεση (EDT), η μέθοδος αύξησης έλξης (DAS), οι μέθοδοι απομάκρυνσης χωρίς επαφή και οι μέθοδοι απομάκρυνσης με επαφή. Το *Γράφημα 6* δείχνει τις υφιστάμενες μεθόδους απομάκρυνσης διαστημικών υπολειμμάτων, ενώ στον *Πίνακα 5* συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μεθόδων απομάκρυνσης (σ.σ. Οι ονομασίες των μεθόδων δε μεταφράστηκαν στα ελληνικά για ακριβή απόδοση της τεχνικής τους σημασίας).

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, τα διαστημικά υπολείμματα είναι ένας σημαντικός κίνδυνος, που απειλεί την ακεραιότητα όχι μόνο των διαστημικών συστημάτων αλλά και των αστροναυτών, που βρίσκονται σε τροχιά στο κοντινό διαστημικό περιβάλλον. Επιπλέον, έχει αρχίσει να γίνεται ορατός ο κίνδυνος να προκληθεί, από την ίδια αιτία, δυσλειτουργία ή/και απενεργοποίηση στρατιωτικών συστημάτων, που βασίζονται στις δορυφορικές τεχνολογίες. Αν και το πρό-

βλημα έχει αναγνωριστεί σχεδόν από την αυγή της διαστημικής εποχής, δεν έχει βρεθεί ακόμη μια εφικτή λύση, καθώς αυτή εξαρτάται από ένα σύνθετο πλέγμα τεχνολογικών, οικονομικών, νομικών και πολιτικών αναχωμάτων. Το μεγάλο εύρος, που παρουσιάζουν τα μεγέθη των διαστημικών υπολειμμάτων, η δυσκολία παρατήρησης και καταγραφής τους και η γενική δυσκολία κατασκευής διαστημικών συστημάτων είναι μερικά από τα τεχνικά προβλήματα που ανακύπτουν. Πέρα όμως από τα παραπάνω, δεν έχει υπάρξει ακόμη διεθνής νομική ρύθμιση, που να αποσαφηνίζει τις νομικές πλευρές της δραστηριότητας στο διάστημα και κατά συνέπεια των διαστημικών υπολειμμάτων.

Το ζήτημα πρέπει να αντιμετωπιστεί ολιστικά από την επιστημονική, πολιτική και οικονομική κοινότητα, καθώς η απουσία ανάληψης δράσης θα οδηγήσει μαθηματικά σε σοβαρή απειλή για την ασφάλεια, όχι μόνο για τα διαστημικά συστήματα και τους ανθρώπους που βρίσκονται σε τροχιά, αλλά και για τη ζωή στη γη, όπως την γνωρίζουμε. Οι με-





γαλύτερες απειλές για τα διαστημικά συστήματα και τους αστροναύτες, που βρίσκονται σε τροχιά, προέρχονται από την πιθανότητα σύγκρουσης με ένα θραύσμα διαστημικών συντριμιών. Από την άλλη, η απειλή για τα συστήματα στη γη προέρχεται από την καταστροφή ή υποβάθμιση των διαστημικών συστημάτων διασύνδεσης λόγω διαστημικών συγκρούσεων.

Συνεπώς, είναι επιβεβλημένη η λήψη πολιτικών αποφάσεων σε διεθνές επίπεδο, οι οποίες θα ανοίξουν το δρόμο για ένα νομικό πλαίσιο υποστήριξης αποστολών για την απομάκρυνση των διαστημικών υπολειμμάτων. Ένας άλλος σημαντικός αποτρεπτικός παράγοντας είναι το υψηλό κόστος των αποστολών αυτών. Ο ιδιωτικός τομέας, έχοντας ως κύριο στόχο το κέρδος, είναι δύσκολο να επενδύσει σε ένα σχέδιο που δεν προβλέπεται να αποφέρει άμεσα οικονομικά οφέλη. Επομένως, είναι το κράτος ή οι υπερεθνικές διαστημικές υπηρεσίες, όπως η ESA, που, με την υποστήριξη των

κυβερνήσεων των αναπτυγμένων χωρών, θα κινηθούν προς αυτή την κατεύθυνση, θέτοντας το στόχο για μακροπρόθεσμο κέρδος σε ασφάλεια και ευελιξία πάνω από το βραχυπρόθεσμο οικονομικό όφελος.

Η τεχνολογία εντοπισμού, συλλογής και απομάκρυνσης διαστημικών υπολειμμάτων δεν είναι ακόμη έτοιμη να

εκτελεστεί σε επιχειρησιακό περιβάλλον. Όμως, η έρευνα, που έχει ήδη γίνει, μπορεί να οδηγήσει σε γρήγορα αποτελέσματα, με την προϋπόθεση της άρσης των οικονομικών εμποδίων και της διεθνούς συνεργασίας για την προώθηση των απαιτούμενων εξελίξεων σε νομικό, πολιτικό, στρατηγικό, και τεχνολογικό επίπεδο.

Τέλος, η Π.Α. είναι ανάγκη να καταρτίσει ένα σχέδιο αντιμετώπισης των πιθανών κινδύνων, που παρουσιάζουν τα διαστημικά υπολείμματα έναντι της ομαλής λειτουργίας των πτητικών και όχι μόνο μέσων. Επίσης, πρέπει να ενεργήσει προληπτικά, αρχικά με παθητικά μέσα, δηλαδή βρίσκοντας εναλλακτικές λύσεις σε περίπτωση δυσλειτουργίας των αναγκαίων διαστημικών συστημάτων και εν συνεχεία ενεργητικά, μέσω της συμμετοχής της σε διεθνείς συνεργασίες για την ενεργητική απομάκρυνση διαστημικών υπολειμμάτων.

Βιβλιογραφία

- [1] S. Mullick, Y. Srinivasa, A. Sahu Kumar and J. Tharun Sata, "A Comprehensive Study on Space Debris, Threats posed by Space Debris, and Removal Techniques," in Second International Conference on Emerging Trends In Science & Technologies For Engineering Systems (ICETSE-2019), Karnataka, India, 2019.
- [2] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «ΑΠΟΦΑΣΗ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ για τη θέσπιση προγράμματος στήριξης της επιτήρησης και παρακολούθησης του διαστήματος,» Βρυξέλλες, 2013.
- [3] R. Jain και A. Sharma, «Space Debris: A Continuous Threat,» International Journal of Legal Science and Innovation, τόμ. 3, αρ. 3, 2021.
- [4] E. Chatters and B. Crothers, "Space Surveillance Network," in Site Information Handbook, JSTOR, 2007, pp. 249-258.
- [5] K.-U. Schrogl, Handbook of Space Security: Policies, Applications and Programs, New York: Springer 2015.
- [6] J. Pelton, T. Sgobba and M. Trujillo, "Space Safety," in Handbook of Space Security- Policies, Applications and Programms, vol. 1, Springer, 2020, pp. 266-286.
- [7] The International Academy of Astronautics (IAA), "UNOOSA," [Online]. Available: <https://www.unoosa.org/pdf/pres/copuos2006/06.pdf>. [Accessed May 2022].
- [8] "European Union Satellite Center," [Online]. Available: <https://www.satcen.europa.eu/page/ssa>. [Accessed May 2022].
- [9] L. Sanchez, M. Vasile and E. Minisci, "AI and Space Safety: Collision Risk Assessment," in Handbook of Space Security, Springer, 2020, pp. 942-958
- [10] A. Jing, O. Sun, C. Chen, N. Hughes and D. Adamiak, "Mitigating Space Debris through Risk Assessment Frameworks," in 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, 2021.
- [11] Tallis, «Remediating Space Debris: Legal and Technical Barriers,» Air Space Power Journal, pp. 80-90, 2015.
- [12] M. Emanuelli, G. Federico, J.

