

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ

LOCATION BASED SERVICES

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΥΘΥΜΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Επιβλέποντες: Δ. Δεληκαράογλου
Μ. Κάβουρας

ΑΘΗΝΑ, Ιούνιος 2003





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ

LOCATION BASED SERVICES

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΥΘΥΜΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Επιβλέποντες: Δ. Δεληκαράογλου
Μ. Κάβουρας

ΑΘΗΝΑ, Ιούνιος 2003

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Δημήτρη Δεληκαράογλου και Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Μαρίνο Κάβουρα για την ανάθεση και την επίβλεψη της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, καθώς για τη συνεχή παρακολούθηση και τις πολύτιμες συμβουλές τους κατά τη διάρκεια εκπόνησης της.

Οφείλω επίσης να ευχαριστήσω την εταιρεία Marathon Data Systems για τη χορήγηση του λογισμικού Arc Pad 5.0 και τις χρήσιμες πληροφορίες που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής καθώς και τον συνεργάτη του Εργαστηρίου Ανώτερης Γεωδαισίας Ιορδάνη Γαλάνη για την αμέριστη βοήθειά του κατά την επεξεργασία με το Λογισμικό GPSurvey 2.35.

Αφιερώνω την διπλωματική εργασία στην οικογένεια μου που μου στάθηκαν στις δύσκολες στιγμές που συνάντησα και συγκεκριμένα στον πατέρα μου που η βοήθειά του κατά τις εργασίες στο πεδίο ήταν πολύτιμη.

Τέλος, ευχαριστώ τους φίλους μου για την συμπαράσταση τους όχι μόνο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής αλλά και καθόλη την πορεία μου στη Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή	1
----------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού GPS.....	5
2.1 Εισαγωγή.....	5
2.2 Εντοπισμός.....	6
2.3 Το σύστημα GPS.....	7
2.4 Τα τμήματα του συστήματος GPS.....	8
2.4.1 Το τμήμα διαστήματος.....	8
2.4.2 Το τμήμα επίγειου ελέγχου.....	9
2.4.3 Το τμήμα χρηστών.....	11
2.5 Συστήματα αναφοράς.....	11
2.5.1 Το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς WGS 84.....	13
2.6 Το εκπεμπόμενο σήμα του δορυφόρου GPS.....	14
2.7 Οι εφημερίδες των δορυφόρων GPS.....	15
2.8 Μετρήσεις στο σύστημα GPS.....	16
2.8.1 Μέτρηση της ψευδοαπόστασης.....	16
2.8.2 Μέτρηση Doppler.....	17
2.8.3 Μέτρηση φάσης του φέροντος κύματος.....	18
2.9 Σφάλματα στις μετρήσεις.....	19
2.9.1 Το χρονόμετρο των δορυφόρων.....	20
2.9.2 Το χρονόμετρο των δεκτών.....	20
2.9.3 Τροχιακά σφάλματα δορυφόρων.....	21
2.9.4 Σφάλματα που υπεισέρχονται από την ατμόσφαιρα.....	22
2.9.4.1 Ιονόσφαιρα.....	22
2.9.4.2 Τροπόσφαιρα.....	23
2.9.5 Σφάλμα πολλαπλών διαδρομών (multipath).....	23
2.9.6 Σφάλματα δεκτών.....	23
2.10 Εφαρμογές.....	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών GIS.....	31
3.1 Εισαγωγή.....	31
3.2 Τα μέρη ενός Σ.Γ.Π.....	33
3.2.1 Μηχανήματα.....	33
3.2.2 Αλγόριθμοι.....	34
3.2.3 Διαθέσιμα.....	34
3.3 Στάδια και Διαδικασίες Σ.Γ.Π.....	35
3.3.1 Καθορισμός του προβλήματος.....	35
3.3.2 Διαδικασία μετατροπής από στοιχεία σε πληροφορία.....	36
3.3.2.1 Είσοδος.....	36
3.3.2.2 Διαχείριση.....	40
3.3.2.3 Ανάλυση.....	43
3.3.2.4 Έξοδος.....	45
3.3.3 Στάδιο συμπερασμάτων.....	47
3.4 Παραδοσιακές κατηγορίες συστημάτων GIS.....	47
3.4.1 Οδική Πλοήγηση.....	48
3.4.2 Χαρτογραφικά εργαλεία spreadsheet.....	48
3.4.3 GIS Viewers.....	49
3.4.4 Desktop GIS.....	49
3.4.5 Πλήρους λειτουργίας GIS.....	49
3.5 Χρήσεις – Πεδία εφαρμογής Σ.Γ.Π.....	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης.....	53
4.1 Εισαγωγή.....	53
4.2 Προσδιορισμός της θέσης.....	54
4.2.1 Χειρωνακτικός προσδιορισμός θέσης.....	54
4.2.2 Προσδιορισμός θέσης βασισμένος στο δίκτυο	56
4.2.2.1 Μέθοδος κυψέλης προέλευσης (Cell of Origin).....	56
4.2.2.2 Μέθοδος χρόνου άφιξης (Time of Arrival).....	57
4.2.2.3 Μέθοδος γωνίας άφιξης (Angle of Arrival).....	57

