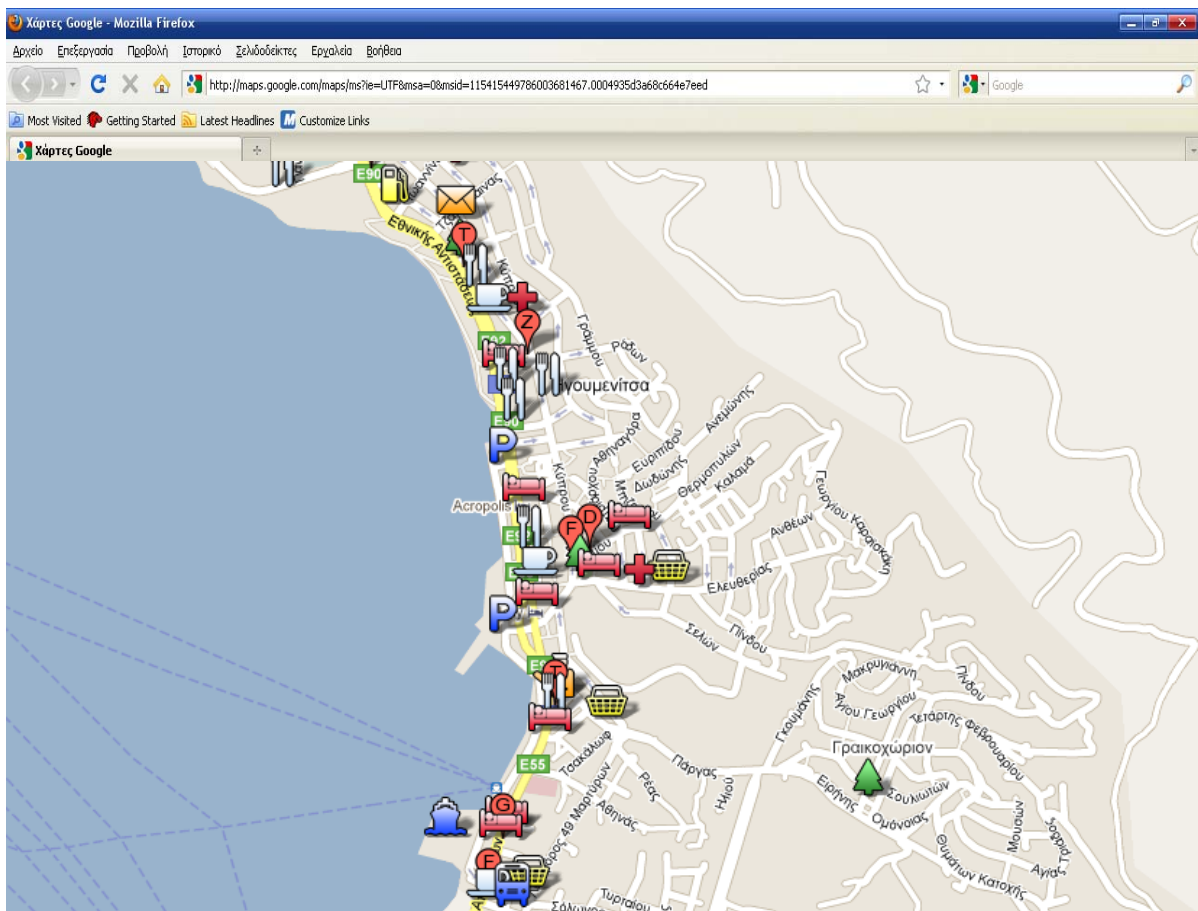




ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ
ΣΕ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ.

Διαδικτυακός χώρος: <http://maps.google.com/maps/ms?ie=UTF&mmsa=0&msid=115415449786003681467.0004935d3a68c664e7eed>



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΑΡΙΝΑ ΜΠΙΣΜΠΙΛΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :

ΑΙΜΙΛΙΟΣ ΛΑΓΟΣ - ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΓΡΑΙΚΟΥΣΗΣ

Καθηγητές Τ.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ

ΑΘΗΝΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο αισθάνομαι την χαρά, και συνάμα την υποχρέωση να εκφράσω προσωπικά τις ευχαριστίες μου, σε όσους βοήθησαν, άμεσα ή έμμεσα, για την εκπόνηση, εκτέλεση και ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας :

– Στον κ. **Αιμίλιο Λαγό**, καθηγητή του Τ.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ και υπεύθυνο του Εργαστηρίου Τοπογραφίας, για την ανάθεση της πτυχιακής εργασίας με ένα άκρως ενδιαφέρον θέμα για εμένα, και για τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε κατά την διεξαγωγή της εργασίας.

– Στον κ. **Γιώργο Γραικούση**, καθηγητή του Τ.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ, για την παρακολούθηση της εργασίας καθ' όλη τη διάρκεια της, για τις πολύτιμες συμβουλές του, καθώς και για την διόρθωση των τελικών κειμένων παρουσίασης της πτυχιακής εργασίας.

– Στους γονείς μου, **Βασίλειο και Κων/νιά Μπισμπιλή**, για τις ευκολίες και τα εφόδια που μου πρόσφεραν όλα αυτά τα χρόνια, και για την ηθική, πνευματική και οικονομική υποστήριξη τους κατά την διάρκεια φοίτησης μου στη σχολή.

– Στα αδέρφια μου **Έλενα, Βάσω, Κώστα**, για την στήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια, και ιδιαίτερος τον τελευταίο για την υπομονή και τις διευκολύνσεις που μου παρείχε κατά τη διεξαγωγή της εργασίας αλλά και για την πολύτιμη βοήθεια του κατά το στάδιο των μετρήσεων, και την παρουσίαση της εργασίας.

– Τέλος, σε όλες τις **φίλες και φίλους** που έκανα κατά τη διάρκεια φοίτησης στη σχολή και της διαμονής μου στην Αθήνα, και με τους οποίους πέρασα τέσσερα πολύ όμορφα χρόνια, γεμάτα με αξέχαστες εμπειρίες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	- 1 -
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	- 2 -
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	- 4 -
ΠΙΝΑΚΕΣ	- 6 -
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	- 7 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	- 9 -
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ GPS	- 9 -
1.1 Ιστορικά στοιχεία	- 9 -
1.2 Γενικά στοιχεία.....	- 12 -
1.2.1 Οι δυνατότητες του GPS.....	- 15 -
1.2.2 Χρονική εξέλιξη του GPS.....	- 16 -
1.2.3 Μελλοντική εξέλιξη του GPS.....	- 16 -
1.3 Τα συστήματα εντοπισμού θέσης.....	- 17 -
1.3.1 Το σύστημα GLONASS	- 17 -
1.3.2 Το σύστημα GALILEO.....	- 20 -
1.3.3 Το Κινέζικο GPS – COMPASS.....	- 23 -
1.3.4 Το Ινδικό GPS – IRNSS	- 24 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	- 26 -
Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ GPS	- 26 -
2.1 Τα μέρη του συστήματος GPS	- 26 -
2.1.1 Το δορυφορικό τμήμα.....	- 26 -
2.1.2 Το τμήμα ελέγχου	- 28 -
2.1.3 Το τμήμα χρηστών.....	- 31 -
2.2 Αρχές λειτουργίας του GPS	- 34 -
2.3 Μέθοδοι σχετικού προσδιορισμού θέσης.....	- 37 -
2.4 Η χρήση του GPS στην Τοπογραφία	- 40 -
2.4.1 Σφάλματα και πηγές σφαλμάτων GPS	- 41 -
2.4.2 Τεχνική των μετρήσεων.....	- 42 -
2.4.3 Γεωμετρία Δορυφόρων-Δεκτών	- 43 -
2.4.4 Αλγόριθμοι Επεξεργασίας	- 43 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	- 45 -
Η ΣΥΝΔΡΟΜΗ ΤΟΥ GPS ΣΤΟΝ ΤΟΥΡΙΣΜΟ	- 45 -
3.1 Γενικά.....	- 45 -

3.2 Εφαρμογές	- 45 -
3.2.1 Ψηφιακοί χάρτες – (Google Earth – Google Maps)	- 45 -
– Google Earth	- 46 -
– Google Maps	- 47 -
3.2.2 Υπηρεσία πλοήγησης.....	- 50 -
3.2.3 Ηλεκτρονικοί πλοηγοί.....	- 51 -
3.2.4 Τουριστικός οδηγός – GPS Tourist	- 55 -
3.2.5 Το GPS POI – σημεία ενδιαφέροντος	- 57 -
3.2.6 Υπηρεσία διαμοίρασης φωτογραφιών – Flickr	- 59 -
3.2.7 Travel by GPS.....	- 60 -
3.3 Νέες τάσεις για την προώθηση του τουρισμού.....	- 60 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	- 63 -
ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	- 63 -
4.1 Επιλογή σημείων ενδιαφέροντος – τουριστικών προορισμών ..	- 63 -
4.2 Μετρήσεις.....	- 65 -
4.3 Επεξεργασία Μετρήσεων	- 68 -
4.4 Ανάλυση Αποτελεσμάτων.....	- 71 -
4.5 Διάχυση αποτελεσμάτων στο διαδίκτυο – WEB GIS.....	- 78 -
4.5.1 Μεταφορά δεδομένων από το πρόγραμμα του Google Earth, στο Google Maps.	- 78 -
4.5.2 Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών στο διαδίκτυο – Web GIS (Geographic Information Systems)	- 81 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	- 84 -
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	- 84 -
5.1 Συμπεράσματα.....	- 84 -
5.2 Προτάσεις.....	- 85 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 86 -

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Φωτογραφία 1.1 : Δέκτης GPS Χειρός.....	- 9 -
Φωτογραφία 1.2 : Η πυξίδα.....	- 10 -
Φωτογραφία 1.3 : Ο εξάντας.....	- 10 -
Φωτογραφία 1.4 : Το Octant.....	- 10 -
Φωτογραφία 1.5 : Το χρονόμετρο.....	- 11 -
Φωτογραφία 1.6 : Χάρτης Loran.....	- 11 -
Φωτογραφία 1.7 : Το GPS (Global Positioning System).....	- 12 -
Φωτογραφία 1.8 : Το σύστημα GLONASS.....	- 18 -
Φωτογραφία 1.9 : Το σύστημα GALILEO.....	- 20 -
Φωτογραφία 1.10 : Δορυφορικός σχηματισμός του συστήματος GALILEO.....	- 22 -
Φωτογραφία 1.11 : Το κινέζικο GPS (COMPASS).....	- 23 -
Φωτογραφία 1.12 : Το ινδικό GPS (IRNSS).....	- 24 -
Φωτογραφία 2.1: GPS – Block IIR και IIR-M Satellite.....	- 27 -
Φωτογραφία 2.2 : Δίκτυο παρακολούθησης και έλεγχος GPS.....	- 29 -
Φωτογραφία 2.3 : Δέκτης GPS Trimble 5800.....	- 33 -
Φωτογραφία 3.1 : Sony GPS – CSI.....	- 49 -
Φωτογραφία 3.2 : Pocket PC με GPS.....	- 53 -
Φωτογραφία 3.3 : Συσκευή GPS.....	- 54 -
Φωτογραφία 3.4 : Ηλεκτρονικός χάρτης.....	- 54 -
Φωτογραφία 3.5 : GPS Control.....	- 54 -
Φωτογραφία 3.6 : Φορητή συσκευή GPS.....	- 55 -
Φωτογραφία 3.7 : GPS Tourist.....	- 56 -
Φωτογραφία 4.1 : GPS χειρός etrex - Garmin	- 65 -
Φωτογραφία 4.2 : Μετασχηματισμός Συντεταγμένων – COORD.....	- 69 -
Φωτογραφία 4.3 : Εισαγωγή γεωγραφικών συντεταγμένων στο πρόγραμμα του Google Earth.....	- 72 -
Φωτογραφία 4.4 : Εισαγωγή σημείων αναφοράς στο πρόγραμμα του Google Earth.....	- 72 -
Φωτογραφία 4.5 : Η γεωγραφική θέση ξενοδοχειακών συγκροτημάτων και τουριστικών πρακτορειών στην περιοχή της Ηγουμενίτσας.....	- 75 -
Φωτογραφία 4.6 : Η γεωγραφική θέση δημοτικών υπηρεσιών σημαντικών προορισμών, και χώρων αναψυχής στην Ηγουμενίτσα.....	- 76 -
Φωτογραφία 4.7 : Η γεωγραφική θέση εστιατορίων, φούρνων και χώρων καφέ στην περιοχή της Ηγουμενίτσας.....	- 77 -

Φωτογραφία 4.8 : Μεταφορά του χάρτη των 57 σημείων ενδιαφέροντος στο πρόγραμμα Google maps.....	- 79 -
Φωτογραφία 4.9 : Τμήμα του χάρτη των 57 σημείων ενδιαφέροντος από το πρόγραμμα Google maps.....	- 80 -
Φωτογραφία 4.10 : Διεύθυνση αναζήτησης του Χάρτη Ηγουμενίτσας στο διαδίκτυο.....	- 80 -

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 4.1 : Σημεία τουριστικών εφαρμογών	- 64 -
Πίνακας 4.2 : Συντεταγμένες στο WGS84' των 57 σημείων ενδιαφέροντος της Ηγουμενίτσας.....	- 67 -
Πίνακας 4.3 : Τελικές Συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ87 των 57 σημείων ενδιαφέροντος της Ηγουμενίτσας.....	- 70 -
Πίνακας 4.4 : Αναλυτικές Πληροφορίες των ξενοδοχειακών συγκροτημάτων της Ηγουμενίτσας.....	- 73 -
Πίνακας 4.5 : Αναλυτικές πληροφορίες των τουριστικών πρακτορείων της Ηγουμενίτσας.....	- 74 -

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο πλαίσιο των πτυχιακών εργασιών του τμήματος Πολιτικών Δομικών Έργων της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών (Σ.Τ.ΕΦ), ανατέθηκε από το εργαστήριο Τοπογραφίας τον Μάρτιο του 2010, η θεωρητική και πρακτική ανάλυση του δορυφορικού εντοπισμού θέσης – GPS, σε γεωδαιτικούς σκοπούς.

Το Δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης GPS (Global Positioning System), είναι ένα σύστημα εύρεσης της θέσης πάνω στην γη το οποίο λειτουργεί με την βοήθεια 24 δορυφόρων που βρίσκονται στον ουρανό περίπου 20km ψηλά.

Το σύστημα αυτό δημιουργήθηκε για πρώτη φορά από το Αμερικάνικο υπουργείο αμύνης στα τέλη της δεκαετίας του 1970 για στρατιωτικούς σκοπούς, ενώ πολλά εκατομμύρια δολάρια δαπανήθηκαν για την τελειοποίησή του.

Εδώ και μερικά χρόνια όμως το σύστημα δόθηκε για χρήση στο ευρύ κοινό, και μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί και για γεωδαιτικούς σκοπούς, με τον προσδιορισμό γεωγραφικών συντεταγμένων.

Ειδικότερα, αντικείμενο της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η τεχνολογία του δορυφορικού εντοπισμού θέσης στην τοπογραφία και η χρήση του σε τουριστικές εφαρμογές. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στην Ηγουμενίτσα, πρωτεύουσα του νομού Θεσπρωτίας.

Αναλυτικά, η εργασία αποτελείται από τα παρακάτω κεφάλαια :

Στο **πρώτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά του Δορυφορικού συστήματος εντοπισμού θέσης GPS (Global Positioning System), με εκτενή αναφορά στις δυνατότητές του, καθώς και στο χρονικό της εξέλιξης του. Περιγράφονται αναλυτικά τα τέσσερα νέα συστήματα εντοπισμού θέσης (Galileo, Glonass, Compass, Irnss), τα οποία προτίθεται να αντισταθμίσουν το τοπίο στο διάστημα, ενώ δίνεται και η μελλοντική εξέλιξη του GPS.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η λειτουργία του GPS, ενώ περιγράφονται αναλυτικά και τα τρία βασικά τμήματά του, το δορυφορικό τμήμα, το τμήμα των χρηστών, και το τμήμα ελέγχου.

Δίνονται οι τρόποι χρήσης του GPS στην τοπογραφία, αναλύοντας τις τεχνικές των μετρήσεων και τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ακρίβεια εντοπισμού θέσης.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** αναλύεται η συνδρομή του δορυφορικού συστήματος εντοπισμού θέσης GPS (**G**lobal **P**ositioning **S**ystem) στον τουρισμό και οι θετικές επιδράσεις του. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι νέες τάσεις της τεχνολογίας στον τομέα του τουρισμού, οι οποίες δημιουργήθηκαν με την συνδρομή του GPS, όπως είναι η εφαρμογή των προγραμμάτων Google Earth – Google Maps μέσω των ψηφιακών χαρτών, και η δημιουργία υπηρεσιών πλοήγησης, διαμοίρασης φωτογραφιών και τουριστικών οδηγιών.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** πραγματοποιείται η επιλογή των σημείων ενδιαφέροντος – προορισμών, για την αξιολόγηση του GPS σε τουριστικές εφαρμογές, παρουσιάζεται ο τρόπος συλλογής των δεδομένων (μετρήσεις) και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε, ενώ δίνεται και η επεξεργασία των μετρήσεων με την ανάλυση και τον σχολιασμό των τελικών αποτελεσμάτων.

Επιπλέον παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία μεταφοράς των αποτελεσμάτων στο Google Maps, η θεωρία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στο διαδίκτυο (WEB – GIS) και η ανάρτησή τους σε αυτό, για την δυνατότητα εύρεσης των σημείων από κάθε ενδιαφερόμενο – πιθανό επισκέπτη της πρωτεύουσας του νομού Θεσπρωτίας.

Τέλος, στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από την εκπόνηση, εκτέλεση και μελέτη της πτυχιακής εργασίας, και δίνονται οι προτάσεις για αντίστοιχες εργασίες, καθώς και για μελλοντικές μελέτες.

ΜΑΡΙΝΑ ΜΠΙΣΜΠΙΛΗ

ΑΘΗΝΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ GPS

Το GPS (**G**lobal **P**ositioning **S**ystem) «Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας» (Φωτ. 1.1) δεν είναι τίποτα άλλο παρά μια σύγχρονη, προχωρημένη, λεπτομερέστατη πυξίδα με σφαιρική απόδοση σε μορφή εικόνας και εξυπηρετεί για τον ακριβή προσανατολισμό.

Ο προσανατολισμός είναι ένα από τα πρώτα στοιχεία της αντίληψης συνεπώς και βασική ανάγκη του ανθρώπου, η οποία χρησιμεύει στο σύνολο των δραστηριοτήτων του και εξοικονομεί σημαντικό και πολύτιμο χρόνο.



*Φωτογραφία 1.1
Δέκτης GPS Χειρός*

1.1 Ιστορικά στοιχεία

Η ανθρώπινη ανάγκη να κατευθύνεται σωστά και να βρίσκει τον προσανατολισμό της πηγάζει από τα πρώτα βήματά της. Ανέκαθεν οι άνθρωποι έψαχναν για κάποιο «σημείο αναφοράς» ώστε να βρουν την σωστή πορεία τους.

Αρχικά βασίζονταν σε διάφορους βράχους ή δέντρα, ύστερα σημάδευαν ένα δέντρο στην πορεία τους για να βρουν και πάλι τον δρόμο της επιστροφής.

Στη συνέχεια καθώς κατακτούσε την θάλασσα και τα αγαθά της, χρησιμοποιούσε ως «σημείο αναφοράς» τα διάφορα ουράνια σώματα όπως Άστρα, Σελήνη, Ήλιο.

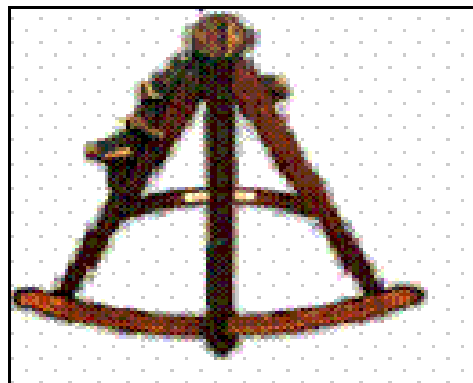
- Οι Προγονοί του GPS (απλός εντοπισμός)

Με την πάροδο του χρόνου, και εξαιτίας των αναγκών που προέκυπταν, ανακαλύφθηκαν τα πρώτα σύνθετα όργανα, όπως είναι:

- η πυξίδα (Φωτ. 1.2), και
- ο εξάντας (Φωτ. 1.3).



Φωτογραφία 1.2 Η πυξίδα.



Φωτογραφία 1.3 Ο εξάντας.

Ωστόσο ο εξάντας στην πρώιμη μορφή του είχε τη δυνατότητα να παρέχει πληροφορίες μόνο για το γεωγραφικό πλάτος και όχι για το γεωγραφικό μήκος, γεγονός που αποτελούσε ένα σημαντικό μειονέκτημα, ιδιαίτερα για τους ναυτικούς.

Έτσι, αναζητήθηκαν τρόποι εύρεσης και προσδιορισμού και του γεωγραφικού μήκους και οι ναυτικοί κατέληξαν σε ένα νέο εργαλείο, γνωστό με την ονομασία 'octant', το οποίο δίνεται παρακάτω στην Φωτογραφία 1.4, ενώ ενδεικτικά παρατίθεται και το ημερολόγιο του πλοίου στην φρεγάτα Grand Turk.



Φωτογραφία 1.4 Το Octant

Τον 17ο αιώνα το Ηνωμένο Βασίλειο συνέστησε ένα συμβούλιο επιστημόνων, το οποίο θα επιβράβευε χρηματικά όποιον θα μπορούσε να εφεύρει ένα όργανο, το οποίο θα επέτρεπε τον ακριβή υπολογισμό και των δύο γεωγραφικών συντεταγμένων, δηλαδή μήκους και πλάτους.

Έτσι, το 1761 ο Άγγλος ωρολογοποιός Τζον Χάρισον (John Harrison), ύστερα από προσπάθειες δώδεκα ετών, κατασκεύασε ένα όργανο, το οποίο δεν ήταν άλλο από το γνωστό σημερινό χρονόμετρο (Φωτ. 1.5).

Σε συνδυασμό με τον εξάντα, το χρονόμετρο επέτρεπε τον υπολογισμό του στίγματος των πλοίων με εξαιρετική ακρίβεια για τα δεδομένα της τότε εποχής.

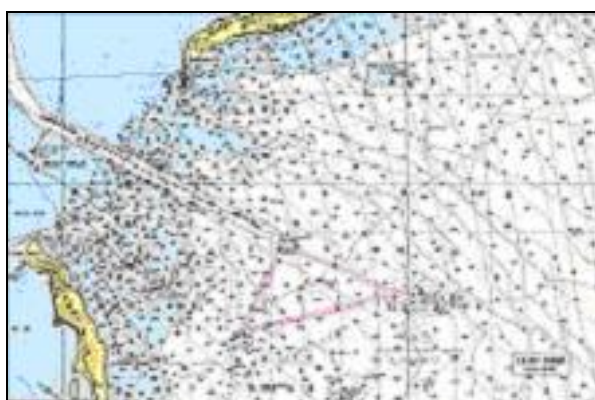


Φωτογραφία 1.5 Το χρονόμετρο.

Κατόπιν αρκετών χρόνων, και συγκεκριμένα στα μέσα του 20ου αιώνα, άρχισε ο «ραδιεντοπισμός».

Το πρώτο σύστημα ραδιεντοπισμού τέθηκε σε λειτουργία το 1950, και είναι γνωστό με την ονομασία LORAN (LONg RANge Navigation – Πλοήγηση Μακράς Εμβέλειας).

Για το LORAN ενδεικτικά αναφέρεται ότι η κάθε αλυσίδα του είχε τουλάχιστον 4 πομπούς και κάλυπτε μια έκταση έως 500km. Έπρεπε λοιπόν να υπάρχουν περισσότερες αλυσίδες για περισσότερη έκταση, όπως φαίνεται παρακάτω και στην Φωτογραφία 1.6.



Φωτογραφία 1.6 Χάρτης Loran

Στη συνέχεια επιστρατεύτηκαν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (γνωστά ως ραντάρ) που χρησιμοποιήθηκαν κατά κόρων στον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, αλλά και σήμερα ακόμα είναι σε δράση.

Όλα αυτά τα συστήματα αποτελούνται από πομπούς και δέκτες. Οι πομποί είναι ένα δίκτυο σταθμών βάσεων, οι δε δέκτες είναι η πυξίδα, ο εξάντας κ.α.

Στη σημερινή εποχή, με την συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας καταλήξαμε στο γνωστό σε όλους μας GPS, αναλυτική περιγραφή του οποίου δίνεται στη συνέχεια, ενώ περιγράφονται και τα τέσσερα διαφορετικά συστήματα εντοπισμού της θέσης του.

1.2 Γενικά στοιχεία

Το **GPS (Global Positioning System)**, Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας, είναι ένα παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης (συντεταγμένες), χρόνου και ταχύτητας, οπουδήποτε στην επιφάνεια της γης ή και πάνω από αυτήν, σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και ανεξάρτητα από καιρικές συνθήκες.

Το σύστημα αυτό βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων δορυφόρων της Γης, στους οποίους υπάρχουν ειδικές συσκευές, οι οποίες ονομάζονται "δέκτες GPS". Οι δέκτες αυτοί παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησής του.

Επίσης, σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες αυτές.



*Φωτογραφία 1.7
Το GPS (Global Positioning System).*

Τα συστήματα εντοπισμού θέσης της εποχής αποτελούνταν από ένα δίκτυο σταθμών βάσης και κατάλληλους δέκτες.

Ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λάμβανε κάθε δέκτης από σταθμούς γνωστής γεωγραφικής θέσης, σχηματίζονταν δύο ή περισσότερες συντεταγμένες, μέσω των οποίων προσδιοριζόταν η θέση των σημείων ενδιαφέροντος επάνω σε ένα χάρτη.

Στην περίπτωση αυτή, όμως, υπήρχαν δύο διαφορετικά προβλήματα:

- ♦ Στην πρώτη περίπτωση η χρήση σταθμών βάσης, που θα εξέπεμπαν σήμα σε υψηλή συχνότητα, διέθεταν μεν υψηλή ακρίβεια εντοπισμού, αλλά είχαν μικρή εμβέλεια.
- ♦ Στη δεύτερη περίπτωση συνέβαινε το ακριβώς αντίθετο, δηλαδή ο σταθμός βάσης χρησιμοποιούσε μεν χαμηλή συχνότητα εκπομπής σήματος, προσφέροντας έτσι υψηλότερη εμβέλεια, αλλά και η ακρίβεια που παρείχε ήταν χαμηλή.

Έστω και με αυτά τα προβλήματα, η αρχή της χρήσης ραδιοκυμάτων για τον εντοπισμό της θέσης ενός σημείου είχε ήδη γίνει.

Το **Global Positioning System** στη σημερινή του μορφή βασίζεται σε παρεμφερή τεχνολογία. Συνδυάζει όλες τις μεθόδους που είχαν χρησιμοποιηθεί στον ουρανό, δηλαδή την τεχνολογία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς και την παρατήρηση ενός –τεχνητού αυτή τη φορά- ουράνιου σώματος.

Οι σταθμοί βάσης που λαμβάνουν και δέχονται τα απαραίτητα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δεν είναι πλέον επίγειοι, αλλά εδρεύουν σε δορυφόρους.

Ένα δίκτυο πολυάριθμων δορυφόρων που βρίσκεται σε σταθερή θέση γύρω από τον πλανήτη μας βοηθά τους δέκτες GPS να παρέχουν το ακριβές στίγμα ενός σημείου οπουδήποτε στον κόσμο.

Όταν, το 1957, πραγματοποιήθηκε η εκτόξευση του δορυφόρου Σπούτνικ, οι άνθρωποι είχαν ήδη αντιληφθεί ότι ένα τεχνητό ουράνιο σώμα κοντά στη Γη είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για να εντοπιστεί η θέση ενός σημείου πάνω στον πλανήτη.

Αμέσως μετά την εκτόξευσή του, οι ερευνητές του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT) διαπίστωσαν ότι το σήμα που λαμβανόταν από τον δορυφόρο αυξανόταν καθώς αυτός πλησίαζε προς το επίγειο σημείο παρατήρησης και μειωνόταν όταν ο δορυφόρος απομακρυνόταν από αυτό.

Αυτό ήταν και το πρώτο βήμα για την υλοποίηση της τεχνολογίας, η οποία σήμερα αποκαλείται **Global Positioning System**. Με τον ίδιο τρόπο που η θέση ενός δορυφόρου μπορούσε να εντοπιστεί ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λαμβάνεται από αυτόν, υπήρχε και η δυνατότητα να συμβεί το ακριβώς αντίθετο: Ο δορυφόρος να εντοπίσει την θέση ενός σημείου με ιδιαίτερη ακρίβεια.

Στην πραγματικότητα ένας δορυφόρος δεν είναι αρκετός για να υπάρξουν ακριβή αποτελέσματα, αλλά απαιτούνται τουλάχιστον τρεις.

Το σύστημα GPS χωρίζεται σε τρία τμήματα :

1. Το **Τμήμα του Διαστήματος**: περιλαμβάνει τους δορυφόρους οι οποίοι εκπέμπουν τα σήματα που είναι απαραίτητα για την λειτουργία του συστήματος.
2. Το **Τμήμα Ελέγχου**: περιλαμβάνει τους γήινους σταθμούς που έχουν την ευθύνη της παρακολούθησης των δορυφόρων, των υπολογισμών για τις τροχιές των δορυφόρων καθώς και όλο τον απαραίτητο καθημερινό έλεγχο του Τμήματος του Διαστήματος.
3. Το **Τμήμα των Χρηστών**: όλη η ποικιλία των εφαρμογών, οργάνων και υπολογιστικών τεχνικών που δίνουν στους χρήστες τις λύσεις εντοπισμού θέσης.