Loughman, D. Prasad, T. Chow and M. Rathnasabapathy, "Conceptualizing an economically, legally, and politically viable active debris removal option," *Acta Astronautica*, vol. 104, pp. 197-205, 2014

- [13] H. Brettelle, A. Ziadlourad, M. Lindsay, J. Forshaw και J. Auburn, «Commercial Incentives for Debris Removal Services,» σε 71st International Astronautical Congress (IAC), 2020.

- [14] European Space Agency, "ESA," [Online]. Available: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Envisat/Focus_on_space_debris_Envisat.

- [15] H. Hammerstein και S. Daire, «Hazards of Space Debris,» σε *Handbook of Life Support Systems for Spacecraft and Extraterrestrial Habitats*, Houston, Springer Nature Switzerland, 2021.

- [16] H. Fonder, "Space fence system overview," in *Advanced Maui optical and space surveillance technologies conference proceedings*, Maui, Hawaii, 2015.

- [17] G. Peterson, M. Sorge and W. Ailor, "Space traffic management in the

age of new space," Center for Space Policy and Strategy, The Aerospace Corporation, El Segundo, California, 2018.

- [18] M. Kochenderfer and J. Chryssanthacopoulos, "Robust air-borne collision avoidance through dynamic programming," *Lincoln Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Lexington, Massachusetts*, 2011.

- [19] D. Murakami, S. Nag and P. Kopardekar, "Space traffic management with a NASA UAS traffic management (UTM) inspired architecture," in *AIAA SciTech Forum*, San Diego, 2019.

- [20] V. Benjamin Bastida, T. Flohrer, H. Krag, K. Merz and S. Lemmens, "CREAM – ESA's proposal for collision risk estimation and automated mitigation," in *1st international orbital debris conference*, Sugar Land, 2019.

- [21] A. Mashiku, C. Frueh and N. Memarsadeghi, "Supervised-machine learning for intelligent collision avoidance decision-making and sensor tasking," in *NASA Goddard workshop on artificial intelligence*, Greenbelt, Maryland, 2018.

- [22] M. Shan, J. Guo and E. Gill, "Re-

view and comparison of active space debris capturing and removal methods," Progress in Aerospace Science, vol. 80, pp. 18-32, 2016.

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ



Ο Επγός (Ι) ε.α. Ιωάννης Λιγνός γεννήθηκε στην Αθήνα και μεγάλωσε στην Αμφιλοχία Αιτωλ/νίας. Εισήλθε στη Σχολή Ικάρων το 2002 με την 78η Σειρά Ιπταμένων και αποφοίτησε το 2006 ως Αθσγός (Ι). Εκπαιδεύτηκε στα αεροσκάφη T-41D, T-6 TexanII και T-2E. Μετεκπαιδεύτηκε στα α/φ RF-4E και τοποθετήθηκε στην 348ΜΤΑ. Υπηρέτησε διαδοχικά στην 348ΜΤΑ (με α/φ RF-4E από το 2007 έως το 2012) και στην 361ΜΕΑ ως εκπαιδευτής πτήσεων (με α/φ T-6 Texan II από το 2012 έως το 2019), όταν και αποστρατεύτηκε με αίτησή του. Σήμερα εργάζεται ως πιλότος αερογραμμών σε α/φ Airbus A320F. Είναι κάτοχος δύο μεταπτυχιακών τίτλων σπουδών, στην «Εκπαίδευση Ενηλίκων» από το Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο και στις «Διαστημικές Τεχνολογίες, Υπηρεσίες και Εφαρμογές» από το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Γνωρίζει άριστα την Αγγλική – C2 και καλά τη Γερμανική – B1. Είναι έγγαμος και έχει δύο παιδιά.



Διαστημική Τεχνολογία στην Ελλάδα. Ελληνική Βιομηχανία και Επιχειρησιακές Δυνατότητες του Διαστήματος

Δρ. Αθανάσιος Πότσης

Πηγή Εικόνας: <https://www.nasa.gov/.com>

Σήμερα, περισσότερο από ποτέ άλλοτε, η διαστημική τεχνολογία συναντά την καθημερινή ζωή του μέσου Ευρωπαίου. Το διάστημα από αντικείμενο αποκλειστικά επιστημονικής μελέτης έχει μετατραπεί πλέον σε προνομιακό πεδίο οικονομικής δραστηριότητας, που δημιουργεί για τα εθνικά κράτη πρωτοφανείς ευκαιρίες για την οικονομική ανάπτυξη και την εθνική ασφάλεια. Η δυναμική κάθε χώρας στον νέο αυτό τομέα προσδιορίζεται πρωτίστως από την ωριμότητα της εγχώριας βιομηχανίας να σχεδιάσει, να κατασκευάσει και να πιστοποιήσει διαστημικό υλικό.

Η Ελλάδα είναι σήμερα σε θέση να διεκδικήσει με ίσους όρους το στρατηγικό ρόλο που της αναλογεί στον τομέα της διαστημικής τεχνολογίας. Και αυτό γιατί μπορεί να βασιστεί στο εξαιρετικό επιστημονικό δυναμικό που διαθέτει και σε μια απόλυτα υγιή και ανταγωνιστική βιομηχανική βάση.

Ένα σύνολο τουλάχιστον σαράντα πέντε ελληνικών επιχειρήσεων παράγουν προϊόντα και τεχνολογία που χρησιμοποιούνται στο διάστημα. Από κινητήρες και ηλεκτρονικά, μέχρι υλικά, λογισμικό και καλώδια, εξασφαλίζουν σε ποσοστό τουλάχιστον 30% την εγχώρια συμμετοχή (Local Content) στην κατασκευή ενός σύγχρονου δορυφόρου. Στα παραπάνω περιλαμβάνονται υλικά και υποσυστήματα, που δεν συναρμολογούνται απλώς αλλά κατασκευάζονται από Έλληνες μηχανικούς σε ελληνικά εργοστάσια, με ελληνική τεχνολογία. Το ίδιο

συμβαίνει με κινητήρες ιόντων, όπως αυτούς που βλέπουμε στα κινηματογραφικά έργα να ενεργοποιούνται για να διορθώσουν τη θέση ενός δορυφόρου. Και αυτοί κατασκευάζονται στην Ελλάδα. Και δεν είναι μόνο αυτά. Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται στους δορυφόρους, όπως και η ηλεκτρική τους εγκατάσταση, φτιάχνονται στην Ελλάδα, το ίδιο και τα συστήματα επικοινωνίας που συντονίζουν τους δορυφόρους.

Οπτικά modems, τα οποία υποστηρίζουν ασφαλείς επικοινωνίες Laser με σταθμούς στο έδαφος (ήδη έχουν ενταχθεί σε πρόγραμμα χρηματοδοτούμενο από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος για την αναβάθμισή τους τα τηλεσκόπια Αρίσταρχος στον Χελμό, Σκίνακας στην Κρήτη και Χολομώντας στη Χαλκιδική), τροχοί για εξω-πλανητικά rovers και εξελιγμένα συστήματα συμπίεσης δεδομένων (Data Compression) σε πραγματικό χρόνο (real time) και χωρίς απώλεια πληροφορίας, είναι μόνο κάποια δείγματα της τεχνολογικής υποδομής που συναντάται ήδη στην Ελλάδα.

