

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ (ΕΔΡΑ: ΣΠΑΡΤΗ)  
ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

# Η ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ HELLAS SAT ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΤΡΑΤΟ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΙΑΧΑΜΗΣ Α.Μ: 2007067

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΤΡΙΜΟΥΣΤΑΚΗΣ ΑΜ: 2006060

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΑΡΟΥΧΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ



## Εισαγωγή

---

Το ανθρώπινο γένος χαρακτηρίζεται από την ανάγκη του για επικοινωνία. Η ανάγκη αυτή επέτρεψε την περαιτέρω εξέλιξή του, μέχρι την εμφάνιση της μηχανικής και μεταγενέστερα της τεχνολογίας. Στη σύγχρονη εποχή που διανύουμε, κυρίαρχο ρόλο παίζει η έννοια της πληροφορίας. Πέραν της σωστής εκμετάλλευσης των πληροφοριών πολύ σημαντικός είναι επίσης ο τρόπος και ο χρόνος μετάδοσής τους. Την αλματώδη εξέλιξη στον τομέα των τηλεπικοινωνιών και γενικότερα της μετάδοσης πληροφοριών ευνόησε σε πολύ μεγάλο βαθμό η χρήση των τεχνητών δορυφόρων. Οι δορυφόροι είναι σε θέση να επιτρέπουν την αναμετάδοση πληροφοριών μεταξύ σημείων της γης, τα οποία τα χωρίζουν τεράστιες αποστάσεις, σε ελάχιστο χρόνο.

Από τις παραπάνω εξελίξεις δεν θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστος ο στρατός. Όπως έχει δείξει η ιστορία ο στρατός συνηθίζεται να σχετίζεται, έστω και παρασκηνιακά, με τις μεγαλύτερες ανακαλύψεις και εφευρέσεις της ανθρωπότητας. Η συγκεκριμένη εργασία ασχολείται με τον δορυφόρο Hellas Sat. Στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση γενικότερων θεμάτων τα οποία σχετίζονται με το συγκεκριμένο δορυφόρο. Παράλληλα γίνεται μια προσπάθεια επεξήγησης της σπουδαιότητας του Hellas Sat για τον ελλαδικό χώρο. Ακόμα η εργασία αυτή επικεντρώνεται στο πώς επηρεάζει ο δορυφόρος αυτός τη στρατιωτική δύναμη της χώρας μας, δηλαδή το στρατό ξηράς, το ναυτικό και την αεροπορία.

Η παρούσα εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια. Σκοπός της δομής της εργασίας είναι η κλιμάκωση των πληροφοριών που θα προσφέρει από απλές έννοιες μέχρι πιο σύνθετα ζητήματα. Στόχος της εργασίας αντίστοιχα είναι η σημαντικότητα του δορυφόρου Hellas Sat για την Ελλάδα και κατ' επέκταση των ελληνικών ενόπλων δυνάμεων.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται θέματα που αφορούν τη γενική ιδέα του δορυφόρου και σχετίζονται με τις παραμέτρους που πρέπει να υπολογιστούν από φυσικής πλευράς, για την επίτευξη του εγχειρήματος να τεθεί ένας δορυφόρος σε τροχιά. Εξετάζονται οι συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον του δορυφόρου, οι κατηγορίες των τροχιών τις οποίες συνηθίζεται να διατηρούν οι δορυφόροι καθώς και τα ανάλογα χαρακτηριστικά των τροχιών αυτών. Ακόμα διαχωρίζονται οι κατηγορίες των δορυφόρων σε σχέση με τις υπηρεσίες που είναι σε θέση να προσφέρουν.

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά την εταιρεία Hellas Sat η οποία είναι μία θυγατρική εταιρεία του ΟΤΕ. Πρόκειται για μία δορυφορική εταιρεία. Αναφέρονται στα πλαίσια του κεφαλαίου αναλυτικά, οι κυριότερες υπηρεσίες που προσφέρει η παραπάνω εταιρεία. Οι υπηρεσίες μπορούν να διαχωριστούν σε: υπηρεσίες ευρυεκπομπής, μετάδοσης δεδομένων, υπηρεσίες διαδικτύου και teleports.

Σαν συνέχεια του δευτέρου κεφαλαίου, το τρίτο κεφάλαιο επικεντρώνεται στον δορυφόρο Hellas Sat. Παρατίθενται πληροφορίες σχετικά με τις διαδικασίες εκτόξευσής αλλά και σταθεροποίησής του σε τροχιά. Επίσης στο κεφάλαιο αυτό δίνεται μία σαφής εικόνα για τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά του δορυφόρου Hellas Sat. Σε αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνονται οι χάρτες κάλυψής του, οι συχνότητες που χρησιμοποιεί για τις επικοινωνίες κα.

Το τέταρτο και πιο σημαντικό κεφάλαιο της εργασίας προκύπτει έπειτα από ένα είδος συμπερασμάτων των περιεχομένων των προηγούμενων κεφαλαίων. Ο κύριος στόχος του κεφαλαίου αυτού, είναι η επεξήγηση της

σημασίας του δορυφόρου Hellas Sat για τον ελλαδικό χώρο. Καθώς οι ένοπλες δυνάμεις είναι άμεσα επηρεαζόμενες από την χρήση του, αναλύονται τα οφέλη των υπηρεσιών που προσφέρει ο δορυφόρος ξεχωριστά για το στρατό ξηράς, το πολεμικό ναυτικό και την πολεμική αεροπορία.

## Abstract

---

This thesis consists of four chapters. The purpose of the structure of this document is the scaling of the information that is going to offer, from simple concepts to more complex issues. The objective of the thesis is the importance of the Hellas Sat satellite to Greece and by extension to the Greek army.

The first chapter discusses issues relating to the concept of satellite and related parameters that must be estimated from a physical perspective, to set a satellite into orbit. Consider the conditions prevailing in the environment of the satellite, the categories of orbits which is customary to keep the satellites as well as the basic characteristics of these orbits. Furthermore, segregates the classes of satellites in relation to the services they offer.

The second chapter covers the company Hellas Sat which is a subsidiary of OTE. This is a satellite company. In this chapter are listed analytically, the main services offered by the company. The services can be divided into: broadcast services, data transmitting, broadband and teleports.

As a continuation of the second chapter, the third chapter focuses on the Hellas Sat satellite. Provide information on the procedures of launching and stabilization in orbit. Also in this chapter is given a clear picture of the main technical characteristics of the Hellas Sat satellite. These features are included the coverage map, the frequencies used for communications etc.

The fourth and most important chapter of the thesis occurs after a conclusion of the contents of the previous chapters. The main objective of this chapter is to explain the importance of Hellas Sat satellite for Greece. As the Greek army is directly affected by its use, are analyzing the benefits of the services offered by the satellite separately for the army, the navy and the air force.

### Κεφάλαιο 1

|   |    |
|---|----|
| 1.1 Η έννοια του δορυφόρου.....   | 11 |
| 1.1.1 Κατηγορίες τεχνητών δορυφόρων.....                                    | 12 |
| 1.1.2 Τύποι τεχνητών δορυφόρων.....   | 12 |
| 1.2 Το σύστημα GPS.....   | 21 |
| 1.2.1 Πολιτικές χρήσεις του GPS.....  | 21 |
| 1.2.2 Στρατιωτικές χρήσεις του GPS.....                                     | 23 |
| 1.3 Η ταχύτητα διαφυγής.....  | 23 |
| 1.4 Κοσμικές ταχύτητες.....   | 24 |
| 1.5 Πως τίθεται ένας δορυφόρος σε τροχιά.....                               | 26 |
| 1.6 Περιβάλλον δορυφόρου.....   | 29 |
| 1.6.1 Διαστημικά σκουπίδια.....   | 31 |
| 1.6.2 Μεταβολές θερμοκρασίας.....   | 32 |
| 1.6.3 Ακτινοβολίες.....   | 33 |
| 1.6.4 Μαγνητικά πεδία.....  | 34 |
| 1.7 Τροχιές δορυφόρων.....  | 35 |
| 1.7.1 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα ανά κατηγορία τροχιάς<br>δορυφόρου..... | 39 |
| 1.7.2 Επιλογή τροχιάς δορυφόρου.....  | 40 |
| 1.8 Υλοποίηση δορυφόρου.....  | 41 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1.8.1 Δομή δορυφόρου.....         | 42 |
| 1.8.2 Υποσυστήματα δορυφόρων..... | 43 |

## Κεφάλαιο 2

|   |    |
|---|----|
| 2.1 Η εταιρεία Hellas Sat.....                            | 45 |
| 2.2 Οι υπηρεσίες της Hellas Sat.....                      | 46 |
| 2.2.1 Υπηρεσίες Ευρυεκπομπής.....                         | 46 |
| 2.2.1.1 Οικιακή Λήψη (Direct-to-Home).....                | 47 |
| 2.2.1.2 Video σε Σταθμό (Video Contribution).....         | 47 |
| 2.2.1.3 Διανομή Περιεχομένου (Content Distribution)....   | 48 |
| 2.2.2 Μετάδοση Δεδομένων.....                             | 49 |
| 2.2.2.1 Υπηρεσίες σημείο προς σημείο.....                 | 49 |
| 2.2.2.2 Υπηρεσίες φωνητικής επικοινωνίας.....             | 50 |
| 2.2.2.3 Υπηρεσίες τερματικών VSAT.....                    | 50 |
| 2.2.2.4 Σύνδεση κόμβων GSM/3G.....                        | 51 |
| 2.2.2.5 Εταιρική TV & Radio (Business TV & Radio).....    | 51 |
| 2.2.2.6 Συμβουλευτικές Υπηρεσίες.....                     | 52 |
| 2.2.3 Ευρυζωνικά.....                                     | 53 |
| 2.2.3.1 Δορυφορικό Internet.....                          | 53 |
| 2.2.4 Teleports.....                                      | 54 |
| 2.2.4.1 Αναμετάδοση βίντεο και διανομή περιεχομένου.....  | 54 |
| 2.2.4.2 Υπηρεσίες δεδομένων.....                          | 55 |
| 2.2.4.3 Υπηρεσίες ανίχνευσης τηλεμετρίας και ελέγχου..... | 55 |
| 2.2.4.4 Παρακολούθηση φορέα και φάσματος.....             | 55 |

## Κεφάλαιο 3

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Ο δορυφόρος Hellas Sat 2.....             | 57 |
| 3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά του δορυφόρου..... | 59 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 3.3 Συχνότητες.....     | 62 |
| 3.4 Χάρτες κάλυψης..... | 62 |
| 3.5 Πολώσεις.....       | 65 |

## Κεφάλαιο 4

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Εισαγωγή.....   | 67 |
| 4.2 Οφέλη στο Στρατό Ξηράς.....   | 69 |
| 4.2.1 Βελτίωση ψηφιακών χαρτών για ανάγκες ΣΔΕΠ.....  | 69 |
| 4.2.2 Εκπαίδευση σε εξομοιωτές οδήγησης οχημάτων επί του<br>πραγματικού εδάφους των περιοχών επιχειρήσεων της<br>χώρας μας.....                           | 73 |
| 4.2.3 Εφαρμογές στα πολεμικά παίγνια.....   | 74 |
| 4.2.4 Χρησιμοποίηση ορθοφωτογραφιών σε συνδυασμό με<br>συσκευές GPS.....  | 76 |
| 4.2.5 Εκμετάλλευση των Γεωγραφικών Συστημάτων<br>Πληροφοριών.....   | 80 |
| 4.2.5.1 Επιλογή περιοχών για κατασκευή ζωνών<br>προσγείωσης ελικοπτέρων και ρίψης<br>αλεξιπτωτιστών.....  | 83 |
| 4.2.5.2 Ανάλυση εδάφους (ανάγλυφου) για εντοπισμό και<br>εξεύρεση καταλλήλων κατά περίπτωση οδών...83   |    |
| 4.2.5.3 Επιλογή περιοχών τοποθέτησης γεφυρών.....   | 84 |
| 4.2.5.4 Επιλογή αξόνων επιθέσεως, γραμμών αμύνης,<br>περιοχών στρώσεως ναρκοπεδίων, θέσεις<br>τάξεως βαρέων όπλων Πεζικού και μονάδων<br>Πυροβολικού..... | 84 |



|  |    |
|--|----|
| 4.3 Οφέλη στο Πολεμικό Ναυτικό.....  | 85 |
| 4.3.1 Εποπτεία ακτογραμμών.....  | 86 |
| 4.3.2 Μοντέλο καταγραφής για το ανάγλυφο των ακτών.....  | 88 |
| 4.4 Οφέλη στη Πολεμική Αεροπορία.....  | 91 |
| 4.4.1 Παρακολούθηση καταστάσεων των αεροδιαδρόμων και μεταστάθμευσης αεροσκαφών η οποία είναι εκτός των δυνατοτήτων των AWACS..... | 92 |
| 4.4.2 Εκπαίδευση σε εξομοιωτές πτήσεων αεροσκαφών και ελικοπτέρων.....   | 93 |
| 4.4.3 Κατασκευή ανάγλυφου.....   | 94 |
| 4.5 Συμπεράσματα.....  | 96 |
| Βιβλιογραφία.....  | 97 |

## Κεφάλαιο 1ο

## 1.1 Η έννοια του δορυφόρου

Γενικότερα η έννοια του δορυφόρου χωρίζεται σε δύο κύριες κατηγορίες, τους φυσικούς και τους τεχνητούς δορυφόρους. Στην κατηγορία των φυσικών δορυφόρων ανήκουν όλα τα φυσικά ουράνια σώματα τα οποία περιφέρονται γύρω από έναν πλανήτη, ένα άστρο, ένα γαλαξία κλπ.

Η περιπτώσεις των δορυφόρων που περιφέρονται γύρω από κάποιο πλανήτη, ονομάζονται δορυφόροι φεγγάρια. Συνήθως τα φεγγάρια των πλανητών, περιφέρονται γύρω από αυτούς με την ίδια φορά με την οποία περιστρέφεται ο πλανήτης. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται περιστροφή προς την "ορθή φορά".

Η συχνότητα περιστροφής των δορυφόρων γύρω από τον άξονά τους, σε πολλές περιπτώσεις συμπίπτει με τη συχνότητα περιφοράς τους γύρω από τον πλανήτη. Ο παραπάνω συγχρονισμός έχει ως αποτέλεσμα ο δορυφόρος να παρουσιάζει πάντα την ίδια όψη προς τον πλανήτη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα των παραπάνω είναι ο δορυφόρος της γης, η Σελήνη. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι οι φυσικοί δορυφόροι είναι συγκριτικά με τους τεχνητούς δορυφόρους, πολύ μεγαλύτεροι σε διαστάσεις.

Σε αντίθεση με τους φυσικούς δορυφόρους, οι τεχνητοί δορυφόροι προέρχονται από τον άνθρωπο. Οι τεχνητοί δορυφόροι παρόμοια με τους φυσικούς περιστρέφονται γύρω από ουράνια σώματα. Συγκεκριμένα οι δορυφόροι που έχουν τεθεί σε τροχιά γύρω από τη γη ονομάζονται τεχνητοί δορυφόροι της γης.

Οι τεχνητοί δορυφόροι τίθενται σε τροχιά με τη βοήθεια πυραύλων. Ο δορυφόρος αρχικά ενσωματώνεται στον ανάλογο πύραυλο. Μετά την εκτόξευση του πυραύλου, εφόσον επιτευχθεί το επιθυμητό ύψος από την επιφάνεια της γης, ο δορυφόρος αποκολλάται ούτως ώστε να τεθεί στην κατάλληλη τροχιά. [1] [2] [6] [8] [10] [40] [49]

### 1.1.1 Κατηγορίες τεχνητών δορυφόρων

---

Οι τεχνητοί δορυφόροι υπόκεινται σε κατηγορίες ανάλογα με το βάρος τους. Οι κατηγορίες έχουν ξεχωριστές ονομασίες οι οποίες είναι χαρακτηριστικές:

- Μεγάλοι δορυφόροι (>1000kg)
- Μικροί δορυφόροι (500-1000kg)
- Mini-δορυφόροι (100-500kg)
- Micro-δορυφόροι (10-100kg)
- Nano-δορυφόροι (1-10kg)
- Pico-δορυφόροι (0.1-1kg)
- Femto-δορυφόροι (<0.1kg)

### 1.1.2 Τύποι τεχνητών δορυφόρων

---

Αναφορικά μερικοί από τους κυριότερους τύπους δορυφόρων είναι:

- οι μετεωρολογικοί δορυφόροι,
- οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι,
- οι δορυφόροι Έκο,
- οι γεωφυσικοί δορυφόροι,
- οι κατασκοπευτικοί δορυφόροι,
- οι δορυφόροι προσανατολισμού,
- οι αστρονομικοί δορυφόροι,
- τα αντι-δορυφορικά όπλα,
- οι βιοδορυφόροι δορυφόροι,
- οι διαστημικοί σταθμοί. [9] [36] [37] [38]

Ο διαχωρισμός στους παραπάνω τύπους γίνεται με βάση τη χρήση του δορυφόρου και κατ' επέκταση τον εξοπλισμό που διαθέτει.

Πιο αναλυτικά:

- Οι **μετεωρολογικοί δορυφόροι** χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με μετεωρολογικά φαινόμενα. Διαθέτουν ειδικό εξοπλισμό ώστε να λαμβάνουν φωτογραφίες από τη γη, να τις αναλύουν, να τις επεξεργάζονται και να είναι σε θέση να τις αποστείλουν στις αρμόδιες υπηρεσίες πρόβλεψης καιρού. Ακόμα μπορούν να λαμβάνουν δεδομένα από αισθητήρες οι οποίοι βρίσκονται σε απομονωμένες περιοχές της γης, όπως ερήμους, βουνά, θάλασσες κλπ. Οι αισθητήρες αυτοί παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την ατμοσφαιρική πίεση, τη θερμοκρασία, την υγρασία, αιολική δραστηριότητα κ.α.

Η συλλογή αυτών των πληροφοριών είναι απαραίτητη για την εξαγωγή συμπερασμάτων και την περαιτέρω πρόβλεψη καιρικών φαινομένων. Οι προβλέψεις αυτές σε αρκετές περιπτώσεις μπορούν να φθάσουν και το εύρος των 10 ημερών. Η παραπάνω διαδικασία δεν θα μπορούσε να υφίσταται χωρίς την παρουσία των αντίστοιχων δορυφόρων.

Γενικότερα η επιστήμη της μετεωρολογίας χρωστάει την εξέλιξή της στη χρήση των μετεωρολογικών δορυφόρων. Στη σύγχρονη εποχή ο αριθμός του συγκεκριμένου τύπου δορυφόρων έχει αυξηθεί τόσο ώστε να μπορούν να σχηματίσουν ένα δίκτυο μεταξύ τους για την αποδοτικότερη συλλογή δεδομένων αλλά και την εκμετάλλευσή αυτών, καθώς μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους. [4]

- Οι **τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι** εξυπηρετούν περιπτώσεις όπου απαιτείται η επικοινωνία μεταξύ σημείων τα οποία απέχουν μεγάλες αποστάσεις. Τα κυριότερα είδη επικοινωνίας είναι τηλεοπτικές και ραδιοφωνικές μεταδόσεις, τηλεφωνικές επικοινωνίες και επικοινωνίες μεταξύ ηλεκτρονικών υπολογιστών κ.α.

Οι παραπάνω περιπτώσεις επικοινωνίας γίνονται δυνατές μέσω συνδέσεων του εκάστοτε δορυφόρου με κόμβους επικοινωνίας που

βρίσκονται σε διάφορες γεωγραφικές θέσεις, οι οποίες είναι ορατές από το δορυφόρο ή με τη συνεργασία άλλων δορυφόρων. Στη σύγχρονη εποχή η χρήση τέτοιου είδους δορυφόρων έχει γίνει απαραίτητη καθώς όλο και περισσότερα δίκτυα επικοινωνιών βασίζονται σε αυτούς.

Στην ειδική περίπτωση όπου ένας δορυφόρος κινείται παράλληλα προς τον Ισημερινό κατά τη φορά περιστροφής της Γης και η ταχύτητά του είναι τέτοια ώστε, ενώ είναι σε τροχιά να χρειάζεται εικοσιτέσσερις ώρες για μία πλήρη περιφορά γύρω από τη γη, τότε ο δορυφόρος αυτός είναι δυνατόν να είναι σταθερός (ή έστω να αλλάζει ελάχιστα η θέση του) σε σχέση με ένα κομμάτι της επιφάνειας της γης. Οι περιπτώσεις δορυφόρων οι οποίοι βρίσκονται σε τέτοιες "συγχρονισμένες" τροχιές με τη γη ονομάζονται **στάσιμοι** ή **σύγχρονοι**.

Το παραπάνω φαινόμενο στάσιμων δορυφόρων επιλέγεται συχνά για τις τροχιές των τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων. Η σκοπιμότητα αυτής της κατάστασης έγκειται στο ότι με τον τρόπο αυτό, καθώς δηλαδή ο δορυφόρος είναι συστηματικά πάνω από μία συγκεκριμένη περιοχή της γης, μπορεί να υποστηριχτεί η συνεχής επικοινωνία μεταξύ ενός σταθμού αναμετάδοσης και διαφόρων δεκτών (μέσω κάποιου συγκεκριμένου δορυφόρου).

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι είναι σε θέση να υποστηρίξουν τηλεοπτικές και ραδιοφωνικές μεταδόσεις, τηλεφωνικές επικοινωνίες και όλα αυτά σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή τη στιγμή που συμβαίνουν. Οι παραπάνω δυνατότητες έχουν να κάνουν με την τεχνική που ακολουθείται για τον τρόπο λειτουργίας των δορυφόρων. Τα κέντρα αναμετάδοσης που υπάρχουν στη γη ώστε να είναι δυνατή η οποιαδήποτε είδους επικοινωνία με κάποιον δορυφόρο, διαθέτουν ειδικούς πομπούς. Μέσω των πομπών αυτών στέλνονται σήματα στο δορυφόρο με τη μορφή μικροκυμάτων.

Η δουλειά του δορυφόρου σε αυτό το σημείο είναι να λάβει το αντίστοιχο σήμα και να το επεξεργαστεί ώστε να το ενισχύσει. Στη συνέχεια αφού μετατρέψει τη συχνότητα του σήματος θα πρέπει να το

αποστέλλει εκ' νέου σε έναν ή περισσότερους δέκτες οι οποίοι βρίσκονται στην επιφάνεια της γης. Γίνεται κατανοητό ότι κατά τη διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας ο δορυφόρος καλείται να παίξει το ρολό του πομπού και του δέκτη, ώστε να συνεισφέρει στη σύνδεση μεταξύ δύο απομακρυσμένων σημείων της γης. [3] [14]

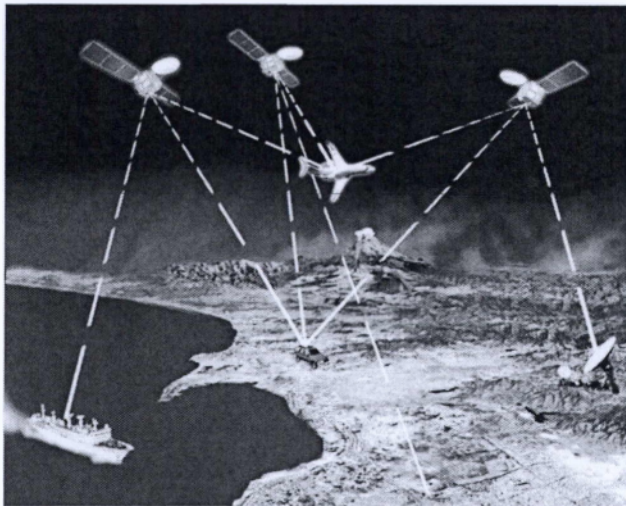
- Οι **δορυφόροι Έκο** είναι ένα ιδιαίτερο είδος δορυφόρων, καθώς στην ουσία είναι τεράστια μπαλόνια επικαλυμμένα με μέταλλο. Ήταν από τους πρώτους δορυφόρους επικοινωνιών και χρησίμευσαν κυρίως ως πειραματικά μοντέλα για την μεταγενέστερη εξέλιξη της τεχνολογίας των δορυφόρων. Η λειτουργία τους ήταν αρκετά απλή. Θα μπορούσαν να παρομοιαστούν με ένα είδος καθρέφτη. Οι επίγειοι πομποί σημάτων επικοινωνίας στόχευαν πάνω τους και λόγω της επικάλυψης της επιφάνειάς τους, οι δορυφόροι αυτοί ανακλούσαν παθητικά το σήμα προς άλλες κατευθύνσεις όπου υπήρχαν ανάλογοι δέκτες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι μέσω αυτών των δορυφόρων ήταν για πρώτη φορά δυνατή η ποιοτικότερη ταυτοποίηση σημείων της γης, βάση συντεταγμένων. Έτσι μπορούσαν να προσδιοριστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια πιθανοί στρατιωτικοί στόχοι. [5]

- Οι **γεωφυσικοί δορυφόροι** είναι σε θέση να παρέχουν ένα πολύ σημαντικό είδος δεδομένων. Διαθέτουν ειδικά όργανα τα οποία τους επιτρέπουν την ανίχνευση περιοχών με πλουτοπαραγωγικές πηγές πάνω στην επιφάνεια της γης (κοιτάσματα πετρελαίου κλπ). Ακόμα μπορούν να παρακολουθήσουν κινήσεις από κοπάδια ψαριών, σμήνη πουλιών, μετατοπίσεις παγόβουνων κλπ.

Οι παραπάνω πληροφορίες μπορούν να αξιοποιηθούν από οργανισμούς που σχετίζονται με βιολογικές μελέτες, οργανισμούς προστασίας των ζώων κα. Πιο σημαντικά είναι προφανώς τα δεδομένα που σχετίζονται με τις πλουτοπαραγωγικές περιοχές. Τα δεδομένα αυτά αφορούν μεγάλες εταιρείες παγκόσμιου βεληνεκούς, κυβερνήσεις κρατών, στρατιωτικές αποφάσεις κλπ. [16]

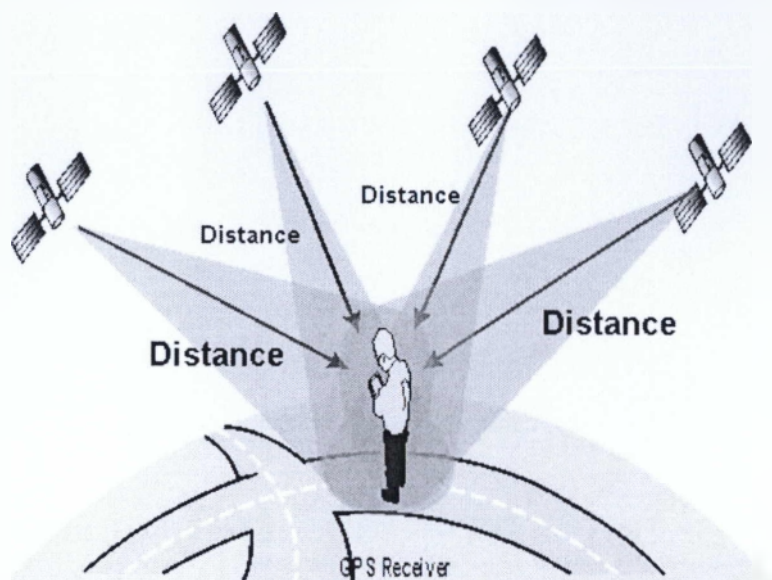
- Οι κατασκοπευτικοί δορυφόροι διαθέτουν όργανα μέσω των οποίων μπορούν να βγάλουν φωτογραφίες πολύ μεγάλης ευκρίνειας. Οι φωτογραφίες αυτές στη συνέχεια αποστέλλονται σε ανάλογα κέντρα στη γη ώστε να επεξεργαστούν και να εκμεταλλευτούν, ώστε να γίνει η εξαγωγή αντίστοιχων συμπερασμάτων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορα είδη κατασκοπίας που σχετίζονται με τη βιομηχανία, στρατιωτικές επιχειρήσεις κλπ.[11] [12]
- Οι δορυφόροι προσανατολισμού χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό σημείων πάνω στην επιφάνεια της γης, το λεγόμενο γεωγραφικό στίγμα. Αυτή είναι η κύρια λειτουργία τους πάνω στην οποία μπορεί να στηριχτεί κατάλληλο λογισμικό ώστε να παρέχει πληροφορίες για τον προσανατολισμό πλοίων, αεροπλάνων, αυτοκινήτων, πεζών κλπ. Οι παραπάνω πληροφορίες περιέχουν στοιχεία σχετικά με το χρόνο και την τοποθεσία. Η λειτουργία του συστήματος δεν περιορίζεται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Οι υπηρεσίες εντοπισμού θέσης μπορούν να διατεθούν οπουδήποτε πάνω και κοντά στην επιφάνεια της γης (για παράδειγμα σε αεροπλάνα).



Το καθένα από τα παραπάνω μέσα μεταφοράς (όπως και στην περίπτωση των πεζών) θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλο εξοπλισμό ώστε να μπορεί να επικοινωνεί απευθείας με τους δορυφόρους από τους οποίους είναι ορατό τη δεδομένη στιγμή. Για τον προσδιορισμό της θέσης και την εύρεση του γεωγραφικού στίγματος θα πρέπει η



συσκευή που διαθέτει το κάθε όχημα να συνδεθεί με παραπάνω από έναν δορυφόρους. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να έρθει σε επικοινωνία με τουλάχιστον τέσσερις δορυφόρους προσανατολισμού.

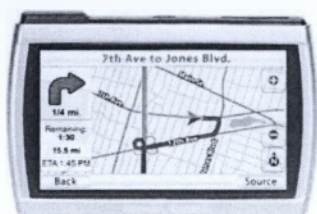


Όλο το παραπάνω σύστημα εντοπισμού θέσης έχει την επίσημη ονομασία G.P.S. από τις λέξεις Global Positioning System. Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα μεταξύ της συσκευής GPS και των δορυφόρων προσανατολισμού ανταλλάσσονται μηνύματα. Τα μηνύματα που εκπέμπονται από τον δορυφόρο προσανατολισμού αναφέρουν την ακριβή ώρα που έγινε η αποστολή του συγκεκριμένου μηνύματος και την τοποθεσία του δορυφόρου εκείνη τη δεδομένη στιγμή.