4.2.2.4 Μέθοδος ενισχυμένης παρατηρηθείσας χρονικής διαφοράς (Enhanced Observed Time Difference).....	57
4.2.2.5 Αξιολόγηση μεθόδων προσδιορισμού θέσης βασισμένες στο δίκτυο...	57
4.2.3 Προσδιορισμός θέσης με GPS.....	58
4.3 Γεωγραφικά στοιχεία.....	59
4.4 Κέντρο ελέγχου.....	60
4.5 Σύστημα επικοινωνιών.....	60
4.6 Εφαρμογές των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης.....	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Προετοιμασία της Εφαρμογής.....	67
5.1 Ψηφιακή Εικόνα.....	67
5.2 Επιλογή Σημείων.....	67
5.3 Η τεχνική μέτρησης των τοποσταθερών.....	70
5.4 Περιγραφή των οργάνων.....	71
5.4.1 Ο γεωδαιτικός δέκτης Trimble 4000SSI.....	72
5.4.2 Οι κεραίες Micro-centered L1/L2 w/Ground Plane.....	74
5.4.3 Συνδεσμολογία.....	75
5.5 Χαρτογραφικές προβολές.....	75
5.6 Λογισμικά Επίλυσης.....	77
5.6.1 Το λογισμικό GPSurvey 2.35 της εταιρείας Trimble.....	78
5.6.2 Επίλυση.....	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Δημιουργία της εφαρμογής.....	87
6.1 Εισαγωγή.....	87
6.2 Επιλογή του λογισμικού Arc Pad.....	87
6.3 Προετοιμασία δεδομένων στο Arc Info.....	90
6.3.1 Γεωαναφορά της αρχικής εικόνας.....	90
6.3.1.1 Εντολή register.....	91
6.3.1.2 Εντολή rectify.....	93
6.3.2 Ψηφιοποίηση και δημιουργία coverage.....	93
6.3.3 Δημιουργία τοπολογίας.....	97

6.3.4 Διαχείριση βάσης δεδομένων.....	100
6.3.5 Δημιουργία shape file.....	102
6.4 Χρήση του Arc Pad.....	103
6.4.1 Βασικές Έννοιες.....	104
6.4.1.1 Ορισμός ενός project.....	104
6.4.1.2 Ορισμός ενός Layer.....	104
6.4.2 Εισαγωγή δεδομένων.....	104
6.4.3 Editing στα αρχικά δεδομένα.....	105
6.4.3.1 Προσθήκη layers.....	106
6.4.3.2 Επεξεργασία των layers.....	106
6.4.3.3 Δημιουργία καινούργιων χαρακτηριστικών.....	107
6.4.3.4 Επιλογή των χαρακτηριστικών.....	107
6.4.3.5 Μετακίνηση των χαρακτηριστικών.....	108
6.4.3.6 Διαγραφή των χαρακτηριστικών.....	108
6.4.3.7 Κίνηση γύρω από το χάρτη.....	108
6.4.3.8 Πληροφορίες για κάποιο χαρακτηριστικό.....	109
6.4.3.9 Μέτρηση απόστασης.....	109
6.4.3.10 Βρίσκοντας χαρακτηριστικά με συγκεκριμένες ιδιότητες.....	110
6.4.4 Τελικό αποτέλεσμα.....	110
6.5 Δημιουργία συμβόλων δεδομένων στο Arc View.....	111
6.5.1 Εργαλεία του Arc Pad για το ArcView GIS.....	111
6.5.2 Εγκατάσταση των εργαλείων του ArcPad στο ArcView.....	111
6.5.3 Επεξεργασία δεδομένων.....	112
6.5.3.1 Δημιουργία φόρμας.....	113
6.5.3.2 Προσθήκη πεδίων στη φόρμα.....	114
6.5.3.3 Εξαγωγή συμβόλων.....	114
6.5.3.4 Δημιουργία υποσυνόλου της Βάσης Δεδομένων.....	115
6.5.3.5 Εξαγωγή εικόνας JPEG.....	115
6.5.4 Τελικό αποτέλεσμα.....	116

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Συλλογή δεδομένων στο πεδίο.....	117
7.1 Εισαγωγή.....	117
7.2 Επιλογή προβολής στο Arc Pad.....	117
7.3 Δέκτης Garmin GPS 38.....	119
7.4 Πρωτόκολλα.....	121
7.4.1 Πρωτόκολλο NMEA.....	122
7.4.2 Πρωτόκολλο TSIP.....	122
7.5 Ανίχνευση προβλημάτων κατά την σύνδεση ενός GPS.....	123
7.6 Δοκιμές στο πεδίο.....	124
7.6.1 Επεξεργασία των δεδομένων με προσθήκη νέων χαρακτηριστικών.....	124
7.6.2 Ερωτήσεις στα δεδομένα.....	127
7.6.3 Πλοήγηση με τη βοήθεια του GPS χειρός σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.....	132

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Συμπεράσματα και προτάσεις για επέκταση της εφαρμογής.....	135
8.1 Εισαγωγή.....	135
8.2 Συμπεράσματα για το λογισμικό Arc Pad 5.0.....	136
8.3 Συμπεράσματα για το σύστημα GPS.....	139
8.4 Σύνοψη της εφαρμογής.....	140
8.5 Μελλοντική επέκταση της εφαρμογής.....	142
8.5.1 Βελτίωση λειτουργιών του λογισμικού Arc Pad.....	142
8.5.2 Νέες χρήσεις και επέκταση της εφαρμογής.....	143
8.6 Στόχοι για το μέλλον.....	145
Αναφορές.....	147
Ελληνική βιβλιογραφία.....	147
Ξένη βιβλιογραφία.....	147
Διευθύνσεις στο διαδίκτυο.....	148
GPS.....	148
GIS.....	148
LBS.....	149

Συμπληρωματική βιβλιογραφία.....	151
Ελληνική βιβλιογραφία.....	151
Ξένη βιβλιογραφία.....	151
Διευθύνσεις στο διαδίκτυο.....	152
GPS.....	152
GIS.....	153
LBS.....	153

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Εντολές του Arc Info.....	155
1. Εντολή REGISTER.....	155
2. Εντολή RECTIFY.....	157
3. Εντολή GENERATE.....	159
4. Εντολή BUILD.....	160
5. Εντολή CLEAN.....	161
6. Εντολή ARCSHAPE.....	162

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Διόρθωση σφαλμάτων ψηφιοποίησης.....	165
1. Σφάλματα ψηφιοποίησης.....	165
2. Διόρθωση σφαλμάτων ψηφιοποίησης.....	165