Η απόφαση το 2005 να γίνει η χώρα μας το 16^ο πλήρες μέλος του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (European Space Agency- ESA) δημιούργησε τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη μια υγιούς εγχώριας διαστημικής βιομηχανίας. Μιας βιομηχανίας, η οποία έπρεπε να αναπτύξει καινοτομία στον τομέα του διαστήματος και να κάνει επενδύσεις σε υποδομή και επιστημονικό δυναμικό προκειμένου να διεκδι-

κήσει ανταγωνιστικά τα συμβόλαια της ESA, που σκοπό είχαν να υποστηρίξουν τη σχεδίαση και υλοποίηση του Ευρωπαϊκού διαστημικού προγράμματος. Η προσπάθεια αυτή έχει στεφθεί με απόλυτη επιτυχία με συνέπεια να χτίζουμε σιγά σιγά το trademark “Space Technology made in Greece”. Σήμερα στη χώρα μας δραστηριοποιούνται πάνω από πενήντα μικρομεσαίες επιχειρήσεις, οι οποίες απασχολούν πάνω από 2.500 επιστήμονες, μηχανικούς και ερευνητές και το 2020 εμφάνισαν κύκλο εργασιών που ξεπέρασε τα 200 εκ. ευρώ, όταν, την ίδια χρονιά, η συνολική αξία της παγκόσμιας αγοράς του διαστήματος υπερέβη τα 300 δισ. ευρώ συνεχίζοντας την ανοδική της πορεία. Μια πραγματικά φρενήρης πορεία, με οδηγό τον ιδιωτικό τομέα, κυρίως στην Αμερική (Space-X του Elon Musk και Blue Origin του Jeff Bezos κ.α.).

Προετοιμασία του Ελληνικού οικοσυστήματος διαστημικής τεχνολογίας

Είναι γεγονός ότι για να μπορέσει μια χώρα να αποκτήσει διαστημική βιομηχανία, θα πρέπει πρώτα να δημιουργηθεί η κατάλληλη υποδομή για την ανάπτυξη ουσιαστικής συνεργασίας μεταξύ του ακαδημαϊκού ερευνητικού χώρου και της βιομηχανίας. Σε διαφορετική περίπτωση, το συνολικό σχέδιο για την ανάπτυξη βιομηχανικής υποδομής είναι

καταδικασμένο να ναυαγήσει. Στη χώρα μας, από το 2009, λειτουργεί το πρώτο cluster διαστημικής τεχνολογίας το si-cluster, αποτέλεσμα σύμπραξης του Υπ. Παιδείας, του «Ινστιτούτου Αθηνά» και της «Ένωσης Ελληνικών Βιομηχανιών Διαστημικής Τεχνολογίας και Εφαρμογών»(ΕΒΙΔΙΤΕ). Το si-cluster έχει βραβευτεί δύο φορές από την ειδική Ευρωπαϊκή Επιτροπή και έχει συνεισφέρει τα μέγιστα στην ολοκλήρωση του ελληνικού οικοσυστήματος διαστημικής τεχνολογίας. Όμως αυτό από μόνο του δεν αρκεί. Καθώς η τεχνολογία του διαστήματος εξελίσσεται με ιλιγγιώδεις ρυθμούς, πρέπει να οργανωθεί η επόμενη γενιά της τοπικής διαστημικής βιομηχανίας. Αυτή η ανάγκη καλύφθηκε με την έναρξη του προγράμματος του ESA Business Incubator Center (ESA-BIC), το οποίο υλοποιείται από την ESA και τον συνεργατικό σχηματισμό του Corallia (πρωτοβουλία για τη δημιουργία και ανάπτυξη ολοκληρωμένων παραγωγικών και καινοτομικών οικοσυστημάτων σε κλάδους υψηλής τεχνολογίας και εξαγωγών) και σκοπό έχει την επιλογή και προετοιμασία νέων start up εταιρειών που επιθυμούν να δραστηριοποιηθούν στο διάστημα. Συνεπώς, πλέον υπάρχει ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα που προετοιμάζει τα start-up και φέρνει κοντά τον ακαδημαϊκό χώρο με την βιομηχανία, ενώ παράλληλα η ΕΒΙΔΙΤΕ διαμορφώνει την εθνική βιομηχανική στρατηγική για το διάστημα. Με τον τρόπο αυτό ολοκληρώνεται η σχεδίαση και υλοποίηση της



Εικόνα : Το ESA BIC Οικοσύστημα.

στρατηγικής προετοιμασίας του εγχώριου οικοσυστήματος. Είναι όμως αυτό αρκετό; Προφανώς όχι, καθώς χρειάζεται ανάλογη προετοιμασία και οργάνωση και από την πλευρά του κράτους. Το τελευταίο έχει ήδη επιτευχθεί σε μεγάλο βαθμό.

Σήμερα, το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης ρυθμίζει θέματα συμμετοχής της χώρας μας στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος και τη λειτουργία του Ελληνικού Κέντρου Διαστήματος (ΕΛΚΕΔ), ενώ παράλληλα υποστηρίζει την υλοποίηση στρατηγικών επενδύσεων κυρίως μέσω ευρωπαϊκών προγραμματικών και κονδυλίων στον τομέα του διαστήματος. Παράλληλα, μέσω της Γενικής Γραμματείας Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, ορίζει την Εθνική Στρατηγική για τη διαστημική δραστηριότητα στην

Ελλάδα. Τέλος, έχει μεριμνήσει ώστε οι ασκούμενες αρμοδιότητες να αποσαφηνίζονται με συγκεκριμένη διάταξη νόμου (Άρθρο 119- Νόμος 4727/2020).

Με βάση τα παραπάνω, μπορεί κάποιος να συμπεράνει ότι στον τομέα του διαστήματος έχει διαμορφωθεί η απαιτούμενη υποστηρικτική υποδομή για την ανάπτυξη αξιόλογης βιομηχανικής και ερευνητικής δραστηριότητας.

**Ελληνική διαστημική
βιομηχανία και Ελληνικές
Ένοπλες Δυνάμεις**

Στις 5 Φεβρουαρίου του 2005, υπογράφηκε η διακρατική συμφωνία μεταξύ της Ελλάδος και της Γαλλίας με αντικείμενο τη συμμετοχή της χώρας μας στο δια-



Εικόνα : Ελληνικό Βιομηχανικό Οικοσύστημα.

στημικό σύστημα στρατηγικής παρατήρησης της Γης HELIOS II , το οποίο θεωρείται ένα από τα πιο προηγμένα παγκοσμίως και το σημαντικότερο σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα αμυντικής συνεργασίας μεταξύ της χώρας μας, της Γαλλίας, του Βελγίου, της Ισπανίας και της Ιταλίας. Η συμμετοχή της Ελλάδας ορίστηκε στο 2,5% του συνολικού προγράμματος.