Μετά τη λήψη ενός μηνύματος από ένα δορυφόρο προσανατολισμού, χρησιμοποιούνται τα στοιχεία που περιέχονται στο ανάλογο μήνυμα και με βάση τη σύγκριση της χρονικής στιγμής αποστολής και λήψης του μηνύματος σε συνάρτηση με την ταχύτητα του φωτός είναι δυνατό να υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ της συσκευής GPS και του δορυφόρου προσανατολισμού. Αν αναλογιστούμε ότι η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται και με τους υπόλοιπους δορυφόρους με τους οποίους είναι σε σύνδεση η συσκευή GPS με σημείο αναφοράς τις θέσεις των δορυφόρων και τις ανάλογες αποστάσεις μπορεί να υπολογιστεί τελικά η θέση στην οποία βρίσκεται η συσκευή GPS.

Ο προσδιορισμός της θέσης του κάθε οχήματος κλπ γίνεται και προς τον οριζόντιο αλλά και προς τον κάθετο άξονα σε σχέση με την επιφάνεια της γης. Δηλαδή μπορεί να προσδιοριστεί η ακριβής θέση του οχήματος, αλλά και η απόστασή του από την επιφάνεια της γης. Το τελικό αποτέλεσμα προκύπτει από το εξειδικευμένο λογισμικό που διαθέτει η συσκευή όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, στο οποίο περιλαμβάνονται ανάλογοι αλγόριθμοι οι οποίοι χρησιμοποιούν εξισώσεις πλοήγησης για τους υπολογισμούς.

Εφόσον εντοπιστεί η θέση της συσκευής, το ανάλογο στίγμα μπορεί να απεικονιστεί σε γραφικό περιβάλλον (εικονικός χάρτης κλπ). Από την περιγραφή της παραπάνω διαδικασίας γίνεται κατανοητό ότι δεν είναι δυνατή ανίχνευση της ταχύτητας και της κατεύθυνσης του εκάστοτε οχήματος άμεσα. Παρόλα αυτά καθώς κινείται το όχημα και διεξάγεται συνεχώς η διαδικασία ανεύρεσης του στίγματός του, σχηματίζεται ένα είδος τροχιάς από τις θέσεις που είχε σε τακτά χρονικά διαστήματα. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να υπολογιστεί έμμεσα η κατεύθυνσή του.



Περαιτέρω υπολογισμοί που σχετίζονται με την απόσταση μεταξύ των καταγραφών των γεωγραφικών στιγμάτων του (σε τακτά χρονικά διαστήματα) μπορούν να προσδιορίσουν έμμεσα και την (κατά προσέγγιση) ταχύτητα που έχει το όχημα. [30] [31] [32] [33] [58]

- Οι **αστρονομικοί δορυφόροι** χρησιμοποιούνται για την παρατήρηση ουράνιων σωμάτων, όπως αστέρες, πλανήτες, φυσικούς δορυφόρους πλανητών, κομήτες κλπ. Φέρουν ενσωματωμένο κατάλληλο εξοπλισμό ώστε να πραγματοποιούνται οι παραπάνω παρατηρήσεις. Μεταξύ των οργάνων τους υπάρχει ένα ειδικό είδος τηλεσκοπίων τα οποία είναι ικανά να ανιχνεύσουν ένα παρά πολύ μεγάλο μέρος του φάσματος της

ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Μπορούν να παράγουν αντίστοιχα δεδομένα μέσω των ενδείξεων των οργάνων τους από την περιοχή στην οποία είναι στραμμένος ο εξοπλισμός τους.

Τα δεδομένα αυτά έπειτα από επεξεργασία παίρνουν τη μορφή εικόνων οι οποίες στη συνέχεια εκμεταλλεύονται για περαιτέρω εξαγωγή συμπερασμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα παραπάνω δεδομένα είναι αδύνατο να ληφθούν από την επιφάνεια της γης. Αυτό γίνεται κατανοητό λόγω του ότι παρεμβάλλεται η ατμόσφαιρα της γης. [7]

- Τα **αντι-δορυφορικά όπλα** είναι ένα είδος δορυφόρων οι οποίοι έχουν ως κύριους στόχους άλλους δορυφόρους. Χρησιμοποιούνται για στρατιωτική χρήση καθώς η καταστροφή δορυφόρων του αντιπάλου μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στη διεξαγωγή των στρατιωτικών του δραστηριοτήτων. Τα αντι-δορυφορικά όπλα μπορεί να διαθέτουν κατάλληλο εξοπλισμό όπως ρουκέτες για την εξουδετέρωση αντίπαλων δορυφόρων από απόσταση.

Παρόλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις όπου διαθέτουν ρομποτικούς βραχίονες μέσω των οποίων συλλαμβάνουν τους δορυφόρους στόχους περικλείοντας τους από την τροχιά τους. Ακόμα οι ρομποτικοί βραχίονες μπορούν απλώς να προκαλέσουν σημαντικές βλάβες καθιστώντας τους δορυφόρους στόχους μη λειτουργικούς.

Η επιλογή του είδους της επίθεσης από ένα αντι-δορυφορικό όπλο γίνεται ανάλογα με τις περιστάσεις. Η απευθείας επίθεση θα μπορούσε να σηματοδοτήσει την κήρυξη πολέμου. Πιο συχνή είναι η επιλογή επιθέσεων οι οποίες δεν μπορεί να αποδεχθεί άμεσα ότι έλαβαν χώρα. Ένα ακόμα τρόπος παρεμπόδισης της λειτουργίας ενός δορυφόρου είναι με τη χρήση παρεμβολών ώστε να μην είναι δυνατή η επικοινωνία του με την επιφάνεια της γης. [15] [17] [19] [20] [21] [22]

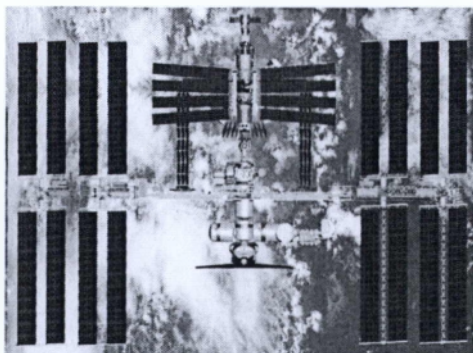
- Οι **βιοδορυφόροι** εξυπηρετούν ένα μεγάλο εύρος επιστημών. Οι πιο στενά συνδεδεμένες επιστήμες με αυτό το είδος δορυφόρων είναι η βιολογία, η ιατρική και άλλοι παρεμφερείς τομείς που σχετίζονται με

αυτές. Η κύρια χρήση των βιοδορυφόρων είναι η μεταφορά ζωντανών οργανισμών στο διάστημα. Σκοπός της διαδικασίας είναι να εκτεθούν οι ζωντανοί οργανισμοί στις ιδιαίτερες συνθήκες του διαστήματος όπως έλλειψη βαρύτητας, ακτινοβολίες κλπ.

Με τον τρόπο αυτό μπορούν να διεξαχθεί μία σειρά πειραμάτων για την περαιτέρω συλλογή δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων. Τα συμπεράσματα αυτά μπορούν στη συνέχεια να εκμεταλλευτούν και να αξιοποιηθούν κατάλληλα από τις επιστήμες που προαναφέρθηκαν.

- Οι **διαστημικοί σταθμοί** αποτελούν επίσης είδος τεχνητών δορυφόρων. Πιο συγκεκριμένα ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει ως εργαστήριο για ερευνητικούς σκοπούς σχετικά με μικροβαρύτητα και βιολογία σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας. Το φάσμα των δοκιμών και των πειραμάτων στο διαστημικό σταθμό δεν περιορίζεται όμως μόνο σε αυτούς τους τομείς. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα πειράματα που διεξάγονται αφορούν την αστρονομία, την ανθρώπινη βιολογία, τη φυσική κλπ.

Επίσης στο διαστημικό σταθμό προσφέρεται ένα περιβάλλον για δοκιμές σχετικές με διαστημική τεχνολογία. Η εξέλιξη στον τομέα αυτό είναι πολύ σημαντική καθώς μπορεί να βοηθήσει ιδιαίτερα μελλοντικές διαπλανητικές διαστημικές αποστολές. [26] [27] [28] [29]



## 1.2 Το σύστημα GPS

Οι δορυφόροι προσανατολισμού και κατ' επέκταση το σύστημα εντοπισμού θέσεων GPS έχουν πολλές σημαντικές εφαρμογές στη σύγχρονη εποχή. Αρχικά δημιουργήθηκαν για στρατιωτικούς σκοπούς. Με την πάροδο του χρόνου αποδείχθηκε ότι η χρήση τους μπορεί να επεκταθεί και για πολιτικούς σκοπούς, δηλαδή για το ευρύ κοινό.

### 1.2.1 Πολιτικές χρήσεις του GPS:

- Στην αστρονομία η δυνατότητα συγχρονισμού τοπικά και χρονικά ενός σημείου (δηλαδή ο προσδιορισμός της θέσης του σε μία δεδομένη χρονική στιγμή), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αστρομετρία (μετρήσεις σχετικά με ουράνια σώματα) και στην ουράνια μηχανική (κλάδος της αστρονομίας που μελετά τις κινήσεις ουράνιων σωμάτων).
- Στην πλοήγηση αυτοματοποιημένων οχημάτων. Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες είναι απαραίτητη η χρήση μη επανδρωμένων οχημάτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις περιλαμβάνονται:
  - επικίνδυνες περιοχές (πχ ηφαίστεια),
  - δυσπρόσιτα μέρη όπου το όχημα χρειάζεται να είναι εξαιρετικά μικρό ώστε να χωρέσει κάποιος που να το κατευθύνει,
  - αποστολές που διαρκούν μεγάλη χρονική διάρκεια και η ανθρώπινη παρουσία ίσως και να τις καθυστερούσε (αλλαγές βάρδιας, ώρες ξεκούρασης, πιθανά προβλήματα υγείας κλπ).
- Στη χαρτογράφηση. Δηλαδή τη διαδικασία καταγραφής της μορφολογίας από μέρη της επιφάνειας της γης. Η συγκεκριμένη χρήση του GPS αφορά και στρατιωτικούς σκοπούς.
- Σε τηλεφωνήματα έκτακτης ανάγκης. Έχει εξελιχθεί ένα σύστημα το οποίο συνδυάζει τη χρήση των τηλεφωνικών επικοινωνιών και τις

δυνατότητες του GPS έτσι ώστε να είναι δυνατός ο εντοπισμός της θέσης από την οποία έγινε ένα τηλεφώνημα έκτακτης ανάγκης, έτσι ώστε να φθάσει η κατάλληλη βοήθεια στο συγκεκριμένο σημείο όσο το δυνατόν γρηγορότερα.

- Για χρονολογικό συγχρονισμό. Πρώτα στην ακρίβεια μέτρησης χρόνου είναι τα ωρολόγια τα οποία βασίζονται στην ατομική σχάση, από όπου προέρχεται και η ονομασία τους ως ατομικά ωρολόγια. Αμέσως μετά τα ατομικά ωρολόγια σε συνάρτηση με την ακρίβεια μέτρησης, χρόνου είναι τα ωρολόγια που βασίζονται στα σήματα του συστήματος GPS.
- Προγραμματισμός αντίδρασης σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών. Με τη χρήση το GPS είναι δυνατή η μελέτη των επιλογών που υπάρχουν για το χειρισμό εκτάκτων περιπτώσεων, όπως αυτές που σχετίζονται με μεγάλες φυσικές καταστροφές.
- Σε περιπτώσεις που είναι απαραίτητος ο ακριβής προσανατολισμός ενός οχήματος, ενός πλοίου, ενός αεροπλάνου κλπ. Μέσω του GPS μπορούν να εντοπίσουν κάποια σημεία αναφοράς (πχ διάδρομος αεροδρομίου) ή ανάλογα οχήματα που παίζουν το ρόλο σημείων αναφοράς ώστε να κατευθυνθούν κατάλληλα άλλα οχήματα, σκάφη κλπ.
- Σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται να εντοπισθεί η θέση ενός οποιουδήποτε κινητού σώματος το οποίο διαθέτει συσκευή GPS. Στις παραπάνω περιπτώσεις περιλαμβάνονται κλεμμένα οχήματα, κατοικίδια που έχουν χαθεί κλπ.
- Για τον προσδιορισμό της θέσης από τη οποία έγινε λήψη κάποιων δεδομένων, όπως φωτογραφίες κλπ. Στις περιπτώσεις αυτές η ανάλογη συσκευή λήψης δεδομένων διαθέτει και GPS έτσι ώστε να συνδεθεί με τα δεδομένα η κατάλληλη θέση. [13]

### 1.2.2 Στρατιωτικές χρήσεις του GPS:

- Στρατεύματα έχουν τη δυνατότητα να πλοηγηθούν ακόμα και σε περιπτώσεις περιορισμένης ορατότητας (κακές καιρικές συνθήκες, σκοτάδι κλπ).
- Είναι δυνατή η παρακολούθηση κάποιου στόχου ο οποίος φαίνεται ύποπτος και μέσω της διαδικασίας παρακολούθησης μπορεί να προσδιοριστεί αν πρόκειται για εχθρικές εγκαταστάσεις κλπ. Η παρακολούθηση περιλαμβάνει την καταγραφή δραστηριότητας όπως κινήσεις οχημάτων κλπ.
- Στην καθοδήγηση ανάλογων όπλων (πχ πύραυλων) ώστε να επιτευχθούν ακριβή χτυπήματα στόχων.
- Εντοπισμός πληρωμάτων σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Συχνά τα πληρώματα αεροσκαφών οχημάτων κλπ εφοδιάζονται με συσκευές GPS ώστε να είναι εύκολος ο εντοπισμός και η διάσωσή τους σε ανάλογες περιπτώσεις.

### 1.3 Η ταχύτητα διαφυγής

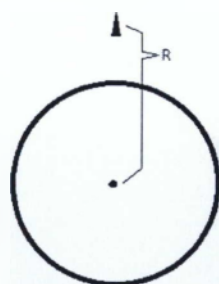
Ο ορισμός της ταχύτητας διαφυγής, αναφέρεται ως η ελάχιστη αρχική ταχύτητα που θα πρέπει να έχει ένα σώμα, ώστε να είναι σε θέση να υπερνικήσει τη βαρυτική έλξη που ασκείται σε αυτό από ένα ουράνιο σώμα, καθώς το πρώτο βρίσκεται στην επιφάνειά του. Κάθε σώμα που κινείται ως γνωστόν έχει κινητική ενέργεια. Η δύναμη μιας βαρυτικής έλξης, αντιστοιχεί σε ένα ποσό δυναμικής ενέργειας. Για να επιτευχθεί η ταχύτητα διαφυγής, η κινητική ενέργεια του σώματος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την δυναμική ενέργεια, η οποία προέρχεται από τη βαρύτητα έλξη που ασκείται σε αυτό από το αντίστοιχο ουράνιο σώμα.

Πιο συγκεκριμένα για την επίτευξη της ταχύτητας διαφυγής από την επιφάνεια της γης θα πρέπει:

$$V^2 = 2g \cdot (M/R)$$

Όπου:

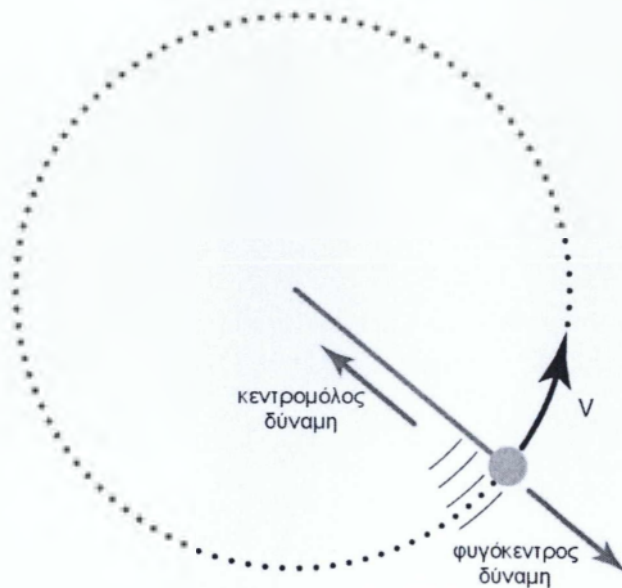
- με  $V$  συμβολίζεται η ταχύτητα του σώματος (πχ πύραυλος).
- $g$  είναι η σταθερά παγκόσμιας έλξης,
- το  $M$  αντιστοιχεί στη μάζα του σώματος
- και  $R$  είναι η απόσταση από το κέντρο της γης. [34] [36] [37]



## 1.4 Κοσμικές ταχύτητες

Πρώτη κοσμική ταχύτητα ορίζεται ως, η ταχύτητα που θα πρέπει να έχει ένα σώμα για να τεθεί σε τροχιά γύρω από τη γη. Η ταχύτητα αυτή έχει τέτοια τιμή έτσι ώστε η κινητική ενέργεια του σώματος να εξισώνεται με την δυναμική ενέργεια. Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα η δυναμική ενέργεια προέρχεται από την βαρυτική έλξη του εκάστοτε ουράνιου σώματος. Η δύναμη της βαρυτικής έλξης σε αυτή την περίπτωση παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης συγκρατώντας το σώμα σε τροχιά γύρω από τη γη.

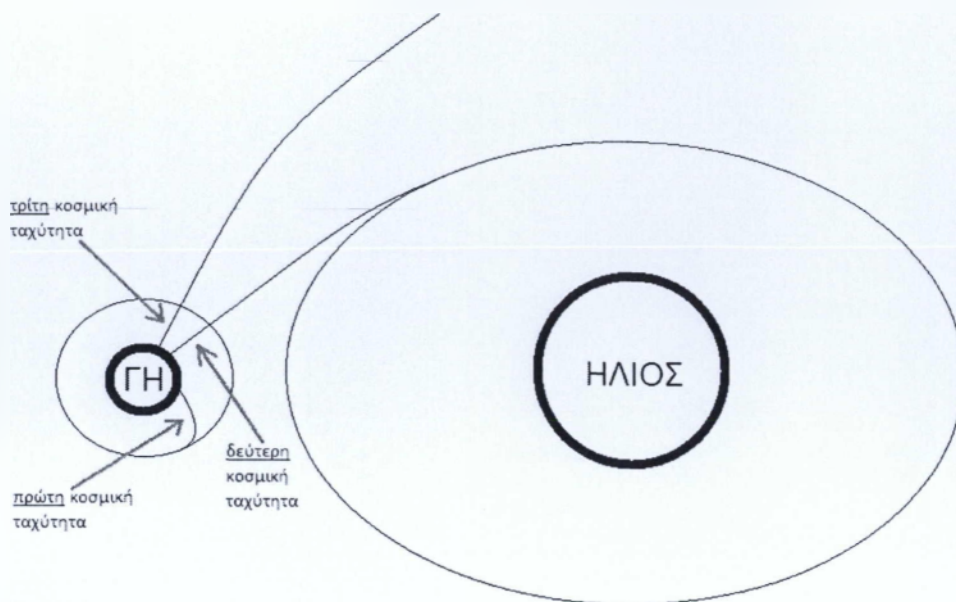




Γενικότερα στην περίπτωση της πρώτης κοσμικής ταχύτητας επικρατεί μια ισορροπία, κατά την οποία το σώμα έχει το ρόλο τεχνητού δορυφόρου της γης. Αντίθετα η δεύτερη κοσμική ταχύτητα είναι η ταχύτητα που θα πρέπει να έχει ένα σώμα ώστε να ξεφύγει πλήρως από την επίδραση του βαρυτικού πεδίου της γης. Παρόλα αυτά και σε αυτή την περίπτωση υπάρχει μία ισορροπία καθώς όταν ένα σώμα έχει την δεύτερη κοσμική ταχύτητα, έχει τη δυνατότητα να τεθεί σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο.

Η τρίτη κοσμική ταχύτητα αφορά την περίπτωση κατά την οποία, η τιμή της ταχύτητας του σώματος επιτρέπει σε αυτό να απελευθερωθεί και από την βαρυτική έλξη του Ήλιου. Για να γίνουν πιο σαφείς οι παραπάνω αναφορές αξίζει να σημειωθεί ότι:

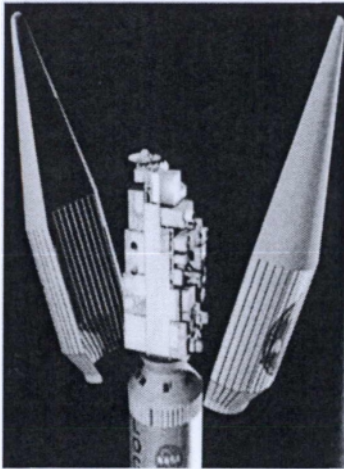
- πρώτη κοσμική ταχύτητα  $\approx 11 \text{ km/sec}$ ,
- $11 \text{ km/sec} < \text{δεύτερη κοσμική ταχύτητα} < 16 \text{ km/sec}$ ,
- τρίτη κοσμική ταχύτητα  $\approx 16 \text{ km/sec}$ . [18] [35] [55] [56] [57]



## 1.5 Πως τίθεται ένας δορυφόρος σε τροχιά

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα για να καταφέρει ένα σώμα να υπερνικήσει μερικώς τη βαρυτική έλξη της γης και στη συνέχεια να τεθεί σε τροχιά, θα πρέπει να έχει μία συγκεκριμένη ταχύτητα που αναφέρεται ως πρώτη κοσμική ταχύτητα. Στην περίπτωση των δορυφόρων η ταχύτητα αυτή επιτυγχάνεται με τη βοήθεια πυραύλων. Έχοντας ενσωματωθεί ο δορυφόρος στο σώμα του πυραύλου, εκτοξεύεται μαζί του.

Οι πύραυλοι που φιλοξενούν δορυφόρους δεν είναι ενιαίοι, αλλά αποτελούνται από πολλά μέρη. Τα μέρη του πύραυλου παρομοιάζονται με ορόφους. Ουσιαστικά κάθε όροφος αντιστοιχεί σε ένα ξεχωριστό πύραυλο. Ανάλογα με τη φάση της εκτόξευσης ενεργοποιείται ο κατάλληλος υποπύραυλος του συστήματος. Τα τμήματα του πυραύλου ενεργοποιούνται από το τέλος προς την κορυφή του. Κάθε υποπύραυλος αποβάλλεται από το υπόλοιπο σύστημα μόλις εξαντληθούν τα καύσιμά του. Το υπολειπόμενο σύστημα συνεχίζει να κινείται χωρίς περιττό βάρος έτσι ώστε να μπορεί να αποκτήσει μεγαλύτερη ταχύτητα ευκολότερα και σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Στο τέλος της παραπάνω διαδικασίας απομένει μόνο το κομμάτι στο οποίο βρίσκεται ο δορυφόρος.



Με τη βοήθεια του πύραυλου ο δορυφόρος φθάνει σε ένα επιθυμητό ύψος από την επιφάνεια της γης. Δεν αρκεί όμως μόνο αυτό για να μπει σε τροχιά. Η κατεύθυνσή του, όπως και το διάνυσμα της ταχύτητάς του μέχρι αυτή τη στιγμή, ήταν κάθετα ως προς την επιφάνεια της γης (η προέκταση τους διέρχονταν δηλαδή από το κέντρο της γης).

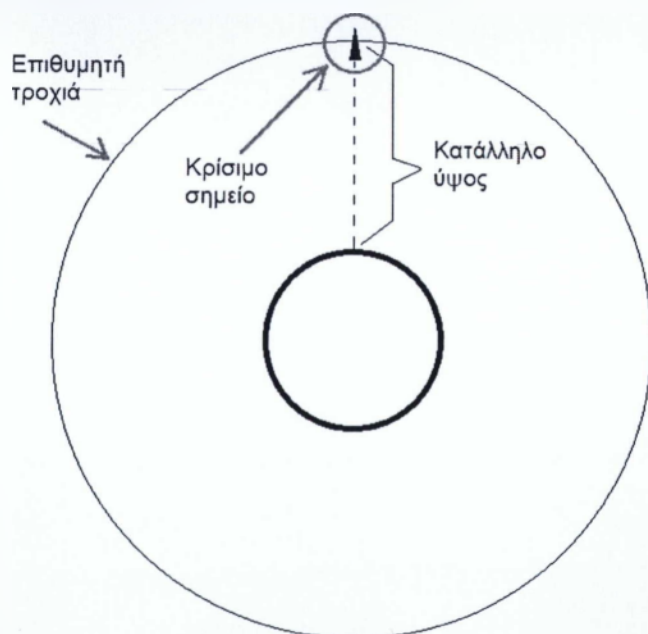
Για να μπορέσει να διατηρήσει το ύψος του από την επιφάνεια της γης, αλλά και να ακολουθήσει την κατάλληλη τροχιά που έχει υπολογιστεί, η κατεύθυνσή του και το διάνυσμα της ταχύτητάς του θα πρέπει να είναι παράλληλα (ή πιο συγκεκριμένα εφαπτόμενα) στην επιφάνεια της γης. Για να γίνει η παραπάνω διαδικασία χρησιμοποιείται ένα είδος μικρών πυραύλων οι οποίοι ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται ανά διαστήματα ώστε να διορθωθεί η θέση και η κίνηση του δορυφόρου κατάλληλα.

Πάρα πολλοί παράγοντες θα πρέπει να συνυπολογιστούν πριν την εκτόξευση ενός πυραύλου και κατ' επέκταση το εγχείρημα τοποθέτησης ενός δορυφόρου σε τροχιά. Μερικά από αυτά είναι η γεωσεισμική δραστηριότητα, οι καιρικές συνθήκες, ενδεχόμενη βροχή μετεωριτών, ακόμα και η κίνηση της γης γύρω από τον άξονά της κλπ.

Όλα τα παραπάνω, μελετώνται αναλύονται και υπολογίζονται εξ' αρχής, για μεγάλο χρονικό διάστημα πριν την επικείμενη εκτόξευση. Δημιουργείται έτσι ένα σύνολο δεδομένων το οποίο επιτρέπει την επιλογή των περισσότερο κατάλληλων συνθηκών για την χρονική στιγμή της εκτόξευσης.

Πέραν όλων αυτών η όλη διαδικασία καθώς και τα διάφορα στάδια της εκτόξευσης επιβλέπονται από το κέντρο εκτόξευσης. Σε αυτό συμβάλουν οι διάφοροι αισθητήρες που είναι ενσωματωμένοι στον πύραυλο και στον δορυφόρο. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τους εν λόγω αισθητήρες αποστέλλονται μέσω ραδιοκυμάτων στο κέντρο ελέγχου. Αφού γίνουν οι κατάλληλες διαδικασίες για την εξαγωγή συμπερασμάτων, πάλι μέσω ραδιοκυμάτων μπορούν να αποσταλούν εντολές στο σύστημα του πυραύλου ώστε να ξεπεραστούν ενδεχόμενα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν.

Το πιο κρίσιμο σημείο μετά τη διαδικασία της εκτόξευσης και αφού ο δορυφόρος αποκτήσει το επιθυμητό ύψος, είναι οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν ούτως ώστε να σταθεροποιηθεί στην κατάλληλη τροχιά. Σε αυτό το τελευταίο στάδιο απαιτούνται παρά πολλές διορθωτικές κινήσεις. Ο χειρισμός του δορυφόρου θα πρέπει να γίνει με μεγάλη ακρίβεια. Όπως γίνεται κατανοητό για να επιτευχθεί το παραπάνω, χρειάζονται αντίστοιχα πάρα πολλοί υπολογισμοί, οι οποίοι θα πρέπει να γίνουν σε μικρό χρονικό διάστημα, ενώ παράλληλα το αποτέλεσμα να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβές, χωρίς παρεκκλίσεις.



Η ανθρώπινη γνώση και εμπειρία δεν είναι αρκετή στη συγκεκριμένη περίπτωση. Για να το αντιληφθούμε αρκεί να αναλογιστούμε ότι ακόμα και αν οι υπολογισμοί που επρόκειτο να γίνουν στο "χέρι" δεν θα περιείχαν λάθη (με την αντίθετη εκδοχή να είναι πιο πιθανή), είτε θα χρειαζόταν ένα μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι να γίνουν από μία μικρή ομάδα ατόμων, είτε για ένα πλήθος ατόμων τα οποία θα δούλευαν ταυτόχρονα θα χρειαζόταν έξτρα χρόνος ώστε να συντονιστούν και να συνδυάσουν τα επιμέρους αποτελέσματα.

Για να ξεπεραστούν οι παραπάνω δυσκολίες, επιστρατεύονται αυτοματοποιημένα συστήματα συλλογής δεδομένων τα οποία στη συνέχεια διοχετεύουν τα δεδομένα αυτά σε εξειδικευμένα υπολογιστικά συστήματα. Τα υπολογιστικά συστήματα που αναφέρθηκαν αποτελούνται από σύνολα ηλεκτρονικών υπολογιστών τα οποία συνδέονται και συνεργάζονται μεταξύ τους. Οι ηλεκτρονικοί αυτοί υπολογιστές σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την συγκεκριμένη διαδικασία (την πλοήγηση του δορυφόρου) και διαθέτουν πολύ μεγάλη υπολογιστική δύναμη. Έτσι οι κατάλληλες ενέργειες γίνονται σχεδόν ακαριαία χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας, χωρίς να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρέμβαση σε μεγάλο βαθμό. [40] [41] [42]

## 1.6 Περιβάλλον δορυφόρου

Το περιβάλλον στο οποίο καλείται να λειτουργήσει ένας δορυφόρος ποικίλει ανάλογα με την τροχιά που θα ακολουθήσει. Η τροχιά του κάθε δορυφόρου έχει άμεσο αντίκτυπο στην κατά μέσο όρο απόστασή του από τη γη. Υπάρχουν περιπτώσεις ελλειπτικών τροχιών όπου η απόσταση από την επιφάνεια της γης αυξάνεται και μειώνεται ανάλογα με τη φάση της τροχιάς του δορυφόρου. Η απόσταση του δορυφόρου καθορίζει και κατά πόσο αυτός έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα της γης.