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Οδηγίες χρήσεως και συνδεσμολογία του Trimble 4000 SSI.....	169
1. Οδηγίες χρήσεως Trimble 4000 SSI.....	169
Έλεγχος παραμέτρων εκκίνησης.....	169
Εκκίνηση Δέκτη.....	169
Τέλος παρατηρήσεων.....	169
Αποθήκευση Δεδομένων στον Υπολογιστή.....	170
Διαγραφή αρχείων από τον δέκτη.....	171
2. Συνδεσμολογία του δέκτη Trimble 4000 SSI με τα παρελκόμενά του.....	171
Συνδεσμολογία.....	171

Παράμετροι εκκίνησης	172
Αποθήκευση αρχείων	172

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Συμπλήρωση φυλλαδίων και κροκί υπαίθρου.....	173
1. Συμπλήρωση φυλλαδίου	173
2. Κροκί υπαίθρου.....	173

Ευρετήριο Εικόνων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Εικόνα 2.1:	Μετρήσεις σε τουλάχιστον 4 δορυφόρους.....	7
Photo 2.1:	Measurements in at least 4 satellites.....	7
Εικόνα 2.2:	Τα τρία τμήματα του συστήματος GPS.....	8
Photo 2.2:	The three segments of GPS.....	8
Εικόνα 2.3:	Το τμήμα διαστήματος του GPS.....	9
Photo 2.3:	The space segment of GPS.....	9
Εικόνα 2.4:	Οι 5 σταθμοί παρακολούθησης.....	10
Photo 2.4:	The 5 Monitor Stations.....	10
Εικόνα 2.5:	Το τμήμα χρηστών του GPS	11
Photo 2.5:	The user segment of GPS	11
Εικόνα 2.6:	Εφαρμογές του GPS.....	24
Photo 2.6:	Applications of GPS.....	24
Εικόνα 2.7:	Πλοήγηση οχημάτων.....	26
Photo 2.7:	Navigation of vehicles.....	26
Εικόνα 2.8:	Διαχείριση στόλου οχημάτων.....	27
Photo 2.8:	Fleet Management.....	27
Εικόνα 2.9:	Δορυφορική πλοήγηση.....	28
Photo 2.9:	Satellite navigation.....	28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Εικόνα 3.1:	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών.....	32
Photo 3.1:	Geographic Information Systems.....	32
Εικόνα 3.2:	Παράδειγμα θεματικών επιπέδων.....	37
Photo 3.2:	An example of layers.....	37
Εικόνα 3.3:	Παράδειγμα χωρικών δεδομένων.....	38
Photo 3.3:	An example of spatial data.....	38
Εικόνα 3.4:	Παράδειγμα οργάνωσης χωρικών δεδομένων.....	41
Photo 3.4:	An example of organization of spatial data.....	41

Εικόνα 3.5:	Παράδειγμα οργάνωσης μη χωρικών δεδομένων.....	41
Photo 3.5:	An example of organization of non spatial data.....	41
Εικόνα 3.6:	Παράδειγμα ερώτησης.....	45
Photo 3.6:	An example of query.....	45
Εικόνα 3.7:	Η έξοδος από τα Σ.Γ.Π.....	46
Photo 3.7:	The outcome from GIS.....	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εικόνα 4.1:	Τα συστατικά των Υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης	54
Photo 4.1:	The ingredients of Location Based Services.....	54
Εικόνα 4.2:	Παράδειγμα των Υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης	55
Photo 4.2:	An example of Location Based Services.....	55
Εικόνα 4.3:	Μέθοδοι προσδιορισμού θέσης.....	58
Photo 4.3:	Determining positioning.....	58
Εικόνα 4.4:	Τα στοιχεία των GIS, μετά τον προσδιορισμό της θέσης.....	59
Photo 4.4:	The GIS data, after a position has been located.....	59
Εικόνα 4.5:	Η υποδομή του συστήματος.....	61
Photo 4.5:	The infrastructure of the system.....	61
Εικόνα 4.6:	Δείγμα οθόνης τηλεφώνου WAP.....	62
Photo 4.6:	Sample of screen of a WAP mobile.....	62
Εικόνα 4.7:	Διαχείριση στόλου οχημάτων.....	63
Photo 4.7:	Fleet Management.....	63
Εικόνα 4.8:	Αεροναυτική εφαρμογή.....	64
Photo 4.8:	Aeronautical application.....	64
Εικόνα 4.9:	Πληροφορίες «καθοδόν» από τις Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης.....	65
Photo 4.9:	Information from Location Based Services.....	65
Εικόνα 4.10:	Αυτοκίνητα με GPS.....	66
Photo 4.10:	Vehicles with GPS.....	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Εικόνα 5.1:	Η επιλογή των τοποσταθερών σημείων για την γεωαναφορά της εικόνας.....	69
Photo 5.1:	The selection of the points for the georeference of the image.....	69
Εικόνα 5.2:	Ο γεωδαιτικός δέκτης Trimble 4000 SSI με τα παρελκόμενα.....	71
Photo 5.2:	The Trimble 4000 SSI GPS receiver with appurtenances.....	71
Εικόνα 5.3:	Ο γεωδαιτικός δέκτης Trimble 4000 SSI.....	74
Photo 5.3:	The Trimble 4000 SSI GPS receiver.....	74
Εικόνα 5.4:	Η κεραία Micro-centered L1/L2 GPS της εταιρείας Trimble με επίπεδο πιάτο αποκοπής παρεμβολής.....	75
Photo 5.4:	Trimble Dual Frequency Micro-centered GPS Antenna with Ground/Plane.....	75
Εικόνα 5.5:	Ο χάρτης με τα τοποσταθερά σημεία.....	82
Photo 5.5:	Network Map of points.....	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Εικόνα 6.1:	Το λογισμικό Arc Pad.....	88
Photo 6.1:	Arc Pad software.....	88
Εικόνα 6.2:	Το τελικό project emp2.app στο Arc Pad.....	110
Photo 6.2:	The final project emp2.app in Arc Pad.....	110
Εικόνα 6.3:	Η εικόνα ArcPad1.jpg μετά την επεξεργασία στο ArcView.....	116
Photo 6.3:	The picture ArcPad1.jpg after working with ArcView.....	116