Το GPS αρχικά δημιουργήθηκε αποκλειστικά για στρατιωτική χρήση και ανήκει στη δικαιοδοσία του αμερικανικού Υπουργείου Εθνικής Άμυνας. Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 το σύστημα δορυφορικής πλοήγησης, γνωστό τότε με την ονομασία Transit System, χρησιμοποιήθηκε ευρέως από το αμερικανικό ναυτικό.

Η πολιτική χρήση του GPS, όπως είναι οι τοπογραφικές και γεωδαιτικές εφαρμογές υψηλής ακρίβειας ή οι χαμηλότερης ακριβείας εφαρμογές GIS, οι εφαρμογές πλοήγησης και διαχείρισης στόλου οχημάτων, έγινε δυνατή από έγκαιρη απόφαση των ΗΠΑ (1983, με αφορμή κάποιο αεροπορικό δυστύχημα), σχεδόν από τα πρώτα βήματα, με πρόβλεψη για περαιτέρω βελτίωση.

Απαιτήθηκαν αρκετές δεκαετίες, μέχρι δηλαδή τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ώστε το σύστημα GPS να εξελιχθεί, να γίνει ιδιαίτερα ακριβές και να αρχίσει να διατίθεται για ελεύθερη χρήση από το ευρύ κοινό.

Το Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Εντοπισμού Θέσης GPS (NAVSTAR Global Positioning System) έχει επιφέρει επίσης ριζικές αλλαγές στις τοπογραφικές εργασίες και γενικότερα λόγω των ειδικών χαρακτηριστικών του που περιλαμβάνουν:

- Σχετικά μεγάλες ακρίβειες προσδιορισμού θέσης, σε επίπεδα που κυμαίνονται από δεκάμετρα ως λίγα χιλιοστά (mm).
- Ο προσδιορισμός θέσης γίνεται ταυτόχρονα σε τρεις διαστάσεις, δηλαδή οριζοντιογραφικός και υψομετρικός εντοπισμός.
- Προσδιορισμός της ταχύτητας και του χρόνου σε επίπεδα ακρίβειας που αντιστοιχούν σε αυτά του προσδιορισμού θέσης.

- Διαθέσιμο στους χρήστες οπουδήποτε και αν βρίσκονται –στον αέρα, στη ΦΓΕ ή στη θάλασσα.
- Σχετικά μικρό κόστος για το σύστημα δέκτη/κεραίας, ενώ επίσης δεν απαιτείται συνδρομή χρήσης του GPS.
- Σύστημα παντός καιρού, διαθέσιμο 24 ώρες καθημερινά.

1.2.1 Οι δυνατότητες του GPS

Το GPS είναι διαθέσιμο σε δύο βασικές μορφές:

- ◆ στην υπηρεσία βασικής θέσης (Standard Positioning Service –SPS)
- ◆ στην υπηρεσία ακριβής θέσης (Precise Positioning Service – PPS).

Η πρώτη παρέχει την οριζόντια θέση η οποία έχει απόκλιση μέχρι 100 μέτρα ενώ η δεύτερη μέχρι τα 20 μέτρα. Για εξουσιοδοτημένους χρήστες (δηλαδή για το στρατό και τους συμμάχους των Η.Π.Α.) η υπηρεσία ακριβής θέσης παρέχει μεγαλύτερη αντίσταση στις παρεμβολές αλλά και ανοσία σε παραπλανητικά σήματα.

Ανεπτυγμένες τεχνικές όπως το Differential GPS (DGPS) και η χρήση μεταφορέα επεξεργασίας συχνότητας έχουν αναπτυχθεί για το GPS.

Το DGPS χρησιμοποιεί επίγειους σταθμούς σε συνεργασία με δορυφόρους και παρέχει οριζόντια θέση με απόκλιση 3m. Οι γεωδαίτες πρωτοπόρησαν στη χρησιμοποίηση μεταφορέα επεξεργασίας συχνότητας για να υπολογίσουν θέσεις με απόκλιση μόλις 1cm. Οι ανεπτυγμένες τεχνικές που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι διαθέσιμες σε όλους τους χρήστες.

Η διαθεσιμότητα του GPS σήμερα είναι περιορισμένη και εξαρτάται από τον αριθμό και την ακεραιότητα των δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά. Απώλειες λόγω προβλημάτων των δορυφόρων ακόμα συμβαίνουν και επηρεάζουν πολλούς χρήστες συγχρόνως.

Αποτυχίες μπορούν να εντοπιστούν αμέσως και οι χρήστες να ειδοποιηθούν μέσα σε δευτερόλεπτα ή λεπτά ανάλογα με την κατάσταση του κάθε χρήστη. Οι περισσότερες βλάβες διορθώνονται μέσα σε διάστημα μίας ώρας.

Όσο το GPS αναβαθμίζεται και χρησιμοποιείται σε πιο σοβαρές εφαρμογές όπως ο έλεγχος κυκλοφορίας σε εθνικά αεροδιαστημικά συστήματα, τόσο τεχνικές για την παρακολούθηση και ακεραιότητα των μηχανημάτων GPS μέσα σε οχήματα αλλά και πιο γρήγορες ειδοποιήσεις αποτυχιών θα αναπτύσσονται και θα παρέχονται.

1.2.2 Χρονική εξέλιξη του GPS

Η ιδέα του GPS αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στις ΗΠΑ, στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η χρονική εξέλιξη του GPS, και δίνονται σταδιακά οι δυνατότητες που παρέχει με την πάροδο του χρόνου, ως εξής:

1. Τέλη 10ετίας του 1960: Αναπτύχθηκε η ιδέα για GPS
2. Αρχές 10ετίας του 1970: Χρηματοδοτήθηκε το πρόγραμμα GPS και ιδρύθηκε το Ειδικό Γραφείο εντός του Υπουργείου Αμύνης των ΗΠΑ.
3. Δεκέμβριος 1973: εγκρίθηκε το GPS από το Σύστημα Άμυνας
4. Μέσα 10ετίας 1970: διεξάγονται δοκιμές στη Γη.
5. 22 Φεβρουαρίου 1978: εκτοξεύτηκε ο πρώτος δορυφόρος για GPS.
6. 1986 – 1989: το GPS πρόγραμμα μπήκε στην άκρη εξαιτίας της καταστροφής του διαστημικού λεωφορείου «Challenger».
7. Το 1989: το πρόγραμμα εκτόξευσης ανανεώθηκε. Έγιναν αλλαγές στο σχέδιο του δορυφορικού συμπλέγματος, ενώ ο Συνεταιρισμός Μάγγελαν συστήνει τους πρώτους δέκτες χειρός του GPS.
8. Ιανουάριος 1990: εκδόθηκε για πρώτη φορά το GPS World και δημοσιεύτηκε.
9. 1991: προσδιορίζεται μια αρκετά σημαντική δυσλειτουργία που καθυστερούσε την πρόοδο και ρυθμίστηκε/διορθώθηκε.
10. Δεκέμβριος 1993: Γίνεται η Δήλωση Αρχικής Λειτουργικής Δυνατότητας από τον Υπουργό Άμυνας των Η.Π.Α.
11. 02 Μαΐου 2000: Χωρίζεται με προεδρική διαταγή η επιλεκτική διαθεσιμότητα. Αυξάνεται η οριζόντια ακρίβεια στους φθηνούς αστικούς δέκτες GPS από 100 μέτρα σε 15-25 μέτρα.

1.2.3 Μελλοντική εξέλιξη του GPS

Από το Μάρτιο του 1994, οι δορυφόροι που έχουν τεθεί σε λειτουργία είναι 24 (εικοσιτέσσερις). Οι Δορυφόροι αντικαταστάτες αυτών που τέθηκαν σε λειτουργία είναι ήδη έτοιμοι για εκτόξευση και έχουν υπογραφθεί συμβόλαια που θα παρέχουν νέους δορυφόρους τον 21ο αιώνα.

Εν τω μεταξύ οι εφαρμογές πλοήγησης του GPS στην ξηρά, στον αέρα, στην θάλασσα και στο διάστημα συνεχίζουν να αναπτύσσονται. Η ικανότητα της αύξησης της ασφάλειας, και της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμων θα κάνει το GPS ένα σημαντικό εξάρτημα στα αεροπορικά ταξίδια αλλά και στα διεθνή αεροδιαστημικά συστήματα. Τα αεροπλάνα θα χρησιμοποιούν το GPS για προσγειώσεις σε αεροδρόμια με ομίχλη και τα αυτοκίνητα ως εξαρτήματα των έξυπνων συστημάτων μεταφοράς.

Τέλος, οι αναπτυσσόμενες τεχνολογίες θα δώσουν στο GPS την δυνατότητα να παρέχει εκτός από τη θέση ενός οχήματος και το ακριβές ύψος του.

1.3 Τα συστήματα εντοπισμού θέσης

Τέσσερα συστήματα εντοπισμού θέσης μέσω δορυφόρου αναμένονται να μπου σε λειτουργία, ή να ολοκληρωθούν το επόμενο διάστημα, εκτός του GPS το οποίο έχει τεθεί ήδη σε λειτουργία από τις Η.Π.Α, και τα οποία είναι τα εξής:

- Το **Galileo**, το οποίο ετοιμάζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση
- Το **Glonass**, που προέρχεται από την Ρωσία
- Το **Compass**, από την Κίνα
- Τέλος, το **Irnss**, από την Ινδία.

Έπειτα από ένα χρονικό διάστημα 20 και πλέον ετών, λειτουργίας του GPS, τα 4 αυτά διαφορετικά συστήματα έρχονται να αντισταθμίσουν το τοπίο στο διάστημα.

Το Ρώσικο σύστημα GLONASS (**GLO**bal **NA**avigation **Sa**tellite **S**ystem) αλλά και το πολλά υποσχόμενο καθαρά πολιτικό Ευρωπαϊκό σύστημα GALILEO ανήκει στην κατηγορία των συστημάτων GNSS (**G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystems), δηλαδή των παγκόσμιων δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης.

1.3.1 Το σύστημα GLONASS

Πενήντα χρόνια μετά την πρώτη αποστολή σκύλου στο διάστημα, η Ρωσία πρωτοτυπεί εκ νέου, φέρνοντας «το διάστημα στον σκύλο».

Πρόκειται για ένα κολάρο που τοποθετήθηκε στην Κόνι, την αγαπημένη μαύρη σκυλίτσα του Ρώσου πρωθυπουργού, Βλαντιμίρ

Πούτιν. Πιο συγκεκριμένα, το εν λόγω κολάρο περιέχει εξοπλισμό εντοπισμού, ενώ παράλληλα καθοδηγείται από δορυφόρο.

Η τεχνολογία αυτή δεν είναι καινούργια, αφού διατίθεται εδώ και πολλά χρόνια σε όλο τον κόσμο μέσω του αμερικανικού Συστήματος Παγκόσμιας Τοποθέτησης (US Global Positioning System – **GPS**). Εντούτοις, καθώς η Ρωσία επιθυμεί να αναπτύξει το δικό της σύστημα, προωθεί με ζήλο ένα πρόγραμμα πλοήγησης, η βάση του οποίου είναι ένας δορυφόρος, την εποχής της Σοβιετικής Ένωσης.

Αποφασισμένη να μη μείνει πίσω στον αγώνα δρόμου για την περαιτέρω εξερεύνηση του διαστήματος, η Ρωσία αναπτύσσει το Σύστημα Παγκόσμιας Δορυφορικής Πλοήγησης (Global Navigation Satellite System – **GLONASS**).

Κατά την ενημέρωση του Πούτιν από το βοηθό του, Σεργκέι Ιβάνοφ, για το σύστημα πλοήγησης, ο πρωθυπουργός ενημερώθηκε ότι το Σύστημα Παγκόσμιας Δορυφορικής Πλοήγησης, θα διαθέτει 21 πυραύλους έως το τέλος του 2008, ενώ θα είναι διαθέσιμο με 24 δορυφόρους έως το τέλος του 2009.

Υπενθυμίζεται πάντως ότι αν και η Ρωσία δεν κατέχει τα ηνία στην κατασκευή συστήματος δορυφορικής πλοήγησης, είναι η χώρα που με την αποστολή της «Λάικα» (του πρώτου σκύλου στο διάστημα), έστρωσε το δρόμο για την πραγματοποίηση της πρώτης επανδρωμένης διαστημικής πτήσης.

Έτσι λοιπόν η πρώην Σοβιετική Ένωση παράλληλα με το GPS προχώρησε και στη δημιουργία ενός παρόμοιου συστήματος παγκόσμιου προσδιορισμού θέσης με την ονομασία Glonass (Φωτ. 1.8).



Φωτογραφία 1.8 Το σύστημα Glonass

Αρχικά, ο χαρακτήρας του συστήματος Glonass ήταν στρατιωτικός, αντίστοιχος με το GPS. Με τη διάλυση της Σοβιετικής Ένωσης και τις αλλαγές σε πολιτικό επίπεδο, η χρήση του συστήματος GLONASS άρχισε να επεκτείνεται και έξω από τα σύνορα της Σοβιετικής Ένωσης.

Έχει σχεδιαστεί σε τρία τροχιακά επίπεδα και υπάρχουν σε τροχιά 6 δορυφόροι σε πλήρη επιχειρησιακή δραστηριότητα. Η τελευταία

εκτόξευση τριών δορυφόρων στο πλαίσιο επέκτασης του συστήματος με τη νέα σειρά M πραγματοποιήθηκε το έτος 2006. Αναμένονται όμως κι άλλες στα επόμενα χρόνια για να ολοκληρωθεί ο σχηματισμός των 24 δορυφόρων με τη σειρά M.

Συμφώνα με το σχεδιασμό του συστήματος, ο αστερισμός του Glonass θα περιλαμβάνει 24 δορυφόρους (21+3 εφεδρικούς) σε τροχιά, ισοκαταναμημένους σε τρία τροχιακά επίπεδα με οχτώ δορυφόρους στο κάθε ένα.

Οι δορυφόροι διατηρούν μια σχεδόν κυκλική τροχιά ως προς το ισημερινό επίπεδο, σε αντίθεση με το GPS, όπου ο κάθε δορυφόρος εκπέμπει στις δικιές του συχνότητες βάσει του αριθμού PRN που έχει το σύστημα.

Είναι προφανές όμως ότι εξαιτίας του σχεδιασμού του συστήματος να εκπέμπει ο κάθε δορυφόρος σε ξεχωριστές συχνότητες, δεν είναι δυνατόν να εξυπηρετηθούν όλοι οι δορυφόροι με την χρήση ενός περιορισμένου φάσματος συχνοτήτων (1598.0625 έως 1605.5 MHz).

Η λύση στο πρόβλημα αυτό δόθηκε με την εκπομπή ίδιων συχνοτήτων από ζεύγη δορυφόρων οι οποίοι βρίσκονται σε αντιδιαμετρικές θέσεις.

Πρέπει να τονιστεί ότι οι κώδικες που μεταδίδονται από τους δορυφόρους του Glonass είναι διαμορφωμένοι και στις δύο συχνότητες με αποτέλεσμα να προσφέρουν μεγαλύτερη ακρίβεια στον απόλυτο προσδιορισμό θέσης σε σχέση με το GPS.

Επίσης, στο σύστημα Glonass δεν έχει εφαρμοστεί και ούτε προβλέπεται να εφαρμοστεί η κατάσταση της επιλεκτικής διαθεσιμότητας.

Έτσι λοιπόν η Ρωσία, θέλοντας να αντιπαρατεθεί σε αυτά που έκανε η Αμερική με το GPS, ξεκίνησε το δικό της αυτό project. Ο σχεδιασμός του συστήματος αυτού ξεκίνησε το 1976 στην εποχή του ψυχρού πολέμου και ολοκληρώθηκε το 1991.

Ωστόσο αν και έπεσε μέσα στις μεγάλες αλλαγές της πρώην σοβιετική ένωση, με αποτέλεσμα την οικονομική του ανεπάρκεια και τη προσωρινή παύση λειτουργίας του, παρόλα αυτά και με τη βοήθεια της Ινδίας, το πρόγραμμα συνεχίστηκε και ολοκληρώθηκε το 2009, πρώτα για να καλύψει τη Ρωσία και αργότερα όλο τον κόσμο.

Το σύστημα αυτό όπως έχουμε αναφέρει αποτελείται από 24 δορυφόρους μέσης τροχιάς με real-time απεικόνιση συντεταγμένων. Από αυτούς οι 21 θα είναι δορυφόροι και οι 3 θα είναι Orbital plane, δηλαδή αεροπλάνα με 8 μικροδορυφόρους το καθένα που θα εκπέμπουν παράλληλα.

Σύμφωνα με τους ιθύνοντες του προγράμματος, η ακρίβεια του θα ξεπερνάει το αντίστοιχο αμερικάνικο GPS. Αν και το σύστημα Glonass

ξεκίνησε με φιλόδοξους στόχους αντίστοιχους αυτών του GPS, κατάφερε να διατηρήσει ικανοποιητικά επίπεδα εξυπηρέτησης και διαθεσιμότητας δορυφόρων (μέχρι και το 1995 περίπου), με αποτέλεσμα όσοι δορυφόροι είχαν εκτοξευθεί μέχρι το 1991 να σταματήσουν να λειτουργούν.

Από το σημείο αυτό μέχρι και σήμερα, ίσως λόγω δυσμενών οικονομικών καταστάσεων, η Ρωσία δεν ολοκλήρωσε το σύστημα με αποτέλεσμα να βρίσκονται σε λειτουργία λιγότεροι από τους μισούς προβλεπόμενους δορυφόρους.

Στα τέλη του 2005, τέθηκαν σε τροχιά τρεις νέοι δορυφόροι συμμετέχοντας στο σύνολο των 14 δορυφόρων Glonass ενώ αναμένεται να ολοκληρωθεί και ο δορυφορικός σχηματισμός, σύμφωνα με πρόσφατες ανακοινώσεις.

Ωστόσο τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μια σημαντική προσπάθεια για την συνεργασία των συστημάτων GPS και Glonass, η οποία δίνει μεγαλύτερη κάλυψη στην επιφάνεια της γης, για τους χρήστες των συστημάτων δορυφορικού εντοπισμού και μεγαλύτερο πλήθος παρατηρούμενων δορυφόρων, κυρίως σε αστικές περιοχές όταν οι δορυφόροι του GPS περιορίζονται.

1.3.2 Το σύστημα GALILEO

Το σημαντικότερο ίσως γεγονός στον τομέα των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης αποτελεί η προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης να προχωρήσει στην δημιουργία ενός παγκόσμιου συστήματος προσδιορισμού θέσης, με την ονομασία GALILEO (Φωτ. 1.9).

Το σύστημα αυτό υλοποιείται από την Ευρωπαϊκή Διαστημική Υπηρεσία (European Space Agency) και φιλοδοξεί να άρει τις όποιες «στρατιωτικές δεσμεύσεις» των άλλων δύο συστημάτων.



Φωτογραφία 1.9 Το σύστημα GALILEO

Θα έχει αμιγώς πολιτικό χαρακτήρα και θα καλύπτει με μικρή αβεβαιότητα κάτω και από τις πιο ακραίες συνθήκες παρατήρησης και θα μπορεί να στέλνει τις απαραίτητες πληροφορίες στους χρήστες του συστήματος μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.

Προβλέπεται ότι στις περισσότερες περιοχές θα είναι πάντοτε "ορατοί" τουλάχιστον έξι έως οκτώ δορυφόροι.

Το σύστημα θα αποτελείται από 30 δορυφόρους τοποθετημένους σε τροχιακά επίπεδα με γωνία κλίσης 56 μοίρες ως προς το ισημερινό επίπεδο και περίοδο περιστροφής περίπου 14 ώρες. Το ύψος της τροχιάς των δορυφόρων θα είναι περίπου 23600 km. Το επίγειο τμήμα θα αποτελείται από δύο κέντρα ελέγχου και από 20 σταθμούς παρακολούθησης.

Ο πρώτος δορυφόρος GIOVE-A εκτοξεύτηκε στις 28 Δεκεμβρίου 2005 ενώ ακολούθησε η εκτόξευση και του δεύτερου GIOVE-B στις 27 Απριλίου 2008.

Έτσι λοιπόν η Ευρώπη ανακοινώνει το GALILEO, ένα προηγμένο σύστημα εντοπισμού θέσης που πήρε το όνομα του από το διάσημο ιταλό αστρονόμο Galileo Galilei.

Το project συγκεκριμένα ξεκίνησε στις 26 Μαΐου του 2003, έπειτα από μεμονωμένες προσπάθειες διαφόρων χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συμμετείχαν σε αυτό όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε.

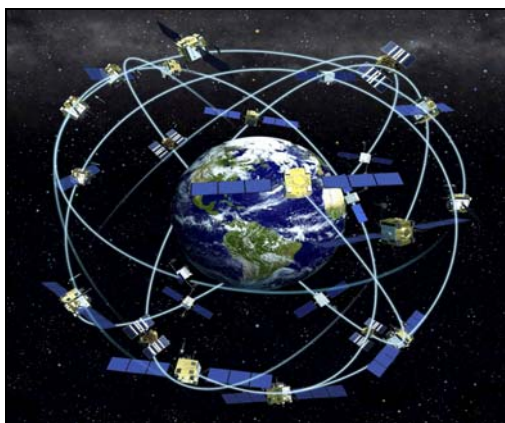
Η ολοκλήρωσή του και η διάθεσή του αναμένεται το 2013. Αν και πέρασε από "40 κύματα" ως έργο, καθώς υπήρξαν πολλά προβλήματα ως προς την κατασκευή και υποστήριξη, παρόλα αυτά χρηματοδοτήθηκε αδρά για να συνεχιστεί. Θα αποτελείται από ένα πλέγμα 30 δορυφόρων μέσης τροχιάς και ο χρόνος ζωής κάθε δορυφόρου εκτιμάται να είναι 12 χρόνια.

Θα υπάρχουν τεσσάρων ειδών διαφορετικές υπηρεσίες κάλυψης :

- ❖ Η ελεύθερη **Open Service (OS)**, η οποία θα είναι διαθέσιμη από τον καθένα και θα έχει ακρίβεια μικρότερη των τεσσάρων μέτρων οριζοντίως και οχτώ μέτρων καθέτως.
- ❖ Η κωδικοποιημένη **Commercial Service (CS)**, η εμπορική εφαρμογή δηλαδή, η οποία θα έχει ακρίβεια καλύτερη από ένα μέτρο.
- ❖ Οι κωδικοποιημένες **Public Regulated Service (PRS) και Safety of Life Service (SoL)**, οι οποίες θα έχουν ακρίβεια όπως και η ελεύθερη και θα χρησιμοποιούνται από τις δημόσιες υπηρεσίες, όπως αστυνομία, πυροσβεστική, πρώτες βοήθειες κλπ. Θα ενεργοποιούνται μόλις σε δέκα δευτερόλεπτα.

Το σύστημα Galileo είναι εμβληματικό για την ευρωπαϊκή πολιτική του διαστήματος.

Στόχοι του, μεταξύ άλλων, είναι να ικανοποιηθούν οι ανάγκες των χρηστών, να εξυπηρετηθούν άλλες κοινοτικές πολιτικές, να τεθούν στο επίκεντρο οι διαστημικές εφαρμογές και να βελτιωθεί η ευρωπαϊκή ανταγωνιστικότητα. Το Galileo είναι το τέλειο εργαλείο για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι.



Φωτογραφία 1.10

Δορυφορικός σχηματισμός του συστήματος GALILEO

Αν και σε γενικές γραμμές έχει ήδη διαμορφωθεί το πλαίσιο των χρήσεων του, οι δυνατότητες του θεωρούνται τόσο εξελιγμένες και συνεχώς προστίθενται περισσότερες.

Οι αναλυτές πιστεύουν ότι περίπου το 2020, όταν οι εφαρμογές του θα έχουν σαρώσει κάθε εκδοχή της καθημερινής ζωής, το μέγεθος της αγοράς του σε ετήσια βάση θα αγγίζει τα 10 δισεκατομμύρια ευρώ.

Επισημαίνουν ακόμη ότι οι διάφορες εφαρμογές από την χρήση του συστήματος αυτού θα είναι τόσο πολλές, που περίπου το 2015, οι χρήστες του αναμένεται να ανέλθουν στα 400 εκατομμύρια.

Από την λειτουργία του συστήματος θετικές επιπτώσεις θα προκύψουν και στην προσφορά εργασίας με τις νέες θέσεις να υπολογίζονται στις 100.000, το τελικό κόστος του υπολογίζεται περίπου στα 3.4 δις ευρώ ενώ τα αναμενόμενα οφέλη θα είναι πολλά από την εξοικονόμηση καυσίμων.

Τέλος οι εμπνευστές του βλέποντας πολύ μακριά κατάφεραν να το σχεδιάσουν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να συνεργάζεται με το αμερικανικό σύστημα εντοπισμού θέσης GPS και με το ρωσικό Glonass αλλά ταυτόχρονα θα είναι και περισσότερο προηγμένο από αυτά.

Όπως υποστηρίζουν θεωρείται πολύ εξελιγμένο συγκριτικά με το GPS που σχεδιάστηκε την δεκαετία του '80. Σήμερα η παρουσία της Ευρώπης ξεδιπλώνεται σε δύο επίπεδα με το σύστημα EGNOS (European

Geostationary Navigation Overlay Service) που χρησιμοποιεί τα δύο υπάρχοντα συστήματα δορυφορικής πλοήγησης GPS και Glonass.

1.3.3 Το Κινέζικο GPS – COMPASS

Η Κίνα επισπεύδει τις προσπάθειές της για την δημιουργία του δικού της συστήματος GPS, σχεδιάζοντας μέχρι το 2012 την μεταφορά 10 περαιτέρω δορυφόρων πλοήγησης στο διάστημα.

Στις 16 Ιανουαρίου έθεσε σε τροχιά δορυφόρο πλοήγησης με προαναγγελθείσα εκτόξευση πυραυλικού φορέα τριών σταδίων. Σύμφωνα με τις κινεζικές αρχές ο δορυφόρος είναι ένα ακόμη κομμάτι του συστήματος «Πυξίδα» (το αντίστοιχο Κινεζικό Global position system δηλαδή) το οποίο θα παρέχει στους χρήστες ακριβέστατες πληροφορίες γεωγραφικής θέσης, ταχύτητας κ.τ.λ.

Το σύστημα θα αποτελείται, από πέντε δορυφόρους σε γεωσύγχρονη τροχιά σε υψόμετρο 22.000 χιλιομέτρων και περίπου 30 ακόμη σε χαμηλότερες τροχιές.

Οι προηγούμενες εκτοξεύσεις αφορούσαν τοποθετήσεις σε γεωσύγχρονη τροχιά. Στην τελευταία εκτόξευση τοποθέτησαν τον δορυφόρο σε μεσαίου υψομέτρου τροχιά.

Αναλυτές θεωρούν ότι από το 2011 η Κίνα θα μπορεί να χρησιμοποιεί το σύστημα σε κάποιο βαθμό. Η συγκεκριμένη εκτόξευση ήταν η δεύτερη για τους Κινέζους εντός τριών ημερών. Στις 13 Ιανουαρίου έθεσαν σε τροχιά δορυφόρο θαλάσσιας επιτήρησης. Η Κίνα, σύμφωνα με διαφορές μελέτες, σε μία δεκαετία, θα αποτελεί την αναμφισβήτητη δύναμη της Ασίας (ανώτερη της Ινδίας) ενώ δημιουργεί προϋποθέσεις για ανάδειξη της, μακροπρόθεσμα, σε παγκόσμια υπερδύναμη ισάξια των ΗΠΑ.



*Φωτογραφία 1.11
Το κινέζικο GPS (COMPASS).*

Το σύστημα δορυφορικής πλοήγησης Beidou (πυξίδα), που σύμφωνα με πληροφορίες θα ολοκληρωθεί το 2020, θα περιλαμβάνει συνολικά 35 δορυφόρους, επιτρέποντας στην χώρα να απελευθερωθεί από την εξάρτησή της στο GPS. Το σύστημα αυτό θα επιφέρει συν της άλλης και σημαντικά οικονομικά κέρδη. Το Beidou θα βρίσκεται σε ανταγωνισμό όχι μόνο με το αμερικανικό GPS, αλλά και με το ευρωπαϊκό GALILEO και το ρωσικό GNSS (Global Navigation Satellite System).

Πέρα από την οικονομική πτυχή, το νέο σύστημα θα ενδυναμώσει την πληροφοριακή ασφάλεια της χώρας, αλλά και οι χρήστες θα επωφεληθούν από την πληθώρα συστημάτων πλοήγησης, μιας και τεχνικές δυσκολίες δεν θα καθιστούν πλέον κίνδυνο, όπως συμβαίνει τώρα με το μονοπώλιο του GPS.

Η Κίνα λειτούργησε το σύστημα με 5 δορυφόρους κατά τη διάρκεια των Ολυμπιακών αγώνων σε δοκιμαστική μορφή με καλά αποτελέσματα από ότι ανακοίνωσε. Η ακρίβεια του συστήματος εκτιμάται να είναι στα 10 μέτρα ενώ η ολοκλήρωση του δεν έχει ανακοινωθεί ακόμη

1.3.4 Το Ινδικό GPS – IRNSS

Το Ινδικό περιφερειακό σύστημα IRNSS (Navigational Satellite System), (Φωτ. 1.12) είναι ένα αυτόνομο περιφερειακό σύστημα δορυφορικής πλοήγησης που αναπτύσσεται από τον Ινδικό Οργανισμό Διαστημικής Έρευνας, το οποίο είναι υπό πλήρη έλεγχο της ινδικής κυβέρνησης. Η απαίτηση ενός τέτοιου συστήματος πλοήγησης είναι απώλεια του γεγονότος ότι η πρόσβαση στο παγκόσμιο σύστημα δορυφορικής πλοήγησης GPS, δεν εξασφαλίζεται σε εχθρικές καταστάσεις.



