

Πανεπιστήμιο Πειραιώς
Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων
Π.Μ.Σ «Ψηφιακά Συστήματα και Υπηρεσίες»
Κατεύθυνση Δικτυοκεντρικών Πληροφοριακών Συστημάτων



Διπλωματική Εργασία με θέμα:

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ SATCOM



Satellite Air Traffic & Control Management

Επιβλέπων: Αναπληρωτής Καθηγητής - Θεμιστοκλέους Μαρίνος - Email: mthemist@unipi.gr

Συντάκτης: Καλογερόπουλος Ιωάννης (ME13039) - Email: kal_john18@yahoo.gr

Πειραιάς 2016

Στην συγγραφή της παρούσας εργασίας συνετέλεσε και η 13χρονη εμπειρία μου, ως Υπαξιωματικός στις τάξεις της Πολεμικής Αεροπορίας, σε θέματα στρατιωτικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας και Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας. Να επισημάνω ότι σε αυτήν την εργασία (έγγραφο και οπτικός δίσκος DVD) δεν περιέχονται πληροφορίες στρατιωτικού περιεχομένου, αλλά γενικές γνώσεις γύρω από τον Έλεγχο Εναέριας Κυκλοφορίας και γύρω από την αξιοποίηση ενός ασύρματου πρωτοκόλλου επικοινωνίας, το οποίο συμβάλλει καθοριστικά στην αύξηση της ασφάλειας των πτήσεων γενικότερα, και οι οποίες γνώσεις δεν αποτελούν αντικείμενο στρατιωτικής διαβάθμισης πληροφοριών. Η δημιουργία και η εφαρμογή του συγκεκριμένου project αποσκοπεί στην αξιοποίησή του, μόνο για ειρηνικούς σκοπούς. Τέλος, σε περίπτωση που ισχυριστεί κάποιος κάτι αντίθετο με αυτά που αναγράφονται παραπάνω, θα ήθελα να υπενθυμίσω ότι σύμφωνα με το άρθρο 19 της Οικουμενικής Διακήρυξης για τα Δικαιώματα του Ανθρώπου **«Καθένας έχει το δικαίωμα της ελευθερίας της γνώμης και της έκφρασης, που σημαίνει το δικαίωμα να μην υφίσταται δυσμενείς συνέπειες για τις γνώμες του, και το δικαίωμα να αναζητεί, να παίρνει και να διαδίδει πληροφορίες και ιδέες, με οποιοδήποτε μέσο έκφρασης, και από όλο τον κόσμο»**. Το άρθρο (αρθ.19 ΟΔΔΑ) αυτό αποτελεί μέρος των γενικά παραδεγμένων κανόνων του διεθνούς δικαίου και σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 28 του ισχύοντος Συντάγματος της Ελλάδας **«Οι γενικά παραδεγμένοι κανόνες του διεθνούς δικαίου, καθώς και οι διεθνείς συμβάσεις, από την επικύρωσή τους με νόμο και τη θέση τους σε ισχύ σύμφωνα με τους όρους καθεμιάς, αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του ελληνικού εσωτερικού δικαίου και υπερισχύουν από κάθε άλλη αντίθετη διάταξη νόμου...»**.

Επίσης η πνευματική ιδιοκτησία αποκτάται χωρίς καμία διατύπωση και χωρίς την ανάγκη ρήτρας απαγορευτικής των προσβολών της. Επισημαίνεται πάντως ότι κατά τον Ν. 2121/1993 και τη Διεθνή Σύμβαση της Βέρνης (που έχει κυρωθεί με τον Ν.100/1975) απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου, με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά, στο πρωτότυπο ή σε μετάφραση ή άλλη διασκευή, χωρίς γραπτή άδεια του εκδότη. Επιπροσθέτως τα πνευματικά δικαιώματα της παρούσας εργασίας με τίτλο «Πληροφοριακό Σύστημα Διαχείρισης Ελέγχου Αεροσκαφών SATCOM» παραχωρούνται στον αξιότιμο Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Μαρίνο Θεμιστοκλέους, ο οποίος είναι και ο επιβλέπων του παρόντος έργου. Το συγκεκριμένο project, το οποίο αποτελείται από το παρών έγγραφο, αλλά και έναν οπτικό δίσκο DVD μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ερευνητικούς ή εκπαιδευτικούς σκοπούς, αλλά δεν μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο εμπορικής αξιοποίησης χωρίς την γραπτή άδεια του συγγραφέα και του προαναφερθέντος επιβλέποντα καθηγητή.

‘Σήμερα το μεγαλύτερο όπλο του ανθρώπου είναι η γνώση, αλλά μόνο όταν διακατέχεται από σοφία και φρόνηση μπορείς να την διαχειριστείς και να την αξιοποιήσεις σωστά, διαχωρίζοντας την καλή από την κακή.’

Καλογερόπουλος Ιωάννης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	-5-
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	-6-
1.1 – Εισαγωγή στα Πληροφοριακά Συστήματα.....	-6-
1.2 – Τι είναι Πληροφοριακό Σύστημα;.....	-7-
1.3 – Κύκλος ζωής Πληροφοριακών Συστημάτων.....	-8-
Στάδιο 1 – Ανάγκη δημιουργίας ΠΣ.....	-9-
Στάδιο 2 – Μελέτη εφικτότητας ή υλοποιησιμότητας ΠΣ.....	-9-
Στάδιο 3 – Σχεδίαση ΠΣ.....	-9-
Στάδιο 4 – Υλοποίηση και έλεγχος ΠΣ.....	-9-
Στάδιο 5 – Λειτουργία και Συντήρηση του ΠΣ.....	-10-
Στάδιο 6 – Απόσυρση ή επανασχεδιασμός ΠΣ.....	-10-
1.4 – Σκοπός έρευνας και αντικειμενικοί στόχοι.....	-10-
1.5 – Δομή εργασίας.....	-11-
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝΣ.....	-12-
Φάση 1-Λειτουργικές και Μη-Λειτουργικές απαιτήσεις.....	-12-
Φάση 2-Επιχειρησιακές Διαδικασίες.....	-13-
Φάση 3-Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός.....	-14-
Φάση 4-Δημιουργία ΠΣ.....	-14-
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.....	-16-
3.1 – Έλεγχος πτήσεων αεροσκαφών και βασικές ορολογίες.....	-16-
Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO).....	-16-
Περιοχή Πληροφοριών Πτήσεων (FIR).....	-17-
Ελεγκτής Εναέριας Κυκλοφορίας.....	-18-
Ραντάρ εδάφους (Radar).....	-18-
Ορίζοντας ραντάρ (Horizon Radar).....	-19-
Οπτικός ορίζοντας (Horizon Optical).....	-19-
Νεκρός τομέας ραντάρ (radar blank sector).....	-20-
Δευτερεύων Ραντάρ Έρευνας (IFF).....	-20-
Mode 3.....	-20-
Μετεωρολογικό Ραντάρ (Meteorological Radar).....	-21-
Traffic Collision Avoidance System (TCAS).....	-21-
Μαύρο κουτί (Black Box).....	-22-
Αεροδιάδρομος (Air Route).....	-23-
Χαρακτηριστικό κλήσης (Call sign).....	-23-
Σχέδιο Πτήσης (Flight Plan).....	-23-
Επίπεδο Πτήσης (Flight Level).....	-25-
Πτήση με όργανα (IFR).....	-25-
Πτήση εξ' όψεως (VFR).....	-25-
3.2 – Ανάλυση κινδύνων μιας πτήσης αεροσκάφους.....	-26-
Σύγκρουση αεροσκαφών.....	-27-
Είσοδος του αεροσκάφους σε καταγιδα ή άσχημα καιρικά φαινόμενα.....	-28-
Πτήση ελαφρών ή υπερελαφρών αεροσκαφών σε νεκρούς τομείς.....	-28-
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SATCOM.....	-29-
4.1 – Γενική περιγραφή SATCOM.....	-29-
4.2 – Αρχιτεκτονική προτεινόμενου μοντέλου-SATCOM.....	-31-
4.3 – Φάση 1-Λειτουργικές και Μη-Λειτουργικές απαιτήσεις.....	-32-
4.3.1 – Λειτουργικές απαιτήσεις.....	-32-
4.3.2 – Μη-Λειτουργικές απαιτήσεις.....	-34-

4.4 – Βάσεις Δεδομένων.....	-35-
4.4.1 – Βασικές διαφορές υψηλού επιπέδου μεταξύ SQL και NoSQL..	-35-
4.4.2 – Βάση δεδομένων SATCOM.....	-36-
4.4.3 – Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων.....	-36-
4.5 – Φάση 2-Επιχειρησιακές Διαδικασίες SATCOM.....	-39-
4.6 – Φάση 3-Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός SATCOM.....	-41-
4.6.1 – Δορυφόροι.....	-41-
4.6.2 – Δέκτες GPS – Τεχνολογία GPS.....	-45-
4.6.3 – Κεραίες WiMAX.....	-47-
4.6.4 – Ανάλυση του Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού του SATCOM.....	-49-
4.6.5 – Διαγράμματα Ροής Δεδομένων και Αρχιτεκτονικό πλάνο SATCOM.....	-53-
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ SATCOM.....	-56-
5.1 – Εισαγωγή.....	-56-
5.2 – Τεχνική περιγραφή Βάσης Δεδομένων SATCOM.....	-58-
5.3 – Διασύνδεση συσκευών SATCOM.....	-67-
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	-68-
6.1 – Παράδειγμα εφαρμογής SATCOM.....	-68-
6.2 – Συμπεράσματα.....	-77-
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	-78-
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	-81-
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 – ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	-89-

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την οικονομική στήριξη που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος, έτσι ώστε να μπορέσω να ανταποκριθώ στις οικονομικές απαιτήσεις αυτού. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων και επιβλέπων της παρούσας εργασίας κ. Θεμιστοκλέους Μαρίνο, για τη στήριξη και τη βοήθεια που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου από το Προπτυχιακό έως και το παρών Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα. Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου και στους περισσότερους από τους υπόλοιπους καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος για τον επαγγελματισμό και την άψογη συνεργασία, που επέδειξαν κατά την διδασκαλία των μαθημάτων, μαζί μου, αλλά και με τους υπόλοιπους φοιτητές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1.1 – Εισαγωγή στα Πληροφοριακά Συστήματα

Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης και χρήσης του παγκόσμιου ιστού (Internet), της συνεχούς ροής των δεδομένων και συνάμα των πληροφοριών, της αναγκαιότητας διευκόλυνσης των υπηρεσιών των επιχειρήσεων ή κρατικών οργανισμών κ.ά έχει καταστεί ολοένα και περισσότερο η ανάγκη για δημιουργία νέων Πληροφοριακών Συστημάτων ή ολοκλήρωση προϋπαρχόντων. Τα Πληροφοριακά Συστήματα (Εικόνα 1) συμβάλλουν αποτελεσματικά στις υπηρεσίες ενός οργανισμού (επιχειρησιακές διαδικασίες) με σκοπό την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, την ασφαλέστερη και ταχύτερη μεταφορά και επεξεργασία των πληροφοριών τόσο εντός όσο και εκτός του οργανισμού. Δηλαδή διευκολύνουν τη λειτουργία εντός του οργανισμού, αλλά και κατά την αλληλεπίδραση αυτού με εξωτερικούς παράγοντες (πελάτες, χρήστες κτλ).



Εικόνα 1 – Τα Πληροφοριακά Συστήματα στη ζωή των ανθρώπων

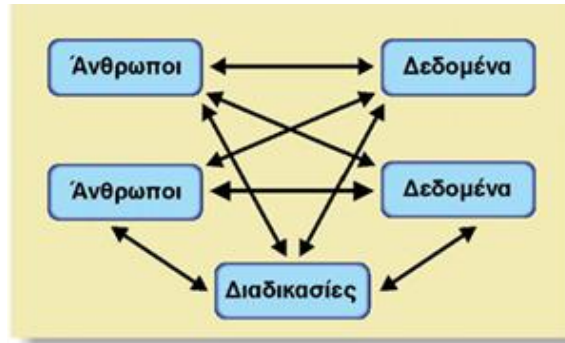
1.2 - Τι είναι Πληροφοριακό Σύστημα;

Πληροφοριακό Σύστημα (Information System - IS) είναι ένα σύνολο διαδικασιών αυτοματοποιημένων υπολογιστικών συστημάτων, που προορίζονται για την ασφαλή συλλογή, εγγραφή, ανάκτηση, επεξεργασία, αποθήκευση και ανάλυση δεδομένων, με σκοπό τη σύνθεση της πληροφορίας, στο οποίο σύνολο, η συμβολή του ανθρώπινου δυναμικού μπορεί να είναι είτε επιβεβλημένη είτε όχι (Εικόνα 2).

Αυτό το σύνολο είναι οργανωμένο και αποτελείται από έξι στοιχεία:

- Υλικό (Hardware)
- Λογισμικό (Software)
- Βάσεις Δεδομένων (Databases)
- Δίκτυα (Networks)
- Επιχειρησιακές Διαδικασίες (Procedures)
- Ανθρώπινο Δυναμικό

Το υλικό (hardware) περιλαμβάνει όλα τα υλικά μέρη που μπορεί να αποτελείται ένας υπολογιστής (κεντρική μονάδα, οθόνη, ποντίκι, πληκτρολόγιο κτλ), αλλά και τις περιφερειακές συσκευές που είναι συνδεδεμένες σε αυτόν (εκτυπωτής, σαρωτής, φωτοτυπικό κτλ). Το λογισμικό (software), ουσιαστικά είναι όλα τα προγράμματα που περιέχονται στο υλικό, τα οποία εκτελούν όλες τις απαραίτητες λειτουργίες που έχουν καθοριστεί, κατά τη δημιουργία τους, με σκοπό την αυτοματοποίηση των υπολογιστικών συστημάτων. Οι βάσεις δεδομένων (databases) είναι από πολύ μικρά έως τεράστια σύνολα καλά οργανωμένων δεδομένων, στα οποία εκτελούνται λειτουργίες όπως η εγγραφή, διαγραφή, ανάκτηση, επεξεργασία, αποθήκευση, οι οποίες λειτουργίες συμβάλλουν στην σύνθεση ή παραγωγή της πληροφορίας. Τα δίκτυα (networks), είναι ο τρόπος διασύνδεσης ενός υπολογιστικού συστήματος με περιφερειακές συσκευές ή με άλλα υπολογιστικά συστήματα. Αυτός ο τρόπος διασύνδεσης, δηλαδή τα δίκτυα, μπορούν να διαχωριστούν σε ενσύρματα (wired) και ασύρματα (wireless) ανάλογα με τις ανάγκες και τον σκοπό του Πληροφοριακού Συστήματος. Επιχειρησιακές Διαδικασίες είναι οι αποφάσεις που λαμβάνονται για την εκτέλεση μιας σειράς εντολών, είτε από το ίδιο το υπολογιστικό σύστημα είτε από την ανθρώπινη βούληση, με σκοπό τον κατάλληλο συνδυασμό των παραπάνω στοιχείων ή των δεδομένων, έτσι ώστε να επιλεγεί η καταλληλότερη έξοδος για την προώθηση της πληροφορίας. Τέλος, το ανθρώπινο δυναμικό είναι το σύνολο των ανθρώπων, που συμβάλλουν για την εύρυθμη λειτουργία του Πληροφοριακού Συστήματος.

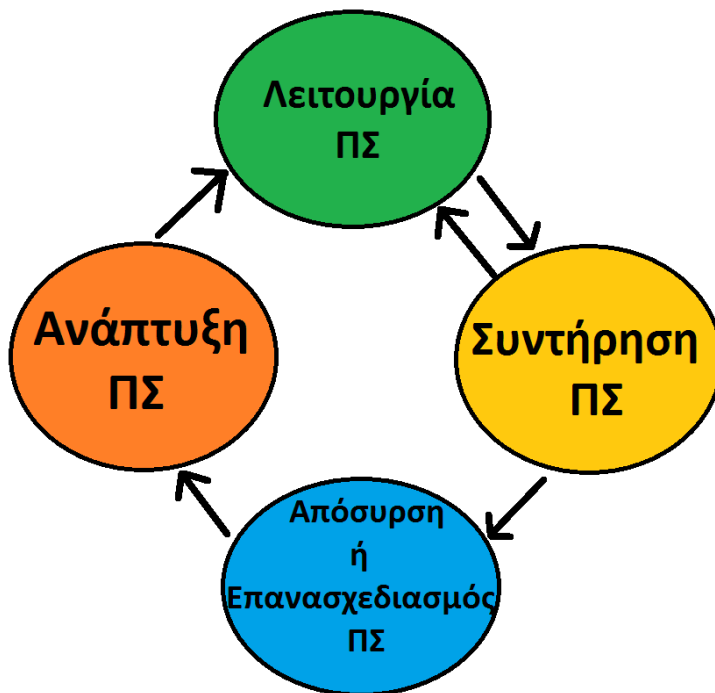


Εικόνα 2 – Διασύνδεση Πληροφοριακού Συστήματος

Το ανθρώπινο δυναμικό μπορεί να περιοριστεί ή και να εκλείπει στην περίπτωση που θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα Πληροφοριακό Σύστημα, ανεξάρτητο ή εν μέρει ανεξάρτητο από την ανθρώπινη βούληση ή παρέμβαση, αντικαθιστώντας το με δίκτυα αισθητήρων (sensors' networks) ή/και υπολογιστικά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης (artificial intelligence).

1.3 - Κύκλος ζωής Πληροφοριακών Συστημάτων

Ο κύκλος ζωής ενός Πληροφοριακού Συστήματος είναι η σειρά των σταδίων που ακολουθούνται από την δημιουργία ενός ΠΣ μέχρι την απόσυρσή ή επαναχρησιμοποίηση του (Εικόνα 3). Κατά τον κύκλο ζωής ενός ΠΣ υπάρχουν γενικότερα δύο υποκείμενα που συμμετέχουν σ' αυτόν, τα οποία είναι ο πελάτης και ο σχεδιαστής.



Εικόνα 3 – Κύκλος ζωής Πληροφοριακού Συστήματος

Σε γενικές γραμμές υπάρχουν πολλές μορφές κύκλων ζωής στη βιβλιογραφία των Πληροφοριακών Συστημάτων, αλλά παρ' όλα αυτά παρακάτω παρουσιάζονται τα στάδια μιας μορφής που θεωρούμε ότι είναι και η πιο πλήρης.

Στάδιο 1 – Ανάγκη δημιουργίας ΠΣ (Ανάπτυξη ΠΣ)

Κατά το στάδιο 1 καθορίζεται η ανάγκη για τη δημιουργία του ΠΣ, δηλαδή ο λόγος για τον οποίο θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα ΠΣ και σε τι αυτό θα μας φανεί χρήσιμο.

Στάδιο 2 – Μελέτη εφικτότητας ή υλοποιησιμότητας ΠΣ (Ανάπτυξη ΠΣ)

Σύμφωνα με αυτό το στάδιο πρέπει να διενεργηθεί μελέτη για το πόσο εφικτό είναι να εφαρμοστεί στην πράξη το ΠΣ που θέλουμε να δημιουργήσουμε και στην ουσία εξετάζεται αν αυτό το ΠΣ είναι υλοποιήσιμο.

Στάδιο 3 – Σχεδίαση ΠΣ (Ανάπτυξη ΠΣ)

Στο στάδιο 3 πραγματοποιείται η σχεδίαση του ΠΣ και είναι ένα από τα σημαντικότερα και ουσιαστικότερα στάδια, γιατί με βάση αυτό το στάδιο θα καθοριστεί ο τρόπος λειτουργίας του ΠΣ και το πώς αλληλεπιδρούν τα επί μέρους συστήματα του ΠΣ μεταξύ τους (Αρχιτεκτονική Σχεδίαση του ΠΣ). Επίσης, κατά τη σχεδίαση του ΠΣ γίνεται και ο διαχωρισμός των δραστηριοτήτων σε μικρότερες δραστηριότητες έτσι ώστε να είναι πιο αποτελεσματική η διοίκηση του έργου. Τέλος σε αυτό το στάδιο καθορίζονται οι λειτουργικές και μη-λειτουργικές απαιτήσεις του ΠΣ και λαμβάνονται υπόψη τυχόν θέματα ασφαλείας που μπορεί να προκύψουν κατά την υλοποίηση του στο επόμενο στάδιο.

Στάδιο 4 – Υλοποίηση και έλεγχος ΠΣ (Ανάπτυξη ΠΣ)

Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται η δημιουργία του λογισμικού, δηλαδή των εφαρμογών του ΠΣ, κατά την οποία μπορεί να γίνει χρήση διάφορων εργαλείων όπως το Visual Studio, Netbeans, Eclipse κ.ά. Παράλληλα με τη δημιουργία του λογισμικού πραγματοποιείται και η υλοποίηση του υλικού, δηλαδή του τεχνικού εξοπλισμού που έχει απαιτηθεί για την εύρυθμη λειτουργία του ΠΣ. Κατά τη διάρκεια της δημιουργίας και με την ολοκλήρωση του λογισμικού και του υλικού πραγματοποιούνται διάφοροι έλεγχοι με σκοπό να διαπιστωθούν διάφορα προβλήματα (π.χ. bugs, ασυμβατότητα εφαρμογών, λάθος υλοποίηση εξοπλισμού, ζητήματα ασφαλείας, ποιότητα υπηρεσιών (QoS-Quality of Services) κτλ).

Στάδιο 5 – Λειτουργία και Συντήρηση του ΠΣ (Λειτουργία και Συντήρηση ΠΣ)

Στο στάδιο 5 πραγματοποιείται η παράδοση του ΠΣ, όπου δοκιμάζεται το ΠΣ από τον πελάτη-αγοραστή για το εάν πληροί τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές που έχει θέσει ο τελευταίος. Παράλληλα πραγματοποιούνται διάφορα σεμινάρια με σκοπό την εκπαίδευση των μελλοντικών χρηστών του ΠΣ. Τέλος από αυτό το στάδιο ξεκινάει ουσιαστικά και η συντήρηση του ΠΣ, ενώ έχουμε και την αξιολόγησή της λειτουργίας του συνολικά.

Στάδιο 6 – Απόσυρση ή επανασχεδιασμός ΠΣ (Απόσυρση ή επανασχεδιασμός ΠΣ)

Στο στάδιο 6, το οποίο είναι συνήθως πολύ μεταγενέστερο χρονικά από το στάδιο 5, έχουμε την απόσυρση ή τον επανασχεδιασμό του ΠΣ. Δηλαδή, όταν μετά από κάποια χρόνια λειτουργίας, θεωρηθεί από έναν οργανισμό ότι το ΠΣ δεν εξυπηρετεί ή δεν καλύπτει πλήρως τις ανάγκες του οργανισμού, τότε αυτό αποσύρεται εντελώς ή επανασχεδιάζεται με βάση τις υπάρχουσες και τις ενδεχόμενες μελλοντικές ανάγκες του οργανισμού.

1.4 - Σκοπός έρευνας και αντικειμενικοί στόχοι

Ο σκοπός έρευνας της συγκεκριμένης εργασίας είναι η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης και ελέγχου αεροσκαφών, τα οποία ίπτανται σε μια καθορισμένη περιοχή, με απώτερο στόχο την αύξηση της ασφάλειας των πτήσεων και την ελαχιστοποίηση ως και αποτροπή των αεροπορικών ατυχημάτων.

Αντικειμενικοί στόχοι

Οι αντικειμενικοί στόχοι της παρούσας εργασίας είναι οι παρακάτω και ουσιαστικά είναι ιεραρχικά αλληλεξαρτώμενοι σύμφωνα με τη σειρά, με την οποία αναφέρονται και σκοπό έχουν την κατανόηση από τον αναγνώστη:

- της παρούσας κατάστασης και των προβλημάτων αυτής όσον αφορά την διαδικασία ελέγχουν αεροσκαφών.
- της ασφάλειας πτήσεων και των κινδύνων που ενέχουν κατά τη διάρκεια μιας πτήσης.
- της προτεινόμενης λύσης.
- των αποτελεσμάτων που προσδίδει η προτεινόμενη λύση.

- των μειονεκτημάτων της προτεινόμενης λύσης, με σκοπό τη βελτίωση ή και την εξάλειψη τους.

1.5 - Δομή εργασίας

Στις παραπάνω παραγράφους παρουσιάστηκε μια αρχική εισαγωγή στα Πληροφοριακά Συστήματα, στο τι είναι Πληροφοριακό Σύστημα καθώς και ο σκοπός έρευνας και οι αντικειμενικοί στόχοι της παρούσας εργασίας. Στο επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 2) θα αναλυθεί η Αρχιτεκτονική των Πληροφοριακών Συστημάτων σε γενικές γραμμές. Δηλαδή θα αναφερθούν τα στάδια που ακολουθούνται για την ανάλυση της αρχιτεκτονικής ενός ΠΣ. Στο Κεφάλαιο 3 θα γίνει μια γενική αναφορά στην παρούσα κατάσταση όσον αφορά τον έλεγχο αεροσκαφών και το πώς αυτός λειτουργεί. Δηλαδή θα παρουσιαστεί ο τρόπος λειτουργίας ελέγχου ενός αεροσκάφους σε μια περιοχή και θα απαντηθούν τα ερωτήματα το πώς ένας ελεγκτής εναέριας κυκλοφορίας γνωρίζει σε ποιο σημείο ίπταται ένας συγκεκριμένο αεροσκάφος μια συγκεκριμένη στιγμή, το πώς επικοινωνεί ένας ελεγκτής με έναν πιλότο αεροσκάφους κτλ. Επίσης θα αναλυθούν οι κίνδυνοι που υπάρχουν κατά την πτήση ενός αεροσκάφους, αλλά και οι κίνδυνοι που προκύπτουν κατά τη διάρκεια αυτής λόγω διάφορων προβλημάτων χωρίς τη χρήση του SATCOM. Στο Κεφάλαιο 4 θα παρουσιαστεί η Αρχιτεκτονική του προτεινόμενου μοντέλου, δηλαδή του Πληροφοριακού Συστήματος SATCOM (Satellite Air Traffic & Control Management), καθώς και οι διάφορες φάσεις από τις οποίες αποτελείται. Στο Κεφάλαιο 5 θα γίνει η Τεχνική περιγραφή του SATCOM, δηλαδή ουσιαστικά θα αναφερθούμε στο τι χρησιμοποιήσαμε (Γλώσσα Προγραμματισμού, Βάση Δεδομένων, Τεχνικός Εξοπλισμός, Δίκτυα κτλ) για να κατασκευάσουμε το ΠΣ SATCOM και στο τι μπορεί να προστεθεί και να χρησιμοποιηθεί από αυτό με σκοπό τη βελτίωση της λειτουργίας του. Στο Κεφάλαιο 6 θα παρουσιαστούν ένα παράδειγμα χρήσης της εφαρμογής του SATCOM, αλλά και κάποια χρήσιμα συμπεράσματα. Στο Κεφάλαιο 7 υπάρχει η βιβλιογραφία στην οποία έχουν καταγραφεί οι βιβλιογραφικές αναφορές και οι διάφορες πηγές, οι οποίες συνέβαλλαν στην συγγραφή αυτής της εργασίας. Στο Κεφάλαιο 8 υπάρχει το Παράρτημα μέσω του οποίου θα παρουσιαστούν ενδεικτικά μέρη του κώδικα της εφαρμογής και τέλος στο Κεφάλαιο 9 υπάρχουν οι οδηγίες για την εγκατάσταση της εφαρμογής σε ένα υπολογιστικό σύστημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Σ' αυτό κεφάλαιο θα αναλυθεί ουσιαστικά η αρχιτεκτονική των ΠΣ (Πληροφοριακών Συστημάτων) στη γενική της μορφή. Σύμφωνα με το κύκλο ζωής των ΠΣ που αναφέρθηκε παραπάνω βρισκόμαστε στην 1^η φάση του κύκλου ζωής ενός ΠΣ (Ανάπτυξη ΠΣ), όπου περιλαμβάνονται τα τέσσερα (4) προαναφερθέντα στάδια:

- Ανάγκη δημιουργίας ΠΣ
- Μελέτη εφικτότητας ή υλοποιησιμότητας ΠΣ
- Σχεδίαση ΠΣ
- Υλοποίηση και έλεγχος ΠΣ

Πιο συγκεκριμένα θα μελετηθούν οι φάσεις και οι μεθοδολογίες σχεδιασμού, που χρησιμοποιούνται πιο συχνά, για την ανάλυση της αρχιτεκτονικής των Πληροφοριακών Συστημάτων. Οι φάσεις που διέρχεται η αρχιτεκτονική ενός ΠΣ είναι γενικά τέσσερις (4) και είναι οι παρακάτω:

Φάση 1 - Λειτουργικές και Μη-Λειτουργικές απαιτήσεις (Functional & Non-Functional Requirements):

Σ' αυτή τη φάση ο πελάτης καταγράφει όλες τις απαιτήσεις που έχει για τη δημιουργία του ΠΣ, οι οποίες μπορεί να είναι λειτουργικές και μη-λειτουργικές και έτσι ενημερώνει εγγράφως τον σχεδιαστή. Οι λειτουργικές απαιτήσεις σχετίζονται, όπως νοείται και από τη λέξη, με τη λειτουργικότητα του ΠΣ. Για παράδειγμα ο πελάτης μπορεί να θέλει το ΠΣ να έχει έλεγχο πιστοποίησης κατά την είσοδο ενός χρήστη σε μια εφαρμογή του ΠΣ (όνομα και κωδικό χρήστη). Οι μη-λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν ιδιότητες του συστήματος που συνήθως εκφράζονται βάσει χαρακτηριστικών της μορφής:

- Απόδοση (performance)
- Χρηστικότητα (usability)
- Ασφάλεια (security)

- ο **Νομιμότητα (legislative)**
- ο **Ιδιωτικότητα (privacy)**

Δηλαδή, οι μη-λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν το πώς (ή το πόσο καλά) το σύστημα θα υποστηρίξει τις λειτουργικές απαιτήσεις. Τέλος στις μη-λειτουργικές απαιτήσεις θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε και τις στρατηγικές απαιτήσεις, οι οποίες υπάρχουν συνήθως στην περίπτωση που το ΠΣ απευθύνεται σε μια επιχείρηση και το οποίο θα συμβάλλει περισσότερο στην αύξηση των κερδών μιας επιχείρησης, σε ένα περιβάλλον μεγάλου ανταγωνισμού, σε σχέση με άλλες αντίστοιχες επιχειρήσεις του κλάδου της.

Φάση 2 –Επιχειρησιακές Διαδικασίες (Business Procedures): Κατά τη φάση αυτή πρέπει να μελετώνται οι επιχειρησιακές διαδικασίες του οργανισμού. Αυτές σχετίζονται άμεσα με τη λειτουργία και την τυποποίηση των διαδικασιών του οργανισμού. Η μελέτη αυτή πραγματοποιείται σε δύο (2) στάδια, τα οποία είναι τα παρακάτω:

Στάδιο 1 – Καταγραφή και Ανάλυση Διαδικασιών: Κατά το στάδιο αυτό καταγράφονται οι επιχειρησιακές διαδικασίες, αλλά και:

- Η λογική και οι κανόνες, που τις διέπουν.
- Οι εξαιρέσεις και οι περιορισμοί που μπορεί να υπάρχουν.
- Οι εσωτερικές, οι εξωτερικές οντότητες και οι ρόλοι.
- Οι πόροι που καταναλώνονται.
- Οι εξαρτήσεις που έχει η κάθε διαδικασία και οι έλεγχοι που ασκούνται σ' αυτήν.
- Ο χρόνος και το κόστος.
- Συχνότητα των επαναλήψεων.

Τέλος, πραγματοποιείται η ανάλυση της διαδικασίας, η οποία μοντελοποιείται μέσω διάφορων τεχνικών από το χώρο της Διαχείρισης Επιχειρησιακών Διαδικασιών (Business Process Management - BPM).