Σε κάθε περίπτωση οι συνθήκες στα όρια μεταξύ ατμόσφαιρας της γης και διαστήματος (όπου συνήθως παραβρίσκεται ένας δορυφόρος) έχουν πολύ μεγάλες διαφορές από το περιβάλλον που έχουμε συνηθίσει στην επιφάνεια

της γης, ακόμα και για τις περιπτώσεις περιοχών με ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες όπως είναι οι έρημοι, οι παγωμένες κορυφές βουνών κλπ.

Η ατμόσφαιρα της γης, καθώς σε κάποιες περιπτώσεις έρχεται σε επαφή με τον εκάστοτε δορυφόρο, δημιουργεί τριβή μεταξύ τους. Αυτό γίνεται κατανοητό καθώς ο δορυφόρος για να μπορέσει να διατηρήσει την απαιτούμενη απόσταση από την επιφάνεια της γης και να ακολουθήσει την επιθυμητή τροχιά του κινείται συνεχώς με πάρα πολύ μεγάλη ταχύτητα.

Αρκεί να αναλογιστεί κανείς πως τα κομμάτια από πυραύλους που αποβάλλονται στις αντίστοιχες φάσεις των εκτοξεύσεών τους, αναφλέγονται κατά την πτώση τους προς τη γη και την επανείσαγε τους σε πιο πυκνά στρώματα της ατμόσφαιρας. Η παραπάνω διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα τα κομμάτια αυτά να διαλύονται σχεδόν τελείως. Οι ταχύτητες που κατέχουν οι δορυφόροι σε αρκετές περιπτώσεις είναι συγκρίσιμες με τις ταχύτητες των συντριμμιών των πύραυλων που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Παρόλα αυτά η ατμόσφαιρα της γης δεν είναι το μοναδικό εμπόδιο το οποίο μπορεί να δυσκολέψει τις λειτουργίες ή ακόμα και την ακεραιότητα του δορυφόρου. Σε τέτοιο ύψος από την επιφάνεια της γης η ατμόσφαιρα αποτελείται από πολύ λεπτά έως ανύπαρκτα στρώματα (ικανά όμως να δημιουργήσουν προβλήματα όπως προαναφέρθηκε).

Όπως είναι γνωστό τα στρώματα της ατμόσφαιρας προσφέρουν ένα είδος φίλτρου, μία ασπίδα προστασίας- κατά κάποιον τρόπο από τις ακτινοβολίες που προέρχονται από ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ή από σωματίδια. Οι παραπάνω ακτινοβολίες μπορούν να παρέμβουν στη σωστή λειτουργία του δορυφόρου ή ακόμα και να προκαλέσουν βλάβες με την πάροδο του χρόνου στα διάφορα μέρη και όργανά του. [47]

### 1.6.1 Διαστημικά σκουπίδια

Ακόμα ένα εχθρικό στοιχείο του περιβάλλοντος που αναφέρθηκε νωρίτερα αποτελούν οι μετεωρίτες και τα διαστημικά σκουπίδια. Συγκεκριμένα τα διαστημικά σκουπίδια αποτελούνται από χρησιμοποιημένους πυραύλους, εγκαταλελειμμένους δορυφόρους, κομμάτια μετάλλων που προσήλθαν από διάφορες εκρήξεις κλπ. Όλα τα παραπάνω βρίσκονται διάσπαρτα σε ανάλογες τροχίες γύρω από τη γη. Τα προβλήματα που μπορεί να προκαλέσουν όπως γίνεται κατανοητό είναι οι ανεπιθύμητες συγκρούσεις με λειτουργικούς δορυφόρους που χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς.

Το σύνολο των παραπάνω αντικειμένων σύμφωνα με το αμερικανικό Δίκτυο Διαστημικής Επιτήρησης είναι περίπου εννέα χιλιάδες. Η αντίστοιχη μάζα των αιωρούμενων αυτών αντικειμένων υπολογίζεται περίπου στους πέντε χιλιάδες πεντακόσιους τόνους. Αξίζει να σημειωθεί ότι το μέγεθος του κάθε αντικειμένου ξεπερνά τα δέκα εκατοστά.

Γενικότερα τα αντικείμενα που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη σε ποσοστά είναι:

- 17% χρησιμοποιημένοι πύραυλοι,
- 31% λειτουργικοί και μη λειτουργικοί δορυφόροι,
- 38% συντρίμια που έχουν προέλθει από συγκρούσεις μεταξύ των παραπάνω,
- 13% ανταλλακτικά από διάφορες αποστολές και επισκευές που έχουν γίνει κατά καιρούς,
- και 1% μη προσδιορισμένα επαρκώς αντικείμενα (δεν είναι σίγουρη η προέλευσή τους).

Το σύνολο των εννέα χιλιάδων αντικειμένων που αναφέρθηκε νωρίτερα υπολογίζεται να αυξηθεί σημαντικά. Η αύξηση αυτή είναι αποτέλεσμα των συγκρούσεων μεταξύ τους και της διαίρεσής τους σε μικρότερα κομμάτια τα

οποία όμως μπορούν επίσης να δημιουργήσουν προβλήματα σε ενεργούς δορυφόρους και άλλες διαστημικές αποστολές. [43] [44] [45]



### 1.6.2 Μεταβολές θερμοκρασίας

Στο ύψος όπου τίθενται σε τροχιά οι δορυφόροι, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα σχεδόν δεν υφίσταται πλέον ατμόσφαιρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι δορυφόροι να καλούνται να ανταπεξέλθουν σε ένα περιβάλλον όπου οι διαφορές στις τιμές της θερμοκρασίας να είναι σημαντικές κατά τη διάρκεια της περιφοράς τους γύρω από τη γη.

Συγκεκριμένα όταν ένας δορυφόρος καλύπτεται από τη γη, είναι δηλαδή στη σκιά της σχετικά με τον ήλιο, οι θερμοκρασίες μπορεί να έχουν τιμές έως και  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Σε αντίθετη περίπτωση, όταν δηλαδή ο δορυφόρος έχει οπτική επαφή με τον ήλιο η θερμοκρασία του μπορεί να φθάσει και τους  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Το κυριότερο πρόβλημα είναι η δύσκολη αποβολή της θερμότητας από τα συστήματα του δορυφόρου. Στο περιβάλλον κοντά στην επιφάνεια της γης η αντίστοιχη θερμότητα ανάλογων συσκευών αποβάλλεται στην ατμόσφαιρα. [27]



### 1.6.3 Ακτινοβολίες

---

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα στα όρια μεταξύ της γήινης ατμόσφαιρας και του διαστήματος δεν υπάρχει προστασία από τις ακτινοβολίες οι οποίες προέρχονται από ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και σωματίδια. Οι παραπάνω ακτινοβολίες προέρχονται από κοσμικά γεγονότα σε διαφορές περιοχές του διαστήματος, από τον ήλιο και από το μαγνητικό πεδίο της γης. Η κοσμική ακτινοβολία έχει τη μορφή σωματιδίων υψηλής ενέργειας τα οποία μπορεί να προέρχονται από αρκετά απομακρυσμένα σημεία του διαστήματος. Η ηλιακή ακτινοβολία έχει τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η σύγκρουση της ηλιακής ακτινοβολίας με το μαγνητικό πεδίο της γης προκαλεί επίσης σωματιδιακή ακτινοβολία.

Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα του εκάστοτε δορυφόρου επηρεάζονται αρνητικά από τις παραπάνω ακτινοβολίες. Η λειτουργία των κυκλωμάτων του δορυφόρου εξαρτάται από την κίνηση ηλεκτρονίων. Οι ακτινοβολίες που αναφέρθηκαν επηρεάζουν την κίνηση των ηλεκτρονίων στα κυκλώματα αυτά. Όταν βάλλεται ακτινοβολία στα κυκλώματα προκαλούνται βραχυκυκλώματα, τα οποία εκτός από την παρεμπόδιση λειτουργιών του δορυφόρου, μπορούν επίσης να προκαλέσουν απώλεια δεδομένων.

Λόγω των παραπάνω προβλημάτων για την υλοποίηση των δορυφόρων χρησιμοποιούνται κατάλληλα υλικά. Η επιλογή των υλικών γίνεται έτσι ώστε να μπορεί ο δορυφόρος να θωρακιστεί σε κάποιο βαθμό. Αυτό είναι απαραίτητο καθώς εκτός από τα βραχυκυκλώματα που αναφέρθηκαν νωρίτερα και τις συνέπειές τους, προκαλούνται και επιπλέον φθορές στα διάφορα όργανα που περιέχει ο δορυφόρος. [36] [37] [38]

#### 1.6.4 Μαγνητικά πεδία

---

Η περιστροφή της γης σε συνδυασμό με την κίνηση του υγροποιημένου πυρήνα της (ο οποίος αποτελείται κυρίως από σίδηρο), συμβάλλουν στη δημιουργία μαγνητικού πεδίου το οποίο περιβάλλει τη γη. Το πεδίο αυτό ονομάζεται γεωμαγνητικό πεδίο και επεκτείνεται από τον πυρήνα της γης μέχρι και πέρα από την ατμόσφαιρά της.

Οι παραπάνω συνθήκες είναι ικανές να κάνουν τη γη να συμπεριφέρεται σαν ένας τεράστιο μαγνήτης. Συγκεκριμένα το μαγνητικό πεδίου που αναφέρθηκε νωρίτερα σχηματίζει γύρω από τη γη, μία μαγνητική σφαίρα η οποία ονομάζεται μαγνητόσφαιρα. Υπάρχουν περιοχές στις οποίες η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι η μέγιστη.

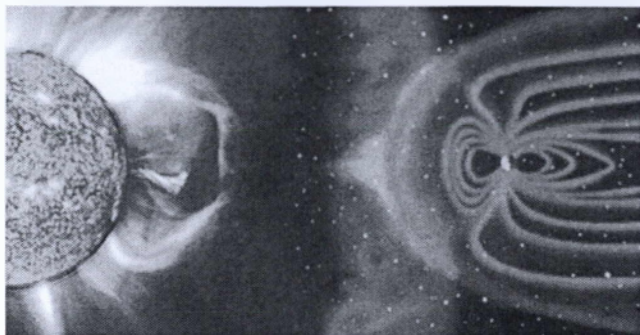
Τα σημεία αυτά ονομάζονται μαγνητικοί πόλοι, ο Βόρειος μαγνητικός Πόλος και ο Νότιος μαγνητικός Πόλος αντίστοιχα. Στον ανάλογο μαγνητικό Ισημερινό η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι ελάχιστη, καθιστώντας τον ως μία ουδέτερη μαγνητική ζώνη. Επίσης η ευθεία που ενώνει τους μαγνητικούς πόλους της γης λέγεται μαγνητικός άξονας.

Η μαγνητόσφαιρα που αναφέρθηκε νωρίτερα προστατεύει τη γη από τον ηλιακό άνεμο. Ο ηλιακός άνεμος αποτελείται από ρεύματα φορτισμένων σωματιδίων τα οποία εκτοξεύονται από την ατμόσφαιρα του ήλιου. Τα σωματίδια που αναφέρθηκαν είναι στην πλειοψηφία τους ηλεκτρόνια και πρωτόνια τα οποία κινούνται με υπερηχητικές ταχύτητες.

Το πλάσμα που σχηματίζεται στα όρια του ήλιου, έχει αρκετή θερμική ενέργεια ώστε να ξεφεύγει από τη επίδραση της βαρύτητάς του. Στη συνέχεια δημιουργείται μία τεράστια σφαίρα προερχόμενη από το παραπάνω φαινόμενο, η οποία επεκτείνεται σε όλο το ηλιακό σύστημα και ονομάζεται ηλιόσφαιρα.

Το μαγνητικό πεδίο της γης αυτό καθαυτό επηρεάζει τις λειτουργίες των δορυφόρων τον προσανατολισμό τους κλπ. Σημαντική είναι όμως και η επίδραση της σύγκρουσης μεταξύ του ηλιακού ανέμου και της μαγνητόσφαιρας για τους δορυφόρους, καθώς το αποτέλεσμα είναι τα

σωματίδια υψηλής ενέργειας να κατευθύνονται προς τους πόλους δημιουργώντας ανάλογα ρεύματα. Για ακόμη μία φορά η δομή και τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε ένα δορυφόρο επιλέγονται έτσι ώστε να μπορεί να επιβιώσει σε περίπτωση που τεθεί σε τροχιά στα όρια της μαγνητόσφαιρας. [48] [50] [51] [52] [53] [54]



## 1.7 Τροχιές δορυφόρων

---

Ένα σώμα χαρακτηρίζεται από μία τροχιά όταν κινείται. Η τροχιά είναι το σύνολο των σημείων στο χώρο από τα οποία διέρχεται κατά τη διάρκεια της κίνησης του. Γενικότερα η τροχιά ενός σώματος που κινείται καθορίζεται από την ισορροπία των δυνάμεων που ασκούνται πάνω σε αυτό και κατ' επέκταση την ισορροπία μεταξύ των ενεργειών που διαθέτει (πχ κινητική, δυναμική κλπ).

Στην περίπτωση ενός δορυφόρου όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα η τροχιά του καθορίζεται από την κινητική του ενέργεια, η οποία εξαρτάται από την ταχύτητά του και από την δυναμική ενέργεια η οποία προέρχεται από το μαγνητικό πεδίο του πλανήτη γύρω από τον οποίο κινείται σε τροχιά.

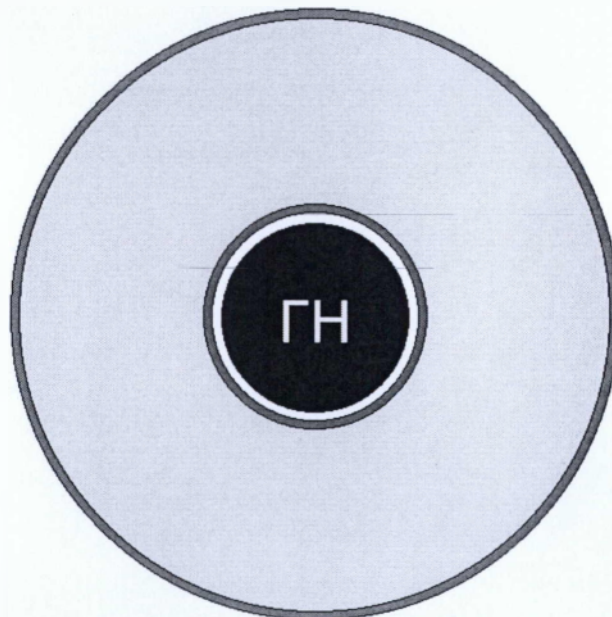
Οι τροχιές των τεχνητών δορυφόρων περιέχουν κάποια χαρακτηριστικά μέσω των οποίων μπορούμε να κάνουμε το διαχωρισμό τους σε ανάλογες κατηγορίες. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν σχετίζονται με:

- την απόσταση του δορυφόρου από τη γη,
- τη θέση της τροχιάς του δορυφόρου σε σχέση με τον ισημερινό,

- το σχήμα της τροχιάς του δορυφόρου.

Πιο αναλυτικά:

- Ανάλογα με την απόσταση του δορυφόρου από τη γη, υπάρχουν τρία είδη τροχιών:
  - ✓ η χαμηλής περί τη γη τροχιά (Low Earth orbit / LEO), η οποία κυμαίνεται μεταξύ 0 - 2000 km,
  - ✓ η μεσαίας περί τη γη τροχιά (Medium Earth orbit / MEO) η οποία κυμαίνεται μεταξύ 2000 – 35.786 km,
  - ✓ η υψηλή περί τη γη τροχιά (High Earth orbit / HEO) η οποία επεκτείνεται πάνω από τα 35.786 km. (Επίσης η τροχιά αυτή λέγεται και υπερσύγχρονη όταν η περίοδος περιφοράς είναι 24 ώρες επιτρέποντας στο δορυφόρο να εμφανίζεται σταθερά πάνω από ένα σημείο της γης).



- Χαμηλής περί τη γη τροχιά (Low Earth orbit / LEO)
- Μεσαίας περί τη γη τροχιά (Medium Earth orbit / MEO)
- Υψηλή περί τη γη τροχιά (High Earth orbit / HEO)

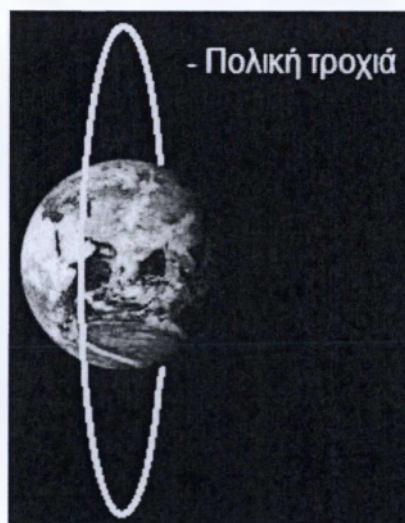
➤ Ανάλογα με την κλίση της τροχιάς σε συνάρτηση με την ευθεία του ισημερινού μία τροχιά μπορεί να είναι:

- ✓ παράλληλη ή μη επικλινής τροχιά, ονομάζεται η τροχιά που σε σχέση με τον ισημερινό έχει μηδενική κλίση,



- ✓ επικλινής τροχιά, οι οποίες δεν έχει μηδενική κλίση σε σχέση με τον ισημερινό:

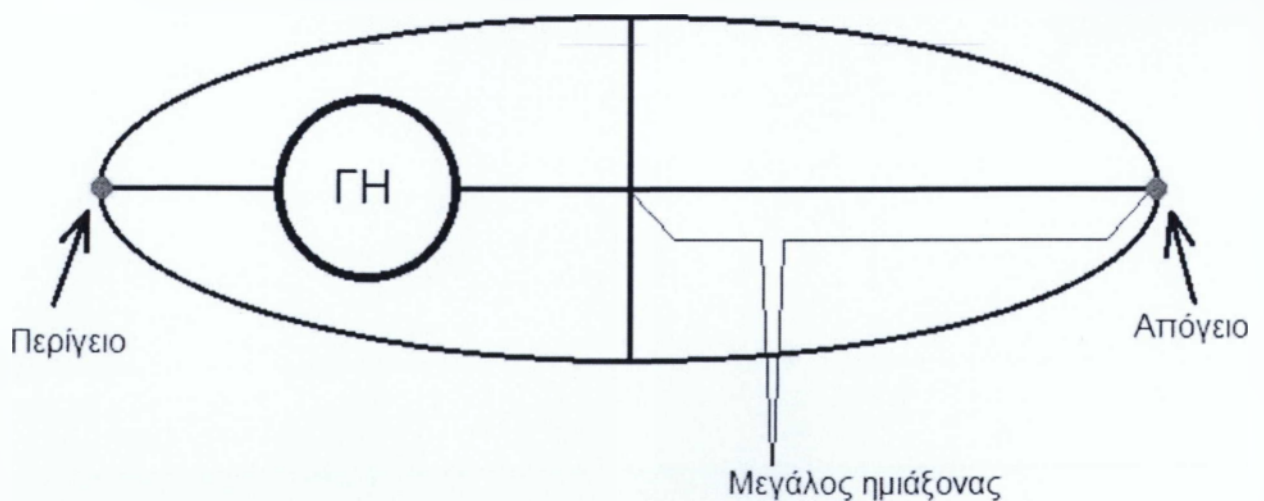
- πολική τροχιά, η οποία διέρχεται πάνω (ή περίπου πάνω) από τους πόλους της γης και όπως είναι φυσικό έχει κλίση  $90^\circ$  με τον ισημερινό,
- πολική ήλιο-σύγχρονη τροχιά, η οποία είναι παρόμοια με την πολική τροχιά (λόγο κλίσης) αλλά διέρχεται από ένα συγκεκριμένο σημείο της γης την ίδια ώρα κάθε μέρα, έχοντας τη δυνατότητα ο δορυφόρος να λαμβάνει φωτογραφίες με το ίδιο μοτίβο σκιών που δημιουργούνται από το φως του ήλιου.



➤ Ανάλογα με το σχήμα της τροχιάς (με την εκκεντρότητα) μία τροχιά μπορεί να είναι:

- ✓ κυκλική με μηδενική εκκεντρότητα, η οποία έχει τη μορφή κύκλου, ως εκ' τούτου η απόσταση του δορυφόρου από τη γη παραμένει συνεχώς σταθερή όπως και η ταχύτητά του,
- ✓ ελλειπτική όπου η εκκεντρότητά της είναι μεταξύ 0 και 1 και έχει τη μορφή έλλειψης, η απόσταση του δορυφόρου όπως και η ταχύτητά του μεταβάλλονται ανάλογα με τη φάση της τροχιάς του, τα χαρακτηριστικά της ελλειπτικής τροχιάς είναι:

- το απόγειο δηλαδή το σημείο της τροχιάς στο οποίο ο δορυφόρος έχει τη μεγαλύτερη απόσταση από τη γη,
- το περίγειο δηλαδή το σημείο της τροχιάς στο οποίο ο δορυφόρος έχει τη μικρότερη απόσταση από τη γη,
- και ο μεγάλος ημιάξονας, όπου ορίζεται ως το μισό της απόστασης μεταξύ του περίγειου και του απόγειου. [6] [40] [46] [59]



### 1.7.1 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα ανά κατηγορία τροχιάς δορυφόρου

- Χαμηλής περί τη γη τροχιά (Low Earth orbit / LEO):
  - ✓ Πλεονεκτήματα:
    - πολύ μικρό κόστος εκτόξευσης δορυφόρου,
    - μικρή κατανάλωση ενέργειας για να διατήρηση του δορυφόρου σε τροχιά,
    - μικρή καθυστέρηση κατά τη μετάδοση σημάτων
    - δυνατότητα επικοινωνίας με αδύναμους επίγειους πομπούς,
    - ελάχιστα σφάλματα κατά τη μετάδοση σημάτων.
  - ✓ Μειονεκτήματα:
    - πολλές φθορές και μικρός χρόνος ζωής,
    - παρεμβολές από ραδιοσυχνότητες.
  
- Μεσαίας περί τη γη τροχιά (Medium Earth orbit / MEO):
  - ✓ Πλεονεκτήματα:
    - μέτριο κόστος εκτόξευσης του δορυφόρου,
    - μέτριες καθυστερήσεις κατά τη μετάδοση σήματος.
  - ✓ Μειονεκτήματα:
    - αρκετά σφάλματα κατά τη μετάδοση σημάτων.

- Υψηλή περί τη γη τροχιά (High Earth orbit / HEO):
  - ✓ Πλεονεκτήματα:
    - κάλυψη μεγάλου ποσοστού της επιφάνειας της γης (έως 42%),
    - δυνατότητα συνεχούς επικοινωνίας με συγκεκριμένες περιοχές της γης.
  - ✓ Μειονεκτήματα:
    - απαίτηση ισχυρών επίγειων πομπών για την επίτευξη επικοινωνίας,
    - πολύ μεγάλη τροχιά περιφοράς. [6] [38] [39] [40]

### 1.7.2 Επιλογή τροχιάς δορυφόρου

Η επιλογή της τροχιάς που πρόκειται να ακολουθήσει ένας δορυφόρος εξαρτάται από τα παρακάτω:

- τη γωνία ανύψωσης,
- τη διάρκεια εκπομπής σημάτων,
- το εύρος της προς κάλυψη περιοχής,
- το κόστος,
- τη δυνατότητα ανεκτικότητας παρεμβολών,
- το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής με την οποία επιθυμούμε να έχει επαφή ο δορυφόρος,
- τη δυνατότητα ανεκτικότητας καθυστερήσεων στη μετάδοση σημάτων.  
[6] [40]



## 1.8 Υλοποίηση δορυφόρου

---

Για να μπορέσει να υλοποιηθεί ένας δορυφόρος και να είναι αρκετά λειτουργικός ώστε να μπορέσει να ανταπεξέλθει στην ανάλογη αποστολή του, θα πρέπει πρώτα να ολοκληρωθούν πολλά στάδια που έχουν να κάνουν με:

- το σχεδιασμό των επιμέρους κομματιών του,
- την επιλογή των υλικών που θα τον αποτελέσουν,
- και την ενοποίησή τους.

Η παραπάνω διαδικασία απαιτεί αρκετό χρόνο και συνεργασία μεταξύ πολλών ανθρώπων διαφορετικών ειδικοτήτων και εξειδικεύσεων. Αρχικά γίνεται μια ανάλυση σχετικά με τους σκοπούς του εγχειρήματος της δημιουργίας του δορυφόρου.

Έπειτα ανάλογα με τα κριτήρια που αναλύθηκαν παραπάνω επιλέγεται η τροχιά που θα ακολουθήσει ο δορυφόρος. Έχοντας καταλήξει πλέον η ομάδα υλοποίησης του δορυφόρου στην τροχιά του δορυφόρου, το επόμενο βήμα είναι ο κατάλληλος σχεδιασμός του, ώστε να μπορέσει να επιβιώσει στις αντίστοιχες συνθήκες του περιβάλλοντός του.

Παράλληλα με το σχεδιασμό διαφόρων μερών και οργάνων του δορυφόρου γίνεται και η επιλογή των κατάλληλων υλικών. Τα υλικά από τα οποία θα υλοποιηθεί ο δορυφόρος επιλέγονται έπειτα από ανάλογη έρευνα σχετικά με τις ιδιότητες και την αντοχή τους. Για την παραπάνω διαδικασία απαιτούνται:

- η προσομοίωση συγκεκριμένων συνθηκών τις οποίες μελλοντικά θα αντιμετωπίσει ο δορυφόρος,
- η εκτέλεση δοκιμών αντοχής σύμφωνα με τις δυνάμεις τις ακτινοβολίες κλπ, που ενδέχεται να ασκηθούν στο δορυφόρο αλλά και στα επιμέρους τμήματα που θα τον αποτελέσουν. [23] [24] [25]

### 1.8.1 Δομή δορυφόρου

---

Ο διαχωρισμός της δομής ενός δορυφόρου συνηθίζεται να γίνεται σε δύο μέρη:

- το κύριο σώμα του δορυφόρου
- και το ωφέλιμο φορτίο.

Στο κύριο σώμα του δορυφόρου εντάσσονται όλα τα απαραίτητα τμήματα και συστήματα για τη σωστή λειτουργία του ως δορυφόρος. Ο ρόλος του κυρίως σώματος του δορυφόρου μεταξύ άλλων σχετίζεται με:

- το να μπορεί να παρέχει το σκελετό πάνω στον οποίο θα προσαρμοστούν και θα ενσωματωθούν όλα τα επιμέρους τμήματα,
- τη σύσταση μίας δομής αρκετά ανθεκτικής έναντι στις ανάλογες συνθήκες του περιβάλλοντος,
- προστασία από μικροσυγκρούσεις με διαστημικά σκουπίδια, μετεωρίτες κλπ,
- προστασία από επιβλαβείς ακτινοβολίες,
- προστασία από τη θερμότητα,
- αποβολή επιβλαβούς θερμότητας από ευαίσθητα όργανα και τμήματα του δορυφόρου.

Το ωφέλιμο φορτίο αποτελούν τα τμήματα του δορυφόρου που σχετίζονται με την κατηγορία στην οποία ανήκει. Δηλαδή είναι τα εξειδικευμένα όργανα τα οποία έχουν ενσωματωθεί σε αυτόν ανάλογα με το σκοπό δημιουργίας του και την αποστολή την οποία θα πρέπει να φέρει εις πέρας. [23] [24] [25]

### 1.8.2 Υποσυστήματα δορυφόρων

Κάποια σπάνια υποσυστήματα τα οποία είναι κοινά στους περισσότερους δορυφόρους είναι τα παρακάτω:

- υποσύστημα επικοινωνίας: μέσω αυτού πραγματοποιούνται οι επικοινωνίες του δορυφόρου για την αποστολή εντολών από τη γη, απαραίτητων δεδομένων για τη λειτουργία του αλλά και δεδομένων τα οποία έχουν συλλεχθεί από το δορυφόρο και αποστέλλονται προς επίγειους δέκτες,
- υποσύστημα διαχείρισης θερμότητας: αποτελεί ένα πολύ σημαντικό υποσύστημα καθώς αποβάλλει την πλεονάζουσα θερμότητα από ευαίσθητα τμήματα του δορυφόρου, τα οποία χωρίς αυτή τη διαδικασία θα μπορούσαν να καταστραφούν,
- υποσύστημα έλεγχου τροχιάς προσανατολισμού: είναι κατά μία έννοια το σύστημα διεύθυνσης του δορυφόρου καθώς μέσω αυτού, γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες ώστε να διατηρηθεί ο δορυφόρος στην τροχιά του αλλά και να έχει τον απαραίτητο προσανατολισμό για τις επιμέρους λειτουργίες του,
- υποσύστημα διαχείρισης ενέργειας: έχει μείζον σημασία για την ομαλή λειτουργία του δορυφόρου καθώς χωρίς την απαραίτητη ενέργεια καμία από τις λειτουργίες δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί, το υποσύστημα αυτό (ανάλογα και με τον εξοπλισμό του δορυφόρου) μπορεί να αποθηκεύει και να διοχετεύει ενέργεια στα διάφορα τμήματα ανάλογα με τις ανάγκες,
- κεντρικός υπολογιστής: όπως είναι φυσικό τα όργανα και τα τμήματα του δορυφόρου θα πρέπει να συνεργάζονται μεταξύ τους και όχι να λειτουργούν το καθένα ανεξάρτητα, το ρόλο λοιπόν του συντονιστή όλων των παραπάνω επιμέρους λειτουργιών αναλαμβάνει ένας κεντρικός υπολογιστής οποίος είναι ενσωματωμένος στο δορυφόρο.  
[23] [24] [25]

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

## 2.1 Η εταιρεία Hellas Sat

Hellas Sat ονομάζεται μια θυγατρική εταιρεία του ΟΤΕ, η οποία συγκροτήθηκε σε συνεργασία του ελληνικού και κυπριακού κράτους με σκοπό τη διαχείριση του πρώτου ελληνοκυπριακού τηλεπικοινωνιακού δορυφόρου Hellas Sat 2 που εκτοξεύτηκε με επιτυχία από το Ακρωτήριο Κανάβεραλ, στη Φλόριντα των ΗΠΑ στις 14 Μαΐου 2003. Σαν εταιρία ο ΟΤΕ.ΑΕ κατέχει το 99,05%, η Ελληνική Αεροπορική Βιομηχανία το 0,86% και η Καναδική δορυφορική Εταιρεία Telesat κατέχει το 0,09%. Η έδρα της εταιρείας βρίσκεται στην Κοφίνου στην Κύπρο και τα γραφεία της θυγατρικής της στην Ελλάδα βρίσκονται στο μέγαρο του ΟΤΕ. Ο δορυφόρος Hellas Sat 2 είναι μια κοινή πρωτοβουλία Ελλάδας και Κύπρου και η συμφωνία μεταξύ των δύο κρατών υπογράφηκε για 20 χρόνια.