*Φωτογραφία 1.12
Το Ινδικό GPS (IRNSS)*

Ο Ινδικός Οργανισμός Διαστημικής Έρευνας (ISRO) είναι το κύριο σώμα υπό τον έλεγχο της κυβέρνησης της Ινδίας που δραστηριοποιείται στον τομέα και συνεργάζεται με τη διεθνή κοινότητα στο πλαίσιο διμερών και πολυμερών συμφωνιών.

Έτσι στις αρχές της δεκαετίας του 1960 οι στενοί δεσμοί με την τότε Σοβιετική Ένωση έδωσαν την ευκαιρία στον ISRO να αναπτύξει γρήγορα το διαστημικό του πρόγραμμα, όπως και τις πυρηνικές του δυνατότητες. Η οικονομική πρόοδος της Ινδίας έκανε την ανάπτυξη του διαστημικού της προγράμματος πιο ορατή, με στόχο να γίνει κάποτε αυτόνομη στη διαστημική της τεχνολογία.

Μέχρι στιγμής η Ινδία έχει εκτοξεύσει 11 δορυφόρους, συμπεριλαμβανομένων εννιά που προέρχονταν από άλλες χώρες, και έγινε η πρώτη χώρα που εκτόξευσε δέκα δορυφόρους με τον ίδιο πύραυλο. Ο Mark III, ένα υπερσύγχρονο σκάφος εκτόξευσης δορυφόρων, βρίσκεται ήδη στα σκαριά και η πρώτη εκτόξευση έχει προγραμματιστεί για το 2010.

Σύμφωνα με τη Διαστημική Επιτροπή της Ινδίας, μια μη επανδρωμένη αποστολή θα γίνει μεταξύ 2013-2014 και η πρώτη επανδρωμένη αποστολή θα επιχειρηθεί έναν χρόνο αργότερα.

Αν είναι συνεπής σε αυτό το χρονοδιάγραμμα, θα γίνει η τέταρτη χώρα, μετά την πάλαι ποτέ ΕΣΣΔ, τις ΗΠΑ και την Κίνα, που θα επιτύχει την αμιγώς δική της επανδρωμένη αποστολή.

Ο Ινδικός Οργανισμός Διαστημικής Έρευνας σχεδιάζει την εκτόξευση σειράς δορυφόρων, την ανάπτυξη νέων σκαφών εκτόξευσης όπως και μη επανδρωμένες και στη συνέχεια επανδρωμένες αποστολές στον Άρη και κοντινούς διαστημικούς προορισμούς.

Έτσι λοιπόν η Ινδία από την πλευρά της ανακοινώνει το 2006 το δικό της σύστημα εντοπισμού θέσης, το **Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS)**, με την προοπτική ολοκλήρωσης του το 2012. Ο πρώτος δορυφόρος αναμένεται να εκτοξευθεί το 2009. Το σύστημα αυτό θα χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά από την Ινδική κυβέρνηση και θα καλύπτει την Ινδία και μόνο.

Θα αποτελείται από επτά δορυφόρους και αντίστοιχους σταθμούς βάσης σε συνεχή επικοινωνία μαζί τους. Η ακρίβεια του θα κυμαίνεται στα 20 μέτρα, πρόκειται όπως διαβάσατε για ένα τοπικό σύστημα που θα καλύπτει την Ινδία μόνο. Βέβαια η Ινδία δεν είναι καθόλου μικρή. Επειδή όμως υπάρχει ήδη συνεργασία με τη Ρωσία, υπάρχει ενδεχόμενο περαιτέρω συνεργασίας τους στο θέμα των συστημάτων εντοπισμού θέσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ GPS

2.1 Τα μέρη του συστήματος GPS

Το σύστημα GPS άρχισε να σχεδιάζεται και να υλοποιείται σταδιακά στη δεκαετία του 1970, με ευθύνη του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ, για να καλύψει στρατιωτικές ανάγκες ναυσιπλοΐας. Εξελίχθηκε όμως σε ένα σύστημα με δυνατότητα να καλύψει τις ανάγκες εντοπισμού, με οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες, οποιαδήποτε ώρα της ημέρας για απεριόριστο αριθμό χρηστών.

Ο πρόγονος του GPS ήταν το δορυφορικό σύστημα TRANSIT το οποίο αναπτύχθηκε από το Αμερικάνικο Ναυτικό στη δεκαετία του 1960. Ο μικρός όμως αριθμός δορυφόρων υπήρξε ο κύριος λόγος που επέβαλε αρκετούς περιορισμούς στη χρήση και απόδοση του συστήματος και έτσι γρήγορα προωθήθηκε η ιδέα για το σχεδιασμό του GPS.

Παρόλα αυτά, με το σύστημα TRANSIT, για πρώτη φορά δόθηκε ουσιαστικά η δυνατότητα εκτέλεσης σημαντικών γεωδαιτικών εργασιών, όπως είναι η ίδρυση δικτύων, με δορυφορικές μεθόδους στις δεκαετίες του 1970' και 1980'.

Το 1978 αρχίζει η εκτόξευση των δορυφόρων GPS και ταυτόχρονα σχεδόν η κατασκευή των πρώτων δεκτών GPS, οι οποίοι έκτοτε βελτιώνονται συνεχώς. Εξαιτίας της έκτασής του όμως είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός του σε επιμέρους τμήματα όπου πραγματοποιούνται όλες οι λειτουργίες του αλλά και ο συντονισμός του.

Έτσι λοιπόν το όλο σύστημα, όπως προαναφέρθηκε, αποτελείται από τρία βασικά τμήματα: το δορυφορικό τμήμα, το τμήμα ελέγχου και το τμήμα των χρηστών.

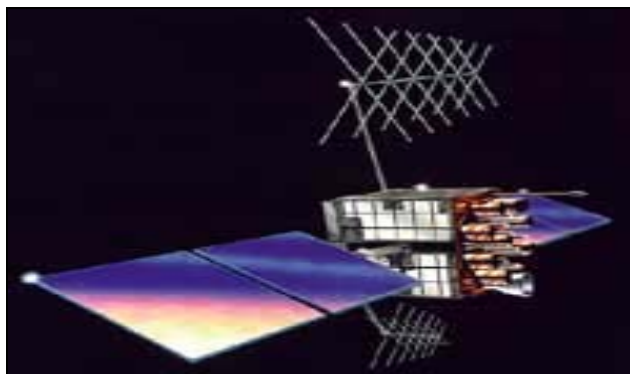
2.1.1 Το δορυφορικό τμήμα

Το δορυφορικό τμήμα αποτελείται σήμερα από 29 δορυφόρους των σειρών BLOCK II, IIA, IIR, IIR-M. Κάθε σειρά συμπληρώνει ή και αντικαθιστά σταδιακά τις προηγούμενες επειδή οι δορυφόροι έχουν ορισμένη διάρκεια ζωής (μερικά χρόνια).

Οι δορυφόροι είναι τοποθετημένοι ομοιόμορφα σε 6 τροχιακά επίπεδα ανά 60° στο ισημερινό επίπεδο και έχουν γωνία κλίσης 55° ως προς αυτό. Το μέσο ύψος των δορυφόρων από την επιφάνεια της Γης είναι 20189 km.

Ο πρώτος δορυφόρος GPS ήταν της σειράς BLOCK I (1^η εκτόξευση το 1987). Οι δορυφόροι της σειράς II τέθηκαν σε τροχιά από το 1989 ενώ το Σεπτέμβριο του 2005 εκτοξεύτηκε ο πρώτος δορυφόρος της σειράς IIR-M και το 2006 είχαμε την πρώτη εκτόξευση δορυφόρου της σειράς BLOCK IIF (με επιπρόσθετα εκπεμπόμενα σήματα).

Κάθε δορυφόρος εκπέμπει ένα εξαιρετικά πολύπλοκο δορυφορικό σήμα (δύο υψηλές συχνότητες της τάξης του 1.5GHz, διαμορφωμένες από κώδικες ψευδοτυχαίου θορύβου και ένα μήνυμα δεδομένων).



*Φωτογραφία 2.1
GPS-Block IIR και IIR-M Satellite*

Ο αρχικός σχεδιασμός προέβλεπε 21 δορυφόρους ενώ από τα τέλη του 1993 ο αριθμός τους είναι σταθερά πάνω από 24. Ο αριθμός των 24 δορυφόρων αποτελεί τον απαραίτητο αριθμό για την πλήρη λειτουργία του συστήματος, όπως σχεδιάστηκε.

Έτσι, μπορούν να παρατηρούνται ταυτόχρονα έξι έως οκτώ δορυφόροι από οποιοδήποτε σημείο της γήινης επιφάνειας με καλό ορίζοντα. Οι νεότεροι δορυφόροι παρουσιάζουν ολοένα και μεγαλύτερη αυτονομία από το τμήμα ελέγχου αφού μπορούν, με παρατηρήσεις μεταξύ τους, να προσδιορίζουν μόνοι τους τα στοιχεία τροχιάς και άλλες παραμέτρους που απαιτούνται.

Οι δορυφόροι είναι τοποθετημένοι ομοιόμορφα σε 6 τροχιακά επίπεδα, ανά 60° στο ισημερινό επίπεδο και γωνία κλίσης 55° ως προς το ισημερινό επίπεδο. Ο δορυφορικός σχηματισμός έχει τέτοια διάταξη ώστε από κάθε σημείο της γήινης επιφάνειας να λαμβάνεται δορυφορικό σήμα από τουλάχιστον 4 δορυφόρους θεωρώντας ότι δεν παρεμβάλλονται εμπόδια μεταξύ δέκτη και δορυφόρων.

Ο μέγιστος αριθμός δορυφόρων που μπορεί να λαμβάνει ένας δέκτης ξεπερνά και τους 10 με πολύ καλό ορίζοντα. Στο πλάτος των 35° και για μικρά χρονικά διαστήματα η δορυφορική κάλυψη μειονεκτεί σε σχέση με την υπόλοιπη γη.

Η περίοδος κάθε δορυφόρου είναι μισή αστρική ημέρα, δηλαδή 12 ώρες σε αστρικό χρόνο. Συνεπώς η θέση κάθε δορυφόρου ή δορυφορικού σχηματισμού θα είναι ίδια στον ίδιο αστρικό χρόνο (μία φορά την ημέρα).

Η διάρκεια ζωής των δορυφόρων είναι περίπου 10 έτη, το βάρος τους είναι της τάξης του 1 τόνου ενώ το μέγεθος του βασικού κορμού είναι όσο ένα πολύ μικρό δωμάτιο με τα πλαίσια των συσσωρευτών ηλιακής ενέργειας να εκτείνονται στα μερικά μέτρα.

Κάθε δορυφόρος φέρει ως βασικό εξοπλισμό ταλαντωτές ή ατομικά χρονόμετρα/ρολόγια, υπολογιστές και κεραίες τηλεπικοινωνίας.

Μεταφέρει συνήθως τρία ή τέσσερα ρολόγια καισίου ή και ρουβιδίου εκ των οποίων ένα χρησιμοποιείται ως βασικό για την παραγωγή μιας θεμελιώδους συχνότητας για το δορυφορικό σήμα και τη διατήρηση της κλίμακας του χρόνου ενώ τα υπόλοιπα ως εφεδρικά. Οι δορυφόροι τείνουν να αποκλίνουν από τις σχεδιασμένες τροχιές τους και υπόκεινται κατά διαστήματα σε διορθώσεις από το σύστημα ελέγχου.

Οι δορυφόροι ταξινομούνται κατά διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, ο δορυφόρος με ημερομηνία εκτόξευσης 23-07-1997 έχει τον κωδικό IIR-2, ως προς τη σειρά εκτόξευσης (Launch Order) φέρει την ονομασία BLOCK IIR, ως προς το διαστημικό όχημα τον κωδικό SVN 43 (Space Vehicle Number 43) και ως προς το μοναδικό εβδομαδιαίο τμήμα του κώδικα P που εκπέμπει φέρει τον κωδικό PRN 13 (Pseudo Random Noise 13).

Οι ονομασίες με βάση τον κωδικό SVN ή PRN είναι αυτές που συνήθως χρησιμοποιούνται. Η σειρά II έχει αριθμούς SVN από 13-21, η IIA από 22-40 και η IIR από 41 και πάνω.

2.1.2 Το τμήμα ελέγχου

Οι δορυφόροι, όπως είναι αναμενόμενο, είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν ανά πάσα στιγμή προβλήματα στη σωστή λειτουργία τους. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται σε αυτούς αφορούν στη σωστή τους ταχύτητα και υψόμετρο και στην κατάσταση της επάρκειάς τους σε ηλεκτρική ενέργεια.

Παράλληλα, εφαρμόζονται όλες οι διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης των δορυφόρων, ώστε να αποτρέπεται η παροχή λανθασμένων πληροφοριών στους χρήστες του συστήματος.

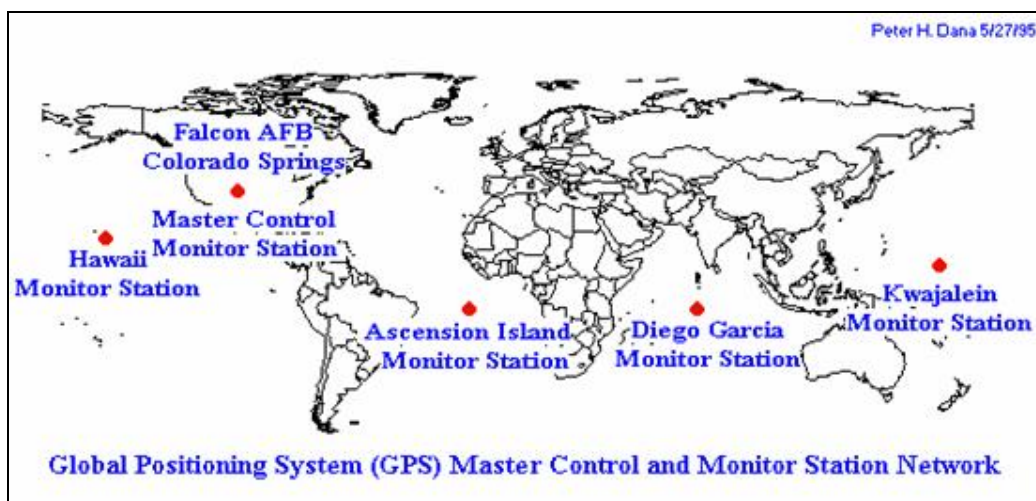
Το τμήμα επίγειου ελέγχου αποτελείται από ένα επανδρωμένο και τέσσερα μη επανδρωμένα κέντρα, εγκατεστημένα σε ισάριθμες περιοχές του πλανήτη.

Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής:

- α) Κολοράντο (Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής)
- β) Χαβάη (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός)
- γ) Ascension Island (Ατλαντικός Ωκεανός)
- δ) Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός)
- ε) Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)

Ο κυριότερος σταθμός βάσης είναι αυτός του Κολοράντο, ο οποίος είναι μάλιστα και ο μοναδικός που βρίσκεται στην ξηρά. Αναλαμβάνει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των εναπομεινάντων τεσσάρων σταθμών, καθώς και τον συντονισμό τους.

Σημειώνοντας τη θέση των σταθμών αυτών πάνω σε έναν παγκόσμιο χάρτη, παρατηρεί κανείς ότι η διάταξή τους δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθούν μια γραμμή παράλληλη με τα γεωγραφικά μήκη της Γης.



Φωτογραφία 2.2 Δίκτυο παρακολούθησης και Έλεγχος GPS.

Συγκεκριμένα το τμήμα ελέγχου αποτελείται από:

♦ Πέντε επίγειους μόνιμους σταθμούς παρακολούθησης (monitor stations), συμπεριλαμβανομένου και του κεντρικού σταθμού, με γνωστές συντεταγμένες ως προς το WGS84, κατανεμημένοι σε όλη τη γη και συγκεκριμένα στις θέσεις Hawaii, Colorado Springs (MCS), Ascension Is., Diego Garcia, Kwajalein. Οι συντεταγμένες των σταθμών έχουν προσδιορισθεί με υψηλή ακρίβεια χρησιμοποιώντας μετρήσεις VLBI.

♦ Τρεις σταθμούς τηλεπικοινωνιών (upload stations, Ground Antennas). Οι σταθμοί αυτοί βρίσκονται στις θέσεις των μόνιμων σταθμών εκτός από τους σταθμούς MCS και Hawaii. Μία ακόμα κεραία,

που λειτουργεί για τον έλεγχο των δορυφόρων πριν την εκτόξευσή τους αλλά και ως εφεδρική, βρίσκεται στο Cape Canaveral, Florida. Κάθε σταθμός βλέπει όλους τους δορυφόρους στη διάρκεια μιας ημέρας, οπότε ο κάθε δορυφόρος είναι σε επικοινωνία τρεις φορές την ημέρα για να λάβει τα δεδομένα του μηνύματος πλοήγησης.

♦ Έναν κεντρικό σταθμό ελέγχου (MCS: Master Control Station) που βρίσκεται στην αεροπορική βάση Falcon στο Colorado Springs, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη συνολική κατάσταση και λειτουργία του δορυφορικού σχηματισμού.

♦ Ένας ακόμα εφεδρικός σταθμός ελέγχου (BUMCS: BackUp MCS) βρίσκεται στο Gaithersburg, Maryland.

Το Σεπτέμβριο του 2005 προστέθηκαν έξι μόνιμοι σταθμοί παρακολούθησης από την NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) στο υπάρχον δίκτυο της Αμερικανικής πολεμικής αεροπορίας, οπότε υπολογίζονται πιο ακριβή στοιχεία για το μήνυμα δεδομένων (εφημερίδες, διορθώσεις χρόνου) και άρα πιο ακριβής προσδιορισμός θέσης. Προβλέπεται η προσθήκη άλλων πέντε μόνιμων σταθμών ώστε κάθε δορυφόρος να παρακολουθείται συνεχώς από τρεις μόνιμους σταθμούς.

Σε περίπτωση βλάβης των σταθμών ελέγχου, οι δορυφόροι μπορούν από μόνοι τους να προβλέπουν την τροχιά τους με πιθανή όμως μείωση της ακρίβειας. Οι δορυφόροι της σειράς IIR έχουν αυτονομία 180 ημερών στο μήνυμα ναυσιπλοΐας και φέρουν GPS που εκτελούν μετρήσεις μεταξύ τους ώστε η εξάρτηση από το σύστημα ελέγχου να περιορισθεί στο ελάχιστο.

Η εκπεμπόμενη δορυφορική εφημερίδα βασίζεται σε πρόγνωση της τροχιάς και δεν είναι κατάλληλη για υψηλής ακρίβειας γεωδαιτικές και γεωδυναμικές εφαρμογές.

Έχει όμως το πλεονέκτημα να είναι διαθέσιμη σε πραγματικό χρόνο και καλύπτει όχι μόνο τις ανάγκες της ναυσιπλοΐας αλλά και τις συνήθεις γεωδαιτικές και τοπογραφικές εφαρμογές.

Το τμήμα ελέγχου συντηρεί επίσης και το σύστημα WGS84. Ο χρήστης GPS έχει πρόσβαση στο WGS84 μέσω των δορυφορικών εφημερίδων του μηνύματος πλοήγησης.

2.1.3 Το τμήμα χρηστών

Απαρτίζεται από τους χιλιάδες χρήστες δεκτών GPS ανά την υφήλιο. Οι δέκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο κατά τη διάρκεια μιας απλής πεζοπορίας, όσο και σε οχήματα ή θαλάσσια σκάφη και κατά κανόνα διαθέτουν αρκετά μικρές διαστάσεις.

Για να προσφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, οι δέκτες συνδυάζονται με ειδικό λογισμικό, που προβάλλει ένα χάρτη στην οθόνη της συσκευής GPS. Πρόκειται, δηλαδή, για λογισμικό που λαμβάνει από τους δορυφόρους τις πληροφορίες για το στίγμα του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης και τις μετατρέπει σε κατανοητή «ανθρώπινη» μορφή, πληροφορώντας το χρήστη για την ακριβή γεωγραφική του θέση.

Συγκεκριμένα το τμήμα χρηστών αποτελείται από όλους τους χρήστες (επίγειους, επιθαλάσσιους, εναέριους). Αυτοί με κατάλληλο εξοπλισμό δεκτών μπορούν κάθε στιγμή να προσδιορίσουν τη θέση τους, την ταχύτητα και την κατάσταση του χρονομέτρου τους, εκμεταλλευόμενοι τις δυνατότητες του συστήματος.

Το τμήμα χρηστών αφορά ουσιαστικά τους δέκτες GPS. Ένας δέκτης GPS χωρίζεται καταρχήν σε δύο βασικά μέρη:

- την κεραία,
- τον κυρίως δέκτη.

– Η Κεραία του δέκτη

Η κεραία συνήθως περιλαμβάνει και τον προενισχυτή του σήματος και μπορεί να είναι εξωτερική ή εσωτερική ώστε το όλο σύστημα δέκτης-κεραία να είναι μία συμπαγής συσκευή.

Ο κυρίως δέκτης αποτελείται από διάφορα επιμέρους τμήματα: το τμήμα ραδιοσυχνοτήτων, τους διαύλους (κανάλια) παρακολούθησης του δορυφορικού σήματος με τους βρόγχους παρακολούθησης, τον μικροεπεξεργαστή, την τροφοδοσία – παροχή ισχύος, την μονάδα αποθήκευσης δεδομένων και τη μονάδα επικοινωνίας με τον χρήστη.

Αν η κεραία είναι εξωτερική συνδέεται με ένα καλώδιο με τον κυρίως δέκτη ή χωρίς καλώδιο με ασύρματη επικοινωνία (π.χ. Bluetooth).

Το μήκος ενός τυπικού καλωδίου μπορεί να είναι της τάξης των 2 ή 10 ή 30m και σε περιπτώσεις μόνιμων σταθμών GPS μπορεί να φτάσει τις μερικές δεκάδες με πιθανή την επιπλέον προενίσχυση του σήματος.

Οι κεραιές είναι μικρών διαστάσεων, μικρού βάρους και συνήθως πολυκατευθυντήριες για λήψη σημάτων από όλες τις διευθύνσεις. Διακρίνονται σε διάφορους τύπους με πιο διαδεδομένο για τις γεωδαιτικές και τοπογραφικές εφαρμογές τον τύπο των “μικρολωρίδων” (microstrip), που έχουν και το πλεονέκτημα καλής λήψης σημάτων από δορυφόρους χαμηλά στον ορίζοντα.

Σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν να λαμβάνουν είτε το σήμα στην L1 (δέκτες μίας συχνότητας) είτε στην L1 και στην L2 (δέκτες δύο συχνοτήτων). Οι γεωδαιτικές δέκτες έχουν τη δυνατότητα λήψης και στις δύο συχνότητες.

Επίσης υπάρχουν διάφοροι τύποι κεραιών για τηλεπικοινωνίες και μεταφορά δεδομένων. Κεραιές για τα ραντάρ και εκπομπής βραχέων ταλαντώσεων μακράς εμβέλειας, που χρησιμοποιούνται ως ανακλάσεις για την σελήνη ή ακόμα και πιο μακριά.

Στα δορυφορικά η κατάσταση είναι διαφορετική. Υπάρχουν δύο τομείς το κάτοπτρο ως ανακλαστήρας και το LNB ως συσκευή λήψης.

Το LNB έχει δύο δίπολα το ένα είναι οριζόντιο και το άλλο κάθετο, όπου το σήμα μετατρέπεται από 9.5 έως 12Ghz σε πιο χαμηλή συχνότητα της τάξεως από 800mzh έως 2.5ghz για να μπορέσει να διανεμηθεί στον δέκτη μέσω καλωδίου και ταυτόχρονα ενισχύεται για την διανομή του.

Η κεραιά αποτελείται από τρεις τομείς:

1. Τον **Κατευθυντήρα** ο οποίος ενισχύει το σήμα που δέχεται ή εκπέμπει.
2. Τον **Ανακλαστήρα** ο οποίος ανακλά το σήμα που ενισχύθηκε από τον κατευθυντήρα και αποτρέπει παρεμβολές από την αντίθετη πλευρά της κεραιάς.
3. Το **δίπολο** ο οποίος είναι ο συντονιστής της ταλάντωσης για την λήψη ή την εκπομπή.

Η κεραιά χρησιμοποιείται από έναν πομπό για να εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία θα συλλέξει μια άλλη κεραιά, αυτή του δέκτη και μέσω συντονισμού θα επικοινωνήσουν.

Για την σωστή λήψη των σημάτων οι κεραιές δεν πρέπει να επισκιάζονται από γειτονικά αντικείμενα, όπως μεγάλα δέντρα κλπ..

Στις περιπτώσεις αυτές δημιουργούνται πολλαπλές διαδρομές του σήματος εξαιτίας της ανάκλασής του στις γειτονικές επιφάνειες με αποτέλεσμα την δημιουργία σημαντικών σφαλμάτων στις παρατηρήσεις. Παρόμοια επίδραση δημιουργεί και η επιφάνεια του εδάφους κάτω από την κεραιά. Το σφάλμα αυτό δύσκολα μπορεί να απαλειφτεί.

Άλλα βασικά χαρακτηριστικά μιας κεραίας είναι η ευαισθησία στη λήψη σημάτων διαφορετικής διεύθυνσης και διαφορετικής γωνίας ύψους καθώς και η σταθερότητα του κέντρου φάσης, δηλαδή του ηλεκτρικού κέντρου αναφοράς των μετρήσεων, τόσο για την L1 όσο και για την L2 συχνότητα. Το ηλεκτρικό με το μηχανικό κέντρο μιας κεραίας δεν ταυτίζονται.

– Ο Κυρίως δέκτης

Χρησιμοποιεί κυκλώματα εξαιρετικά χαμηλού θορύβου και ειδικές τεχνικές επεξεργασίας σήματος ώστε να ξεχωρίζει τα εξαιρετικά ασθενή σήματα από τους δορυφόρους, από τον ισχυρό τηλεπικοινωνιακό θόρυβο ο οποίος έχει τη μορφή τυχαίου σήματος.

Ο κυρίως δέκτης (Φωτ. 2.3) αποτελείται από το αναλογικό τμήμα εισόδου και το ψηφιακό, το οποίο περιέχει σύνθετο ψηφιακό υλικό (hardware), συνήθως κάποιο εξειδικευμένο ολοκληρωμένο κύκλωμα τύπου ASIC και μικροελεγκτή (microcontroller) χαμηλής κατανάλωσης ισχύος. Αυτό το hardware χρησιμοποιεί λογισμικό με πολύ εξελιγμένους αλγορίθμους επεξεργασίας, για να μπορέσει να εξάγει χρήσιμο στίγμα σε συνθήκες urban canyon ή δύσκολης λήψης εν γένει.



Φωτογραφία 2.3 Δέκτης GPS Trimble 5800.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, η ακρίβεια λήψης, λόγω των πολλαπλών σημάτων, τα οποία λαμβάνει η κεραία από τον ίδιο δορυφόρο, με χρονική καθυστέρηση μεταξύ τους (φαινόμενο ήχους), μπορεί να υποβαθμίσει σημαντικά την ακρίβεια θέσης. Το αποτέλεσμα εξαρτάται έντονα από την ποιότητα των αλγορίθμων και βελτιώνεται σημαντικά από τη μία γενιά δεκτών στην επόμενη.

Η τελική έξοδος του δέκτη είναι το στίγμα (θέση) του και η ακριβής παγκόσμια ώρα UMT. Αυτά τα δύο δεδομένα, μαζί με άλλες χρήσιμες πληροφορίες όπως ο αριθμός των λαμβανόμενων δορυφορικών σημάτων και η στάθμη τους, αποστέλλονται σε μια θύρα επικοινωνίας του δέκτη,

συνήθως σειριακής μορφής, δηλαδή ασύγχρονη (UART) ή σύγχρονη (π.χ. SPI). Ο ρυθμός με τον οποίο βγαίνει νέο στίγμα στην έξοδο του δέκτη είναι συνήθως 1 φορά το δευτερόλεπτο (δηλαδή 1Hz), αν και υπάρχουν δέκτες που μπορούν να δίνουν στίγμα με ταχύτερους ρυθμούς (π.χ. 10Hz).

Σε συσκευές που λειτουργούν με μπαταρία, ο κυρίως δέκτης GPS διαθέτει και καταστάσεις λειτουργίας όπου ο ρυθμός αποστολής στίγματος μειώνεται σημαντικά, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ισχύος. Εκτός από τους γεωδαιτικούς – τοπογραφικούς δέκτες, υπάρχουν και οι λεγόμενοι δέκτες χειρός ή καλύτερα δέκτες κώδικα (C/A).

Σε αντίθεση με τους γεωδαιτικούς δέκτες, οι οποίοι μετρούν και καταγράφουν οπωσδήποτε παρατηρήσεις φάσης (L1/L2) και οι οποίοι χρησιμοποιούνται για εφαρμογές υψηλής ακρίβειας π.χ. ίδρυση δικτύων ή και μελέτες τοπογραφικών αποτυπώσεων και χαρτογραφήσεων, οι δέκτες κώδικα χρησιμοποιούνται κυρίως για τις εφαρμογές πλοήγησης και γενικότερα για εφαρμογές χαμηλής ακρίβειας, της τάξης του μέτρου ή και μερικών μέτρων ανάλογα με τις δυνατότητες του δέκτη.