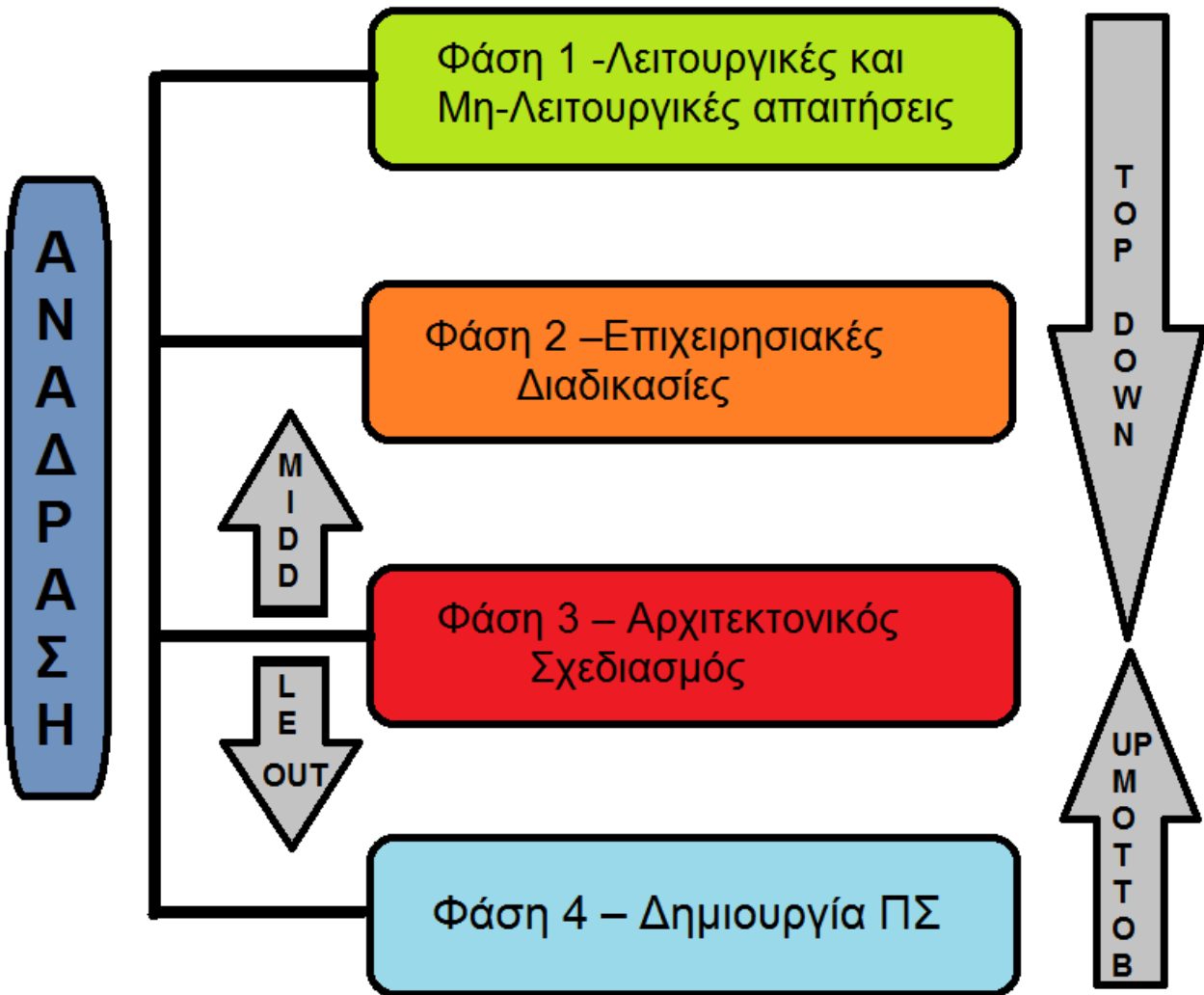
Στάδιο 2 – Αναδιοργάνωση Επιχειρησιακών Διαδικασιών: Σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι υπάρχει δυνατότητα βελτίωσης των διαδικασιών μετά την μοντελοποίηση τους πραγματοποιείται αναδιοργάνωση με σκοπό τη βελτίωση της αποτελεσματικότητάς τους.

Φάση 3 – Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός (Architecture Design): Στη φάση του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού λαμβάνονται υπόψη οι λειτουργικές και μη-λειτουργικές απαιτήσεις που έχουν καταγραφεί στη φάση 1 και αυτοματοποιούνται οι επιχειρησιακές διαδικασίες της φάσης 2. Ουσιαστικά έχουμε ένα αρχιτεκτονικό πλάνο, το οποίο ενσωματώνει τις δύο προηγούμενες φάσεις για να προχωρήσουμε στην επόμενη φάση.

Φάση 4 – Δημιουργία ΠΣ: Σ' αυτή τη φάση αρχίζει η δημιουργία του ΠΣ, με την κατασκευή παράλληλα του υλικού και του λογισμικού, που απαιτείται για την ολοκλήρωση του ΠΣ. Επίσης σ' αυτό το στάδιο μπορούμε να έχουμε και τη διαδικασία της λεγόμενης «ανάδρασης» (feedback) με την οποία μεταβαίνουμε στις προηγούμενες φάσεις για τυχόν διορθώσεις με σκοπό τη βελτίωση του ΠΣ.

Αφού αναλύθηκαν οι φάσεις της Αρχιτεκτονικής ενός ΠΣ, παρακάτω παρουσιάζονται οι τρεις (3) πιο γνωστές μεθοδολογίες σχεδιασμού (Εικόνα 4), οι οποίες είναι:

- **Από Πάνω προς τα Κάτω – Top Down:** Οι φάσεις σχεδιασμού ξεκινούν από τη φάση 1 και φτάνουν έως τη φάση 4 όπως φαίνεται και στο σχεδιάγραμμα.
- **Από Κάτω προς τα Πάνω – Bottom Up:** Αυτή η μέθοδος ακολουθεί την αντίστροφη πορεία των φάσεων της Top Down και γενικά δεν θεωρείται ότι είναι η καταλληλότερη μέθοδος προς επιλογή για τον σχεδιασμό ενός ΠΣ.
- **Από Μέσα προς τα Έξω – Middle Out:** Η συγκεκριμένη μέθοδος σχεδιασμού χρησιμοποιείται όταν να περιορίσουμε κατά πολύ το χρονικό της ολοκλήρωσης του ΠΣ και είναι αρκετά αποτελεσματική μέθοδος διότι ξεκινάμε με τη φάση 3 τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του ΠΣ, ενώ εκτελούμε παράλληλα ή ταυτόχρονα και τις υπόλοιπες φάσεις του σχεδιασμού, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρόνου.



Εικόνα 4 – Μεθοδολογίες σχεδιασμού Πληροφοριακών Συστημάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

3.1-Έλεγχος πτήσεων αεροσκαφών και βασικές ορολογίες

Για να κατανοήσουμε πως ασκείται ο έλεγχος αεροσκαφών σε μια ευρύτερη περιοχή, θα πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε κάποιους αεροπορικούς όρους, οι οποίοι είναι άμεσα συνδεδεμένοι με το αντικείμενο, οι οποίοι είναι οι παρακάτω.

Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO – International Civil Aviation Organization)

Ο ICAO (Εικόνα 5) είναι οργανισμός, ο οποίος ρυθμίζει τις διεθνείς αερομεταφορές. Είναι τμήμα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών και ιδρύθηκε το 1947 σύμφωνα με τη σύμβαση του Σικάγου (1944). Αποτελείται από 191 μέλη, εδρεύει στο Μόντρεαλ του Καναδά και τα σημαντικότερα καθήκοντα του οργανισμού είναι τα παρακάτω:

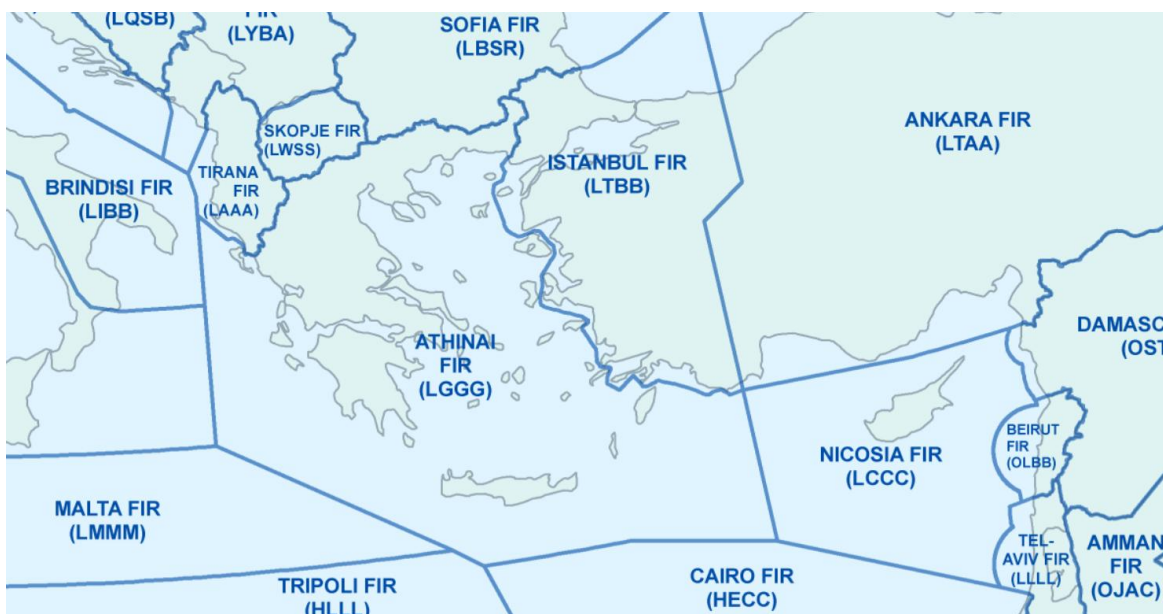
- Προτυποποίηση και ασφάλεια της αεροπλοΐας.
- Ρύθμιση του Διεθνούς Αεροπορικού Δικαίου (ΔΑΔ).
- Ανάπτυξη των αναγκαίων υποδομών, με κοινά προγράμματα υποστήριξης των μελών για τη χρηματοδότησή τους, καθώς και προγραμμάτων τεχνικής βοήθειας.
- Η διανομή και διαχείριση των κωδικών (κωδικών ICAO) για τα αεροδρόμια (π.χ. Αεροδρόμιο Θεσσαλονίκης - LGTS), τα αεροσκάφη και τις αεροπορικές εταιρίες (π.χ. Aegean Airlines - AEE) σε παγκόσμιο επίπεδο.
- Προτυποποίηση των ταξιδιωτικών εγγράφων, σε παγκόσμιο ενιαίο τύπο.



Εικόνα 5 – Έμβλημα ICAO (International Civil Aviation Organization)

Περιογή Πληροφοριών Πτήσεων (FIR – Flight Information Region)

Η ΠΠΠ (FIR) χρησιμοποιείται για να καθορίσει έναν συγκριμένο εναέριο χώρο καθορισμένης έκτασης, μέσα στον οποίο παρέχονται πληροφορίες πτήσης από μία συγκεκριμένη χώρα. Η αρμόδιες υπηρεσίες στην Ελλάδα για το FIR Αθηνών (Εικόνα 6) είναι η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας για τις πολιτικές και η Πολεμική Αεροπορία για τις στρατιωτικές πτήσεις.



Εικόνα 6 – FIR Αθηνών

Ελεγκτής Εναέριας Κυκλοφορίας

Ελεγκτής Εναέριας Κυκλοφορίας είναι το άτομο, το οποίο επικοινωνεί με τον πιλότο, δίνοντάς του οδηγίες ή πληροφορίες πτήσης και η επικοινωνία αυτή πραγματοποιείται μέσω ασυρμάτου.



Εικόνα 7 – Ο πύργος Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας του αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος

Ραντάρ εδάφους (Radar)

Είναι συσκευή, η οποία εντοπίζει τη θέση του αεροσκάφους, το οποίο ίπταται εντός της εμβέλειάς του σε μια καθορισμένη περιοχή, και ουσιαστικά συνεισφέρει στις παρεχόμενες υπηρεσίες Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας.



Εικόνα 8 – Ραντάρ εδάφους

Ορίζοντας ραντάρ (Horizon Radar)

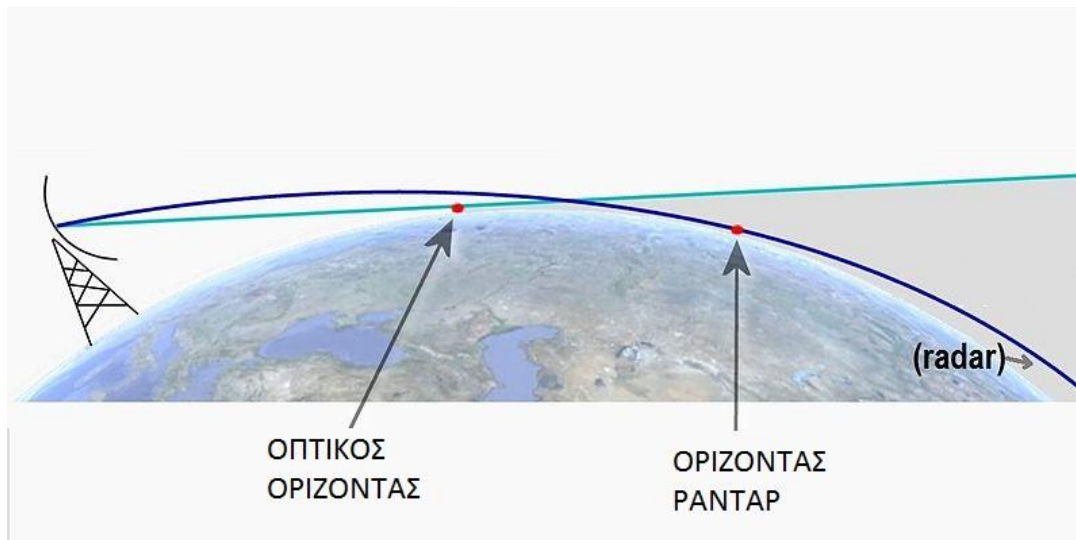
Ο ορίζοντας ραντάρ (Εικόνα 9) είναι ένας γεωμετρικός τύπος μέσω του οποίου μπορούμε να υπολογίσουμε την γεωμετρική απόσταση της εμβέλειας του ραντάρ σε χαμηλά ύψη με βάση την καμπυλότητα της γης και το ύψος, που είναι τοποθετημένη η κεραία του ραντάρ. Κατά τον ορίζοντα ραντάρ η εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι ουσιαστικά μια εφαπτομένη στην επιφάνεια της γης και ορίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$D_h = \sqrt{2 \times H \times R_e}$$

Όπου D_h η γεωμετρική απόσταση, H (meters) το ύψος της κεραίας σε σχέση με την επιφάνεια της θάλασσας, και R_e ($6,4 \times 10^6$) m η ακτίνα της γης.

Οπτικός ορίζοντας (Horizon Optical)

Ο οπτικός ορίζοντας (Εικόνα 9) είναι η μέγιστη απόσταση της εμβέλειας του ραντάρ σε ευθεία γραμμή.



Εικόνα 9 – Ορίζοντας ραντάρ και οπτικός ορίζοντας μιας κεραίας ραντάρ

Νεκρός τομέας ραντάρ (radar blank sector)

Νεκρός τομέας είναι σημεία ή περιοχές, οι οποίες παρ' όλο που βρίσκονται εντός της εμβέλειας ενός ραντάρ δεν μπορούν να εντοπίσουν τα αεροσκάφη που ίπτανται, διότι συνήθως, ανάμεσα στο αεροσκάφος και το ραντάρ μεσολαβούν φυσικά εμπόδια (πχ. βουνά). Σε όλα τα κράτη παγκοσμίως και ειδικά σε κράτη με πολλές φυσικές προεξοχές στην επιφάνεια των εδαφών τους η ύπαρξη των νεκρών τομέων σε χαμηλά ύψη είναι δεδομένη, αλλά η επιπρόσθετη εγκατάσταση επίγειων σταθμών ραντάρ καθίσταται απαγορευτική λόγω του πολύ υψηλού κόστους εγκατάστασης και συντήρησης των κεραιών ραντάρ.

Δευτερεύων Ραντάρ Έρευνας (IFF – Identification Friend or Foe)

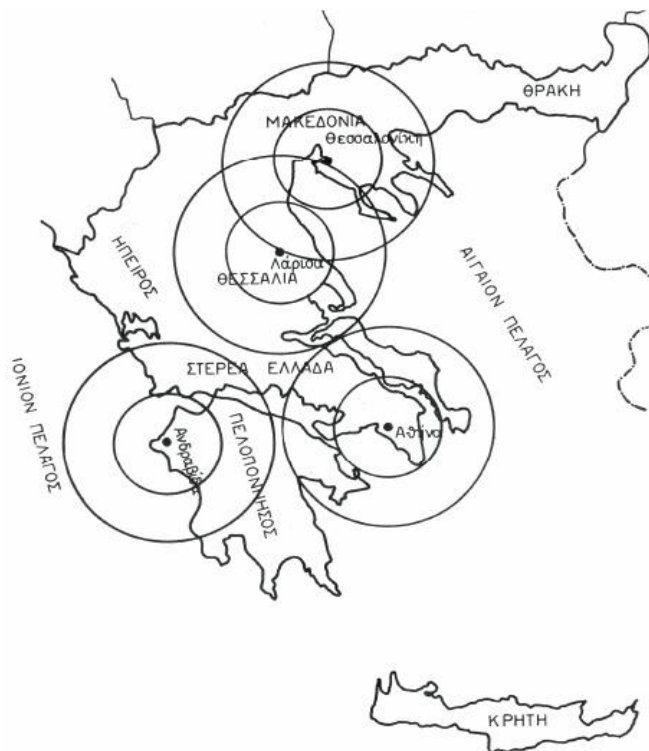
Είναι συσκευή με την οποία είναι εξοπλισμένα τα αεροσκάφη, αλλά και οι σταθμοί εδάφους. Χρησιμοποιείται κατά κόρον από την πλειοψηφία των αεροσκαφών και των σταθμών εδάφους παγκοσμίως και είναι ένας τρόπος αναγνώρισης του αεροσκάφους από τον σταθμό εδάφους. Ουσιαστικά ο σταθμός εδάφους στέλνει μια επερώτηση στο αεροσκάφος εκπέμποντας ένα παλμό και το αεροσκάφος ανταπαντάει εκπέμποντας και αυτό ένα δεύτερο παλμό. Η συσκευή IFF λαμβάνει στη συχνότητα των 1030MHz, ενώ εκπέμπει στα 1090MHz.

Mode 3

Ο κώδικας Mode 3 είναι ένας τετραψήφιος αριθμός ο οποίος εκπέμπεται από τη συσκευή του αεροσκάφους προς τον επίγειο σταθμό ραντάρ και αντιστοιχεί στην ταυτότητα του αεροσκάφους. Επίσης ο κώδικας Mode 3 δίνεται από την εκάστοτε υπηρεσία Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας σε ένα αεροσκάφος (ενημέρωση του πιλότου μέσω ασυρμάτου) πριν αυτό εισέλθει στο FIR μιας χώρας ή πριν την απογείωση του από ένα αεροδρόμιο μιας χώρας και συνήθως είναι μοναδικός μέσα σε ένα συγκεκριμένο FIR. Ο πιλότος εισάγει αυτόν τον αριθμό μέσω συσκευής που διαθέτει το αεροσκάφος. Στον επίγειο σταθμό η λήψη του εκπεμπόμενου κώδικα Mode 3 γίνεται από το Δευτερεύων Ραντάρ Έρευνας (IFF).

Μετεωρολογικό Ραντάρ (Meteorological Radar)

Είναι μια συσκευή μέσω της οποίας συλλέγουμε δεδομένα καιρού και βασίζεται στη λειτουργία του ραντάρ εδάφους, που αναφέρθηκε παραπάνω, το οποίο ουσιαστικά αξιοποιεί την εκπεμπόμενη ακτινοβολία μετρώντας το χρόνο που χρειάζεται για να διανύσει μια απόσταση και να επιστρέψει στην κεραία εκπομπής/λήψης του ραντάρ.



Εικόνα 10 - Μετεωρολογικά ραντάρ στην Ελλάδα με τους ομόκεντρους κύκλους στα 50 και 100 χλμ (ΥΠΙΑ, ΕΛΓΑ)

Traffic Collision Avoidance System (TCAS)

Το TCAS (Εικόνα 11) είναι ένα σύστημα με το οποίο είναι εξοπλισμένα τα πολιτικά αεροσκάφη και στην ουσία ειδοποιεί τον πιλότο σε περίπτωση πιθανής σύγκρουσης με άλλο αεροσκάφος ή ενεργοποιεί τον αυτόματο πιλότο προς αποφυγή οποιουδήποτε ατυχήματος. Η λειτουργία του βασίζεται στη λειτουργία του IFF και ουσιαστικά σε πιθανή σύγκρουση το TCAS (I, II, III, IV) προειδοποιεί τα εμπλεκόμενα αεροσκάφη και κατ' επέκταση τους πιλότους ή αναλαμβάνει ενεργό ρόλο προς αποφυγή της σύγκρουσης με την ενεργοποίηση του αυτόματου πιλότου. Επίσης να αναφερθεί ότι το κόστος εγκατάστασης του TCAS κυμαίνεται από τα 25000 \$ ως τα 150000 \$.



Εικόνα 11 – Συσκευές ενδείξεων του TCAS σε πιλοτήριο του αεροσκάφους

Μαύρο κουτί (Black box)

Είναι μια συσκευή (Εικόνα 12), στην οποία καταγράφονται σε μια πλακέτα οι συνομιλίες των πιλότων στο πιλοτήριο, οι συνομιλίες των πιλότων με τους ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας, αλλά και οι ενδείξεις των οργάνων του αεροσκάφους κατά τη διάρκεια μιας πτήσης. Το μαύρο κουτί είναι αυτό το οποίο αναζητείται πρώτα μετά από ένα αεροπορικό ατύχημα, για να διαπιστωθούν οι λόγοι για τους οποίους προήλθε αυτό το ατύχημα.



Εικόνα 12 – Μαύρο κουτί καταγραφής πληροφοριών πτήσης ενός αεροσκάφους

Αεροδιάδρομος (Air route)

Αεροδιάδρομος είναι ένας οριοθετημένος νοητός διάδρομος στην ατμόσφαιρα μέσα στον οποίο ίπτανται τα αεροσκάφη.

Χαρακτηριστικό κλήσης (Call sign)

Χαρακτηριστικό κλήσης είναι ουσιαστικά ένα όνομα, το οποίο προσφωνείται από τον Ελεγκτή Εναέριας Κυκλοφορίας όταν καλεί ένα αεροσκάφος στον ασύρματο και σκοπό έχει να αντιληφθεί ο καλούμενος για τον οποίο απευθύνεται, έτσι ώστε να απαντήσει στον ασύρματο.

Σχέδιο Πτήσης (Flight Plan)

Σχέδιο Πτήσης (Εικόνα 13) είναι ένα έγγραφο, το οποίο κατατίθεται πριν από την πτήση στον ICAO, και αντίστοιχα ο ICAO το διαβιβάζει στις χώρες τις οποίες επηρεάζει η πτήση. Μέσα σ' αυτό καταγράφονται όλες οι πληροφορίες της πτήσης, όπως για παράδειγμα η διαδρομή που θα ακολουθήσει το αεροσκάφος, τις ώρες πτήσης, τα αεροδρόμια απογείωσης και προσγείωσης κ.ά. Το Σχέδιο Πτήσης μπορεί να αλλάξει και κατά τη διάρκεια της πτήσης κατόπιν αιτήματος του πιλότου μέσω ασυρμάτου προς την αρμόδια υπηρεσία Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας. Σχέδιο Πτήσης είναι υποχρεωτικό να κατατίθεται από όλα τα αεροσκάφη πριν από την πτήση τους.

U S Department of Transportation Federal Aviation Administration		International Flight Plan	
PRIORITY <=FF	ADDRESSEE(S)		
FILING TIME		ORIGINATOR	<=
SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND / OR ORIGINATOR			
3 MESSAGE TYPE <=(FPL		7 AIRCRAFT IDENTIFICATION	
9 NUMBER		8 FLIGHT RULES	
TYPE OF AIRCRAFT		TYPE OF FLIGHT	
13 DEPARTURE AERODROME		WAKE TURBULENCE CAT.	
TIME		10 EQUIPMENT	
15 CRUISING SPEED		LEVEL	
ROUTE			
16 DESTINATION AERODROME		TOTAL EET	
18 OTHER INFORMATION		HR MIN	
ALTN AERODROME		2ND ALTN AERODROME	
SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES)			
19 ENDURANCE HR MIN		PERSONS ON BOARD	
EMERGENCY RADIO			
SURVIVAL EQUIPMENT		JACKETS	
POLAR DESERT MARITIME JUNGLE		LIGHT FLUORES UH VHF	
DINGHIES			
NUMBER CAPACITY COVER		COLOR	
AIRCRAFT COLOR AND MARKINGS			
REMARKS			
PILOT-IN-COMMAND			
FILED BY		ACCEPTED BY	
ADDITIONAL INFORMATION			

Εικόνα 13 – Πρότυπο Σχεδίου Πτήσης αεροσκάφους

Επίπεδο Πτήσης (FL – Flight Level)

Επίπεδο Πτήσης (FL) είναι ουσιαστικά το ύψος στο οποίο πετάει το αεροσκάφος και συνήθως μετρείται σε πόδια (feet).

Πτήση με όργανα (IFR – Instrument Flight Rules)

Πτήση με όργανα είναι η πτήση που πραγματοποιείται αποκλειστικά και μόνο με τη χρήση των ενδείξεων των οργάνων του αεροσκάφους.

Πτήση εξ' όψεως (VFR – Visual Flight Rules)

Πτήση εξ' όψεως είναι η πτήση που πραγματοποιείται με τη χρήση των ενδείξεων των οργάνων του αεροσκάφους, αλλά και με τη βοήθεια της εξωτερικής παρατήρησης του χώρου από τον πιλότο στο πιλοτήριο. Σ' αυτές τις πτήσεις ανήκουν συνήθως οι πτήσεις των αεροσκαφών που διαθέτουν οι αερολέσχες και οι οποίες πτήσεις δεν είναι απαραίτητο να πραγματοποιούνται μέσα σε αεροδιαδρόμους. Η διαδρομή μιας τέτοιας πτήσης καθορίζεται από τον πιλότο και ουσιαστικά μπορεί να πραγματοποιηθεί από μια τοποθεσία σε μια άλλη σε ευθεία γραμμή. Η κατάθεση βέβαια σχεδίου πτήσης και εδώ είναι υποχρεωτική. Επίσης, ο πιλότος μιας τέτοιας πτήσης μπορεί να επικοινωνήσει με τον Ελεγκτή Εναέριας Κυκλοφορίας, που είναι υπεύθυνος για τις VFR πτήσεις, και να τον ενημερώσει για την πορεία που θα ακολουθήσει.

Ουσιαστικά η εκάστοτε αρμόδια υπηρεσία σε κάθε χώρα παγκοσμίως, είναι υπεύθυνη για κάθε πτήση εντός της δικιάς της ΠΠΠ (FIR) να παρέχει πληροφορίες σε αιτήματα πιλότων ή να τους ενημερώνει για παράδειγμα, όταν πρέπει να αλλάξουν την πορεία τους ή το επίπεδο πτήσης τους για κάποιο λόγο. Επίσης και οι πιλότοι έχουν το δικαίωμα να αιτηθούν αλλαγή της πορείας του αεροσκάφους ή του επιπέδου πτήσης (πχ. για εξοικονόμηση καυσίμων ή λόγω καιρού) από τον αρμόδιο Ελεγκτή Εναέριας Κυκλοφορίας. Σε γενικές γραμμές οι πιλότοι και κατ' επέκταση τα αεροσκάφη πρέπει να συμμορφώνονται και να εκτελούν τις εντολές των ελεγκτών προς όφελος της τήρησης της ασφάλειας των πτήσεων γενικότερα.

3.2-Ανάλυση κινδύνων μιας πτήσης αεροσκάφους

Γενικά το αεροσκάφος θεωρείται το ασφαλέστερο μέσο μεταφοράς στον κόσμο λόγω του μεγάλου αριθμού πτήσεων κάθε χρόνο σε αντίθεση με τον πολύ μικρό αριθμό ατυχημάτων που συμβαίνουν, κάτι το οποίο διαπιστώνουμε και από τον παρακάτω πίνακα (CNN Money – Πίνακας 1).

Πηγή: CNN Money	Θάνατοι ανά δισεκατομμύριο μίλια (2009-2013)
Μοτοσυκλέτες	217
Αυτοκίνητα και φορτηγά	5,75
Προαστιακός σιδηρόδρομος	0,47
Μετρό	0,24
Λεωφορεία	0,14
Αεροπλάνα	0,06

Πίνακας 1

Επίσης σύμφωνα με την εφημερίδα τα Νέα (Πίνακας 2) «Το 2012 ο κάθε ευρωπαίος πολίτης ταξίδεψε κατά μέσο όρο 12.652 χιλιόμετρα. Τις αποστάσεις αυτές διάνυσε κατά 72,2% με αυτοκίνητο, 2% με μοτοσυκλέτα, με λεωφορεία το 8,2%, με τραμ και μετρό 1,5% και με τρένα 6,5%. **Οι μετακινήσεις που έγιναν με αεροπλάνα καλύπτουν το 9%** ενώ με πλοία μόνο το 0,6%. Το κόστος στις μετακινήσεις όμως δεν είναι μόνο οικονομικό και οικολογικό. Οι μετακινήσεις το 2012 στοίχισαν τη ζωή σε 29.369 ευρωπαίους πολίτες το 2012 και δεν έχασαν τη ζωή τους μόνο όσοι χρησιμοποίησαν κάποιο μέσο μαζικής μεταφοράς. Αρκετοί από αυτούς ήταν πεζοί. **Έτσι, παρά τον φόβο πολλών να ταξιδέψουν με αεροπλάνο, στην Ευρώπη τουλάχιστον θεωρείται το ασφαλέστερο μέσο μεταφοράς, καθώς το 2012 έχασαν τη ζωή τους 18 άτομα, ενώ μετακινήθηκαν 750 εκατομμύρια επιβάτες. Παγκόσμια έχασαν τη ζωή τους 794 άνθρωποι σε 119 πτώσεις αεροπλάνων, όταν όμως μετακινούνται περισσότερο από 3 δισεκατομμύρια επιβάτες σε όλον τον κόσμο. Σύμφωνα με τον Διεθνή Σύνδεσμο Αεροπλοΐας (IATA), η εναέρια κυκλοφορία έχει τριπλασιαστεί από το 1980 έως σήμερα, όμως ο αριθμός των δυστυχημάτων μειώνεται σταθερά.»**

Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Στατιστική Υπηρεσία	Ζωές που χάθηκαν σε μέσα μεταφοράς στην Ευρώπη (2012)
Αυτοκίνητα και Μοτοσυκλέτες	28126
Τρένο	1133
Πλοίο	92
Αεροπλάνο	18

Πίνακας 2

Από τη μία αυτό είναι πολύ θετικό, αλλά η τραγικότητα των αποτελεσμάτων ενός αεροπορικού ατυχήματος είναι πολύ μεγάλη, αν αναλογιστούμε κιόλας ότι κάποια από αυτά θα μπορούσαν να είχαν αποφευχθεί.

Οι κίνδυνοι ενδεχόμενου αεροπορικού ατυχήματος, οι οποίοι υπάρχουν σύμφωνα με την παρούσα κατάσταση είναι αρκετοί και αναλύονται παρακάτω.