Την άνοιξη του 2007, σε συνεδρίαση του ΣΑΓΕ εγκρίθηκε η υπαγωγή του ΕΚΔΕ (Εθνικό Κέντρο Διαστημικών Εφαρμογών) από τη δικαιοδοσία της ΠΑ σε αυτή του ΓΕΕΘΑ. Παράλληλα, αποφασίστηκε η κατασκευή υποδομής εγκατάστασης του δορυφορικού σταθμού εδάφους σε χώρο της 114 ΠΜ στην Τανάγρα.

Από το 2005 μέχρι σήμερα, οι Ελλη-

νικές Ένοπλες Δυνάμεις έχουν αποκτήσει σημαντική εμπειρία και τεχνογνωσία πάνω στη συλλογή, ανάλυση, επεξεργασία και διαχείριση δορυφορικών εικόνων τηλεπισκόπησης.

Το Δεκέμβριο του 2021 ανακοινώθηκε ότι, με απόφαση του Συμβουλίου Αρχηγών Γενικών Επιτελείων (ΣΑΓΕ), συγκροτήθηκε νέα Διεύθυνση Διαστήματος στο ΓΕΕΘΑ, η οποία αντικατέστησε την Διεύθυνση Γ5. Επίσης, συγχωνεύθηκαν οι πρώην Διευθύνσεις Επικοινωνιών (Γ4) και Πληροφορικής (Γ5) του ΓΕΕΘΑ σε μια, ενιαία Γ4 Διεύθυνση Επικοινωνιών - Πληροφορικής.

Η νεοσυσταθείσα Διεύθυνση Διαστήματος (ΓΕΕΘΑ/Γ5) αποτελεί τον αρμόδιο επιτελικό φορέα για θέματα τα οποία αφορούν στο Διάστημα και τις συναφείς τεχνολογίες και συνιστά το συμβουλευ-

τικό όργανο του Αρχηγού ΓΕΕΘΑ για την οργάνωση και επιχειρησιακή υποστήριξη δράσεων Εθνικής Άμυνας στο πεδίο αυτό, καθώς και για τη σχεδίαση, οργάνωση και διεξαγωγή Διακλαδικών Επιχειρήσεων και Ασκήσεων σε εθνικό, συμμαχικό και ευρωπαϊκό πλαίσιο.

Οι πρόσφατες επιχειρήσεις στον πόλεμο στην Ουκρανία έχουν αποδείξει περίτρανα την ουσιαστική επιχειρησιακή αξία των δορυφορικών συστημάτων επιτήρησης. Είναι πλέον ξεκάθαρο ότι ο περιορισμός του χρόνου συλλογής, επεξεργασίας και εξαγωγής συμπερασμάτων και διαδικασιών εμπλοκής καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία μιας αποστολής. Οι νέες τεχνολογίες οδηγούν σε ελαχιστοποίηση του χρόνου που μεσολαβεί από τη συλλογή δεδομένων (sensor) μέχρι την αποστολή δεδομένων βολής στα όπλα (send to shooter), γεγονός που επιτρέπει την ανάπτυξη νέων εφαρμογών αξιοποίησης δορυφορικής επιτήρησης (όπως για παράδειγμα λήψη όχι απλής εικόνας αλλά video σήματος από το διάστημα, ημέρα και νύχτα).

Σήμερα, το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας έχει συσσωρεύσει σημαντική εμπειρία στον τομέα της δορυφορικής επιτήρησης και των δορυφορικών επικοινωνιών. Όμως, οι πληροφορίες/δεδομένα που λαμβάνουν οι Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις (ιδιαίτερα στον τομέα της δορυφορικής επιτήρησης) βασίζονται, ακόμη και σήμερα, σε δορυφορικά συστήματα που ελέγχονται από ξένους ιδιοκτήτες. Το γεγονός αυτό

ενδεχομένως να δημιουργήσει στο μέλλον προβλήματα έγκαιρης διαθεσιμότητας δεδομένων και δορυφορικών εικόνων, τα οποία είναι απαραίτητα για την υποστήριξη σύγχρονων επιχειρήσεων σε περιόδους κρίσης.

Ελληνικό Εθνικό Διαστημικό Πρόγραμμα Μικροδορυφόρων

Η Ελληνική Κυβέρνηση ενέταξε στην Ψηφιακή Βίβλο και στη συνέχεια στο Πρόγραμμα Εθνικής Ανασυγκρότησης «Ελλάδα 2.0» εμβληματικά έργα, στα οποία περιλαμβάνονται σημαντικές δράσεις με βάση τη διαστημική τεχνολογία. Τεχνολογική κορωνίδα αυτών των δράσεων αποτελεί φυσικά το έργο των μικροδορυφόρων, «βασικό βήμα στην υλοποίηση της στρατηγικής της χώρας για την αξιοποίηση των διαστημικών τεχνολογιών και εφαρμογών και την ενσωμάτωσή τους στην εθνική οικονομία».

Για την υλοποίηση του έργου, το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης προχώρησε τάχιστα στην έκδοση Request For Information (RFI), στο οποίο υπήρξε μεγάλη ανταπόκριση τόσο από την εγχώρια βιομηχανία και τον ακαδημαϊκό χώρο, όσο και από τους Primes της Ευρώπης (Airbus, Thales, OHB, SI-TAEL). Η κινητικότητα που παρατηρήθηκε στην αγορά ήταν πρωτόγνωρη, δημιουργώντας, στην εκπνοή του 2021, πολλές προσδοκίες.

Ο σχεδιασμός του έργου περιλαμβάνει

νει τη σχεδίαση, κατασκευή, πιστοποίηση και ένταξη σε επιχειρησιακή αξιοποίηση συστήματος δορυφόρων, με βασική εφαρμογή την παροχή ασφαλών επικοινωνιών σε φορείς του Ελληνικού Δημοσίου και με αξιοποίηση της τεχνολογίας Quantum Key Distribution (QKD). Το πρόγραμμα προβλέπει αυξημένη εθνική βιομηχανική συμμετοχή με υποχρεωτικό όρο την κατασκευή και πιστοποίηση των δορυφόρων στην χώρα μας.

Ένας μικροδορυφόρος αποτελείται από τα ακόλουθα **κύρια υποσυστήματα**, τα οποία, έχοντας διακριτό έργο, αλληλοσυνδέονται για να επιτελέσουν τις απαιτούμενες λειτουργίες:

α. Δομικό υποσύστημα

Ως δομικό υποσύστημα νοείται η κατασκευή, η οποία φιλοξενεί όλα τα υποσυστήματα του δορυφόρου (ωφέλιμο φορτίο, ηλεκτρική ισχύς, σύστημα ελέγχου πτήσης κτλ.). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αφορούν στο υλικό κατασκευής του (ώστε να εμφανίζει αντοχή στις συνθήκες λειτουργίας) καθώς και στον εκμεταλλεύσιμο διαθέσιμο χώρο για το εκάστοτε ωφέλιμο φορτίο και, τέλος, στα υποσυστήματα που απαιτούνται για την υποστήριξή του.