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Εικόνα 7.1:	Ο γεωδαιτικός δέκτης Garmin GPS 38.....	119
Photo 7.1:	The Garmin GPS 38 receiver.....	119
Εικόνα 7.2:	To layer dromoi2.....	125
Photo 7.2:	The layer dromoi2.....	125
Εικόνα 7.3:	To layer staseis242.....	127
Photo 7.3:	The layer staseis242.....	127
Εικόνα 7.4:	Ρωτώντας πληροφορίες για το κτήριο Λαμπαδάριο.....	128

Photo 7.4:	Asking information for the building Lampadario.....	128
Εικόνα 7.5:	Αναζητώντας την πύλη “Ζωγράφου”.....	129
Photo 7.5:	Finding the gate “Zografou”.....	129
Εικόνα 7.6:	Μέτρηση απόστασης μεταξύ των δύο πυλών.....	130
Photo 7.6:	Measurement of the distance between the two gates.....	130
Εικόνα 7.7:	Μέτρηση εμβαδού του χώρου της Πολυτεχνειούπολης.....	131
Photo 7.7:	Measurement of the area in the University Campus.....	131
Εικόνα 7.8:	Πλοηγώντας το GPS στο επιλεγμένο χαρακτηριστικό, το κτήριο της Πρυτανείας.....	134
Photo 7.8:	Navigating the GPS to the selected feature, the building “Prytania”.....	134

Ευρετήριο Πινάκων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Πίνακας 2.1:	Οι παράμετροι του ελλειψοειδούς GRS80.....	13
Table 2.1:	The primary parameters of the ellipsoid GRS80.....	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Πίνακας 5.1:	Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή X, Y, Z στο σύστημα WGS84.....	83
Table 5.1:	The coordinates of points in X, Y, Z in WGS84.....	83
Πίνακας 5.2:	Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή φ , λ , h στο σύστημα WGS84.....	83
Table 5.2:	The coordinates of points in φ , λ , h in WGS84.....	83
Πίνακας 5.3:	Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή x , y στο σύστημα UTM.....	84
Table 5.3:	The coordinates of points in x , y in UTM.....	84
Πίνακας 5.4:	Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή X, Y, Z στο σύστημα ΕΓΣΑ87.....	85
Table 5.4:	The coordinates of points in X, Y, Z in ΕΓΣΑ87.....	85
Πίνακας 5.5:	Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή φ , λ , h στο σύστημα ΕΓΣΑ87.....	86
Table 5.5:	The coordinates of points in φ , λ , h in ΕΓΣΑ87.....	86
Πίνακας 5.6:	Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή E, N στο σύστημα ΕΓΣΑ87.....	86
Table 5.6:	The coordinates of points in E, N in ΕΓΣΑ87.....	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Πίνακας 6.1:	Ο πίνακας μετά την εφαρμογή της εντολής register.....	92
Table 6.1:	The registration table.....	92

Πίνακας 6.2:	Η μορφή ενός πίνακα *.PAT (πίνακα ιδιοτήτων).....	99
Table 6.2:	An example of a *.PAT table (feature attribute table).....	99
Πίνακας 6.3:	Η μορφή ενός πίνακα *.AAT (πίνακα ιδιοτήτων).....	100
Table 6.3:	An example of a *.AAT table (feature attribute table).....	100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Πίνακας 7.1:	Πληροφορίες για τον γεωδαιτικό δέκτη Garmin GPS 38 receiver...	120
Table 7.1:	Information about Garmin GPS 38 receiver.....	120

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Πίνακας 8.1:	Τα formats των αρχείων που υποστηρίζει το λογισμικό Arc Pad 5.0.....	138
Table 8.1:	Supported data formats for Arc Pad 5.0.....	138

Περίληψη

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μελέτη και υλοποίηση μιας εφαρμογής που στηρίζεται κυρίως στη σύνδεση δύο διαφορετικών επιστημονικών πεδίων. Έγινε μια προσπάθεια να συνδυαστούν το Σύστημα Δορυφορικού Εντοπισμού Θέσης (GPS) με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS), ώστε να αναπτυχθεί μια εφαρμογή των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, οι οποίες αναφέρονται διεθνώς ως Location Based Services.

Οι εφαρμογές της δορυφορικής τεχνολογίας στις γίνινες επιστήμες αναπτύσσονται συνεχώς με ραγδαίο ρυθμό. Ενώ το σύστημα GPS δημιουργήθηκε αρχικά για άλλες εφαρμογές, όπως στρατιωτική χρήση και πλοήγηση, στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκε η δυνατότητα χρήσης του στον προσδιορισμό της θέσης του ανθρώπου σε καθημερινές εφαρμογές. Ο προσδιορισμός της θέσης ανέκαθεν αποτέλεσε έναν πρωταρχικό σκοπό των ποικίλων δραστηριοτήτων (οικονομικών, επιστημονικών, κοινωνικών, κ.α.) του ανθρώπου, οπότε σήμερα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η χρήση του δορυφορικού συστήματος GPS για τέτοιες εφαρμογές.

Επίσης η σύγχρονη κοινωνία θεωρείται πλέον μια κοινωνία πληροφοριών και καθώς οι περισσότερες πληροφορίες έχουν σχέση με το γεωγραφικό χώρο, ζούμε ουσιαστικά σε μια κοινωνία γεωπληροφοριών. Η τεχνολογία των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών Σ.Γ.Π. με τις πολλές τους δυνατότητες, χρησιμοποιούνται σε πλήθος εφαρμογές, για κάθε ζήτημα ανάλυσης και σχεδιασμού, όπου η παράμετρος «γεωγραφικός χώρος» υπεισέρχεται άμεσα ή έμμεσα.