Σύγκρουση αεροσκαφών

Οι πιθανότητες σύγκρουσης μεταξύ δύο αεροσκαφών εν πτήση με τα σημερινά δεδομένα είναι αρκετά περιορισμένες, αλλά όχι μηδενικές. Ο λόγος για τον οποίο εξασφαλίζεται ως ένα μέρος η αποφυγή σύγκρουσης είναι η ύπαρξη των μονάδων ραντάρ εδάφους και του εξοπλισμού TCAS του αεροσκάφους. Μέσω της αεροπορικής εικόνας που λαμβάνει ένας σταθμός εδάφους από ένα σύνολο διασυνδεδεμένων ραντάρ, ο ελεγκτής μπορεί να «προλάβει» μια ενδεχόμενη σύγκρουση δύο αεροσκαφών εν πτήση ενημερώνοντάς τους αντίστοιχους πιλότους να αλλάξουν πορείες. Σε περίπτωση που ο πιλότος δεν αντιληφθεί την ενδεχόμενη σύγκρουση η συσκευή TCAS αναλαμβάνει τον έλεγχο των δύο αεροσκαφών προς αποφυγή του αεροπορικού ατυχήματος. Τα αρνητικά των παραπάνω είναι ότι σε ένα τέτοιο λεπτό ζήτημα ο παράγοντας «άνθρωπος» συμμετέχει ενεργά και δεν μπορούμε να αποκλείσουμε την πιθανότητα ο ελεγκτής να μην αντιληφθεί μια ενδεχόμενη σύγκρουση ή να δώσει λάθος οδηγίες στα αεροσκάφη. Επίσης ο εξοπλισμός του TCAS βασίζεται στις συχνότητες του IFF, οι οποίες συχνότητες παρεμβάλλονται πάρα πολύ εύκολα, ενώ σε περίπτωση μη λειτουργίας ή μη ύπαρξης του TCAS σε ένα αεροσκάφος το αεροπλάνο μετατρέπεται σε «τυφλό ιπτάμενο αντικείμενο» αφού δεν μπορεί να εντοπίσει το προς σύγκρουση αεροσκάφος ή να εντοπιστεί από αυτό. Τέλος, το κόστος εγκατάστασης του εξοπλισμού TCAS κυμαίνεται από τα \$25,000 έως τα \$150,000 κάτι που σημαίνει ότι λόγω του υψηλού κόστους του καθίσταται ίσως απαγορευτικό προς αγορά και εγκατάσταση με αποτέλεσμα να μην είναι τοποθετημένο σε όλα τα αεροσκάφη.

Είσοδος του αεροσκάφους σε καταιγίδα ή σε άσχημα καιρικά φαινόμενα

Σε περίπτωση που ένα αεροσκάφος εισέλθει σε καταιγίδα διατρέχει κινδύνους λόγω ύπαρξης ηλεκτρικών εκκενώσεων (κεραυνών). Σε περίπτωση που το αεροσκάφος χτυπηθεί από κεραυνό διατρέχει κίνδυνο ανάφλεξης στα ηλεκτρονικά του με αποτέλεσμα τον κίνδυνο πυρκαγιάς. Αυτό μπορεί να συμβάλλει σε πτώση του αεροσκάφους. Επίσης ένας παράγοντας ο οποίος επηρεάζει άμεσα ένα αεροσκάφος είναι η ύπαρξη ισχυρών αναταράξεων, ισχυρών ανέμων και η ισχυρή χαλαζόπτωση.

Πτήση ελαφρών ή υπερελαφρών αεροσκαφών σε νεκρούς τομείς

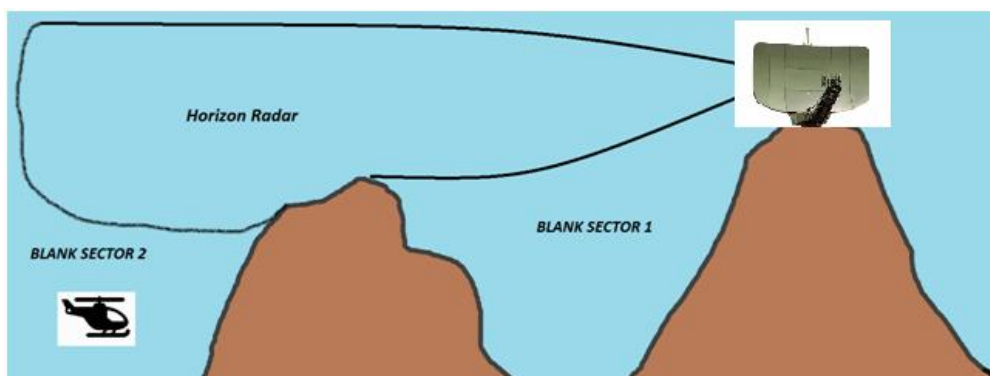
Οι νεκροί τομείς (blank sectors) είναι ένα πρόβλημα το οποίο έχει παγκόσμια κλίμακα και η ύπαρξη του είναι φυσιολογική. Αυτό ισχύει επειδή τα κράτη, λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασης των κεραιών ραντάρ σε σταθμούς εδάφους, προσπαθούν να καλύψουν γεωγραφικά όλη την ΠΠΠ με το μικρότερο δυνατό κόστος με αποτέλεσμα χώρες με πολλά βουνά να μην έχουν επαρκή κάλυψη στα χαμηλά επίπεδα πτήσης (Flight Levels). Πολλές φορές μικρά ιδιωτικά αεροσκάφη υπάρχει περίπτωση να πετούν χαμηλά και πολλές φορές να πετούν εντός των νεκρών τομέων της κάλυψης ενός ραντάρ. Αποτέλεσμα αυτού είναι να μην φαίνεται το συγκεκριμένο αεροσκάφος στην οθόνη του ελεγκτή εναέριας κυκλοφορίας, ενώ και η επικοινωνία μέσω ασυρμάτου δεν μας διασφαλίζει 100% τη θέση του αεροσκάφους και η οποία επικοινωνία μπορεί και να είναι αδύνατη. Αυτή η κατάσταση είναι μια επικίνδυνη κατάσταση «άγνοιας» της θέσης του συγκεκριμένου αεροσκάφους από τον ελεγκτή εναέριας κυκλοφορίας. Με αυτόν τον τρόπο εάν συμβεί οτιδήποτε στο αεροσκάφος σε αυτό το μεσοδιάστημα ο ελεγκτής εναέριας κυκλοφορίας πολύ δύσκολα θα μπορέσει να συνεγείρει άμεσα κάποιον μηχανισμό διάσωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SATCOM (SATELLITE AIR TRAFFIC & CONTROL MANAGEMENT)

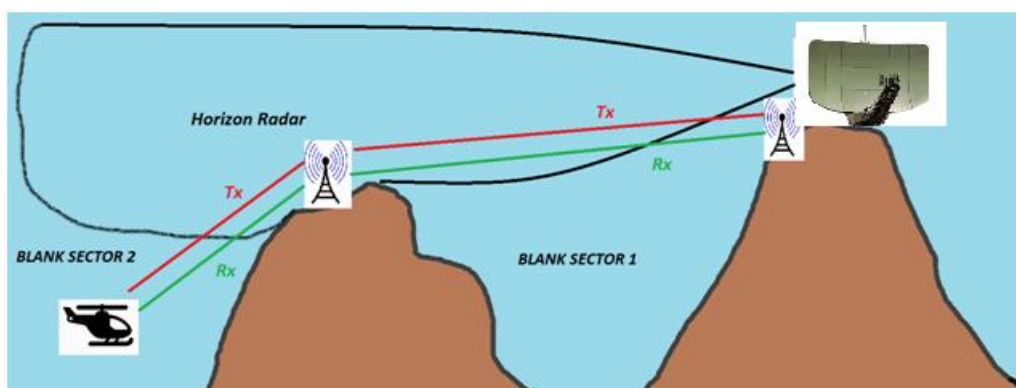
4.1-Γενική περιγραφή SATCOM

Η γενική ιδέα του SATCOM αφορά την αξιοποίηση των πληροφοριών μιας πτήσης (γεωγραφικές συντεταγμένες, ύψος, ταχύτητα κτλ) ενός αεροσκάφους ή ελικοπτέρου χρησιμοποιώντας ένα δέκτη GPS, οι οποίες μπορούν να αποστέλλονται και να λαμβάνονται, διαμέσου κεραιών Wi-MAX (ή δορυφόρων), από τους σταθμούς εδάφους ή από άλλα αεροσκάφη, με σκοπό την αύξηση της ασφάλειας πτήσεων. Η θέση των πανκατευθυντικών κεραιών στο έδαφος θα πρέπει να καθοριστεί σύμφωνα με την εμβέλεια των κεραιών, αλλά και την μορφολογία του εδάφους με σκοπό να επιτευχθεί αλληλοεπικάλυψη μεταξύ τους σε όλα τα επίπεδα υψών. Είναι γενικά γνωστό ότι οι επίγειοι σταθμοί ραντάρ έχουν νεκρούς τομείς και ειδικότερα σε χαμηλά και πολύ χαμηλά ύψη. Το αποτέλεσμα αυτού είναι, μερικές φορές τα ελικόπτερα και τα αεροσκάφη, τα οποία πετούν σε αυτούς τους νεκρούς τομείς να μην εκτίθενται στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που εκπέμπει το ραντάρ και αντίστοιχα ο ελεγκτής εναέριας κυκλοφορίας να μην «βλέπει» στην οθόνη του το αντίστοιχο ιπτάμενο αντικείμενο. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο σταθμός ραντάρ δεν έχει οπτική (ραντάρ) επαφή (Εικόνα 14) και ο μόνος τρόπος να υπάρξει επικοινωνία είναι αυτή μέσω ασυρμάτου, αλλά και πάλι η επικοινωνία μπορεί να μην είναι εφικτή.

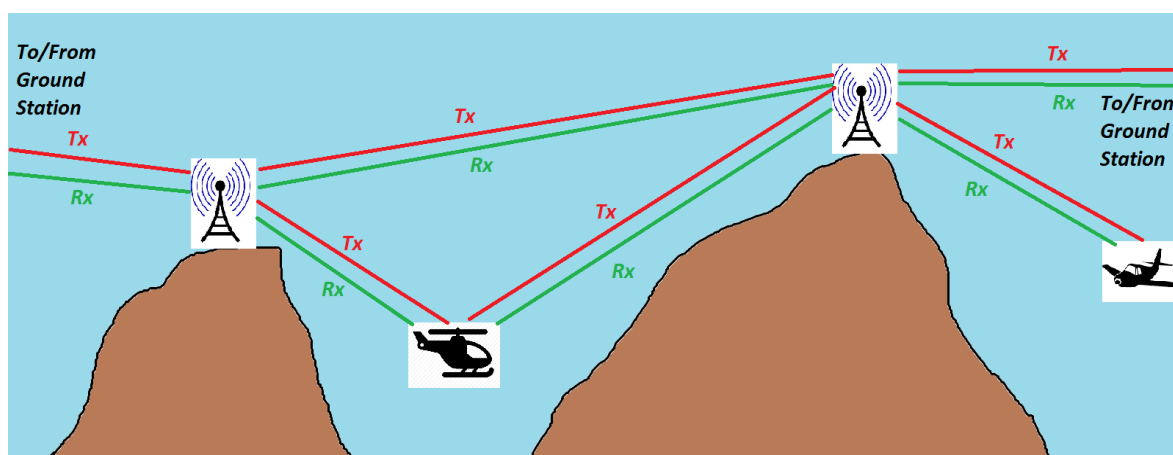


Εικόνα 14 – Ύπαρξη νεκρού τομέα με πτήση Ε/Π μέσα σ’ αυτόν

Αυτή η κατάσταση είναι πολύ επικίνδυνη και φυσικά γίνεται αντιληπτό ότι μειώνεται η ασφάλεια πτήσεων. Αυτό το πρόβλημα εξαλείφεται με το παρών project διότι εκμηδενίζεται η πιθανότητα ύπαρξης νεκρών τομέων. Επίσης να αναφερθεί ότι το SATCOM μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα από τους επίγειους σταθμούς ραντάρ (Εικόνα 15) ή ταυτόχρονα με αυτούς (Εικόνα 16).



Εικόνα 15 – Αξιοποίηση SATCOM με ταυτόχρονη χρήση κεραίας ραντάρ



Εικόνα 16 – Ανεξάρτητη λειτουργία SATCOM

Όπως γίνεται κατανοητό με την ανεξάρτητη αξιοποίηση του SATCOM στην πολιτική κυκλοφορία αεροσκαφών η χρησιμότητα των ραντάρ δεν υφίσταται. Επίσης οι συσκευές IFF των αεροσκαφών δεν είναι απαραίτητες, επειδή στο επίπεδο εφαρμογής (application level) το SATCOM μπορεί να προσαρμοστεί, έτσι ώστε ο πιλότος να εισάγει τον τετραψήφιο κώδικα του Mode3, και αυτός να εκπέμπεται μαζί με τις υπόλοιπες πληροφορίες προς το σταθμό εδάφους ή τις κεραίες. Μια άλλη σημαντική χρησιμότητα του SATCOM είναι ότι με αυτό τα αεροσκάφη μπορούν να αποστέλλουν πληροφορίες όχι μόνο σε ένα σταθμό εδάφους, αλλά και στα αεροσκάφη που πετούν γύρω από αυτό και με

αυτόν τον τρόπο όλα τα αεροσκάφη γνωστοποιούν τις γεωγραφικές θέσεις μεταξύ τους προς αποφυγή ατυχημάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κάνει την χρήση των συσκευών TCAS (I,II,III,IV) μη απαραίτητη.

4.2-Αρχιτεκτονική προτεινόμενου μοντέλου – SATCOM

Για την ανάλυση της αρχιτεκτονικής του SATCOM (Satellite Air Traffic & Communication Management) θα ακολουθήσουμε παρόμοια βήματα με αυτά του προηγούμενο Κεφαλαίου 3. Οπότε, όσον αφορά το SATCOM τα τέσσερα (4) στάδια της 1^{ης} φάσης του κύκλου ζωής του, έχουν ως εξής:

- **Ανάγκη δημιουργίας SATCOM:** Η ανάγκη δημιουργίας του SATCOM έγκειται να είναι επιτακτική λόγω των προβλημάτων ασφάλειας πτήσεων, που τίθενται κατά την πτήση αεροσκαφών και οι οποίοι αναλύθηκαν παραπάνω
- **Μελέτη εφικτότητας ή υλοποιησιμότητας SATCOM:** Το SATCOM είναι πρακτικά υλοποιήσιμο, διότι χρησιμοποιεί υπάρχουσες τεχνολογίες, οι οποίες όμως συνθέτονται με κατάλληλο τρόπο, έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.
- **Σχεδίαση SATCOM:** Η σχεδίαση του SATCOM αποτελεί το μεγαλύτερο και ουσιαστικότερο μέρος του SATCOM, διότι όσο πιο σωστή σχεδίαση γίνει τόσο λιγότερα προβλήματα θα προκύψουν κατά την υλοποίησή της. Η σχεδίαση ουσιαστικά αναλύεται στο παρόν Κεφάλαιο.
- **Υλοποίηση & Έλεγχος SATCOM:** Η υλοποίηση του SATCOM αναλύεται στο Κεφάλαιο 5, όπου έχει καταγραφεί η Τεχνική Περιγραφή του.

Σε γενικές γραμμές θα πρέπει να κατασκευαστεί ένα ΠΣ, το οποίο θα περιλαμβάνει 4 βασικές οντότητες, οι οποίες είναι ο σταθμός εδάφους, το αεροσκάφος, οι κεραιές ανταλλαγής δεδομένων και άλλα υποσυστήματα.

- ❖ **Σταθμός εδάφους:** Στον σταθμό εδάφους θα εγκατασταθεί ουσιαστικά το υλικό (hardware) και το λογισμικό (software), μέσω των οποίων θα γίνεται η διαχείριση

των αεροσκαφών. Μέρος της οντότητας του σταθμού εδάφους αποτελούν οι χρήστες του SATCOM στο σταθμό.

- ❖ **Αεροσκάφος:** Στο αεροσκάφος θα εγκατασταθεί το υλικό και το λογισμικό, τα οποία θα συμβάλλουν στην αποστολή των δεδομένων της θέσης του αεροσκάφους προς την κεραία λήψης στο έδαφος και αντίστοιχα την λήψη δεδομένων, άλλων αεροσκαφών περιμετρικά αυτού, από την κεραία εκπομπής στο έδαφος.
- ❖ **Κεραίες ανταλλαγής δεδομένων:** Οι δορυφορικές και οι WiMAX κεραίες θα πρέπει να εγκατασταθούν με σκοπό την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ αεροσκαφών και σταθμών εδάφους.
- ❖ **Άλλα υποσυστήματα:** Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται συστήματα όπως μετεωρολογικοί σταθμοί, μετεωρολογικά ραντάρ, ανεξάρτητα συστήματα (AIS), ασύρματοι επικοινωνίας, ραντάρ εδάφους κ.ά.

Παρακάτω θα μελετηθούν οι φάσεις και η μεθοδολογία σχεδιασμού, που ακολουθήθηκαν, για την ανάλυση της αρχιτεκτονικής του εν λόγω project. Οι φάσεις σχεδιασμού είναι οι παρακάτω:

4.3-Φάση 1 - Λειτουργικές και Μη-Λειτουργικές απαιτήσεις (Functional & Non-Functional Requirements):

4.3.1-Λειτουργικές απαιτήσεις

Βάση Δεδομένων

- Δημιουργία βάσης δεδομένων, όπου θα διενεργούνται όλες οι απαραίτητες ενέργειες για την εύρυθμη λειτουργία του SATCOM, όπως η εισαγωγή, η ανάγνωση, η διαγραφή, ή η ενημέρωση δεδομένων.
- Η βάση δεδομένων θα είναι τύπου NoSQL.

Εξοπλισμός εδάφους

- Κατασκευή δικτυακής εφαρμογής μέσω της οποίας θα μπορούν να εισέλθουν, όλες οι κατηγορίες χρηστών στο SATCOM.

- Η δικτυακή εφαρμογή θα πρέπει να περιλαμβάνει:
Εφαρμογή διαχείρισης Σχεδίων Πτήσης (Flight plans).
Εφαρμογή διαχείρισης Ασυρμάτων Επικοινωνίας (Radios).
Εφαρμογή διαχείρισης Δεδομένων Καιρού (Weather Data).
Εφαρμογή απομακρυσμένης διαχείρισης Κεραίων εκπομπής/λήψης δεδομένων.
Λειτουργίες ανάλογα με τις λειτουργικές απαιτήσεις κάθε κατηγορίας χρηστών.
- Εγκατάσταση υπολογιστικών συστημάτων ανάλογα με τις απαιτήσεις που θα προκύψουν στην πράξη.

Εξοπλισμός αεροσκάφους

- Κατασκευή εφαρμογής για χρήση από τον πιλότο του αεροσκάφους, η οποία θα διαχειρίζεται την αποστολή των δεδομένων θέσεως του αεροσκάφους προς τις κεραίες εδάφους και αντίστοιχα τη λήψη δεδομένων άλλων αεροσκαφών περιμετρικά αυτού ή από το σταθμό εδάφους.
- Εγκατάσταση της εφαρμογής σε ήδη υπάρχοντα συστήματα του αεροσκάφους ή σε νέα συστήματα (πχ Tablet, Υπολογιστής μικρού μεγέθους κτλ)
- Τοποθέτηση συσκευής GPS (Global Position System) στο αεροσκάφος για τη λήψη δεδομένων θέσεως του αεροσκάφους.
- Τοποθέτηση κεραίας WiMAX(ή δορυφορικής) για εκπομπή και λήψη δεδομένων από και προς το αεροσκάφος αντίστοιχα.

Κεραίες εδάφους

- Οι κεραίες θα πρέπει να τοποθετηθούν στο έδαφος, αφού πρώτα διενεργηθεί μελέτη της γεωμορφολογίας του εδάφους με σκοπό την πλήρη κάλυψη του εναερίου χώρου σε όλα τα επίπεδα υψών.
- Κατασκευή κατάλληλου λογισμικού, μέσω του οποίου θα πραγματοποιείται ο έλεγχος της ροής των δεδομένων (flow control), που εκπέμπονται και λαμβάνονται από τις κεραίες WiMAX (ή δορυφορικής).
- Εγκατάσταση υπολογιστικών συστημάτων ανάλογα με τις απαιτήσεις που θα προκύψουν στην πράξη.

4.3.2-Μη-Λειτουργικές απαιτήσεις

Χρήστες

Οι κατηγορίες των χρηστών θα είναι τέσσερις (4):

➤ **ATCU (Air Traffic Controller User)**

- Ο ATCU θα είναι ο υπεύθυνος για την ομαλή διεξαγωγή του ελέγχου αεροσκαφών και ουσιαστικά θα αντιστοιχεί στον Ελεγκτή Εναέριας Κυκλοφορίας (EEK).
- Ο μέγιστος αριθμός χρηστών ATCU θα είναι δέκα (10).

➤ **ATMC (Air Traffic Master Controller)**

- Ο ATMC θα είναι ο υπεύθυνος όλων των ATCU στην ιεραρχία των χρηστών του SATCOM και κατ' επέκταση της ομαλής διεξαγωγής του ελέγχου αεροσκαφών και σ' αυτόν θα ενσωματώνονται όλες οι λειτουργίες του SATCOM, που έχουν οι υπόλοιπες κατηγορίες χρηστών.
- Ο μέγιστος αριθμός χρηστών ATCU θα είναι ένας (1).

➤ **SU (Surveillance User)**

- Ο SU θα συμβάλλει στη δημιουργία της αεροπορικής εικόνας.
- Ο μέγιστος αριθμός χρηστών ATCU θα είναι δέκα (10).

➤ **MS (Master Surveillance)**

- Ο MS θα είναι ο υπεύθυνος όλων των SU στην ιεραρχία των χρηστών του SATCOM και κατ' επέκταση της ομαλής διεξαγωγής της δημιουργίας της αεροπορικής εικόνας και θα βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο ιεραρχίας με τον ATMC, με τον οποίο θα συνεργάζεται άμεσα για την εύρυθμη λειτουργία του ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας στο σύνολό της.
- Ο μέγιστος αριθμός χρηστών MS θα είναι ένας (1).

Απαιτήσεις ασφαλείας➤ Είσοδος χρηστών στο SATCOM

Η είσοδος των χρηστών στο SATCOM, θα πρέπει να πιστοποιείται με όνομα χρήστη και κωδικό, όπου το όνομα χρήστη θα αντιστοιχεί στο όνομα της κατηγορίας χρηστών που θέλει να εισέλθει στο σύστημα (πχ ATMC, ATCU, MS, SU).

➤ Εκπομπή/Λήψη δεδομένων

Η ασύρματη αποστολή και λήψη δεδομένων μεταξύ των αεροσκαφών, των σταθμών εδάφους αλλά και των κεραιών θα πρέπει να γίνεται με τη χρήση WiMAX και δορυφορικών κεραιών, ανάλογα τις ανάγκες, με σκοπό την ασφαλή μετάδοση των δεδομένων.

➤ Απόκρυψη ασύρματου δικτύου WiMAX

Οι κεραιές WiMAX θα πρέπει να ρυθμιστούν με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην είναι εμφανές και αναγνωρίσιμο το όνομα του δικτύου από τις αντίστοιχες εμπορικές κεραιές WiMAX ή Wi-Fi.

➤ Κρυπτογράφηση δεδομένων δορυφορικού δικτύου

Τα δεδομένα που εκπέμπονται από μια δορυφορική κεραία θα πρέπει πρώτα να κρυπτογραφούνται πριν από την εκπομπή τους από τη δορυφορική κεραία και να αντίστοιχα να αποκρυπτογραφούνται μετά τη λήψη τους από την δορυφορική κεραία.

4.4-Βάσεις Δεδομένων

Οι βάσεις δεδομένων παίζουν καθοριστικό ρόλο κατά τη λειτουργία ενός ΠΣ καθώς διαδραματίζουν το ρόλο της πηγής των δεδομένων, τα οποία αξιοποιούνται από το ΠΣ. Μια κατηγοριοποίηση, που θα μπορούσαμε να κάνουμε στις βάσεις δεδομένων είναι ο διαχωρισμός σε SQL και NoSQL βάσεις δεδομένων.

4.4.1-Βασικές διαφορές υψηλού επιπέδου μεταξύ SQL και NoSQL

- Οι Βάσεις Δεδομένων SQL κατά κύριο λόγο, αναφέρονται ως σχεσιακές βάσεις δεδομένων (RDBMS-Relational Database Management System), ενώ οι NoSQL αναφέρονται ως μη σχεσιακές βάσεις δεδομένων ή διαμοιραζόμενες βάσεις (Distributed databases).
- Οι ΒΔ SQL είναι βασισμένες σε πίνακες (table based), ενώ οι NoSQL είναι βασισμένες σε έγγραφα (document based).

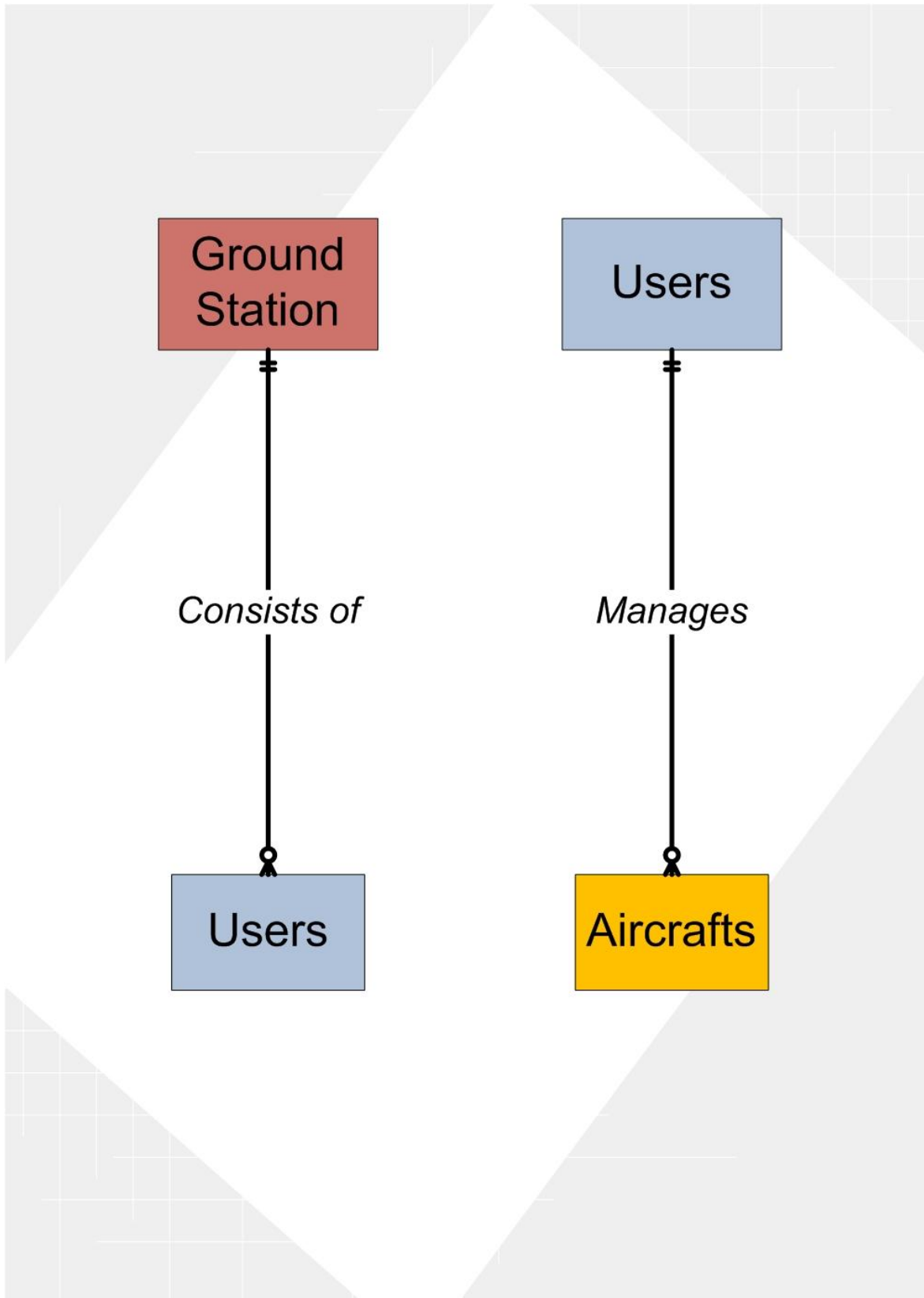
- Οι ΒΔ SQL έχουν προκαθορισμένο σχήμα (prefined schema) και είναι κάθετα κλιμακούμενες και αυξάνουν τη χρήση πόρων του υλικού (επεξεργαστής, RAM κτλ), ενώ οι NoSQL έχουν δυναμικό σχήμα (dynamic schema) και είναι οριζόντια επεκτάσιμες αυξάνοντας τους διακομιστές βάσεων δεδομένων (database servers) με σκοπό τη μείωση του φόρτου επεξεργασίας.
- Οι ΒΔ SQL χρησιμοποιούν δομημένη γλώσσα ερωτημάτων (structured query language) για τον ορισμό και τον χειρισμό ερωτημάτων, η οποία είναι πολύ ισχυρή. Στις NoSQL τα ερωτήματα εστιάζονται στη συλλογή των εγγράφων (collection of documents). Κάποιες φορές η γλώσσα ερωτημάτων των NoSQL ΒΔ καλείται ως UnQL, η οποία είναι αδόμητη γλώσσα ερωτημάτων (unstructured query language) και η σύνταξή της ποικίλλει από ΒΔ σε ΒΔ.
- Οι πιο γνωστές SQL ΒΔ είναι οι MySQL, Oracle, Sqlite, Postgress και MS-SQL, ενώ οι πιο γνωστές NoSQL ΒΔ είναι οι MongoDB, BigTable, RavenDB, Cassandra, Hbase, Neo4j και CouchDB.
- Οι NoSQL ΒΔ προτιμώνται για χρήση στην περίπτωση πάρα πολλών δεδομένων (big data), ενώ η χρήση των SQL ΒΔ περιορίζεται γενικά για χρήση σε εφαρμογές με πάρα πολλά δεδομένα.

4.4.2-Βάση δεδομένων SATCOM

Η βάση δεδομένων, η οποία σχεδιάστηκε για την λειτουργία του SATCOM είναι κατηγορίας NoSQL και πιο συγκεκριμένα είναι η MongoDB. Ουσιαστικά, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, δεν είναι βασισμένη σε πίνακες και δεν έχει προκαθορισμένο σχήμα. Αυτό μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με τις ανάγκες χρήσης του SATCOM, ενώ έχει και τη δυνατότητα επέκτασής του μελλοντικά.