β. Ωφέλιμο φορτίο (payload)

Στο ωφέλιμο φορτίο εντοπίζεται το κίνητρο πραγματοποίησης της εκάστοτε αποστολής και συνεπώς η σχεδίαση του όλου συστήματος εξαρτάται άμεσα από αυτό. Η επιλογή του κατάλ-

ηλου τύπου ωφέλιμου φορτίου είναι μία ιδιαίτερα περίπλοκη διαδικασία καθώς:

- τύποι ωφέλιμου φορτίου εξυπηρετούν διαφορετικές ανάγκες,
- όρια αντοχής τους στις ιδιαίτερα αντίξοες συνθήκες στις οποίες υπόκεινται κατά τη διάρκεια της αποστολής τους ποικίλουν [διαφορετικά ωφέλιμα φορτία υφίστανται διαφορετική καταπόνηση και συνεπώς υποβάθμιση, ενώ αντιμετωπίζονται ως «μη επισκευάσιμα» υλικά (irreparable)] και, τέλος,
- πρόβλεψη για τη μεταξύ τους διαλειτουργικότητα.

Παράλληλα, τα επιλεγέντα ωφέλιμα φορτία θα πρέπει να έχουν συγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές ώστε να επιτυγχάνεται συμβατότητα με την πλατφόρμα (Satellite BUS).

γ. Ηλεκτρική ισχύς

Το εν λόγω υποσύστημα προορίζεται να υποστηρίξει όλες τις λειτουργίες του μικροδορυφόρου και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ιδιαίτερα βαρύ (συνήθως αποτελεί το 25% του συνολικού βάρους του μικροδορυφόρου). Ένα σύγχρονο Σύστημα Διανομής Ισχύος Δορυφόρου περιλαμβάνει¹:

- Πολλαπλές Τροφοδοσίες Φορτίων χαμηλού θορύβου,
- Αποτελεσματικά απομονωμένα τροφοδοτικά για τη μετατροπή του κύριου διαύλου στο σημείο παροχής φορτίων,
- Μέθοδο ανάδρασης για την παρακολούθηση της δευτερεύουσας

γραμμής παροχής.

δ. Επικοινωνίες

Το υποσύστημα επικοινωνιών χρησιμοποιεί συχνότητες που ανήκουν στο εύρος των ραδιοσυχνοτήτων (RF) και είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση των δεδομένων του εκάστοτε ωφέλιμου φορτίου (δεδομένα από ραντάρ, εικόνα από κάμερα κτλ.) αλλά και του ίδιου του δορυφόρου (θέση, ταχύτητα κτλ.). Η ενδεικνυόμενη ζώνη συχνοτήτων -κατά IEEE- είναι η K/Ka (18-27/24-40GHz). Ειδικότερα, η Ka παρέχει -αθροιστικά- ένα εύρος διαύλου 3,5GHz, τόσο για up όσο και για downlink. Σημειώνεται δε ότι, καθώς η εν λόγω μπάντα διακρίνεται σε στρατιωτικό και πολιτικό σκέλος (τα οποία, ωστόσο, εν μέρει ταυτίζονται) μπορεί να καλύψει και στρατιωτικές ανάγκες. Η χρήση της συγκεκριμένης ζώνης συχνοτήτων μπορεί να υποστηρίξει υψηλή επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων σε γεωγραφικά απομονωμένες περιοχές, καθώς αξιοποιούνται ιδιαίτερα στενές δέσμες ($0,5^{\circ}$ - $1,5^{\circ}$ με εύρος δέσμης στα 3dB)².

ε. Θερμικός Έλεγχος

Ένα εξίσου σημαντικό υποσύστημα είναι αυτό του θερμικού ελέγχου, καθώς η θερμοκρασία περιβάλλοντος του δορυφόρου κυμαίνεται συνήθως μεταξύ -20°C και 50°C , ενώ κάθε υποσύστημα απαιτεί διαφορετικές θερμοκρασίες λειτουργίας (π.χ. θερμοκρασίες λειτουργίας ηλεκτρονικών -10°C έως

$+40^{\circ}\text{C}$, μπαταριών -5°C έως $+15^{\circ}\text{C}$ ³).

Για τη σχεδίαση του κατάλληλου συστήματος θερμικού ελέγχου υπάρχουν οι κάτωθι επιλογές:

- Ενιαίο σύστημα θερμικού ελέγχου για όλα τα υποσυστήματα
- του δορυφόρου σε υπομημάτα με παραπλήσια όρια θερμοκρασιών λειτουργίας και σχεδίαση ξεχωριστού υποσυστήματος για κάθε περιοχή
- Χρήση κατάλληλων διατάξεων για τη μεταφορά θερμότητας από τα θερμότερα στα ψυχρότερα τμήματα, ώστε να επιτυγχάνονται οι απαιτούμενες θερμοκρασίες λειτουργίας του κάθε τμήματος.

Παράλληλα, ως προς τον τρόπο λειτουργίας, υπάρχουν τα ακόλουθα συστήματα:

- Παθητικά: χωρίς την απαίτηση ενέργειας για τη λειτουργία τους (π.χ. ειδική επένδυση εσωτερικά του μικροδορυφόρου, πολυστρωματική μόνωση (Multi-layer insulation) – χρήση έως και είκοσι πέντε διαφορετικών υλικών θερμικού ελέγχου)
- Ενεργητικά: με απαίτηση ενέργειας για τη λειτουργία τους (π.χ. αντλία θερμότητας, MEMS)

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος και των χαρακτηριστικών του εξαρτάται από τα επιλεγέντα υποσυστήματα κατά τη σχεδίαση του μικροδορυφόρου και τις συνθήκες λειτουργίας του καθενός από αυτά.

στ. Διαχείριση δεδομένων

Το υποσύστημα ελέγχου και διαχείρισης των δεδομένων είναι υπεύθυνο για τη συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση και αποστολή των δεδομένων στο σταθμό εδάφους ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις εντολές που δέχεται κάθε φορά.

ζ. Έλεγχος προσανατολισμού/θέσης

Μετά την άφεση του μικροδορυφόρου (launch), το εν λόγω υποσύστημα έχει διπλή αποστολή: την απόσβεση τυχόν αναταράξεων και τον προσανατολισμό του δορυφόρου με τέτοιο τρόπο, ώστε το ωφέλιμο φορτίο να αξιοποιηθεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό.

Όσον αφορά στην επιλογή των κατάλληλων τεχνικών χαρακτηριστικών για την απόδοση του προγράμματος, θα πρέπει να ικανοποιούνται κατά το μέγιστο οι παρακάτω **στόχοι**:

Στόχος 1: Ανάπτυξη λογισμικού ωφέλιμου φορτίου και αυτονομίας σε επίπεδο αποστολής και επίτευξη αυτόνομων λειτουργιών σε τροχιά, συμπεριλαμβανομένων διαδικασιών λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο κατά την τροχιακή κίνηση. Επίτευξη αυτόνομης διατήρησης της τροχιάς του διαστημικού σκάφους, της ασφάλειάς του, της αρχιτεκτονικής του δικτύου, και, σε περίπτωση που η σχεδίαση το απαιτήσει, διατήρηση της σύνθεσης του «σμήνους» (constellation configuration). Τα ωφέλιμα φορτία πρέπει να λειτουργούν αυτόνομα με επεξεργασία δεδομένων «εν