Σκοπός της εταιρίας είναι η διαρκής παροχή ολοκληρωμένων, αξιόπιστων και κορυφαίας ποιότητας δορυφορικών υπηρεσιών, με βασικό στόχο την άριστη εξυπηρέτηση και ικανοποίηση όλων των πελατών. Επιπλέον η εταιρία στοχεύει στη παροχή σύγχρονων και αξιόπιστων υπηρεσιών σε ανταγωνιστικές τιμές καθώς και την εξασφάλιση της κερδοφόρου ανάπτυξης του δορυφορικού δικτύου Hellas Sat.

Μετά από 11 χρόνια λειτουργίας η εταιρεία HELLAS SAT θεωρείται μια από τις πιο επιτυχημένες δορυφορικές εταιρείες του κόσμου, αφού χρησιμοποιούν σήμερα το δορυφόρο πάνω από 100 πελάτες σε 32 χώρες. Σύμφωνα με τα στοιχεία που δόθηκαν στη δημοσιότητα, τα συνολικά έσοδα της HELLAS SAT για τη χρήση του 2011 ανήλθαν στα 32,8 εκατ. ευρώ παρουσιάζοντας αύξηση κατά 8,9% έναντι της χρήσης του 2010. Τα κέρδη προ τόκων, φόρων, και αποσβέσεων της (EBITDA) ανήλθαν στα 23,4 εκατ. ευρώ στο τέλος του 2011 έναντι 21,4 εκατ. ευρώ της προηγούμενης χρήσης 2010, παρουσιάζοντας αύξηση κατά 8,4%. Τα καθαρά κέρδη της εταιρίας αυξήθηκαν κατά 17,4% έναντι της περσινής χρήσης και διαμορφώθηκαν στα 11,3 εκατ. ευρώ. Επί πλέον, η εταιρεία παρέχει υπηρεσίες δορυφορικού internet σε περισσότερους από 1.500 συνδρομητές στην Ελλάδα και στο εξωτερικό και αύξησε σημαντικά για το 2011 τα έσοδα από τις επίγειες

υπηρεσίες teleport από τις ιδιόκτητες εγκαταστάσεις που έχει στην Κύπρο. Η εταιρεία δραστηριοποιείται πολύ έντονα στο εξωτερικό και έχει σημαντικό διεθνές κύρος.

Η Hellas Sat ήταν από τις πρώτες εταιρίες στην Ευρώπη που εισήγαγε την υπηρεσία του δορυφορικού ίντερνετ η οποία χρησιμοποιείται για τη γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος στις απομακρυσμένες περιοχές. Σημαντικά έργα που ανέλαβε ήταν η εγκατάσταση ίντερνετ σε 300 σχολεία της Αλβανίας, η εγκατάσταση δωρεάν υπηρεσίας ίντερνετ σε 153 απομακρυσμένες κοινότητες της Κύπρου και το πρόγραμμα RURAL WINGS μέσω του οποίου προσφέρεται τήλε-εκπαίδευση σε δεκάδες σχολεία της Ευρώπης. [59] [60] [61]

## 2.2 Οι υπηρεσίες της Hellas Sat

Σε αυτό το σημείο της πτυχιακής θα αναφέρουμε και θα αναλύσουμε τις παρεχόμενες υπηρεσίες που προσφέρει η εταιρεία Hellas Sat χάρη στον τηλεπικοινωνιακό της δορυφόρο.

### 2.2.1 Υπηρεσίες Ευρυεκπομπής

Η παροχή ενός ευρύτατου φάσματος σύγχρονων υπηρεσιών αναμετάδοσης περιεχομένου για τα τηλεοπτικά και τα ραδιοφωνικά κανάλια είναι ο κύριος στόχος της Hellas Sat. Ο δορυφόρος Hellas Sat 2 αποτελεί την ιδανικότερη επιλογή για την αναμετάδοση καναλιών μέσω των υπηρεσιών της απευθείας μετάδοσης από το δορυφόρο στο σπίτι - ή και διαφορετικά Direct-to-Home όπως ονομάζεται και η υπηρεσία. Την ίδια στιγμή όμως έχει τη δυνατότητα να προμηθεύει τα ειδησεογραφικά κανάλια με τη μετάδοση μέσω του τηλεοπτικού σήματος από ένα σημείο σε πολλά, για point to multipoint μεταδόσεις όπως και ονομάζονται αυτές. Οι υπηρεσίες Ευρυεκπομπής μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις επιμέρους: [62]

- Για Οικιακή Λήψη (Direct-to-Home)
- Video σε Σταθμό (Video Contribution)
- Διανομή Περιεχομένου (Content Distribution)

#### 2.2.1.1 Οικιακή Λήψη (Direct-to-Home)

Ο δορυφόρος Hellas Sat 2 όπως θα δούμε και στα τεχνικά χαρακτηριστικά παρακάτω διαθέτει υψηλής ισχύος μετάδοση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παροχή υψηλής ποιότητας υπηρεσιών DTH, ακόμη και σε κάτοπτρα μικρού μεγέθους (μέχρι 60 εκατοστών) σε οποιαδήποτε περιοχή της Ευρώπης, της Μέσης Ανατολής αλλά και της Νοτίου Αφρικής. Αυτή η υπηρεσία αφορά τη μετάδοση ψηφιακής εικόνας (τηλεοπτικό σήμα) σε υψηλή ευκρίνεια (SDTV, HDTV) απευθείας στο τερματικό του κάθε χρήστη.

Τα πιο πολλά τηλεοπτικά σήματα, μέχρι και πριν λίγα χρόνια τουλάχιστον, μεταδίδονταν αναλογικά (PAL, SECAM, NTSC). Τα τελευταία χρόνια σε κάποιες περιοχές της Ελλάδας το σήμα έχει γίνει ψηφιακό, κωδικοποίησης MPEG-4, προσφέροντας υψηλή ποιότητα και συμπιεσμένη εικόνα. Επειδή όμως αυτή η αλλαγή αφορά μόνο ένα μικρό κομμάτι της χώρας μας, μέσω του δορυφόρου Hellas Sat 2 δίνεται η δυνατότητα της κωδικοποίησης και κρυπτογράφησης του σήματος, της παροχής ασφάλειας κατά της πειρατείας, καθώς όμως και της προστασίας της πνευματικής ιδιοκτησίας.

Με βάση τη μεγάλη γεωγραφική κάλυψη που παρέχει ο δορυφόρος, η εταιρεία προσφέρει όλο το απαραίτητο υπόβαθρο της τεχνολογίας που απαιτείται για την παροχή των πιο εξελιγμένων υπηρεσιών DTH. Η Hellas Sat θεωρείται σήμερα ως ένας από τους μεγαλύτερους παρόχους υπηρεσιών DTH, αναμεταδίδοντας πάνω από 200 τηλεοπτικά και ραδιοφωνικά κανάλια σε όλες τις περιοχές κάλυψης. [62]

### 2.2.1.2 Video σε Σταθμό (Video Contribution)

Η Hellas Sat έχει δημιουργήσει και διαθέτει μία πλήρη σειρά από εξειδικευμένες υπηρεσίες αναμετάδοσης, παρέχοντας στους δημοσιογράφους και κατ' επέκταση στα κανάλια ειδήσεων με αποκλειστική χωρητικότητα τη μετάδοση του τηλεοπτικού σήματος για μεταδόσεις ειδησεογραφικών, αθλητικών και ψυχαγωγικών προγραμμάτων από σημείο προς σημείο ή από σημείο προς πολλά σημεία, σε όλες τις περιοχές όπου καλύπτει. Η υπηρεσία μεταφέρει το περιεχόμενο από το σημείο ενδιαφέροντος (αθλητικό γεγονός, επικαιρότητα) προς το studio ή και το σημείο ακόμα συγκέντρωσης περιεχομένου ενός τηλεοπτικού σταθμού.

Το ισχυρό σήμα αναμετάδοσης του Hellas-Sat 2 εγγυάται ότι ακόμη και μικρά κάτοπτρα μπορούν να λαμβάνουν το περιεχόμενο σε υψηλή ποιότητα για την επεξεργασία του ή και την αναμετάδοσή του. [62]

### 2.2.1.3 Διανομή Περιεχομένου (Content Distribution)

Άλλη μια υπηρεσία που αφορά κυρίως τις ανάγκες των παρουσιαστών αλλά και των χειριστών καναλιών γενικότερα. Η Hellas Sat έχει δημιουργήσει μία υπηρεσία παροχής πλήρους χωρητικότητας σε SCPC (Single channel per carrier) ή MCPC (multiple channels per carrier) ρυθμίσεις για την παράδοση περιεχομένου με τη χρήση της καλωδιακής τεχνολογίας (cable head ends).

Ο τρόπος λειτουργίας της υπηρεσίας αυτή είναι απλός. Το περιεχόμενο (video, ήχο, δεδομένα) μεταφέρεται μαζικά σε πολλά τερματικά συγχρόνως. Μια πολύ χρήσιμη υπηρεσία για περιπτώσεις όπου μαζική ενημέρωση είναι απαραίτητη, πχ για ένα εθνικό γεγονός, για έκτακτες ανακοινώσεις και τέλος μεταφορά πληροφοριών, εύκολα αλλά και γρήγορα σε πολλούς χρήστες ταυτόχρονα. Ο τρόπος λειτουργίας αυτής της υπηρεσίας οδηγεί στη δημιουργία δικτύων, μέσω των οποίων μπορούν να πραγματοποιηθούν οικονομικές συναλλαγές, πχ. τραπεζικές συναλλαγές, εμπορικές εκπτώσεις, σημαντικές προσφορές κ.α. [62]



## 2.2.2 Μετάδοση Δεδομένων

Ο κύριος στόχος της χρήσης ενός δορυφόρου είναι για τη μεταφορά και μετάδοση δεδομένων. Γι' αυτό το λόγο λοιπόν η Hellas Sat έχει δημιουργήσει μια σειρά από δορυφορικές υπηρεσίες μετάδοσης δεδομένων, που καλύπτουν την κάθε ανάγκη για επικοινωνία, ανταλλαγή πληροφοριών και μετάδοση του περιεχομένου, για κάθε χρήση σε οποιοδήποτε γεωγραφικό περιβάλλον.

### 2.2.2.1 Υπηρεσίες σημείο προς σημείο

Ο βασικός σκοπός της ύπαρξης κάθε δορυφόρου είναι η μεταφορά δεδομένων μεταξύ δύο κόμβων, με το μόνο περιορισμό ότι αυτοί οι κόμβοι ανήκουν στην ίδια δορυφορική κάλυψη. Αυτή η μορφή επικοινωνίας αποτελεί την πιο διαδεδομένη εφαρμογή στους δορυφόρους, αφού προσφέρει με πολύ απλές διαδικασίες τη δυνατότητα μεταφοράς της πληροφορίας, είτε είναι βίντεο είτε δεδομένα, μεταξύ δύο σημείων εντός της περιοχής κάλυψης.

Η επικοινωνία σημείο προς σημείο μέσω δορυφόρου επιτρέπει τη μετάδοση ψηφιακών σημάτων με έναν εξαιρετικά ευέλικτο τρόπο, κατευθείαν από το ένα σημείο σε ένα άλλο μέσω των δικτύων του παρόχου. Ο χρόνος εγκατάστασης της επικοινωνίας γίνεται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα και μπορεί εύκολα να παραμετροποιηθεί, σε περίπτωση αλλαγής της τοποθεσίας.

Η μετάδοση γίνεται με τη χρήση δύο διαφορετικών καναλιών συχνότητας. Το ένα κανάλι είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση του σήματος προς τα εμπρός και το άλλο για το σήμα της επιστροφής. Η διαδικασία αυτή γίνεται με σκοπό την επίτευξη της αμφίδρομης επικοινωνίας. Οι μεταδόσεις μπορούν να γίνουν με διαφορετικούς ρυθμούς (από εκατοντάδες kilobits ανά δευτερόλεπτο σε εκατοντάδες megabits ανά δευτερόλεπτο), και από διάφορους τύπους διεπαφών (RS 232, V35, Ethernet κ.λ.π).

Οι προσφερόμενες υπηρεσίες επικοινωνίας σημείου προς σημείο από την Hellas Sat, επιτρέπουν στους τηλεοπτικούς σταθμούς να βελτιώσουν σημαντικά τις επιδόσεις αυτής της αρχιτεκτονικής, καθώς αποστέλλεται μόνο

ένα σήμα TS (Transport Stream) σε έναν ή και σε πολλαπλούς σταθμούς λήψης. [62] [64]

#### 2.2.2.2 Υπηρεσίες φωνητικής επικοινωνίας

Η Hellas Sat, μέσω του ισχυρού δικτύου αναμετάδοσης που διαθέτει, παρέχει μία ολοκληρωμένη σειρά από σύγχρονες και εξελιγμένες δορυφορικές υπηρεσίες φωνητικής επικοινωνίας. Το πλεονέκτημα της φωνητικής επικοινωνίας μέσω δορυφόρου είναι ότι χάρη στους σταθερούς ή κινητούς σταθμούς που είναι εγκατεστημένοι στο έδαφος, υπάρχει η δυνατότητα προσφοράς υψηλού επιπέδου επικοινωνιών ακόμα και σε περιοχές που η επίγεια κάλυψη είναι μειωμένη.

Η δορυφορική επικοινωνία καθίσταται εφικτή με τη χρήση σταθερών και κινητών επίγειων σταθμών και προφανώς του ίδιου του δορυφόρου. Στη συνέχεια το σήμα μεταφέρεται σε επίγεια τηλεφωνικά δίκτυα δια μέσου των δορυφορικών σταθμών εδάφους της Hellas Sat. [62]

#### 2.2.2.3 Υπηρεσίες τερματικών VSAT

Η Hellas Sat είναι ο κύριος πάροχος μετάδοσης υπηρεσιών internet σε Ευρώπη, Μέση Ανατολή, Νότια Αφρική και άλλες αναπτυσσόμενες περιφέρειες.

Το VSAT (Very Small Aperture Terminals) αναφέρεται σε ένα μικρό σταθερό επίγειο σταθμό. Ένας αριθμός τέτοιων επίγειων σταθμών αποτελούν τον ζωτικό επικοινωνιακό σύνδεσμο που απαιτείται για το στήσιμο ενός, βασισμένου σε δορυφόρο, επικοινωνιακού δικτύου. Τα VSAT μπορούν να υποστηρίξουν οποιαδήποτε απαίτηση επικοινωνίας φωνής, δεδομένων ή τηλεδιάσκεψης, υπηρεσίες παρόμοιες με αυτές που προσφέρουν τα επίγεια δίκτυα. [65]

Η πλειοψηφία των κεραιών των τερματικών κυμαίνονται συνήθως από 0,75 έως 1,2 μέτρα και χρησιμοποιούνται για ανάγκες ζεύξης καθώς και για

σκοπούς internet. Ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων μπορεί να φτάσει έως και τα 16 Mbit/s. Το μόνο μειονέκτημα που παρουσιάζει η χρήση των vsat είναι το αυξημένο τους κόστος. Επομένως γι αυτό και μόνο λόγο η υπηρεσία αυτή απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις ή δημόσιους οργανισμούς που επιθυμούν την δικτύωση τους. [62] [65]

#### 2.2.2.4 Σύνδεση κόμβων GSM/3G

Λόγω της αύξησης των δικτύων κινητής τηλεφωνίας και της επέκτασής τους σε δίκτυα νέας γενιάς (3G), υπάρχει αυξημένη ανάγκη για την παροχή μεγαλύτερου εύρους ζώνης στους χρήστες των κινητών τηλεφώνων. Οι υπηρεσίες GSM backhauling εφαρμόζονται σε γεωγραφικά δύσκολες χώρες ή χώρες που έχουν αναξιόπιστα δίκτυα ή έλλειψη υποδομών επικοινωνίας.

Οι υπηρεσίες GSM/3G backhaul μέσω δορυφόρου παρέχουν τη δυνατότητα κάλυψης απομακρυσμένων περιοχών χωρίς τη χρήση επίγειων υποδομών. Για ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας τα στοιχεία backhaul χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά δεδομένων από τους σταθμούς βάσης στις περιοχές του συνολικού δικτύου.

Οι υπηρεσίες που προσφέρει η Hellas Sat επιτρέπουν τη συνδεσιμότητα μεταξύ απομακρυσμένων σταθμών πομποδεκτών βάσης και των ελεγκτών σταθμών βάσης. Τέλος, οι μορφές συμπίεσης που εφαρμόζονται από αυτές τις τεχνολογίες, βελτιστοποιούν τη χρήση του εύρους ζώνης και μειώνουν το κόστος μεταφοράς σε ολόκληρο το δίκτυο GSM/3G, κρατώντας έτσι το κόστος των υπηρεσιών σε χαμηλό επίπεδο. [62]

#### 2.2.2.5 Εταιρική TV & Radio (Business TV & Radio)

Η Hellas Sat μέσω των σταθμών σύνδεσης μετάδοσης DTH και με τη συνδεσιμότητα μέσω οπτικών ινών είναι σε θέση να προσφέρει υψηλής ποιότητας σύγχρονες υπηρεσίες για άτομα που εργάζονται σε τηλεοπτικά ή ραδιοφωνικά κανάλια (εκφωνητές, παρουσιαστές).

Επιπλέον αυτή η υπηρεσία απευθύνεται και σε άτομα που κάνουν αρκετά ταξίδια και χρειάζεται να είναι σε διαρκή επικοινωνία με τα υπόλοιπα

μέλη της εταιρείας. Επιχειρηματικές συναλλαγές, επιχειρησιακές συσκέψεις μπορούν πλέον να γίνουν πραγματικότητα μέσω της συγκεκριμένης υπηρεσίας. Τέλος, η συγκεκριμένη υπηρεσία διευκολύνει την παρακολούθηση της χρηματοοικονομικής αγοράς, όπως τις τιμές των μετοχών και άλλων οικονομικών υπηρεσιών. [62]

#### 2.2.2.6 Συμβουλευτικές Υπηρεσίες

Η Hellas Sat έχει δημιουργήσει ένα ολοκληρωμένο πακέτο συμβουλευτικών υπηρεσιών απευθυνόμενο κατά κύριο λόγο σε ιδιωτικές επιχειρήσεις, εξασφαλίζοντας έτσι τους συνδρομητές της την κάλυψη των επιχειρησιακών τους αναγκών.

Οι συμβουλευτικές υπηρεσίες της Hellas Sat καλύπτουν τις παρακάτω περιοχές τεχνολογίας:

- **Δημιουργία & Διαχείριση δορυφορικού δικτύου VSAT.** Τα στελέχη της εταιρείας θα συνεργαστούν με τους υποψήφιους πελάτες προκειμένου να καταγραφούν οι ανάγκες και οι απαιτήσεις του δορυφορικού δικτύου και στη συνέχεια θα παραχθεί το τελικό αποτέλεσμα για την κάλυψη και διάθεση της δορυφορικής ζεύξης (link budget). Στο τελικό στάδιο η εταιρεία θα παραδώσει ολοκληρωμένη μελέτη εφαρμογής του δορυφορικού δικτύου VSAT.
- **Δημιουργία & Διαχείριση δικτύου φωνής, εικόνας & δεδομένων.** Τα στελέχη της Hellas Sat θα καταγράψουν της ανάγκες της εκάστοτε εταιρείας και θα παραδώσουν μελέτη δικτύου και διαχείρισης αυτού για την υποστήριξη υπηρεσιών φωνής, εικόνας & δεδομένων.
- **Δημιουργία & Διαχείριση Πολιτικής Ασφαλείας εταιρείας.** Σε συνεργασία με τα στελέχη της υποψήφιας εταιρείας, τα στελέχη της Hellas Sat θα εργαστούν για την αποτίμηση και διαχείριση της επικινδυνότητας των κινδύνων που αντιμετωπίζει το επιχειρησιακό περιβάλλον του αγοραστή και θα προτείνουν μια ολοκληρωμένη μελέτη πολιτικής ασφαλείας.

- **Δημιουργία & Διαχείριση συστημάτων λογισμικού.** Σε συνεργασία με τα στελέχη της εταιρείας του πελάτη, τα στελέχη της Hellas Sat θα καθορίσουν τις απαιτήσεις των συστημάτων λογισμικού και θα παραδώσουν ολοκληρωμένο και πλήρως τεκμηριωμένο σύστημα. [62]

### 2.2.3 Ευρυζωνικά

Οι υπηρεσίες δορυφορικού Internet παρέχουν την ιδανική λύση για ευρυζωνική πρόσβαση στο Internet σε απομακρυσμένες και δύσβατες περιοχές, ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή μη επίγειων τηλεπικοινωνιακών υποδομών.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (ΕΟΔ) έχει πιστοποιήσει την υπηρεσία Hellas Sat net, ώστε να παρέχει δορυφορική πρόσβαση στο Internet, με ευρυζωνικές ταχύτητες και χωρίς ογκοχρέωση. [62] [63]

#### 2.2.3.1 Δορυφορικό Internet

Το Internet στις μέρες μας αποτελεί ένα απαραίτητο εργαλείο για χρήση σε ατομικό ή επαγγελματικό επίπεδο, μία πηγή ψυχαγωγίας και γνώσης και ένα πραγματικό παράθυρο επικοινωνίας με φίλους και συνεργάτες σε όλο τον κόσμο.

Το γρήγορο internet διατίθεται σε κάθε σπίτι, σε κάθε επιχείρηση, σχεδόν σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, κάποιες φορές οι επίγειες υποδομές τηλεπικοινωνίας μπορεί να παρουσιάσουν προβλήματα και είτε δεν είναι διαθέσιμες ή δεν επαρκούν για την κάλυψη εξειδικευμένων αναγκών.

Η υπηρεσία Hellas Sat net είναι η πιο ολοκληρωμένη υπηρεσία παροχής δορυφορικού Internet στην Ελλάδα χωρίς περιορισμούς. Ο κάθε ένας πελάτης μπορεί να επιλέξει το πακέτο που θέλει και να έχει στη διάθεση του πολύ γρήγορες ταχύτητες πλοήγησης όπου και αν βρίσκεται, ανεξάρτητα της ύπαρξης επίγειας τηλεπικοινωνιακής υποδομής. [62]

## 2.2.4 Teleports

Teleport ονομάζεται ο επίγειος δορυφορικός σταθμός που λειτουργεί ως ένα κομβικό σημείο που συνδέει ένα δορυφόρο με το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, όπως πχ. το Internet. Το teleport της Hellas Sat διαθέτει την τελευταία λέξη της τεχνολογίας στον τομέα της μετάδοσης και της λήψης. Έχει τη δυνατότητα HD κωδικοποίησης MPEG4, κρυπτογράφησης και αναμετάδοσης. Τέλος υποστηρίζει σύγχρονα ευρυζωνικά δορυφορικά δίκτυα και υπηρεσίες ελέγχου των δορυφόρων. [66]

Η πρωτεύουσα χρήση του Teleport ήταν η παρακολούθηση και ο έλεγχος του δορυφόρου Hellas Sat 2. Ωστόσο, η απόκτηση εμπειρίας, έδωσε στην εταιρεία τη δυνατότητα να σχεδιάσει μία υπηρεσία που να παρέχει ένα ιδανικό και αρκετά ασφαλές περιβάλλον, για την προστασία και για τον έλεγχο της ιδιωτικότητας κάθε ιδιοκτησίας. Έτσι λοιπόν, σήμερα η Hellas Sat μπορεί να παρέχει ακριβώς τις ίδιες υπηρεσίες και ως προς τους δορυφόρους των πελατών της, καθώς και υπηρεσίες εκπαίδευσης για το μελλοντικό προσωπικό που θα απασχοληθεί στα κέντρα ελέγχου των πελατών της. [62]

### 2.2.4.1 Αναμετάδοση βίντεο και διανομή περιεχομένου

- Up-linking και Down-linking.
- Υπηρεσίες βίντεο.
- Φιλοξενία και διανομή περιεχομένου.
- Play-out, turnaround και re-multiplexing.
- Επιτόπου κρατήσεις για περιστασιακή χρήση.
- Αναμεταδόσεις με SNG (Ευρωπαϊκή κάλυψη) και αναμεταδόσεις σε ολόκληρο τον κόσμο (streaming βίντεο). [62]

#### 2.2.4.2 Υπηρεσίες δεδομένων

- VSAT σύνδεσμοι Point-to-point.
- IP Trunking.
- Πρόσβαση σε Internet backbone για Ευρυζωνικές Δορυφορικές Πύλες, συμπεριλαμβανομένων υπηρεσιών (NOC) και φιλοξενίας.
- Προσαρμοσμένα δίκτυα IP κάθε είδους (Τήλε-ιατρική, Τήλε-εκπαίδευση, multicast κλπ.).
- Υπηρεσίες διαχείρισης δικτύων.
- Υπηρεσίες φωνής και VoIP (switched). [62]

#### 2.2.4.3 Υπηρεσίες ανίχνευσης τηλεμετρίας και ελέγχου (TT&C)

- Υπηρεσίες SOC 24 ώρες το 24ωρο, 7 μέρες την εβδομάδα, 365 μέρες το χρόνο (24x7x365).
- Δυνατότητα επιλογής για 2<sup>η</sup> επίγεια τοποθεσία σε περίπτωση σφάλματος. [62]

#### 2.2.4.4 Παρακολούθηση φορέα και φάσματος (CSM)

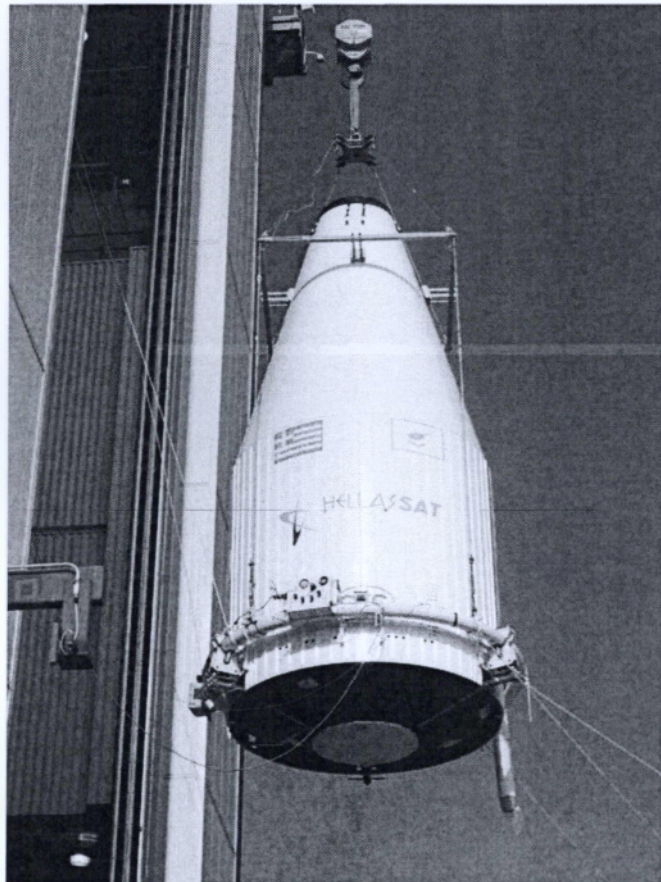
- Αναλογικός φορέας RF και ψηφιακές μετρήσεις.
- Δημιουργία αναφορών με χρήση του λογισμικού MONICS®.
- Συνεχής (24x7x365) ενεργή παρακολούθηση των φορέων. [62]

## Κεφάλαιο 3ο



### 3.1 Ο δορυφόρος Hellas Sat 2

Όπως προαναφέρθηκε παραπάνω η εκτόξευση του δορυφόρου πραγματοποιήθηκε στις 14 Μαΐου 2003 από το ακρωτήριο Κανάβεραλ. Μετά από αυτήν την επιτυχημένη εκτόξευση που είχε, τέθηκε επιτυχώς στη γεωστατική τροχιά 39E (δηλαδή βρίσκεται μόνιμα σε γεωγραφικό μήκος 39° ανατολικά του Γκρίνουιτς και πλάτος 0°, δηλαδή επί του ισημερινού) πιο συγκεκριμένα πάνω από την περιοχή της Κένυας και θα βρισκόταν σε θέση να εκπέμπει 34 μέρες αργότερα. Η αναμενόμενη διάρκεια ζωής του δορυφόρου υπολογίζεται κοντά στα 15 χρόνια, λόγω όμως της επιτυχημένης εκτόξευσής του ,ο συγκεκριμένος χρόνος μπορεί να φτάσει μέχρι και τα δύο με τρία χρόνια παραπάνω εξαιτίας της εξοικονόμησης καυσίμου. [59] [60]



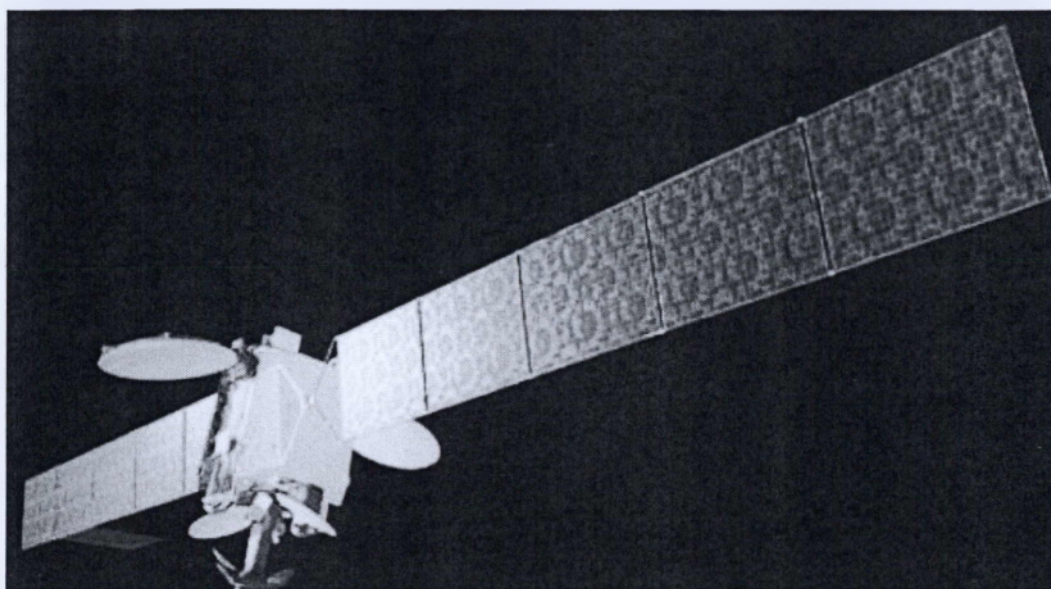
Ο Hellas Sat 2 πριν την εκτόξευση

Την ευθύνη εκτόξευσης του Hellas Sat 2 είχαν οι εταιρείες Lockheed Martin και ILS (International Launch Services), ενώ τον ελληνικό δορυφόρο μετέφερε στο Διάστημα ο νέας γενιάς πύραυλος Atlas V. Πρέπει ωστόσο να

σημειωθεί ότι μεταξύ των σχεδιαστών του πυραύλου υπάρχει και ο ελληνικής καταγωγής Γιάννης Καράς, όπου είναι ένα υψηλόβαθμο στέλεχος της Lockheed Martin. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι λόγω του ότι η Ελλάδα έως τότε δεν κατείχε κάποια εμπειρία πάνω στη διαστημική τεχνολογία, τον πρώτο χρόνο λειτουργίας του τον έλεγχο τον είχε η εταιρία SES ASTRA στο διαστημικό κέντρο ελέγχου του Betzdorf με έδρα το Λουξεμβούργο. Εκεί και για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα πραγματοποιήθηκε η εκπαίδευση των ελλήνων τεχνικών με σκοπό να αποκτήσουν τις γνώσεις που έπρεπε στον τομέα του ελέγχου του δορυφόρου αλλά και σε πιο γενικές γνώσεις πάνω στη διαστημική τεχνολογία. επομένως, μετά το πέρας αυτού του χρονικού διαστήματος και ύστερα από την επιτυχημένη κατάρτιση των ελλήνων τεχνικών, ο πλήρης έλεγχος του δορυφόρου πέρασε πλέον στα ελληνικά χέρια. [59] [60] [67] [68]

### 3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά του δορυφόρου

Το μοντέλο αυτού του δορυφόρου πρόκειται για το Eurostar E2000+ της γαλλικής εταιρίας Astrium. Έχει ύψος 4,9 μέτρα, μήκος 1,7 μέτρα, πλάτος 2,5 μέτρα και το βάρος του υπολογίζεται στα 4,150 κιλά, ενώ το άνοιγμα των ηλιοσυλλεκτών ανέρχεται στα 32 μέτρα.