Οι εφαρμογές χαμηλής ακρίβειας αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία χρήσης του συστήματος GPS σε παγκόσμια κλίμακα με συνεχή αυξητική τάση.

2.2 Αρχές λειτουργίας του GPS

Η αρχή λειτουργίας ενός συστήματος πλοήγησης βασισμένο σε δορυφόρους, δεν διαφέρει καθόλου από αυτή των επιγείων συστημάτων.

Στα Επίγεια Συστήματα, τα σημεία αναφοράς είναι οι πομποί που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης και τα μετρημένα μεγέθη είναι οι αποστάσεις προς αυτούς. Το αποτέλεσμα είναι η εύρεση της θέσης του δέκτη (Γεωγραφικό μήκος και πλάτος χωρίς πληροφορία υψομέτρου), μέσω τομών κύκλων.

Ενώ, στα Δορυφορικά Συστήματα, το ρόλο των σημείων αναφοράς παίζουν οι δορυφόροι και με τη μέτρηση της απόστασης προς αυτούς εξάγεται η θέση του παρατηρητή (Γεωγραφικό μήκος λ , Γεωγραφικό πλάτος φ και υψόμετρο) ως το σημείο τομής πολλών σφαιρών (όσες και οι δορυφόροι που παρατηρούνται).

Επιπλέον, στα Επίγεια Συστήματα, οι πομποί (σημεία αναφοράς) είναι σταθεροί, με ακριβείς συντεταγμένες και αποθηκευμένες στη μνήμη του δέκτη. Αντίθετα, στα δορυφορικά συστήματα, τα σημεία αναφοράς (δορυφόροι) δεν είναι σταθερά, αλλά βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη. Παρόλα αυτά οι δορυφόροι διαθέτουν την ικανότητα να μεταδίδουν την θέση τους ανά πάσα στιγμή.

Είναι λοιπόν προφανές, ότι είναι πολύ σημαντικός ο ακριβέστερος υπολογισμός της θέσης των δορυφόρων τη στιγμή της μέτρησης της απόστασης τους από τον δέκτη, διότι έχει άμεσο αντίκτυπο στην ακρίβεια υπολογισμού της θέσης του δέκτη. Με άλλα λόγια, η ακρίβεια υπολογισμού της θέσης εξαρτάται άμεσα από την ακρίβεια υπολογισμού της θέσης των σημείων αναφοράς.

Στα Δορυφορικά Συστήματα εντοπισμού, οι θέσεις των δορυφόρων και κατ' επέκταση οι τροχιές τους παρακολουθούνται συνεχώς από διάφορους σταθμούς στη Γη (Control Stations), που ανήκουν στην Υπηρεσία που είναι υπεύθυνη για την διατήρηση του συστήματος.

Η Υπηρεσία αυτή επίσης, προβλέπει την τροχιά των δορυφόρων για τις επόμενες 24 ώρες, βασισμένη στα στοιχεία της τροχιάς που διέγραψαν το προηγούμενο 24ωρο. Στη συνέχεια, η προβλεπόμενη αυτή τροχιά, επανεκπέμπεται στους δορυφόρους, οι οποίοι την μεταδίδουν στους δέκτες των χρηστών ως μέρος του εκπεμπόμενου σήματός τους.

Με τη δημιουργία των Δορυφορικών Συστημάτων εντοπισμού, επανήλθαν στη φιλοσοφία των Ουράνιων Συστημάτων, με τη διαφοροποίηση όμως ότι τα σημεία αναφοράς είναι αυτή τη φορά δημιουργήματα του ανθρώπου. Το γεγονός αυτό επιτρέπει την μέτρηση των αποστάσεων προς αυτά, πράγμα που ήταν επιθυμητό από παλιά και διευκολύνει τις διαδικασίες εντοπισμού.

Ένα από τα πρώτα Δορυφορικά Συστήματα εντοπισμού, όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 2.1, ήταν το Transit. Το σύστημα αυτό βρήκε αρκετές εφαρμογές από τους πολιτικούς χρήστες, αλλά δεν παρείχε τις απαιτούμενες ακρίβειες για επιστημονικές εφαρμογές.

Η πείρα που αποκτήθηκε από το σύστημα Transit και από άλλα παρόμοια πειραματικά συστήματα, χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη των σημερινών Global Positioning System (GPS, Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης) από τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και του GLObal NAVigation Satellite System (GLONASS, Παγκόσμιο Σύστημα Δορυφόρων Πλοήγησης) από την Ρωσία (πρώην Σοβιετική Ένωση).

Συγκεκριμένα η αρχή λειτουργίας του προσδιορισμού θέσης του GPS βασίζεται θεωρητικά στον «τριπλευρισμό», δηλαδή την ταυτόχρονη μέτρηση μηκών από τους δορυφόρους στους δέκτες.

- Για να επιτευχτεί αυτό πρέπει ο δέκτης GPS να μετρήσει **τον χρόνο** που απαιτείται να ταξιδέψει το σήμα από τον δορυφόρο στον δέκτη.
- Για να μετρηθεί ο χρόνος αυτός απαιτείται **ακριβής χρονομέτρηση**.

- Είναι απαραίτητη η ακριβής γνώση της **θέσης των δορυφόρων** στην τροχιά τους κάθε χρονική στιγμή.
- Τέλος, πρέπει να γίνουν **διορθώσεις για καθυστερήσεις** που οφείλονται στην ατμόσφαιρα καθώς το σήμα ταξιδεύει μέσα σε αυτή.

Όσο και αν φαίνεται παράξενο, η μέτρηση με χρήση του GPS βασίζεται στην θεώρηση ότι οι δορυφόροι στο διάστημα είναι «σημεία αναφοράς» που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της θέσης εδώ στην γη.

Θεωρητικά απαιτούνται τουλάχιστον τρεις ταυτόχρονες μετρήσεις απόστασης προς τρεις διαφορετικούς δορυφόρους για να προσδιοριστεί η τρισδιάστατη θέση του δέκτη. Όμως η ποιότητα του προσδιορισμού της θέσης εξαρτάται από την ακρίβεια μέτρησης αυτών των αποστάσεων και την γεωμετρία της τομής των σφαιρών.

Έτσι, για να αποφασίσουμε ποια είναι η πραγματική θέση μεταξύ των δύο σημείων που προκύπτουν από την τομή μπορούμε να κάνουμε μία τέταρτη μέτρηση. Συνήθως όμως ένα από τα δύο σημεία είναι τελείως λάθος και έτσι απορρίπτεται.

Επομένως, όταν θέλουμε να βρούμε την τρισδιάστατη θέση με χρήση ενός δέκτη GPS πρέπει να έχουμε ταυτόχρονες μετρήσεις απόστασης από τουλάχιστον 4 δορυφόρους.

Για να μετρήσουμε όμως την απόσταση προς τους δορυφόρους όταν αυτοί κινούνται στο διάστημα θα πρέπει να μετρήσουμε το χρόνο που απαιτείται ώστε το σήμα που στέλνει ο δορυφόρος να φτάσει στον δέκτη.

Ουσιαστικά, το πρόβλημα ανάγεται στην απλή μαθηματική σχέση:

Μήκος = ταχύτητα * χρόνος (που χρειάστηκε να διανυθεί η απόσταση)

Στην περίπτωση αυτή η ταχύτητα του σήματος θεωρείται ίση με την ταχύτητα του φωτός στο κενό C . Επομένως αυτό που χρειάζεται είναι η μέτρηση του χρόνου διάδοσης του σήματος από το δορυφόρο μέχρι την κεραία του δέκτη.

Είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη χρονική στιγμή εκπομπής του σήματος (t_1) από έναν δορυφόρο του συστήματος μέχρι τη χρονική στιγμή λήψης του ίδιου σήματος (t_2) από την κεραία του δέκτη. Το ζητούμενο μήκος προκύπτει από τη σχέση:

$$R = c \times (t_2 - t_1) \quad (2.1)$$

Αυτές οι μετρήσεις καλούνται μετρήσεις ψευδοαπόστασης δεδομένου ότι διαφέρουν από την πραγματική απόσταση δορυφόρου-δέκτη λόγω σφαλμάτων (π.χ. ατμοσφαιρικών καθυστερήσεων του σήματος GPS και μη συγχρονισμός των χρονομέτρων του εκάστοτε δέκτη με τα ατομικά

χρονόμετρα των δορυφόρων GPS). Οι μετρήσεις ψευδοαπόστασης γίνονται συνήθως με μια αβεβαιότητα της τάξης μερικών μέτρων.

Η γνώση της ακριβούς θέσης των δορυφόρων είναι απαραίτητη αφού ουσιαστικά χρησιμοποιούνται ως σημεία αναφοράς για τις μετρήσεις απόστασης.

Επειδή οι GPS δορυφόροι βρίσκονται σε πολύ μεγάλο ύψος (περίπου 21000 χιλιόμετρα) οι τροχιές τους είναι πολύ εύκολα προβλέψιμες. Μικρές αποκλίσεις από την τροχιά του κάθε δορυφόρου μετρώνται και διορθώνονται συνέχεια από τους σταθμούς ελέγχου. Αυτές οι διορθώσεις στέλνονται στους δορυφόρους και στην συνέχεια μεταδίδονται μαζί με το σήμα που στέλνεται στον δέκτη (εφημερίδες).

Τέλος, επειδή τα σήματα από τους δορυφόρους ταξιδεύουν μέσα στην γήινη ατμόσφαιρα (ιονόσφαιρα και τροπόσφαιρα) προκαλούνται καθυστερήσεις που μεταφράζονται σε σφάλματα της μετρημένης απόστασης δορυφόρου-δέκτη. Πολλά από αυτά τα σφάλματα μπορούν να υπολογιστούν και να απομακρυνθούν από τις μετρήσεις.

Επίσης, ο δορυφορικός σχηματισμός που χρησιμοποιείται για μια σειρά μετρήσεων μπορεί να επηρεάσει την ακρίβεια προσδιορισμού θέσης. Για να περιορισθούν αυτά τα σφάλματα, στην τοπογραφία χρησιμοποιείται ο σχετικός εντοπισμός θέσης.

2.3 Μέθοδοι σχετικού προσδιορισμού θέσης

Η μέθοδος μέτρησης και προσδιορισμού θέσης σε μία συγκεκριμένη εφαρμογή εξαρτάται πάρα πολύ από την απαιτούμενη ακρίβεια, γεγονός που οδηγεί και στη κατάλληλη επιλογή των δεκτών GPS.

Γενικά ο προσδιορισμός θέσης μπορεί να διακριθεί σε στατικό και κινηματικό προσδιορισμό, σε προσδιορισμό εκ των υστέρων και σε προσδιορισμό σε πραγματικό χρόνο και τέλος σε απόλυτο και σε σχετικό προσδιορισμό θέσης.

Οι κατηγορίες αυτές μπορούν να χαρακτηρισθούν ως μέθοδοι, τεχνικές ή και διαδικασίες και συνδυάζονται μεταξύ τους σε μία εφαρμογή, π.χ. σε μία μελέτη για την εκπόνηση ενός σχεδίου πόλης, σε μία κτηματολογική μελέτη, σε μία τοπογραφική αποτύπωση, σε μία περιβαλλοντική μελέτη, σε μία χάραξη ενός έργου κοινής ωφέλειας, σε μία χαρτογράφηση

Η πρώτη διάκριση των μεθόδων δορυφορικού εντοπισμού αφορά στο χρόνο υπολογισμού των συντεταγμένων. Έτσι πραγματοποιείται:

- Ο προσδιορισμός συντεταγμένων σε πραγματικό χρόνο (real time position-ing), όπου προσδιορίζονται οι συντεταγμένες την χρονική στιγμή εκτέλεσης των μετρήσεων.

- Ο εκ των υστέρων προσδιορισμός (post processing positioning), όπου προσδιορίζονται οι συντεταγμένες μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, στο γραφείο.

Μια άλλη διάκριση αφορά στην κίνηση των επίγειων δεκτών κατά την διάρκεια των μετρήσεων. Διακρίνεται:

- Ο **στατικός εντοπισμός** (static positioning), όπου ο δέκτης παραμένει ακίνητος στο σημείο τοποθέτησης του κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, για συγκεκριμένο χρόνο.
- Ο **κινηματικός εντοπισμός** (kinematic positioning), όπου προσδιορίζονται οι συντεταγμένες ενός δέκτη, ο οποίος κινείται, καταγράφοντας μετρήσεις σε όλη τη διαδρομή του είτε σε τυχαίες θέσεις είτε σε σημεία που επιλέγει ο χρήστης.

Τέλος δύο άλλες κατηγορίες δορυφορικού εντοπισμού, που έχουν αναπτυχθεί, διαφοροποιούν κυρίως την αβεβαιότητα του προσδιορισμού και άρα τις εφαρμογές. Αυτές είναι:

- Ο **απόλυτος εντοπισμός** (absolute positioning), ο οποίος είναι μεγάλης αβεβαιότητας, της τάξης των μερικών m, και δεν είναι κατάλληλος για γεωδαιτικές εφαρμογές. Απαιτείται ένας μόνο δέκτης του συστήματος και πραγματοποιείται, συνήθως σε πραγματικό χρόνο, ο προσδιορισμός της θέσης του σημείου όπου είναι τοποθετημένος ο δέκτης, μόνο με δικές του παρατηρήσεις.
- Ο **σχετικός εντοπισμός** (relative positioning), ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως σε γεωδαιτικές εφαρμογές. Προϋποθέτει την πρόσβαση και τη λήψη μετρήσεων από κάποιο σημείο γνωστών συντεταγμένων και τη χρήση τουλάχιστον δύο δεκτών του συστήματος.

Από αυτούς ο ένας παραμένει σταθερά τοποθετημένος σε σημείο γνωστών συντεταγμένων σε όλη τη διάρκεια των παρατηρήσεων και ονομάζεται δέκτης αναφοράς (base receiver). Ο δεύτερος δέκτης, που ονομάζεται κινούμενος (rover receiver) τοποθετείται διαδοχικά στα σημεία των οποίων ζητούνται οι συντεταγμένες και παραμένει σε κάθε ένα για τον απαιτούμενο χρόνο.

Στον εντοπισμό αυτό μετά από κατάλληλη επεξεργασία προσδιορίζεται το προσανατολισμένο τρισδιάστατο διάνυσμα (ΔX , ΔY , ΔZ) της Βάσης (δηλ. του μήκους) μεταξύ του δέκτη αναφοράς και του κινούμενου δέκτη. Οι συντεταγμένες του κινούμενου δέκτη δίνονται τελικά από τη σχέση:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z_{\text{KIN.}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z_{\text{ΑΝΑΦ.}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Η αβεβαιότητα του σχετικού εντοπισμού φτάνει τα $\pm 3 - \pm 5 \text{mm}$. Οι κυριότερες μέθοδοι σχετικού εντοπισμού που έχουν αναπτυχτεί τα τελευταία χρόνια είναι:

- Η μέθοδος του **σχετικού στατικού εντοπισμού (Static)**. Στη μέθοδο αυτή ο δεύτερος δέκτης (rover) κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων παραμένει ακίνητος σε κάθε άγνωστο σημείο, για κάποιο χρονικό διάστημα. Το διάστημα αυτό κυμαίνεται από περίπου 20 min έως αρκετές ώρες ή και ημέρες ανάλογα με τον αριθμό των παρατηρούμενων δορυφόρων, την επιθυμητή αβεβαιότητα, το μέγεθος της βάσης, κ.α. Έτσι επιτυγχάνεται αβεβαιότητα μέχρι και λίγα mm.
- Η μέθοδος του **σχετικού γρήγορου στατικού εντοπισμού (fast static)**. Στη μέθοδο αυτή ο κινούμενος δέκτης παραμένει σε κάθε άγνωστο σημείο, λίγα μόνο λεπτά (5 έως 20 ανάλογα με το μέγεθος της βάσης). Επιτυγχάνεται αβεβαιότητα λίγων cm.
- Η μέθοδος του **σχετικού ημικινηματικού εντοπισμού (Stop and Go Kinematic)**. Στη μέθοδο αυτή ο κινούμενος δέκτης περιφέρεται στα άγνωστα σημεία, παραμένοντας σε αυτά μερικά δευτερόλεπτα (10 – 30 sec). Ο δέκτης επιστρέφει ύστερα από λίγη ώρα στα άγνωστα σημεία και συλλέγει ξανά μετρήσεις με αλλαγή της γεωμετρίας των δορυφόρων. Επιτυγχάνεται αβεβαιότητα λίγων cm.
- Η μέθοδος **σχετικού κινηματικού εντοπισμού (Kinematic)**. Στη μέθοδο αυτή ο δεύτερος δέκτης αλλάζει αρκετά γρήγορα θέση (είναι εγκατεστημένος σε όχημα, πλοίο, αεροπλάνο, ελικόπτερο). Ο ρυθμός καταγραφής των μετρήσεων είναι συνήθως 1 sec ή 2 sec ή και μικρότερος ανάλογα με την εφαρμογή. Επιτυγχάνεται αβεβαιότητα λίγων cm.

Είναι φανερό ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία συνδυασμών μεθόδων, που μπορούν να εφαρμοστούν. Λαμβάνοντας υπόψη ότι με τη χρήση του συστήματος GPS μπορούν να γίνονται μετρήσεις μόνο κώδικα ή μόνο συχνότητας L1 ή L1 και L2, οι συνδυασμοί μεθόδων που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης ποικίλουν, ανάλογα με την εφαρμογή που εκτελεί και την αβεβαιότητα που επιθυμεί.

2.4 Η χρήση του GPS στην Τοπογραφία

Μέσα στην ευρύτερη έννοια της "Τοπογραφίας με χρήση GPS", οι κατηγορίες των τοπογραφικών εφαρμογών που εντάσσονται δεν περιορίζονται μόνο στη στεριά αλλά και στη θάλασσα (π.χ. υδρογραφία, γεωφυσικές εργασίες) ή και στον αέρα (π.χ. χαρτογράφηση από αεροπλάνο).

Τα κριτήρια που γενικά χαρακτηρίζουν ως «τοπογραφική» μια εφαρμογή είναι:

- ✓ Η εφαρμογή να είναι σχετικά μεγάλης ακρίβειας.
- ✓ Απαιτεί την χρήση μοναδικών τεχνικών και διαδικασιών μέτρησης και ανάλυσης δεδομένων.
- ✓ Δεν απαιτείται εντοπισμός θέσης απαραίτητα σε πραγματικό χρόνο (όπως η πλοήγηση) και έτσι γίνεται εκ των υστέρων επεξεργασία των δεδομένων για να επιτευχτεί η καλύτερη δυνατή ακρίβεια.
- ✓ Γενικά χρησιμοποιείται ο στατικός εντοπισμός (υπάρχει όμως ισχυρή τάση προς τη χρήση κινηματικών μεθόδων εντοπισμού θέσης).
- ✓ Τα σημεία για τα οποία γίνεται ο εντοπισμός είναι γενικά σταθερά.
- ✓ Ανάλογα με την ακρίβεια που ζητείται να επιτευχτεί, η συλλογή των δεδομένων γίνεται κατά τη διάρκεια κάποιας "περιόδου παρατήρησης", η οποία μπορεί να κυμαίνεται σε διάρκεια από αρκετά δευτερόλεπτα μέχρι πολλές ώρες ή ακόμα και ημέρες.
- ✓ Χρησιμοποιείται σχετικός εντοπισμός θέσης.
- ✓ Γενικά, χρησιμοποιούνται οι μετρήσεις των φάσεων του φέροντος κύματος και όχι των μετρήσεων ψευδοαπόστασης και επομένως υπάρχει ανάγκη για χρήση εξειδικευμένου λογισμικού αλλά και οργάνων.

Συνήθως οι GPS εφαρμογές ταξινομούνται βάσει ενός διαστήματος σχετικών ακριβειών (δηλ. ως προς το μετρημένο μήκος της βάσης) που κυμαίνονται από χαμηλής ακριβείας (1 μέρος στα 10^4) ως υψηλής ακριβείας (1 μέρος στα 10^7).

Έτσι διακρίνονται τρεις κατηγορίες:

- ◆ Η Επιστημονική, η οποία παρέχει ακρίβεια καλύτερη από 1 ppm.
- ◆ Η Γεωδαιτική, η οποία κυμαίνεται μεταξύ 1 και 10 ppm.
- ◆ Τέλος, η Τοπογραφική, με ακρίβεια μικρότερη των 10 ppm.

Παρόλο που οι υποστηρικτές του συστήματος συχνά ισχυρίζονται ότι το GPS υπερτερεί έναντι πολλών, συμβατικών τοπογραφικών μεθόδων αναφορικά με την λειτουργικότητα του, το πιο βασικό θέμα για τους χρήστες είναι η ακρίβεια που προσφέρει.

Οι **βασικοί παράγοντες** που επηρεάζουν την ακρίβεια εντοπισμού θέσης είναι :

- a) Τα σφάλματα των παρατηρήσεων
- b) Η τεχνική των μετρήσεων (απόλυτος ή σχετικός εντοπισμός)
- c) Η γεωμετρία των δορυφόρων-δεκτών
- d) Οι αλγόριθμοι επεξεργασίας των δεδομένων

2.4.1 Σφάλματα και πηγές σφαλμάτων GPS

Διακρίνουμε μια σειρά σφαλμάτων, συστηματικού κυρίως χαρακτήρα (systematic errors, biases), που επηρεάζουν τον προσδιορισμό θέσης (και χρόνου κατά περίπτωση) με παρατηρήσεις GPS. Τα τυχαία σφάλματα (random errors), που προφανώς είναι αναπόφευκτα, κατά την εκτέλεση των μετρήσεων, ονομάζονται συνήθως ως θόρυβος (noise, white noise).

Όλες οι GPS μετρήσεις επηρεάζονται από σφάλματα με αποτέλεσμα το συνδυασμένο τους μέγεθος να μεταβάλλει σημαντικά την ακρίβεια εντοπισμού. Τα σφάλματα διαχωρίζονται σε χονδροειδή, συστηματικά και τυχαία.

- Τα **τυχαία σφάλματα**, όπως φαίνεται και από την ονομασία τους, είναι μη προβλεπόμενα (σε μέγεθος και πρόσημο) και οφείλονται κυρίως σε τυχαίες εσωτερικές επιδράσεις των δεκτών/κεραιών GPS ή σε κάποιες εξωτερικές αλλά πολύ τοπικές επιδράσεις όπως μικρό-μετεωρολογικές συνθήκες, ηλεκτρικές συνδέσεις μεταξύ των καλωδίων, τοπική παρεμβολή σημάτων κλπ..

Όλα αυτά, στην πραγματικότητα, αποτελούν αυτό που λέμε «θορύβους οργάνου». Στην κλασσική Στατική θεωρία η συμπεριφορά των τυχαίων σφαλμάτων μπορεί να μελετηθεί βάσει της θεωρίας των πιθανοτήτων και για τις περισσότερες των περιπτώσεων τέτοια σφάλματα θεωρούνται ως «λευκός θόρυβος» ή έχουν κατανομή Gauss.

- Τα **συστηματικά σφάλματα** έχουν συνήθως σταθερή τιμή και πρόσημα, μπορεί να προέρχονται από τον δέκτη, ή τις φυσικές και περιβαλλοντικές συνθήκες ή και να είναι το αποτέλεσμα μιας λανθασμένης παραμέτρου εισαγωγής στο μαθηματικό μοντέλο της επεξεργασίας των GPS παρατηρήσεων.

Τα παραδείγματα των συστηματικών σφαλμάτων περιλαμβάνουν την επίδραση της ατμόσφαιρας στις μετρήσεις, την λανθασμένη χρήση παραμέτρων όπως την σταθερά της ταχύτητας του φωτός, παραμέτρους της τροχιάς των δορυφόρων, κλπ..

- Τέλος, τα **χονδροειδή σφάλματα** έχουν μεγάλη τιμή και είναι εύκολο να εντοπιστούν και να απαλειφτούν από τις παρατηρήσεις. Αυτή η διαδικασία ενώ είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ορθή επεξεργασία των παρατηρήσεων, δεν είναι πάντοτε εύκολο να εντοπιστούν όλα τα χονδροειδή σφάλματα και μπορεί μερικά να παραμείνουν και να αλλοιώσουν τις τελικές τιμές.

Όταν τα συστηματικά και χονδροειδή σφάλματα έχουν απομακρυνθεί, η ακρίβεια της τελικής θέσης που δίνεται με το GPS είναι θεωρητικά συνάρτηση μόνο του μεγέθους των τυχαίων σφαλμάτων.

2.4.2 Τεχνική των μετρήσεων

Οι δύο βασικές τεχνικές μετρήσεις με το GPS, είναι ο απόλυτος εντοπισμός και ο σχετικός εντοπισμός θέσης. Με οποιαδήποτε τεχνική μέτρησης αυτό που παίρνουμε τελικά είναι 3-D καρτεσιανές συντεταγμένες θέσης συνήθως σε μορφή X, Y, Z (ή γεωδαιτικές συντεταγμένες φ, λ, h).

Το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων στο οποίο εκφράζονται οι προσδιοριζόμενες με το GPS συντεταγμένες είναι το WGS 84 γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς. Εάν τα αποτελέσματα απαιτούνται σε διαφορετικό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς (π.χ. ΕΓΣΑ87) τότε μετατρέπονται εύκολα με χρήση κατάλληλων παραμέτρων μετασχηματισμού.

Το παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς WGS 84 (World Geodetic System 1984) του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ είναι ένα από τα προϊόντα της NIMA (από το 1996 ως NIMA: National Imagery and Mapping Agency και από το 2003 ως NGA: National Geospatial-Intelligence Agency).

Το σύστημα αναφοράς του WGS-84 είναι ένα (συμβατικό) επίγειο γεωκεντρικό σύστημα σύμφωνα με τις συμβάσεις της IERS. Ο προσανατολισμός του συμφωνεί αρχικά με αυτόν του BIH του 1984.

Επίσης θεωρείται ότι δεν υπάρχει σχετική περιστροφή του συστήματος ως προς το φλοιό της γης συναρτήσει του χρόνου.

Το WGS-84, από την αρχή της δημιουργίας του (μέσα του 1980), έχει υποστεί διάφορες βελτιώσεις που για τις τρέχουσες πρακτικές εφαρμογές δεν έχουν ουσιαστική επίδραση. Από το 1988 και μετά επιδιώκεται να ταυτίζεται όσο το δυνατόν περισσότερο με το ITRS.

Το πλαίσιο αναφοράς του WGS-84 επιτυγχάνεται μέσω των συντεταγμένων ενός συνόλου 13 μόνιμων σταθμών παρακολούθησης των δορυφόρων GPS που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των τροχιών με παγκόσμια κατανομή (μόνο ένας σταθμός βρίσκεται στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στην Αγγλία).

2.4.3 Γεωμετρία Δορυφόρων-Δεκτών

Η επίδραση της γεωμετρίας των δορυφόρων και δεκτών συνήθως εκφράζεται από τον όρο DOP (**D**ilution **O**f **P**recision), όπου ορίζεται ο λόγος του συνολικού σφάλματος προσδιορισμού της θέσης (σ_p), προς το σφάλμα των μετρήσεων (σ_m), δηλ. $\sigma_p = \text{DOP} \times \sigma_m$.

Συγκεκριμένα είναι ο συντελεστής που εκφράζει τη συμμετοχή της γεωμετρίας των δορυφόρων στο σφάλμα προσδιορισμού της θέσης ενός σημείου και είναι καθαρός αριθμός.

Ο προσδιορισμός της θέσης ενός σημείου συνοδεύεται πάντοτε και από τις αβεβαιότητες (μεταβλητότητες) των τελικών καρτεσιανών γεωκεντρικών ή τοπικών συντεταγμένων και από την αντίστοιχη αβεβαιότητα του χρονομέτρου του δέκτη.

Γενικά, όσο πιο μικρή τιμή έχει η παράμετρος DOP τόσο καλύτερη είναι η γεωμετρία των δορυφόρων που παρακολουθούνται και επομένως τόσο μικρότερη η αβεβαιότητα προσδιορισμού των συντεταγμένων της θέσης του δέκτη.

2.4.4 Αλγόριθμοι Επεξεργασίας

Οι αλγόριθμοι επεξεργασίας των παρατηρήσεων είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την τελική λύση του εντοπισμού θέσης. Εξαρτώνται από μια σειρά παράγοντες όπως εάν:

- Ο χρήστης είναι σε σταθερή θέση (μεγαλύτερη ακρίβεια λόγω του πλεονάσματος των παρατηρήσεων) ή μετακινείται (δεν υπάρχει πλεόνασμα παρατηρήσεων και άρα μικρότερη ακρίβεια).
- Τα αποτελέσματα απαιτούνται σε πραγματικό χρόνο (συνήθως αυτό σημαίνει μικρότερη ακρίβεια) ή εκ των υστέρων επεξεργασία

(η «πολυτέλεια» της εκ των υστέρων επεξεργασίας απαιτεί πολυπλοκότερους αλγορίθμους και μοντέλα για την εξάλειψη των υπολειπόμενων σφαλμάτων και άρα μεγαλύτερη ακρίβεια).

- Το επίπεδο του θορύβου των μετρήσεων GPS έχει σημαντική επίδραση στην ακρίβεια των τελικών λύσεων και επομένως οι μετρήσεις της φάσης φέροντος κύματος είναι η βάση για εργασίες υψηλής ακρίβειας ενώ οι μετρήσεις των ψευδοαποστάσεων χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές με μικρότερες απαιτήσεις σε ακρίβεια.