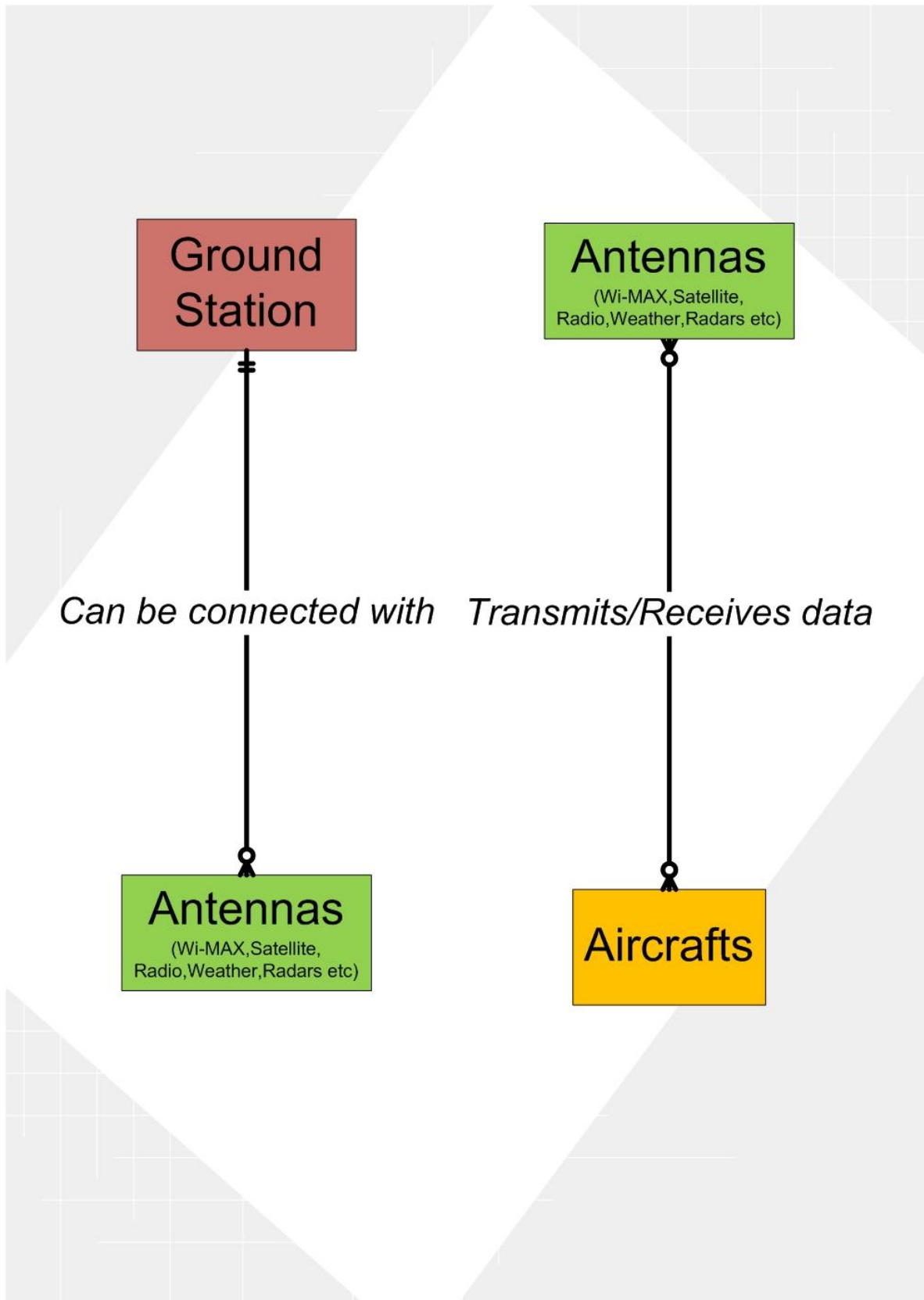
4.4.3-Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων

Όσον αφορά τη δημιουργία του μοντέλου Οντοτήτων-Συσχετίσεων είναι δύσκολο να κατασκευάσουμε ένα μοντέλο, το οποίο να ανταποκρίνεται πλήρως στο SATCOM λόγω της μεγάλης έκτασης της εφαρμογής, αλλά και της δυνατότητας μελλοντικής επέκτασης και παραμετροποίησης συστημάτων που διαθέτει. Σ' αυτό το οποίο μπορούμε με σιγουριά να πούμε είναι ότι όλες οι σχέσεις οι οποίες υπάρχουν μεταξύ των οντοτήτων με άλλες οντότητες ή υποσυστήματα ή λειτουργίες του SATCOM, βασίζονται στη συσχέτιση 1-N, δηλαδή ένα προς πολλά και M-N πολλά προς πολλά. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες βασικές συσχετίσεις (Εικόνες 17-18).



Εικόνα 17 - Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων 1

Στο παραπάνω σχήμα διαπιστώνουμε ότι ένας σταθμός εδάφους αποτελείται από πολλούς χρήστες και αντίστοιχα ένας χρήστης μπορεί να διαχειριστεί πολλά αεροσκάφη.



Εικόνα 18 - Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων 2

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ότι ένας σταθμός εδάφους μπορεί να διασυνδεθεί με πολλές κεραιές (Wi-MAX, Satellite, Radios etc) και αντίστοιχα οι κεραιές μπορούν να ανταλλάσουν δεδομένα με πολλά αεροσκάφη.

4.5-Φάση 2 –Επιχειρησιακές Διαδικασίες SATCOM

Αρχικά οι επιχειρησιακές διαδικασίες, οι οποίες εκτελούνται στο SATCOM λόγω του ότι ο αριθμός τους είναι πολύ μεγάλος θα παρουσιαστούν μόνο οι βασικότερες και αυτές οι οποίες ουσιαστικά χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή του ΠΣ σε ένα σταθμό εδάφους.

Δηλαδή, κατά πρώτο ρόλο, αυτό που θέλει να κάνει ένας χρήστης είναι να εισέλθει στο σύστημα. Αφού εισάγει τα στοιχεία του πραγματοποιείται η πιστοποίηση των στοιχείων του και εάν αυτή είναι επιτυχής, τότε αυτός εισέρχεται στο SATCOM. Από εκεί και πέρα ανάλογα με τον χρήστη που έχει εισέλθει (SU, MS, ATCU, ATMC) ο χρήστης έχει τη δυνατότητα απεικόνισης του παραθύρου FUNCTION TABLE, το οποίο περιλαμβάνει λειτουργίες ανάλογα με τον χρήστη. Μια άλλη διαδικασία είναι η επιλογή ενός ίχνους (αεροσκάφους), από τον χρήστη, επάνω στο χάρτη. Κατά την επιλογή αυτή ο χρήστης έχει την δυνατότητα να απεικονίσει κάποιες πληροφορίες στο παράθυρο INFO TRACK TABLE, οι οποίες αφορούν το επιλεγμένο ίχνος. Στο συγκεκριμένο παράθυρο μπορεί να επιλέξει να απεικονίσει το σχέδιο πτήσης ή τη διαδρομή του συγκεκριμένου αεροσκάφους. Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να επεξεργαστεί τα ίχνη από μια λίστα, η οποία εμφανίζεται στο παράθυρο TRACKS TABLE.

Επιχειρησιακή Διαδικασία 1 - Είσοδος χρήστη στο SATCOM	
1	Εισαγωγή στοιχείων πιστοποίησης
2	Έλεγχος ορθότητας στοιχείων των πεδίων
3	Επαλήθευση στη βάση δεδομένων
4	Επιτυχημένη ή αποτυχημένη είσοδος χρήστη

Επιχειρησιακή Διαδικασία 2 – Επιλογή ενός ίχνους πάνω στο χάρτη	
1	Επιλογή του επιθυμητού ίχνους πάνω στο χάρτη με αριστερό κλικ
2	Συλλογή δεδομένων από τη βάση δεδομένων για το επιλεγμένο ίχνος
3	Απεικόνιση πληροφοριών για το επιλεγμένο ίχνος σε παράθυρο

Επιχειρησιακή Διαδικασία 3 (SU) – Παράθυρο λειτουργιών ανάλογα με τον χρήστη	
1	Άνοιγμα παραθύρου (Function Table) με αριστερό κλικ
2	Έλεγχος για το ποιος χρήστης είναι συνδεδεμένος
3	Τύπος χρήστη SU
4	Άνοιγμα παραθύρου Function Table για χρήστη SU

Επιχειρησιακή Διαδικασία 3 (MS) – Παράθυρο λειτουργιών ανάλογα με τον χρήστη	
1	Άνοιγμα παραθύρου (Function Table) με αριστερό κλικ
2	Έλεγχος για το ποιος χρήστης είναι συνδεδεμένος
3	Τύπος χρήστη MS
4	Άνοιγμα παραθύρου Function Table για χρήστη MS

Επιχειρησιακή Διαδικασία 3 (ATCU) – Παράθυρο λειτουργιών ανάλογα με τον χρήστη	
1	Άνοιγμα παραθύρου (Function Table) με αριστερό κλικ
2	Έλεγχος για το ποιος χρήστης είναι συνδεδεμένος
3	Τύπος χρήστη ATCU
4	Άνοιγμα παραθύρου Function Table για χρήστη ATCU

Επιχειρησιακή Διαδικασία 3 (ATMC) – Παράθυρο λειτουργιών ανάλογα με τον χρήστη	
1	Άνοιγμα παραθύρου (Function Table) με αριστερό κλικ
2	Έλεγχος για το ποιος χρήστης είναι συνδεδεμένος
3	Τύπος χρήστη ATMC
4	Άνοιγμα παραθύρου Function Table για χρήστη ATMC

Επιχειρησιακή Διαδικασία 4 – Παράθυρο MAP	
1	Άνοιγμα παραθύρου MAP με αριστερό κλικ
2	Επιλογή/Αποεπιλογή μέσω checkbox
3	Εμφάνιση/Απόκρυψη στοιχείων στον/από χάρτη (αεροδρόμια, λιμάνια κτλ)
4	Άνοιγμα παραθύρου TMA (πάτημα κουμπιού με αριστερό κλικ)
5	Επιλογή/Αποεπιλογή μέσω checkbox στο παράθυρο TMA
6	Εμφάνιση/Απόκρυψη περιοχών TMA στον/από χάρτη

Επιχειρησιακή Διαδικασία 5 – Επεξεργασία ίχνους από INFO TRACKS TABLE	
1	Επιλογή του επιθυμητού ίχνους πάνω στο χάρτη με αριστερό κλικ
2	Συλλογή δεδομένων από τη βάση δεδομένων για το επιλεγμένο ίχνος
3	Απεικόνιση πληροφοριών για το επιλεγμένο ίχνος στον ΙΤΤ
4	Απεικόνιση/Απόκρυψη διαδρομής στο χάρτη του επιλεγμένου ίχνους (πάτημα κουμπιού Show/Hide Route με αριστερό κλικ)
5	Απεικόνιση Σχεδίου Πτήσης σε νέο παράθυρο του επιλεγμένου ίχνους (πάτημα κουμπιού Flightplan με αριστερό κλικ)

Επιχειρησιακή Διαδικασία 6 - Έξοδος χρήστη από το SATCOM	
1	Πάτημα κουμπιού Logout (Αποσύνδεση) με αριστερό κλικ
2	Αύξηση του αριθμού των επιτρεπόμενων χρηστών στη βάση δεδομένων +1
3	Κλείσιμο όλων των παραθύρων
4	Άνοιγμα αρχικού παραθύρου σύνδεσης στο SATCOM

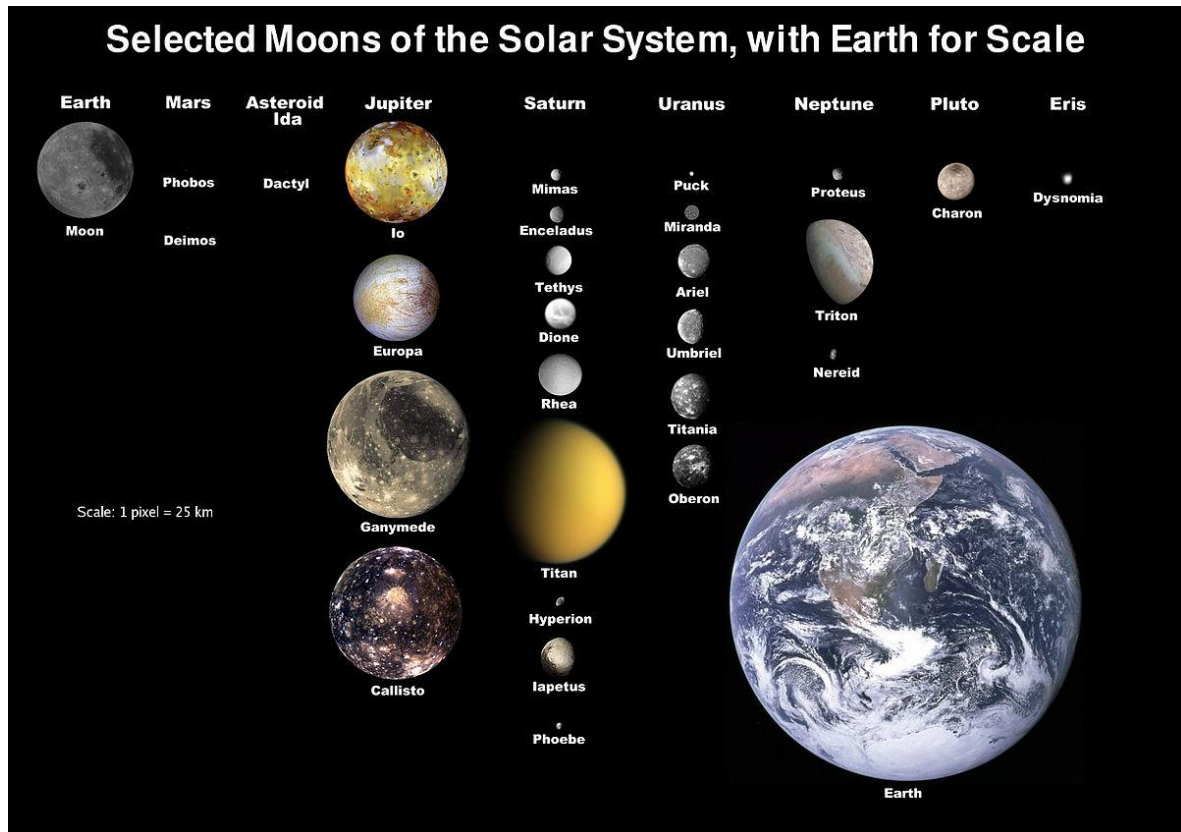
4.6-Φάση 3-Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός SATCOM

Σ' αυτή τη φάση 3 του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του SATCOM ουσιαστικά ενσωματώνονται οι φάσεις 1 και 2 για να ακολουθήσει η φάση 4. Προτού όμως συνεχίσουμε στην ανάλυση του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού θα προχωρήσουμε στην επεξήγηση κάποιων τεχνολογιών, η οποία είναι απαραίτητη για την κατανόηση των περεταίρω.

4.6.1- Δορυφόροι

Οι δορυφόροι διαχωρίζονται σε δύο (2) κατηγορίες, οι οποίες είναι οι φυσικοί και οι τεχνητοί.

Φυσικός δορυφόρος ή φεγγάρι ή δευτερεύων πλανήτης ονομάζεται κάθε φυσικό ουράνιο σώμα που περιφέρεται γύρω από έναν πλανήτη ή πλανήτη νάνο ή άλλο μικρότερο ουράνιο σώμα και υπακούει στους ίδιους νόμους της ουράνιας μηχανικής, που ρυθμίζουν την κίνηση των πλανητών. Τους νόμους αυτούς τους προσδιόρισε ο Γερμανός αστρονόμος Γιοχάνες Κέπλερ. Υπάρχουν 173 γνωστοί φυσικοί δορυφόροι γύρω από τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος (Εικόνα 19).



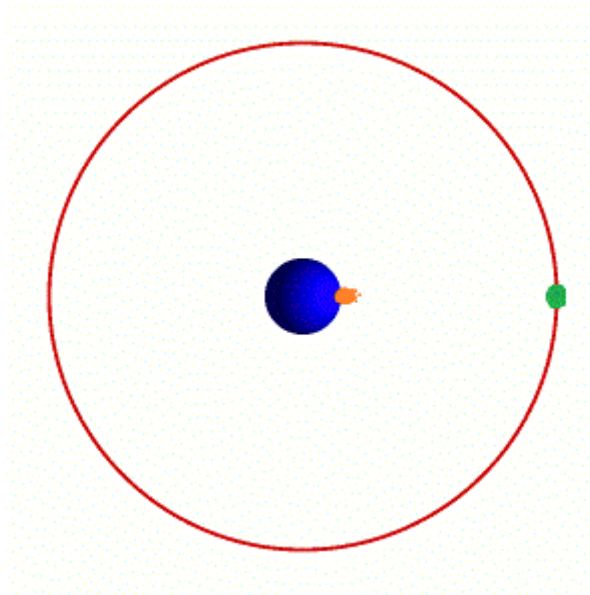
Εικόνα 19 – Φυσικοί δορυφόροι και πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος

Τεχνητός δορυφόρος είναι οποιαδήποτε κατασκευή, που δημιουργήθηκε από τον άνθρωπο, τοποθετείται σε τροχιά γύρω από ένα ουράνιο σώμα, ενώ ειδικότερα, **τεχνητός δορυφόρος της Γης** λέγεται κάθε αντικείμενο που τοποθετείται από τον άνθρωπο σε τροχιά γύρω από αυτήν και ταυτόχρονα γύρω από τον ήλιο. Οι τεχνητοί δορυφόροι κατηγοριοποιούνται σε τρεις (3) υποκατηγορίες ανάλογα με την τροχιά τους, οι οποίες είναι:

- **LEO (Low Earth Orbit):** Αυτού του είδους οι δορυφόροι (χαμηλής περί τη γη τροχιάς) δεν βρίσκονται συνεχώς πάνω από το ίδιο σημείο. Το ύψος της τροχιάς τους από την επιφάνεια της γης είναι από 100-300 μίλια, ενώ συμπληρώνουν μια τροχιά σε 15 λεπτά. Έχουν το μικρότερο κόστος εκτόξευσης, τροchioθέτησης, κατανάλωσης ενέργειας σε σύγκριση με τις δύο (2) επόμενες κατηγορίες, έχουν μικρή διάρκεια ζωής (1-3 μήνες) και χρησιμοποιούνται κυρίως στις επικοινωνίες.
- **MEO (Medium Earth Orbit):** Είναι δορυφόροι (μεσαίας περί τη γη τροχιάς), οι οποίοι κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα από τη γη, οπότε δεν φαίνονται στατικοί

από κάποιο σημείο. Βρίσκονται σε τροχιές μεταξύ των LEO και GEO, ύψους από 6.000-12.000 μίλια και συμπληρώνουν τον κύκλο της τροχιάς τους σε 2-4 ώρες. Έχουν μέτριο κόστος τροχιοθέτησης, μεσαίες καθυστερήσεις στη μετάδοση και συχνά σφάλματα (path loss errors), ενώ διαθέτουν την ίδια τεχνολογία μετάδοσης με τους LEO.

- **GEO (Geosynchronous Orbit):** Αυτού του είδους οι δορυφόροι (γεωσύγχρονη τροχιά) είναι οι πιο οικονομικοί για επικοινωνία σε μεγάλες αποστάσεις σε σχέση με τα υπερπόντια καλώδια. Κινούνται σε τροχιά γύρω από τη γη και η ταχύτητά τους είναι τέτοια ώστε να πραγματοποιούν μια πλήρη τροχιά σε χρόνο που διαρκεί όσο μια πλήρης περιστροφή της γης γύρω από τον εαυτό της (24 ώρες), με αποτέλεσμα να φαίνονται στατικοί από κάποιο σημείο παρατήρησης (Εικόνα 20). Ειδική περίπτωση της κατηγορίας αυτής αποτελεί η **γεωστατική τροχιά (Geostationary Orbit)**, κατά την οποία οι δορυφόροι αυτοί βρίσκονται σε τροχιά 22.300 μιλίων από την επιφάνεια της γης (35.800 km).



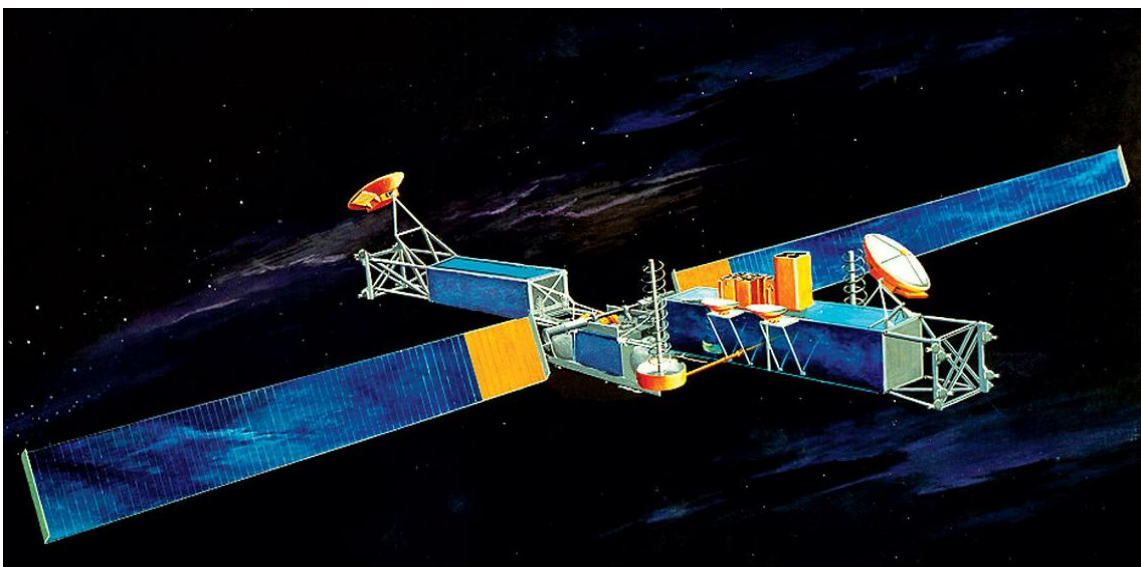
Εικόνα 20 - Γεωστατική τροχιά

Συμπληρώνουν μια τροχιά κάθε 24 ώρες, κινούνται με ταχύτητα 7.000 μίλια/ώρα και βρίσκονται πάνω από τον Ισημερινό της γης. Επειδή κινούνται με την ίδια ταχύτητα και κατεύθυνση με τη γη φαίνονται ακίνητοι όταν παρατηρούνται από ένα συγκεκριμένο

σημείο. Ένας τέτοιος δορυφόρος καλύπτει το 42,2% της γήινης επιφάνειας, δεν έχει προβλήματα εξαιτίας του φαινομένου Doppler, αλλά το κόστος τους είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες.



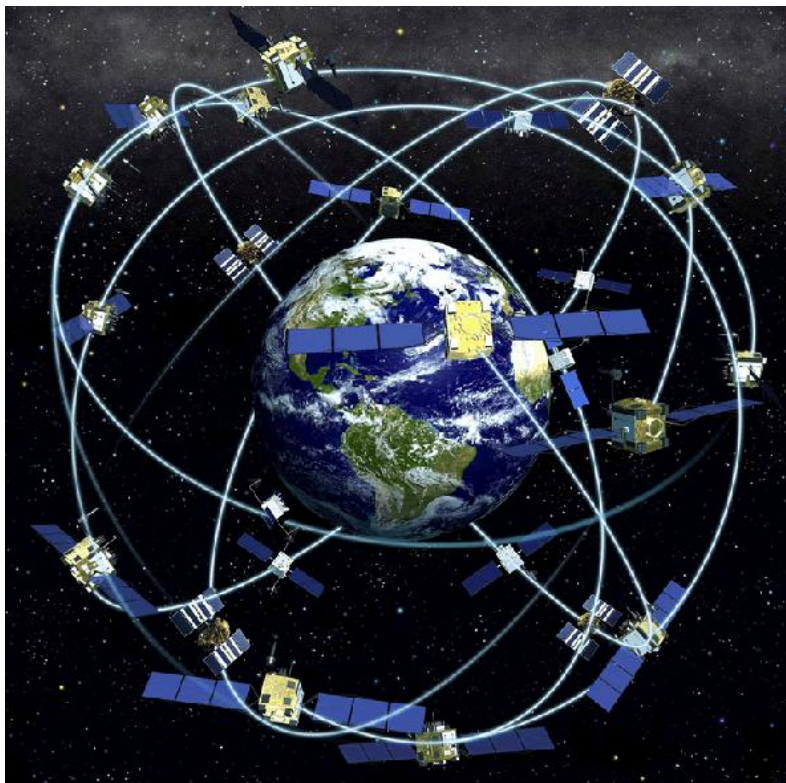
Εικόνα 21 - Αμερικανικός μετεωρολογικός δορυφόρος GOES-8



Εικόνα 22 - Αμερικάνικος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος MILSTAR

4.6.2-Δέκτες GPS – Τεχνολογία GPS

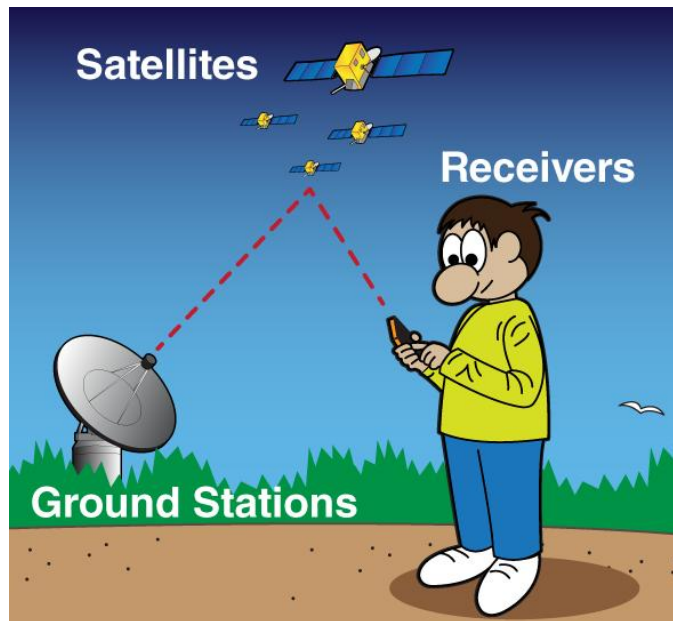
Το GPS (Global Positioning System), Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης, ή **Θεσιθεσίας** είναι ένα παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού γεωγραφικής θέσης, (στίγματος), ακίνητου ή κινητού χρήστη, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων (24) δορυφόρων, οι οποίοι βρίσκονται σε τροχιά γύρω από της Γη και ολοκληρώθηκε το 1994. Επίσης το πλέγμα αυτό διαθέτει τρεις (3) ακόμη δορυφόρους, οι οποίοι είναι εφεδρικοί σε περίπτωση βλάβης ενός ή περισσότερων δορυφόρων από τους 24 δορυφόρους του κυρίως συμπλέγματος. Όλοι οι δορυφόροι βρίσκονται σε ύψος 12.552 μιλίων (20.200 χιλιομέτρων) πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και εκτελούν δύο περιστροφές γύρω από τη Γη κάθε 24ωρο. Η κατασκευάστρια εταιρεία είναι η Rockwell International, η εκτόξευσή τους πραγματοποιήθηκε από το ακρωτήριο Canaveral, ενώ η τροφοδοσία τους με ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων που διαθέτουν.



Εικόνα 23 - GALILEO

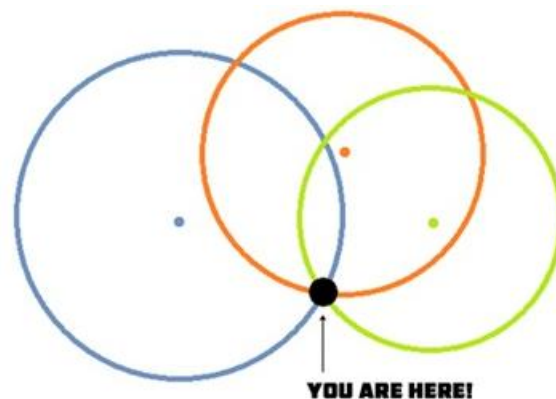
Οι φορητές συσκευές GPS είναι εφοδιασμένες με ένα ειδικό σύστημα εντοπισμού, το οποίο ονομάζεται "πομποδέκτης GPS". Γενικά οι πομποδέκτες παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την

κατεύθυνση της κίνησης του και η ακρίβεια τους για εμπορικούς σκοπούς εκτιμάται στα +/- 10 μέτρα.



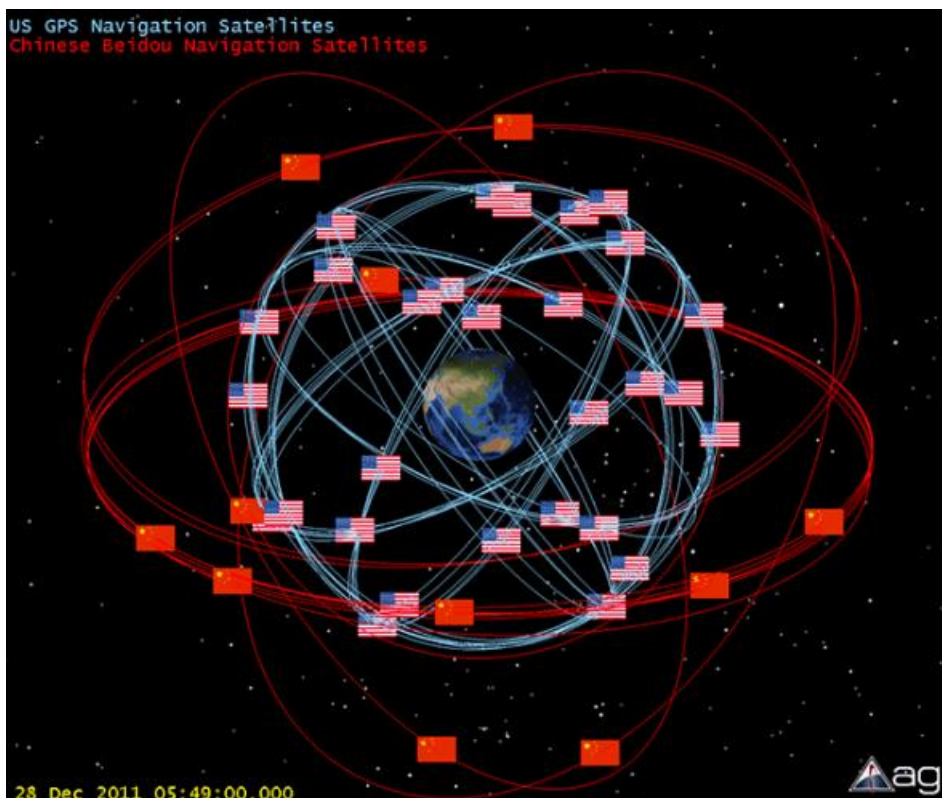
Εικόνα 24 – Διασύνδεση μεταξύ επίγειων σταθμών, δορυφόρων και δεκτών GPS

Επίσης, σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες αυτές. Για τον εντοπισμό της θέσης από τη συσκευή GPS απαιτείται ταυτόχρονη λήψη σημάτων από τρεις (3) τουλάχιστον δορυφόρους. Επίσης, η λειτουργία του πομποδέκτη GPS βασίζεται στη βασική αρχή του τριπλευρισμού (trilateration-Εικόνα 25), και όχι του τριγωνισμού (triangulation). Κατά τον τριπλευρισμό μετριέται απόσταση, ενώ κατά τον τριγωνισμό μετρώνται γωνίες.



Εικόνα 25 – Διαδικασία τριπλευρισμού για την εύρεση θέσης μέσω συσκευής GPS

Το σύστημα ξεκίνησε από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ και ονομάστηκε NAVSTAR GPS (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System). Το δορυφορικό αυτό σύστημα ρυθμίζεται καθημερινά από την επανδρωμένη Βάση Πολεμικής Αεροπορίας Σρίβερ (Schriever) με κόστος 400 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο, ενώ ταυτόχρονα υπάρχουν και τέσσερις μη επανδρωμένοι σταθμοί ανά τον κόσμο, οι οποίοι συμβάλλουν στην εύρυθμη λειτουργία του GPS. Κλείνοντας, το GPS δεν είναι το μόνο σύστημα δορυφόρων για τον εντοπισμό της θέσης. Η Ρωσία έχει το σύστημα GLONASS, η Κίνα το BEIDOU και η Ευρώπη αναπτύσσει το GALILEO.



Εικόνα 26 – Δορυφόροι των NAVSTAR GPS και BEIDOU

4.6.3-Κεραίες WiMAX

WiMAX ονομάζεται η ασύρματη τεχνολογία δικτύωσης, η οποία λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με αυτό του Wi-Fi, αλλά διαθέτει πολύ μεγαλύτερη εμβέλεια. Πιο συγκεκριμένα, το Wi-Fi εξασφαλίζει εμβέλεια επικοινωνίας μέχρι 100 μέτρα, ενώ το WiMAX φθάνει από τα 35-50 χιλιόμετρα, ενώ σε άλλες βιβλιογραφίες γίνονται αναφορές για 70 χιλιόμετρα. Ουσιαστικά η ανάπτυξη του 802.16 (WiMAX) ξεκίνησε το 1999 από την IEEE και στις 29 Ιανουαρίου 2003 παρουσιάστηκε το πρότυπο 802.16a. Το

συγκεκριμένο πρότυπο είναι σχεδιασμένο για την ζώνη συχνοτήτων 2-11 GHz, ενώ το αρχικό 802.16 του 1999 ήταν για 10-66GHz. Επίσης, δύο άλλα σημαντικά πλεονεκτήματα του 802.16 (WiMAX) είναι, πρώτον, ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει οπτική επαφή (Non Line Of Sight-NLOS) μεταξύ σταθμού και χρήστη, και δεύτερον ότι ο ρυθμός ασύρματης μετάδοσης φτάνει έως τα 70Mbps (Εικόνα 27).