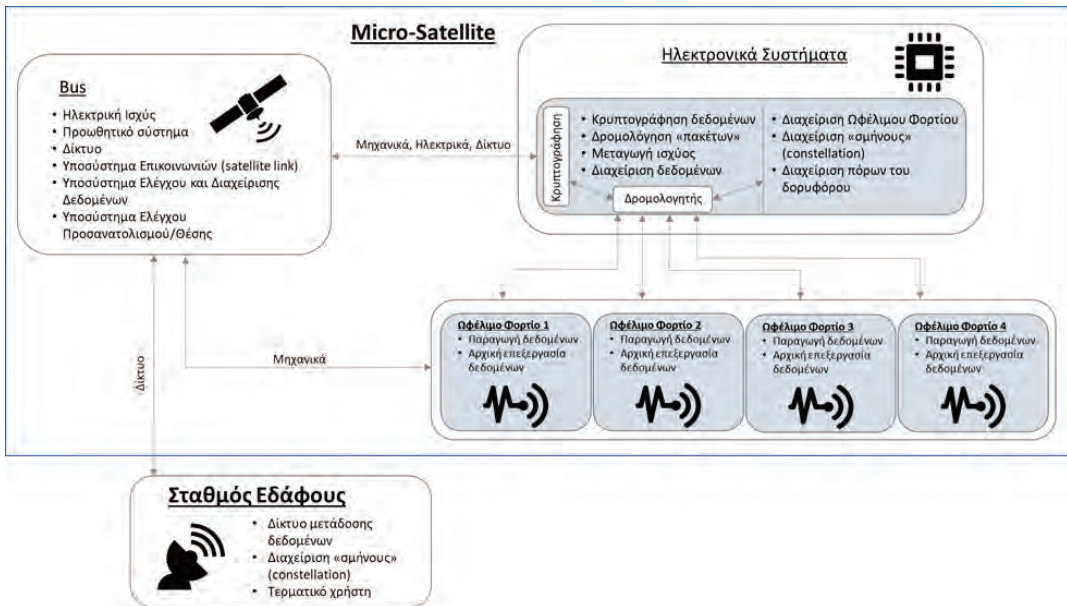
τροχιά» και το σύστημα να εκτελεί αυτόνομα κοινές εργασίες «εν τροχιά» βάσει οδηγιών συστήματος σχεδίασης αποστολής.

Στόχος 2: Ανάπτυξη και εφαρμογή προηγμένης εμπορικής κατασκευής για τα ωφέλιμο(α) φορτίο(α) που θα επιλεγεί(ούν). Στόχος είναι η μεγίστη αξιοποίηση εξαρτημάτων και υποσυστημάτων που βρίσκονται σε υψηλό TRL (Technology Readiness Level) και απαιτούν περιορισμένες δοκιμές ελέγχου και αποδοχής για τα μεμονωμένα υποσυστήματα.

Στόχος 3: Επίτευξη μέγιστης δυνατής ποιότητας απεικόνισης – με βάση τα επιχειρησιακά χαρακτηριστικά- και διαχείριση των συλλεγόμενων δεδομένων, έτσι ώστε να καλύπτονται πλήρως οι απαιτήσεις των δημόσιων φορέων - χρηστών.

Το πρόγραμμα ενδέχεται να χρησιμοποιήσει εμπορικά κατοχυρωμένες και ώριμες προτάσεις και τεχνικές λύσεις για το επιθυμητό Satellite BUS. Το BUS, που θα επιλεγεί, θα δύναται να φιλοξενήσει ένα ευρύ φάσμα εξελεγμένων τύπων ωφέλιμου φορτίου χωρίς να απαιτείται επανασχεδιασμός ή ανακατασκευή της γραμμής παραγωγής για καθένα από αυτά, αναγνωρίζοντας ότι η βέλτιστη απόδοση του ωφέλιμου φορτίου πιθανώς να απαιτήσει βελτιώσεις σε επίπεδο σχεδίασης και εφαρμογής.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό Block διάγραμμα δορυφορικού συστήματος:



Εικόνα: Ενδεικτικό Block διάγραμμα δορυφορικού συστήματος.

Την υλοποίηση του Εθνικού Διαστημικού Προγράμματος Μικροδορυφόρων έχει αναλάβει ειδική ομάδα του European Space Agency. Ο διαγωνισμός αναμένεται να προκηρυχθεί μέσα στο πρώτο μισό του 2023.

Παράλληλα, αποφασίστηκε η υλοποίηση ενός προγράμματος μέχρι δώδεκα ναυοδορυφόρων με εφαρμογές στον τομέα των τηλεπικοινωνιών, με σκοπό την υποστήριξη της εγχώριας βιομηχανίας και των ερευνητικών ινστιτούτων για την ανάπτυξη, έλεγχο και πιστοποίηση λειτουργίας δορυφορικών συστημάτων και υποσυστημάτων. Η υλοποίηση του προγράμματος αυτού αναμένεται να ξεκινήσει μέχρι τα μέσα του 2023.

Ελληνική διαστημική βιομηχανία – Επόμενες αγορές

Βασικός στόχος της διαστημικής βιομηχανίας είναι η επέκταση των δραστηριοτήτων της στον τομέα της Ναυτιλίας. Η ελληνική ναυτιλία συνιστά, ίσως, το σημαντικότερο παραγωγικό τομέα της χώρας, διατηρώντας την πρωτοκαθεδρία της τόσο αριθμητικά, εκπροσωπώντας άνω του 18% της παγκόσμιας χωρητικότητας σε deadweight και σχεδόν το 50% του κοινοτικού στόλου, όσο και ποιοτικά, παραμένοντας αξιόπιστος εταίρος στον τομέα της παροχής ναυτιλιακών υπηρεσιών με τον πλήρως ανανεωμένο ηλικιακά και τεχνολογικά στόλο.



Εικόνα: Διαστημικές αποστολές του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (ESA) στις οποίες συμμετέχει η Ελληνική βιομηχανία.

Σύμφωνα δε με πρόσφατα στοιχεία, προβλέπονται παραγγελίες ναυτιλιακού εξοπλισμού από τις ελληνικές πλοιοκτήτριες εταιρείες άνω των 8 δις ευρώ, εκ των οποίων 6 δις ευρώ θα αφορούν νεότευκτα πλοία, ενώ τα υπόλοιπα 2 δις ευρώ θα εξυπηρετήσουν παραγγελίες για επισκευές ή/ και μετατροπές υφιστάμενων πλοίων.

Σύμφωνα με τις πρόσφατες μελέτες των Lloyd's⁴ (The Global Marine Technology Trends 2030 report) και DNV-GL⁵ (Technology Outlook 2025), πρέπει να θεωρείται δεδομένο ότι τα επόμενα χρόνια σημαντικός αριθμός σύγχρονων τεχνολογιών και καινοτομιών θα βρουν εφαρμογή στις νέες σχεδιάσεις των εμπορικών πλοίων αλλάζοντας πλήρως

την εικόνα του κλάδου. Τεχνολογίες όπως τα συστήματα αυτοματισμού και ρομποτικής, των νέων υλικών, της ασφαλούς και ακριβούς πλοήγησης και ναυτιλίας, καθώς και νέες επικοινωνιακές δυνατότητες θα ενσωματωθούν στις νέες σχεδιάσεις των πλοίων καθώς και στις υπηρεσίες μεταφοράς προϊόντων και αγαθών σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η τεχνολογική αυτή επανάσταση αναμένεται να οδηγήσει στο άμεσο μέλλον στη δημιουργία ενός νέου τεχνολογικού και εμπορικού κλάδου, ο οποίος θα αναλάβει να προσαρμόσει υπάρχουσες τεχνολογίες, υπηρεσίες και προϊόντα στις ανάγκες της ναυτιλίας και των νέων σχεδιάσεων των πλοίων. Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση των διαστημικών τεχνολο-

γίων και εφαρμογών ως τεχνολογίες βάσης για την υποστήριξη των νέων αυτών αναγκών αναμένεται να έχει ουσιαστικό και άμεσο αντίκτυπο, καθώς ώριμα, δοκιμασμένα σε δύσκολες συνθήκες λειτουργίας και ποιοτικά ανώτερα προϊόντα και εφαρμογές θα μπορούν να αξιοποιηθούν στον τομέα της ναυτιλίας.