Η σύνδεση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών με το διαδίκτυο, την ασύρματη επικοινωνία και το Δορυφορικό Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS), έχουν προκαλέσει τις καινοτόμες Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, δηλαδή τις εφαρμογές που διαθέτουν στο χρήστη όλες τις πληροφορίες που βασίζονται σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική θέση, όπου και όποτε απαιτείται. Αρχικά εντοπίζεται η γεωγραφική θέση του χρήστη και στη συνέχεια παρέχονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για τις υπηρεσίες που αφορούν τη θέση αυτή.

Σκοπός της εφαρμογής που περιγράφεται στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είναι η ανάπτυξη και υλοποίηση μιας εφαρμογής των Υπηρεσιών

αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, σε palmtop, η οποία θα επιτρέπει μέσω της χρήσης ενός GPS χειρός, βγαίνοντας στο πεδίο να είναι γνωστή ανά πάσα χρονική στιγμή, η ακριβής θέση της συσκευής και στη συνέχεια να τεθούν κάποια ερωτήματα, είτε για τις υπηρεσίες που αφορούν τη συγκεκριμένη περιοχή, είτε δίνοντας έναν τελικό προορισμό να επιτευχθεί να πλοηγηθεί η συσκευή ως εκεί. Η εφαρμογή αρχικά θα γίνει σε ένα περιορισμένο πεδίο όπως είναι ο χώρος της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου για να αποκτηθεί εμπειρία πάνω στις Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης και στη συνέχεια να επεκταθεί και σε άλλες εφαρμογές.

Location Based Services

Diploma Thesis

Efthimia Georgiou

National Technical University of Athens

School of Rural and Surveying Engineering

Abstract

In the context of this particular thesis a survey and a realization of an application based mainly on the combination of two different scientific fields were made. An effort was made to combine the Global Positioning System with the Geographic Information Systems so that to create a Location Based Services application.

Satellite technology applications in the scientific areas, has grown at a great rate in the last couple of decades. While the Global Positioning System was created at the beginning serving other sectors like military usage and navigation, in the current thesis an analysis was carried out in order to define the possibility of its use in the determination of positioning in everyday's human endeavours. The definition of the location constituted a primary aim of many human activities (economic, scientific, social, etc...), a fact that has push the use of GPS for those specific implementations to become the center of considerable attention.

Furthermore, modern society is considered to be an information society and as most information is related to geographic data, in essence we live in a geoinformation society. The GIS technology with their huge development potentials, have been used in a great deal of implementations and applications concerning analysis and planning, where the parameter "geographic area" enters into a problem, indirectly or directly.

So the seamless combination of GIS with the Internet, wireless communication and GPS have generated the innovative so called Location Based Services, that is to say the applications which provide all the information based on a specific place wherever and whenever is necessary. Once a user's geographic position has been

determined, afterwards the available information regarding this particular location is given.

The aim of the following application in this particular thesis is the process of a location based services application, in a palmtop, so that to assist, whenever is needed, the exact device location in the field, through the use of a handled GPS. Then some questions would be posed, either for the services that concern the particular area or by giving a final destination so that the navigation of the device in the area would be achieved. For this experimentation the application was conducted in a confined area such as the National Technical University Campus so that to gain experience with the general concept of the Location Based Services and to acquire useful knowledge that would help in future implementations of such applications.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών οι υπηρεσίες πληροφοριών έχουν εξελιχθεί με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Ειδικότερα τα Χωρικά Συστήματα Πληροφοριών είναι μια ειδική περίπτωση πληροφοριακού συστήματος, όπου η πληροφοριακή βάση αποτελείται από παρατηρήσεις για χωρικά κατανεμημένα χαρακτηριστικά, δραστηριότητες ή γεγονότα. Σε αυτές τις παρατηρήσεις προστίθεται μια νέα διάσταση η οποία βασίζεται στον ακριβή προσδιορισμό της γεωγραφικής θέσης των εν λόγω χαρακτηριστικών, δραστηριοτήτων ή γεγονότων. Η σύνδεση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών με το διαδίκτυο, την ασύρματη επικοινωνία και το Δορυφορικό Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS), έχουν προκαλέσει τις καινοτόμες **Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης** ή όπως είναι διεθνώς γνωστές ως *Location Based Services*, οι οποίες έχουν σημαντικό αντίκτυπο σε πάρα πολλές εφαρμογές.

Από τους αρχαίους χρόνους, η προσπάθεια του ανθρώπου να προσδιορίζει την ακριβή θέση του, ήταν πρωταρχικής σπουδαιότητας και γι' αυτό κατά καιρούς υιοθετήθηκαν διάφορες μέθοδοι για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός. Κατά καιρούς ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τα αστέρια και διάφορα ορόσημα για να συγκεκριμενοποιήσει τη θέση του. Στη συνέχεια χρησιμοποίησε την πυξίδα, τους χάρτες και άλλες πολύπλοκες συσκευές. Όμως με την εξέλιξη της τεχνολογίας, η ανάγκη αυτή έγινε επιτακτική και ο άνθρωπος, ακολουθώντας τη φυσική ροή των πραγμάτων, άρχισε να σκέφτεται τρόπους ώστε να χρησιμοποιήσει τη θέση του για τις τεχνικές, τις εμπορικές και τις κοινωνικές παροχές του. Οι λύσεις για όλες αυτές τις ανάγκες είχαν στον πυρήνα τους τις χωρικές πληροφορίες. Έτσι συνειδητοποίησε π.χ. ότι εάν πρόκειται για ένα πρότυπο δικτύων ύδατος, για μια βάση δεδομένων αξιολόγησης ή για έναν περιβαλλοντικό λογιστικό έλεγχο, το χωρικό στοιχείο είναι το κοινό στοιχείο που συνδέει όλες αυτές τις σύνθετες διαδικασίες από κοινού.