Τα διάφορα μαθηματικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των μετρήσεων και την απαλοιφή ή ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων, τα στοχαστικά τους μοντέλα και η μορφή των παραμέτρων που παραμένουν προς επίλυση είναι αυτά που διαφοροποιούνται κυρίως στην ποικιλία των λογισμικών πακέτων ανάλυσης και επεξεργασίας των μετρήσεων GPS που είναι διαθέσιμα στους χρήστες από τους κατασκευαστές των δεκτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Η ΣΥΝΔΡΟΜΗ ΤΟΥ GPS ΣΤΟΝ ΤΟΥΡΙΣΜΟ

3.1 Γενικά

Το GPS (Global Positioning System), Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας έχει εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να έχει την δυνατότητα επηρεασμού του τουρισμού σε μια χώρα. Αποτελεί πλέον μια από τις πιο χρήσιμες και άμεσες υπηρεσίες για τον μέσο πολίτη.

Το συγκεκριμένο σύστημα, παρ'ότι δεν είναι το μοναδικό σύστημα εντοπισμού θέσης είναι πρακτικά το μοναδικό με πραγματικά παγκόσμια αποδοχή και χρήση, καθώς όλες οι άλλες προσπάθειες είτε έχουν αποτύχει ολοκληρωτικά είτε έχουν πολύ περιορισμένη κάλυψη.

Το σύστημα GPS αποτελείται από ένα σύνολο δορυφόρων μέσης τροχιάς, οι οποίοι μεταδίδουν μικροκύματα, τα οποία λαμβάνονται από τον δέκτη GPS. Με αυτά τα μικροκύματα, ο δέκτης μπορεί και υπολογίζει την θέση, την κατεύθυνση της κίνησης και την ταχύτητά του.

Οι πληροφορίες αυτές είναι πολύ σημαντικές, καθώς παρέχουν την δυνατότητα εφαρμογών για απλό εντοπισμό θέσης, πλοήγηση, διαχείριση στόλου οχημάτων, ναυτιλία, αεροπλοΐα, κυνήγι, ψάρεμα και πεζοπορία.

Η χρήση του GPS είναι πολύτιμη και πολύπλευρη. Τα οφέλη που προκύπτουν από την συνεχή εξέλιξή του εστιάζονται κυρίως στον τομέα της τεχνολογίας, η οποία εξαιτίας της εμφάνισης του GPS παρουσιάζει συνεχή ανάπτυξη, επηρεάζοντας τον άνθρωπο θετικά, αλλά και σε κάποιες μεμονωμένες περιπτώσεις αρνητικά.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι νέες τάσεις της τεχνολογίας στον τομέα του τουρισμού, οι οποίες δημιουργήθηκαν με την συνδρομή του GPS.

3.2 Εφαρμογές

3.2.1 Ψηφιακοί χάρτες – (Google Earth – Google Maps)

Το GPS έχει συνδράμει σημαντικά στην δημιουργία ψηφιακών χαρτών οι οποίοι διαθέτουν μεταξύ άλλων, αναλυτικά στοιχεία για τουριστικές και άλλες επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο. Οι χάρτες αυτοί εκτός των άλλων, έχουν συμπεριληφθεί και στον διαδικτυακό χώρο του

Google, τόσο στη μηχανή αναζήτησης όσο και στις εφαρμογές των προγραμμάτων Google maps και Google earth.

Γενικά, μέσα από αυτές τις εφαρμογές, δίνεται η δυνατότητα σε ξενοδόχους και άλλους επιχειρηματίες να προωθήσουν τις επιχειρήσεις τους και μάλιστα Δωρεάν.

Πλέον οι Ευρωπαίοι χρησιμοποιούν συστηματικά το διαδίκτυο τόσο για την πληροφόρηση, όσο και για την επιλογή τουριστικών υπηρεσιών και προϊόντων. Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, το 2008 ο μέσος όρος χρήσης του διαδικτύου από πολίτες των 27, για υπηρεσίες που σχετίζονται με διοργάνωση ταξιδιών στην Ευρώπη, αγγίζει το 32%, όταν το 2006 ήταν 25%.

Σύμφωνα μάλιστα με την ανάλυση των online καταναλωτικών συμπεριφορών των Δυτικοευρωπαίων με βάση τα στοιχεία της διεθνούς εταιρείας ερευνών, μελετών Forrester (2009), φαίνεται πως οι αγορές υπηρεσιών που σχετίζονται με ταξίδια αναψυχής έρχονται σε δεύτερη θέση, αμέσως μετά την αγορά βιβλίων, ενώ προβλέπεται ότι οι συνολικές online πωλήσεις ταξιδιωτικών υπηρεσιών και προϊόντων στη Δυτική Ευρώπη θα αυξηθούν από 44.985 εκατομμύρια ευρώ το 2008, σε 79.726 το 2014.

Σχετικά με την πρόσβαση στο διαδίκτυο, η απόσταση μεταξύ ξενοδοχείων (74%) και ενοικιαζόμενων δωματίων (37%) είναι ακόμα μεγάλη, ενώ παρατηρείται ότι η πρόσβαση είναι σημαντικά υψηλότερη σε μεγάλες τουριστικές μονάδες και σε επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στη νησιωτική Ελλάδα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι εφαρμογές των προγραμμάτων Google maps και Google earth, στην δημιουργία των οποίων συνέβαλε σε σημαντικό βαθμό η χρήση και η συνεχής εξέλιξη του παγκοσμίου εντοπισμού θέσης – GPS.

– Google Earth

Το Google Earth είναι ένα έξυπνο και πολυχρηστικό πρόγραμμα, το οποίο πλέον χρησιμοποιείται ευρέως και στην Ελληνική γλώσσα.

Το πρόγραμμα αυτό παρέχει την δυνατότητα στον χρήστη να εντοπίσει οποιαδήποτε σημείο ενδιαφέροντος στον πλανήτη, ενώ έχει την δυνατότητα με την εντολή – ζουμ, να επικεντρώσει πάνω στα συγκεκριμένα σημεία, και να τα δει από απόσταση λίγων μέτρων από το έδαφος, παρατηρώντας σημαντικές λεπτομέρειες.

Συγκεκριμένα, έχοντας ο χρήστης ένα σύστημα GPS (Global Position System), μπορεί να το συνδέσει στον υπολογιστή του, να εισάγει το σημείο αναφοράς της πορείας του και να παρακολουθήσει τα δεδομένα στο πρόγραμμα του Google Earth.

Απαιτούμενοι σύνδεσμοι για να συνδέσετε τον υπολογιστή με το σύστημα GPS είναι ένα σειριακό καλώδιο ή ένα καλώδιο USB. Συνήθως, η συσκευή πωλείται με έναν τέτοιου τύπου καλωδίου.

Όταν τα δεδομένα του GPS εισαχθούν στο Google Earth, κατηγοριοποιούνται σε τρεις πιθανούς φακέλους, ανάλογα με τον τύπο του σημείου. Αυτοί οι φάκελοι είναι:

- ✓ **Ίχνη** (ή σημεία ίχνους), τα οποία είναι σημεία που καταγράφονται αυτόματα από τη συσκευή GPS περιοδικά κατά μήκος της καταγραφόμενης πορείας. Μπορούν να εισαχθούν στην εφαρμογή του Google Earth ως διαδρομές.
- ✓ **Σημεία αναφοράς της πορείας**, τα οποία εισάγονται μη αυτόματα και επισημαίνονται τυπικά με ένα όνομα, όπως "σπίτι" ή "σημείο αναστροφής".
- ✓ **Δρομολόγια**, τα οποία είναι τα σημεία που χρησιμοποιεί η συσκευή GPS για τη δημιουργία της διαδρομής, όπως όταν δίνονται οδηγίες στη συσκευή να κατευθυνθεί από ένα καταγεγραμμένο σημείο προς ένα άλλο καταγεγραμμένο σημείο. Τα σημεία δρομολογίου μπορούν να περιέχουν πολλαπλές συνδεδεμένες οδηγίες κατεύθυνσης. Αυτά μπορούν να εισαχθούν στην εφαρμογή του Google Earth ως διαδρομές.

Τέλος μπορεί και με το τηλέφωνο να εντοπίσει ο χρήστης την ακριβή θέση του χρησιμοποιώντας τον ενσωματωμένο δέκτη του GPS. Όταν χρησιμοποιήσει το σύστημα GPS σε συνδυασμό με το Google Earth, μπορεί να δει την τρέχουσα θέση του (στίγμα) σε ένα χάρτη της γύρω περιοχής και να λάβει οδηγίες για τα μέρη που παρουσιάζουν ενδιαφέρον.

– Google Maps

Αντίστοιχα, το **Google Maps** είναι μια υπηρεσία της Google που προσφέρει ισχυρή, εύχρηστη τεχνολογία χαρτογράφησης και πληροφορίες για τοπικές επιχειρήσεις, όπως η ακριβή τους τοποθεσία, τα στοιχεία επικοινωνίας και η καθοδήγηση για τον προορισμό.

Με τους Χάρτες Google, οι χρήστες μπορούν να βρίσκουν τις τοποθεσίες επιχειρήσεων και τα στοιχεία επικοινωνίας σε μία θέση και ενσωματωμένα στο χάρτη.

Η συνεργασία του GPS με το Google Maps είναι εξαιρετικά χρήσιμη, και παρέχει χρηστικές πληροφορίες στους ενδιαφερόμενους για τις διακοπές, αλλά και διευκολύνσεις των πολιτών που το χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση.

Ενδεικτικά, εξαιτίας αυτής της συνεργασίας έχει παρατηρηθεί μεγάλη βελτίωση στις αναζητήσεις προορισμών και στον εντοπισμό συγκεκριμένων διαδρομών από τους χρήστες.

Όμως, η δυνατότητα αυτή απαιτούσε συνεχή σύνδεση στο internet είτε μέσω Wi-Fi είτε μέσω κάποιου data plan, δύο συνδέσεων με σημαντικές αδυναμίες, καθώς η πρώτη δεν είναι πάντα εφικτή ενώ η δεύτερη απαιτεί κατανάλωση πολύτιμου bandwidth και πολλές φορές το σήμα 3G δεν ήταν επαρκές.

Έτσι λοιπόν ξεκίνησε η αναζήτηση κάποιου νέου τρόπου ώστε οι χάρτες να βρίσκονται αποθηκευμένοι στην κάρτα μνήμης του κινητού και να μην απαιτείται κανενός είδους σύνδεση στο internet.

Το νέο αυτό τρόπο ανακάλυψε η Google προχωρώντας ένα βήμα παραπέρα. Κατάφερε να μετατρέψει το κινητό «περίπου» σε GPS.

Μέχρι τώρα το Google Maps μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σαν ένας απλός χάρτης στο κινητό, τώρα όμως με το My location, το κινητό βρίσκει περίπου την θέση του κινητού (και κατ' επέκταση του χρήστη) χωρίς να χρειάζεται ο χρήστης να εισάγει την διεύθυνση του σημείου που βρίσκεται. Λειτουργεί δηλαδή περίπου ως ένα GPS.

Έτσι η διαδικτυακή αυτή υπηρεσία βοηθάει αρκετά και τους τουρίστες αλλά και τους κατοίκους της πόλης να βρουν ακριβώς αυτό που χρειάζονται.

Ακόμα χάρη στην συνεργασία του GPS και στο Google Maps μπορούν εύκολα οι χρήστες να εμφανίσουν τις φωτογραφίες τους σε χάρτες.

Συγκεκριμένα τα ψηφιακά αρχεία των φωτογραφιών μπορούν να ενσωματωθούν από μια σειρά από πληροφορίες που αποτελούν τα δεδομένα exif της φωτογραφίας. Μια απ' αυτές τις πληροφορίες είναι και οι γεωγραφικές συντεταγμένες ώστε να υπάρχει συσχέτιση και με το χώρο που τραβήχτηκαν οι φωτογραφίες.

Αν γνωρίζουν λοιπόν οι χρήστες το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της περιοχής που τράβηξαν μια φωτογραφία μπορούν είτε «χειροκίνητα» είτε με αυτόματο τρόπο να το ενσωματώσουν στις φωτογραφίες και στη συνέχεια να τις εμφανίσουν σε χάρτες είτε τοπικά στον υπολογιστή τους

χρησιμοποιώντας το Google Earth, είτε online στο Google Maps αλλά και σε οποιασδήποτε άλλες υπηρεσίες με χάρτες.

Σήμερα κυκλοφορούν στην αγορά ψηφιακές μηχανές με ενσωματωμένο δέκτη GPS που κάνει αυτή τη δουλειά αλλά και «ειδικές» συσκευές όπως το Sony GPS-CS1 (Φωτ. 3.7) που σε συνδυασμό με αντίστοιχο software (Picture Motion Browser) ενσωματώνουν γεωγραφικές πληροφορίες στις φωτογραφίες.

Ακόμα και αν ο χρήστης διαθέτει μια αυτόνομη συσκευή GPS ή Rocket PC με GPS μπορεί να κάνει την ίδια διαδικασία και να έχει τα ίδια αποτελέσματα.



Φωτογραφία 3.1 Sony GPS-CS1

Τέλος μια ακόμα σημαντική εφαρμογή του Google maps που αξίζει να αναφέρουμε είναι το street view που απεικονίζει φωτορεαλιστικά τους δρόμους και τις περιοχές με τουριστικό ενδιαφέρον σε ένα διαρκώς αυξανόμενο δίκτυο σε όλο τον κόσμο. Έτσι, υπάρχει ακόμα μια ευκαιρία προβολής των περιοχών, διαμέσου της παρουσίας φωτορεαλιστικών απεικονίσεων.

Συγκεκριμένα με το Street View η υπηρεσία Google Maps φτάνει σε ένα νέο επίπεδο και επιτρέπει στους χρήστες να εξερευνήσουν και να περιηγηθούν σε μια περιοχή, με πανοραμικές φωτογραφίες που έχουν τραβηχτεί από το επίπεδο του εδάφους.

Για πρόσβαση στις εικόνες αυτές, οι χρήστες μπορούν απλά να κάνουν drag-and-drop το σχετικό εικονίδιο σε οποιονδήποτε δρόμο είναι χρωματισμένος με μπλε. Μπορούν να κινηθούν κατά μήκος δρόμων ή να κοιτάξουν τριγύρω τους, με θέα 360 μοιρών.

Το Street View είναι χρήσιμο γιατί έχει πολλές και διάφορες πρακτικές χρήσεις. Χρησιμοποιώντας το Street View μπορείτε εύκολα να βρείτε την ακριβή τοποθεσία για ένα σημαντικό ραντεβού ή το κοντινότερο καφέ, να σχεδιάσετε μια έξοδο για φαγητό σε ένα εστιατόριο

με τους φίλους σας ή να βρείτε το καλύτερο σημείο απ' όπου θα μπορέσετε να παρακολουθήσετε έναν μαραθώνιο ή μια παρέλαση.

Ακόμα και εάν μετακομίζετε ή αλλάζετε πόλη, μπορείτε να κερδίσετε χρόνο ελέγχοντας ακίνητα και την γύρω περιοχή εκ των προτέρων, αλλά και παίρνοντας τις οδηγίες για το πώς θα φτάσετε ως εκεί.

Τέλος το Street View σας επιτρέπει ακόμα να δείτε ένα ξενοδοχείο ή μια παραθεριστική οικία πριν την νοικιάσετε ή κλείσετε δωμάτιο, και να εξερευνήσετε διάφορους ταξιδιωτικούς προορισμούς σε ολόκληρο τον κόσμο.

3.2.2 Υπηρεσία πλοήγησης

Στην Ελλάδα, πολύ διαδεδομένη είναι πλέον η υπηρεσία πλοήγησης, καθώς από το 2004 και μετά, όπου απέκτησε και η Ελλάδα ηλεκτρονική χαρτογράφηση για χρήση πλοήγησης μέσω GPS λόγω των Ολυμπιακών Αγώνων της Αθήνας, δημιουργήθηκαν πολλές προηγμένες τεχνολογικά συσκευές, με μεγάλης λεπτομέρειας χάρτες για όλη την επικράτεια, με ιδιαίτερα πλέον προσιτές τιμές για τον μέσο καταναλωτή.

Η πλοήγηση μέσω GPS είναι μία διαδικασία η οποία περιέχει δύο παραμέτρους:

- την συσκευή
- το λογισμικό πλοήγησης.

Χωρίς το λογισμικό πλοήγησης, καμία συσκευή δεν μπορεί να πληροφορήσει τον χρήστη της με ακρίβεια για οποιαδήποτε τοποθεσία.

Αυτό συμβαίνει γιατί το λογισμικό πλοήγησης, δεν είναι τίποτε άλλο από λεπτομερής διανυσματικός χάρτης, η δημιουργία του οποίου έχει πραγματοποιηθεί με βάση τις πραγματικές τιμές γεωγραφικής θέσης.

Αυτό πολύ απλά σημαίνει ότι όταν λάβει το αντίστοιχο στίγμα από το δορυφόρο, ο δέκτης GPS μπορεί να μας δώσει το σωστό σημείο στο χάρτη.

Οι σύγχρονοι χάρτες περιλαμβάνουν δρόμους με ονομασίες, αλλά και άλλα ενδιαφέροντα στοιχεία για συνθήκες οδήγησης, όπως αδιέξοδα, ανισόπεδους κόμβους, μονόδρομους, κ.α., κάτι που σε συνδυασμό με την εξέλιξη των συσκευών σε επίπεδο τεχνολογίας, κάνει εφικτή την πλοήγηση σε όλο τον κόσμο, με σχεδόν απόλυτα ακριβείς πληροφορίες και με αρκετούς εναλλακτικούς τρόπους.

Αυτό σημαίνει ότι ένα σύγχρονο και εξελιγμένο λογισμικό πλοήγησης μπορεί να υπολογίσει την πιο γρήγορη, σύντομη και εύκολα προσβάσιμη διαδρομή.

Επίσης, αν για οποιοδήποτε λόγο βρεθεί ο χρήστης μπροστά σε ένα εμπόδιο, ή αν υπάρχει ένα απρόοπτο στο δρόμο (π.χ. έργα) ή κάποιο λάθος στον χάρτη, τότε ο χρήστης έχει την δυνατότητα πολύ εύκολα και γρήγορα να δώσει εντολή στην συσκευή για επαναυπολογισμό διαδρομής.

Η ακρίβεια των δεδομένων στο σύστημα GPS είναι σχεδόν απόλυτη, μιας και όπως ήδη αναφέρθηκε το σύστημα είχε αρχικά σχεδιαστεί για χρήση από τον αμερικανικό στρατό.

Συγκεκριμένα, οι αποκλίσεις κυμαίνονται από 5 έως 15 μέτρα, ενώ όσο περισσότερους δορυφόρους χρησιμοποιεί η συσκευή GPS, τόσο μικραίνει η απόκλιση. Στο τομέα της μέτρησης της ταχύτητας, έχουμε ακρίβεια με απόκλιση ενός χιλιομέτρου ανά ώρα.

Οι συσκευές πλοήγησης GPS διακρίνονται σε :

- ✓ **Σταθερές εργοστασιακές συσκευές**, οι οποίες είναι προορισμένες μόνο για το συγκεκριμένο αυτοκίνητο στο οποίο τοποθετούνται και είναι μόνιμα εκεί τοποθετημένες, κοστίζουν όμως αρκετά ακριβά και σε ορισμένες εταιρείες δεν υπάρχουν ακόμα χάρτες για την Ελλάδα.
- ✓ **Συσκευές PNA** (Personal Navigation Assistants), οι οποίες έχουν εξαρχής σχεδιαστεί για χρήση στο αυτοκίνητο, με δυνατότητα χρήσης μόνο του προγράμματος που έχουν ήδη εγκατεστημένο, αλλά με μεγάλη ευκολία χρήσης και προσιτές τιμές.
- ✓ **Συσκευές PDA** (Personal Digital Assistants) με δέκτη GPS, οι οποίες είναι τα γνωστά μας PDA, στα οποία μπορούμε να εγκαταστήσουμε όποιο πρόγραμμα πλοήγησης θέλουμε, αλλά δεν έχουν την ευκολία και την ευχρηστία των PNA.
- ✓ **Πολυκίνητα PDA** με δείκτη GPS, τα οποία είναι βολικά γιατί σε μία συσκευή παρέχουν τα πάντα (κινητή τηλεφωνία – μίνι υπολογιστή – GPS), αλλά λόγω μικρής οθόνης είναι σχετικά δύσχρηστα, ενώ και η τιμή τους είναι υψηλή.

3.2.3 Ηλεκτρονικοί πλοηγοί

Τα τελευταία χρόνια, χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας, κυκλοφορούν ηλεκτρονικοί χάρτες με εντοπισμό θέσης από δορυφόρους, η λειτουργία των οποίων βασίζεται στο σύστημα GPS (Global Positioning System), οι λεγόμενοι και ηλεκτρονικοί πλοηγοί.

Είναι πλέον καθημερινή συνήθεια οι χρήστες να κινούνται με ηλεκτρονικό πλοηγό στα αυτοκίνητα, στα πλοία, στα τρένα, στα αεροπλάνα, ακόμα και για ασφαλή ορειβασία.

– Για ασφαλή οδήγηση αυτοκινήτου με αυτόματη πλοήγηση

Η οδήγηση είναι ασφαλέστατη χρησιμοποιώντας τα συστήματα αυτόματης πλοήγησης αρκεί να μην μετατίθονται τα καθήκοντα των ανθρώπων σε τέτοια συστήματα.

Η υπερεκτίμηση του GPS, οδηγεί σε δυσάρεστα αποτελέσματα, και για αυτό οι οδηγοί πρέπει να έχουν ως αρχή, ότι «τα GPS είναι για να κατευθύνουν, και όχι για να οδηγούν».

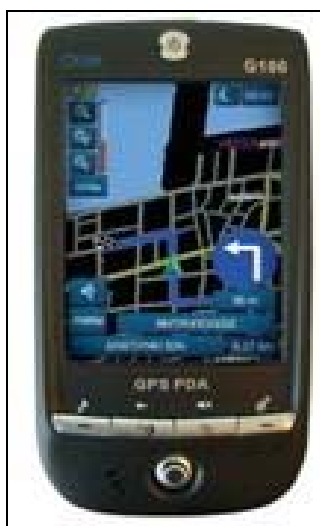
Η λειτουργία ενός συστήματος πλοήγησης αυτοκινήτου είναι αρκετά απλή στη χρήση της, και έχει ως εξής :

- Άνοιγμα της συσκευής και αν είναι υπολογιστής τσέπης επιλογή του προγράμματος πλοήγησης με το οποίο έχει εφοδιαστεί.
- Αναμονή για την λήψη σήματος μέσω δορυφόρου.
- Επιλογή προορισμού με εισαγωγή της οδού, είτε με καθορισμό ενός σημείου στο χάρτη.
- Επιλογή του τρόπου μετάβασης (συντομότερο σε km, ή μέσω κεντρικών οδών).
- Αναμονή για τον υπολογισμό της επιλεγμένης διαδρομής.
- Η επιλογή της διαδρομής εμφανίζεται στην οθόνη και καθοδηγεί τον οδηγό καθ' όλη την πορεία μέχρι τον τελικό προορισμό, δίνοντας σχηματικές και φωνητικές κατευθύνσεις για την πορεία.
- Η πορεία που έχει επιλεγεί είναι μαρκαρισμένη στο χάρτη με διαφορετικό χρωματισμό, ώστε να μπορεί να βλέπει ο χρήστης της συσκευής όλη την διαδρομή που θα διανύσει.

Επιπλέον, σε όλη τη διαδρομή ο οδηγός μπορεί να παίρνει πληροφορίες για την απόσταση και το χρόνο μέχρι τον προορισμό, την ταχύτητα με την οποία κινείται το όχημα, καθώς και το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το όχημα.

Ένα παράδειγμα ηλεκτρονικού πλοηγού είναι το **PocketPC με GPS** (Φωτ. 3.1), το οποίο αποτελεί και την ευρέως γνωστή λύση.

Το PocketPC με GPS εντοπίζεται ευρέως σε ταξί, σε ιδιωτικά οχήματα, σε περιπολικά κ.α., και πρόκειται για ένα PocketPC με ενσωματωμένο δέκτη GPS ή εξωτερικό δέκτη που συνδέεται με το PocketPC μέσω Bluetooth, δηλαδή αποτελεί μια εφαρμογή πλοήγησης με τους απαραίτητους χάρτες.



*Φωτογραφία 3.2
PocketPC με GPS*

Μια γυναικεία (ή ανδρική) φωνή αναφέρει στον χρήστη την κατεύθυνση της διαδρομής, σε πόσα μέτρα θα στρίψει ή αν πλησιάζει τον προορισμό του. Αν ο χρήστης δεν ακολουθήσει τις οδηγίες και βρεθεί σε λάθος σημείο, η εφαρμογή πλοήγησης αυτόματα του προτείνει νέα διαδρομή για να διορθώσει το λάθος του.

– Για ασφαλή πλεύση πλοίων με αυτόματη πλοήγηση

Εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Νορβηγία το χειμώνα του 2002-2003 σε περιοχή με μεγάλη κίνηση πλοίων. Το αποτέλεσμα που προέκυψε ήταν άκρως θετικό, και έτσι τα επόμενα χρόνια διαδόθηκε η χρήση του.

Σήμερα χρησιμοποιούνται συσκευές GPS (Φωτ. 3.2) και για τα σκάφη. Εκτός από κάποιες πολύ ακριβές λύσεις πλοήγησης για σκάφη άρχισαν να εμφανίζονται και προσιτές λύσεις για καθημερινή χρήση σε απλά πλοία και καΐκια ψαράδων.



Φωτογραφία 3.3 Συσκευή GPS

Με το πρόγραμμα C-eMAP από την NGi και ένα PocketPC με GPS προκύπτει μια αξιοπρεπή εφαρμογή ναυσιπλοΐας που καλύπτει όλη τη Μεσόγειο, με βυθομετρικές γραμμές, φάροι, σημαντήρες, ρεύματα κλπ.

Το μόνο που πρέπει να προσεχθεί στη συσκευή είναι να μην βραχεί, καθώς δεν είναι ανθεκτική στο θαλασσίνο νερό.

– Για ασφαλή οδήγηση αεροσκαφών με αυτόματη πλοήγηση

Και στα αεροπλάνα έχει εφαρμοστεί η αυτόματη πλοήγηση με επιτυχία. Στην πρώτη φωτογραφία (Φωτ. 3.4) βλέπουμε την πορεία ταξιδιού του αεροσκάφους σε ηλεκτρονικό χάρτη ενώ στην δεύτερη φωτογραφία (Φωτ. 3.5) βλέπουμε το GPS Control στο πιλοτήριο.



*Φωτογραφία 3.4
Ηλεκτρονικός χάρτης*



*Φωτογραφία 3.5
GPS Control*

– Για ασφαλή οδήγηση τρένων με αυτόματη πλοήγηση

Αργότερα οι ηλεκτρονικοί πλοηγοί εφαρμόστηκαν και στα τρένα. Το αποτέλεσμα ήταν και σε αυτή την περίπτωση θετικό, καθώς μόνο μια μικρή παρέλκυση σημειώθηκε σε κάποια τούνελ, η οποία δεν θεωρήθηκε σημαντική.

– Για ασφαλή ορειβασία με αυτόματη πλοήγηση

Μια σημαντική χρήση του GPS ήταν η συλλογική προσπάθεια δημιουργίας ενός "Αρχείου Ορεινών Διαδρομών για GPS".

Σύμφωνα με καταγραφή φορητού GPS, το αρχείο αυτό περιγράφει διαδρομές (tracks) και σημαντικές τοποθεσίες (waypoints) στα ελληνικά βουνά, κάνοντας το πολύ χρήσιμο για τον σύγχρονο ορειβάτη.

Έτσι για τους λάτρες της ορειβασίας δημιουργηθήκαν οι φορητές συσκευές GPS (Φωτ 3.6), οι οποίες φυσικά δεν είναι φτιαγμένες για πλοήγηση αλλά κάποιες από αυτές έχουν εξελιγμένες δυνατότητες για να καταγράφουν την πορεία ή για να σχεδιάζουν μια διαδρομή.



*Φωτογραφία 3.6
Φορητή συσκευή GPS*

Τις περισσότερες φορές οι φορητές συσκευές GPS έχουν μια ασπρόμαυρη οθόνη αλλά αυτή τους δίνει πολύ μεγαλύτερη αυτονομία από ένα PocketPC. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η αντοχή στην σκληρή χρήση και ότι τα περισσότερα είναι αδιάβροχα.

3.2.4 Τουριστικός οδηγός – GPS Tourist

Όλο και περισσότεροι άνθρωποι σήμερα, χρησιμοποιούν το σύστημα GPS στην καθημερινή τους ζωή και το αναζητούν κυρίως στις διακοπές τους.

Το GPS Tourist (Φωτ. 3.7) αποτελεί πλέον για τους τουρίστες τον ψηφιακό συνοδηγό τους. Είναι ένας σύγχρονος πλοηγός και ταυτόχρονα ένας υπερπλήρης, πολυμεσικός τουριστικός οδηγός ο οποίος παρέχει πολλές και σωστές λύσεις.



Φωτογραφία 3.7 GPS Tourist

Το GPS Tourist επιτελεί δύο διακριτές λειτουργίες ταυτόχρονα, καθώς είναι ένας:

- ❖ πλήρης πλοηγός αυτοκινήτου (car navigator)
- ❖ ψηφιακός τουριστικός οδηγός, με τεράστιες πολυμεσικές δυνατότητες.

Συγκεκριμένα λειτουργεί σαν πλοηγός αυτοκινήτου απεικονίζοντας τη θέση του οχήματος με ακρίβεια πάνω στον λεπτομερέστατο χάρτη της περιοχής που βρίσκεται ο χρήστης και επίσης του δίνει τη δυνατότητα να αποθηκεύσει διαδρομές και σημεία έτσι ώστε να μπορέσει να τα ξαναεπισκεφθεί αργότερα.