Ο δορυφόρος Hellas Sat 2

Ο έλεγχος του δορυφόρου πραγματοποιείται μέσα από δύο πλήρως ιδιόκτητους σταθμούς Telemetry και Tracking and Command Systems της εταιρείας οι οποίοι έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα και την Κύπρο. Ο δορυφόρος είναι εξοπλισμένος με 30 αναμεταδότες και 4 συνολικές κεραίες (2 σταθερές και 2 κινητές). αναλυτικότερα παρέχει δύο σταθερές δέσμες με 18 αναμεταδότες για την κάλυψη της Ευρώπης και δύο κινητές δέσμες με 12 αναμεταδότες για την κάλυψη της Μέσης Ανατολής, της Αμερικής, της Αφρικής, και της Νοτιοανατολικής - Κεντρικής Ασίας. Ο κάθε αναμεταδότης εκπέμπει σε ένα εύρος ζώνης 36 MHz σε υψηλής ισχύος KU συχνότητα και παρέχει επίσης τη δυνατότητα παροχής μιας σειράς τηλεπικοινωνιακών και τηλεοπτικών όμως υπηρεσιών όπως δορυφορικό Internet, υπηρεσίες διανομής του ήχου και της εικόνας, ψηφιακή δορυφορική τηλεόραση κ.λ.π. Όλα τα παραπάνω παρέχουν τη δυνατότητα σε κάθε ένα αναμεταδότη να

μεταδίδει ταυτόχρονα έως και 9 τηλεοπτικά κανάλια. Επιτρέπει όμως και την εφαρμογή της τηλεϊατρικής, της τηλεεκπαίδευσης και της τηλεργασίας. Αναβαθμίζει ωστόσο και την επικοινωνία μεταξύ υπηρεσιών και λοιπών ενδιαφερομένων και συνέβαλε στην απρόσκοπτη αναμετάδοση των Ολυμπιακών Αγώνων που διεξήχθησαν στην Αθήνα το 2004.

Ο δορυφόρος έχει την δυνατότητα να αναμεταδώσει το ψηφιακό τηλεοπτικό πρόγραμμα σε όλη την Ευρώπη ακόμα όμως και σε οικιακές κεραιές που διαθέτουν μόλις 60 εκατοστά χάρη στο πολύ ισχυρό του σήμα των 52 dBW (VSAT). Οι αναμεταδότες κατανέμονται ανάμεσα σε δύο σταθερές ακτίνες (F1 και F2) πάνω από την Ευρώπη και την Αγγλία με μέγιστο downlink και uplink τα 55 dbw και 11 db/k αντίστοιχα. Οι άλλες δύο κινητές κεραιές (S1 και S2 )με συνολικά 6 αναμεταδότες, όπου όπως αναφέραμε παραπάνω, στοχεύουν πάνω από τη Μέση Ανατολή, τη Νότια και Ανατολική Ασία και τη Νότια Αφρική. Τέλος, έχουν μέγιστο downlink και uplink τα 52,5 dBW και 5,5 db/K αντίστοιχα. [59] [60] [70]

Στη συνέχεια παραθέτεται ένας γενικός πίνακας με όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δορυφόρου συγκεντρωμένα: [69]

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Περιγραφή</b>               | Γεωστατικό δορυφορικό σύστημα πολλαπλών καλύψεων  |
| <b>Τροχιακή θέση</b>           | 39° Ανατολικά   |
| <b>Τηλεπικοινωνιακό φορτίο</b> | 30 αναμεταδότες των 36 MHz (συν 8 εφεδρικοί). Εξ αυτών έως 12 στην σταθερή δέσμη F1, έως 6 στην σταθερή δέσμη F2, έως 12 στην κινητή δέσμη S1 και έως 6 στην κινητή δέσμη S2.                               |
| <b>Κάλυψη</b>                  | Πανευρωπαϊκή για τις σταθερές δέσμες F1 και F2. Οι κινητές δέσμες μπορούν να καλύπτουν δυο από τις εξής περιοχές: Νότιος Αφρική, Μέση Ανατολή, Νοτιοανατολική Ασία, μέρος της Ινδίας, μέρος της Αυστραλίας. |
| <b>EIRP</b>                    | <b>καθοδικής</b> 53dBW στο κέντρο της δέσμης για τις σταθερές   |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| ζεύξης                         | δέσμες<br>51dBW στο κέντρο της δέσμης για τις κινητές δέσμες   |
| G/T ανοδικής ζεύξης            | + 6dB/K στο κέντρο της δέσμης για τις σταθερές δέσμες<br>+ 4dB/K στο κέντρο της δέσμης για τις κινητές δέσμες                    |
| Συχνότητες                     | Ku-band<br>Καθοδική ζεύξη 10.95-11.2/ 11.45-11.70/12.50-12.75 GHz<br>Ανοδική ζεύξη 13.75-14.5 GHz<br>Beacon 11.4515 GHz (Κάθετη) |
| Πόλωση                         | Κάθετη/ Οριζόντια  |
| SFD σε 0dB εξασθένιση, G/T = 0 | - 92 dBW/m <sup>2</sup>  |
| Περιοχή εξασθένισης καναλιού   | 18 dB  |
| Τρόποι λειτουργίας αναμεταδότη | Fixed Gain Model (FGM)/ Automatic Level Control (ALC)  |
| Διατήρηση θέσεως               | 0.03°  |
| Χρόνος ζωής                    | 15 έτη   |
| Κατασκευαστής                  | ASTRIUM  |
| Όχημα εκτόξευσης               | Atlas V 401  |
| Μάζα κατά την εκτόξευση        | 4150 kg  |

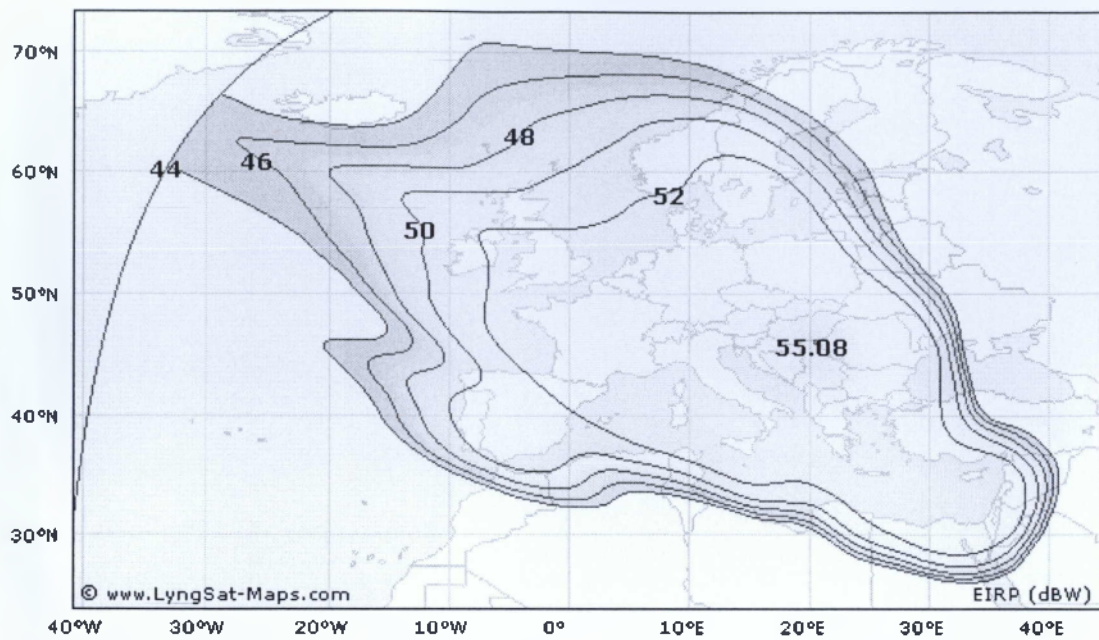
|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Μάζα χωρίς καύσιμο</b> | 1729 kg  |
| <b>Εκπέτασμα</b>          | 2 x 9.72m ηλιακοί συλλέκτες  |
| <b>Ηλεκτρική ισχύς</b>    | 5.6 kW   |
| <b>Πομποί</b>             | 100 W TWTA   |
| <b>Εφεδρεία πομπών</b>    | 38 : 30  |
| <b>Εφεδρεία δεκτών</b>    | 3:2 για την F1<br>2:1 για την F2<br>2:1 για την S1<br>3:2 για την S2 |

### 3.3 Συχνότητες

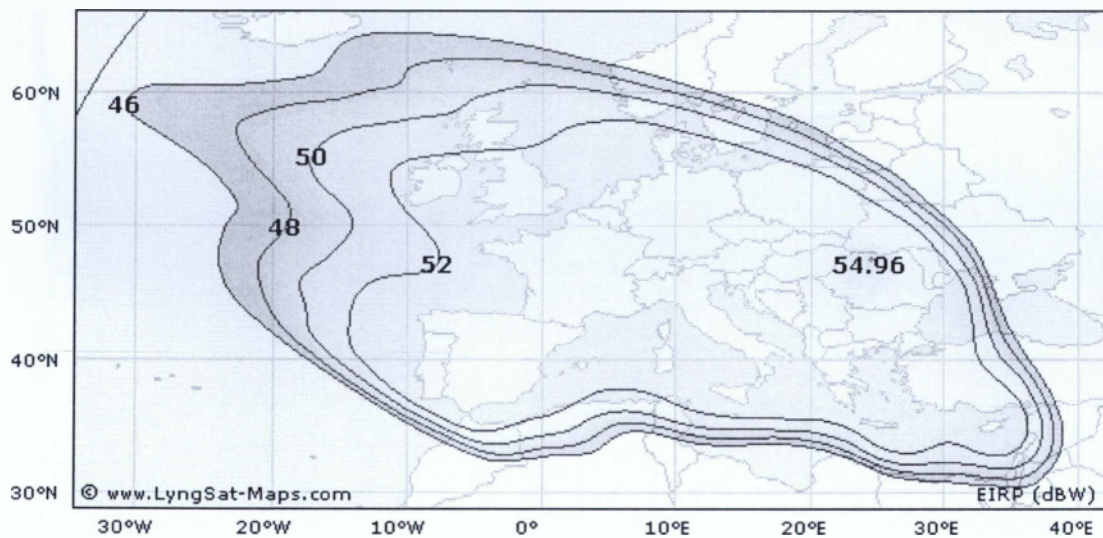
Η σταθερή κεραία F1 λαμβάνει σήματα στη ζώνη των 13.75 – 14.00 GHz, ενώ η σταθερή κεραία F2 λαμβάνει σήματα στη ζώνη των 14.00-14.25 GHz. Η κατευθυνόμενη κεραία S1 λαμβάνει σήματα στη ζώνη των 13.75 – 14.00 GHz ενώ η S2 λαμβάνει σήματα στη ζώνη των 14.00 – 14.25 GHz σε οριζόντια πόλωση άνω ζεύξης και στη ζώνη των 14.00 – 14.50 GHz σε κατακόρυφη πόλωση άνω ζεύξης. [59] [69] [70]

### 3.4 Χάρτες κάλυψης

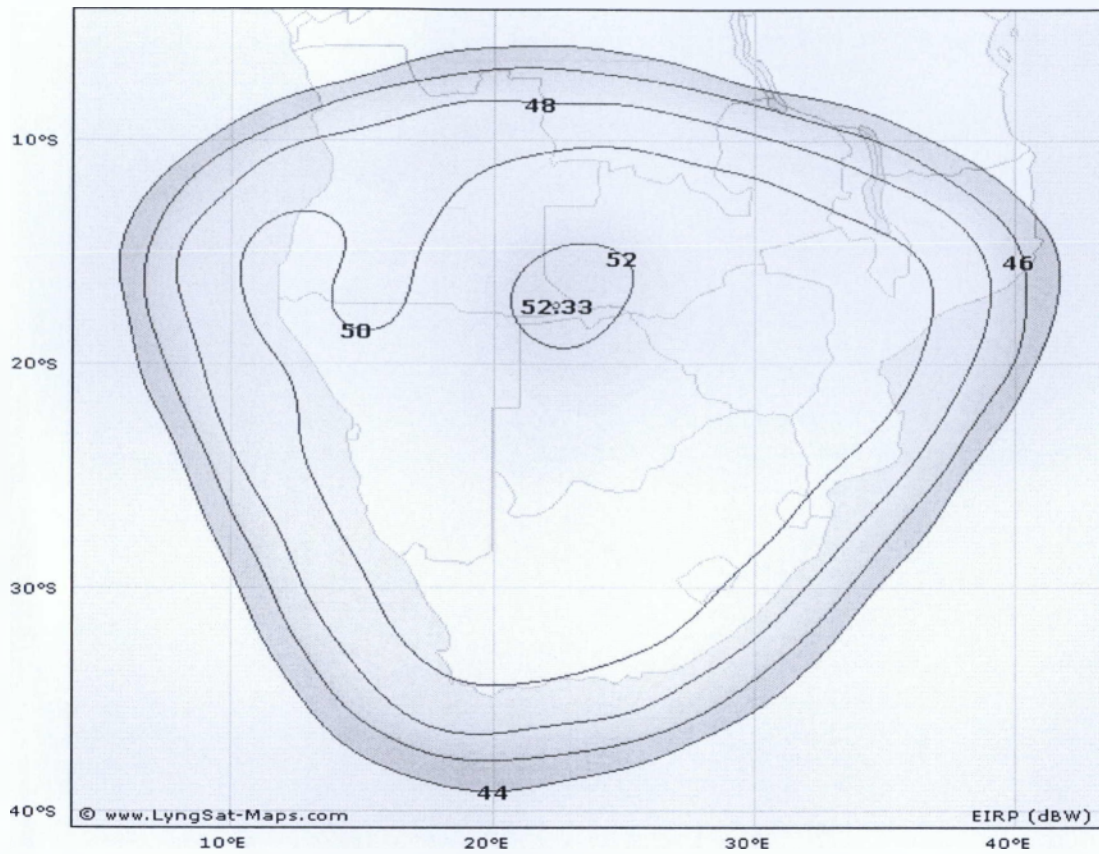
Στα παρακάτω σχήματα παρατίθενται οι χάρτες κάλυψης του Hellas Sat σε σχέση με την EIRP (Effective Isotropic Radiated Power ) του δορυφόρου. Οι κατευθυνόμενες κεραίες S1 και S2 , μπορούν να κινηθούν έτσι ώστε να μπορέσουν να καλύψουν κάθε περιοχή του ορατού κομματιού της γης από τον Hellas Sat τηρώντας όμως παράλληλα και τους περιορισμούς σε σχέση με τις συχνότητες που ορίζονται ως προς τον δορυφόρο. [72]



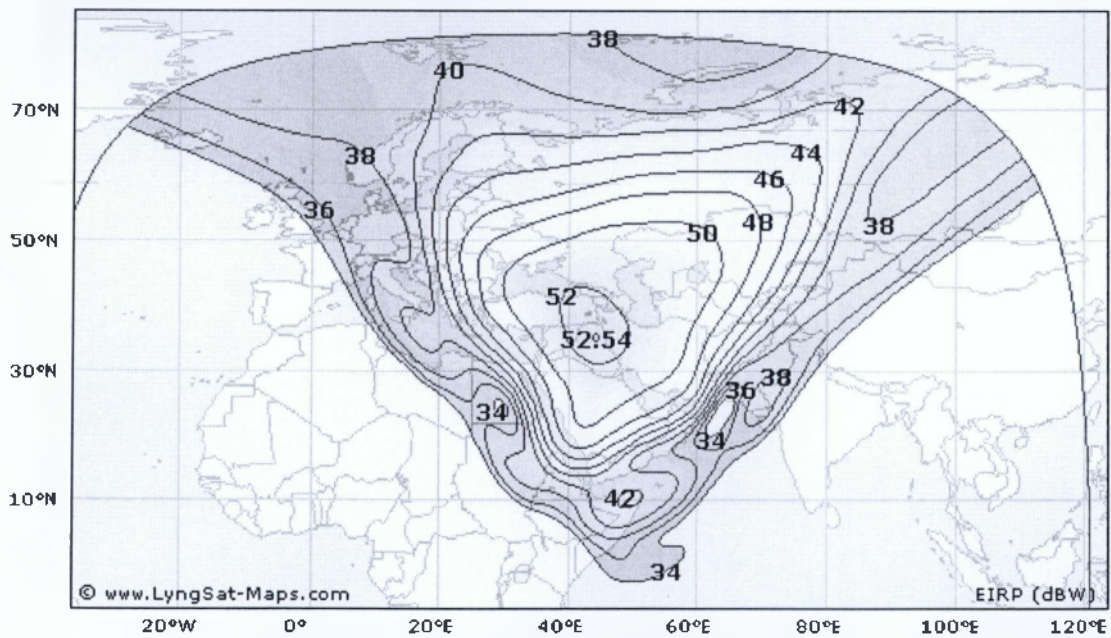
Γεωγραφική κάλυψη δέσμης F1 σε περιγράμματα EIR



Γεωγραφική κάλυψη δέσμης F2 σε περιγράμματα EIRP



Γεωγραφική κάλυψη δέσμης S1 σε περιγράμματα EIRP



Γεωγραφική κάλυψη δέσμης S2 σε περιγράμματα EIRP



### 3.5 Πολώσεις

---

Ο όρος πόλωση συναντάται κυρίως στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και απευθύνεται στο προσανατολισμό αυτών των κυμάτων ως προς τον άξονα που αυτά διαδίδονται.

Έχοντας κατά νου τι εστί πόλωση, οι κεραιές του δορυφόρου Hellas Sat 2 μπορούν να μεταδώσουν και να λάβουν ταυτόχρονα σε μια οριζόντια (H) και μια κάθετη (V) πόλωση, οι οποίες είναι κάθετες μεταξύ τους, στην ίδια συχνότητα. Τα σήματα που λαμβάνονται σε μία από τις πολώσεις H και V μεταδίδονται σε πολώσεις V και αντίστοιχα. Οι κεραιές λήψης του δορυφόρου έχουν διαχωρισμό πόλωσης τουλάχιστον 30 dB και οι κεραιές μετάδοσης 31 dB. [73]

## Κεφάλαιο 4ο

## 4.1 Εισαγωγή

---

Ήδη από της αρχές της δεκαετίας του '60 οι εφαρμογές που βασίζονται σε δορυφορικά στοιχεία χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες σκοπούς της καθημερινότητάς μας όπως είναι η πρόγνωση του καιρού, ο έλεγχος της ρύπανσης του περιβάλλοντος, το κτηματολόγιο, οι τηλεπικοινωνίες, ο εντοπισμός και η πλοήγηση, η έρευνα και η διάσωση κ.λ.π. Η διαστημική ισχύς των κρατών στις μέρες μας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στις σύγχρονες στρατιωτικές επιχειρήσεις. Τα διαστημικά συστήματα γίνονται ολοένα και περισσότερο απαραίτητα στην ανάγκη διατήρησης ενός αποτελεσματικού επιπέδου στον τομέα της άμυνας των χωρών. Πάνω από 100 δορυφόροι ανά τον κόσμο χρησιμοποιούνται σε καθημερινή βάση για στρατιωτικές αποστολές, όπως είναι η έγκυρη προειδοποίηση για επιθετικές κινήσεις, η συλλογή πληροφοριών, οι τηλεπικοινωνίες, η πλοήγηση, η πρόγνωση του καιρού και η χαρτογράφηση. Από την άλλη μεριά όμως οι δορυφόροι δεν χρησιμοποιούνται πάντα για καλούς σκοπούς ή μόνο στην άμυνα αλλά και για επιθέσεις εναντίων στόχων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της εκτεταμένης χρήση τους στον πόλεμο του Περσικού κόλπου. Τότε έγινε ευρέως γνωστό στον περισσότερο κόσμο, για τα λεγόμενα δορυφορικά «μάτια» που επέτρεπαν στους Αμερικάνους να πλήττουν με ακρίβεια τους στόχους του εχθρού στην Ιρακινή έρημο. Ακόμη πιο γνωστή είναι η περίπτωση της Πρώην Σοβιετικής Ένωσης, όπου υιοθέτησε την μεταφορά τηλεοπτικών σημάτων για τους πολίτες της μέσα στο αχανές κράτος με σκοπό να μπορεί να δίνει πληροφορίες σε όλους τους πολίτες την ίδια στιγμή.

Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των δορυφορικών συστημάτων επέβαλλε την ανάγκη για την επίτευξη μιας συνεργασίας μεταξύ των ευρωπαϊκών κρατών με σκοπό τη δημιουργία ενός ανεξαρτήτου και αυτόνομου ευρωπαϊκού συστήματος διαστημικών παρατηρήσεων με αποκλειστική και μόνο χρήση ευρωπαϊκών δορυφόρων. Αυτή η ανάγκη έγινε ιδιαίτερα αισθητή και από την εμπλοκή στις κρίσεις στον Περσικό Κόλπο, στα Βαλκάνια, στο Αφγανιστάν και στο Ιράκ όπου έγινε φανερή η ανάγκη βελτιώσεων στα θέματα διοίκησης, ελέγχου και πληροφοριών. Άλλωστε η απόφαση της Ευρώπης να προχωρήσει στην ανάπτυξη δυνάμεων με σκοπό

την ταχεία αντίδραση και στη λογική μιας κοινής πολιτικής άμυνας και ασφάλειας, επιβάλλει από μόνη της την απόκτηση μέσω υποστήριξης και φυσικά η διαστημική τεχνολογία συγκαταλέγεται μέσα σε αυτή . [74] [75]

Η Ελλάδα και η Κύπρος, με την εκτόξευση του δορυφόρου συγκαταλέγονται μεταξύ των χωρών που έχουν παρουσία στο διάστημα. Με αυτόν τον τρόπο ανοίγει ο δρόμος για τις δύο χώρες να γίνουν μέλη της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Υπηρεσίας, δηλαδή σε έναν από τους ελάχιστους ευρωπαϊκούς οργανισμούς που δεν είχαμε πρόσβαση. Τώρα πλέον η Ελλάδα και η Κύπρος μπορούν συγκαταλεχτούν με «αποδείξεις» μεταξύ των πιο τεχνολογικά ανεπτυγμένων χωρών.

Λίγα χρόνια πριν, οι Ένοπλες Δυνάμεις της χώρας μας απέκτησαν για πρώτη φορά αυτόνομες δορυφορικές επικοινωνίες και δυνατότητα μεταφοράς εικόνας σε πραγματικό χρόνο από τον δορυφόρο στο Εθνικό Κέντρο Επιχειρήσεων (ΕΘΚΕΠΙΧ)

Οι Ένοπλες Δυνάμεις θα ωφεληθούν από την εκμετάλλευση των τηλεπικοινωνιακών δυνατοτήτων του δορυφόρου. Η χρήση δορυφορικών τηλεπικοινωνιών μπορούν να εξασφαλίζουν στο χρήστη την πληροφοριακή τουλάχιστον επικράτηση στο πεδίο της μάχης. Με την εκτόξευση του Hellas Sat δημιουργήθηκαν οι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη δημιουργία ενός ενιαίου «τηλεπικοινωνιακού» χώρο μεταξύ Ελλάδος και Κύπρου, για παροχή συνεχών και ταυτόχρονα ισχυρών δικτυακών επικοινωνιών χωρίς τους περιορισμούς που μπορεί να υπάρξουν λόγω γεωγραφικών ιδιομορφιών σε σταθερούς αλλά και κινητούς χρήστες. Οι δορυφορικές επικοινωνίες προσφέρουν υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων με ταυτόχρονη υψηλή αντοχή σε περιβάλλον Ηλεκτρονικού Πολέμου και χαρακτηρίζονται από χαμηλή πιθανότητα εντοπισμού και παρεμβολής. Οι Ε.Δ. της χώρας μας, μόνο πλεονεκτήματα μπορούν να έχουν από τη χρήση του δορυφόρου Hellas Sat 2, καθώς θα τις βοηθήσει να βελτιώσουν την ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών τους προς το καλύτερο και συγχρόνως με πιο αποτελεσματικό τρόπο. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τις εφαρμογές που μπορεί να έχει η χρήση του δορυφόρου ξεχωριστά για τις Ε.Δ (Στρατός Ξηράς, Πολεμικό Ναυτικό, Αεροπορία). [76]

## 4.2 Οφέλη στο Στρατό Ξηράς

Σίγουρα το σώμα που ωφελείται στη βελτίωση των περισσότερων εφαρμογών που χρησιμοποιούσε μέχρι στιγμής είναι ο Στρατός Ξηράς (Σ/Ξ). Λόγω του όπως δηλώνει και η λέξη (ξηρά) ο Σ/Ξ ασχολείται στη πλειοψηφία με ενέργειες και επιχειρήσεις στο έδαφος, η καλύτερη κατανόηση και οι περαιτέρω πληροφορίες που θα μπορεί να συλλέξει για τη σύσταση και τη μορφολογία του εδάφους θα του φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες. Από αυτό μπορούμε να φανταστούμε πως τα οφέλη του Hellas Sat 2 στις εφαρμογές του στρατού ξηράς έχουν να κάνουν κυρίως με ότι αφορά τη μορφολογία του εδάφους μέσω της χρήσης των νέων ψηφιακών δεδομένων (ψηφιακοί χάρτες, GPS κτλ).

### 4.2.1 Βελτίωση ψηφιακών χαρτών για ανάγκες ΣΔΕΠ

Η κατασκευή μοντέλων χωρικών δεδομένων που απεικονίζουν ένα πραγματικό περιβάλλον μέσα σε ένα υπολογιστικό σύστημα, το οποίο με τη σειρά του στοχεύει κατά κύριο λόγο σε εφαρμογές που σχετίζονται με την Εθνική Άμυνα, είναι μια διαδικασία η οποία και σε θεωρητικό αλλά και σε πρακτικό επίπεδο παρουσιάζει σημαντικές ιδιομορφίες. Για την επίτευξη αυτού του στόχου απαιτείται η χρήση της τεχνογνωσίας στον τομέα των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, ώστε το αποτέλεσμα που θα προκύψει να είναι σε θέση να καλύψει βασικές απαιτήσεις όπως είναι η ακεραιότητα, η προτυποποίηση, η ευκολία στη διεκπεραίωση υπολογισμών, η ενοποίηση διαφόρων τύπων δεδομένων κλπ.