Θα αρχίσουμε, παίρνοντας μία αίσθηση για το τι ακριβώς είναι οι Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, οι οποίες θα εξεταστούν αναλυτικά στο

κεφάλαιο 4. Ορίζονται ως οι εφαρμογές που παραδίδουν όλες τις πληροφορίες που βασίζονται σε μια συγκεκριμένη θέση, όπου και όποτε απαιτείται. Αρχικά εντοπίζεται η γεωγραφική θέση του χρήστη και στη συνέχεια παρέχονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για τις υπηρεσίες που αφορούν τη θέση αυτή. Κατά συνέπεια, οι Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, μπορούν να θεωρηθούν ότι παραδίδουν τις γεωγραφικές πληροφορίες μεταξύ των κινούμενων ή εν στάσει χρηστών με τη βοήθεια του διαδικτύου και ασύρματων δικτύων. Το διαδίκτυο είναι μια τεράστια πηγή πληροφοριών, υπηρεσιών και γνώσης, οι οποίες φέρνουν την άμεση χρησιμότητα και την ευκολία σε πολλά προβλήματα της καθημερινότητας. Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτές τις υπηρεσίες μέσω του υπολογιστή γραφείου, του κινητού τηλεφώνου, του προσωπικού ψηφιακού βοηθού, του «μπίπερ», ή άλλης συσκευής. Η δυνατότητα αυτή προσδίδει μια συναρπαστική προοπτική, η οποία θα μπορούσε να απευθυνθεί σε πολλούς και διαφορετικούς χρήστες. Οι Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης αναμένεται να διευκολύνουν την παράδοση των χωρικών στοιχείων σε συνδυασμό με την παροχή των πληροφοριών δρομολόγησης και εύρεσης κατεύθυνσης.

Η διαδικασία που ακολουθείται, είναι να προσδιοριστεί η θέση του χρήστη (δηλαδή το στίγμα του), τα γεωγραφικά στοιχεία εκείνης της θέσης και το αντίστοιχο λογισμικό, ώστε να υποβληθούν σε επεξεργασία τα δεδομένα θέσης μαζί με τα γεωγραφικά στοιχεία και να παραχθούν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για τη συγκεκριμένη θέση. Ιδιαίτερα σήμερα όπου οι εξελίξεις στον τομέα του Δορυφορικού Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (GPS), στις Τηλεπικοινωνίες και στον τομέα των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) είναι ραγδαίες, κατάφεραν να τροφοδοτήσουν με νέες ιδέες την παραγωγική βιομηχανία και να πραγματοποιήσουν εντυπωσιακές εφαρμογές σε σχέση με τις Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται μια προσπάθεια υλοποίησης μιας τέτοιας εφαρμογής που χρησιμοποιεί την τεχνολογία των Υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης. Συγκεκριμένα πρόκειται για μια εφαρμογή σε palmtop, η οποία αφού συνδεθεί με ένα GPS χειρός, θα είναι σε θέση βγαίνοντας στο πεδίο να δίνει ανά πάσα χρονική στιγμή, την ακριβή θέση της συσκευής και στη συνέχεια να τεθούν κάποια ερωτήματα είτε για τις υπηρεσίες που αφορούν τη συγκεκριμένη περιοχή, είτε δίνοντας έναν τελικό προορισμό να επιτευχθεί να πλοηγηθεί η συσκευή

ως εκεί. Η εφαρμογή αυτή αποτελεί έναν συνδυασμό των GIS και του GPS, η οποία αποφασίστηκε αρχικά να γίνει σε ένα περιορισμένο πεδίο όπως είναι ο χώρος της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου για να αποκτηθεί εμπειρία πάνω στις Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης και στη συνέχεια να επεκταθεί και σε άλλες σχετικές εφαρμογές.

Συγκεκριμένα τα κεφάλαια που ακολουθούν συνοψίζονται ως εξής :

Αρχικά γίνεται μια γενική αναφορά στο παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού GPS και στις τεχνικές χρήσεις που έχουν αναπτυχθεί ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα μέρη, τα στάδια και οι διαδικασίες των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, για να συνδυαστούν τα δύο αυτά επιστημονικά πεδία και να δημιουργήσουν τις Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης και τις εφαρμογές τους.

Για να υλοποιηθεί η συγκεκριμένη εφαρμογή, περιγράφεται αναλυτικά η προετοιμασία, οι εργασίες πεδίου, η μεθοδολογία, οι δέκτες και τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των παρατηρήσεων. Στη συνέχεια ακολουθούν οι εργασίες στο γραφείο που περιέχουν το χτίσιμο της συγκεκριμένης εφαρμογής με τη χρήση τριών λογισμικών (Arc Info, Arc Pad και Arc View) που πραγματοποιείται τελικά με τις δοκιμές στο πεδίο και τα διάφορα σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν.

Τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρωτογενής εμπειρία και γνώση για την επέκταση της εφαρμογής στο μέλλον, αλλά και γενικότερα για την υλοποίηση παρόμοιων εφαρμογών των Υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού GPS

2.1 Εισαγωγή

Ο προσδιορισμός της θέσης αποτέλεσε έναν πρωταρχικό σκοπό των δραστηριοτήτων (οικονομικών, επιστημονικών, κοινωνικών, κ.α.) του ανθρώπου. Για το σκοπό αυτό, κατά το πέρασμα των αιώνων, επινοήθηκαν και εφαρμόστηκαν διάφοροι μέθοδοι προσδιορισμού θέσης.