Σήμερα, χώρες όπως η Νορβηγία⁶, η Δανία και η Ολλανδία έχουν επιδοθεί σε έναν αγώνα δρόμου προκειμένου να αναπτύξουν και να προσφέρουν στην αγορά νέες λύσεις και προϊόντα προωθώντας έναν εξειδικευμένο και τεχνολογικά προηγμένο εμπορικό κλάδο ναυτιλιακού εξοπλισμού. Παράλληλα, η επέκταση της ψηφιοποίησης των νέων εμπορικών πλοίων και της λογιστικής υποστήριξης των μεταφερόμενων προϊόντων (digital smart logistics) έχουν αυξήσει κατακόρυφα τις ανάγκες του κλάδου για την ανάπτυξη τεχνολογιών για «big data analytics» καθώς και για την εφαρμογή αξιόπιστων συστημάτων δορυφορικών επικοινωνιών και συστημάτων προστασίας από κυβερνοεπιθέσεις (cyber security for maritime use).

Σε αυτό το δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον, η βιομηχανία ναυτιλιακού εξοπλισμού στην Ελλάδα προσπαθεί να αξιοποιήσει την παρούσα συγκυρία συνδυάζοντας τις ευκαιρίες που προσφέρει η νέα δυναμική με τη συσσωρευμένη εμπειρία και την εδραιωμένη άμεση πρόσβαση στην παγκόσμια ναυτιλιακή αγορά. Πρόκειται για έναν δυναμικά αναπτυσσόμενο κλάδο, όπως καταγρά-

φηκε σε πρόσφατη κλαδική μελέτη, ο οποίος θα μπορούσε να ενισχυθεί με την ανάληψη πιο εξελιγμένης καινοτομικής δραστηριότητας και την ανάπτυξη συνεργατικών σχηματισμών στο ναυτιλιακό πλέγμα.

Σήμερα, η εισαγωγή νέων τεχνολογιών και εφαρμογών από τεχνολογικούς κλάδους που ηγούνται στους τομείς που αναλύθηκαν παραπάνω, σε συνδυασμό με την αλματώδη ανάπτυξη της ελληνικής βιομηχανίας κατασκευής ναυτιλιακού εξοπλισμού, μπορεί να έχει πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα για την υπεραξία της ελληνικής ναυτιλίας. Ειδικότερα ο εγχώριος ταχέως αναπτυσσόμενος κλάδος της διαστημικής τεχνολογίας και εφαρμογών, μέσω της μετάγχισης τεχνολογίας, προϊόντων και εφαρμογών, μπορεί να εξασφαλίσει για τη χώρα μας μια ηγετική θέση στην τεχνολογική επανάσταση, που λαμβάνει χώρα στον τομέα της ναυτιλίας.

Καθώς τόσο ο κλάδος του ναυτιλιακού εξοπλισμού όσο και αυτός της διαστημικής τεχνολογίας, επικουρούμενοι από τα αντίστοιχα ερευνητικά ακαδημαϊκά ινστιτούτα και κέντρα έρευνας, διαθέτουν ώριμες λύσεις και πρόσβαση στην αγορά, η προώθηση συνεργατικών έργων με οργανωμένα οικοσυστήματα-clusters μπορεί να συμβάλει στην ταχύτατη και αποδοτική (με όρους οικονομίας κλίμακας και σκοπού) ανάπτυξη νέων ανταγωνιστικών προϊόντων και υπηρεσιών για τη ναυτιλία και κατά συνέπεια στη δημιουργία προστιθέμενης

αξίας για τη χώρα.

Επίλογος

Το διάστημα αποτελεί μια μεγάλη αγορά με συγκλονιστικές εφαρμογές σε πολλούς τομείς της ζωής και αποτελεί πολυαπλάσια ισχύος στον τομέα της Άμυνας & Ασφάλειας.

Στην Ελλάδα υπάρχει σήμερα παγιωμένο το οικοσύστημα εκείνο (Κυβερνητικό-Ερευνητικό-Ακαδημαϊκό-Επιχειρηματικό) που απαιτείται για την ανάπτυξη μιας δυναμικής εθνικής δραστηριότητας στον τομέα της διαστημικής.

Στην Ελλάδα υπάρχει ουσιαστική βιομηχανική υποδομή που σχεδιάζει, παράγει και πιστοποιεί προϊόντα και υπηρεσίες στον τομέα του διαστήματος.

Το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας έχει ενεργό παρουσία στον τομέα του διαστήματος και σχεδιάζει την επέκταση της αξιοποίησης των τεχνολογιών και εφαρμογών διαστημικής σύμφωνα με τις νέες επιχειρησιακές απαιτήσεις.

Η εγχώρια διαστημική βιομηχανία εξετάζει την επέκταση των δραστηριοτήτων σε νέους τομείς (παράδειγμα η Ναυτιλία) με σκοπό τη διεύρυνση των οικονομικών στόχων.



Εικόνα: Συνεργασία EBIDITE-HEMEXPO για την ανάπτυξη εξειδικευμένης τεχνολογίας στην Ναυτιλία.

Υποσημειώσεις

- ¹ <http://www.ti.com/solution/satellite-electrical-power-system-eps?variantid=11659&subsystemid=28865>
- ² <https://www.dsta.gov.sg/docs/default-source/dsta-about/ka-band-satellite-communications-design-analysis-and-optimisation.pdf?sfvrsn=2>
- ³ Ph. Reiss, Ph. Hager, M. Macdonald, Ch. Lucking: *New Methodologies for the thermal modelling of Cubesats*. 26th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, 2012
- ⁴ *Global Marine Technology Trends 2030, is the culmination of a collaborative project between Lloyd's Register, QinetiQ and the University of Southampton looking at the future for: commercial shipping – without which world trade would cease; for navies – so vital for security; and the health of the oceans – the vital resource that defines the future wellbeing of the planet* (<http://www.lr.org/en/news-and-insight/news/global-marine-technology-trends-2030.aspx>)
- ⁵ DNV-GL Technology Outlook 20205 (<http://to2025.dnvgl.com/shipping/>)
- ⁶ <http://nfas.autonomous-ship.org/projects-en.html>

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ



Ο Δρ. Αθανάσιος Πότσης είναι διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ενώ το 2002 ανακηρύχθηκε διδάκτορας του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Ηλεκτρονικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στην ερευνητική του δράση περιλαμβάνονται πάνω από 20 επιστημονικές δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και σε πρακτικά διεθνών συνεδρίων καθώς και η δημοσίευση 4 επιστημονικών συγγραμμάτων από το Γερμανικό Κέντρο Αεροδιαστημικής (German Aerospace Center – DLR) στον χώρο της επεξεργασίας ψηφιακού σήματος συστημάτων Radar.