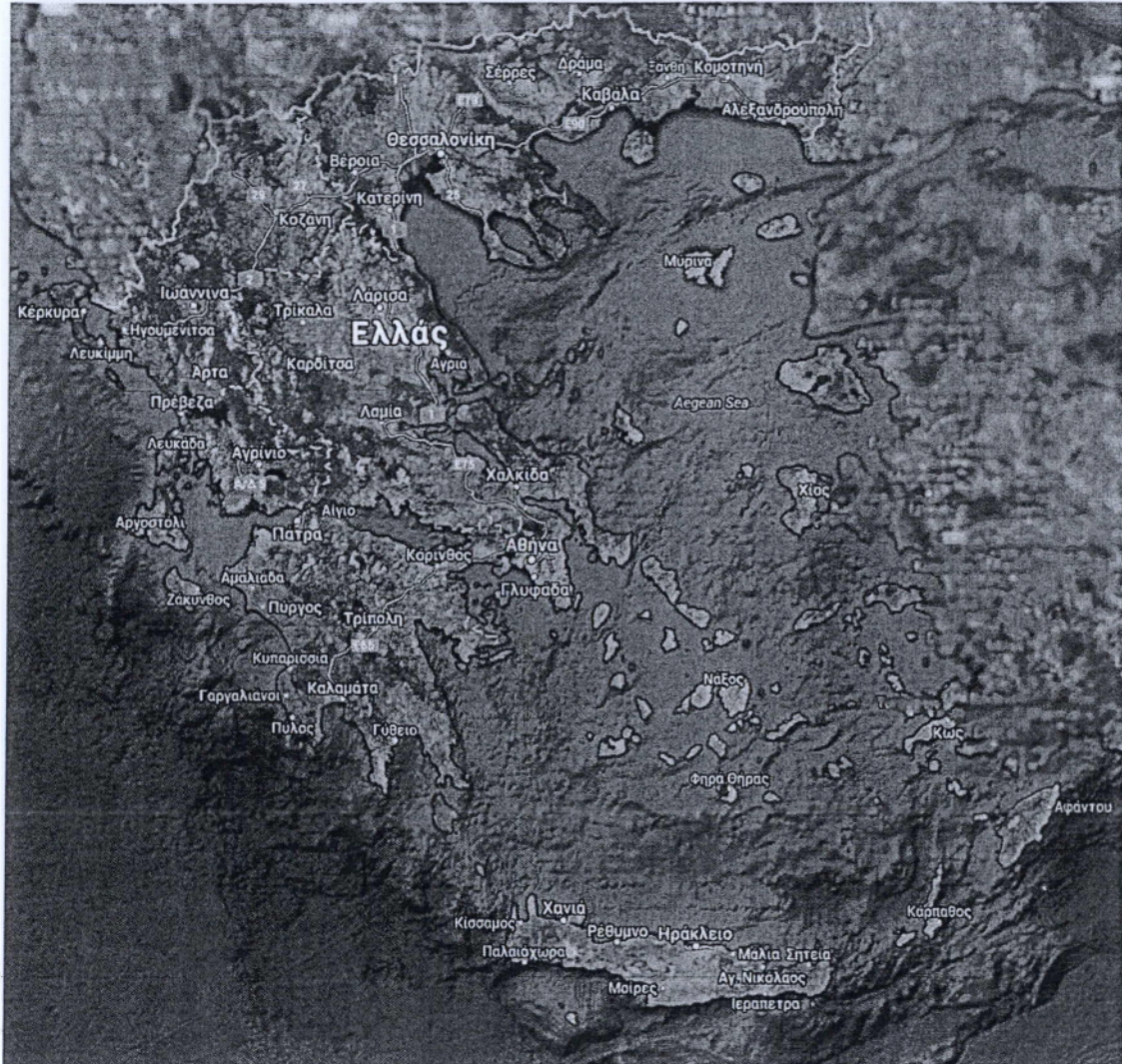
Το να διαθέτει η χώρα μας ένα ακριβές και καλά δομημένο σετ από χωροταξικά δεδομένα είναι σημαντικό για να μπορέσει να καταστεί δυνατή η οποιασδήποτε μορφής χωρική ανάλυση, η οποία στη τελική είναι η εργασία που ζητάμε να πραγματοποιηθεί και να εκτελεστεί από ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π) ώστε αυτό στο τέλος να αποδώσει μια νέα πληροφορία η οποία βασίζεται σε υπάρχοντα δεδομένα και γνώση.

Στην Ελλάδα δεν είναι πολύ γνωστό, αλλά οι εφαρμογές της τεχνολογίας των Σ.Γ.Π έχουν αρχίσει να σχεδιάζονται και να υιοθετούνται τα τελευταία χρόνια και στον χώρο της Εθνικής Άμυνας όπου η χρήση και ο χειρισμός των γεωγραφικών δεδομένων μέσω των Συστημάτων Διοίκησης Ελέγχου Επικοινωνιών Υπολογιστών και Πληροφοριών (C4i, Command Control, Communications , Computes and Intelligence) ή ΣΔΕΠ (όπως συνήθως αποκαλούνται στην Ελλάδα ) είναι έντονες. Το αποτέλεσμα που ζητάμε από αυτού του είδους τα συστήματα είναι η άμεση παροχή χρήσιμων πληροφοριών οι οποίες λαμβάνονται σε ένα επιχειρησιακό περιβάλλον ώστε αυτές με τη σειρά τους να οδηγήσουν και να συμβάλλουν στην ταχεία λήψη σωστών αποφάσεων.

Η ανάγκη για την κατανόηση του εδάφους ειδικά σε στρατιωτικές επιχειρήσεις ήταν, είναι και θα είναι πάντοτε μια ουσιαστική προϋπόθεση για τον σχεδιασμό και την επιτυχή επιχειρησιακή υλοποίηση ενός σχεδίου από τα αρμόδια και υπεύθυνα πρόσωπα, οι οποίοι παραδοσιακά εδώ και χιλιάδες χρόνια χρησιμοποιούσαν τον αναλογικό χάρτη. Με την εξέλιξη της δορυφορικής τεχνολογίας και με τη χρήση των ψηφιακών χαρτών που μας προσφέρει η χρήση ενός δορυφόρου, η απόκτηση στοιχείων που σχετίζονται με τη μορφολογία του εδάφους αλλά και του περιβάλλοντα χώρου γίνονται πολύ πιο εύκολα και με ακρίβεια που αγγίζει το 100%. Έτσι λοιπόν όλα αυτά τα δεδομένα μπορούν να καταχωρηθούν σε ένα Σ.Γ.Π και από εκεί να γίνουν οι απαραίτητες προσομοιώσεις. Αυτό που θα προκύψει σαν τελικό αποτέλεσμα θα είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων με ταυτόχρονη ανάλυση τους, και όλα αυτά μέσα σε ένα ασφαλές περιβάλλον. Όλα τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα με εφαρμογή εναλλακτικών σεναρίων τα οποία θα ήταν αδύνατον να υλοποιηθούν με τις παραδοσιακές μεθόδους.

Το σύστημα που περιγράψαμε παραπάνω μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα "ηλεκτρονικό πεδίο μάχης" (electronic battlefield), Για την υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος απαιτείται η χρήση νέων τεχνολογιών οι οποίες βασίζονται στην αξιοποίηση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) ή όπως είναι διεθνώς γνωστά ως GIS ( Geographical Information

Systems). Με τη χρήση αυτών των συστημάτων καθίσταται πλέον εφικτό να μελετηθούν και να αναλυθούν δεδομένα και στην τελική φάση να προκύψουν τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα, έχοντας επιτύχει όλα αυτά σε πραγματικό χρόνο.



Ψηφιακός χάρτης της Ελλάδας

### Παράδειγμα:

Ας υποθέσουμε ότι απαιτείται ο σχεδιασμός μιας εφαρμογής κίνησης επιλεγμένων οχημάτων εκτός δρόμου. Τα ζητήματα που υπεισέρχονται στον σχεδιασμό είναι το έδαφος, οι κλίσεις και ο τύπος κάλυψης.

Ένα σύστημα ΣΔΕΠ είναι σε θέση να προσφέρει πληροφορίες οι οποίες αφορούν την εκτίμηση κίνησης σε οδικά δίκτυα, διάβαση ανοιγμάτων, όπου εδώ το σύστημα μπορεί να επιστρέψει αποτελέσματα για την

καταλληλότητα διάσχισης υδάτινων γραμμικών σχηματισμών ή άλλων υδάτινων επιφανειών και τέλος τον προσδιορισμό ορατοτήτων μεταξύ δυο σημείων. Έτσι λοιπόν η κίνηση των οχημάτων εκτός δρόμου και μάλιστα σε άγνωστες περιοχές μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματικά, με περισσότερη ασφάλεια και σε λιγότερο χρονικό διάστημα.

Η προβολή του πεδίου μάχης σ' ένα ψηφιακό περιβάλλον δεν απαιτεί απλά μόνο τη συμμετοχή και το συγχρονισμό όλων των διαθέσιμων πληροφοριών σε ένα τρισδιάστατο μοντέλο, αλλά και την δυνατότητα εισαγωγής της έννοιας του πραγματικού χρόνου, ειδάλλως ότι εμφανίζεται δεν είναι παρά μόνο μια «φωτογραφία» του χώρου, ένα στιγμιότυπο σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. [77] [85] [86]

Η γνώση του εδάφους είναι τελικά αυτή η οποία απαιτείται και όλα τα οπλικά συστήματα στο άμεσο μέλλον θα είναι ικανά να διαχειρίζονται γεωγραφική πληροφορία σε ψηφιακή μορφή. Το GIS θα είναι δυνατόν να ενημερώσει ένα τμήμα για θέση πιθανών κινδύνων σε μια επιχείρηση που ίσως να μην βασίζεται σε δημιουργία ενός χάρτη σε μια οθόνη αλλά σε ένα σύστημα που 'σαρώνει' μια περιοχή και ενημερώνει κατάλληλα το προσωπικό που βρίσκεται μέσα σε ένα όχημα για τις επικίνδυνες περιοχές. Στο κέντρο αυτό του προχωρημένου γεωγραφικού συστήματος επεξεργασίας θα είναι ένα σύστημα GIS αξιοποιώντας την γεωγραφική βάση δεδομένων συνεισφέροντας σημαντικά στην τακτική ενημέρωση. Αυτό είναι τεχνικά εφικτό σήμερα και σε συνδυασμό όσων ειπώθηκαν παραπάνω μπορούμε να κατανοήσουμε ότι η λειτουργία των Σ.Γ.Π με τη χρήση των ψηφιακών χαρτών μπορεί να αναβαθμίσει αυτά τα συστήματα.



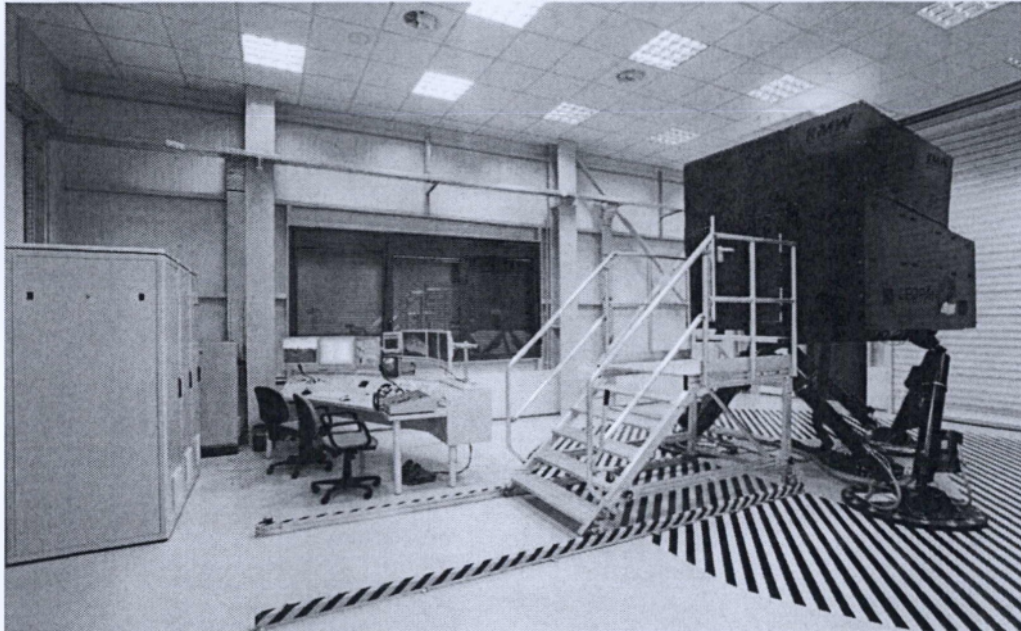
#### 4.2.2 Εκπαίδευση σε εξομοιωτές οδηγήσεως οχημάτων επί του πραγματικού εδάφους των περιοχών επιχειρήσεων της χώρας μας

Ένα πολύ σημαντικό και συνάμα χρήσιμο κομμάτι του στρατού ξηράς είναι τα οχήματα που έχει στη διάθεση του και η σωστή τους χρήση στο απαιτητικό πεδίο της μάχης. Όταν λέμε οχήματα αναφερόμαστε κυρίως στα ερπυστριοφόρα - Τεθωρακισμένα Οχήματα Μάχης (π.χ. BMP-3), Τεθωρακισμένα Οχήματα Μεταφοράς Προσωπικού (π.χ. M-113) και φυσικά στα άρματα μάχης (π.χ. Leopard 2Hel) τα οποία είναι και πολύ χρήσιμα σε επιχειρησιακές εφαρμογές.

Κανένα από τα παραπάνω οχήματα και ειδικότερα τα πιο σύγχρονα και ταυτόχρονα πιο σύνθετα στη χρήση άρματα μάχης, όπως είναι τα Leopard δε θα ήταν τόσο αποτελεσματικά αν οι οδηγοί τους δεν είχαν περάσει πρώτα αρκετές ώρες εκπαίδευσης σε ένα εικονικό περιβάλλον (εξομοιωτής), όπου εκεί θα μπορούσαν να μάθουν άριστα το χειρισμό τους. Τέτοιους είδους εξομοιωτές έχει στη διάθεση της η χώρα μας και μάλιστα σε υπερσύγχρονες εγκαταστάσεις στην Αλεξανδρούπολη στο Κέντρο Εξομοιωτών (ΚΕΞ). Εκεί οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να καταρτίσουν τις γνώσεις τους, τόσο πάνω στο χειρισμό του άρματος όσο και στα πυροβολικά μέσα που αυτό διαθέτει. [78]  
[79]

Διαβάζοντας όλα τα ανωτέρω μπορεί να προκύψει η εξής ερώτηση: ποιά είναι η σχέση των εξομοιωτών οχημάτων με τη χρήση δορυφορικών χαρτών ; Η χρήση των εξομοιωτών αρμάτων μάχης σε εικονικά εδάφη που δεν έχουν καμία σχέση με την πραγματικότητα θα οδηγούσε στη πολύ μέτρια κατάρτιση των εκπαιδευόμενων. Έτσι λοιπόν η χρήση ψηφιακών χαρτών, όπως είδαμε και παραπάνω, στους εξομοιωτές αποτελεί τη καλύτερη λύση για τη πλήρη εκπαίδευση επί των πραγματικών εδαφών της χώρας μας. Με αυτόν τον τρόπο οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να ανταποκριθούν σε πραγματικές καταστάσεις όπως αυτές που θα μπορούσαν να συναντούσαν στο πεδίο της μάχης. Εν κατακλείδι, συνδυάζοντας την εκπαίδευση στο σύστημα αυτό, με την εκπαίδευση σε πραγματικό πεδίο ασκήσεων με κανονικά μέσα,

επιτυγχάνεται άριστο αποτέλεσμα με ταυτόχρονη μείωση τόσο του κόστους, όσο και το χρόνου εκπαίδευσης του προσωπικού των Τεθωρακισμένων.



Εξομοιωτής Leopard 2 Hel

#### 4.2.3 Εφαρμογές στα πολεμικά παίγνια

Οι στρατιωτικές μονάδες απαιτούν τον έλεγχο και τη διοίκηση τους κατά τη διάρκεια πολεμικών επιχειρήσεων. Κάτι τέτοιο αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία, λαμβάνοντας υπόψη μας εξωγενείς παραμέτρους και παράγοντες που υπεισέρχονται σε αυτό το ζήτημα και όλα αυτά συνδυασμένα με γρήγορες εναλλαγές της παρούσας κατάστασης υπό συνθήκες πίεσης χρόνου. Για να μπορέσει λοιπόν κάποιος να ανταπεξέλθει σε τέτοιου είδους συνθήκες και τελικά να στεφθεί νικητής, πρέπει να είναι άριστα εκπαιδευμένος. Αυτή της μορφής η εκπαίδευση αποκτάται καλύτερα με την εμπειρία στο πεδίο της μάχης. Η εμπειρία της μάχης μπορεί να προσομοιωθεί στην ειρήνη, όσο αυτό μπορεί να καταστεί δυνατόν, με τη χρήση Πολεμικών Παιγνίων (ΠΠ).

Τα ΠΠ ουσιαστικά μπορούμε να πούμε πως είναι η απεικόνιση μιας υποθετικής στρατιωτικής επιχείρησης μέσα από ένα εικονικό πεδίο μάχης που εκτελείται όμως με τη χρήση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών. Για τη διεξαγωγή

αυτών των παιγνίων πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο ή περισσότερες αντίπαλες ή μη δυνάμεις. Σκοπός των πολεμικών παιγνίων είναι η εκπαίδευση και η τελική αξιολόγηση του ανθρώπινου δυναμικού που παίρνει μέρος στο παίγνιο. Η τελική αξιολόγηση αφορά στη διαδικασία της σχεδίασης της επιχείρησης και το συντονισμό της, τη ταχύτητα λήψης αποφάσεων, την ευκολία προσαρμογής των ηγητόρων σε εναλλαγές της παρούσας κατάστασης και τέλος στη καταγραφή και εξέταση των ενεργειών του αντιπάλου. Η στρατιωτική εκπαίδευση με αυτόν τον τρόπο αυτοματοποιείται, περνάει στα όρια της ψυχαγωγίας και κάνει τον εκπαιδευόμενο να αισθάνεται μια πρόκληση χωρίς προηγούμενο, αφού η εικονική μάχη γίνεται σχεδόν πραγματικότητα.

Οι τύποι των πολεμικών παιγνίων ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν και την τελική τους χρήση, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις εξής δύο κατηγορίες:

- Υποστήριξης Επιχειρήσεων (Support to Operations): Ο τύπος αυτός περιλαμβάνει προσομοιώσεις που υποστηρίζουν το επιχειρησιακό προσωπικό όλων των επιπέδων διοίκησης, προκειμένου να οδηγηθεί σε εκτιμήσεις που αφορούν τις εναλλακτικές δράσεις του εχθρού, προτού ληφθεί μια συγκεκριμένη απόφαση.
- Εκπαίδευσης και Ασκήσεων (Training and Exercises): Η εκπαίδευση απευθύνεται σε μεμονωμένα άτομα ή λειτουργικές ομάδες σε επίπεδο Στρατηγείων, με σκοπό να φέρει τους εκπαιδευόμενους πιο κοντά σε εξοπλισμούς και διαδικασίες που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια πραγματικών επιχειρήσεων.

Ο Ελληνικός Στρατός και ειδικότερα ο Στρατός Ξηράς έχει αναγνωρίσει εδώ και χρόνια την αξία και την αποτελεσματικότητα των Πολεμικών Παιγνίων και ασχολείται επιμελώς με την εικονική εκπαίδευση όλων των μελών του, από το επίπεδο του μεμονωμένου στρατιώτη έως και του Μείζονος Σχηματισμού. [80]

Ένα από τα γνωστότερα και αποτελεσματικότερα Πολεμικά Παίγνια είναι ο Ιανός. Το Πολεμικό Παίγνιο Ιανός είναι αλληλεπιδραστικό, διπλής

ενεργείας και υλοποιείται με τη χρήση Η/Υ. Είναι εγκατεστημένο στη Στρατιωτική Σχολή Ευελπίδων (ΣΣΕ), στις Σχολές Εφαρμογής των Όπλων και στη ΣΔΙΕΠ. Είναι επιπέδου Δρίας έως και Ταξιαρχίας και χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση των στελεχών σε θέματα Διαδικασίας Λήψης Αποφάσεων, Επιτελικών Διαδικασιών, Διοίκησης και Συντονισμού μεταξύ τους, μέσω του εικονικού πεδίου μάχης ενός Η/Υ. [80] [81]

Τα πολεμικά παίγνια θα μπορούσαμε να πούμε πως έχουν κάποια κοινά γνωρίσματα με τους εξομοιωτές που αναλύσαμε παραπάνω. Αυτή η σκέψη είναι πολύ ορθή καθώς και οι δύο αυτές εφαρμογές προετοιμάζουν και αξιολογούν το ανθρώπινο δυναμικό για καταστάσεις που ίσως συναντήσουν στο μέλλον. Και σε αυτή την εφαρμογή μπορεί να κατανοήσει κάποιος το μέγεθος της σημασίας και το όφελος του Ελληνικό δορυφόρο Hellas Sat 2 στην αξιοποίηση του από τον Στρατό Ξηράς.

#### 4.2.4 Χρησιμοποίηση ορθοφωτογραφιών σε συνδυασμό με συσκευές GPS

Η ορθοφωτογραφία είναι μια αεροφωτογραφία η οποία έχει υποστεί διόρθωση λόγω ανάγλυφου (ορθοδιόρθωση) με συνέπεια να αποκτήσει ενιαία κλίμακα και γεωαναφορά (είναι δηλαδή ενταγμένη σε ένα σύστημα συντεταγμένων). Μια ορθοφωτογραφία προέρχεται από συνένωση ορθοδιορθωμένων αεροφωτογραφιών. Με πιο απλά λόγια η ορθοφωτογραφία είναι μια ψηφιακή εικόνα που διαθέτει όλα τα χαρακτηριστικά ενός χάρτη, δηλαδή είναι ορθή προβολή και έχει ενιαία κλίμακα. Επιπλέον όμως διαθέτει όλη την φωτογραφική (εικονιστική) πληροφορία της εικόνας από την οποία προέκυψε. [82] [83]

Ο ορθοφωτοχάρτης αποτελείται από πολλές ορθοφωτογραφίες ενωμένες, στις οποίες όμως έχουν προστεθεί και κάποια επιπλέον στοιχεία, όπως για παράδειγμα υψομετρικές καμπύλες, περιγράμματα δρόμων ή ιδιοκτησιών, τοπωνύμια κ.λ.π. [82] [84]



Ορθοφωτογραφία Δήμου Αυλώνας

Οι ψηφιακές ορθοφωτογραφίες και οι ορθοφωτοχάρτες αποτελούν ένα σύγχρονο χαρτογραφικό αποτέλεσμα συνδυάζοντας την μετρητική ποιότητα και ακρίβεια που προσφέρει ένα τοπογραφικό διάγραμμα αλλά με τον πλούτο και την ποιότητα πληροφορίας που μόνο μια υψηλής ανάλυσης δορυφορική φωτογραφία μπορεί να μας δώσει.

Η κατασκευή των ορθοφωτογραφιών έγινε εφικτή τα τελευταία χρόνια. Σε αυτή την εξέλιξη βοήθησε η σπουδαία βελτίωση της υπολογιστικής ικανότητας των ηλεκτρονικών υπολογιστών με ταυτόχρονη ανάπτυξη και των αντίστοιχων προϊόντων λογισμικού.

Οι δορυφορικές εικόνες, έχουν την ικανότητα να απεικονίζουν διάφορες περιοχές του φάσματος, με κατάλληλους συνδυασμούς περιοχών (καναλιών). Αυτό οδηγεί στη κατασκευή εικόνων με διαφορετικό χρώμα σε συγκεκριμένες περιοχές, στις οποίες θέλει ο χρήστης να εστιάσει τη προσοχή του και να λάβει πρόσθετες πληροφορίες όπως για παράδειγμα ο τύπος βλάστησης, η γεωλογική σύνθεση του εδάφους κτλ.

Στην εικόνα 1 που παρουσιάζεται παρακάτω, η οποία είναι μια πολυφασματική εικόνα από τη περιοχή του παλαιού Αεροδρομίου των Αθηνών, μπορεί κανείς να διακρίνει κάποια σημεία με κόκκινο χρώμα. Στα συγκεκριμένα σημεία υπάρχει έντονη βλάστηση (γρασίδι, πλατύφυλλα κτλ).

Αν και η εικόνα 2 έχει καλύτερη ανάλυση, ή πιο σωστά μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα, η λεπτομέρεια αυτή δεν είναι ορατή. [84]

1. Πολυφασματική SPOT (pixel: 20x20 μ.)



2. Πανχρωματικής SPOT (pixel: 10x10 μ.)

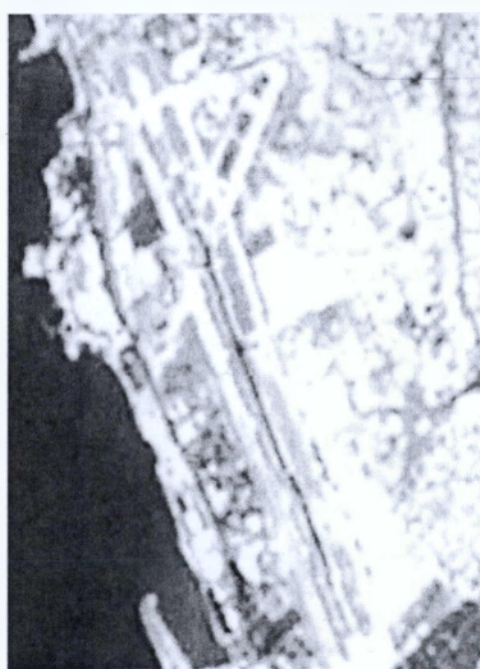


Με τη συνένωση όμως αυτών των δύο εικόνων (πολυφασματικής και πανχρωματικής SPOT) λαμβάνουμε σαν αποτέλεσμα τη εικόνα 3 που συνδυάζει και τα δύο χαρακτηριστικά.

3. Σύνθεση παν/τικής και πολ/τικής



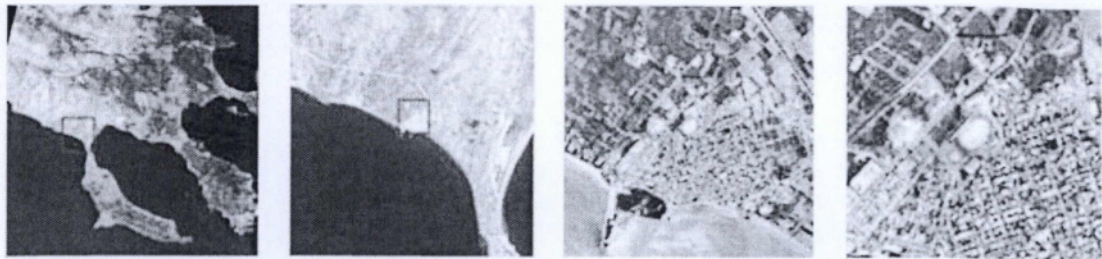
4. Landsat (pixel: 30x30 μ.)



Στην εικόνα 4 απεικονίζεται το Αεροδρόμιο της Γλυφάδας σε μορφή Landsat (ορατό φάσμα). Η φωτογραφία αυτή είναι από ύψος περίπου 700 χλμ από το έδαφος και τα χρώματα που αποτυπώνονται πλησιάζουν πολύ κοντά στα πραγματικά. Η διακριτική ικανότητα είναι περιορισμένη.

Οι ορθοφωτογραφίες που προέρχονται από δορυφορικές φωτογραφίες έχουν το μοναδικό χαρακτηριστικό της πολύ υψηλής ανάλυσης. Η διακριτική ικανότητα και τα χρώματα αυτών των εικόνων εξαρτάται σε ένα μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες λήψης, όπως είναι τα σύννεφα, η ευκρίνεια του φωτογραφικού φακού που χρησιμοποιήθηκε κτλ.

Στην εικόνα 5 παρουσιάζεται μια ασπρόμαυρη ορθοφωτογραφία από κάποιο σημείο της Χαλκιδικής. Μετά από τη μεγέθυνση μιας συγκεκριμένης περιοχής μπορεί κανείς να δει το επίπεδο της λεπτομέρειας που επιτυγχάνεται. [84]



5. Φωτογραφία από δορυφόρο

Από όλα τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε πως η χρήση ορθοφωτογραφιών για τις ανάγκες του Στρατού Ξηράς μόνο πλεονεκτήματα μπορεί να προσφέρει. Είναι απαραίτητες όταν θα πρέπει να γνωρίζει κάποιος τη μορφολογία του εδάφους καθώς τη χλωρίδα εκείνης της περιοχής σε περιόδους αποστολών ή ακόμα και μάχης. Γνωρίζοντας την ακριβή μορφολογία του εδάφους εκ των προτέρων δίνει ένα μεγάλο πλεονέκτημα στις διάφορες κινήσεις που θα πρέπει να εκτελεστούν ώστε να μην υπάρξει η πιθανότητα αποτυχίας.

Αν θέλουμε να προχωρήσουμε ένα βήμα παραπάνω τη χρήση των ορθοφωτογραφιών, η ανάπτυξη ενός λογισμικού για τοποθέτηση και χρήση μέσω συσκευών GPS θα ήταν η καλύτερη δυνατή επιλογή. Με αυτόν τον τρόπο στις διάφορες στρατιωτικές επιχειρήσεις το ανθρώπινο δυναμικό που λαμβάνει μέρος σε αυτές, θα μπορεί να έχει στη διάθεση του ανά πάσα στιγμή τη βοήθεια ενός επιπλέον "παρατηρητή" με πληροφορίες που ο ίδιος δεν είναι σε θέση να γνωρίζει.