Από τους προϊστορικούς χρόνους, οι άνθρωποι των σπηλαίων χρησιμοποίησαν διάφορα ορόσημα και σημάδια των σπηλαίων, ενώ οι πρώτοι ναυτικοί ακολούθησαν την ακτογραμμή ή τα στενά για να μη χάσουν το δρόμο τους. Οι επόμενες σημαντικές εξελίξεις ήταν η μαγνητική πυξίδα, ο εξάντας και τα χρονόμετρα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για να παρέχουν πληροφορίες γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους. Στις αρχές του 20ού αιώνα διάφορα συστήματα ναυσιπλοΐας βασισμένα στη χρήση ραδιοκυμάτων κάνουν την εμφάνισή τους, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ευρέως κατά τη διάρκεια του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου. Μερικά επίγεια συστήματα ραδιοπλοήγησης είναι σε χρήση ακόμα και σήμερα. Ένα μειονέκτημα της χρησιμοποίησης των ραδιοκυμάτων που δημιουργούνται από επίγεια συστήματα, είναι ότι πρέπει να επιλέξουμε μεταξύ ενός συστήματος που παρέχει υψηλή ακρίβεια αλλά δεν καλύπτει μια ευρεία περιοχή, ή ενός συστήματος που καλύπτει μια ευρεία περιοχή αλλά δεν είναι πολύ ακριβές. Τα υψηλής συχνότητας ραδιοκύματα μπορούν να παρέχουν την θέση ενός χρήστη με ακρίβεια αλλά χρησιμεύουν μόνο σε περιορισμένη εμβέλεια γύρω από τους σταθμούς που εκπέμπουν τα εν λόγω ραδιοκύματα. Τα ραδιοκύματα χαμηλότερης συχνότητας μπορούν να καλύψουν μια μεγαλύτερη περιοχή, αλλά δεν παρέχουν υψηλή ακρίβεια.

Ο μόνος τρόπος να παρασχεθεί πλήρης κάλυψη για ολόκληρο τον κόσμο είναι να τοποθετηθούν οι υψηλής συχνότητας ραδιοσυσκευές αποστολής σημάτων στο διάστημα, γεγονός που έχει οδηγήσει στις σύγχρονες μη επίγειες μεθόδους προσδιορισμού θέσης που βασίζονται κυρίως σε δορυφορικές ή διαστημικές τεχνολογίες, οι οποίες έχουν αναπτυχθεί μετά το 1957. Σήμερα τα κυριότερα

γεωδαιτικά δορυφορικά συστήματα περιλαμβάνουν: το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού (Global Positioning System, GPS), το GLONASS και άλλα λιγότερο ίσως γνωστά όπως το DORIS, το ARGOS, κ.α., τα οποία βασίζονται στη χρήση μικροκυμάτων που εκπέμπονται από δορυφόρους.

2.2 Εντοπισμός

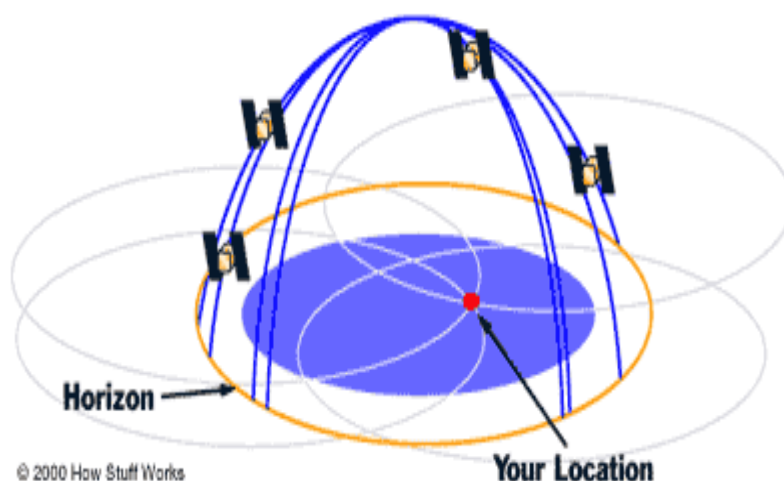
Λέγοντας εντοπισμό εννοούμε τον προσδιορισμό της θέσης ενός αντικειμένου στο χώρο, η οποία εκφράζεται σε συντεταγμένες σε κάποιο σύστημα αναφοράς. Ο εντοπισμός θέσης μπορεί να γίνει ανάλογα με τις συγκεκριμένες ανάγκες, είτε σε σχέση με κάποιο παγκόσμιο σύστημα αναφοράς που είναι συνήθως γεωκεντρικό, είτε σε σχέση με κάποιο άλλο σημείο ή με πολλαπλά σημεία ενός γεωδαιτικού δικτύου σε ένα τοπικό σύστημα αναφοράς. Υπάρχουν δύο είδη εντοπισμού: ο *απόλυτος* και ο *σχετικός*.

Ο **απόλυτος εντοπισμός** πραγματοποιείται σε σχέση με την αρχή ενός συστήματος συντεταγμένων του οποίου η αρχή είναι μοναδικά προσδιορισμένη και σε γενικές γραμμές απρόσιτη (π.χ. το γεωκέντρο). Για την εκτέλεση απόλυτου εντοπισμού, το σύστημα αναφοράς είναι απόλυτα ορισμένο και ελέγχεται με μετρήσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Δεν είναι δυνατή η άμεση πρόσβαση στην αρχή του αλλά ούτε και στους άξονες αναφοράς. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η αρχή του συστήματος αναφοράς είναι το κέντρο της γης (γεωκεντρικό). Ο απόλυτος εντοπισμός με τη χρήση δορυφορικών συστημάτων πραγματοποιείται πάντοτε με τη χρήση ενός μόνο δέκτη και δίνει αποτελέσματα με ακρίβεια 5 - 10 m.