Από το 1998 μέχρι το 2002 εργάστηκε ως επιστημονικός συνεργάτης της EADS σε θέματα νέας τεχνολογίας στον χώρο της άμυνας. Από τον Σεπτέμβριο 2003 μέχρι τον Σεπτέμβριο 2006 εργάστηκε στην Γενική Διεύθυνση Αμυντικών Προγραμμάτων της εταιρίας Intracom Defense Electronics -IDE. Από τον Σεπτέμβριο 2006 μέχρι σήμερα εργάζεται στον όμιλο επιχειρήσεων Ευρωπαϊκών Επενδύσεων (EFA Group), όπου είναι υπεύθυνος στρατηγικών επενδύσεων και διεθνών βιομηχανιών συνεργασιών στον χώρο της άμυνας τόσο στην Ελλάδα όσο κυρίως σε διεθνές επίπεδο. Από το 2006 είναι υπεύθυνος για την υλοποίηση προγράμματος παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών προς την Κυβέρνηση του Ισραήλ σε θέματα βιομηχανικής συνεργασίας της Ισραηλινής Αμυντικής Βιομηχανίας.

Από το 2008 είναι πρόεδρος της Ένωσης Ελληνικών Βιομηχανιών Διαστημικής Τεχνολογίας & Εφαρμογών (ΕΒΙΔΙΤΕ). Από το 2006 μέχρι σήμερα διδάσκει θέματα Αμυντικής Βιομηχανίας και Συστημάτων Στρατηγικής Επιτήρησης στη Σχολή Πολέμου Πολεμικής Αεροπορίας (ΣΠΠΑ). Από το 2013 είναι μέλος του Συντονιστικού Συμβουλίου του πρώτου Ελληνικού cluster διαστημικής τεχνολογίας και εφαρμογών. Από τον Μάρτιο του 2017 μέχρι τον Αύγουστο του 2019 ήταν Μέλος Διοικητικού Συμβουλίου του Ελληνικού Διαστημικού Οργανισμού (ΕΛΔΟ).

ΟΡΟΙ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Το θεματολόγιο του Περιοδικού εστιάζει κυρίως σε θέματα αεροπορικού ενδιαφέροντος, αλλά και σε ζητήματα πολιτικο-στρατιωτικής φύσης όπως:

α. Στρατηγικές, επιχειρησιακές και τακτικές επιλογές προβολής της αεροπορικής ισχύος.

β. Εξελίξεις στους τομείς έρευνας και τεχνολογίας της αμυντικής βιομηχανίας.

γ. Ιστορικά, πολιτικο-στρατιωτικά, γεωπολιτικά, οικονομικά, κοινωνικά και πολιτιστικά θέματα ενδιαφέροντος της ΠΑ.

δ. Αεροπορικά θέματα που αφορούν στην προαγωγή της Ασφάλειας Πτήσεων και Εδάφους.

2. Οι υποψήφιοι προς δημοσίευση εργασίες θα αποστέλλονται στο Περιοδικό με σχετικό μήνυμα στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο του Περιοδικού: aero_eri@haf.gr, υποβάλλοντας το υποψήφιο άρθρο και παρέχοντας πλήρη στοιχεία του αρθρογράφου (ονοματεπώνυμο, τηλέφωνα επικοινωνίας).

3. Είναι απαραίτητο, οι εργασίες να συνοδεύονται από σχεδιαγράμματα, σκίτσα ή φωτογραφίες (πρωτότυπες εάν είναι δυνατόν) με τις σχετικές διευκρινίσεις και να μνημονεύουν με τις απαραίτητες λεπτομέρειες τη χρησιμοποιηθείσα βιβλιογραφία με σχετική αναφορά στην πηγή τους. Η επιθυμητή ανάλυση για τις συνοδευτικές φωτογραφίες των εργασιών είναι τα 1240x800 pixels. Επίσης, ο συγγραφέας πρέπει να επισημαίνει ρητώς στο ηλεκτρονικό μήνυμά του ότι η εν λόγω εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

4. Ο συγγραφέας είναι υπεύθυνος για το περιεχόμενο της εργασίας του τόσο για την ακρίβεια των καταχωρημένων σε αυτή γεγονότων ή απόψεων, όσο και για την εγκυρότητα και τα δικαιώματα των χρησιμοποιούμενων πηγών.

5. Το περιεχόμενο των εργασιών πρέπει να είναι «ΑΔΙΑΒΑΘΜΗΤΟ» και η χρησιμοποιούμενη γλώσσα να είναι η νεοελληνική και τα κείμενα γραμμένα με το μονοτονικό σύστημα.

6. Οι διατυπωμένες στις εργασίες θέσεις ή απόψεις απηχούν τις προσωπικές θέσεις ή απόψεις του συγγραφέα και μόνο.

7. Οι υποψήφιος εργασίες δε θα πρέπει να περιέχουν:
- α. Κρίσεις κατά προσώπων ή υπηρεσιών.
 - β. Φράσεις που μπορούν να προκαλέσουν παρεξηγήσεις και δυσμενή σχόλια.
 - γ. Οποιοσδήποτε αιχμές πολιτικής φύσης.
 - δ. Αναφορές αντίθετες προς την εθνική πολιτική της Χώρας.
8. Όλα τα δημοσιευμένα άρθρα επιλέγονται από ειδική επιτροπή. Ο υπεύθυνος της έκδοσης διατηρεί το δικαίωμα να επιφέρει κάθε αλλαγή που κρίνει αναγκαία για την καλύτερη παρουσίαση της ύλης, χωρίς βέβαια να αλλοιώνεται το νόημά της.
9. Τα υποψήφια προς έκδοση άρθρα θα συνοδεύονται από σύντομο βιογραφικό σημείωμα του συγγραφέα, δέκα περίπου σειρών, καθώς και πρόσφατη φωτογραφία του.
10. Στην περίπτωση που οι υποβαλλόμενες εργασίες προέρχονται από μετάφραση, τότε πέραν των στοιχείων του μεταφραστή, θα πρέπει να αναφέρονται ευκρινώς ο τίτλος, ο μήνας, το έτος και ο αριθμός του ξένου εντύπου, καθώς και το ονοματεπώνυμο του συγγραφέα.
11. Κάθε φορά που μια υποψήφια εργασία απορρίπτεται οριστικά από την Επιτροπή Επιλογής Ύλης, το Τμήμα Έκδοσης Περιοδικού της Αεροπορικής Σχολής Πολέμου θα αποστέλλει στον συγγραφέα ηλεκτρονικό μήνυμα ή σχετική επιστολή.
12. Οι συγγραφικές αμοιβές υπόκεινται στην με αρ. πρωτ. 2/76198/0022/ Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 208/τΒ'/11-02-2008). Οι δικαιούχοι συγγραφικών αμοιβών, αμέσως μετά την έκδοση του αντιστοίχου τεύχους, μπορούν να επικοινωνούν με την Διεύθυνση Οικονομικών Υπηρεσιών της ΔΑΕ (τηλέφωνο: 210 8191263), η οποία εδρεύει στην αεροπορική βάση Δεκέλειας.
13. ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ η αναδημοσίευση, η αναπαραγωγή με οποιοδήποτε τρόπο και η εκμετάλλευση ολόκληρου ή μέρους του περιεχομένου του περιοδικού «ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ», χωρίς την έγγραφη άδεια της ΑΣΠ.
- Οι όροι συνεργασίας του Περιοδικού αναρτώνται στην επίσημη ιστοσελίδα της ΠΑ www.haf.gr.