Επιπλέον όμως, το GPS Tourist είναι και ένας ψηφιακός τουριστικός οδηγός τσέπης, περιλαμβάνοντας ένα πλήθος σημείων τουριστικού ενδιαφέροντος.

Η χαρτογράφηση περιλαμβάνει, εκτός από τους δρόμους και τα σημεία πρώτης ανάγκης (ΟΛΑ τα βενζινάδικα, νοσοκομεία, φαρμακεία κ.α.), με αποτέλεσμα να οδηγεί τον χρήστη σε περίπτωση ανάγκης κατευθείαν στο κοντινότερο σημείο ενδιαφέροντος.

Επίσης περιλαμβάνει σημεία πολιτιστικού, ιστορικού και γενικού τουριστικού ενδιαφέροντος (μουσεία, μνημεία, εκκλησίες κλπ), καθώς και ένα πλήθος σημείων όπως ξενοδοχεία, εστιατόρια, σούπερ μάρκετ και άλλα.

Όλα τα σημεία ενδιαφέροντος είναι κατηγοριοποιημένα, επιτρέποντας την εύκολη αναζήτηση, μέσα από το εξαιρετικά φιλικό προς το χρήστη μενού.

Το GPS Tourist διαθέτει ενσωματωμένες οδηγίες για τον χρήστη και δεν προϋποθέτει εξοικείωση με πλοηγούς GPS.

Το πιο εντυπωσιακό χαρακτηριστικό του GPS Tourist είναι όμως η δυνατότητα πολυμεσικής παρουσίασης των σημείων ενδιαφέροντος. Το GPS Tourist διαθέτει φωτογραφίες και περιγραφές όλων των παραλιών, των αξιοθέατων και των πιο χαρακτηριστικών χωριών.

Έτσι αντιλαμβανόμαστε πλέον ότι δεν μιλάμε για ένα χάρτη αλλά για ένα πλήρες Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (GIS), έναν εικονικό ξεναγό που μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε όχημα, αναβαθμίζοντας σημαντικά τις προσφερόμενες υπηρεσίες.

Τέλος το GPS Tourist είναι ένα καινοτόμο προϊόν που μπορεί ακόμα να βοηθήσει όσους έχουν ένα ξενοδοχείο, τουριστικό γραφείο ή οποιαδήποτε άλλη επιχείρηση να ξεχωρίσει με τους εξής τρόπους :

- Αναβαθμίζοντας τις υπηρεσίες που προσφέρουν στους πελάτες, δίνοντας έτσι ένα μεγάλο συγκριτικό πλεονέκτημα απέναντι στον ανταγωνισμό.
- Προσφέροντας μια εντελώς νέα υπηρεσία, απεικονίζοντας έτσι πρόσθετα κέρδη.
- Διευρύνοντας τον κύκλο των πελατών τους, τόσο προβάλλοντας αυτή την καινοτόμα υπηρεσία στο προωθητικό τους υλικό, όσο και διαφημίζοντας την επιχείρηση με μια πλήρη πολυμεσική παρουσίαση στο GPS Tourist.

3.2.5 Το GPS POI – σημεία ενδιαφέροντος

Τα POIs – «**P**oints **O**f **I**nterest» είναι σημεία ενδιαφέροντος όπως εστιατόρια, πρατήρια καυσίμων, σταθμοί οδικής βοήθειας, ξενοδοχεία και πολλά άλλα, ενσωματωμένα στο λογισμικό χαρτογράφησης της συσκευής δορυφορικής πλοήγησης.

Συγκεκριμένα το GPS POI (σημεία ενδιαφέροντος) είναι μία εφαρμογή διαχείρισης, εισαγωγής και εξαγωγής των αγαπημένων σημείων του Destinator και καλείται να παρέχει στους χρήστες άμεση ενημέρωση, δυνατότητα download σε διάφορα format καθώς και προβολή των σημείων σε χάρτη. Η εφαρμογή δημιουργήθηκε με όρεξη και μεράκι από την ομάδα του GPS PocketPC.

Στόχος και ελπίδα αυτής της ομάδας είναι η βελτίωση και ανάπτυξη της εφαρμογής καθώς και η καθιέρωσή της ως μια βοηθητική εφαρμογή all-in-one για τους χρήστες του Destinator.

Η εφαρμογή αυτή έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- Διαχείριση κατηγοριών αγαπημένων (εισαγωγή, διόρθωση, διαγραφή κατηγοριών).
- Διαχείριση αγαπημένων σημείων ανά κατηγορία (εισαγωγή, διόρθωση & διαγραφή σημείων με πλήρη στοιχεία).
- Εισαγωγή αρχείων comma delimited (οριοθετημένων με κόμμα) ή αλλιώς csv και αυτόματη αποθήκευση αυτών σε νέα ή υπάρχουσα κατηγορία με τα πλήρη στοιχεία τους (π.χ. Όνομα, Σχόλιο, T.K, Διευθ, Long, Lat).
- Εισαγωγή αρχείων .dat που δημιουργήθηκαν από το Destinator, και αυτόματη αποθήκευση αυτών σε νέα ή υπάρχουσα κατηγορία με τα πλήρη στοιχεία τους (Όνομα, Σχόλιο, TK, Διευθ, Long, Lat) όταν αυτό είναι εφικτό.
- Εξαγωγή κατηγορίας αγαπημένων σε αρχείο csv (comma delimited) με τα πλήρη στοιχεία των σημείων.
- Εξαγωγή κατηγορίας αγαπημένων σε αρχείο dat (Destinator).
- Εξαγωγή κατηγορίας αγαπημένων σε αρχείο kml (Google Earth) με τα πλήρη στοιχεία των σημείων.
- Εξαγωγή κατηγορίας αγαπημένων σε αρχείο html συμβατό με το Microsoft Virtual Earth.
- Προβολή επιλεγμένου σημείου σε GoogleMap, MultiPoint, MS Virtual Earth και αργότερα σε περισσότερες μηχανές προβολής σημείων σε χάρτη.
- Αναζήτηση διπλότυπων εγγραφών ανά κατηγορία με 2 τρόπους (απόσταση & σημείο προς σημείο).
- Αυτόματη δημιουργία αρχείου εγκατάστασης (CAB) με επιλογή του αρχείου από τον χρήστη και δυνατότητα uninstall.

Τέλος προσπαθώντας αυτή η ομάδα να βοηθήσει τους χρήστες στην καλύτερη οργάνωση & διαχείριση των αγαπημένων σημείων εισάγουν μια έξυπνη και φιλόδοξη ιδέα : «Την αυτόματη ανανέωση και διαχείριση αγαπημένων σημείων από το Internet».

Ονομάζοντας την ιδέα e-POI, προσπαθήσανε να συγκεντρώσουνε κατηγορίες αγαπημένων όπως τα SpeedCameras, τα LIDL, Nokia Shops κ.α. (πάντα με την ευγενή προσφορά και άδεια των δημιουργών τους) και

με την βοήθεια της εφαρμογής να προσφέρουν την διαρκή και άμεση ενημέρωση αυτών μέσω Internet.

Καταβάλλοντας την μέγιστη προσπάθεια, η ομάδα του GPS PocketPC υπόσχεται την σταθερή και άμεση (στο μέτρο του δυνατού) υποστήριξη της παραπάνω εφαρμογής, χωρίς ενδοιασμούς και προκαταλήψεις, με σεβασμό σε όλους αυτούς που δούλεψαν και δουλεύουν για την εύρεση και καταγραφή πολυπόθητων αναγκαίων σημείων.

3.2.6 Υπηρεσία διαμοίρασης φωτογραφιών – Flickr

Οι ιστοσελίδες διαμοίρασης φωτογραφιών έχουν ξεκινήσει την λειτουργία τους από τις αρχές του 90'. Παρόλα αυτά, όμως, χρειάστηκαν μερικά χρόνια ακόμα για να κάνει την εμφάνισή της μια υπηρεσία με το όνομα Flickr και να ενσωματώσει τη λογική της ανταλλαγής και της διαμοίρασης φωτογραφιών σε μία online κοινότητα.

Τα τελευταία χρόνια το Flickr έχει γίνει η δημοφιλέστερη και ταχύτατα αναπτυσσόμενη υπηρεσία διαμοίρασης φωτογραφιών στο Διαδίκτυο, καθώς είναι από τις πρώτες που καθιέρωσαν τις ετικέτες επισήμανσης (tags) με σκοπό τη δημιουργία δεσμών και σχέσεων μεταξύ των φωτογραφιών και των ίδιων των χρηστών.

Το περιβάλλον της εφαρμογής είναι πρακτικό, όμορφο και λειτουργικό, καθώς με τρία μόνο κουμπιά ο χρήστης μπορεί να διαχειριστή σχεδόν τα πάντα, όπως για παράδειγμα να δει την πρόσφατη δραστηριότητα του λογαριασμού του ή εργασίες που έχουν εκτελεστή, να βρει τα sets και tags που έχει δημιουργήσει, να παρακολουθήσει το δικό του photostream και να στείλει link τις φωτογραφίες του σε άλλους μέσω e-mail, να απαντήσει σε σχόλια, να δει τις φωτογραφίες σε πλήρη οθόνη κ.α.

Επιπλέον ο χρήστης μπορεί να ανεβάσει στον λογαριασμό του φωτογραφίες από το iPhone, η οποιοδήποτε άλλο κινητό τελευταίας τεχνολογίας.

Το Flickr όμως προσφέρει πολύ περισσότερα από το να ανεβάζει μόνο τις φωτογραφίες στο λογαριασμό του χρήστη. Φυσικά υπάρχουν και άλλες εμπορικές εφαρμογές που μπορεί να προσφέρουν περισσότερες λειτουργίες, όπως πχ. το Darkslide που εντοπίζει μέσω geotagging φωτογραφίες που βρίσκονται κοντά στην συγκεκριμένη τοποθεσία κ.ο.κ.

Το Flickr είναι εντελώς δωρεάν και πολλοί αναρωτιούνται πόσες απ' τις πιο σύνθετες λειτουργίες είναι πραγματικά χρήσιμες στο i-Phone για την συγκεκριμένη υπηρεσία.

Είναι προφανές ότι μια τέτοια εφαρμογή δεν μπορεί ν' αντικαταστήσει τον έλεγχο μέσω browser ή εφαρμογών που τρέχουν στον Mac.

Έτσι λοιπόν οι εντυπώσεις για το Flickr είναι πολύ καλές, με μερικά μόνο κρασαρίσματα σε ανύποπτο χρόνο, κάτι το οποίο σημαίνει πως απαιτούνται μερικές διορθώσεις για την ορθή λειτουργία του.

3.2.7 Travel by GPS

Το We - Travel GPS είναι μια εντελώς δωρεάν java εφαρμογή GPS που δουλεύει χωρίς να είναι απαραίτητη η ύπαρξη δικτύου. Σε αυτήν την εφαρμογή είναι πάντα διαθέσιμες η δωρεάν πλοήγηση, οι 3D-χάρτες, η φωνητική καθοδήγηση και οι τουριστικές πληροφορίες.

Το κύριο χαρακτηριστικό του We -Travel GPS είναι το Turn – by – Turn φωνητικής πλοήγησης: το οποίο με βάση τη θέση του χρήστη, του δίνει σαφείς φωνητικές οδηγίες για να φτάσει στον προορισμό του, είτε με αυτοκίνητο, είτε με ποδήλατο ή με τα πόδια, με το βέλτιστο τρόπο.

Το We – Travel είναι ένα εντελώς ελεύθερο λογισμικό πλοήγησης για Java κινητά τηλέφωνα, με βάση τα δεδομένα χαρτών από την Open Street Map. Όλα τα δεδομένα χαρτών αποθηκεύονται τοπικά στο τηλέφωνό του χρήστη.

Επιπλέον, εξασφαλίζει τη λειτουργία του στο χρήστη και σε μέρη όπου δεν υπάρχει κάλυψη κινητής τηλεφωνίας, στο εξωτερικό ή στην ύπαιθρο. Τέλος είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι δεν υπάρχουν δαπάνες τηλεπικοινωνιών που σχετίζονται με τον υπολογισμό της διαδρομής ή την προβολή του χάρτη.

Όπως προαναφέρθηκε, είναι μια υπηρεσία εντελώς δωρεάν και επειδή δουλεύει offline μπορεί ακόμα να την χρησιμοποιήσει και κάποιος που έχει κινητό που παίρνει μόνο java εφαρμογές για να φτιάξει και να προσθέσει διαδρομές και στοιχεία στους χάρτες.

3.3 Νέες τάσεις για την προώθηση του τουρισμού

Η υιοθέτηση καινοτόμων μεθόδων προώθησης και υποστήριξης του τουριστικού προϊόντος κάθε χώρας, τόσο από τους εθνικούς και τοπικούς φορείς όσο και από τις επιχειρήσεις του κλάδου, μπορεί να εξασφαλίσει επίπεδα ποιότητας και διαφοροποίησης των υπηρεσιών που οδηγούν σε αύξηση του μεριδίου της χώρας στη διεθνή τουριστική ζήτηση.

Στο πλαίσιο αυτό, οι **νέες τάσεις** που αναδείχθηκαν από την επισκόπηση του διεθνούς περιβάλλοντος είναι οι εξής:

- ✓ Τα Ηλεκτρονικά Συστήματα Διαχείρισης και Μάρκετινγκ Τουριστικών Προορισμών (Destination Management).
Πρόκειται για τη δυνατότητα που παρέχουν πλέον διαδικτυακές τουριστικές πύλες, συνήθως εθνικών τουριστικών οργανισμών (Destination Management Organization - DMO), για πλήρη οργάνωση μίας επίσκεψης από το χρήστη, με ηλεκτρονικές κρατήσεις σε όλα τα στάδια της από τη διαμονή και τα μεταφορικά μέσα έως τις επισκέψεις σε μουσεία κ.α.
- ✓ Η χρήση σύγχρονων μεθόδων Ηλεκτρονικού Μάρκετινγκ
Το ηλεκτρονικό μάρκετινγκ στοχεύει στην προσέλκυση ικανού μεριδίου μεμονωμένων τουριστών που χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για αναζήτηση ή διαχείριση προορισμού. Έτσι πλέον, πολλές επιχειρήσεις του κλάδου αλλά και εθνικοί οργανισμοί τουρισμού επιλέγουν διαδικτυακές μεθόδους προβολής και προώθησης του τουριστικού τους προϊόντος μέσω e-mails, banners, e-games κ.α.
- ✓ Η Ηλεκτρονική Διαχείριση Σχέσεων Πελατείας (e-CRM).
Στην ηλεκτρονική διαχείριση σχέσεων πελατών εντάσσονται η εξατομικευμένη ηλεκτρονική επικοινωνία, εφαρμογές όπως οι ηλεκτρονικές προσφορές που προσαρμόζονται στις απαιτήσεις του επισκέπτη, οι προσωπικοί χώροι σε τουριστικές διαδικτυακές πύλες και οι φόρμες αξιολόγησης της διαμονής μετά την επίσκεψη.
- ✓ Social Networking και Τεχνολογίες WEB 2.0.
Πρόκειται για εργαλεία «μαζικής συνεργασίας», που επιτρέπουν στους χρήστες του διαδικτύου να συμμετέχουν ενεργά και να συνεργάζονται άμεσα με άλλους χρήστες για την παραγωγή, την άντληση και τη μετάδοση πληροφοριών και γνώσης μέσω του διαδικτύου. Ο παγκόσμιος κλάδος του τουρισμού δίνει πλέον μεγάλη έμφαση στις εφαρμογές αυτές λόγω της σημαντικής επίδρασης που ασκούν τα νέα συνεργατικά μοντέλα διαδικτυακής επικοινωνίας στο ηλεκτρονικό επιχειρεί, καθώς οι χρήστες του διαδικτύου γίνονται οι ίδιοι παραγωγοί και διανομείς τουριστικού περιεχομένου και υπηρεσιών. Οι επιχειρηματικές επιπτώσεις, αλλά και οι ευκαιρίες που δημιουργούνται για τον τουριστικό κλάδο θεωρούνται πολύ σημαντικές.
- ✓ Η χρήση προηγμένων τεχνολογιών πολυμέσων, ψηφιακών χαρτών και εικονικής πραγματικότητας για την ανάδειξη τουριστικών προορισμών.
Στο πλαίσιο αυτό εντάσσονται και τα πολυμέσα, οι ψηφιακοί χάρτες και οι τεχνικές εικονικής πραγματικότητας που

χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σε τουριστικές γεωγραφικές διαδικτυακές πύλες (geoportals) για την καλύτερη ανάδειξη των προορισμών.

✓ Η χρήση τεχνολογιών κινητής πλατφόρμας στον τουρισμό (m-tourism).

Η χρήση τεχνολογιών κινητής πλατφόρμας στον τουρισμό συνιστά μια από τις σημαντικότερες τεχνολογικές εξελίξεις στον τουρισμό και βασικό παράδειγμα εξατομικευμένης υπηρεσίας. Οι εφαρμογές m-tourism χρησιμοποιούνται κυρίως στην προώθηση και διαχείριση μορφών εναλλακτικού και οικολογικού τουρισμού καθώς και στην περιήγηση σε πόλεις με τη μορφή φορητού ξεναγού.

✓ Τα «έξυπνα» συστήματα μέτρησης – ανάλυσης δεδομένων στον τουρισμό.

Οι τεχνικές εξόρυξης δεδομένων (data mining) και επιχειρηματικής ευφυΐας (business intelligence) αποτελούν βασικά εργαλεία για τις επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται να αναπτύξουν συστήματα αναζήτησης χρήσιμων σχέσεων στα δεδομένα που συλλέγουν για λόγους διαχείρισης σχέσεων πελατείας και που στοχεύουν στο εστιασμένο μάρκετινγκ.

✓ Η χρήση μεθόδων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την προσβασιμότητα τουριστικών ιστοτόπων από ομάδες ΑμΕΑ και ηλικιωμένων.

Μια από τις σύγχρονες τάσεις στην τεχνολογική εξέλιξη είναι η εξυπηρέτηση των αναγκών και απαιτήσεων των Ατόμων με Ειδικές Ανάγκες (ΑμΕΑ) και των ηλικιωμένων που μέχρι πρόσφατα αποτελούσαν μειονότητες στη χρήση του διαδικτύου. Ειδικότερα για τον τουριστικό κλάδο, οι επιχειρήσεις αλλά και οι εθνικοί οργανισμοί τουρισμού προσαρμόζοντας τις ιστοσελίδες τους, αλλά και τις εφαρμογές ΤΠΕ, όπως οι παραπάνω και καθιστώντας τις προσβάσιμες σε ΑμΕΑ και ηλικιωμένους, αποκτούν ένα σημαντικό μερίδιο στην τουριστική ζήτηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία δεν αποσκοπεί μόνο στην θεωρητική ανάλυση του δορυφορικού εντοπισμού θέσης και την συμβολή του στην τοπογραφία, αλλά μελετά και την χρήση του GPS σε τουριστικές εφαρμογές.

Αναλυτικότερα, η αξιολόγηση του GPS στον τουρισμό και οι επιπλέον πληροφορίες που παρέχει, πραγματοποιείται συλλέγοντας μετρήσεις με ένα δέκτη GPS – χειρός για ένα χρονικό διάστημα σε διάφορα γνωστά σημεία, και με την κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων προκύπτουν οι τελικές γεωγραφικές συντεταγμένες τόσο στο παγκόσμιο σύστημα αναφοράς WGS-84, όσο και στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς – ΕΓΣΑ87.

Στη συνέχεια οι συντεταγμένες των σημείων (τουριστικών προορισμών) χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση τους σε ψηφιακό χάρτη, στον οποίο απεικονίζονται μεταξύ άλλων, οι κεντρικοί και πλέον απαραίτητοι προορισμοί για τον τουριστικό, και όχι μόνο, πληθυσμό.

Στη συγκεκριμένη εργασία, η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται για την πρωτεύουσα του νομού Θεσπρωτίας, την Ηγουμενίτσα η οποία χρήζει τουριστικού προορισμού, ενώ δικαίως τα τελευταία χρόνια χαρακτηρίζεται και ως η «πύλη προς την Ευρώπη», λόγω του Νέου Λιμένα και την ολοκλήρωση της Εγνατίας Οδού.

4.1 Επιλογή σημείων ενδιαφέροντος – τουριστικών προορισμών

Ένα από τα σημαντικότερα σημεία της συγκεκριμένης εργασίας, αποτέλεσε η προεπιλογή των σημείων που θα συμμετάσχουν στην αξιολόγηση του GPS σε τουριστικές εφαρμογές, και των περαιτέρω αναλύσεων μεταξύ των αποτελεσμάτων.

Βασικός στόχος της εργασίας, ήταν η εύρεση μεγάλου αριθμού σημείων – προορισμών, για την δημιουργία ενός ολοκληρωμένου χάρτη, ο οποίος να αποσκοπεί στην διευκόλυνση παραμονής και στην εξοικονόμηση χρόνου αναζήτησης προορισμών, σε κάθε περίπτωση, ενός νέου επισκέπτη στην πόλη της Ηγουμενίτσας.

Έτσι, η τελική επιλογή των σημείων ενδιαφέροντος πραγματοποιήθηκε κατόπιν διεξοδικής μελέτης της περιοχής της Ηγουμενίτσας, και σε συνδυασμό με μια επικοινωνητική συζήτηση με τον υπεύθυνο καθηγητή της εργασίας.

Αναλυτικότερα, οι προορισμοί που πιθανόν να αποτελούν σημείο επίσκεψης για κάποιον τουρίστα στην πόλη, αναφέρονται σε :

- ✓ Ξενοδοχεία
- ✓ Εστιατόρια - Καφετέριες
- ✓ Δημοτικές Υπηρεσίες – Λιμάνι
- ✓ Πρατήρια Καυσίμων – Χώροι στάθμευσης
- ✓ Τουριστικά Πρακτορεία
- ✓ Χώροι αναψυχής – Πλατείες
- ✓ Super Market – Φαρμακεία

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, επιλέχθηκαν συνολικά 57 σημεία ενδιαφέροντος (πιθανοί προορισμοί) για την εκπόνηση της εργασίας, η αριθμητική κατανομή των οποίων παρουσιάζεται αναλυτικά στον πίνακα 4.1.

A/A	Σημεία Ενδιαφέροντος – Προορισμός	Πλήθος
1	Ξενοδοχείο	9
2	Τουριστικό Πρακτορείο	4
3	Καφετέρια	4
4	Super market	4
5	Εστιατόριο - Φούρνος	15
6	Πλατεία	3
7	Πρατήριο Καυσίμων	3
8	Κέντρο Υγείας	1
9	Πυροσβεστική	1
10	Μουσείο	1
11	ΕΛ. Ταχυδρομείο	1
12	Parking	2
13	Δημαρχείο	1
14	Αστυνομικό Τμήμα	1
15	Λιμάνι	2
16	Κτελ	1
17	Φαρμακείο	4
ΣΥΝΟΛΟ :		57

Πίνακας 4.1 Σημεία τουριστικών εφαρμογών

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε ώστε να επιτευχθεί μια συμμετρία μεταξύ των σημείων η οποία θα αποδίδει καλύτερα τους προορισμούς στην πόλη της Ηγουμενίτσας, και κυρίως να αποφευχθεί η πυκνή επιλογή σημείων αναφοράς, που παρατηρούνται σε υπερθετικό βαθμό στην πόλη, όπως είναι τα εστιατόρια, οι καφετέριες, τα φαρμακεία και τα τουριστικά πρακτορεία.

Σημειώνεται ότι η επιλογή των συγκεκριμένων εστιατορίων, φούρνων, τουριστικών πρακτορειών, φαρμακείων κλπ. έγινε με γνώμονα την συμμετρία στην πόλη, και την τοποθεσία τους (κεντρικοί δρόμοι για εύκολη πρόσβαση) και χωρίς κάποιο άλλο ιδιαίτερο κριτήριο.

4.2 Μετρήσεις

Ολοκληρώνοντας την επιλογή των σημείων στην Ηγουμενίτσα για την αξιολόγηση του GPS σε τουριστικές εφαρμογές, ακολούθησε το στάδιο των μετρήσεων.

Οι μετρήσεις των 57 σημείων ενδιαφέροντος – προορισμών πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας ένα δέκτη GPS χειρός τελευταίας τεχνολογίας της Garmin (Φωτ. 4.1), η λειτουργία του οποίου είναι εντελώς απλή και βασίζεται στην χρήση λίγων μόνο πλήκτρων και τον εντοπισμό του κατάλληλου αριθμού δορυφόρων για την εξαγωγή συντεταγμένων.



Φωτογραφία 4.1
GPS χειρός etrex - Garmin

Στη συνέχεια δίνονται αναλυτικά, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δέκτη GPS eTrexH της Garmin που χρησιμοποιήθηκε στην συγκεκριμένη εργασία.

Συγκεκριμένα, το **GPS eTrexH της Garmin** αποτελεί ένα δέκτη ο οποίος εγγυάται μια πλοήγηση από δορυφόρους άκρως αξιόπιστη. Αυτός ο δέκτης των 12 καναλιών λαμβάνει γρήγορα τα σήματα από τους δορυφόρους ακολουθώντας την κίνησή τους ακόμα και σε extreme καταστάσεις.

Χάρη στην εσωτερική του κεραία, χωράει εύκολα ακόμα και στην παλάμη, στην τσάντα ή και στην τσέπη, καθώς οι διαστάσεις του είναι 5.1cm x 3cm x 11.2cm (ΠxBxΥ), ενώ ζυγίζει μόλις 150γρ.

Η εργονομία της χρήσης του και η απλότητα της λειτουργίας του αποδεικνύουν το γεγονός ότι ένα GPS μπορεί να είναι ιδιαίτερα εύκολο στην χρήση του.

Επιπλέον, το eTrexH απομνημονεύει ως και 10 διαδρομές και 1536 σημεία για όλες τις υπαίθριες δραστηριότητες, έχει ενσωματωμένη οθόνη LCD - 64 x 128 – monochrome, και χαρακτηρίζεται ως αδιάβροχο.

Έτσι, με χρήση του δέκτη GPS eTrexH της Garmin, έγιναν οι μετρήσεις στην περιοχή μελέτης (Ηγουμενίτσα) σε 57 πιθανούς προορισμούς επίσκεψης στην πόλη.

Αξίζει να επισημανθεί ότι η χρήση του GPS-χειρός, είναι γνωστό ότι δίνει ένα σφάλμα της τάξης των 3 – 5m.

Ωστόσο στην παρούσα εργασία το σφάλμα αυτό δεν επηρεάζει τις μετρήσεις, καθώς προσδιορίζονται μεγάλες επιφάνειες κτιρίων, και όχι συγκεκριμένα σημεία (στίγματα) για τα οποία σαφώς απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια, και δεν χρησιμοποιούνται τέτοιου είδους GPS.

Οι μετρήσεις στην πόλη της Ηγουμενίτσας πραγματοποιήθηκαν κάτω από ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, καθώς έγιναν το Σαββατοκύριακο 25-26 Σεπτεμβρίου του 2010, και εκτελέστηκαν από συνεργείο δύο ατόμων για την εξοικονόμηση χρόνου.

Συγκεκριμένα, το συνεργείο των δύο ατόμων αποδείχθηκε αρκετά εύελικτο, καθώς κατά την διάρκεια της παραμονής στο ύπαιθρο, ο ένας προσέγγιζε το εκάστοτε κτίριο και έπαιρνε μετρήσεις με το GPS, ενώ ο άλλος κατέγραφε τις μετρήσεις και σημείωνε πρόχειρα την θέση του κτιρίου (σημείο ενδιαφέροντος) πάνω σε χάρτη που είχε εκτυπωθεί από το πρόγραμμα του Google Earth, για τον επανέλεγχο των αποτελεσμάτων.

Για κάθε σημείο που μετρήθηκε με το GPS, καταγράφηκαν οι συντεταγμένες γεωγραφικού μήκους (λ) και γεωγραφικού πλάτους (φ) στο παγκόσμιο σύστημα αναφοράς WGS-84, και οι οποίες δίνονται παρακάτω στον πίνακα 4.2.