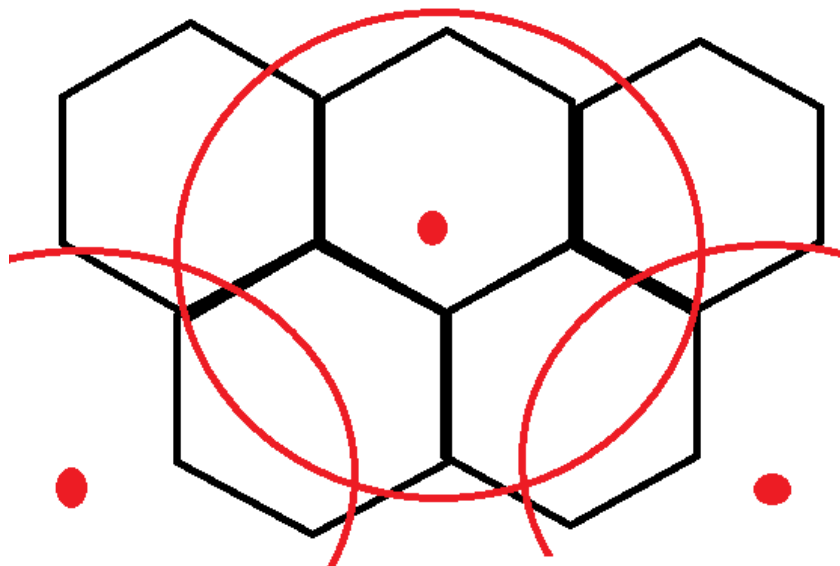
Εικόνα 27 – Μια αναπαράσταση του δικτύου Wi-MAX

Η διαμόρφωση, η οποία χρησιμοποιείται, είναι κυρίως η OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Η OFDM είναι μια πολύ ανθεκτική διαμόρφωση σε ότι αφορά φαινόμενα εξωτερικών παρεμβάσεων ειδικότερα στις συχνότητες άνω των 2 GHz, τις οποίες και χρησιμοποιεί το πρότυπο 802.16. Υπήρχαν κάποια ζητήματα ασφαλείας στο 802.16 (χρήση αλγόριθμου DES), τα οποία επιλύθηκαν με το πρότυπο 802.16e (Mobile WiMAX), στο οποίο συμπεριλήφθηκε ο αλγόριθμος κρυπτογράφησης AES (Advanced Encryption Algorithm) και το πρωτόκολλο EAP (Extensible Authentication Protocol). Μ' αυτόν τον τρόπο πιστοποιούνται οι συσκευές, που είναι στο δίκτυο και ουσιαστικά μέσω του EAP επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί σχεδόν οποιοσδήποτε μηχανισμός πιστοποίησης, συμπεριλαμβανομένων και μηχανισμών για αμοιβαία πιστοποίηση. Επίσης, στο 802.16e (Mobile WiMAX) χρησιμοποιούνται κεραίες MIMO (Multiple Input Multiple Output) με σκοπό τη βελτίωση της κάλυψης. Ανταγωνιζόμενες τεχνολογίες με αυτήν του WiMAX είναι αυτές που χρησιμοποιούνται στην κινητή τηλεφωνία όπως οι 3G (CDMA 2000,

UMTS) και 4G (Ultra Mobile Broadband, 3GPP). Τέλος, στην Ελλάδα άρχισε να λειτουργεί πιλοτικά τον Σεπτέμβριο του 2008 το δίκτυο WiMAX του ΟΤΕ με δοκιμαστική εκπομπή στο Άγιο Όρος και στην συνέχεια το εργαστήριο Έρευνας και Ανάπτυξης τηλεπικοινωνιακών συστημάτων PASIPHAΕ τον Οκτώβριο του 2008 πραγματοποίησε δοκιμαστική εκπομπή για εκπαιδευτικούς-ερευνητικούς σκοπούς στην περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης.

4.6.4-Ανάλυση του Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού του SATCOM

Το SATCOM βασίζεται στη δημιουργία ενός ΠΣ, το οποίο θα μπορεί να διασυνδεθεί και με άλλα υποσυστήματα, τα οποία θα συνεισφέρουν στην εύρυθμη λειτουργία του. Αρχικά θα πρέπει να αναφερθεί ότι για την απεικόνιση του ίχνους (αεροσκάφους) στο χάρτη της εφαρμογής θα πρέπει να υπάρχουν γεωγραφικά δεδομένα της θέσεως του ίχνους. Στην προκειμένη περίπτωση το SATCOM μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα αλλά και παράλληλα με τη χρήση διασυνδεδεμένων κεραιών ραντάρ, τα οποία για παράδειγμα θα πρέπει να χρησιμοποιούν ένα κοινό πρότυπο εισαγωγής δεδομένων και το οποίο πρότυπο θα προκύπτει από τη μετάφραση των δεδομένων μιας κεραίας ραντάρ σε δεδομένα κατάλληλα για αποθήκευση στη βάση δεδομένων και χρήση από το SATCOM. Για το παράδειγμα λειτουργίας του SATCOM χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα θέσεως, τα οποία εισήχθησαν στη βάση δεδομένων χειροκίνητα λόγω μη δυνατότητας εφαρμογής του σε πραγματικές (live) πληροφορίες ραντάρ. Από την άλλη πλευρά, η ανεξαρτησία του SATCOM από τις κεραιές ραντάρ βασίζεται στη λειτουργία της συλλογής συντεταγμένων (δεδομένα θέσεως) από το ίδιο το αεροσκάφος μέσω μιας συσκευής GPS (Global Position System) και ταυτόχρονης εκπομπής αυτών των δεδομένων μαζί με άλλα δεδομένα μέσω της κεραίας WiMAX (ή δορυφορικής), που θα πρέπει να είναι εξοπλισμένο το αεροσκάφος, προς τις κεραιές WiMAX (ή δορυφορικές) του εδάφους ή επικοινωνιακούς δορυφόρους, αλλά και των υπολοίπων αεροσκαφών περιμετρικά του αρχικού αεροσκάφους. Με αυτόν τον τρόπο το κάθε αεροσκάφος γνωστοποιεί τη θέση του στους σταθμούς εδάφους, αλλά και στα υπόλοιπα αεροσκάφη. Επίσης θα μπορούσε να γίνει χρήση και των ήδη υπαρχόντων κεραιών ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας, οι οποίες θα λαμβάνουν τις εκπεμπόμενες πληροφορίες των αεροσκαφών μέσω μηνυμάτων (sms) και θα τις προωθούν σε κάποιο σταθμό εδάφους. Από εκεί θα γίνεται η ανάγνωση του μηνύματος, του οποίου τα δεδομένα θα συνεισφέρουν στη συλλογή των συντεταγμένων του αποστολέα αλλά και άλλων πληροφοριών (Εικόνα 28).



Εικόνα 28– Αρχιτεκτονική κυψελών από δίκτυο κινητής τηλεφωνίας σε συνδυασμό με κεραίες Wi-MAX

Τώρα τα εξωτερικά υποσυστήματα, τα οποία θα μπορούσαν να διασυνδεθούν στο SATCOM είναι τα παρακάτω:

- Υποσύστημα συλλογής Σχεδίων Πτήσης (Flight Plan Data)

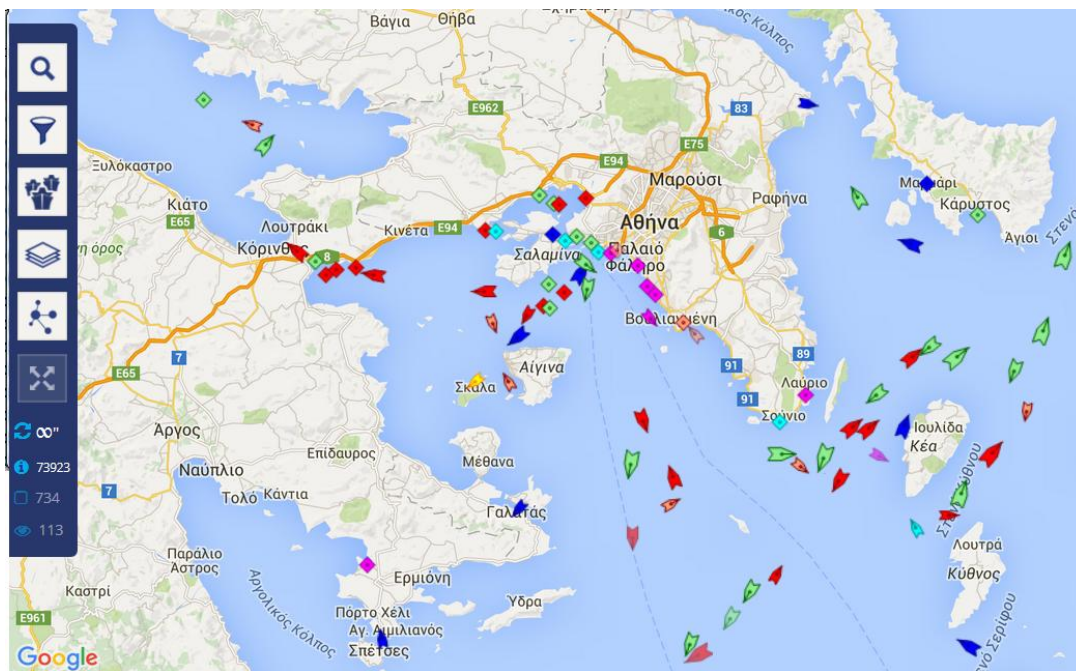
Μέσω αυτού του υποσυστήματος θα συλλέγονται όλα τα δεδομένα των σχεδίων πτήσης των αεροσκαφών, τα οποία ίπτανται σε μια ευρύτερη περιοχή. Τα δεδομένα αυτά θα γνωστοποιούν ουσιαστικά σε ηλεκτρονική μορφή την προγραμματισμένη διαδρομή ενός αεροσκάφους. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να παρθούν από τον ICAO, ο οποίος παρέχει αυτή τη δυνατότητα και είναι αυτός, στον οποίο κατατίθενται όλα τα σχέδια πτήσης παγκοσμίως.

- Υποσύστημα συλλογής δεδομένων καιρού (Weather Data)

Με τη διασύνδεση αυτού του υποσυστήματος το SATCOM θα έχει τη δυνατότητα να συλλέγει και να αξιοποιεί δεδομένα καιρού με απώτερο σκοπό να προειδοποιεί αυτόματα τα αεροσκάφη εν πτήση, όταν κάποιο από αυτά διατρέχει κίνδυνο να εισέλθει, κατά την προγραμματισμένη διαδρομή του, σε κάποια περιοχή επικίνδυνων καιρικών φαινομένων. Η συλλογή των δεδομένων καιρού μπορεί να πραγματοποιηθεί από τα ήδη εγκατεστημένα μετεωρολογικά ραντάρ, δορυφόρους μετεωρολογικής πρόβλεψης ή τέλος από την τοποθέτηση αισθητήρων (κατά τόπους) συλλογής μετεωρολογικών δεδομένων.

- Υποσύστημα συλλογής δεδομένων πλοίων – AIS (Προαιρετικό)

Το AIS (Automatic Identification System) είναι ένα αυτόματο σύστημα εντοπισμού, το οποίο χρησιμοποιείται από πλοία αλλά και υπηρεσίες εξυπηρέτησης κυκλοφορίας πλοίων (VTS-Vessel Traffic Services) για την ταυτοποίηση και των εντοπισμό σκαφών θαλάσσης με ψηφιακή ανταλλαγή δεδομένων με άλλα κοντινά πλοία, σταθμούς βάσης AIS και δορυφόρους (Εικόνα 29).



Εικόνα 29 – Εικόνα επιφανείας AIS

Η διασύνδεση του AIS (Εικόνα 30) στο SATCOM είναι προαιρετική και δεν συμβάλλει θετικά ή αρνητικά στην αύξηση της ασφάλειας πτήσεων, αλλά η διασύνδεση του ολοκληρώνει το SATCOM και το καθιστά ως ένα πλήρες Πληροφοριακό Σύστημα διαχείρισης ιχνών αέρος και επιφανείας.



Εικόνα 30 - AIS και ραντάρ για την ομαλή κυκλοφορία των πλοίων

- Υποσύστημα διαχείρισης συχνοτήτων ασυρμάτων επικοινωνίας μέσω ομιλίας

Αυτό το υποσύστημα θα καταστήσει, την εισαγωγή των συχνοτήτων στους ασυρμάτους επικοινωνίας, μια εύκολη διαδικασία για τους ATCU (αντίστοιχοι με τους Ελεγκτές Εναέριου Κυκλοφορίας). Ουσιαστικά ο χρήστης ATCU θα μπορεί να ρυθμίζει μια συχνότητα εκπομπής/λήψης στον ασύρμάτο του μέσω ενός interface το οποίο θα είναι ενσωματωμένο στο λογισμικό του SATCOM.

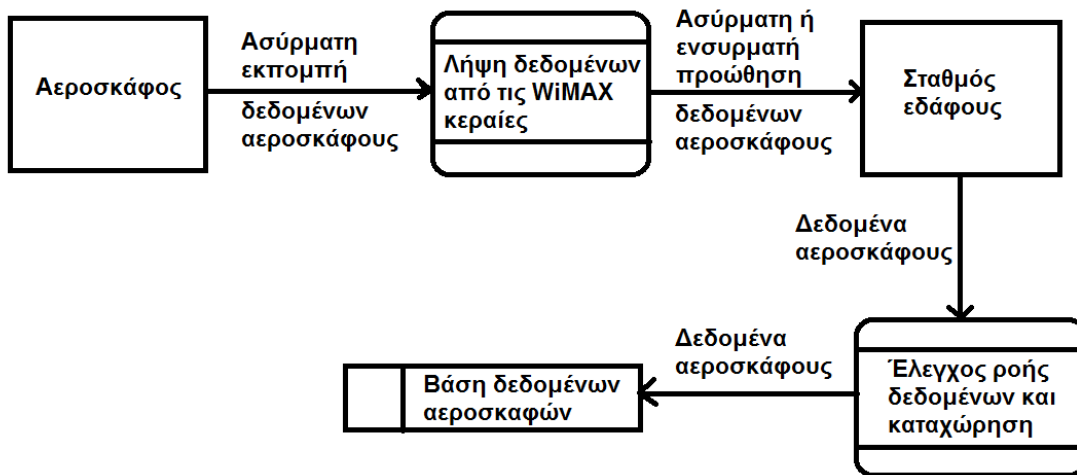
- Υποσύστημα διαχείρισης κεραιών εκπομπής/λήψης δεδομένων εδάφους (WiMAX ή δορυφορικών)

Με αυτόν τον τρόπο ο εκάστοτε χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται απομακρυσμένα τη λειτουργία μιας κεραιάς (WiMAX ή δορυφορικής). Έτσι θα είναι εφικτή η διαχείριση της κεραιάς, που μπορεί να αφορά επανεκκίνηση λειτουργικού (software) στον απομακρυσμένο υπολογιστή της κεραιάς, ρύθμιση της ευαισθησίας, ρύθμιση του ελέγχου ροής των δεδομένων (flow control) για μια συγκεκριμένη κεραιά ή

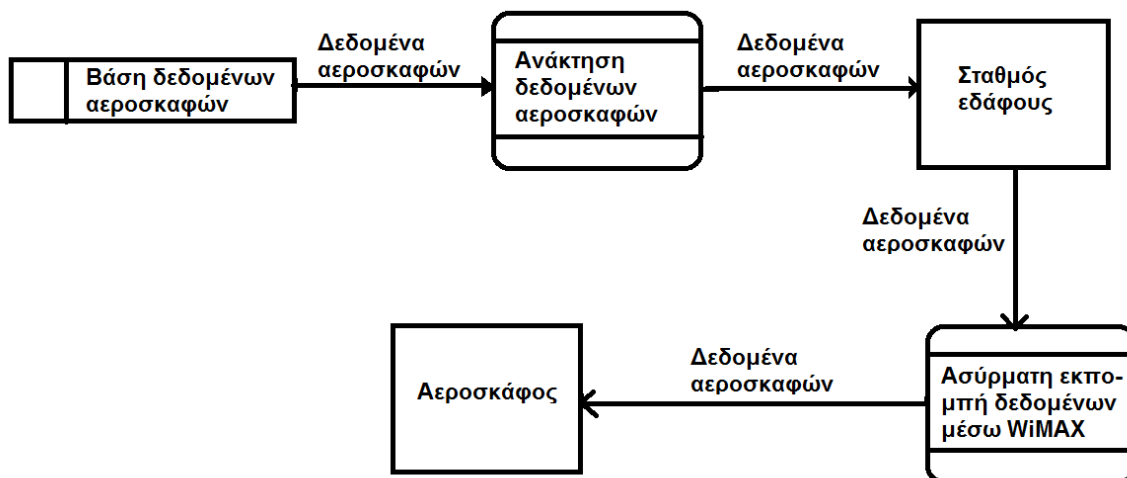
τέλος να αφορά και μια απλή απεικόνιση της κατάστασης λειτουργίας της ή κ.ά. Κλείνοντας παρακάτω παρατίθεται ένα πλάνο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του SATCOM, μέσω του οποίου μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τη λειτουργία του.

4.6.5-Διαγράμματα ροής δεδομένων (ΔΡΔ) και Αρχιτεκτονικό Πλάνο (Σχέδιο) SATCOM

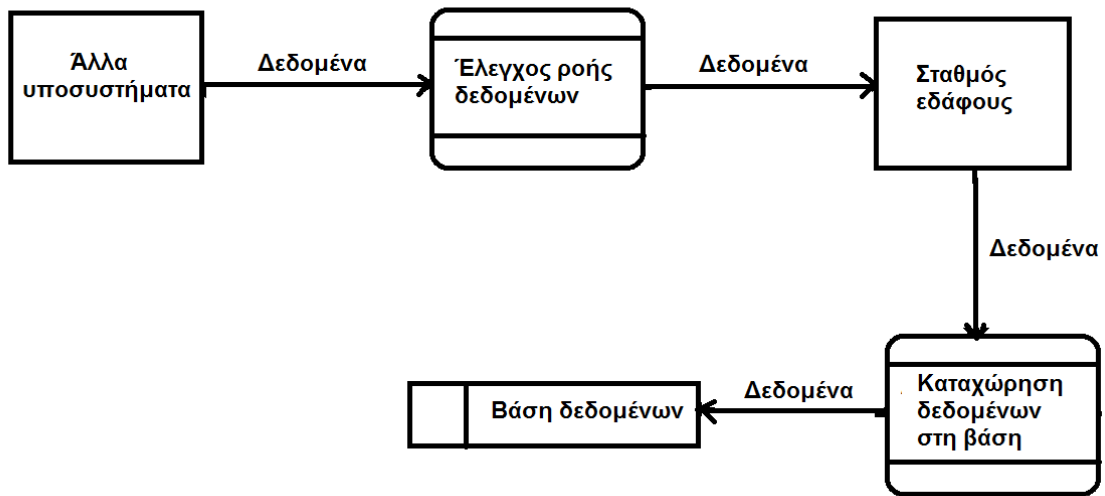
Παρακάτω απεικονίζεται τα βασικά Διαγράμματα Ροής Δεδομένων (ΔΡΔ) του SATCOM, αλλά και το αρχιτεκτονικό σχέδιο του SATCOM μέσω του οποίου ο αναγνώστης μπορεί να αντιληφθεί πως αλληλεπιδρούν και πως διασυνδέονται μεταξύ τους οι λειτουργίες και τα υποσυστήματα του.



Διάγραμμα Ροής Δεδομένων 1

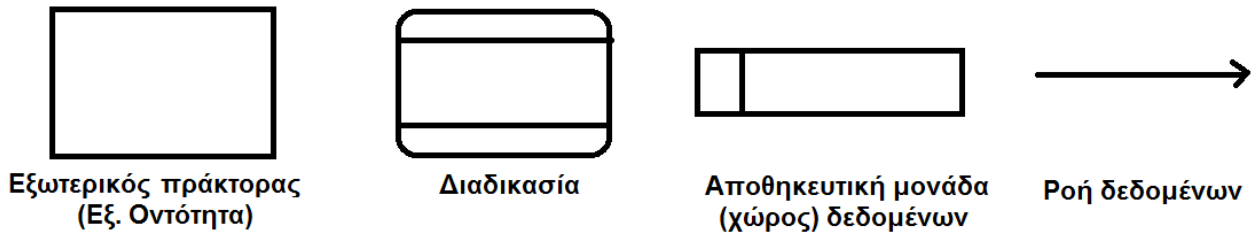


Διάγραμμα Ροής Δεδομένων 2

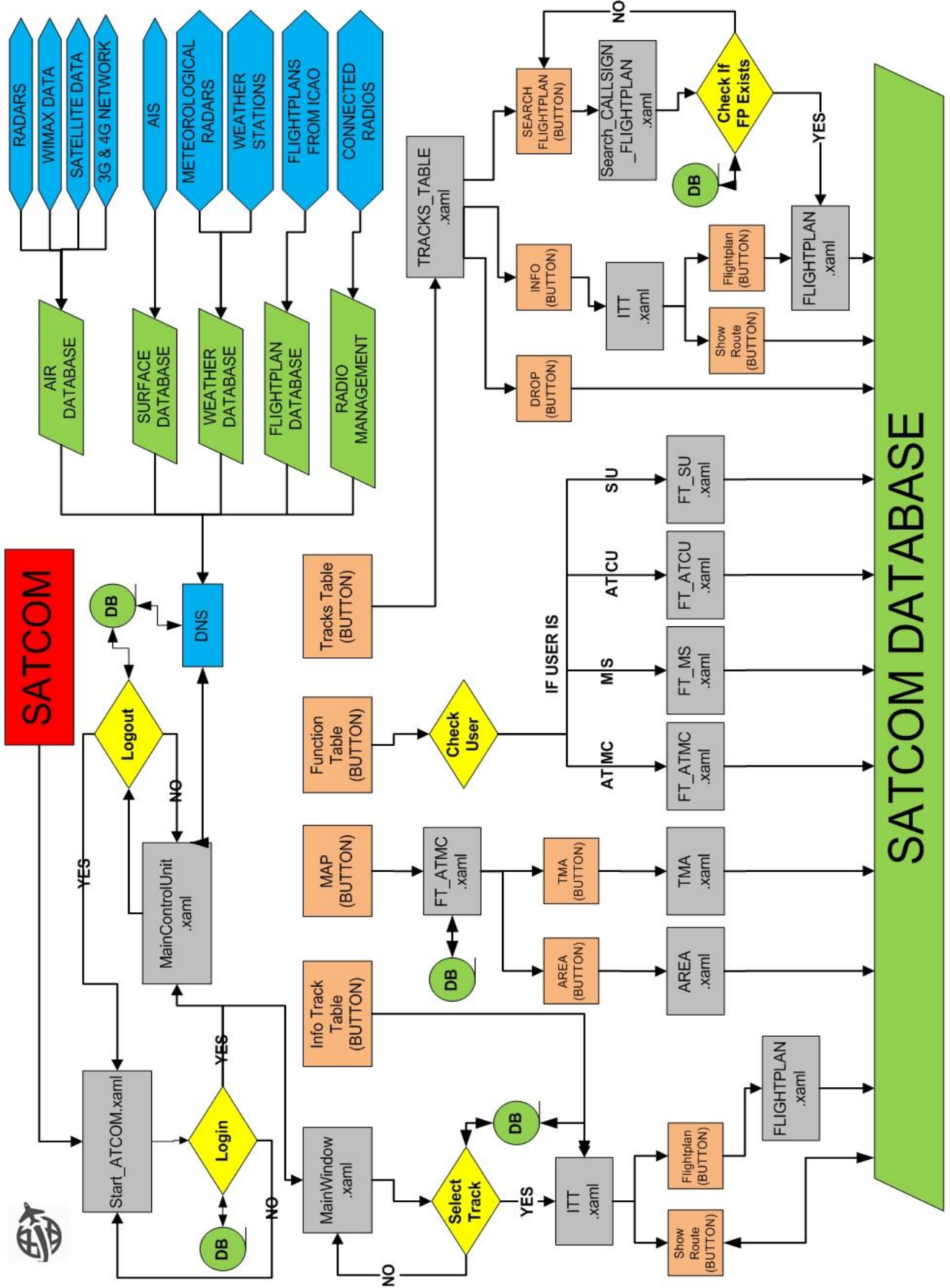


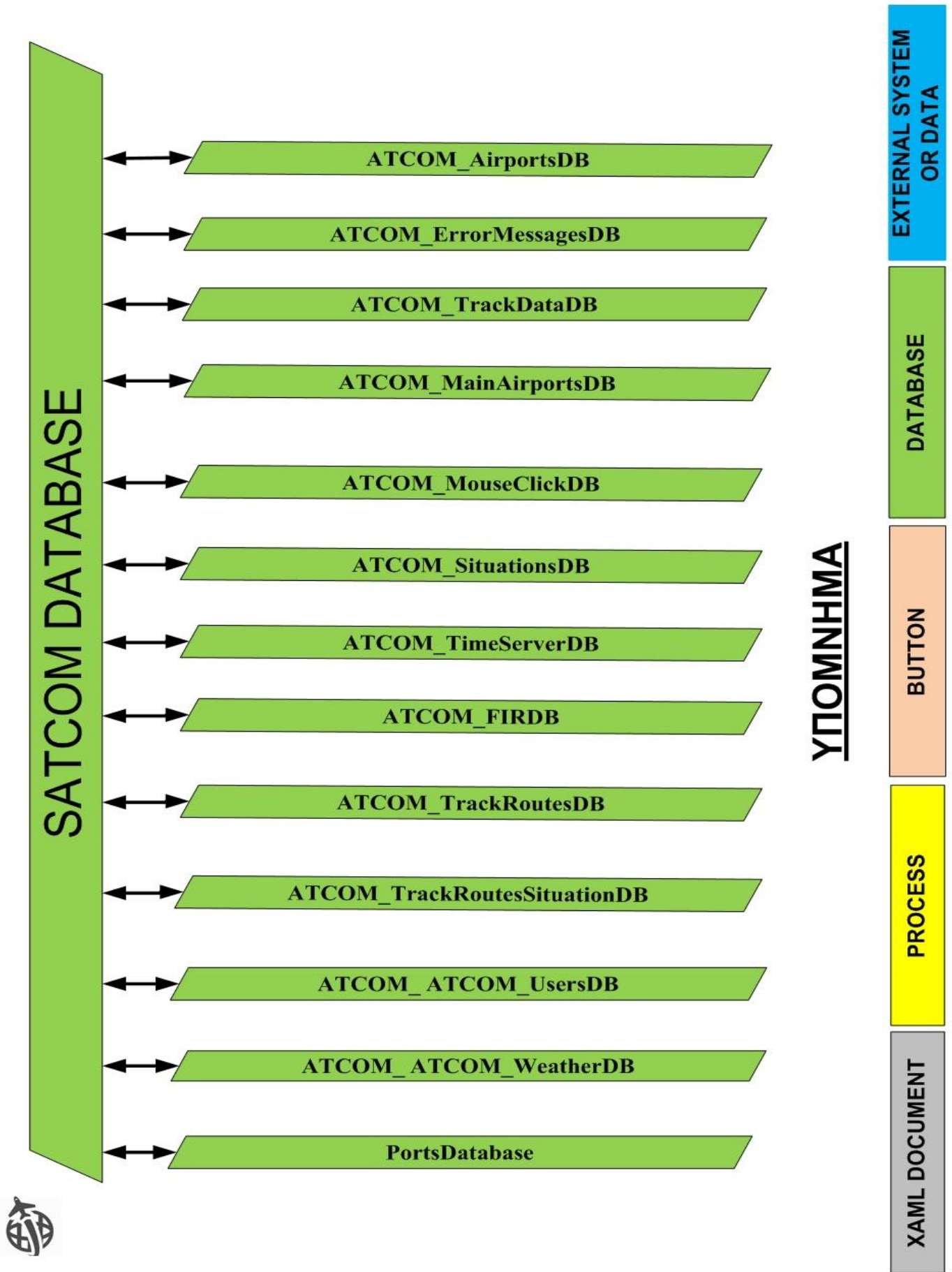
Διάγραμμα Ροής Δεδομένων 3

Σχήματα που αποτελούν το διάγραμμα ροής δεδομένων



Υπόμνημα σχημάτων Διαγράμματος Ροής Δεδομένων



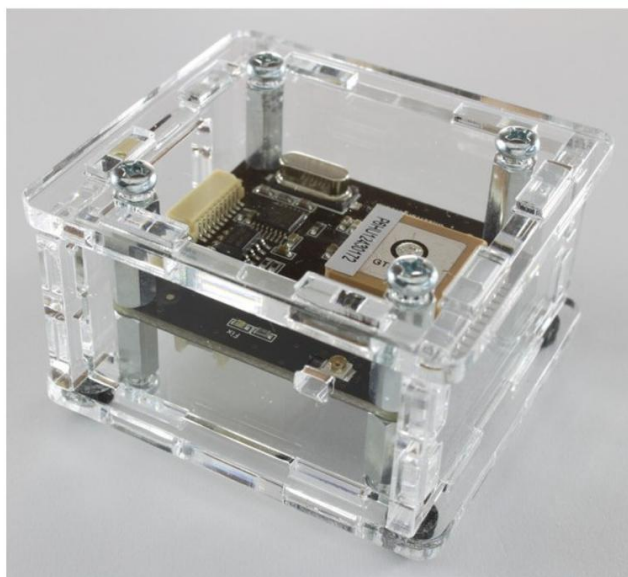


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ SATCOM (SATELLITE AIR TRAFFIC & CONTROL MANAGEMENT)

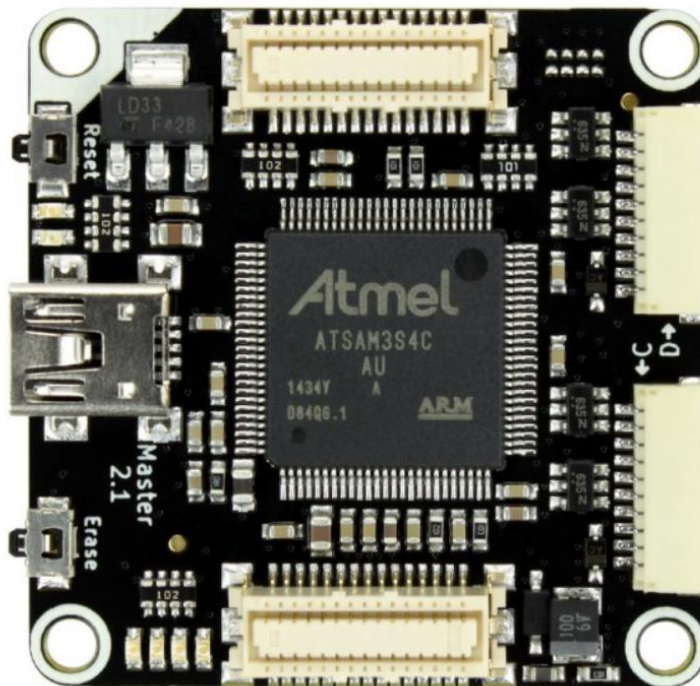
5.1-Εισαγωγή

Αυτό το Κεφάλαιο αποτελεί το στάδιο 4 της 1^{ης} φάσης του κύκλου ζωής του SATCOM, που αφορά την υλοποίηση και τον έλεγχο του, αλλά και την 4^η φάση (Δημιουργία ΠΣ) της μεθοδολογίας σχεδιασμού. Το SATCOM κατασκευάστηκε με τις γλώσσες προγραμματισμού C#, όσον αφορά τη λειτουργικότητά του και XAML για την γραφική αναπαράσταση των παραθύρων (GUI-Graphical User Interface). Για την υλοποίησή του χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Microsoft Visual Studio 2013 και η έκδοση του Framework, που χρησιμοποιήθηκε είναι η 4.5. Για τη λήψη δεδομένων θέσεως από GPS χρησιμοποιήθηκε συμβατή συσκευή με την γλώσσα C#, η οποία συσκευή αγοράστηκε από την εταιρία Tinkerforge, που εδρεύει στη Γερμανία. Η λειτουργία της λήψης δεδομένων βασίζεται σε δύο (2) τσιπ, που επικοινωνούν μεταξύ τους, από τα οποία το ένα ονομάζεται Master Brick (Εικόνα 32) και το άλλο GPS Bricklet (Εικόνα 31). Επίσης τα σχεδιαγράμματα κατασκευάστηκαν με τη βοήθεια του Microsoft Office Visio 2007.