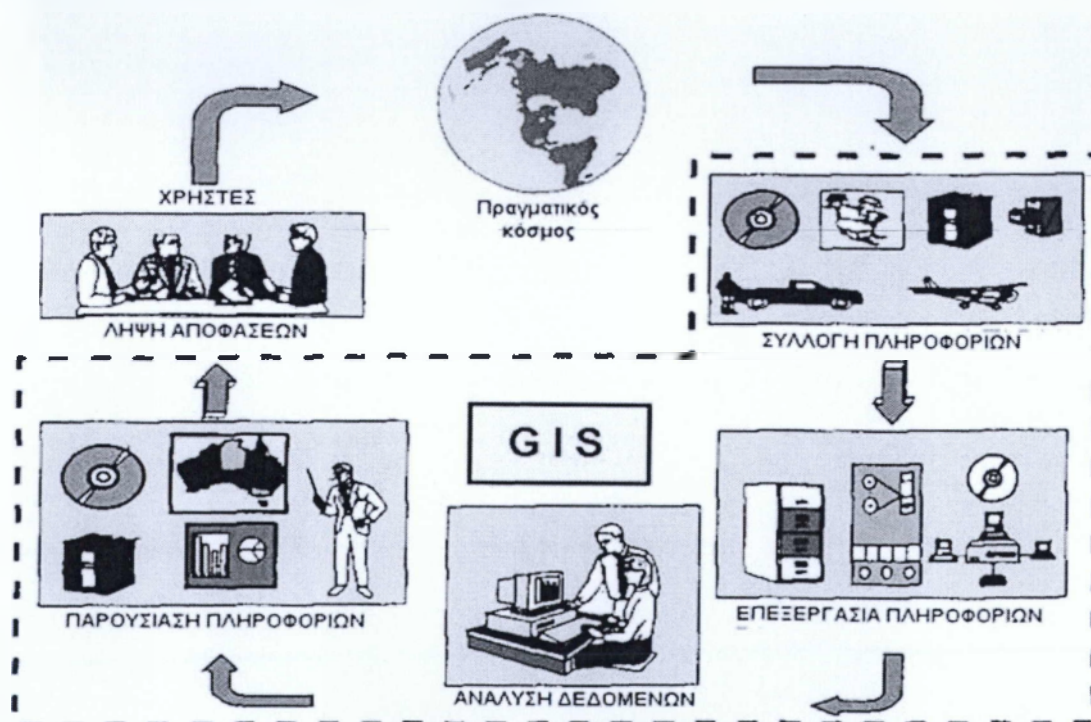
#### 4.2.5 Εκμετάλλευση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Τον όρο Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών συναντήσαμε στο πρώτο όφελος που αναπτύξαμε σε αυτό το κεφάλαιο και έτσι έχουμε μια σφαιρική γνώση για το τι είναι ένα Γ.Σ.Π. Σε αυτό εδώ το σημείο θα αναλύσουμε περαιτέρω τα Γ.Σ.Π και τις εφαρμογές που μπορούν να έχουν στη στρατιωτική χρήση. Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, είναι ένα σύστημα διαχείρισης των χωρικών δεδομένων. Με άλλα λόγια είναι ένα ψηφιακό σύστημα στο οποίο μπορεί κανείς να προσαρμόσει, ενσωματώσει, αναλύσει, αποθηκεύσει και τέλος να παρουσιάσει πληροφορίες που αφορούν γεωγραφικά δεδομένα και στοιχεία. Θα μπορούσε κανείς να παρομοιάσει ένα ΓΣΠ σαν έναν "έξυπνο χάρτη", μέσα από τον οποίο οι χρήστες θα μπορούν να δουν και να επεξεργαστούν διαφόρων ειδών πληροφορίες. [85]



Έτσι λοιπόν οι χρήστες είναι σε θέση να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν ερωτήσεις διαδραστικού χαρακτήρα σε σχέση με χωρικά δεδομένα (πχ. αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να τα προσαρμόσουν, να τα αναλύσουν, και τέλος να τα αποδώσουν σε αναλογικά (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, ψηφιακοί χάρτες στο Διαδίκτυο).

Τα εισερχόμενα δεδομένα ενός ΓΣΠ μπορεί να είναι από πολλαπλές πηγές οι οποίες είναι πιθανό να έχουν πολλές διαφορετικές τυποποιήσεις και δομές. Στους διαφορετικούς τύπους δεδομένων συμπεριλαμβάνονται χάρτες, εικόνες, φωτογραφίες, ψηφιακά προϊόντα, σήματα / μετρήσεις GPS, κείμενα, πίνακες δεδομένων. Ο κύριος στόχος των ΓΣΠ είναι να προσφέρουν τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζονται για τη λήψη αποφάσεων. Οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται, είτε για να αναγνωρίσουν και να επισημάνουν την ύπαρξη και τη θέση ενός προβλήματος, είτε για να ανιχνεύσουν και να αναλύσουν τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις ή και για να βοηθήσουν στην εκτέλεση μιας απόφασης. [85] [86] [87]



Διαδικασία Χρήσης ενός Γ.Σ.Π.

Η χώρα μας αντιλήφθηκε από πολύ νωρίς τη μέγιστη σημασία των γεωγραφικών δυνατοτήτων για τη συμβολή τους στην εθνική ασφάλεια και έτσι το 1889 ιδρύεται η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ). Η τότε αποστολή του ΓΥΣ (μιας και η Ελλάδα μετρούσε λίγα χρόνια από την επανάσταση του 1821) ήταν η σύνταξη εθνικού κτηματολογίου για να μη ζημιώνεται η οικονομία του κράτους. Τα χρόνια όμως πέρασαν και η ΓΥΣ εκσυγχρονίστηκε, με αποκορύφωμα τη δεκαετία του 1980 όπου υπήρξε η επανάσταση στη χαρτογραφία με την έλευση και εισαγωγή των προσωπικών ηλεκτρονικών υπολογιστών, τις δορυφορικές εικόνες, τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, την τηλεπισκόπηση και τέλος, την πιο σπουδαία επανάσταση, το GPS.

Η ΓΥΣ, θέλοντας να ακολουθήσει τις νέες εξελίξεις που συνέβησαν στο χώρο της ,κατόρθωσε όχι μόνο να αφομοιώσει τις νέες τεχνολογίες αλλά και να μένει ενήμερη παρακολουθώντας τις εξελίξεις, προς όφελος πάντα των Ενόπλων Δυνάμεων (ΕΔ) και του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου. Με όλη αυτή τη τεχνογνωσία που διαθέτει, από το 1987 χρησιμοποιεί την τεχνολογία των «Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών» και παράγει ψηφιακά δεδομένα για την υποστήριξη των σύγχρονων συστημάτων των ΕΔ. Έχει τη δυνατότητα να παρέχει πλήρη και αποκλειστική γεωγραφική υποστήριξη σε γεωγραφικά δεδομένα και υπηρεσίες όπως η Γεωγραφική υποστήριξη των σύγχρονων οπλικών συστημάτων, την κάλυψη των χαρτογραφικών αναγκών σε έντυπη και ψηφιακή μορφή και την υποστήριξη προγραμμάτων Διοίκησης, Ελέγχου και Πληροφοριών (ΣΔΕΠ). [88] [89]

Έτσι λοιπόν, η ραγδαία ανάπτυξη των ΓΣΠ σε συνδυασμό με τον Ελληνικό δορυφόρο Hellas Sat 2 μπορούν να προσφέρουν πολύ χρήσιμες και απαραίτητες πληροφορίες για το Στρατό Ξηράς στις παρακάτω εφαρμογές:

#### 4.2.5.1 Επιλογή περιοχών για κατασκευή ζωνών προσγείωσης ελικοπτήρων και ρίψης αλεξιπτωτιστών

Με τη μελέτη των ψηφιακών δεδομένων που προέρχονται από τα ΓΣΠ μπορούν πολύ εύκολα να οριστούν περιοχές οι οποίες θα είναι κατάλληλες και ταυτόχρονα ασφαλείς για τη προσγείωση ελικοπτήρων. Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος ατυχήματος σε κάποιο ελικόπτερο, όταν οι χειριστές τους δεν έχουν καμιά πληροφορία γύρω από τη σύσταση του εδάφους και του γενικότερου περιβάλλοντα χώρου. Δεν είναι λίγες οι φορές που έχουν συμβεί ατυχήματα σε ελικόπτερα λόγω της περιορισμένης ορατότητας, που προκλήθηκε εξαιτίας των ξηρών και αμμωδών εδαφών. Έτσι με αυτόν τον τρόπο μπορούν πλέον να οριστούν συγκεκριμένες και σταθερές ζώνες προσγείωσης που θα διευκολύνουν το εναέριο αλλά και επίγειο έργο.

Κάτι αντίστοιχο θα μπορούσαμε να πούμε ότι ισχύει και για τη ρίψη αλεξιπτωτιστών. Οι πτώσεις με αλεξίπτωτα, από εδώ και στο εξής θα γίνεται ευκολότερη, μα το σημαντικότερο ασφαλέστερη, αφού πλέον είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε από πριν την ακριβή μορφολογία της εκάστοτε περιοχής.

#### 4.2.5.2 Ανάλυση εδάφους (αναγλυφου) για εντοπισμό και εξεύρεση καταλλήλων κατά περίπτωση οδών

Η κίνηση των στρατιωτικών οχημάτων όπως είδαμε και στο παράδειγμα που αναφέραμε σχετικά με τη λήψη αποφάσεων από ένα σύστημα ΣΔΕΠ είναι ένα πολύ σημαντικό και μείζων ζήτημα για τον Στρατό ξηράς. Επειδή ένα σύστημα ΣΔΕΠ λειτουργεί συνεργατικά με ένα ΓΣΠ θα ήταν πλεονασμός να αναπτύξουμε το ίδιο θέμα δύο φορές. Απλά θυμίζουμε στον αναγνώστη πως μέσω του ΓΣΠ μπορούν να ληφθούν πληροφορίες για τη μορφολογία των οδών (κλίση, βλάστηση, γέφυρες, ποτάμια κτλ) που πρόκειται να συναντήσουν τα στρατιωτικά οχήματα στη πορεία τους.

#### 4.2.5.3 Επιλογή περιοχών τοποθέτησης γεφυρών

Άλλο ένα καίριο ζήτημα για τον Σ/Ξ και ειδικά για τα πεζικά τμήματα είναι η αντιμετώπιση και επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με τη διάσχιση ποτάμιων οδών. Πόσες φορές πεζικά τμήματα βρέθηκαν αντιμέτωπα με τέτοιου είδους προβλήματα επειδή δεν είχαν ενημερωθεί για κάποια σχετική υπερχείλιση παραποτάμου και αναγκάστηκαν να επανασχεδιάζουν τη πορεία τους εξ' αρχής. Τώρα με τη συνεχή ενημέρωση των εικόνων ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών μέσω του δορυφόρου Hellas Sat 2 θα μπορούν από πριν να υπολογίσουν τη κατασκευή γεφυρών σε σημεία που είναι ανάγκη. Έτσι με αυτό τον τρόπο εξοικονομείται πολύτιμος χρόνος που σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να φανεί σωτήριος.

#### 4.2.5.4 Επιλογή αξόνων επίθεσης, γραμμών αμύνης, περιοχών στρώσεως ναρκοπεδίων, θέσεις τάξεως βαρέων όπλων Πεζικού και μονάδων Πυροβολικού

Η καλύτερη προετοιμασία μιας μονάδας όσο αφορά το πλάνο επίθεσης αλλά και άμυνας ενάντια των εχθρικών δυνάμεων είναι σίγουρα ένα ατράνταχτο πλεονέκτημα που μάλιστα τις περισσότερες φορές οδηγεί στη νίκη της μάχης. Για άλλη μια φορά τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών μπορούν να βρουν εφαρμογή εδώ. Με τη χρησιμοποίηση των ψηφιακών εικόνων μπορεί να γίνει εύκολα και γρήγορα κατανοητή μια τελείως άγνωστη περιοχή. Έτσι τώρα το μόνο που μένει είναι να σχεδιαστεί το πλάνο της επίθεσης αλλά και της άμυνας σε ότι αφορά τόσο τη παράταξη και κίνηση του ανθρώπινου δυναμικού στο πεδίο της μάχης όσο και στη τοποθέτηση ναρκών αλλά και των οπλικών μέσων του Πεζικού και Πυροβολικού. Με αυτή τη προετοιμασία είναι σίγουρο πως οι πιθανότητες λαθών και εκπλήξεων ελαχιστοποιούνται σε σχέση με τα παλαιότερα μέσα (πχ χάρτης).

### 4.3 Οφέλη στο Πολεμικό Ναυτικό

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, υπάρχουν πάρα πολλά οφέλη από την δορυφορική υποστήριξη των ενόπλων δυνάμεων. Ανάλογα με το Στρατό Ξηράς, υπάρχουν κάποιοι τομείς και στις ναυτικές ένοπλες δυνάμεις οι οποίοι επηρεάζονται άμεσα από την πρόσβαση του στρατού σε ένα δορυφόρο αλλά και κατ' επέκταση σε δορυφορικές επικοινωνίες και υπηρεσίες.

Αναφορικά για το Πολεμικό Ναυτικό τα κυριότερα οφέλη σημειώνονται παρακάτω. Στη συνέχεια θα ακολουθήσει μία λεπτομερέστερη περιγραφή τους, ώστε να αναλυθούν πιο διεξοδικά.

Με τη χρήση δορυφορικών υπηρεσιών από το Πολεμικό Ναυτικό μπορούμε να έχουμε άμεση βελτίωση:

- στην εποπτεία έργων κοντά στις ακτογραμμές σχετικά με οχυρώσεις, με τη χρήση εικόνων οι οποίες έχουν ληφθεί από δορυφόρο και έχουν την κατάλληλη ευκρίνεια,
- στη δορυφορική υποβοήθηση της διαδικασίας της βαθυμετρίας για την ανεύρεση ναρκοπεδίων,
- στην ανίχνευση θερμικών μεταβολών στην επιφάνεια της θάλασσας για περιοχές που δεν υπάρχουν δεδομένα από την Υδρογραφική Υπηρεσία, τα δεδομένα αυτά χρησιμεύουν στην μελέτη του ανθυποβρυχιακού περιβάλλοντος,
- στη δημιουργία ειδικού μοντέλου καταγραφής για το ανάγλυφο των ακτών, ο συνδυασμός του μοντέλου με κατάλληλους χάρτες αποβάσεων, διευκολύνει το σχεδιασμό αντίστοιχων επιχειρήσεων,
- στην ανίχνευση υποβρυχίων μέσω της στήλης απόνερων.

### 4.3.1 Επτοπτεία ακτογραμμών

Ακτογραμμή ορίζεται ως η γραμμική διάταξη και το συνολικό μήκος των ακτών μία χώρας, ενός κράτους κλπ. Συγκεκριμένα η Ελλάδα βρίσκεται στην ενδέκατη θέση μεταξύ των χωρών με τις μεγαλύτερες ακτογραμμές. Το συνολικό μήκος των ακτογραμμών της Ελλάδος είναι περίπου 13700 χιλιόμετρα. Όπως είναι φυσικό στο παραπάνω σύνολο συμπεριλαμβάνονται οι περίμετροι των ελληνικών νησιών όπως η Κρήτη, τα Δωδεκάνησα, οι Κυκλάδες, τα Επτάνησα κα. Ο αριθμός των νησιών της Ελλάδος είναι περίπου 2500 εκ' των οποίων κατοικήσιμα είναι μόλις τα 165 από αυτά. Ο μεγάλος αριθμός νησιών δικαιολογείται από το γεγονός ότι γύρο από την Ελλάδα εφάπτονται:

- στα ανατολικά το Αιγαίο Πέλαγος,
- στα δυτικά το Ιόνιο Πέλαγος,
- στα νότια η Μεσόγειος Θάλασσα.

Ως ακτογραφικά στοιχεία ορίζονται οι χερσόνησοι, οι κόλποι, τα ακρωτήρια, οι πορθμοί, οι ισθμοί, οι διώρυγες, τα νησιά και γενικά οι διάφορες μορφές που μπορεί να έχουν οι ακτές ενός τόπου. Επίσης ως οριζόντιο διαμελισμό εννοούμε την καταγραφή του συνόλου των ακτογραφικών στοιχείων μιας περιοχής.

Η Ελλάδα συγκεκριμένα έχει πολύ πλούσιο οριζόντιο διαμελισμό. Χαρακτηριστικό της ελληνικής περιοχής είναι το μεγάλο μήκος ακτών σε σχέση με την έκτασή της. Το παραπάνω φαινόμενο οφείλεται στα πολλά ακτογραφικά στοιχεία που προαναφέρθηκαν καθώς οι ακτογραμμές της, στην πλειοψηφία τους δεν σχηματίζουν ευθείες αλλά καμπύλες.

Οι ακτογραμμές μίας χώρας αποτελούν ένα πολύ σημαντικό σημείο πάνω στο οποίο θα πρέπει να έχει τα πλήρη κυριαρχικά δικαιώματα (εφόσον της ανήκει η περιοχή). Η σημαντικότητα των ακτογραμμών γίνεται κατανοητή αν αναλογιστούμε ότι με βάση τις ακτογραμμές μίας χώρας ορίζεται συνήθως και η αποκλειστική οικονομική ζώνη της.

Με τον όρο αποκλειστική οικονομική ζώνη (ΑΟΖ) εννοούμε, τη θαλάσσια έκταση μέσα στην οποία ένα κράτος έχει δικαίωμα έρευνας ή άλλης εκμετάλλευσης των θαλασσίων πόρων, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται η παραγωγή ενέργειας από το νερό και τον άνεμο. Η αποκλειστική οικονομική ζώνη υπολογίζεται με βάση την απόσταση των 200 ναυτικών μιλίων (370 Km) από την ακτογραμμή αντίστοιχη. Όπως είναι φυσικό σε περιπτώσεις κατά τις οποίες δύο ή περισσότερα κράτη συνορεύουν έτσι ώστε οι ακτογραμμές τους να απέχουν λιγότερο από 400 ναυτικά μίλια (740 Km), τα θαλάσσια σύνορα διεκδικούνται αναλόγως και ορίζονται από κοινού.

Με βάση τα παραπάνω, συμπερασματικά, η εποπτεία και η προστασία των ακτογραμμών από το πολεμικό ναυτικό μπορεί να θεωρηθεί υψίστης σημασίας. Ειδικά για χώρες των οποίων τα χερσαία σύνορα είναι πολύ μικρότερα από τα θαλάσσια και στην επικράτειά τους περιλαμβάνεται μεγάλος αριθμός νησιών. Όπως ακριβώς συμβαίνει και στην περίπτωση της Ελλάδος.

Η χρήση δορυφορικών υπηρεσιών, διευκολύνει το ρόλο του πολεμικού ναυτικού σε αυτό τον τομέα. Για την εποπτεία των ακτογραμμών συνδυάζονται:

- δορυφορικές φωτογραφίες,
- αεροφωτογραφίες που προέρχονται από αεροπλάνα,
- το σύστημα GPS.

Οι αεροφωτογραφίες μαζί με τις δορυφορικές φωτογραφίες παρέχουν μία οπτική αναπαράσταση των ακτογραμμών. Αντίστοιχα το σύστημα GPS μπορεί να επαληθεύσει ακριβώς κάποιες τοποθεσίες, ώστε να ολοκληρωθούν με επιτυχία οι ανάλογες καταγραφές.

Στις καταγραφές μπορεί να συμπεριληφθεί η διαδικασία υλοποίησης οχυρωμάτων για αμυντικούς σκοπούς ώστε να είναι καλυμμένη η εκάστοτε παραθαλάσσια περιοχή από εχθρικές δυνάμεις. Επίσης αν ο δορυφόρος κατέχει μία στρατηγική θέση, σε σχέση με τα θαλασσιά σύνορα της χώρας,

είναι δυνατή η εποπτεία των παράκτιων περιοχών από γειτονικές χώρες. Η εποπτεία αυτή μπορεί να παρέχει πολύ σημαντικά δεδομένα ειδικά σε περιπτώσεις εχθροπραξιών, πολεμικών επιχειρήσεων κλπ. Όπως είναι λογικό, όσα περισσότερα στοιχεία διαθέτει το πολεμικό ναυτικό για αντίπαλες παράκτιες περιοχές τόσο καλύτερα προετοιμασμένο θα είναι σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

#### 4.3.2 Μοντέλο καταγραφής για το ανάγλυφο των ακτών

Παρόμοια με τη διαδικασία της εποπτείας παράκτιων περιοχών, τα δεδομένα που συλλέγονται με τη βοήθεια δορυφόρου όπως φωτογραφίες και καταγραφές στίγματος μέσω του συστήματος GPS, σε συνδυασμό με αεροφωτογραφίες, μπορούν να αποτελέσουν βασικά στοιχεία για την υλοποίηση ενός μοντέλου το οποίο να προσομοιώνει το ανάγλυφο των ακτών μίας περιοχής.

Το μοντέλο αυτό δηλαδή κατασκευάζεται με βάση κάποιες καταγραφές και είναι αποτέλεσμα επεξεργασίας δεδομένων. Τα ανάλογα δεδομένα αφού περάσουν κάποια στάδια επεξεργασίας συνδυάζονται μεταξύ τους ώστε να δώσουν το τελικό αποτέλεσμα. Έτσι το μοντέλο που παράγεται από την παραπάνω διαδικασία μπορεί να συνοψίσει πολλές πληροφορίες παρουσιάζοντάς τες με κατανοητό τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η περαιτέρω εξαγωγή συμπερασμάτων.

Κύριος στόχος του μοντέλου καταγραφής παράκτιων περιοχών είναι η αναπαράσταση της μορφολογίας του εδάφους. Στη μορφολογία που αναφέρθηκε περιλαμβάνονται:

- υψώματα, γκρεμοί κοντά σε παράκτιες περιοχές,
- βραχώδης περιοχές,
- απόσταση στην οποία είναι δυνατό να προσεγγίσει την ακτή ένα σκάφος, ένα πλοίο κλπ,



- περιοχές όπου γίνεται η συνένωση ρεμάτων και ποταμών με τη θάλασσα κα.

Το παραπάνω μοντέλο ειδικά στην περίπτωση που αφορά ανθυποβρύχιες περιοχές δεν μπορεί να είναι στατικό. Δηλαδή η απεικονιστεί του μοντέλου δεν μπορεί να περιοριστεί στη μορφή ενός χάρτη για παράδειγμα. Αυτό γίνεται κατανοητό αν αναλογιστεί κανείς τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζουν οι περιοχές όπου εφάπτεται η ξηρά με τη θάλασσα. Καθώς πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τη στάθμη των υδάτων είναι αναπόφευκτο η ευρύτερη περιοχή να έχει μία σταθερή μορφολογία.

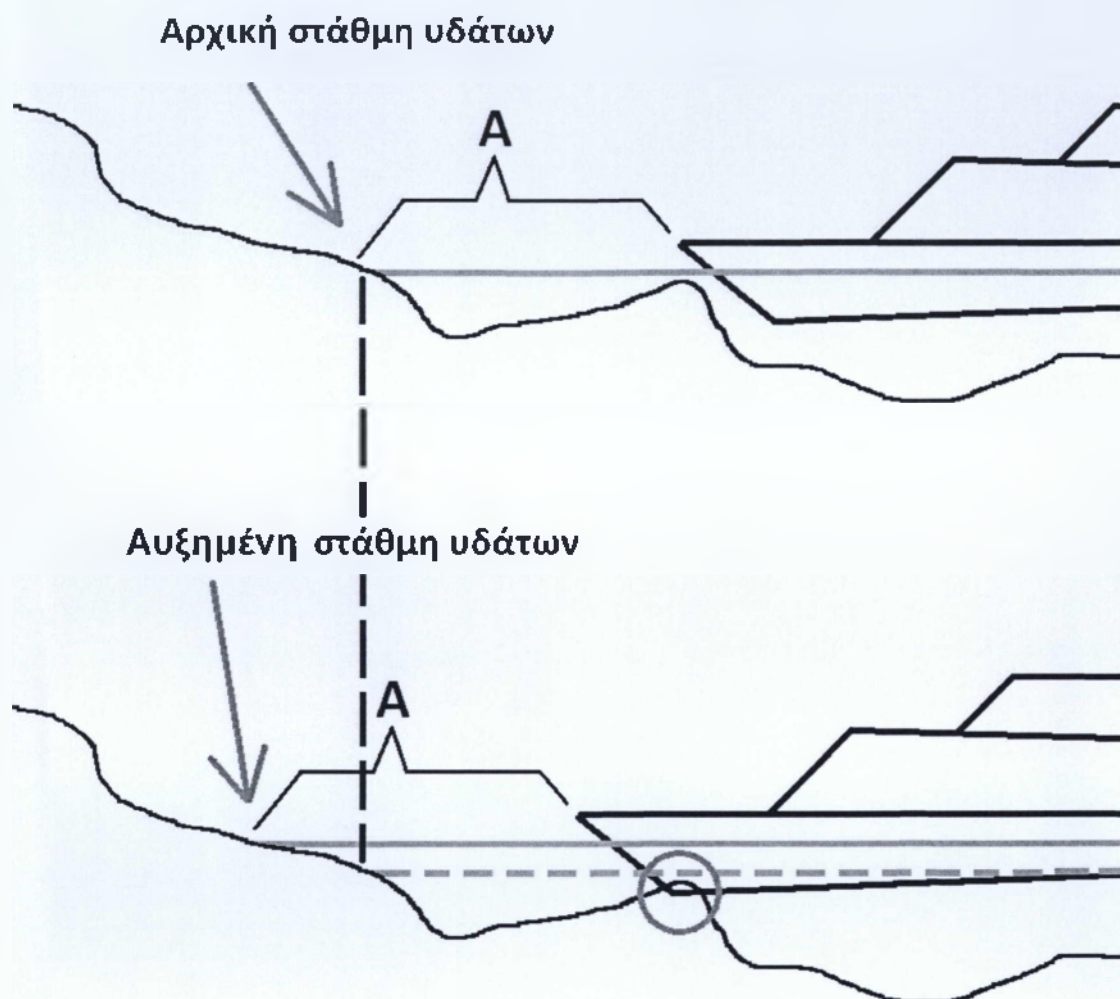
Οι πιο σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη στάθμη των υδάτων είναι:

- οι παλίρροιες λόγω αλληλεπίδραση της Γης με τη Σελήνη,
- οι παλίρροιες λόγω αλληλεπίδραση της Γης με τον Ήλιο,
- η βαρομετρική πίεση,
- η θερμοκρασία,
- η αιολική δραστηριότητα,
- οι εκβολές ποταμών κα.

Όλα τα παραπάνω θα πρέπει να αξιολογηθούν και να συμπεριληφθούν κατάλληλα στο τελικό μοντέλο καταγραφής. Έτσι θα είναι δυνατή η ακριβέστερη πρόβλεψη σχετικά με τις συνθήκες, σε συνάρτηση με μία δεδομένη χρονική στιγμή, για μία παράκτια περιοχή.

Η σημαντικότητα των παραπάνω προβλέψεων μπορεί να γίνει πιο σαφής με το ακόλουθο παράδειγμα. Αν ένα σκάφος το οποίο μπορεί να προσεγγίσει μία συγκεκριμένη παράκτια περιοχή σε απόσταση A, λόγω της μορφολογίας της περιοχής, σε περίπτωση που η στάθμη των υδάτων αυξηθεί η μορφολογία για την απόσταση A που προαναφέρθηκε δεν θα είναι η ίδια. Αν

το σκάφος διατηρήσει την απόσταση A, ουσιαστικά θα βρίσκεται πιο κοντά στην ακτή από ότι ήταν πριν την αύξηση της στάθμης των υδάτων.



Όπως γίνεται κατανοητό η χρήση του μοντέλου καταγραφής για το ανάγλυφο των ακτών σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για το Πολεμικό Ναυτικό. Ο συνδυασμός του συγκεκριμένου μοντέλου με κατάλληλους χάρτες μίας περιοχής μπορεί να αποτελέσει την κύρια πηγή πληροφοριών ώστε να σχεδιαστεί μία επιχείρηση απόβασης για παράδειγμα. Γενικότερα μία επιχείρηση του Πολεμικού ναυτικού θα μπορούσε να οργανωθεί καλύτερα μέσω των δεδομένων, που μπορεί να παρέχει η παραπάνω διαδικασία, σχετικά με τις επιτρεπόμενες θέσεις των πολεμικών πλοίων σε περιπτώσεις ανάγκης κλπ.

## 4.4 Οφέλη στη Πολεμική Αεροπορία

Όπως είδαμε στα παραπάνω κεφάλαια τόσο ο Στρατός Ξηράς όσο και το Πολεμικό μας Ναυτικό μπορούν πλέον να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες που προσφέρονται από τον Ελληνικό δορυφόρο Hellas Sat 2 με σκοπό όχι μόνο τον εκσυγχρονισμό των υπάρχοντων εφαρμογών αλλά και τη δημιουργία νέων και πιο αποτελεσματικών μεθόδων πρόληψης, παρακολούθησης και εκπαίδευσης του ανθρώπινου δυναμικού.

Εννοείται πως η Πολεμική μας Αεροπορία δε θα μπορούσε να μείνω έξω από τα οφέλη του Hellas Sat 2. Τα χρόνια που οι πιλότοι δεν είχαν σχεδόν καμία γνώση για το τι συνέβαινε σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή στο έδαφος από εχθρικές δυνάμεις ανήκουν πια στο παρελθόν. Πλέον ζούμε στην εποχή της πληροφορίας, που σε συνδυασμό με την εξελιγμένη δορυφορική και μη τεχνολογία μπορούν να μας δώσουν πολύ αξιόπιστα δεδομένα, σε σύντομο χρονικό διάστημα, με σκοπό την εκτίμηση μιας κατάστασης.