Α/Α	ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ	WGS'84	
		φ	λ
1	Ξενοδοχείο El Greco	39° 30' 23.94"	20° 15' 45.44"
2	Ξενοδοχείο Acropolis	39° 30' 13.05"	20° 15' 47.53"
3	Ξενοδοχείο Stavrodromi	39° 30' 10.71"	20° 15' 58.82"
4	Ξενοδοχείο Egnatia	39° 30' 06.80"	20° 15' 55.58"
5	Ξενοδοχείο Jolly	39° 30' 04.44"	20° 15' 48.97"
6	Ξενοδοχείο Aktaion	39° 29' 54.21"	20° 15' 50.30"
7	Ξενοδοχείο Oscar	39° 29' 46.50"	20° 15' 45.72"
8	Ξενοδοχείο Astoria	39° 29' 45.43"	20° 15' 45.14"
9	Ξενοδοχείο Angelika	39° 29' 32.28"	20° 15' 38.63"
10	Tourist Office1	39° 30' 32.67"	20° 15' 41.16"
11	Tourist Office2	39° 29' 56.75"	20° 15' 50.89"
12	Tourist Office3	39° 29' 26.93"	20° 15' 37.16"
13	Tourist Office4	39° 29' 19.43"	20° 15' 37.87"
14	Κέντρο Υγείας	39° 30' 44.52"	20° 15' 30.65"
15	Πυροσβεστική	39° 30' 42.40"	20° 15' 30.60"
16	Μουσείο	39° 30' 40.72"	20° 15' 31.29"
17	ΕΛ. Ταχυδρομείο	39° 30' 36.25"	20° 15' 40.22"
18	Δημαρχείο	39° 30' 09.53"	20° 15' 54.64"
19	Αστυνομικό Τμήμα	39° 29' 57.43"	20° 15' 50.78"
20	Παλαιό Λιμάνι	39° 29' 45.73"	20° 15' 39.26"
21	Νέο Λιμάνι	39° 29' 17.93"	20° 15' 28.65"
22	ΚΤΕΛ	39° 29' 40.20"	20° 15' 46.38"
23	Parking1	39° 30' 16.17"	20° 15' 45.09"
24	Parking2	39° 30' 02.73"	20° 15' 45.09"
25	Πρατήριο Καυσίμων1	39° 30' 49.99"	20° 15' 32.22"
26	Πρατήριο Καυσίμων 2	39° 30' 37.61"	20° 15' 33.39"
27	Πρατήριο Καυσίμων 3	39° 29' 13.18"	20° 15' 44.25"
28	Φαρμακείο "Καργάκη"	39° 30' 40.64"	20° 15' 40.24"
29	Φαρμακείο "Κοτινά"	39° 30' 28.38"	20° 15' 47.42"
30	Φαρμακείο "Τσιμούρη"	39° 30' 06.06"	20° 15' 59.97"
31	Φαρμακείο "Λιάκου"	39° 29' 28.84"	20° 15' 53.75"
32	Πλατεία "Εθν.Αντιστ."	39° 30' 33.43"	20° 15' 40.42"
33	Πλατεία "Δημαρχείου"	39° 30' 07.63"	20° 15' 53.54"
34	Πλατεία "Ειρήνης"	39° 29' 49.03"	20° 16' 24.40"
35	Καφετέριες1	39° 30' 28.48"	20° 15' 43.85"
36	Καφετέριες2	39° 30' 06.94"	20° 15' 48.73"
37	Καφετέριες3	39° 29' 40.61"	20° 15' 43.85"
38	Καφετέριες4	39° 29' 29.61"	20° 15' 37.64"
39	Super Market1	39° 30' 45.68"	20° 15' 29.21"
40	Super Market2	39° 30' 06.44"	20° 16' 02.93"
41	Super Market3	39° 29' 55.31"	20° 15' 56.37"
42	Super Market4	39° 29' 41.42"	20° 15' 47.96"

43	Restaurant "Μίχας"	39° 30' 39.22"	20° 15' 21.60"
44	Restaurant "Αλέκος"	39° 30' 22.51"	20° 15' 45.60"
45	Restaurant "Λίθος"	39° 30' 20.03"	20° 15' 46.25"
46	Restaurant "Γαλαξίας"	39° 30' 09.55"	20° 15' 48.07"
47	Restaurant "Σήφης"	39° 29' 55.88"	20° 15' 50.67"
48	Restaurant "Μιχάλης"	39° 29' 29.08"	20° 15' 43.42"
49	Restaurant "Ναυτάκι"	39° 29' 23.44"	20° 15' 42.84"
50	Restaurant "Αμβροσία"	39° 29' 15.16"	20° 15' 49.55"
51	Ψησταριά "Bbq"	39° 30' 30.95"	20° 15' 42.25"
52	Pizza "House"	39° 30' 22.09"	20° 15' 50.06"
53	GOODYS	39° 29' 45.78"	20° 15' 45.43"
54	Αρτοποιείο "Πανταζής"	39° 30' 08.55"	20° 15' 52.62"
55	Αρτοποιείο "ΣτοΛιμάνι"	39° 29' 41.32"	20° 15' 43.78"
56	Ζαχαροπλ. "Παύλος"	39° 30' 25.47"	20° 15' 48.06"
57	Ζαχαροπλ. "Valentino"	39° 29' 31.35"	20° 15' 43.57"

Πίνακας 4.2 Συντεταγμένες στο WGS84' των 57 σημείων ενδιαφέροντος της Ηγουμενίτσας.

4.3 Επεξεργασία Μετρήσεων

Για την εξαγωγή των βέλτιστων δυνατών αποτελεσμάτων και την δημιουργία ενός ολοκληρωμένου ψηφιακού χάρτη στο Google Earth με τους 57 πιθανούς προορισμούς (σημεία ενδιαφέροντος) στην περιοχή της Ηγουμενίτσας, αποφασίστηκε οι συντεταγμένες των σημείων να δοθούν και στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του κράτους, το ΕΓΣΑ87.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία μετατροπής των συντεταγμένων από το παγκόσμιο σύστημα WGS84, στο ΕΓΣΑ87.

Η μετατροπή των συντεταγμένων βασίζεται σε ένα πρόγραμμα μετασχηματισμού, γνωστό με την ονομασία **COORD_GR**, το οποίο κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί να εντοπίσει και να προμηθευτεί δωρεάν από το διαδίκτυο.

Το πρόγραμμα επιτρέπει τον μετασχηματισμό συντεταγμένων ΑΠΟ και ΠΡΟΣ όλα τα Γεωδαιτικά Συστήματα Αναφοράς του Ελληνικού χώρου, και επιπλέον με την εισαγωγή ενός σημείου πληροφορεί για τις κυριότερες πινακίδες τυποποιημένων διανομών, στις οποίες αυτό ανήκει.

Αναλυτικότερα, για την εφαρμογή του μετασχηματισμού ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- 1) Αρχικά, επιλέγεται το Σύστημα προέλευσης των δεδομένων (ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ λ/φ – **WGS84**), στο οποίο ανήκουν οι συντεταγμένες οι οποίες πρόκειται να υποστούν μετατροπή.

- 2) Έπειτα, εισάγονται οι συντεταγμένες (φ,λ) κάθε σημείου, όπως παρατηρείται στο πλαίσιο πράσινου χρώματος της Φωτογραφίας 4.2.
- 3) Στη συνέχεια επιλέγεται το σύστημα των αποτελεσμάτων και η επιθυμητή επιλογή του υποσυστήματος (ΕΓΚ. ΜΕΡΚΑΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΒΟΛΗ – ΕΓΣΑ87), για τον προσδιορισμό των επιθυμητών συντεταγμένων.
- 4) Έτσι, προκύπτουν οι τελικές συντεταγμένες κάθε σημείου στο ΕΓΣΑ87 (E,N), οι οποίες επισημαίνονται με κόκκινο πλαίσιο στην Φωτογραφία 4.2, καθώς και οι διορθώσεις τους.
- 5) Τέλος, από το πρόγραμμα μετασχηματισμού των συντεταγμένων, δίνεται και το φύλλο χάρτη στο οποίο ανήκει το σημείο.

Φωτογραφία 4.2 Μετασχηματισμός Συντεταγμένων – COORD_GR.

Στον πίνακα 4.3 που ακολουθεί, δίνονται οι τελικές συντεταγμένες των 57 σημείων ενδιαφέροντος στο κρατικό σύστημα αναφοράς του ΕΓΣΑ87.

Έτσι με τον προσδιορισμό των κρατικών συντεταγμένων, παρέχεται πλέον η δυνατότητα του εύκολου εντοπισμού της ακριβούς θέσης των τουριστικών προορισμών, τόσο από απλούς πολίτες, όσο και από δημόσιες υπηρεσίες αν απαιτηθούν, όπως π.χ η Πολεοδομία.

ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ	WGS'84		ΕΓΣΑ'87	
	φ	λ	X (m)	Y (m)
Ξενοδοχείο El Greco	39° 30' 23.94"	20° 15' 45.44"	178499.935	4379388.314
Ξενοδοχείο Acropolis	39° 30' 13.05"	20° 15' 47.53"	178535.913	4379050.384
Ξενοδοχείο Stavrodromi	39° 30' 10.71"	20° 15' 58.82"	178802.655	4378967.015
Ξενοδοχείο Egnatia	39° 30' 06.80"	20° 15' 55.58"	178720.238	4378849.641
Ξενοδοχείο Jolly	39° 30' 04.44"	20° 15' 48.97"	178559.287	4378783.416
Ξενοδοχείο Aktaion	39° 29' 54.21"	20° 15' 50.30"	178577.960	4378466.595
Ξενοδοχείο Oscar	39° 29' 46.50"	20° 15' 45.72"	178458.649	4378233.358
Ξενοδοχείο Astoria	39° 29' 45.43"	20° 15' 45.14"	178443.419	4378200.934
Ξενοδοχείο Angelika	39° 29' 32.28"	20° 15' 38.63"	178271.010	4377801.843
Tourist Office1	39° 30' 32.67"	20° 15' 41.16"	178408.875	4379661.804
Tourist Office2	39° 29' 56.75"	20° 15' 50.89"	178595.311	4378544.345
Tourist Office3	39° 29' 26.93"	20° 15' 37.16"	178229.026	4377638.305
Tourist Office4	39° 29' 19.43"	20° 15' 37.87"	178236.378	4377406.294
Κέντρο Υγείας	39° 30' 44.52"	20° 15' 30.65"	178172.997	4380037.709
Πυροσβεστική	39° 30' 42.40"	20° 15' 30.60"	178169.082	4379972.377
Μουσείο	39° 30' 40.72"	20° 15' 31.29"	178183.410	4379919.878
ΕΛ. Ταχυδρομείο	39° 30' 36.25"	20° 15' 40.22"	178391.008	4379773.148
Δημαρχείο	39° 30' 09.53"	20° 15' 54.64"	178701.276	4378934.769
Αστυνομικό Τμήμα	39° 29' 57.43"	20° 15' 50.78"	178593.553	4378565.426
Παλαιό Λιμάνι	39° 29' 45.73"	20° 15' 39.26"	178303.305	4378216.025
Νέο Λιμάνι	39° 29' 17.93"	20° 15' 28.65"	178014.125	4377369.193
ΚΤΕΛ	39° 29' 40.20"	20° 15' 46.38"	178466.348	4378038.406
Parking1	39° 30' 16.17"	20° 15' 45.09"	178481.616	4379149.029
Parking2	39° 30' 02.73"	20° 15' 45.09"	178464.392	4378734.529
Πρατήριο Καυσίμων1	39° 30' 49.99"	20° 15' 32.22"	178217.520	4380204.848
Πρατήριο Καυσίμων 2	39° 30' 37.61"	20° 15' 33.39"	178229.587	4379821.876
Πρατήριο Καυσίμων 3	39° 29' 13.18"	20° 15' 44.25"	178380.833	4377207.204
Φαρμακείο "Καργάκη"	39° 30' 40.64"	20° 15' 40.24"	178397.115	4379908.519
Φαρμακείο "Κοτινά"	39° 30' 28.38"	20° 15' 47.42"	178552.928	4379523.282
Φαρμακείο "Τσιμούρη"	39° 30' 06.06"	20° 15' 59.97"	178824.178	4378822.465
Φαρμακείο "Λιάκου"	39° 29' 28.84"	20° 15' 53.75"	178627.908	4377680.742
Πλατεία "Εθν.Αντιστ."	39° 30' 33.43"	20° 15' 40.42"	178392.171	4379685.978
Πλατεία "Δημαρχείου"	39° 30' 07.63"	20° 15' 53.54"	178672.561	4378877.263
Πλατεία "Ειρήνης"	39° 29' 49.03"	20° 16' 24.40"	179386.111	4378273.044
Καφετέριες1	39° 30' 28.48"	20° 15' 43.85"	178467.768	4379529.910
Καφετέριες2	39° 30' 06.94"	20° 15' 48.73"	178556.755	4378860.756
Καφετέριες3	39° 29' 40.61"	20° 15' 43.85"	178406.419	4378053.563
Καφετέριες4	39° 29' 29.61"	20° 15' 37.64"	178243.931	4377720.481
Super Market1	39° 30' 45.68"	20° 15' 29.21"	178140.085	4380074.916
Super Market2	39° 30' 06.44"	20° 16' 02.93"	178895.386	4378831.249
Super Market3	39° 29' 55.31"	20° 15' 56.37"	178724.402	4378494.497
Super Market4	39° 29' 41.42"	20° 15' 47.96"	178505.665	4378074.464


Restaurant "Μίχας"	39° 30' 39.22"	20° 15' 21.60"	177949.998	4379883.251
Restaurant "Αλέκος"	39° 30' 22.51"	20° 15' 45.60"	178501.925	4379344.053
Restaurant "Λίθος"	39° 30' 20.03"	20° 15' 46.25"	178514.276	4379266.923
Restaurant "Γαλαξίας"	39° 30' 09.55"	20° 15' 48.07"	178544.330	4378941.905
Restaurant "Σήφης"	39° 29' 55.88"	20° 15' 50.67"	178588.940	4378517.732
Restaurant "Μιχάλης"	39° 29' 29.08"	20° 15' 43.42"	178381.370	4377698.396
Restaurant "Ναυτάκι"	39° 29' 23.44"	20° 15' 42.84"	178360.284	4377525.030
Restaurant "Αμβροσία"	39° 29' 15.16"	20° 15' 49.55"	178510.025	4377263.008
Ψησταριά "Bbq"	39° 30' 30.95"	20° 15' 42.25"	178432.710	4379607.676
Pizza "House"	39° 30' 22.09"	20° 15' 50.06"	178607.940	4379326.673
GOODYS	39° 29' 45.78"	20° 15' 45.43"	178450.797	4378211.441
Φούρνος "Πανταζής"	39° 30' 08.55"	20° 15' 52.62"	178651.758	4378906.549
Φούρνος "Στο Λιμάνι"	39° 29' 41.32"	20° 15' 43.78"	178405.657	4378075.529
Ζαχαροπλ. "Παύλος"	39° 30' 25.47"	20° 15' 48.06"	178564.489	4379432.900
Ζαχαροπλ. "Valentino"	39° 29' 31.35"	20° 15' 43.57"	178387.863	4377768.255

Πίνακας 4.3 Τελικές Συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ87 των 57 σημείων ενδιαφέροντος της Ηγουμενίτσας.

4.4 Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Το σημαντικότερο, και συνάμα πιο ενδιαφέρον σημείο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η απεικόνιση των 57 μετρημένων σημείων ενδιαφέροντος ψηφιακά στον χάρτη της Ηγουμενίτσας και η γενικότερη ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Για τα 57 σημεία που απαρτίζουν πιθανούς προορισμούς στην περιοχή μελέτης, έγινε εισαγωγή των γεωγραφικών συντεταγμένων (φ,λ) τους τοπικά στον υπολογιστή, στο πρόγραμμα του Google Earth, ακολουθώντας την εξής διαδικασία :

♦ Αρχικά, χρησιμοποιώντας την εντολή Add Placemark () εμφανίζεται ένα πλαίσιο (Φωτ. 4.3) στο οποίο δίνεται η δυνατότητα εισάγοντας τις συντεταγμένες φ και λ από τον Πίνακα 4.3 να εμφανίσει την γεωγραφική θέση του σημείου στον χάρτη (Φωτ. 4.4).

♦ Επιπλέον κατόπιν της εισαγωγής των συντεταγμένων μέσα στο κόκκινο πλαίσιο, κάθε σημείο επισημαίνεται τυπικά με το κατάλληλο σύμβολο και με μια ονομασία (Name) για να είναι τα σημεία αναγνωρίσιμα και να ξεχωρίζουν μεταξύ τους.

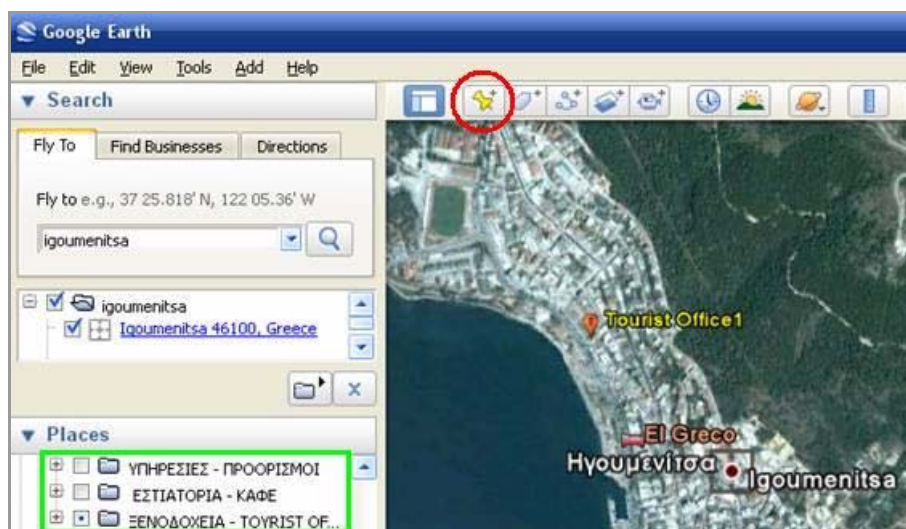
Ενώ με την εντολή Style, Color καθορίζεται το μέγεθος του συμβόλου κάθε σημείου και το χρώμα εμφάνισης του στον χάρτη, όπως δίνεται παρακάτω στην Φωτογραφία 4.4, ενδεικτικά για τα σημεία Tourist Office1 και Ξενοδοχείο "El Greco".



*Φωτογραφία 4.3
Εισαγωγή γεωγραφικών συντεταγμένων
στο πρόγραμμα του Google Earth.*

Τέλος, στο πεδίο Description δίνονται για κάθε σημείο αναλυτικές πληροφορίες (Διεύθυνση, Τηλέφωνο, Ιστοσελίδα), ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμες κατά την ψηφιακή ανάγνωση του χάρτη από τον κάθε ενδιαφερόμενο.

Η διαδικασία αυτή, όπως προαναφέρθηκε επαναλαμβάνεται για τα 57 σημεία ενδιαφέροντος και δημιουργείται ο τελικός χάρτης στο πρόγραμμα του Google Earth.



*Φωτογραφία 4.4
Εισαγωγή σημείων αναφοράς στο πρόγραμμα του Google Earth.*

Επισημαίνεται, ότι λόγω του πλήθους των σημείων σε μικρή σχετικά περιοχή, επιλέχθηκε τα σημεία – τοποθεσίες να χωριστούν σε 3 διαφορετικές κατηγορίες (Φωτ. 4.4 – πράσινο πλαίσιο) με βάση την χρήση τους, για να παρουσιαστεί ο χάρτης της πόλης ευανάγνωστος σε κάθε περίπτωση.

Αναλυτικότερα, οι **κατηγορίες** στις οποίες χωρίζονται οι τουριστικοί προορισμοί και παρουσιάζονται σε χάρτη στη συνέχεια, είναι οι εξής:

- 1) Ξενοδοχεία, Τουριστικά πρακτορεία (Φωτ. 4.5)
- 2) Δημοτικές Υπηρεσίες, Σημαντικοί προορισμοί, Χώροι αναψυχής (Φωτ. 4.6)
- 3) Εστιατόρια, Καφετέριες, Φούρνοι, Super Market (Φωτ. 4.7)

Ο διαχωρισμός έγινε με βάση των αριθμό των σημείων αναφοράς, και κυρίως την χρήση των προορισμών που μετρήθηκαν στην περιοχή της Ηγουμενίτσας

Στη συνέχεια δίνονται οι 3 χάρτες που δημιουργήθηκαν κατά την εισαγωγή των σημείων στο πρόγραμμα του Google Earth, με την εμφάνιση των σημείων ενδιαφέροντος ανά κατηγορία όπως σημειώθηκε παραπάνω.

Ενώ για την καλύτερη εξυπηρέτηση των επισκεπτών στην πόλη και λόγω του γεγονότος ότι η εργασία αναφέρεται σε τουριστικές εφαρμογές παρουσιάζονται αναλυτικά σε πίνακα (Πίνακας 4.4) τα στοιχεία των ξενοδοχειακών συγκροτημάτων της περιοχής για την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση.

Όνομα Ξενοδοχείου	Κατηγορία	Διεύθυνση	Τηλ.	Ιστοσελίδα
El Greco	2 Αστέρων (**)	Εθνικής Αντιστάσεως 86	26650-25070	-
Acropolis	1 Αστέρων (*)	Εθνικής Αντιστάσεως 58	62250-28346	www.hotel-acropolis.gr
Jolly	2 Αστέρων (**)	Εθνικής Αντιστάσεως 14	26650-23971	www.jolly.50megs.com
Egnatia	1 Αστέρων (*)	Ελευθερίας 2	26650-23648	-
Aktaion	2 Αστέρων (**)	Αγίων Αποστόλων 17	26650-22707	www.hotelakteon.gr
Oscar	2 Αστέρων (**)	Αγίων Αποστόλων 149	26650-23338	-
Astoria	3 Αστέρων (***)	Αγίων Αποστόλων 152	26650-22217	www.hotel-astoria.gr
Stavrodromi	1 Αστέρων (*)	Σουλίου 16	26650-22343	www.stavrodromihotel.gr
Angelika	3 Αστέρων (***)	Αγίων Αποστόλων 145	26650-26100	www.angelikapallas.gr

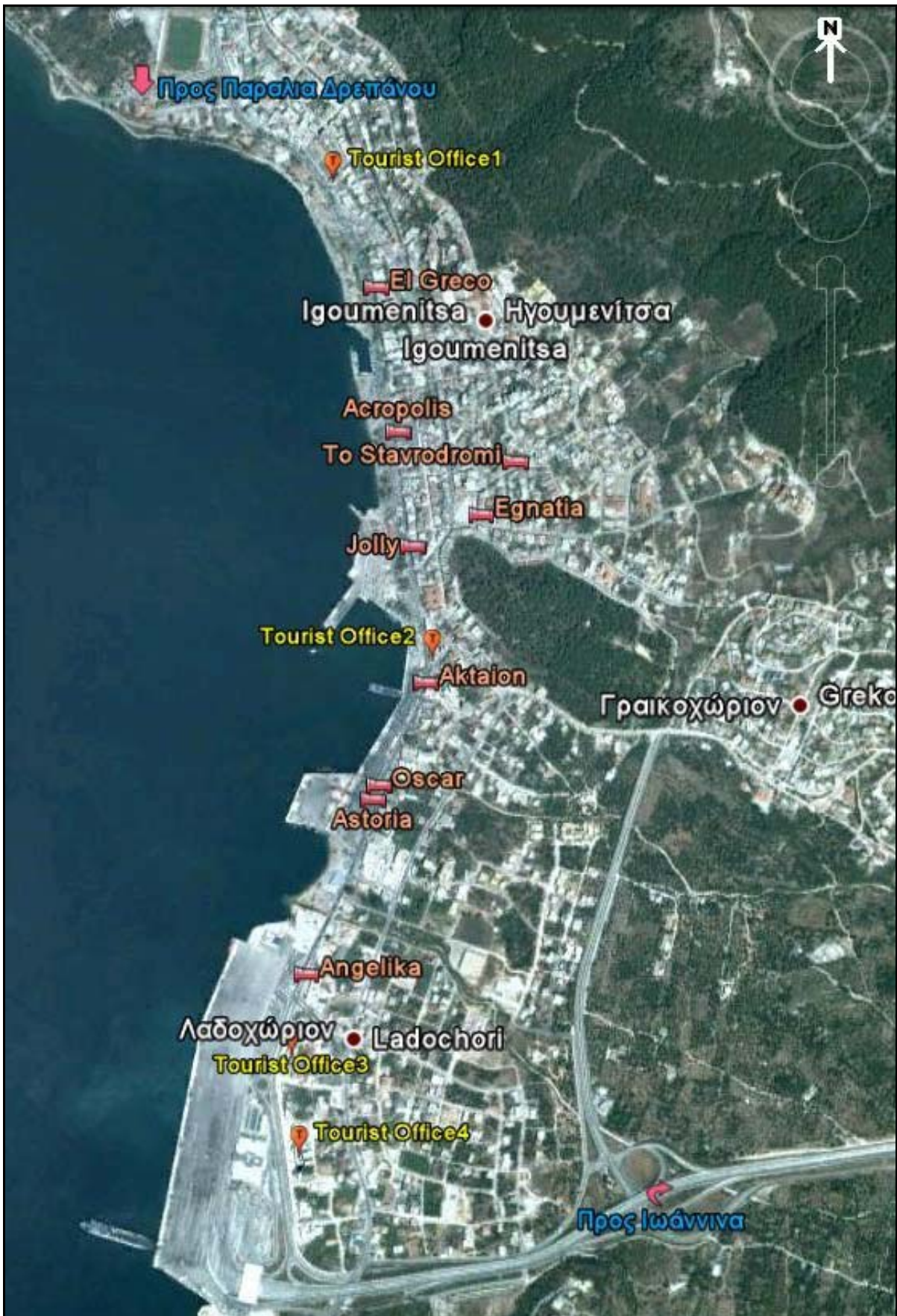
Πίνακας 4.4 Αναλυτικές πληροφορίες των ξενοδοχειακών συγκροτημάτων της Ηγουμενίτσας.

Η ίδια διαδικασία πραγματοποιείται και για τα τέσσερα (4) τουριστικά πρακτορεία που επιλέχθηκαν να συμμετάσχουν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας, οι πληροφορίες των οποίων κρίνονται αναγκαίες για κάθε πολίτη που προτίθεται να επισκεφθεί την πόλη της Ηγουμενίτσας.

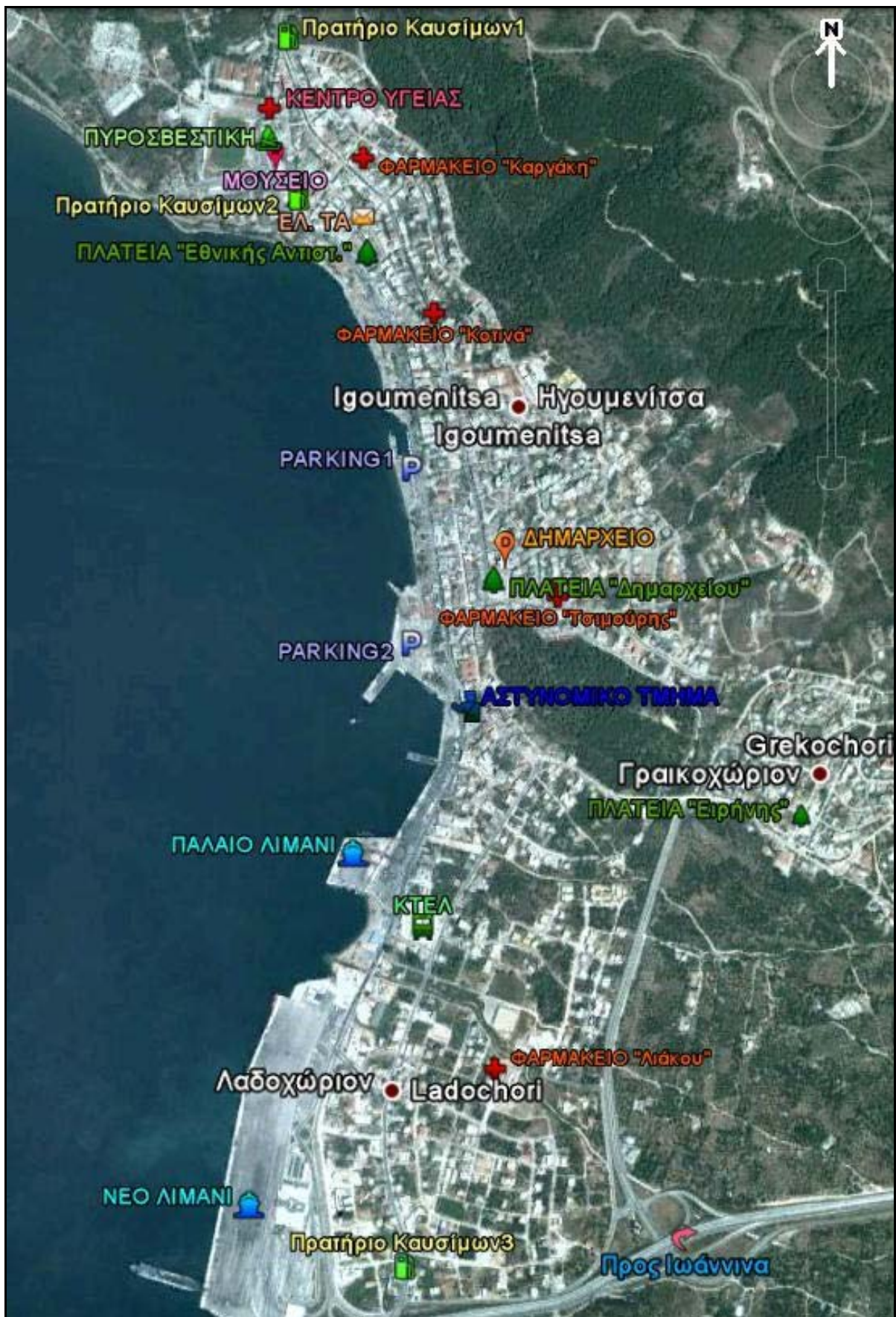
Αναλυτικά οι πληροφορίες δίνονται στον Πίνακα 4.5, ενώ οι χάρτες με όλα τα σημεία αναφοράς όπως προαναφέρθηκε δίνονται στις Φωτογραφίες 4.5, 4.6, και 4.7.