Εικόνα 31 – GPS Bricklet της εταιρίας Tinkerforge

Το GPS Bricklet παίρνει δεδομένα θέσεως από δορυφόρους μέσω του GPS, που διαθέτει, και στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά αφού περάσουν από το Master Brick (Εικόνα 32) αξιοποιούνται απ' ευθείας από την εφαρμογή του SATCOM για να απεικονίσουν το στίγμα στο χάρτη της εφαρμογής.



Εικόνα 32 – Master Brick της εταιρίας Tinkerforge

Ο χάρτης, που χρησιμοποιήθηκε είναι ο χάρτης Bing Maps για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Επίσης να αναφερθεί ότι για την βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η MongoDB (C#), αφενός επειδή ενδείκνυται για big data και αφετέρου επειδή η MongoDB διαθέτει δυνατότητες για την εκτέλεση geospatial επερωτημάτων απευθείας στη βάση δεδομένων. Δηλαδή αν τα έγγραφα (documents) μιας συλλογής (collection) έχουν αποθηκευτεί με ευρετήρια 2d ή 2dsphere, τότε τα δεδομένα αυτών των εγγράφων μπορούν να αξιοποιηθούν για την εύρεση, σύγκριση συντεταγμένων, που είναι αποθηκευμένες σε διδιάστατο πίνακα (Array) με τη μορφή Γεωγραφικού Μήκους (Longitude-Double) και Γεωγραφικού Πλάτους (Latitude-Double).

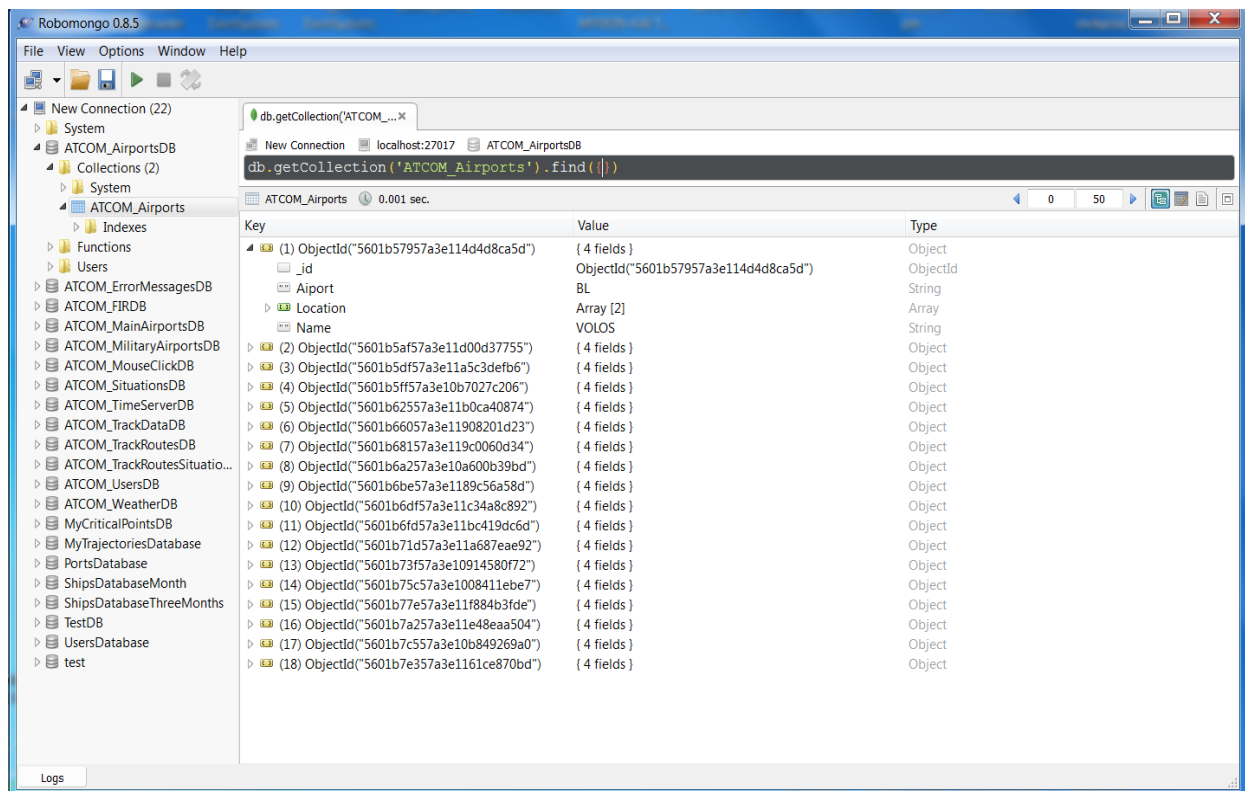
5.2-Τεχνική περιγραφή Βάσης Δεδομένων SATCOM

Η Βάση Δεδομένων του SATCOM, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω δημιουργήθηκε με τη χρήση της MongoDB (C# - Εικόνα 33). Για λόγους ευχρηστίας και απεικόνισης των αποθηκευμένων δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Robomongo (έκδοση 0.8.5 – Εικόνα 34), μέσω του οποίου η πρόσβαση και η επεξεργασία στα δεδομένα καθίσταται πολύ εύκολη.

```

mongod - Συντόμηση
2015-12-22T20:52:30.153+0200 I CONTROL Hotfix KB2731284 or later update is installed, no need to zero-out data files
2015-12-22T20:52:30.184+0200 I JOURNAL [initandlisten] journal dir=C:\data\db\journal
2015-12-22T20:52:30.184+0200 I JOURNAL [initandlisten] recover : no journal files present, no recovery needed
2015-12-22T20:52:30.241+0200 I JOURNAL [durability] Durability thread started
2015-12-22T20:52:30.243+0200 I JOURNAL [journal writer] Journal writer thread started
2015-12-22T20:52:30.332+0200 I CONTROL [initandlisten] MongoDB starting : pid=6420 port=27017 dbpath=C:\data\db\ 64-bit host=???????
2015-12-22T20:52:30.333+0200 I CONTROL [initandlisten] targetMinOS: Windows 7/Windows Server 2008 R2
2015-12-22T20:52:30.333+0200 I CONTROL [initandlisten] db version v3.0.2
2015-12-22T20:52:30.334+0200 I CONTROL [initandlisten] git version: 6201872043ecbbc0a4cc169b5482dcf385fc464f
2015-12-22T20:52:30.334+0200 I CONTROL [initandlisten] build info: windows sys.getwindowsversion(major=6, minor=1, build=7601, platform=2, service_pack='Service Pack 1') BOOST_LIB_VERSION=1_49
2015-12-22T20:52:30.335+0200 I CONTROL [initandlisten] allocator: system
2015-12-22T20:52:30.335+0200 I CONTROL [initandlisten] options: {}
2015-12-22T20:52:30.685+0200 I NETWORK [initandlisten] waiting for connections on port 27017
    
```

Εικόνα 33 – Τερματικό στο οποίο «τρέχει» η MongoDB



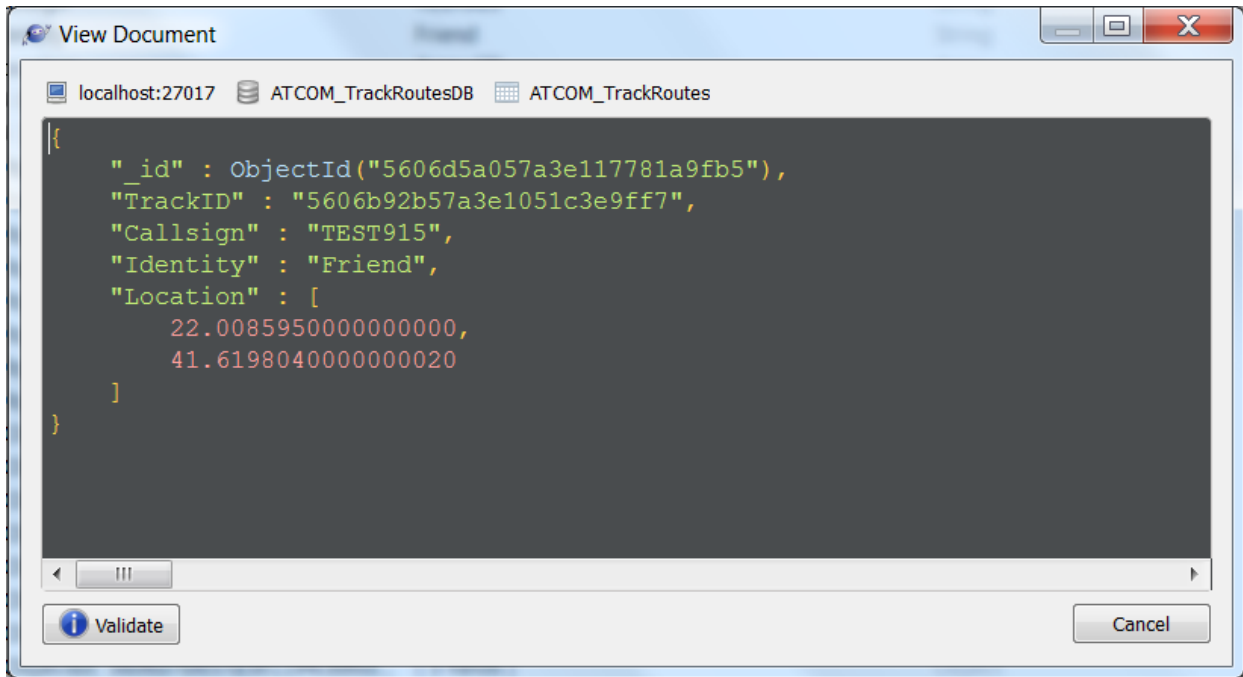
Εικόνα 34 – Robomongo

Αυτή, περιλαμβάνει ουσιαστικά 13 (υπό)βάσεις δεδομένων (Εικόνα 35), η οποία κάθε μια ξεχωριστά αποσκοπεί στην σωστή και αποτελεσματική λειτουργία του SATCOM. Αυτές οι (υπο)βάσεις, οι οποίες συνθέτουν συνολικά τη ΒΔ του SATCOM είναι οι παρακάτω:

Βάση δεδομένων SATCOM	
(υπό)Βάση Δεδομένων	Συλλογή (Collection)
ATCOM_AirportsDB	ATCOM_Airports
ATCOM_ErrorMessagesDB	ATCOM_ErrorMessages
ATCOM_FIRDB	ATCOM_FIR
ATCOM_MainAirportsDB	ATCOM_MainAirports
PortsDatabase	Ports
ATCOM_MouseClickDB	ATCOM_MouseClick
ATCOM_SituationsDB	ATCOM_Situations
ATCOM_TimeServerDB	ATCOM_TimeServer
ATCOM_TrackDataDB	ATCOM_TrackData
ATCOM_TrackRoutesDB	ATCOM_TrackRoutes
ATCOM_TrackRoutesSituationDB	ATCOM_TrackRoutesSituation
ATCOM_ATCOM_UsersDB	ATCOM_ATCOM_Users
ATCOM_ATCOM_WeatherDB	ATCOM_ATCOM_Weather

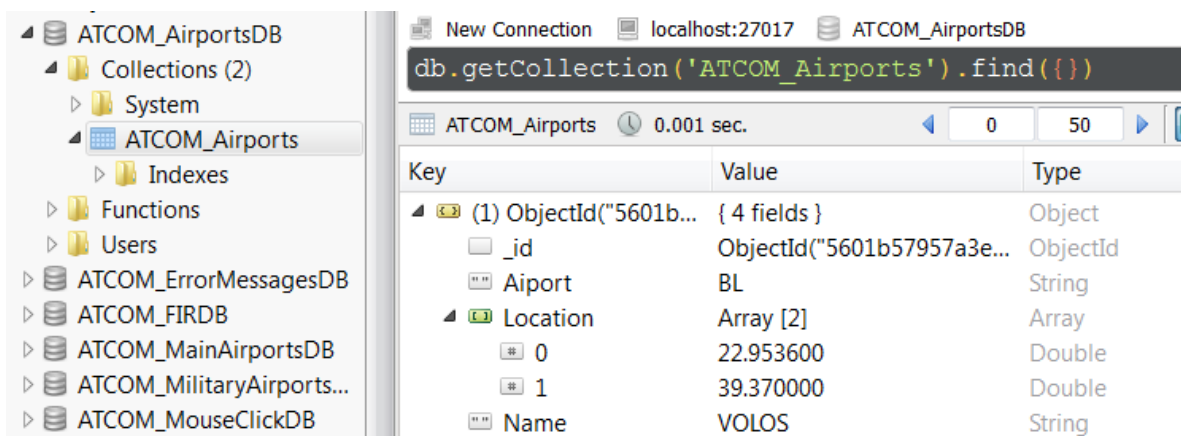
Εικόνα 35 – Η βάση δεδομένων του SATCOM και οι (υπο)βάσεις του

Κάποιες από τις παραπάνω (υπό)βάσεις διαθέτουν ευρετήρια γεωγραφικών συντεταγμένων (geographical indexes) όπως τα 2d και 2dsphere, τα οποία έχουν καθοριστεί κατά την εισαγωγή των δεδομένων. Ο σκοπός της δημιουργίας αυτών των ευρετηρίων είναι να υπάρχει η δυνατότητα αναζήτησης και σύγκρισης γεωγραφικών συντεταγμένων απ' ευθείας στη βάση δεδομένων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα για την απεικόνιση ενός εγγράφου (document) μιας συλλογής εγγράφων (collection of documents) είναι η παρακάτω εικόνα (Εικόνα 36).

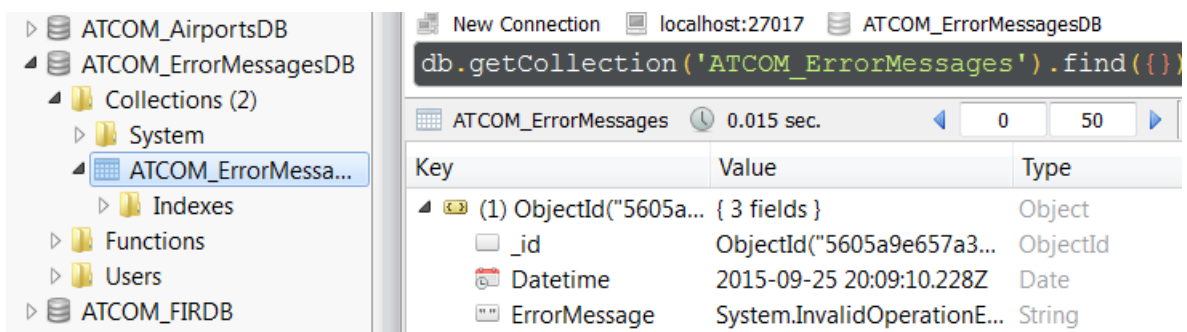


Εικόνα 36 – Έγγραφο (Document) της συλλογής ATCOM_TrackRoutes

ATCOM_AirportsDB



ATCOM_ErrorMessagesDB



ATCOM FIRDB

The screenshot shows the MongoDB interface for the ATCOM_FIRDB database. The left sidebar displays the database structure with folders for Collections (2), System, ATCOM_FIR, Functions, Users, ATCOM_MainAirportsDB, and ATCOM_MilitaryAirportsDB. The main window shows a query for the ATCOM_FIR collection, which returned one document in 0.001 seconds. The document contains an ObjectId, an _id field, and a Location array with two double values.

Key	Value	Type
(1) ObjectId("56015... { 2 fields }		Object
_id	ObjectId("56015fec57a3e...)	ObjectId
Location	Array [2]	Array
# 0	19.000000	Double
# 1	40.250000	Double

ATCOM MainAirportsDB

The screenshot shows the MongoDB interface for the ATCOM_MainAirportsDB database. The left sidebar displays the database structure with folders for Collections (2), System, ATCOM_MainAirports, Functions, Users, ATCOM_MilitaryAirportsDB, ATCOM_MouseClickDB, and ATCOM_SituationsDB. The main window shows a query for the ATCOM_MainAirports collection, which returned one document in 0.001 seconds. The document contains an ObjectId, an Aiport field, a Location array with two double values, and a Name field.

```
db.getCollection('ATCOM_MainAirports').find({})
```

Key	Value	Type
(1) ObjectId("5601a... { 4 fields }		Object
_id	ObjectId("5601a75c57a3e...)	ObjectId
Aiport	AV	String
Location	Array [2]	Array
# 0	23.940000	Double
# 1	37.930000	Double
Name	EL.VENIZELOS	String

ATCOM MouseClickDB

The screenshot shows the MongoDB interface for the ATCOM_MouseClickDB database. The left sidebar displays the database structure with folders for Collections (2), System, ATCOM_MouseClick, Functions, Users, ATCOM_SituationsDB, ATCOM_TimeServerDB, and ATCOM_TrackDataDB. The main window shows a query for the ATCOM_MouseClick collection, which returned one document in 0 seconds. The document contains an ObjectId, an _id field, a LeftClick field, a LeftClickLocation array, and several other fields related to mouse click events.

```
db.getCollection('ATCOM_MouseClick').find({})
```

Key	Value	Type
(1) ObjectId("5606a... { 8 fields }		Object
_id	ObjectId("5606ad3e57a3e...)	ObjectId
LeftClick	LeftClickMap	String
LeftClickLocation	Array [2]	Array
LeftClickSelected...	NoCallsign	String
LeftClickIdentity	NoTrack	String
LeftClickSelected...	NoObjId	String
LeftClickSelTrackID	NoTrackID	String
LeftClickTracksIs...	false	Boolean

ATCOM SituationsDB

The screenshot shows the MongoDB interface for the ATCOM_SituationsDB database. The left sidebar lists various databases, with ATCOM_SituationsDB selected and expanded to show the ATCOM_Situations collection. The main window displays the command `db.getCollection('ATCOM_Situations').find({})` and the results of the query. The results are shown in a table with columns for Key, Value, and Type. The first result is an Object with 3 fields: `_id` (ObjectId), `State` (String), and `Situation` (Boolean). The second result is another Object with 3 fields.

Key	Value	Type
<ul style="list-style-type: none"> (1) ObjectId("56017... { 3 fields } <code>_id</code> ObjectId("5601787857a3e... ObjectId <code>State</code> FIR String <code>Situation</code> true Boolean 		Object
(2) ObjectId("56018c... { 3 fields }		Object

ATCOM TimeServerDB

The screenshot shows the MongoDB interface for the ATCOM_TimeServerDB database. The left sidebar lists various databases, with ATCOM_TimeServerDB selected and expanded to show the ATCOM_TimeServer collection. The main window displays the command `db.getCollection('ATCOM_TimeServer').find({})` and the results of the query. The results are shown in a table with columns for Key, Value, and Type. The first result is an Object with 3 fields: `_id` (ObjectId), `TimeServer` (String), and `DatetimeServer` (Date).

Key	Value	Type
<ul style="list-style-type: none"> (1) ObjectId("56082... { 3 fields } <code>_id</code> ObjectId("56082a1a57a3e... ObjectId <code>TimeServer</code> TimeOfServer String <code>DatetimeServer</code> 1984-12-31 22:05:28.000Z Date 		Object

ATCOM TrackDataDB

The screenshot displays the MongoDB interface for the ATCOM_TrackDataDB database. The left sidebar shows the database structure, with ATCOM_TrackDataDB expanded to show its collections and indexes. The main window shows a query result for the ATCOM_TrackData collection, displaying a single document with 30 fields.

Query: `db.getCollection('ATCOM_TrackData').find({})`

ATCOM_TrackData 0.001 sec. 0 50

Key	Value	Type
▲ (1) ObjectId("5606b92... { 30 fields }		Object
_id	ObjectId("5606b92b57a3e10...	ObjectId
TrackID	5606b92b57a3e1051c3e9ff7	String
Datetime	1984-12-31 22:00:00.000Z	Date
Callsign	TEST915	String
Identity	Friend	String
M3	1416	Int32
Track-Type	Air-Civil(IFR)	String
Saltitude	20000	Int32
GPSaltitude	20000	Int32
Speed	418	Int32
GPSSpeed	420	Int32
Location_Sensor	Array [2]	Array
Location_GPS	Array [2]	Array
Heading	143	Int32
Type	A-320	String
Passengers	135	String
Fuel	10000	String
Local	Yes	String
Remote	No	String
1	T	String
2	T	String
3	T	String
4	T	String
5	T	String
6	T	String
7	T	String
8	T	String
9	T	String
10	T	String
Alert	Message of Alert	String

ATCOM TrackRoutesDB

The screenshot shows the MongoDB interface for the ATCOM_TrackRoutesDB database. The left sidebar displays a tree view of databases and collections, with ATCOM_TrackRoutesDB selected. The main window shows the results of a query: `db.getCollection('ATCOM_TrackRoutes').find({})`. The results are displayed in a table with columns for Key, Value, and Type. The first result is expanded to show its fields: `_id` (ObjectId), `TrackID` (String), `Callsign` (String), `Identity` (String), and `Location` (Array of 2 doubles).

Key	Value	Type
(1) ObjectId("5606d5a...")	{ 5 fields }	Object
_id	ObjectId("5606d5a057a3e11...")	ObjectId
TrackID	5606b92b57a3e1051c3e9ff7	String
Callsign	TEST915	String
Identity	Friend	String
Location	Array [2]	Array
0	22.008595	Double
1	41.619804	Double
(2) ObjectId("5606d65...")	{ 5 fields }	Object
(3) ObjectId("5606d67...")	{ 5 fields }	Object
(4) ObjectId("5606d68...")	{ 5 fields }	Object
(5) ObjectId("5606d6a...")	{ 5 fields }	Object
(6) ObjectId("5606d6b...")	{ 5 fields }	Object
(7) ObjectId("5606d6d...")	{ 5 fields }	Object

ATCOM TrackRoutesSituationDB

The screenshot shows the MongoDB interface for the ATCOM_TrackRoutesSituationDB database. The left sidebar displays a tree view of databases and collections, with ATCOM_TrackRoutesSituationDB selected. The main window shows the results of a query: `ATCOM_TrackRoutesSituation`. The results are displayed in a table with columns for Key, Value, and Type. The first result is expanded to show its fields: `_id` (ObjectId), `Situation` (String), `SituationRoute` (String), `TrackID` (String), `Callsign` (String), and `Identity` (String).

Key	Value	Type
(1) ObjectId("5606f2f75...")	{ 6 fields }	Object
_id	ObjectId("5606f2f757a3e104e...")	ObjectId
Situation	Route	String
SituationRoute	HideRoute	String
TrackID	5606b92b57a3e1051c3e9ff7	String
Callsign	TEST915	String
Identity	FRIEND	String

ATCOM UsersDB

The screenshot shows the MongoDB interface for the ATCOM_UsersDB database. The left sidebar displays a tree view of databases and collections, with ATCOM_UsersDB selected. The main window shows the results of a query: `ATCOM_Users`. The results are displayed in a table with columns for Key, Value, and Type. The first result is expanded to show its fields: `_id` (ObjectId), `Username` (String), `Password` (String), and `CounterUsers` (Int32).

Key	Value	Type
(1) ObjectId("55ffe49c5...")	{ 4 fields }	Object
_id	ObjectId("55ffe49c57a3e1142...")	ObjectId
Username	SU	String
Password	1234	String
CounterUsers	-11	Int32
(2) ObjectId("567f6eb76...")	{ 4 fields }	Object
(3) ObjectId("567f6ef06...")	{ 4 fields }	Object
(4) ObjectId("567f6f076...")	{ 4 fields }	Object

ATCOM WeatherDB

db.getCollection('ATCOM_Weather').find({})

ATCOM_Weather 0 sec.

Key	Value	Type
▲ (1) ObjectId("560b8a4f5... { 9 fields }		Object
_id	ObjectId("560b8a4f57a3e115...)	ObjectId
▲ Location	Array [2]	Array
# 0	20.753071	Double
# 1	39.204150	Double
LowerLevel	34000	Int32
HigherLevel	36000	Int32
Phenomenon	Thunderstorm	String
Visibility	2000	String
Wind	10KT	String
Heading	40	Int32
QNH	1013	Int32
▶ (2) ObjectId("560bb209... { 9 fields }		Object

PortsDatabase

New Connection localhost:27017 PortsDatabase

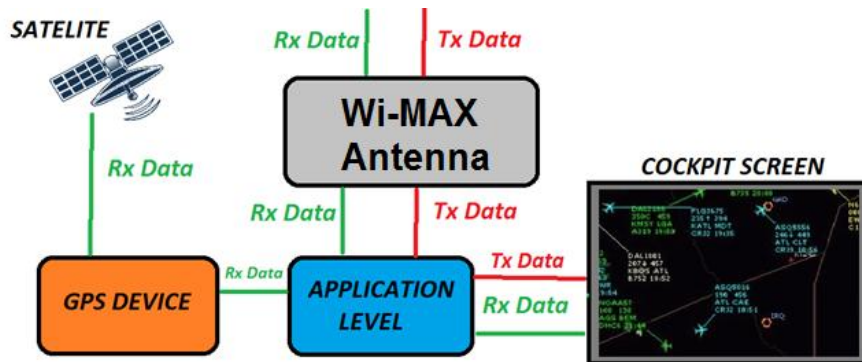
db.getCollection('Ports').find({})

Ports 0.001 sec.

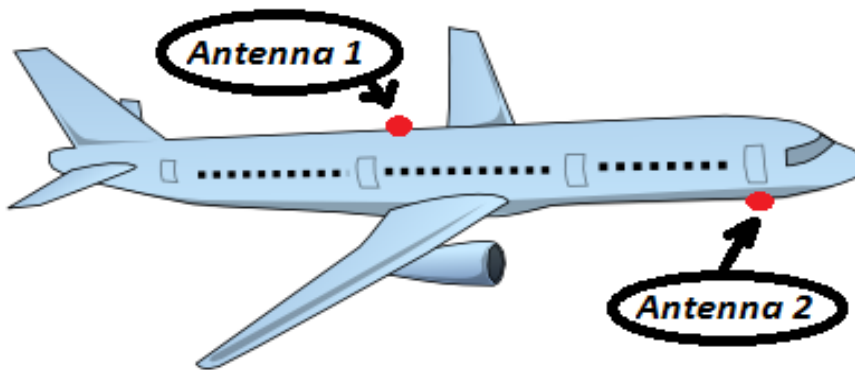
Key	Value	Type
▲ (1) ObjectId("55da082... { 3 fields }		Object
_id	ObjectId("55da082b46c98d1...)	ObjectId
Portname	ALEXANDROUPOLI	String
▲ Location	Array [2]	Array
# 0	25.882284	Double
# 1	40.845549	Double

5.3 Διασύνδεση συσκευών SATCOM

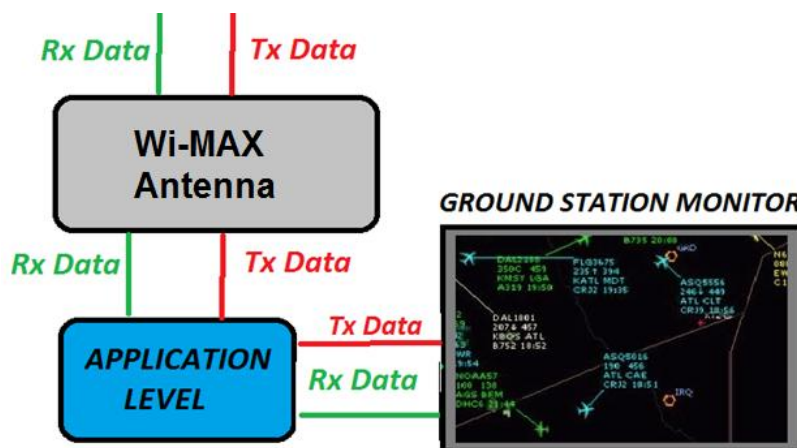
Στις παρακάτω εικόνες μπορούμε να δούμε πως θα μπορούσε να λειτουργεί το SATCOM από την πλευρά του αεροσκάφους (Εικόνα 37-38), αλλά και από την πλευρά του σταθμού εδάφους (Εικόνα 39).



Εικόνα 37– Διασύνδεση συσκευών SATCOM από την πλευρά του αεροσκάφους



Εικόνα 38 – Κεραίες Wi-MAX στο αεροσκάφος



Εικόνα 39 – Διασύνδεση συσκευών SATCOM από την πλευρά του σταθμού εδάφους

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ SATCOM ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (SATELLITE AIR TRAFFIC & CONTROL MANAGEMENT)

6.1 Παράδειγμα εφαρμογής SATCOM

Αρχικό παράθυρο εισόδου στην εφαρμογή

AIR TRAFFIC CONTROL MANAGE...