Η χρήση και η αξιοποίηση των δορυφόρων για εφαρμογές στη Πολεμική Αεροπορία δεν είναι κάτι το πρωτόγνωρο και το καινοτόμο. Όλα αυτά τα συστήματα πλοήγησης και ραντάρ που διαθέτουν τα σύγχρονα αεροσκάφη λαμβάνουν πληροφορίες και δεδομένα από δορυφόρους. Έτσι λοιπόν εμείς σε αυτό το κεφάλαιο δε θα σταθούμε στη λειτουργία αυτών των συστημάτων αλλά θα αναπτύξουμε άλλες δραστηριότητες που μπορούν να βοηθήσουν στην αποτελεσματικότητα της Π.Α.

Μπορεί αριθμητικά τα οφέλη της Πολεμικής Αεροπορίας σε σχέση με τα άλλα δύο σώματα να είναι αισθητά λιγότερα - κάτι που είναι φυσιολογικό και αναμενόμενο καθώς ο τομέας που ασχοληθήκαμε ήταν κυρίως η μορφολογία και ο τύπος του εδάφους, πράγμα που αφορά σε μικρότερο βαθμό τη Π.Α – αυτό δε σημαίνει όμως πως δεν εξυπηρετείται από την λειτουργία του δορυφόρου.

Ας δούμε λοιπόν ποια μπορεί να είναι τα οφέλη του Hellas Sat 2 στη Πολεμική Αεροπορία:

#### 4.4.1 Παρακολούθηση καταστάσεων των αεροδιαδρόμων και μεταστάθμευσης αεροσκαφών η οποία είναι εκτός των δυνατοτήτων των AWACS

Τα awacs (Airborne Warning And Control System) ή αλλιώς ΑΣΕΠΕ (Αερομεταφερόμενα Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης και Ελέγχου) όπως τα αποκαλούμε στην Ελλάδα, είναι επανδρωμένα αεροσκάφη που μοιάζουν εμφανισιακά με συμβατικά αεροπλάνα, με τη διαφορά όμως ότι φέρουν ένα μεγάλο ραντάρ κοντά στην ουρά τους. Επιπλέον είναι εξοπλισμένα με διάφορων ειδών κεραίες για την επικοινωνία του πληρώματος με τους επίγειους σταθμούς καθώς και με μια κεραία αποκλειστικά και μόνο για επικοινωνία μέσω δορυφόρου. Κάπου εδώ θα πρέπει να ξεκαθαριστεί πως ο δορυφόρος που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία δεν είναι ο Hellas Sat 2, αλλά άλλοι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι που χρησιμοποιούνται από τις περισσότερες χώρες του NATO.

Η σημασία αυτού του τύπου αεροσκάφους είναι θεμελιώδης και άκρως απαραίτητη στη διεξαγωγή και ενημέρωση των στρατιωτικών επιχειρήσεων. Χάρης στο ραντάρ που διαθέτει είναι σε θέση να ανιχνεύει και να εντοπίζει την ακριβή θέση των εχθρικών αεροσκαφών και πλοίων ακόμα σε πολύ μεγάλη απόσταση. Αναφορικά να πούμε πως ένα τέτοιο αεροσκάφος μπορεί να ανιχνεύσει την ύπαρξη άλλου αεροσκάφους σε απόσταση έως 400 χιλιομέτρων. Για παράδειγμα αν ένα awacs πετάει σε ύψος 30.000 πόδια (9.100 μέτρα) τότε μπορεί να καλύψει μια περιοχή εύρους 312.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Σχεδόν 3 φορές δηλαδή όσο η έκταση της Ελλάδας.

Από όλα τα παραπάνω λοιπόν μπορούμε να κατανοήσουμε πως η χρήση των Awacs για τη Πολεμική μας Αεροπορία αποτελούν τα «μάτια» των εναέριων δυνάμεων της χώρας μας που με την ορθή τους χρήση μπορούν οδηγήσουν σε ένα νικηφόρο αποτέλεσμα στο πεδίο της μάχης.

Τα αεροσκάφη αυτά όμως αντιμετωπίζουν ένα πρόβλημα στην ανίχνευση άλλων αεροσκαφών και γενικότερα οχημάτων που βρίσκονται

σταθμευμένα. Έτσι λοιπόν δεν είναι σε θέση να εκτιμήσουν την κατάσταση των αεροδιαδρόμων, αν έχουν καταληφθεί δηλαδή από εχθρικές δυνάμεις, των αριθμό τους, τη σύσταση τους κτλ. Εδώ έρχεται για ακόμα μια φορά η ψηφιακή φωτογραφία και η ορθοφωτογραφία που είδαμε σε παραπάνω κεφάλαιο να δώσει λύση σε αυτό το ζήτημα. Με τη χρήση ψηφιακών φωτογραφιών σε πραγματικό χρόνο από το δορυφόρο Hellas Sat 2 γίνεται πλέον εφικτός ο έλεγχος και η παρακολούθηση των αεροδιαδρόμων και των σταθμευμένων αεροσκαφών σε αυτόν. Όπως είναι φυσικό και αναμενόμενο η χρήση ψηφιακών φωτογραφιών δε μπορεί να εντοπίσει εχθρικά αεροσκάφη την ώρα της πτήσης, γι αυτό λοιπόν ο συνδυασμός των Awacs σε συνεργασία με εικόνες από το δορυφόρο προσδίδουν το καλύτερο επιθυμητό αποτέλεσμα. [90] [91] [92]

#### 4.4.2 Εκπαίδευση σε εξομοιωτές πτήσεων αεροσκαφών και ελικοπτέρων

Σε παραπάνω κεφάλαιο αναλύσαμε τη σημασία και το ρόλο των εξομοιωτών οχημάτων του στρατού ξηράς για την αρτιότερη εκπαίδευση των χειριστών τους. Δε θα μπορούσε η Πολεμική μας Αεροπορία να μη διαθέτει και αυτή εξομοιωτές πτήσεων, καθώς ο χειρισμός μαχητικών αεροσκαφών και ελικοπτέρων απαιτεί μεγαλύτερη δεξιότητα και εξάσκηση έως ότου κάποιος να χαρακτηριστεί ικανός πιλότος.

Για να μη κουράσουμε τον αναγνώστη αναλύοντας το ζήτημα με τον ίδιο τρόπο σε σύγκριση με αυτά που ειπώθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο θα σας θυμίσουμε σύντομα τη σημαντικότητα της συνεργασίας των εξομοιωτών με τις ψηφιακές εικόνες που αποτυπώνουν με ακρίβεια τη μορφολογία μιας περιοχής. Έτσι, οι πιλότοι των μαχητικών εκπαιδεύονται αποτελεσματικότερα και είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν εικονικές καταστάσεις σε πραγματικές όμως περιοχές, που ίσως κληθούν να αντιμετωπίσουν στο εγγύς μέλλον. [93]



Εξομοιωτής F16 block 52+ στην αεροπορική βάση του Άραξου

#### 4.4.3 Κατασκευή ανάγλυφου

Ένα τελευταίο όφελος της χρήσης του δορυφόρου στη Πολεμική Αεροπορία είναι η κατασκευή του ανάγλυφου της χώρας μας. Στο κεφάλαιο του Πολεμικού Ναυτικού είδαμε ποια μέσα χρειάζονται για να πραγματοποιηθεί η κατασκευή του ανάγλυφου των ακτών μας. Όπως είναι φυσιολογικό, η εφαρμογή για τη Π.Α πρέπει να γίνει σε ολόκληρη την έκταση της χώρας μας και όχι να περιοριστεί μόνο στις ακτές μας.

Η σημασία της κατασκευής του ανάγλυφου για τη χρήση του από τη Πολεμική Αεροπορία έχει πολλά κοινά στοιχεία με αυτά του Πολεμικού Ναυτικού. Για παράδειγμα η προσγείωση ελικοπτέρων σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης σε άγνωστες εδαφικές περιοχές μπορεί να οδηγήσει στη πλήρη αποτυχία μιας στρατιωτικής επιχείρησης. Αν όμως οι πιλότοι έχουν τη δυνατότητα να γνωρίζουν εκ των προτέρων τη δομή και τη σύσταση των εκάστοτε περιοχών, τότε σίγουρα αυτό διευκολύνει το έργο τους και σχεδόν εκμηδενίζεται ο παράγοντας της αποτυχίας λόγω έλλειψης πληροφόρησης.

Έτσι λοιπόν γίνεται αντιληπτό πως η χρήση του μοντέλου καταγραφής για το ανάγλυφο της χώρας μας μόνο πλεονεκτήματα μπορεί να προσφέρει στη καλύτερη, ασφαλέστερη και αποτελεσματικότερη διεξαγωγή των αεροπορικών επιχειρήσεων. Τέλος θα μπορούσαμε να πούμε πως ο συνδυασμός του μοντέλου του ανάγλυφου και των συστημάτων ραντάρ που διαθέτει η χώρα θα μπορεί εύκολα να την εντάξει στη λίστα των πιο ανεπτυγμένων χωρών στο τομέα της Πολεμικής Αεροπορίας.

## 4.5 Συμπεράσματα

---

Διαβάζοντας κάποιος όλα τα παραπάνω μπορεί εύκολα να συμπεράνει πως η χρήση ενός τηλεπικοινωνιακού δορυφόρου για εφαρμογή σε ζητήματα που σχετίζονται με την Εθνική άμυνα κρίνεται απαραίτητη ή και αναγκαία σε κάποιες περιπτώσεις. Ο αιώνας που ζούμε χαρακτηρίζεται ως η εποχή της πληροφορίας και των ψηφιακών εφαρμογών. Τα πάντα γύρω μας αλλάζουν και εξελίσσονται με ραγδαίους ρυθμούς. Έτσι λοιπόν και οι Ειδικές Δυνάμεις της χώρας μας, όπως κάθε αναπτυγμένης χώρας του σύγχρονου κόσμου, ακολούθησαν και ενστερνίστηκαν τις αλλαγές αυτές και αργά ή γρήγορα όλα τα προαναφερθέντα οφέλη θα βρουν εφαρμογή στον Ελληνικό στρατό.

Τα συνολικά οφέλη που θα αποκομίσουν οι ΕΔ της χώρας είναι τα ακόλουθα:

- Εκσυγχρονισμός και αναβάθμιση των συστημάτων παρακολούθησης και ασφαλείας.
- Καλύτερη διαχείριση, οργάνωση και σχεδιασμός των πολεμικών επιχειρήσεων.
- Διαρκής πληροφόρηση για την κατάσταση των υπό εξέλιξη επιχειρήσεων ή ακόμα και για τις κινήσεις του αντιπάλου.
- Αρτιότερη εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού.
- Άριστης ποιότητας και ασφαλείς υπηρεσίες επικοινωνίας.

Με τις ανωτέρω εφαρμογές οι ΕΔ της χώρας αναβαθμίζονται τεχνολογικώς, με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν όλων των ειδών τις καταστάσεις που μπορεί να προκύψουν στο μέλλον. Τέλος η Ελλάδα αποκτά κύρος και μια θέση που τη συγκαταλέγει ανάμεσα στις πιο ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου με διαστημική παρουσία.



### 1. Βικιπαίδεια Ορισμός του πλανήτη

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82\\_%CF%84%CE%BF%CF%85\\_%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B7#.CE.94.CE.BF.CF.81.CF.85.CF.86.CF.8C.CF.81.CE.BF.CE.B9](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B7#.CE.94.CE.BF.CF.81.CF.85.CF.86.CF.8C.CF.81.CE.BF.CE.B9)

### 2. Βικιπαίδεια Φυσικός δορυφόρος

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82)

### 3. Βικιπαίδεια Τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CF%89%CE%BD%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CF%89%CE%BD%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82)

### 4. Βικιπαίδεια Μετεωρολογικός δορυφόρος

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82)

### 5. Βικιπαίδεια Δορυφόροι Έκο

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CE%B9\\_%CE%88%CE%BA%CE%BF](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CE%B9_%CE%88%CE%BA%CE%BF)

### 6. Βικιπαίδεια Τεχνητός δορυφόρος

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8C%CF%82\\_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8C%CF%82_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82)

## 7. Βικιπαίδεια Αστρονομία

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%AF%CE%B1>

## 8. Βικιπαίδεια ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ

<http://lyk-n-moudan.chal.sch.gr/Downloads/Yliko/doryforoi.pdf>

## 9. astroforum Τα ειδη των δορυφόρων

<http://astroforum.gr/forum/viewtopic.php?t=132&sid=925de48d33c6102121c770725c117375>

## 10. astronomia Τεχνητός Δορυφόρος

[http://www.astronomia.gr/wiki/index.php?title=%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8C%CF%82\\_%CE%94%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82](http://www.astronomia.gr/wiki/index.php?title=%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8C%CF%82_%CE%94%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82)

## 11. cosmo.gr Wikileaks: Μυστικοί κατασκοπευτικοί δορυφόροι από ΗΠΑ και Γερμανία

<http://cosmo.gr/Epikairoτητα/Kosmos/Eidiseis/wikileaks-mystikoi-kataskopeytikoi-doryforoi-apo-hpa-kai-germania.1296406.html>

## 12. ellas2.wordpress.com ARGUS: Ένα υψηλής ευκρίνειας σύστημα επίπτευσης που φέρει την υπογραφή Έλληνα ερευνητή

<http://ellas2.wordpress.com/2013/02/18/argus-%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CF%85%CF%88%CE%B7%CE%BB%CE%AE%CF%82-%CE%B5%CF%85%CE%BA%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82->

[%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CE%B5%CF%80%CF%8C%CF%80%CF%84/](#)

13. adventure Προσανατολισμός: Η Χρήση του GPS και των Χαρτών στην Ορειβάσια

[http://www.adventure.com/index.php/themata/oreivasia/item/226-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82-%CE%B7-%CF%87%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85-gps-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CF%87%CE%B1%CF%81%CF%84%CF%8E%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%BF%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1#\\_Uv3Q89JdUZ4](http://www.adventure.com/index.php/themata/oreivasia/item/226-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82-%CE%B7-%CF%87%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85-gps-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CF%87%CE%B1%CF%81%CF%84%CF%8E%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%BF%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1#_Uv3Q89JdUZ4)

14. Δορυφορική κατευθυντική εκπομπή ραδιοηλεκτρονικών σημάτων (DBS) Κυριάκος Πανίτσας

[http://www.orionas.gr/presentations/Panitsas-Sat\\_TV.pdf](http://www.orionas.gr/presentations/Panitsas-Sat_TV.pdf)

15. pentapostagma Τι αντιδορυφορικό όπλο αναπτύσσει η Κίνα;

[http://www.pentapostagma.gr/2013/10/ti-antidoryforiko-oplo-anaptysssei-h-kina.html#\\_Uv3RR9JdUZ4](http://www.pentapostagma.gr/2013/10/ti-antidoryforiko-oplo-anaptysssei-h-kina.html#_Uv3RR9JdUZ4)

16. Αρχές και Εφαρμογές Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης

[http://ph338.edu.physics.uoc.gr/Remote\\_Sensing\\_Courses.pdf](http://ph338.edu.physics.uoc.gr/Remote_Sensing_Courses.pdf)

17. ΑΣΦΑΛΕΙΑ-ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΤΟΥΡΚΙΑΣ Αντιστρατήγου (ε.α) Κάλφα Παναγιώτη

[http://www.elesme.gr/elesmeqr/periodika/t47/t47\\_9.html](http://www.elesme.gr/elesmeqr/periodika/t47/t47_9.html)

18. Το ηλιακό σύστημα

[http://www.physics.upatras.gr/UploadedFiles/course\\_110\\_1893.pdf](http://www.physics.upatras.gr/UploadedFiles/course_110_1893.pdf)

19. fox2magazine Νέα δοκιμή κατάρριψης αμερικανικού δορυφόρου από την Κίνα

<http://www.fox2magazine.net/%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1/7164-%CE%9D%CE%AD%CE%B1-%CE%B4%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BC%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%81%CF%81%CE%B9%CF%88%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CE%BC%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%85-%CE%B1%CF%80%CF%8C-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%9A%CE%AF%CE%BD%CE%B1.html>

20. Δορυφορικές μάχες ΗΠΑ - Κίνας στο διάστημα σε εξέλιξη

<http://sdtv.gr/smf/index.php?topic=37654.0>

21. enet Σφαίρα είναι και γυρίζει

<http://www.enet.gr/?i=issue.el.home&date=2013-12-15&s=sfaira-einai-kai-gyrizei>

22. corfiatiko Η Κίνα έχει την ικανότητα να επιτεθεί στους δορυφόρους των ΗΠΑ

[http://corfiatiko.blogspot.gr/2014/01/blog-post\\_2813.html](http://corfiatiko.blogspot.gr/2014/01/blog-post_2813.html)

23. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΓΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΡΟΧΙΑΣ ΜΙΚΡΟΔΟΥΡΥΦΟΡΟΥ UPSAT ΘΕΟΔΩΡΟΥ Π. ΚΑΤΣΙΒΑ

[http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/5619/1/diplomatiki\\_katsivas\\_theodoros.pdf](http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/5619/1/diplomatiki_katsivas_theodoros.pdf)

24. ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΜΙΚΡΟΔΟΥΡΥΦΟΡΟΥ ΠΑΠΑΔΕΑ  
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

[http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/5602/3/Nimertis\\_Papadeas\(ele\).pdf](http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/5602/3/Nimertis_Papadeas(ele).pdf)

25. ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΟΥ  
ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΥ UPSAT ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ Λ. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΥ

[http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/4679/1/Galanopoulos\\_The sis.pdf](http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/4679/1/Galanopoulos_The sis.pdf)

26. Βικιπαίδεια Διεθνής Διαστημικός Σταθμός

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AE%CF%82\\_%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%A3%CF%84%CE%B1%CE%B8%CE%BC%CF%8C%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AE%CF%82_%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%A3%CF%84%CE%B1%CE%B8%CE%BC%CF%8C%CF%82)

27. physicsgg

<http://physicsgg.me/category/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%83-%CF%83%CF%84%CE%B1%CE%B8%CE%BC%CE%BF%CF%83/>

28. to-en Διαστημικοί σταθμοί-αποικίες

<http://www.to-en.gr/Nostradamus/p11.2.htm>

29. pame Ο διεθνείς διαστημικός σταθμός

<http://www.pame.gr/epistimi/diastimiki/diastimikos-stathmos.html>

30. Βικιπαίδεια Σύστημα πλοήγησης αυτοκινήτου

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1\\_%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AE%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82\\_%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%BF%CF%85](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1_%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AE%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82_%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%BF%CF%85)

31. eu.mio Περιγραφή GPS τεχνολογίας

[http://eu.mio.com/el\\_gr/global-positioning-system\\_what-signal-does-gps-use.htm](http://eu.mio.com/el_gr/global-positioning-system_what-signal-does-gps-use.htm)

32. gpslocate Συστήματα εντοπισμού μέσω δορυφόρου & κινητής τηλεφωνίας | a-GPS , GPS | GPS TRACKERS για κάθε περίπτωση

<http://www.gpslocate.gr/index.aspx>

33. Η τεχνολογία του συστήματος GPS σε πλήρη ανάπτυξη

[http://www.horc.gr/print.php?thema\\_id=8&id=85&lang=1](http://www.horc.gr/print.php?thema_id=8&id=85&lang=1)

34. Βικιπαίδεια Ταχύτητα διαφυγής

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B1%CF%87%CF%8D%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1\\_%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CF%85%CE%B3%CE%AE%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B1%CF%87%CF%8D%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1_%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CF%85%CE%B3%CE%AE%CF%82)

35. Βασικά Στοιχεία Τροχιακής Μηχανικής

[http://web.cc.uoa.gr/~lunarsat/education/troxies\\_1\\_gr.htm](http://web.cc.uoa.gr/~lunarsat/education/troxies_1_gr.htm)

36. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥΣ

<http://gym-astyp.dod.sch.gr/sputnik/sputnik/INFORMATION%20.htm>

37. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΦΥΓΗΣ – ΜΑΥΡΕΣ ΤΡΥΠΕΣ

<http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-B101/541/3556,14647/>

38. ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ ΤΑΞΙΔΙΑ

[http://www.orionas.gr/presentations/Nifadopoulou-Diastimika\\_Taksidia.pdf](http://www.orionas.gr/presentations/Nifadopoulou-Diastimika_Taksidia.pdf)

39. Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής

<http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-B114/42/265,1235/>

40. troktikaras

[http://www.troktikaras.com/1980/11/blog-post\\_266.html](http://www.troktikaras.com/1980/11/blog-post_266.html)

41. Βικιπαίδεια Τροχιακή ταχύτητα

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE\\_%CF%84%CE%B1%CF%87%CF%8D%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE_%CF%84%CE%B1%CF%87%CF%8D%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1)

42. How Do Satellites Get Into Space

[http://transition.fcc.gov/cgb/kidszone/satellite/kidz/into\\_space.html](http://transition.fcc.gov/cgb/kidszone/satellite/kidz/into_space.html)

43. pame Διαστημικά σκουπίδια

<http://www.pame.gr/epistimi/diastimiki/diastimika-skoupidia.html>

44. techgear Η Ιαπωνία θα αναλάβει το “καθάρισμα” από τα διαστημικά σκουπίδια

<http://www.techgear.gr/jaxa-to-clean-space-debris-83688/>

45. tovima Διαστημικά σκουπίδια

<http://www.tovima.gr/tag-search/?tag=%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE>

[%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC+%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%85%CF%80%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%B1&cid=10054](#)

46. ΟΙ ΔΟΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ  
ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ Ιωάννα Γ. Λύτρα

[http://artemis.cslab.ntua.gr/el\\_thesis/artemis.ntua.ece/DT2006-0102/DT2006-0102.pdf](http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2006-0102/DT2006-0102.pdf)

47. Βικιπαίδεια Ατμόσφαιρα

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CE%BC%CF%8C%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B1>

48. Βικιπαίδεια Μαγνητικό πεδίο

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B5%CE%B4%CE%AF%CE%BF>

49. Βικιπαίδεια Πλανήτης

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%82>

50. Βικιπαίδεια Γήινος μαγνητισμός

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%AE%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CF%82%CE%BC%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82>

51. Το μαγνητικό πεδίο της Γης

<http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-B134/513/3336,13493/>



52. tanea «Τρίδυμοι» δορυφόροι θα ερευνησουν γιατί το μαγνητικό πεδίο της Γης εξασθενεί

<http://www.tanea.gr/news/science-technology/article/5056590/trio-doryforwn-tha-ereynhsei-giati-to-magnhtiko-pedio-ths-ghs-eksasthenei/>

53. Βικιπαίδεια Ηλιακός άνεμος

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CF%82)

54. nmdb Ηλιακός Άνεμος, Ηλιόσφαιρα και Διάδοση Κοσμικής Ακτινοβολίας

<http://www.nmdb.eu/?q=node/321>

55. Βασικά Στοιχεία Τροχιακής Μηχανικής

[http://web.cc.uoa.gr/~lunarsat/education/troxies\\_1\\_gr.htm](http://web.cc.uoa.gr/~lunarsat/education/troxies_1_gr.htm)

56. Βικιπαίδεια Κεντρομόλος δύναμη

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CE%BB%CE%BF%CF%82\\_%CE%B4%CF%8D%CE%BD%CE%B1%CE%BC%CE%B7](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CE%BB%CE%BF%CF%82_%CE%B4%CF%8D%CE%BD%CE%B1%CE%BC%CE%B7)

57. Βικιπαίδεια Κυκλική κίνηση

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%85%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%85%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7)

58. «Ηλεκτρομαγνητική Μελέτη και Υλοποίηση διαύλου επικοινωνίας Δορυφορικού Καναλιού» Πανταζάτου Κωνσταντίνας  
[https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDcQFjAC&url=http%3A%2F%2Fnemertes.lis.upatras.gr%2Fjspui%2Fbitstream%2F10889%2F2580%2F3%2FNimertis\\_Pantazatou\(ele\).pdf&ei=CP4AU9fkC6Wp7Ab3oYDqDA&usq=AFQjCNH-H5\\_bSxCpWuCOD5zWGExUpWO-oq&bvm=bv.61535280,d.ZGU&cad=rja](https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDcQFjAC&url=http%3A%2F%2Fnemertes.lis.upatras.gr%2Fjspui%2Fbitstream%2F10889%2F2580%2F3%2FNimertis_Pantazatou(ele).pdf&ei=CP4AU9fkC6Wp7Ab3oYDqDA&usq=AFQjCNH-H5_bSxCpWuCOD5zWGExUpWO-oq&bvm=bv.61535280,d.ZGU&cad=rja)

59. Βικιπαίδεια Hellas Sat

[http://el.wikipedia.org/wiki/Hellas\\_Sat](http://el.wikipedia.org/wiki/Hellas_Sat)

60. Hellas Sat παρουσίαση

<http://www.youtube.com/watch?v=7Vu-GnmW1oE&list=FLx809Fkv2wzf2VCSBS0k7eq&index=4>

61. Hellas Sat: Αύξηση 17,4% στα καθαρά κέρδη του 2011

<http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=26519&subid=2&pubid=112845750>

62. Υπηρεσίες Hellas Sat

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

63. Hellas Sat 2: Η εξέλιξη των δορυφορικών συστημάτων στην Ελλάδα

<http://www.satspot.gr/satellite/greece/152-hellas-sat-2-doriforos>

64. Point to point satellite service

<http://www.satelliteinsight.com/point-to-point-satellite.html>

65. wikipedia Very-small-aperture terminal

[http://en.wikipedia.org/wiki/Very-small-aperture\\_terminal](http://en.wikipedia.org/wiki/Very-small-aperture_terminal)

66. wikipedia Teleports

[http://en.wikipedia.org/wiki/Ground\\_station](http://en.wikipedia.org/wiki/Ground_station)

67. wikipedia Lockheed Martin

[http://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed\\_Martin](http://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_Martin)

68. wikipedia Atlas V

[http://en.wikipedia.org/wiki/Atlas\\_V](http://en.wikipedia.org/wiki/Atlas_V)

69. Πληροφορίες Δορυφόρου

[http://www.hellas-sat.net/gr/satellite\\_data.html](http://www.hellas-sat.net/gr/satellite_data.html)

70. Ο Δορυφόρος

[http://www.hellas-sat.net/gr/The\\_satelite.html](http://www.hellas-sat.net/gr/The_satelite.html)

71. Hellas Sat 2 (39o E) Όλες οι μεταδόσεις

<http://gr.kingofsat.net/pos-39E.php>

72. lynqsat-maps

<http://www.lyngsat-maps.com/hellas2.html>

73. Polarization – EM Waves and Antennas

<http://www.antenna-theory.com/basics/polarization.php>

74. Ενημερωτικό σεμινάριο «Δορυφορικές επικοινωνίες»

[http://www.elesme.gr/elesmegr/periodika/t27/t27\\_02.htm](http://www.elesme.gr/elesmegr/periodika/t27/t27_02.htm)

75. Ελλάδα και Κύπρος στο Διάστημα

[http://www.elesme.gr/elesmegr/periodika/t16/t16\\_4.htm](http://www.elesme.gr/elesmegr/periodika/t16/t16_4.htm)

76. Κολοβός Α., (1998), Στρατιωτική χρήση του διαστήματος, Αεροπορική Επιθεώρηση, τεύχος 56

77. Χάλαρης Ν. Γεώργιος, Ο σχεδιασμός μοντέλων δεδομένων για εφαρμογές στην εθνική άμυνα.

78. Εκπαίδευση σε εξομοιωτές leopard

<http://ellinika-ftera.blogspot.gr/2011/04/leopard.html>

79. «Εξαγωγή εκπαίδευσης» από το ελληνικό Κέντρο Εξομοιωτών

<http://www.defence-point.gr/news/?p=77585>

80. Θέματα για τις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις

<https://helleniced.wordpress.com/ellinikes-enoples-dynameis/es-sx/ekpedefsi/polemika-pegnia/>

81. Άσκηση “Ηνίοχος”, Πολεμικό Παιγνίο “Ιανός”, ΚΕΕΜ Σπάρτης

<http://www.ekeo.gr/taq/%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B1%CE%AF%CE%B3%CE%BD%CE%B9%CE%BF-%CE%B9%CE%B1%CE%BD%CF%8C%CF%82/>

82. Νάσης Στέφανος, (2008), Σύνταξη λογισμικού για την εφαρμογή εναλλακτικής μεθόδου παραγωγής ψηφιακής ορθοφωτογραφίας

83. Wikipedia Orthophoto

<http://en.wikipedia.org/wiki/Orthophoto>

84. Ορθοφωτογραφίες

<http://www.eranet.gr/ortho/html/gapps.html>

85. Βικιπαιδεία Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%BD>

86. Σαρρής Απόστολος, Γκιούρου Ανθή, Καρίμαλη Ευαγγελία, Κευγάς Ευάγγελος, Soetens Steven, Τοπούζη Σοφία, εφαρμογές των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και της δορυφορικής τηλεπισκόπησης στην αρχαιολογία

87. Δήμας Δ., (2010), Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και οι εφαρμογές τους

88. Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού

<http://www.qvs.gr/>

89. Θέματα για τις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις

<http://helleniced.wordpress.com/author/adiotos/page/14/>

90. Wikipedia Airborne early warning and control

[http://en.wikipedia.org/wiki/Airborne\\_early\\_warning\\_and\\_control](http://en.wikipedia.org/wiki/Airborne_early_warning_and_control)

91. Λεπτομέρειες σχετικά με τα νέα ΑΣΕΠΕ Εγίεγε της ΠΑ

<http://www.defencenet.gr/defence/o/6770>

92. Βασίλης Παπακώστας, (2009), Πετώντας με το ΕΜΒ-145Η ΑΕW&C της ΠΑ, αναχαίπιση/interception

93. Παραδόθηκε ο εξομοιωτής της L-3 Link για τα F-16C Block 52+ Advanced της ΠΑ

<http://ellinika-ftera.blogspot.gr/2011/02/o-f-16.html>