Tourist Office	Όνομασία	Διεύθυνση	Τηλ.	Ιστοσελίδα
1	KOTSIS TRAVEL	Εθνικής Αντιστάσεως 140	26650-26093	www.kotsistravel.forth-crs.gr
2	MILANO TRAVEL	Αγίων Αποστόλων 11	26650-23565	www.milano-travel.gr
3	SOL TRAVEL	Λεωφόρος Ιονίου Πελάγους	26650-22409	www.gtp.gr/SolTravel
4	KATSIOS TRAVEL	Αγίων Αποστόλων 165	26650-24383	www.akiskatsios.gr

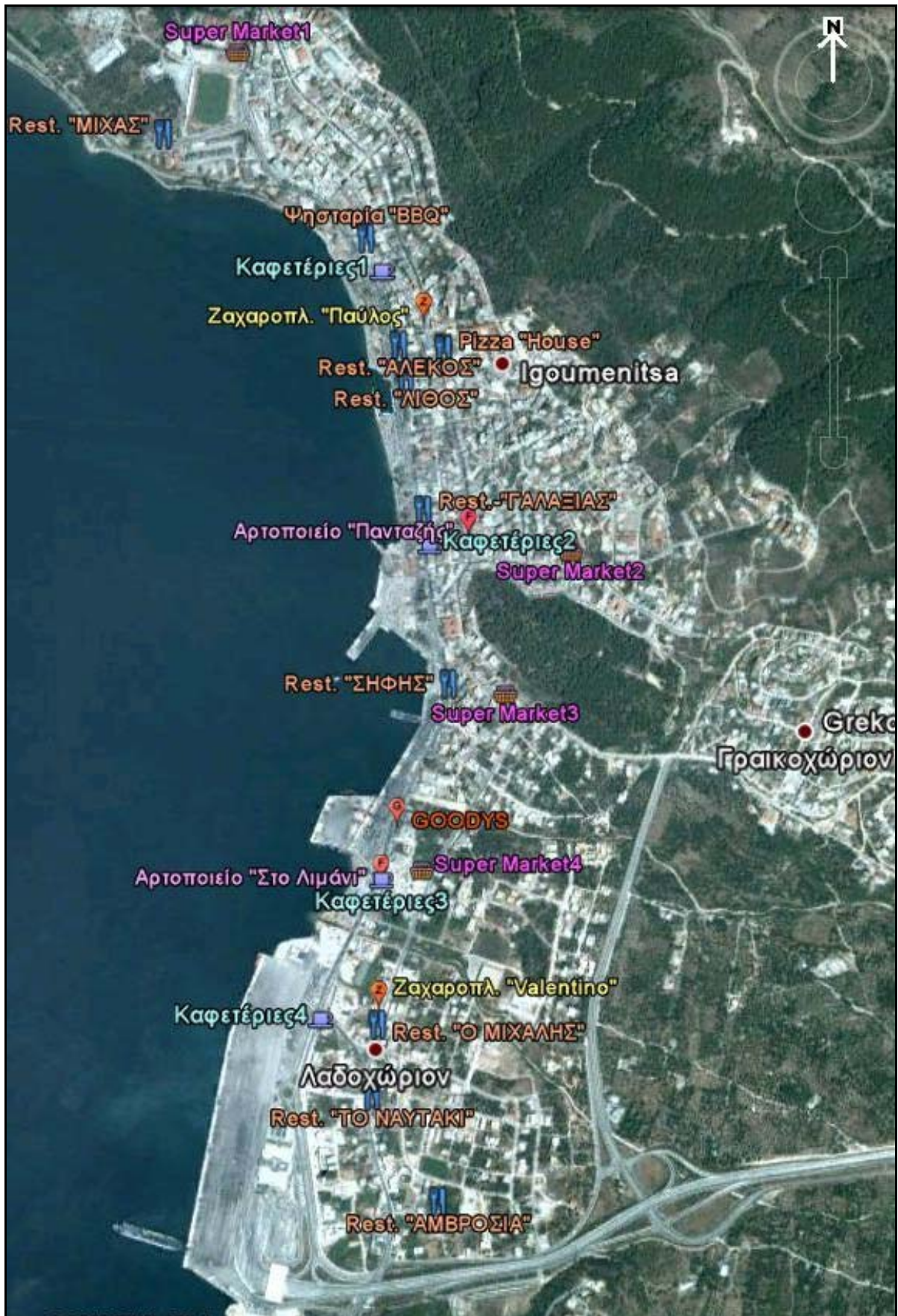
Πίνακας 4.5 Αναλυτικές πληροφορίες των τουριστικών πρακτορείων της Ηγουμενίτσας.



Φωτογραφία 4.5 Η γεωγραφική θέση ξενοδοχειακών συγκροτημάτων και τουριστικών πρακτορείων στην περιοχή της Ηγουμενίτσας.



Φωτογραφία 4.6 Η γεωγραφική θέση δημοτικών υπηρεσιών, σημαντικών προορισμών και χώρων αναψυχής στην Ηγουμενίτσα.



Φωτογραφία 4.7 Η γεωγραφική θέση εστιατορίων, φούρνων και χώρων καφέ στην περιοχή της Ηγουμενίτσας.

4.5 Διάχυση αποτελεσμάτων στο διαδίκτυο – WEB GIS

Για την δυνατότητα εύρεσης των αποτελεσμάτων από κάθε ενδιαφερόμενο, και την ευκολία διαμονής στην πρωτεύουσα του νομού Θεσπρωτίας, αποφασίστηκε τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία να αναρτηθούν και στο διαδίκτυο σε συγκεκριμένους διαδικτυακούς χώρους.

4.5.1 Μεταφορά δεδομένων από το πρόγραμμα του Google Earth, στο Google Maps.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η διαδικασία μεταφοράς των δεδομένων από το πρόγραμμα του Google Earth (σημεία ενδιαφέροντος και χαρακτηριστικά τους), σε αυτό του Google maps.

Αναλυτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι η εξής :

♦ Αρχικά, για την μεταφορά των δεδομένων απαραίτητη ήταν η αποθήκευση του χάρτη που εμφανίζεται στο πρόγραμμα Google Earth σε ένα αρχείο μορφής Kml.

Η μετατροπή γίνεται, επιλέγοντας στον χάρτη δεξί κλικ → Save Place As → File_name (ονομασία αρχείου π.χ. Υπηρεσίες – Προορισμοί) → Save as type {Kml (*.Kml)} → Save.

Σημειώνεται ότι η διαδικασία αποθήκευσης των δεδομένων επαναλήφθηκε τρεις φορές όσες και οι κατηγορίες των χαρτών οι οποίες διεξοδικά αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο 4.4. Έτσι δημιουργήθηκαν 3 διαφορετικά αρχεία μορφής Kml τα οποία εισήχθησαν στο πρόγραμμα Google maps.

♦ Στη συνέχεια ανοίγοντας το πρόγραμμα Google maps από το μενού επιλέγεται Χάρτες → Οι χάρτες μου → Δημιουργία νέου χάρτη.

Σημειώνεται ότι στο νέο χάρτη δίνεται τίτλος (Χάρτης Ηγουμενίτσας) καθώς και μια σύντομη περιγραφή του, με συνοπτική αναφορά στα 57 σημεία ενδιαφέροντος για να είναι εύκολα προσβάσιμα και εντοπίσιμα από οποιονδήποτε χρήστη του διαδικτύου.

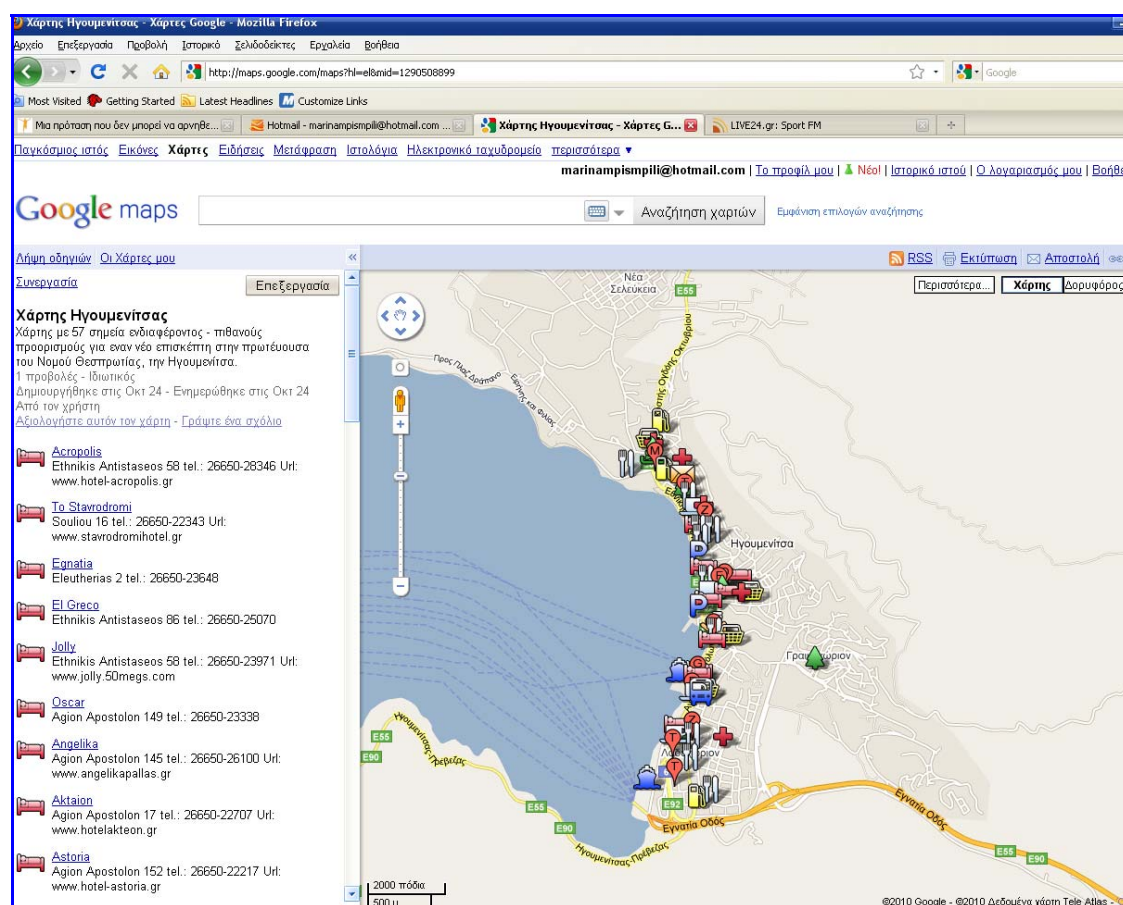
♦ Ολοκληρώνοντας την περιγραφή του χάρτη, επιλέγεται από το μενού η εντολή "Εισαγωγή" όπου εμφανίζεται ένα παράθυρο με τίτλο "Εισαγωγή Kml", στο οποίο δίνεται η δυνατότητα να προστεθούν δεδομένα από ένα χάρτη σε μορφή αποθήκευσης Kml στον τρέχοντα χάρτη.

Συγκεκριμένα από το μενού "Αναζήτηση" επιλέγονται τα αρχεία Kml που έχουν αποθηκευτεί από το πρόγραμμα Google Earth και γίνεται η

εισαγωγή τους στο πρόγραμμα Google maps επιλέγοντας την εντολή "Μεταφόρτωση από αρχείο".

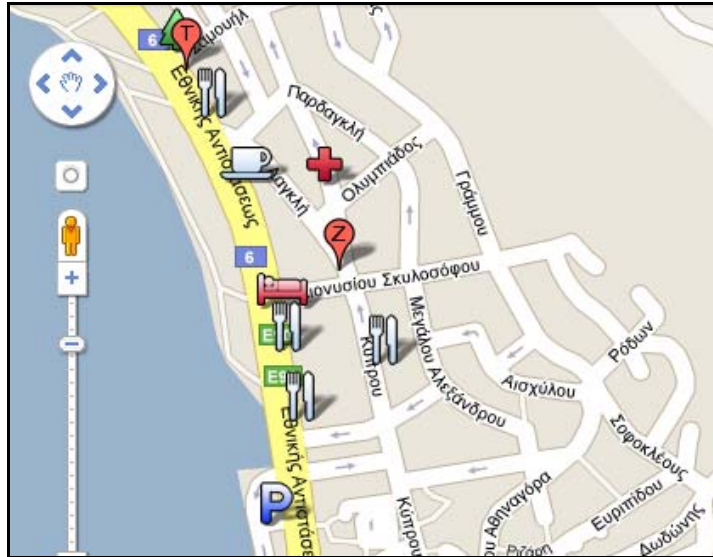
Επισημαίνεται, ότι και αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται τρεις φορές, όσες είναι και οι κατηγορίες στις οποίες έχουν αποθηκευτεί τα 57 σημεία ενδιαφέροντος στο χάρτη.

Ολοκληρώνοντας την εισαγωγή και των 57 σημείων ενδιαφέροντος στο πρόγραμμα του Google maps, δημιουργείται πλέον ένας ολοκληρωμένος διαδικτυακός χάρτης για την περιοχή της Ηγουμενίτσας, ο οποίος έχει την μορφή που δίνεται παρακάτω στην φωτογραφία 4.8.



Φωτογραφία 4.8 Μεταφορά του χάρτη των 57 σημείων ενδιαφέροντος στο πρόγραμμα Google maps.

Αναλυτικότερα, στο αριστερό πλαίσιο της Φωτογραφίας 4.8 δίνονται οι τίτλοι των σημείων ενδιαφέροντος, με τα αναλυτικά χαρακτηριστικά τους, ενώ η γεωγραφική θέση των σημείων παρουσιάζεται στον χάρτη επιλέγοντας την εντολή "ζουμ", και καταλήγοντας σε τμήματα του χάρτη, όπως δίνεται παρακάτω και στην Φωτογραφία 4.9

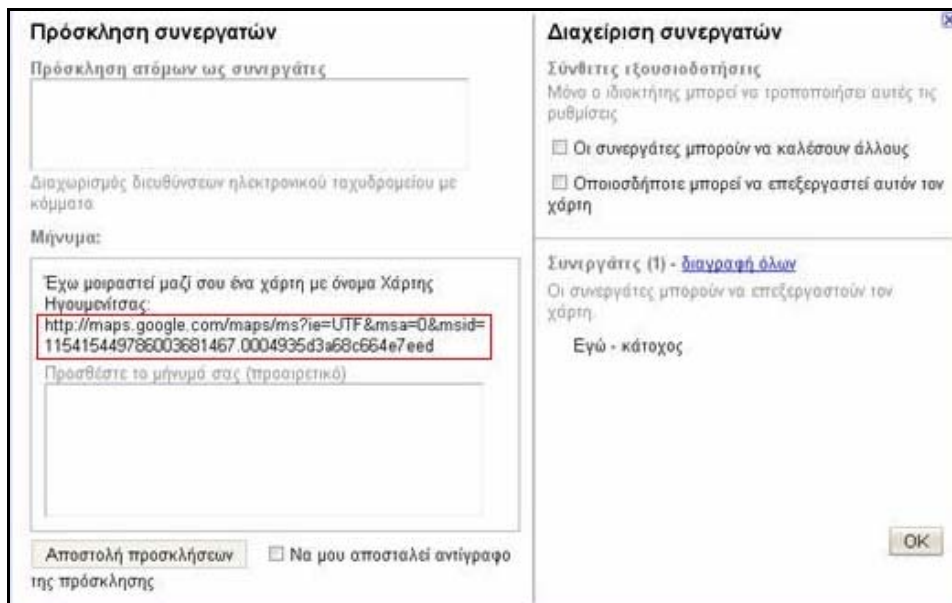


Φωτογραφία 4.9

Τμήμα του χάρτη των 57 σημείων ενδιαφέροντος από το πρόγραμμα Google maps.

Τέλος, επιλέγοντας στο Google maps την εντολή "Συνεργασία", εμφανίζεται ένα παράθυρο με τίτλο «Πρόσκληση συνεργατών» (Φωτ. 4.10), στο οποίο δίνεται η δυνατότητα διαμοίρασης του Χάρτη Ηγουμενίτσας σε διάφορους διαδικτυακούς τόπους.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας την διεύθυνση που εμφανίζεται στο κόκκινο πλαίσιο της Φωτ. 4.10, μπορεί να αναρτηθεί ο χάρτης των 57 σημείων ενδιαφέροντος σε οποιοδήποτε διαδικτυακό χώρο (site), και να χρησιμοποιηθεί άμεσα και γρήγορα από κάποιον νέο επισκέπτη στην πόλη της Ηγουμενίτσας.



Φωτογραφία 4.10

Διεύθυνση αναζήτησης του Χάρτη Ηγουμενίτσας στο διαδίκτυο.

Στην συγκεκριμένη εργασία, ο χάρτης με τα 57 σημεία ενδιαφέροντος της Ηγουμενίτσας, αναρτήθηκε στην ιστοσελίδα της σχολής Πολιτικών Δομικών Έργων του Τ.Ε.Ι Πειραιά (<http://civil.teipir.gr/>), και ειδικότερα στο forum του τμήματος της σχολής (επιλογή Τοπογραφία → τελευταία δημοσίευση) ώστε να δοθεί η δυνατότητα άμεσου εντοπισμού της περιοχής από κάθε ενδιαφερόμενο, καθώς επίσης και από μελλοντικούς φοιτητές της σχολής, οι οποίοι πρόκειται να ασχοληθούν με παρόμοιες πτυχιακές εργασίες.

Ενώ με την ίδια απλή διαδικασία, είναι δυνατόν να αναρτηθεί ο χάρτης της περιοχής (Φωτ. 4.8) και σε άλλες πιθανές ιστοσελίδες, ώστε να εντοπίζεται από κάθε νέο επισκέπτη.

4.5.2 Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών στο διαδίκτυο – Web GIS (Geographic Information Systems)

Το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π), που είναι γνωστό ευρέως και ως G.I.S. (Geographic Information Systems), είναι ένα σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων, το οποίο μπορεί να λειτουργήσει και στο διαδίκτυο.

Το Web – GIS είναι το μόνο λογισμικό που μπορεί να δημιουργήσει ιστοσελίδες με δυναμικούς χάρτες, καθώς τα συνηθισμένα πρωτόκολλα ανάπτυξης ιστοσελίδων (HTML, XML κλπ) δεν επιτρέπουν την δημιουργία σελίδων στον παγκόσμιο ιστό που να έχουν τα χαρακτηριστικά των κλασσικών Σ.Γ.Π. στα οποία είμαστε συνηθισμένοι.

Το δικτυακό Γ.Σ.Π. συγκεντρώνει τις ιδιότητες ενός κλασσικού Client (χρήστη) / Server (εξυπηρετητή) του συστήματος.

Ο client στέλνει αιτήσεις στον Server που μπορεί να αφορούν δεδομένα, επιπλέον εργαλεία ή άλλα απαραίτητα κομμάτια. Ο Server απαντάει στις αιτήσεις που παίρνει στέλνοντας δεδομένα που στη συνέχεια ο client τα παρουσιάζει στο χρήστη είτε όπως είναι, είτε αφού τα επεξεργαστεί. Βλέποντας προς το μέλλον μπορεί κανείς να προσδοκά τη χρήση κατανεμημένων γεωγραφικών πληροφοριών από τα δικτυακά Γ.Σ.Π. και σε αυτή την περίπτωση η αναζήτηση των δεδομένων από τη σωστή πηγή θα είναι μια αρκετά πιο πολύπλοκη διαδικασία, ιδιαίτερα αν ληφθούν υπόψη τα διαφορετικά formats που υπάρχουν για τα γεωγραφικά δεδομένα.

Ένα δικτυακό Γ.Σ.Π. πρέπει επίσης να είναι ένα σύστημα αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Το Internet από τη φύση του είναι ένα μέσο μετάδοσης κυρίως στατικής πληροφορίας. Οι περισσότεροι χάρτες που παρουσιάζονται στο Web είναι στατικές εικόνες όπου ο χρήστης έχει

ελάχιστες ή καθόλου δυνατότητες αναζήτησης περαιτέρω πληροφορίας, ενώ οι συνηθισμένες δυνατότητες των Γ.Σ.Π. παρουσιάζονται σε πολύ περιορισμένη έκταση (π.χ. zoom in/out).

Μια άλλη δυνατότητα του δικτυακού Γ.Σ.Π. είναι και αυτή της ανανέωσης των δεδομένων δυναμικά και για όλους τους χρήστες. Ανανεώνοντας τα δεδομένα στο Server όλοι οι χρήστες έχουν αυτόματη πρόσβαση στα καινούρια δεδομένα.

Η χρήση αυτών των δυνατοτήτων μπορεί να γίνει και σε real –time εφαρμογές όπου τα δεδομένα ανανεώνονται σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η δυναμική φύση του δικτυακού Γ.Σ.Π. του δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησής του σε εφαρμογές συγκοινωνιακών συστημάτων (παρουσίαση κυκλοφοριακών μετρήσεων, ατυχημάτων, κλπ), συστημάτων επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων, κ.ά.

– Βασικά συστατικά μέρη των Web GIS

Σε γενικές γραμμές τα Internet GIS έχουν 4 βασικά συστατικά μέρη:

- ✓ Τον χρήστη (client).
- ✓ Τον εξυπηρετητή διαδικτύου (web server) με τον εξυπηρετητή εφαρμογής (application server).
- ✓ Τον εξυπηρετητή των χαρτών (map server), και
- ✓ Τον εξυπηρετητή της βάσεως δεδομένων (data server).

Αναλυτικότερα, ο τομέας του «client» χρησιμοποιείται ως το περιβάλλον εργασίας με το οποίο ο εκάστοτε χρήστης μπορεί να αλληλεπιδρά και να επικοινωνεί με το λογισμικό των Internet GIS.

Ο εξυπηρετητής διαδικτύου (web server) λαμβάνει τα αιτήματα των χρηστών, διανέμει στατικές ιστοσελίδες και θέτει σε λειτουργία τους εξυπηρετητές εφαρμογών, ενώ ο εξυπηρετητής εφαρμογής (application server) διαχειρίζεται τις συναλλαγές του server και την ασφάλεια ενώ παράλληλα ρυθμίζει και την ισορροπία του συστήματος.

Ο εξυπηρετητής χαρτών (map server) επεξεργάζεται τα αιτήματα των χρηστών και παράγει τους απαιτούμενους χάρτες.

Τέλος ο εξυπηρετητής δεδομένων (data server) διανέμει χωρικά και μη χωρικά δεδομένα ενώ παράλληλα παρέχει πρόσβαση και διαχείριση μέσω της γλώσσας προγραμματισμού SQL (Structured Query Language) ή μέσω κάποιας άλλης γλώσσας ανάλογα με το λογισμικό που χρησιμοποιείται κάθε φορά.

– Σχήματα Υλοποίησης

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υλοποίησης των δικτυακών Γ.Σ.Π. Τα σχήματα υλοποίησης μπορούν να διαιρεθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, εκ των οποίων η πρώτη να αποτελείται από αυτά που βασίζονται στον εξυπηρετητή – server (**server-side**), ενώ η δεύτερη σε αυτά που βασίζονται στον χρήστη – client (**client-side**).

Στα server-side δικτυακά Γ.Σ.Π. ο χρήστης ζητάει κάποια δεδομένα, η αίτησή του αυτή μεταβιβάζεται στο server, ο οποίος επιστρέφει ολοκληρωμένη την απάντηση (όλη η εργασία δηλαδή εκτελείται στον server).

Τα client-side δικτυακά Γ.Σ.Π. αξιοποιούν την υπολογιστική ισχύ του client, εκτελώντας εκεί τις περισσότερες διεργασίες και καταφεύγουν στο server μόνο για να ζητήσουν καινούρια γεωγραφικά δεδομένα ή για να κάνουν αναζήτηση σε κάποια βάση δεδομένων.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών μέσω διαδικτύου ή αλλιώς τα συστήματα Internet GIS αποτελούν ένα εκπληκτικό κομμάτι έρευνας και εφαρμογής στον τομέα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) ενώ παράλληλα αναπαριστούν μία σημαντική εξέλιξη και ένα σημαντικό βήμα στα ήδη υπάρχοντα παραδοσιακά συστήματα GIS σταθερού τύπου (desktop GIS).

Έχουν ευρέως γίνει αποδεκτά σε κυβερνητικούς και εκπαιδευτικούς οργανισμούς αλλά και από παραγωγούς και χρήστες χωρικών δεδομένων. Τα λογισμικά που έχουν αναπτυχθεί πάνω στην συγκεκριμένη τεχνολογία, έχουν αναπτυχθεί με απώτερο σκοπό την εκπλήρωση ποικίλων αναγκών και απαιτήσεων από απλή χαρτογράφηση έως εξειδικευμένα προφίλ χρηστών και διαδραστική λειτουργικότητα του χάρτη.

Η εισαγωγή των υπηρεσιών GIS στο διαδίκτυο έχει επιφέρει μεγάλα πλεονεκτήματα και έχει επιτελέσει στην ευρεία διάδοση των υπηρεσιών αυτών παγκοσμίως.

Έτσι στις μέρες μας παρουσιάζεται η ανάπτυξη ολοένα και περισσότερων τέτοιων συστημάτων και μάλιστα τον τελευταίο καιρό πραγματοποιείται προσπάθεια απλούστευσης αυτών των συστημάτων ώστε να είναι εύχρηστα ακόμα και από τον πιο αρχάριο χρήστη.

Σήμερα έχουν δημιουργηθεί συστήματα στα οποία ο χρήστης έχει πρόσβαση μέσω ενός απλού web – browser όπως δηλαδή έχει πρόσβαση σε μία απλή ιστοσελίδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Συμπεράσματα

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση της τεχνολογίας του δορυφορικού εντοπισμού θέσης στην τοπογραφία και η χρήση του σε τουριστικές εφαρμογές. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στην Ηγουμενίτσα, πρωτεύουσα του νομού Θεσπρωτίας, η οποία αποτελεί τουριστικού προορισμό.

Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν 57 σημεία ενδιαφέροντος – πιθανού προορισμού, κατανεμημένα σε ολόκληρο το εύρος της πόλης. Εφαρμόστηκαν διαφορετικές τεχνικές επεξεργασίας για την συλλογή των δεδομένων, την επεξεργασία των μετρήσεων, και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων στα προγράμματα των Google earth και Google maps.

Από την επεξεργασία των μετρήσεων και την ανάλυσή τους προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

- Διαπιστώθηκε ότι η περιοχή της Ηγουμενίτσας παρουσιάζει μικρό αριθμό κατά κύριο λόγο ξενοδοχειακών συγκροτημάτων και ίσως εστιατορίων, σε σχέση με την εξαιρετική γεωγραφική της θέση, καθώς αποτελεί την αφετηρία της Εγνατίας Οδού και την πύλη προς την δυτική Ευρώπη, με την δημιουργία του νέου λιμένα.
- Από την συλλογή των δεδομένων με το GPS – χειρός, διαπιστώθηκε ότι δίνεται με ικανοποιητική ακρίβεια η γεωγραφική θέση των σημείων ενδιαφέροντος – κτιρίων, και δεν απαιτείται κάποιο άλλο όργανο με μεγαλύτερη ακρίβεια εντοπισμού σημείων, για την εκπόνηση τέτοιου είδους εργασιών.
- Παρατηρείται ότι η συμβολή του δορυφορικού εντοπισμού θέσης – GPS, είναι άκρως σημαντική τόσο στην τοπογραφία, όσο και στον τουρισμό, με την εξοικονόμηση σημαντικού και πολύτιμου χρόνου κατά την εύρεση διαφόρων σημείων και προορισμών αντίστοιχα.
- Η διάχυση των αποτελεσμάτων σε ιστοσελίδα στο διαδίκτυο, παρέχει την δυνατότητα εύκολης αναζήτησης και εντοπισμού σημαντικών προορισμών για κάποιον νέο επισκέπτη στην πόλη.

5.2 Προτάσεις

Οι προτάσεις που ακολουθούν αναφέρονται σε θέματα μελλοντικών μελετών:

- 1) Πύκνωση των σημείων ενδιαφέροντος στην περιοχή της Ηγουμενίτσας, με την επιλογή περισσότερων πιθανών προορισμών για κάποιον νέο επισκέπτη στην πόλη.
- 2) Δημιουργία ενός ευρύτερου χάρτη με την επιλογή σημείων ενδιαφέροντος σε όλο το εύρος του νομού Θεσπρωτίας, καθώς αποτελείται από άκρως τουριστικές και παραθαλάσσιες περιοχές, όπως είναι τα Συβότα, και η Πλαταριά.
- 3) Διάχυση των αποτελεσμάτων σε περισσότερες ιστοσελίδες στο διαδίκτυο, για την ταχεία και ευκολότερη αναζήτηση των ενδιαφερομένων, και ειδικότερα σε ενημερωτικές ιστοσελίδες που αφορούν την πρωτεύουσα του νομού Θεσπρωτίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ζησόπουλος Α. – Παραδείσης Δ., *Σημειώσεις Διαφορικού Εντοπισμού (DGPS)*, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Μάιος 1999.
2. Λάμπρου Ε. – Πανταζής Γ., *Εφαρμοσμένη Γεωδαισία*, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Μάρτιος 2010.
3. Μπαλοδήμος Δ., *Γεωδαιτικές Μετρήσεις Ακριβείας*, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Ιανουάριος 2004
4. Μπισμπιλής Κ., *Αξιολόγηση του αμφίδρομου μετασχηματισμού των συντεταγμένων μεταξύ του HTRS07 και του ΕΓΣΑ87*, Μεταπτυχιακή εργασία, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Ιούνιος 2010.
5. Παραδείσης Δ., *Σημειώσεις Δορυφορικής Γεωδαισίας*, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Νοέμβριος 2000.
6. Φωτίου Α. – Πικρίδας Χ., *GPS και Γεωδαιτικές Εφαρμογές*, Διορθωμένη ανατύπωση, ΑΠΘ, Δεκέμβριος 2008.
7. http://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Indian_Regional_Navigational_Satellite_System
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_%28satellite_navigation%29
10. <http://en.wikipedia.org/wiki/GLONASS>
11. <http://en.wikipedia.org/wiki/Compass>
12. <http://www.gpspocketpc.gr>
13. <http://www.travelbygps.com>
14. http://intech.com.gr/index_gr.php?go=GPSTourist_gr
15. <http://www.demography-lab.prd.uth.gr>