AIR TRAFFIC CONTROL MANAGEMENT

Username: SU

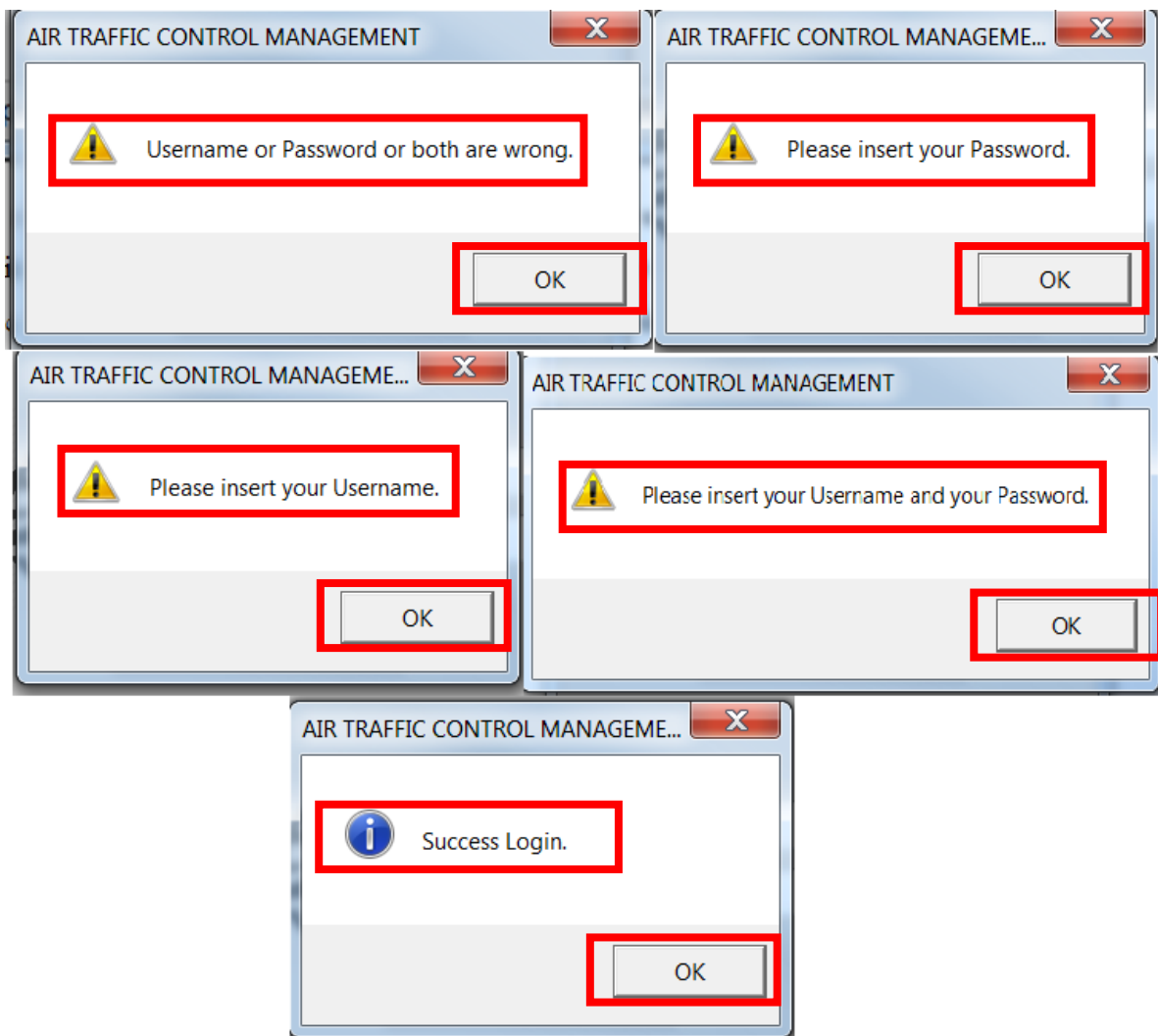
Password: ●●●●

Login

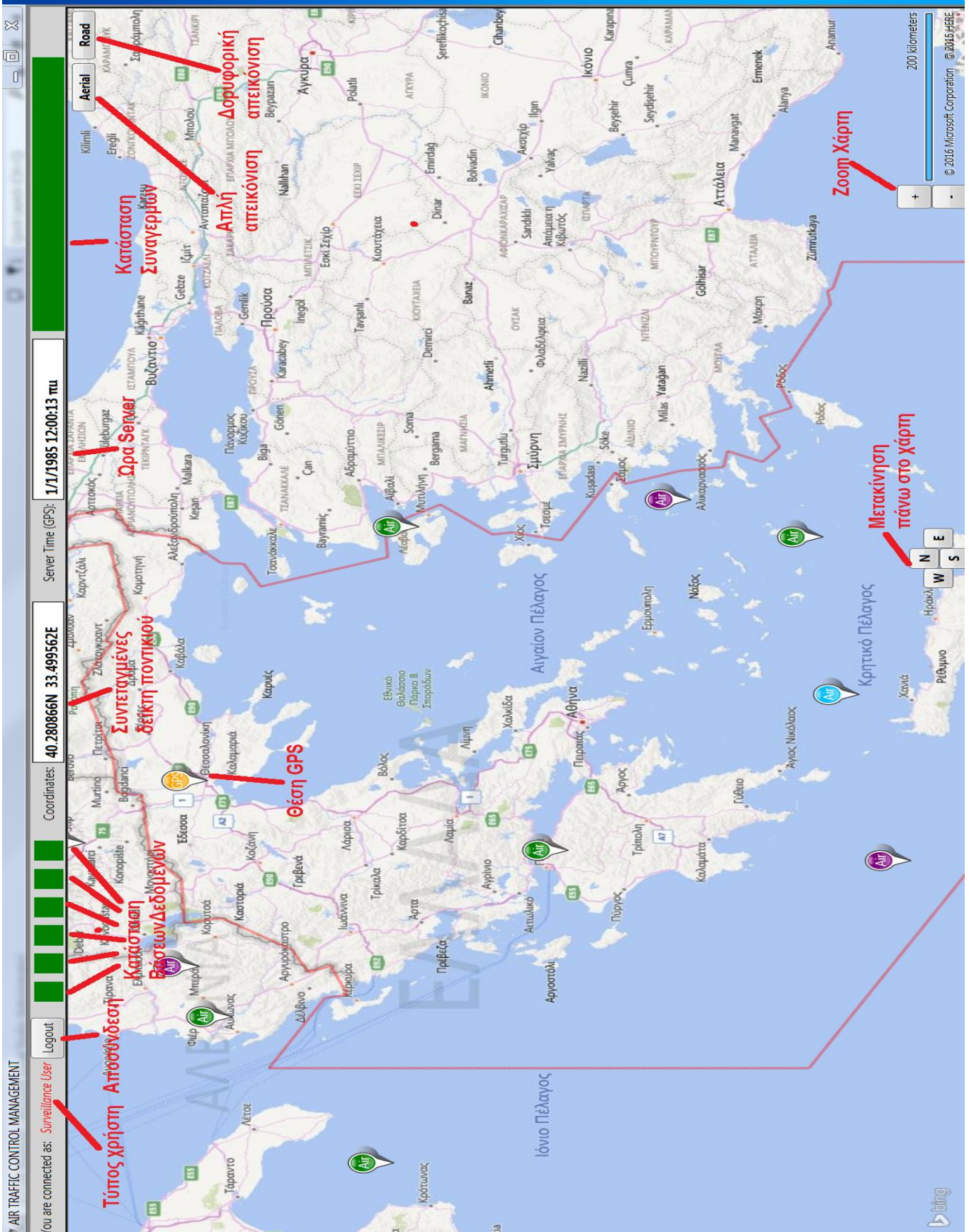
Developed and Designed by John Kalogeropoulos (ME13039)

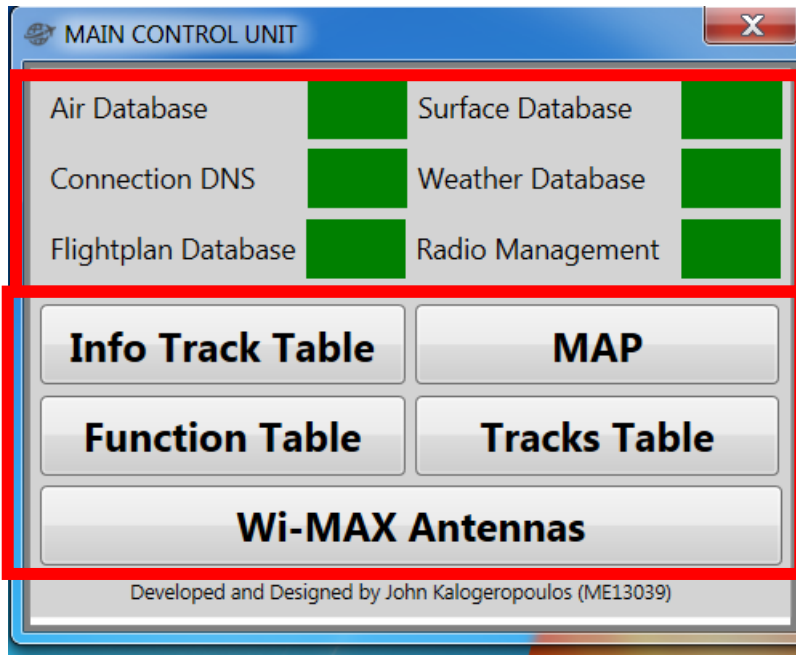
Εδώ ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία εισόδου (username, password) και στη συνέχεια πατάει το κουμπί Login. Αν τα στοιχεία είναι σωστά τότε η είσοδος στην εφαρμογή είναι επιτυχής και ο χρήστης ειδοποιείται με την εμφάνιση ενός μηνύματος, ενώ αν τα στοιχεία είναι λανθασμένα ο χρήστης ειδοποιείται πάλι με την εμφάνιση μηνύματος με το αντίστοιχο σφάλμα (πχ λάθος στοιχεία, κενά πεδία κτλ), όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.

Μηνύματα κατά την είσοδο του χρήστη



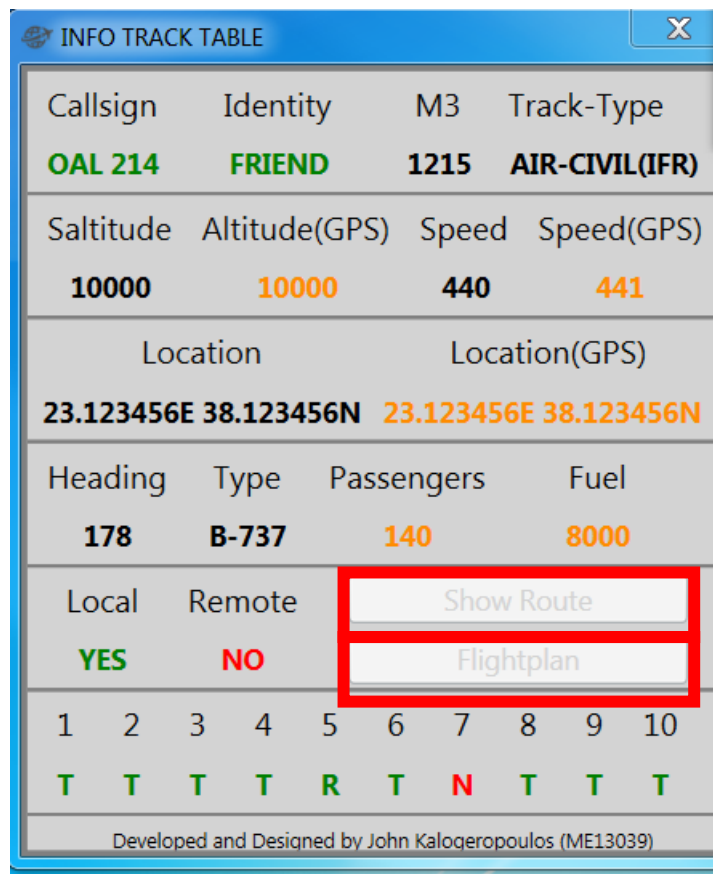
Αφού ο χρήστης εισέλθει επιτυχώς στην εφαρμογή, τότε εμφανίζονται τα δυο κύρια παράθυρα που είναι ο χάρτης και το παράθυρο της κύριας διαχείρισης της εφαρμογής.





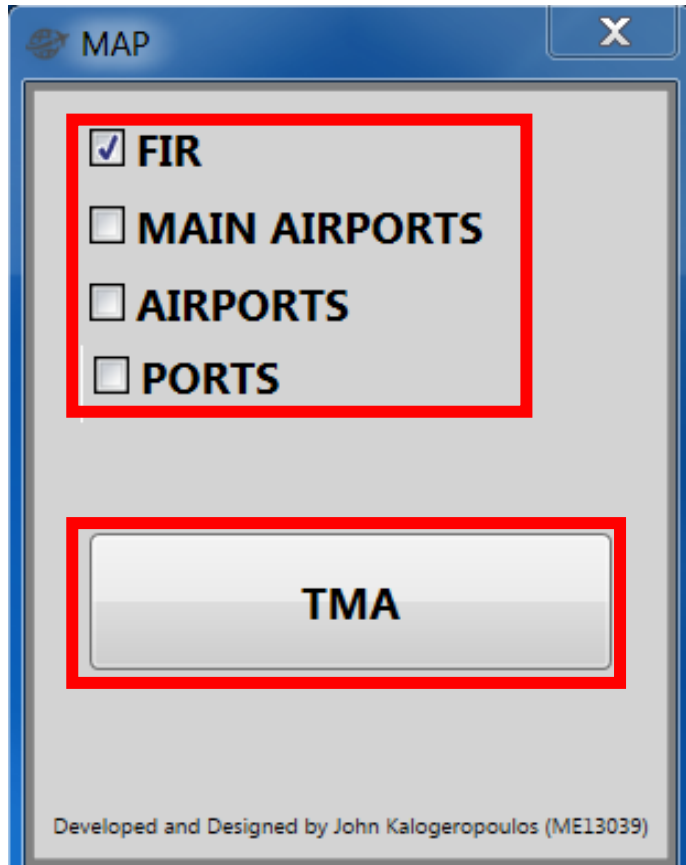
Info Track Table

Σε αυτό το παράθυρο βλέπουμε τις πληροφορίες του επιλεγμένου αεροσκάφους. Από εδώ μπορούμε να απεικονίσουμε τη διαδρομή του αεροσκάφους (Show Route), αλλά και το Σχέδιο Πτήσης (Flightplan).



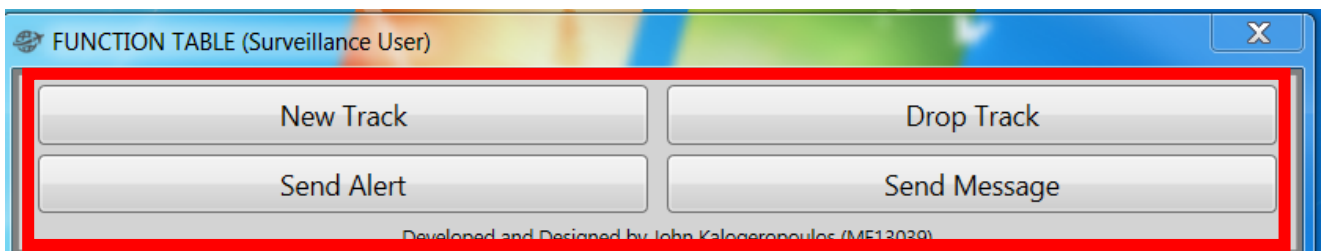
MAP

Στο παράθυρο MAP μπορούμε να απεικονίσουμε αεροδρόμια και λιμάνια πάνω στο χάρτη. Επίσης μπορούμε να επιλέξουμε την απεικόνιση του FIR Αθηνών, αλλά και τις περιοχές TMA.



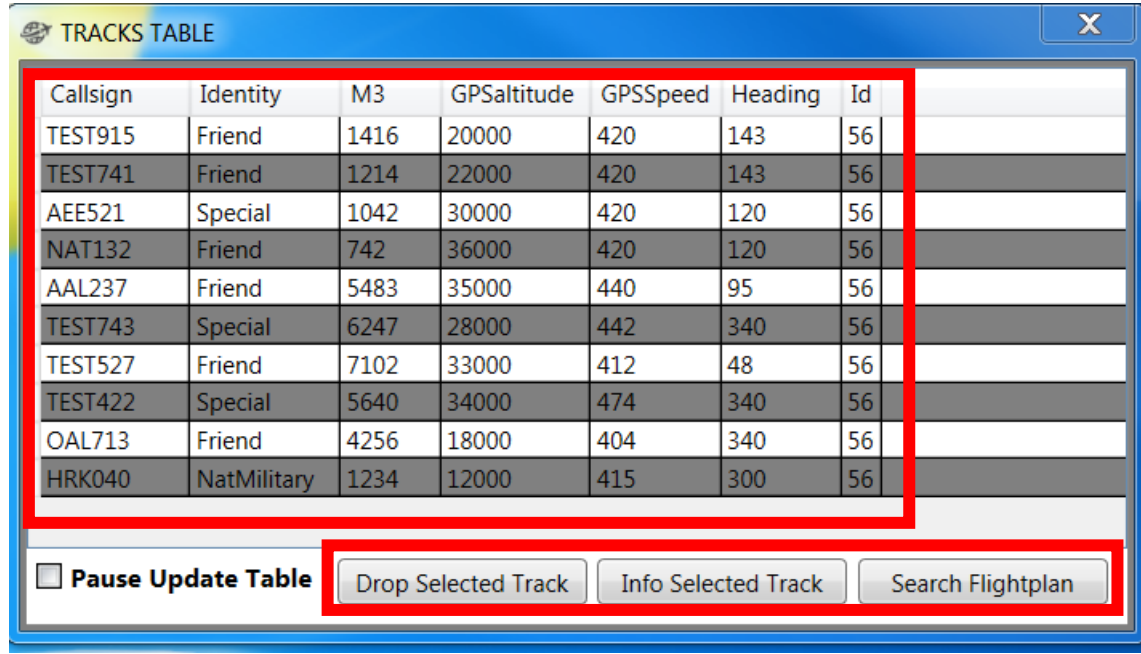
Function Table

Μέσω αυτού του παραθύρου ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει διάφορες λειτουργίες.



Tracks Table

Από τον παρακάτω πίνακα ο χρήστης μπορεί να δει το σύνολο των αεροσκαφών που πετούν την συγκεκριμένη στιγμή και να εκτελέσει διάφορες λειτουργίες. Επίσης μπορεί να αναζητήσει την ηλεκτρονική μορφή του σχεδίου πτήσης του επιλεγμένου αεροσκάφους.



The screenshot shows a window titled "TRACKS TABLE" with a table of aircraft tracks. The table has the following columns: Callsign, Identity, M3, GPSaltitude, GPSSpeed, Heading, and Id. The data rows are as follows:

Callsign	Identity	M3	GPSaltitude	GPSSpeed	Heading	Id
TEST915	Friend	1416	20000	420	143	56
TEST741	Friend	1214	22000	420	143	56
AEE521	Special	1042	30000	420	120	56
NAT132	Friend	742	36000	420	120	56
AAL237	Friend	5483	35000	440	95	56
TEST743	Special	6247	28000	442	340	56
TEST527	Friend	7102	33000	412	48	56
TEST422	Special	5640	34000	474	340	56
OAL713	Friend	4256	18000	404	340	56
HRK040	NatMilitary	1234	12000	415	300	56

Below the table, there is a checkbox labeled "Pause Update Table" and three buttons: "Drop Selected Track", "Info Selected Track", and "Search Flightplan".

Search Flightplan



The screenshot shows a window titled "SEARCH FLIGHTPLAN" with a search interface. The text "INSERT CALLSIGN" is displayed above a text input field containing "OAL214". Below the input field is a "Search" button. At the bottom of the window, it says "Developed and Designed by John Kalogeropoulos (ME13039)".

Αποτέλεσμα αναζήτησης Σχεδίου Πτήσης

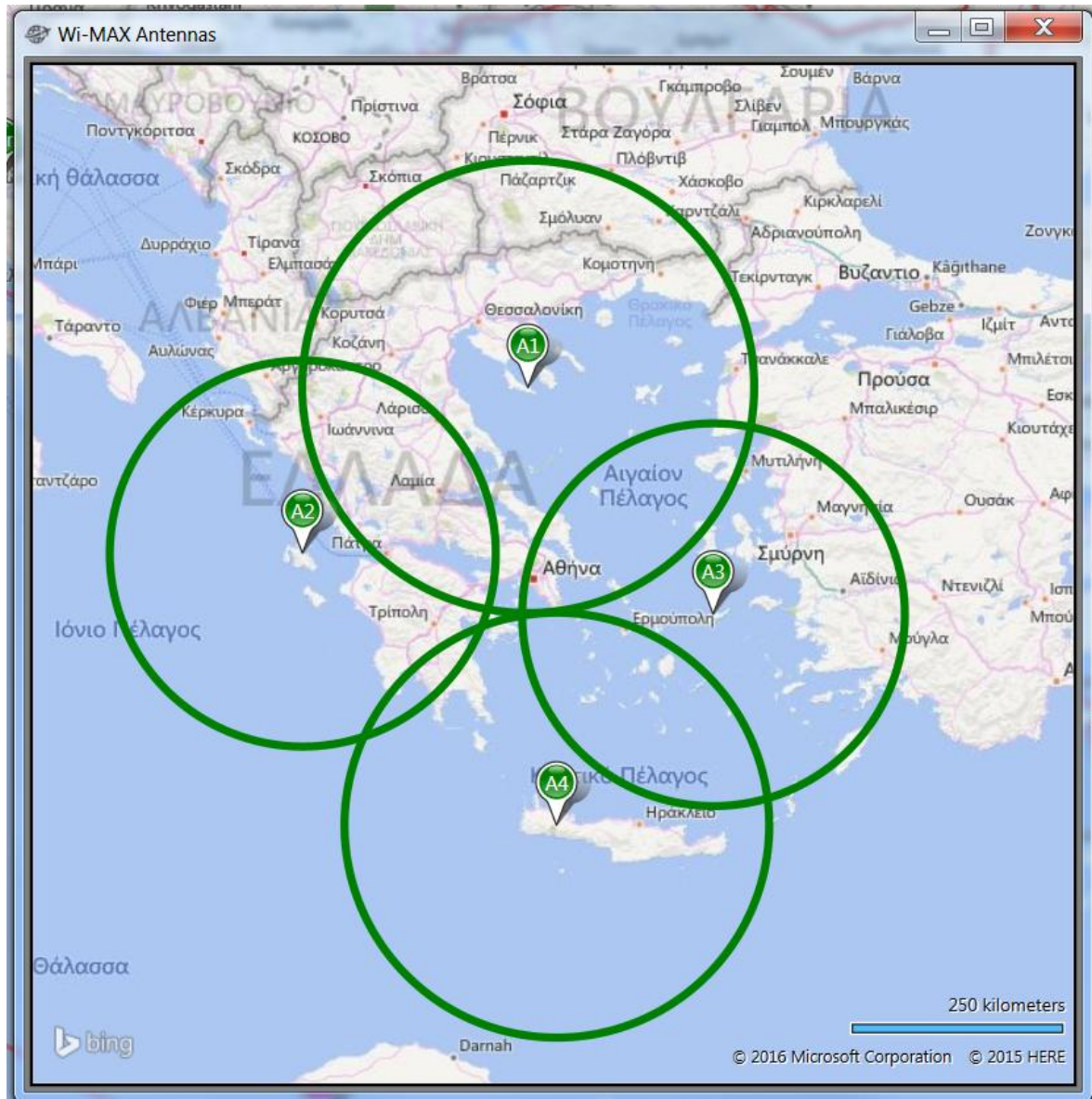
FLIGHT PLAN
X

Callsign: **OAL 214**

3 MESSAGE TYPE	7 AIRCRAFT IDENTIFICATION	8 FLIGHT RULES	TYPE OF FLIGHT
<=(FPL	- SXHEW	- V	- G
9 NUMBER	TYPE OF AIRCRAFT	WAKE TURBULENCE CAT.	10 EQUIPMENT
- 1	R22	/ L	- V / C
13 DEPARTURE AERODROME		TIME	
- 2222		0690 <=	
15 CRUISING SPEED	LEVEL	ROUTE	
- N 0070	V	OROPOS OMIRO	
[reverse route]			
TOTAL EET			
16 DESTINATION AERODROME	HR MIN	ALTN AERODROME	2ND ALTN AERODROME
LGSK			
18 OTHER INFORMATION			
DEP/AFIDNAT			
SUPPLEMENTARY INFORMATION <i>(required for filing -- select all valid equipment)</i>			
19 ENDURANCE		EMERGENCY RADIO	
HR MIN	PERSONS ON BOARD	UHF	VHF ELBA
-E/	P/ 002	R/	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
SURVIVAL EQUIPMENT		JACKETS	
POLAR	DESERT MARITIME JUNGLE	LIGHT FLUORES UHF VHF	
<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

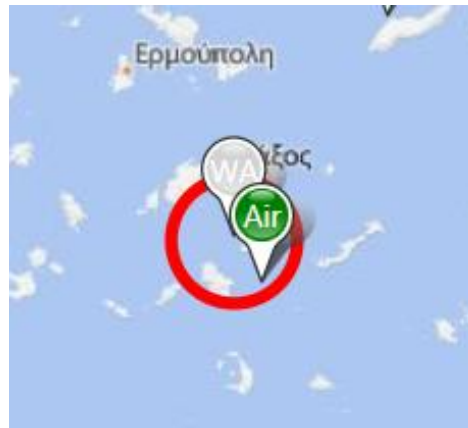
Wi-MAX Antennas

Εδώ ο χρήστης μπορεί να επιβλέπει την κατάσταση των κεραιών Wi-MAX. Η θέση των κεραιών είναι ενδεικτική και δε σημαίνει ότι αυτή είναι και η σωστή.



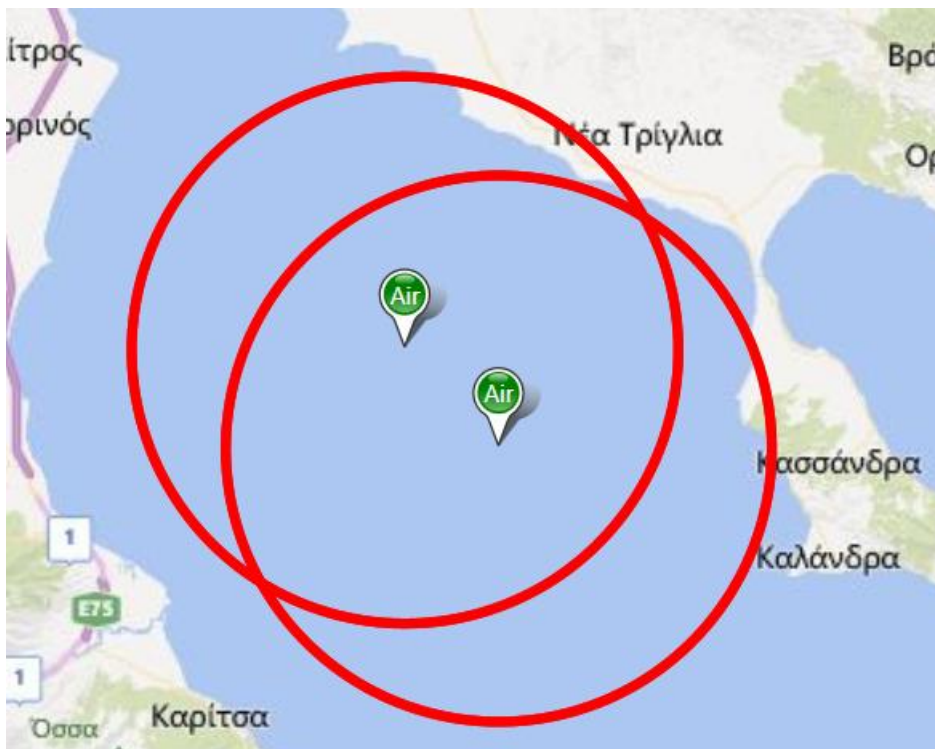
Συναγερμός Weather Alert

Όταν ένα αεροσκάφος πλησιάζει σε κάποιο άσχημο καιρικό φαινόμενο, τότε ενεργοποιείται ηχητικός συναγερμός με σκοπό να συνεγείρει τον Ελεγκτή Εναέριας Κυκλοφορίας που αυτός με τη σειρά του να ειδοποιήσει το αεροσκάφος να αλλάξει ελαφρώς την πορεία του για να αποφύγει το καιρικό φαινόμενο. Επίσης ο συναγερμός δεν είναι μόνο ηχητικός αλλά δημιουργείται και ένας κόκκινος κύκλος γύρω από το καιρικό φαινόμενο.



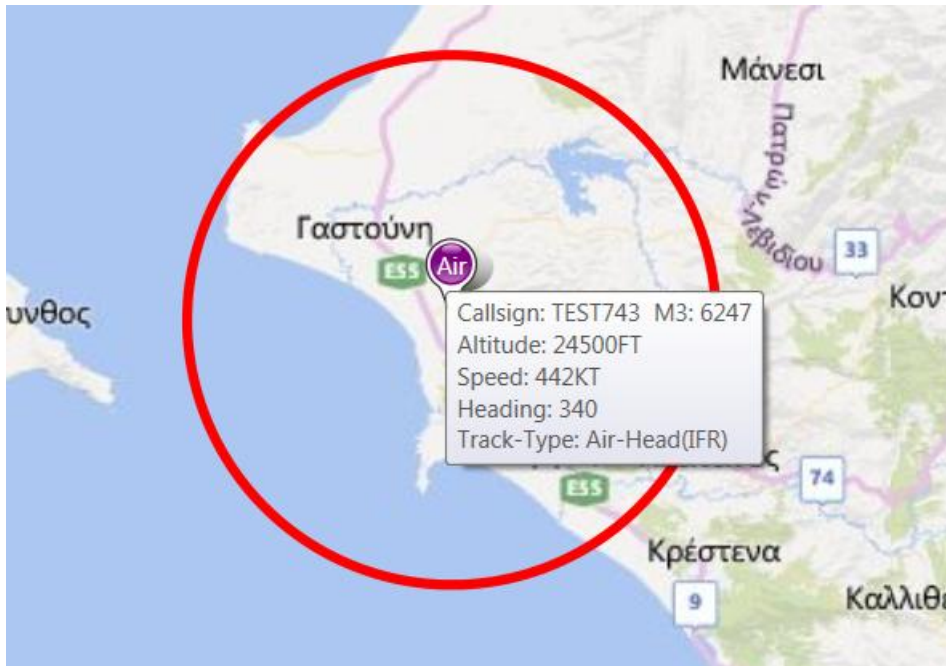
Συναγερμός Crash Alert

Ουσιαστικά αυτός ο συναγερμός ενεργοποιείται όταν δύο αεροσκάφη προσεγγίζουν επικίνδυνα το ένα το άλλο στο ίδιο περίπου ύψος. Όταν δηλαδή συμβαίνει κάτι τέτοιο τότε ενεργοποιείται ένας ηχητικός συναγερμός και εμφανίζονται δύο κόκκινοι κύκλοι γύρω από τα εμπλεκόμενα αεροσκάφη με σκοπό να ειδοποιήσουν τον Ελεγκτή Εναέριας Κυκλοφορίας για αυτήν την επικίνδυνη κατάσταση.



Συναγερμός Low Altitude Alert

Όταν ένα αεροσκάφος χάσει απότομα ύψος, τότε ενεργοποιείται ηχητικός συναγερμός με σκοπό να συνεγείρει τον Ελεγκτή Εναέριας Κυκλοφορίας που αυτός με τη σειρά του θα προσπαθήσει να επικοινωνήσει με το αεροσκάφος για να ενημερωθεί αν το αεροσκάφος διατρέχει κάποιον κίνδυνο. Επίσης ο συναγερμός δεν είναι μόνο ηχητικός αλλά δημιουργείται και ένας κόκκινος κύκλος γύρω από το αεροσκάφος.



6.2 Συμπεράσματα

Κλείνοντας, με την εφαρμογή του SATCOM στην πράξη καλύπτονται σημαντικά ζητήματα, τα οποία σχετίζονται με την ασφάλεια των πτήσεων γενικότερα. Καταστάσεις αβεβαιότητας ή άλλου είδους επικίνδυνες καταστάσεις κατά τη διάρκεια μιας πτήσης αεροσκάφους σχεδόν εκμηδενίζονται. Επίσης με τη χρήση ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος όπως είναι το SATCOM γίνεται εύκολα κατανοητό ότι η χρήση των ραντάρ στους σταθμούς εδάφους και οι συσκευές IFF και TCAS (I,II,III,IV) καθίστανται ως μη απαραίτητες αφού το SATCOM υπερκαλύπτει τις ανάγκες αξιοποίησης των προαναφερθέντων. Το κόστος εγκατάστασης, αξιοποίησης και συντήρησης του SATCOM είναι σίγουρα πολύ μικρότερο από αυτό της κεραίας Radar (εκατομμύρια δολάρια), του IFF ή του TCAS (25000-150000 \$ κάθε συσκευή), κάτι το οποίο μπορεί να το καταστήσει ως ένα ανταγωνιστικό και προσιτό προϊόν στην αγορά των αεροπορικών βιομηχανιών, παρέχοντας παράλληλα τεράστια αύξηση στον τομέα της ασφάλειας των πτήσεων των αεροσκαφών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Θεμιστοκλέους Γ. Μαρίνος, Μαντζάνα Γ. Βασιλική. Υπηρεσίες Παγκόσμιου Ιστού και Υπηρεσιοστρεφείς Αρχιτεκτονικές : Αυτοέκδοση 2010.
- [2] Βασιλακόπουλος Γ, Χρυσικόπουλος Β. Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης, "Ανάλυση και Σχεδιασμός": Εκδόσεις Σταμούλης Πειραιάς 1990.
- [3] Βικιπαίδεια – Πληροφοριακά Συστήματα. <https://el.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Δεκ 3]. Διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC_%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1
- [4] Βικιπαίδεια – Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης. <https://el.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Αυγ 10]. Διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC_%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1_%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CE%AF%CE%BA%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82
- [5] Βικιεπιστήμιο – Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης. <https://el.wikiversity.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2014 Ιου 25]. Διαθέσιμο από:
https://el.wikiversity.org/wiki/%CE%95%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE_%CF%83%CF%84%CE%B1_%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC_%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1
- [6] Βικιπαίδεια – Περιοχή Πληροφοριών Πτήσεων. <https://el.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2014 Μαρ 20]. Διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%87%CE%AE_%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%BD_%CE%A0%CF%84%CE%AE%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD
- [7] Wikimedia – Χάρτης FIR Αθηνών. <https://commons.wikimedia.org> . Διαθέσιμο από:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Eurocontrol_FIR_and_UIR_in_the_lower_airspace_-_12_March_2009.png
- [8] Βικιπαίδεια – Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας. <https://el.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Δεκ 30]. Διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AE%CF%82_%CE%9F%CF%81%CE%B3%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9

[CE%BA%CE%AE%CF%82_%CE%91%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%B%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82](https://el.wiktionary.org/wiki/%CE%BA%CE%AE%CF%82_%CE%91%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%B%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82)

- [9] Βικιλεξικό – Αεροδιάδρομος. <https://el.wiktionary.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2014 Μαΐ 21]. Διαθέσιμο από:
<https://el.wiktionary.org/wiki/%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CF%82>
- [10] Hellenic Radar System (HERAS). [Τελευταία ενημέρωση 2012 Σεπ 23]. Διαθέσιμο από:
<http://www.enhmaek.gr/gr/systems/heras.html>
- [11] Wikipedia – Traffic Collision Avoidance System. <https://en.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Νοε 24]. Διαθέσιμο από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_collision_avoidance_system
- [12] CNN Money – What’s the safest way to travel. <http://money.cnn.com/> . [2015 Μαΐ 13]. Διαθέσιμο από:
<http://money.cnn.com/2015/05/13/news/economy/train-plane-car-deaths/>
- [13] Τα Νέα – Το αεροπλάνο παραμένει το ασφαλέστερο μέσο μεταφοράς. <http://www.tanea.gr/> . [2015 Ιαν 7]. Διαθέσιμο από:
<http://www.tanea.gr/news/science-technology/article/5196227/to-aeroplano-paramenei-to-pio-asfales-meso-mazikhs-metaforas/>
- [14] Wikipedia – Radar Horizon. <https://en.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Δεκ 9]. Διαθέσιμο από: https://en.wikipedia.org/wiki/Radar_horizon
- [15] Wikipedia – Horizon Radar. <https://en.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2014 Ιουν 3]. Διαθέσιμο από: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Horizon-radar>
- [16] Πανεπιστήμιο Κύπρου-Τμήμα Πληροφορικής. Πληροφοριακά Συστήματα: Κατηγορίες και Κύκλος Ζωής – Παρουσίαση. Διαθέσιμο από:
<http://www2.cs.ucy.ac.cy/~nicolast/courses/lectures/lecture16.pdf>
- [17] Πανεπιστήμιο Αιγαίου-Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας. Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων – Παρουσίαση. Διαθέσιμο από:
http://www.ct.aegean.gr/people/vkavakli/information_systems/slides/lecture5.pdf
- [18] Πανεπιστήμιο Πατρών-Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών. Εισαγωγή στην Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων – Παρουσίαση. Διαθέσιμο από:
<http://www.mech.upatras.gr/~nikos/mis-ii/notes/notes-01.pdf>
- [19] Πανεπιστήμιο Κρήτης - Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών. Ανάλυση και Σχεδίαση Πληροφοριακών Συστημάτων – Παρουσίαση. Διαθέσιμο από:
http://www.csd.uoc.gr/~hy351/2007/downloads/Lectures/IS_06a_Requirements_Determination.pdf
- [20] The Geek Stuff - SQL vs NoSQL Database Differences Explained with few Example DB. <http://www.thegeekstuff.com/> . [2014 Ιαν 14]. Διαθέσιμο από:
<http://www.thegeekstuff.com/2014/01/sql-vs-nosql-db/>
- [21] Hadoop 360 – Advantages and disadvantages of NoSQL databases – What you should know. <http://www.hadoop360.com/> . [2015 Σεπ 24]. Διαθέσιμο από:
<http://www.hadoop360.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-nosql-databases-what-you-should-know>
- [22] Marine Traffic – Χάρτης Πλοίων Πραγματικού Χρόνου-AIS-VTMIS. Διαθέσιμο από:
<https://www.marinetraffic.com/gr/ais/home/centerx:24/centery:38/zoom:9>

- [23] Wikipedia – Automatic Identification System. <https://en.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Δεκ 28]. Διαθέσιμο από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_Identification_System
- [24] Βικιπαίδεια – Φυσικός Δορυφόρος. <https://el.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Δεκ 31]. Διαθέσιμο από:
https://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
- [25] Βικιπαίδεια – Τεχνητός Δορυφόρος. <https://el.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Αυγ 15]. Διαθέσιμο από:
https://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
- [26] Βικιπαίδεια – Τηλεπικοινωνιακός Δορυφόρος. <https://el.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Αυγ 11]. Διαθέσιμο από:
https://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
- [27] Βικιπαίδεια – Μετεωρολογικός Δορυφόρος. <https://el.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2014 Νοε 12]. Διαθέσιμο από:
https://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
- [28] Βικιπαίδεια – Φαινόμενο Ντόπλερ. <https://el.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Νοε 2]. Διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF_%CE%9D%CF%84%CF%8C%CF%80%CE%BB%CE%B5%CF%81
- [29] Wikipedia – Global Positioning System. <https://en.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2015 Δεκ 16]. Διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [30] Googlareto – Πως λειτουργεί το GPS; <http://googlareto.gr/> . [2013 Δεκ 26]. Διαθέσιμο από: <http://googlareto.gr/blog/pws-leitourgei-to-gps/>
- [31] Next – Πως λειτουργεί το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης. <http://www.nextsmartphone.gr/> . [2012 Ιουλ 22]. Διαθέσιμο από:
<http://www.nextsmartphone.gr/showthread.php?t=459>
- [32] NASA – How does GPS work? <http://spaceplace.nasa.gov/> . [2015 Δεκ 29]. Διαθέσιμο από: <http://spaceplace.nasa.gov/gps/en/>
- [33] Υπηρεσίες Προώθησης Ευρυζωνικότητας-WiMAX. Διαθέσιμο από:
<http://broadband.cti.gr/el/evrizonikotita/wimax.php>
- [34] Wikipedia – WiMAX. <https://en.wikipedia.org/> . [Τελευταία τροποποίηση 2014 Ιουν 30]. Διαθέσιμο από: <https://el.wikipedia.org/wiki/WiMAX>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Είσοδος χρήστη

```

Start_ATCOM.xaml.cs MainWindow.xaml.cs
ATCOM.Start_ATCOM Start_ATCOM()
314 //H παρακάτω μέθοδος καλείται όταν πατηθεί το κουμπί 'Login' (btnLogin) για έλεγχο των στοιχείων του χρήστη
315 private void btnLogin_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
316 {
317     try
318     {
319         //Αρχικοποίηση μεταβλητών και σε αυτές των τιμών που εισήγαγε ο χρήστης
320         string userName = txtUser.Text;
321         string passWord = txtPas.Password;
322         //Έλεγχος για κενά κουτιά
323         if (userName.Equals("") & passWord.Equals(""))
324         {
325             MessageBox.Show("Please insert your Username and your Password.", "AIR TRAFFIC CONTROL MANAGEMENT", MessageBoxButton.OK);
326         }
327         //Έλεγχος για κενό username
328         if (userName.Equals("") & !passWord.Equals(""))
329         {
330             MessageBox.Show("Please insert your Username.", "AIR TRAFFIC CONTROL MANAGEMENT", MessageBoxButton.OK);
331         }
332         //Έλεγχος για κενό password
333         if (!userName.Equals("") & passWord.Equals(""))
334         {
335             MessageBox.Show("Please insert your Password.", "AIR TRAFFIC CONTROL MANAGEMENT", MessageBoxButton.OK);
336         }
337         //Έλεγχος αν τα κουτιά δεν είναι άδεια.
338         else if (!userName.Equals("") & !passWord.Equals(""))
339         {
340             //Καλείται η ασύγχρονη μέθοδος CallCheckLogin για να ξεκινήσει η διαδικασία πιστοποίησης του χρήστη
341             CallCheckLogin();
342         }
343     }
344 }

```

```

Start_ATCOM.xaml.cs MainWindow.xaml.cs
ATCOM.Start_ATCOM Start_ATCOM()
115
116 //Ασύγχρονη μέθοδος η οποία ξεκινάει τη διαδικασία πιστοποίησης του χρήστη
117 public async void CallCheckLogin()
118 {
119     try
120     {
121         //Εισαγωγή των δεδομένων που επέστρεψε η CheckLogin σε λίστα
122         List<UserBson> task = await CheckLogin();
123         //Εισαγωγή των δεδομένων από τη λίστα σε μεταβλητές
124         string userName = task.First().Username;
125         string passWord = task.First().Password;
126         int counterUsers = task.First().CounterUsers;
127         //Έλεγχος αν οι μεταβλητές έχουν τιμές ουσιαστικά υπάρχει ο χρήστης και η σύνδεση του είναι επιτυχής
128         if (userName != "" && passWord != "")
129         {
130             if (userName == "ATMC")
131             {
132                 if (counterUsers == 0)
133                 {
134                     counterUsers += 1;
135                     //Update sth mongo counter users
136                     var client = new MongoClient();
137                     var db = client.GetDatabase("ATCOM_UsersDB");
138                     var collection = db.GetCollection<BsonDocument>("ATCOM_Users");
139                     var builder = Builders<BsonDocument>.Filter;
140                     var filter = builder.Eq("Username", "ATCU");
141                     var update = Builders<BsonDocument>.Update.Set("CounterUsers", counterUsers);
142                     var result = await collection.UpdateOneAsync(filter, update);
143                 }
144             }
145         }
146     }
147 }

```

```

Start_ATCOM.xaml.cs MainWindow.xaml.cs
ATCOM.Start_ATCOM Start_ATCOM()
144 //Αρχικοποίηση νέου παραθύρου MainWindow
145 MainWindow LoginSuccess = new MainWindow();
146 //Μήνυμα για επιτυχή σύνδεση
147 MessageBox.Show("Success Login.", "AIR TRAFFIC CONTROL MANAGEMENT", MessageBoxButtonBu
148 //Μεταφορά της τιμής του username στο νέο παράθυρο
149 LoginSuccess.lblUser.Content = "Air Traffic Master Controller";
150 LoginSuccess.txtUser.Text = "ATMC";
151 login = true;
152 //Κλείσιμο του παραθύρου σύνδεσης
153 this.Close();
154 //Ανοίγισμα του νέου παραθύρου της εφαρμογής
155 LoginSuccess.Show();
156
157 MainControlUnit window = new MainControlUnit();
158 window.txtUser.Text = "ATMC";
159 window.Show();
160 }
161 else
162 {
163 //Σε περίπτωση υπέρβασης αριθμού χρηστών
164 MessageBox.Show("You have exceeded the number of users (Air Traffic Master Contr
165 }
166 }
167 if (userName == "ATCU")
168 {
169 if (counterUsers < 10)
170 {

```

```

Start_ATCOM.xaml.cs MainWindow.xaml.cs
ATCOM.Start_ATCOM Start_ATCOM()
279 }
280 }
281 }
282 catch (Exception ex)
283 {
284 //Δημιουργία BsonDocument
285 BsonDocument Record = new BsonDocument
286 {
287 new BsonDocument("Datetime", DateTime.Now),
288 new BsonDocument("ErrorMessage", ex.ToString())
289 };
290
291 //Αποθήκευση μηνυμάτων λαθών στη βάση
292 const string connectionString = "mongodb://127.0.0.1";
293 var client = new MongoClient(connectionString);
294 MongoServer server = client.GetServer();
295 MongoDB database = server.GetDatabase("ATCOM_ErrorMessagesDB");
296 MongoCollection<BsonDocument> collection = database.GetCollection<BsonDocument>("ATCOM_ErrorMessages");
297 collection.Save(Record);
298 //Σε περίπτωση εξαίρεσης ουσιαστικά δεν υπάρχει χρήστης με τα δεδομένα που εισήχθησαν στο username και
299 //το password και η σύνδεση είναι αποτυχημένη. Οπότε εμφανίζεται το ανάλογο μήνυμα στον χρήστη.
300 MessageBox.Show("Username or Password or both are wrong.", "AIR TRAFFIC CONTROL MANAGEMENT", MessageBoxButton.OK, Me
301 }
302 }
303

```

```

74 //Ασύγχρονη εργασία η οποία επιστρέφει δεδομένα μέσω μιας λίστας μέσω της κλάσης UserBson
75 //και ουσιαστικά εδώ επιστρέφονται τα δεδομένα για να ελεγχθεί η εγκυρότητα του χρήστη (Login)
76 public async Task<List<UserBson>> CheckLogin()
77 {
78 try
79 {
80 //Αρχικοποίηση Mongo
81 var client = new MongoClient();
82 var db = client.GetDatabase("ATCOM_UsersDB");
83 var collection = db.GetCollection<UserBson>("ATCOM_Users");
84 var builder = Builders<UserBson>.Filter;
85
86 //Έλεγχος στην UsersDatabase αν υπάρχει χρήστης με το Username και το Password που έχουν εισαχθεί
87 var filter = builder.Eq("Username", txtUser.Text.ToString())
88 & builder.Eq("Password", txtPas.Password.ToString());
89
90 //Εισαγωγή αποτελεσμάτων
91 var result = await collection.Find(filter).ToListAsync();
92 //Επιστροφή αποτελεσμάτων
93 return result;
94 }
95 catch (Exception ex)
96 {
97 //Δημιουργία BsonDocument
98 BsonDocument Record = new BsonDocument
99 {

```

Λειτουργία συσκευής GPS

```

Start_ATCOM.xaml.cs  MainWindow.xaml.cs  X
ATCOM.MainWindow  Check_Track

1694 //-----Συσκευή GPS-----
1695 //-----
1696 //Λήψη συντεταγμένων και άλλων πληροφοριών από τη συσκευή GPS και εμφάνιση
1697 //του σημείου που βρίσκεται στο χάρτη
1698 //-----
1699 //-----
1700 if (i == 7)
1701 {
1702     //Σύνδεση με τη συσκευή GPS
1703     //Δημιουργία σύνδεσης
1704     IPConnection ipcon = new IPConnection();
1705
1706     //Δημιουργία object
1707     BrickletGPS gps = new BrickletGPS(UID, ipcon);
1708
1709     //Σύνδεση στη συσκευή
1710     ipcon.Connect(HOST, PORT);
1711
1712     //Αρχικοποίηση μεταβλητών GPS
1713     long latitude;
1714     char ns;
1715     long longitude;
1716     char ew;
1717     int pdop, hdop, vdop, epe;
1718
1719     //Λήψη δεδομένων από τη συσκευή GPS
1720     gps.GetCoordinates(out latitude, out ns, out longitude, out ew,
1721                       out pdop, out hdop, out vdop, out epe);
1722     //Αρχικοποίηση μεταβλητών
1723     long gpsdate, gpstime;
1724
1725     //Λήψη δεδομένων από τη συσκευή GPS
1726     gps.GetDateTime(out gpsdate, out gpstime);
1727
1728     //Αρχικοποίηση μεταβλητών
1729     long altitude, geodicalAltitude;
1730
1731     //Λήψη δεδομένων από τη συσκευή GPS
1732     gps.GetAltitude(out altitude, out geodicalAltitude);
1733
1734     //Διαγραφή Pushpin του ίχνους του GPS από το χάρτη
1735     List<UIElement> elementsToRemove5 = new List<UIElement>();
1736
1737     foreach (UIElement element in myMap.Children)
1738     {
1739         if (element.GetType() == typeof(Pushpin))
1740         {
1741             Pushpin pin = (Pushpin)element;
1742             if (pin != null)
1743             {
1744                 if (pin.Tag == (string)"GPSstation")
1745                     elementsToRemove5.Add(element);
1746             }
1747         }
1748     }
1749
1750     foreach (UIElement element in elementsToRemove5)
1751     {
1752         myMap.Children.Remove(element);
1753     }
1754

```

```

1755 //Εισαγωγή Pushpin του ίχνους του GPS στο χάρτη
1756 Pushpin pin5 = new Pushpin();
1757 pin5.Background = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.Orange);
1758 pin5.Content = "GPS";
1759 pin5.Tag = "GPSStation";
1760 pin5.ToolTip = "Date: " + gpsdate.ToString() + " Time: " + gpstime
1761             + "\nLatitude: " + latitude / 1000000.0 + "° " + ns
1762             + "\nLongitude: " + longitude / 1000000.0 + "° " + ew
1763             + "\nAltitude: " + (geodicalAltitude / 100) * 3.3 + "FT";
1764 pin5.Location = new Location(latitude / 1000000.0, longitude / 1000000.0);
1765 myMap.Children.Add(pin5);
1766 i = 0;
1767 }
1768 i++;
1769

```

Συναγερμός καιρικού φαινομένου στο χάρτη

```

//Αν το ύψος του αεροσκάφους βρίσκεται μέσα στο εύρος ύψους του καιρικού φαινομένου τότε
if (gps_alt >= lowLevel && gps_alt <= highLevel)
{
    //Υπολογίζεται η απόσταση μεταξύ του αεροσκάφους και ου καιρικού φαινομένου
    double distanceFromWeather = distance(lat, lon, Wea_Lat, Wea_Lon, 'N');

```

```

//Αν η απόσταση είναι μικρότερη από 40 μίλια τότε
if (distanceFromWeather < 40)
{

```

```

//Ενεργοποιείται ο συναγερμός
lblAlert.Background = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Colors.Red);

//Δημιουργία κύκλου γύρω από το καιρικό φαινόμενο με κέντρο
//το σημείο του φαινομένου και ακτίνα 15 μίλια
Location Loc = new Location(Wea_Lat, Wea_Lon);
var locations = GeoCodeCalc.CreateCircle(Loc, 15, DistanceMeasure.Miles);

//Προσθήκη κύκλου καιρικού φαινομένου στο χάρτη
var poly = new MapPolyline();
poly.Locations = locations;
poly.Tag = "WeatherPoly";
poly.Stroke = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Colors.Red);
poly.StrokeThickness = 5;
myMap.Children.Add(poly);

//Προσθήκη pushpin καιρικού φαινομένου στο χάρτη
Pushpin pin2 = new Pushpin();
pin2.Background = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.LightGray);
pin2.Content = "WA";
pin2.Tag = "WeatherPin";
pin2.ToolTip = "Level: " + lowLevel + "-" + highLevel + "\n" + "Phenomenon: " + pheno + "\n"
             + "Visibility: " + visibi + "\n"
             + "Wind: " + head.ToString() + wind + "\n"
             + "QNH: " + qnh + "hPa";
pin2.Location = new Location(Wea_Lat, Wea_Lon);
myMap.Children.Add(pin2);

```

Ηχητικός συναγερμός καιρικού φαινομένου

```
//Αν η απόσταση μεταξύ καιρικού φαινομένου και αεροσκάφους είναι μικρότερη από 15 μίλια τότε
if(distanceFromWeather < 15)
{
    string dir = System.IO.Path.GetDirectoryName(System.Reflection.Assembly.GetExecutingAssembly().Location);

    string file = dir + @"\weatherAlert.wav";

    //Ενεργοποίηση ηχητικού συναγερμού
    SoundPlayer sp = new SoundPlayer(file);//("C:/Users/Administrator/Desktop/weatherAlert.wav");
    sp.Play();
}
```

Συναγερμός σύγκρουσης μεταξύ δύο αεροσκαφών

```
//-----
//Σε αυτό το τμήμα κώδικα ελέγχεται το κάθε αεροσκάφος αν ενέχει κίνδυνο σύγκρουσης
//με άλλο αεροσκάφος με τη βοήθεια δημιουργίας νοητών κύκλων γύρω από αυτό
//Σε αυτή τη διαδικασία λαμβάνεται υπόψη και το ύψος του κάθε αεροσκάφους
//γιατί υπάρχει περίπτωση να μην η απόσταση μεταξύ δυο αεροσκαφών να είναι πολύ μικρή
//, αλλά να βρίσκονται σε τελείως διαφορετικά ύψη
//
//Αρχικοποίηση Mongo
var client8 = new MongoClient();
var db8 = client8.GetDatabase("ATCOM_TrackDataDB");
var collection8 = db8.GetCollection<TrackBson>("ATCOM_TrackData");
var builder8 = Builders<TrackBson>.Filter;

//Το φίλτρο ουσιαστικά είναι τα δεδομένα θέσης ενός αεροσκάφους με κύκλου 10 μίλια γύρω από αυτό
//Ψάχνουμε ένα άλλο αεροσκάφος του οποίου τα δεδομένα θέσης να βρίσκονται μέσα σε αυτόν τον κύκλο
var filter8 = builder8.GeoWithinCenterSphere("Location_GPS", lon, lat, 10) & builder8.Ne("TrackID",trackid) & builder.Eq("Datetime", timeServer);

var counter8 = await collection8.CountAsync(filter8);
int finalCounter8 = Convert.ToInt32(counter8);

string trackid_CrashAlert;
int gps_alt_CrashAlert;
double lon_CrashAlert,lat_CrashAlert;
DateTime datetime_CrashAlert;
```

```
//Εάν έχουμε αποτελέσματα από την πιο πάνω αναζήτηση τότε
//ελέγχουμε το ύψος μεταξύ αυτών των δύο αεροσκαφών
if(finalCounter8 > 0)
{
    //Μηχανισμός αναζήτησης στη MongoDB με κάρσορα
    using (var cursor8 = await collection8.FindAsync(filter8))
    {
        while (await cursor8.MoveNextAsync())
        {
            var batch8 = cursor8.Current;
            foreach (var document8 in batch8)
            {
                trackid_CrashAlert = document8.TrackID;
                datetime_CrashAlert = document8.Time_track;
                gps_alt_CrashAlert = document8.GPSaltitude;
                lon_CrashAlert = document8.LocationGPS[0];
                lat_CrashAlert = document8.LocationGPS[1];

                int alt_minus = 0;

                //Υπολογισμός υψών μεταξύ των δύο αεροσκαφών
                if (gps_alt >= gps_alt_CrashAlert)
                {
                    alt_minus = gps_alt - gps_alt_CrashAlert;
                }
                if (gps_alt < gps_alt_CrashAlert)
                {
                    alt_minus = gps_alt_CrashAlert - gps_alt;
                }

                //Υπολογισμός απόστασης μεταξύ δύο αεροσκαφών
                double distance_CrashAlert = distance(lat, lon, lat_CrashAlert, lon_CrashAlert, 'N');

                //Αν η απόσταση μεταξύ δύο αεροσκαφών είναι <= 25 μίλια και η διαφορά ύψους μεταξύ τους μικρότερη ή ίση από 1500 πόδια τότε
                if (!trackid_CrashAlert.Equals(trackid) && distance_CrashAlert <= 25 && alt_minus <= 1500)
                {
                    //Ενεργοποίηση συναγερμού πιθανής σύγκρουσης μεταξύ δύο αεροσκαφών
                    lblAlert.Background = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Colors.Red);
                }
            }
        }
    }
}
```

```

//Δημιουργία κύκλου γύρω από το πρώτο αεροσκάφος με κέντρο το σημείο που βρίσκεται και ακτίνα 15 μίλια
Location Loc = new Location(lat, lon);
var locations = GeoCodeCalc.CreateCircle(Loc, 15, DistanceMeasure.Miles);

//Προσθήκη 1ου κύκλου
var poly = new MapPolyline();
poly.Locations = locations;
poly.Tag = "WeatherPoly";
poly.Stroke = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Colors.Red);
poly.StrokeThickness = 5;
myMap.Children.Add(poly);

//Δημιουργία κύκλου γύρω από το δεύτερο αεροσκάφος με κέντρο το σημείο που βρίσκεται και ακτίνα 15 μίλια
Location Loc2 = new Location(lat_CrashAlert, lon_CrashAlert);
var locations2 = GeoCodeCalc.CreateCircle(Loc2, 15, DistanceMeasure.Miles);

//Προσθήκη 2ου κύκλου
var poly2 = new MapPolyline();
poly2.Locations = locations2;
poly2.Tag = "WeatherPoly";
poly2.Stroke = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Colors.Red);
poly2.StrokeThickness = 5;
myMap.Children.Add(poly2);

```

Ηχητικός συναγερμός σύγκρουσης μεταξύ δύο αεροσκαφών

```

//Αν η διαφορά ύψους είναι μικρότερη από 1000 πόδια τότε ενεργοποιείται ηχητικός συναγερμός
if (alt_minus <= 1000)
{
    string dir = System.IO.Path.GetDirectoryName(System.Reflection.Assembly.GetExecutingAssembly().Location);

    string file = dir + @"\crashAlert.wav";

    //Ενεργοποίηση ηχητικού συναγερμού
    SoundPlayer sp = new SoundPlayer(file);
    sp.Play();
}

```

Συναγερμός σε περίπτωση απότομης απώλειας ύψους ενός αεροσκάφους

```

//Διαδικασία σύγκρισης ύψους μεταξύ προηγούμενου και επόμενου ίχνους
if (gps_alt < gps_alt_Previous)
{
    int countAlt = gps_alt_Previous - gps_alt;
    //Αν κατά τη σύγκριση υπάρχει απώλεια ύψους μεγαλύτερη ή ίση από 1000 πόδια τότε
    if (countAlt >= 1000)
    {
        //Ενεργοποίηση συναγερμού
        lblAlert.Background = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Colors.Red);

        //Δημιουργία κύκλου γύρω από το γεγονός με κέντρο το σημείο του ίχνους
        Location Loc = new Location(lat, lon);
        var locations = GeoCodeCalc.CreateCircle(Loc, 15, DistanceMeasure.Miles);

        //Προσθήκη κόκκινου κύκλου στο χάρτη
        var poly = new MapPolyline();
        poly.Locations = locations;
        poly.Tag = "WeatherPoly";
        poly.Stroke = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Colors.Red);
        poly.StrokeThickness = 5;
        myMap.Children.Add(poly);

        string dir = System.IO.Path.GetDirectoryName(System.Reflection.Assembly.GetExecutingAssembly().Location);

        string file = dir + @"\lowAltitudeAlert.wav";

        //Ηχητικός συναγερμός για να ειδοποιήσει τον χρήστη για την ύπαρξη μεγάλης και απότομης
        //απώλειας ύψους σε ένα αεροσκάφος
        SoundPlayer sp2 = new SoundPlayer(file); //("C:/Users/Administrator/Desktop/lowAltitudeAlert.wav");
        sp2.Play();
    }
}

```

Εμφάνιση στοιχείων στον Info Track Table του επιλεγμένου ίχνους από τον χάρτη με αριστερό κλικ

```
//Ουσιαστικά από αυτό το κομμάτι κώδικα λαμβάνονται τα δεδομένα από τη βάση για
//την εμφάνιση των πληροφοριών του ίχνους στο παράθυρο Info Track Table
if (leftClick_SelectedObjId != "NoObjId" || leftClick_TrackIsSelected == true)
{
    try
    {
        txtClickedTrack.Text = leftClick_SelectedObjId;
        btnRoute.IsEnabled = true;
        btnFlightplan.IsEnabled = true;

        var client2 = new MongoClient();
        var db2 = client2.GetDatabase("ATCOM_TrackDataDB");
        var collection2 = db2.GetCollection<TrackBson>("ATCOM_TrackData");
        var builder2 = Builders<TrackBson>.Filter;
        var filter2 = builder2.Eq("_id", new ObjectId(leftClick_SelectedObjId));

        List<TrackBson> result2 = await collection2.Find(filter2).ToListAsync();

        string callsign = result2.First().Callsign;
        string identity = result2.First().Identity;
        int m3 = result2.First().M3;

        if (identity == "NotIdentified")
        {
            identity = "NO-ID";
            lblCallsign.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.Gray);
            lblIdentity.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.Gray);

            btnRoute.IsEnabled = false;
            btnFlightplan.IsEnabled = false;
        }
        if (identity == "Friend")
        {
            identity = "FRIEND";
            lblCallsign.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.Green);
            lblIdentity.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.Green);
        }
        if (identity == "Special")
        {
            identity = "SPECIAL";
            lblCallsign.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.Purple);
            lblIdentity.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.Purple);
        }
        if (identity == "Unknown")
        {
            identity = "UNKNOWN";
            lblCallsign.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.Red);
            lblIdentity.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.Red);

            btnRoute.IsEnabled = false;
            btnFlightplan.IsEnabled = false;
        }
        if (identity == "NatMilitary")
        {
            identity = "NAT-MILIT";
            lblCallsign.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.DeepSkyBlue);
            lblIdentity.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.DeepSkyBlue);
        }
    }
}
```

```

        lblIdentity.Foreground = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(Colors.DeepSkyBlue);
    }
    if (callsign == "NoCallsign")
    {
        callsign = "NO-CALL";
        btnRoute.IsEnabled = false;
        btnFlightplan.IsEnabled = false;
    }
    if (m3 == 7000)
    {
        btnRoute.IsEnabled = false;
        btnFlightplan.IsEnabled = false;
    }
}

lblCallsign.Content = callsign;
lblIdentity.Content = identity;
lblM3.Content = m3;
lblTrackType.Content = result2.First().TrackType;
lblSaltitude.Content = result2.First().Saltitude;
lblGPSaltitude.Content = result2.First().GPSaltitude;
lblSpeed.Content = result2.First().Speed;
lblGPSSpeed.Content = result2.First().GPSSpeed;
lblLocationSensor.Content = result2.First().LocationSensor[0] + "E " + result2.First().LocationSensor[1] + "N";
lblLocationGPS.Content = result2.First().LocationGPS[0] + "E " + result2.First().LocationGPS[1] + "N";
lblHeading.Content = result2.First().Heading;
lblType.Content = result2.First().Type;
lblPas.Content = result2.First().Passengers;
lblFuel.Content = result2.First().Fuel;
lblLocal.Content = result2.First().Local;

        lblLocal.Content = result2.First().Local;
        lblRemote.Content = result2.First().Remote;
        lblLink1.Content = result2.First().Link_1;
        lblLink2.Content = result2.First().Link_2;
        lblLink3.Content = result2.First().Link_3;
        lblLink4.Content = result2.First().Link_4;
        lblLink5.Content = result2.First().Link_5;
        lblLink6.Content = result2.First().Link_6;
        lblLink7.Content = result2.First().Link_7;
        lblLink8.Content = result2.First().Link_8;
        lblLink9.Content = result2.First().Link_9;
        lblLink10.Content = result2.First().Link_10;
}

```

Μορφή κλάσης ενός BsonDocument

```

//Bson κλάση GeneralAirportBson
[BsonIgnoreExtraElements]
private class GeneralAirportBson
{
    [BsonId]
    public ObjectId _id { get; set; }
    [BsonElement("Airport")]
    public string airport { get; set; }
    [BsonElement("Location")]
    public Double[] LocPoint { get; set; }
    [BsonElement("Name")]
    public string name { get; set; }
}

```


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Παρακάτω παρουσιάζεται η διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσετε για να εγκαταστήσετε την εφαρμογή ή να διαβάσετε τον κώδικα.

Σημείωση

Το λογισμικό σε συνδυασμό με τη βάση δεδομένων δοκιμάστηκε επιτυχώς σε Windows 7 Professional x64 bit και όχι σε x32 bit.

Οδηγίες εγκατάστασης εφαρμογής

1. Αρχικά κάνετε εγκατάσταση την Mongo DB στον υπολογιστή σας επιλέγοντας το αρχείο **mongodb-win32-x86_64-2008plus-3.0.5-signed**, το οποίο βρίσκεται στο φάκελο **Αρχεία εγκατάστασης** στο DVD.
2. Παίρνετε το φάκελο **Data** από το DVD και τον βάζετε στο C όπως είναι. Ο φάκελος αυτός περιέχει όλα τα δεδομένα της βάσης δεδομένων.
3. Κάνετε εγκατάσταση την εφαρμογή **Robomongo**, μέσω της οποίας μπορείτε να συνδεθείτε με την Mongo DB για να δείτε και να επεξεργαστείτε τις βάσεις δεδομένων, όπου το αρχείο εγκατάστασης της εφαρμογής βρίσκεται στο φάκελο **Αρχεία εγκατάστασης** στο DVD.
4. Κάνετε εγκατάσταση τα αρχεία **BingMapsWPFFControlv1.0Installer**, **brickd_windows_2_2_1 (GPS)** και **brickv_windows_2_2_7 (GPS)**, τα οποία βρίσκονται στο φάκελο **Αρχεία εγκατάστασης** στο DVD.
5. Κάνετε εγκατάσταση την εφαρμογή **ATCOM**, όπου το αρχείο εγκατάστασης βρίσκεται στο φάκελο **Αρχεία εγκατάστασης/DISK1** στο DVD.
6. Ανοίγετε την εφαρμογή από την επιφάνεια εργασίας σας και εισάγετε το Username (**SU** ή **MS** ή **ATCU** ή **ATMC**) και το Password (**1234**) για να εισέλθετε στην εφαρμογή.

Για να διαβάσετε τον κώδικα της εφαρμογής μέσω του Visual Studio 2013 ανοίξτε το αρχείο ATCOM.sln, το οποίο βρίσκεται μέσα στο φάκελο ATCOM