Ο **σχετικός εντοπισμός** πραγματοποιείται σε σχέση με ένα άλλο σημείο ενός τοπικού συστήματος αναφοράς. Για την εκτέλεση σχετικού εντοπισμού σημείου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε τοπικό σύστημα αναφοράς και η διαφοροποίηση του με τον απόλυτο εντοπισμό, έγκειται στο γεγονός ότι η θέση ενός σημείου είναι αποτέλεσμα μετρήσεων που γίνονται σε σχέση με ένα άλλο γνωστό σημείο. Η διαδικασία για τον σχετικό εντοπισμό της θέσης ενός σημείου είναι γενικά ευκολότερη από εκείνη του απόλυτου εντοπισμού και δίνει αποτελέσματα με ακρίβεια λίγων mm.

2.3 Το σύστημα GPS

Το **Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού GPS** (*Global Positioning System*) είναι ένα σύστημα πλοήγησης που βασίζεται στις αρχές λειτουργίας των παθητικών δορυφορικών συστημάτων ναυσιπλοΐας και εξασφαλίζει συνεχή, παγκόσμια, κάτω από οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες, πλοήγηση (τρισδιάστατη θέση, ταχύτητα, χρόνο) σε απεριόριστο αριθμό χρηστών (Παραδείσης, 2000). Ταυτόχρονες μετρήσεις αποστάσεων με μικροκύματα (L-Band), μαζί με μετρήσεις του φαινομένου Doppler, σε τουλάχιστον τέσσερις δορυφόρους, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.1, χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό αυτών των παραμέτρων με μια τυπική ακρίβεια στιγμιαίου εντοπισμού, καλύτερου των 10 m και ταχύτητας της τάξης των 0.05 m/sec. Για γεωδαιτικές εφαρμογές, η ακρίβεια αυτή είναι δυνατόν να βελτιωθεί, χρησιμοποιώντας μετρήσεις φάσης του φέροντος κύματος.



Εικόνα 2.1: Μετρήσεις σε τουλάχιστον 4 δορυφόρους

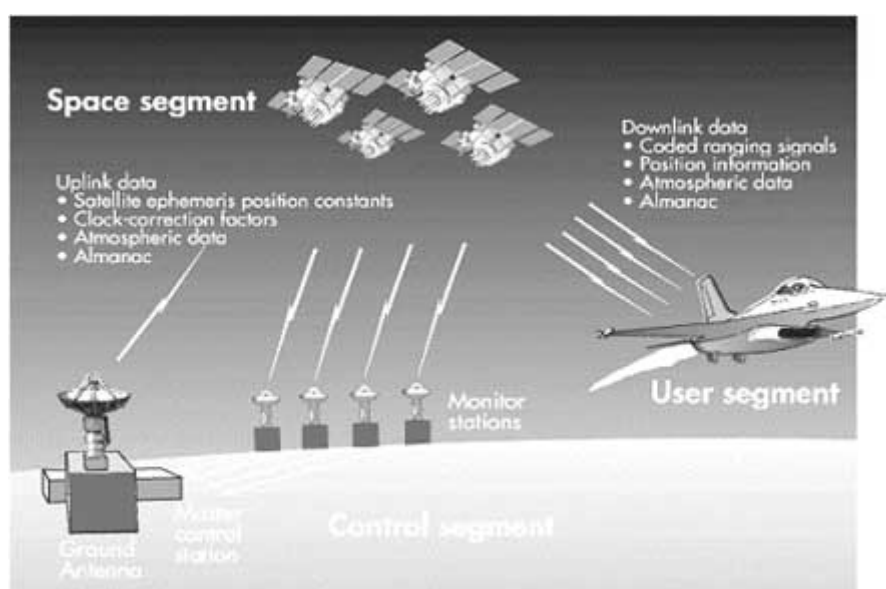
Photo 2.1: Measurements in at least 4 satellites

Η ανάπτυξη του δορυφορικού συστήματος GPS άρχισε στο τέλος της δεκαετίας του '70 ενώ ολοκληρώθηκε πλήρως στο τέλος του 1993. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1990, το σύστημα GPS αντικατέστησε τα ηλεκτρονικά συστήματα εντοπισμού (επίγεια ή δορυφορικά). Ενώ το σύστημα GPS σχεδιάστηκε αρχικά και αναπτύχθηκε από τις ΗΠΑ για να ικανοποιήσει κυρίως στρατιωτικές ανάγκες ναυσιπλοΐας, σήμερα χρησιμοποιείται για τις διάφορες εφαρμογές πλοήγησης και τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης σημείων.

Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος GPS, στις επόμενες ενότητες αναφερόμαστε συνοπτικά στα τμήματα του συστήματος GPS, στο σύστημα αναφοράς που θα χρησιμοποιήσουμε, στις πληροφορίες που παρέχει το εκπεμπόμενο σήμα του GPS, στον τρόπο και στο είδος των μετρήσεων, στα σφάλματα που υπεισέρχονται στις μετρήσεις και σε μερικές από τις τυπικές εφαρμογές του.

2.4 Τα τμήματα του συστήματος GPS

Το GPS αποτελείται από τρία κυρίως λειτουργικά τμήματα: το τμήμα διαστήματος, το τμήμα επίγειου ελέγχου και το τμήμα των χρηστών.



Εικόνα 2.2: Τα τρία τμήματα του συστήματος GPS

Photo 2.2: The three segments of GPS

(web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/techgp0045.htm>)

2.4.1 Το τμήμα διαστήματος

Το τμήμα διαστήματος περιλαμβάνει 24 δορυφόρους (από τους οποίους τρεις είναι εφεδρικοί) κατανεμημένους σε 6 τροχιακά επίπεδα με κλίση 55^0 ως προς τον ισημερινό και σε ύψος περίπου 20200 km, με περίοδο περιστροφής 12 ώρες (Δεληκαράογλου, 2002α). Ο πρώτος δορυφόρος GPS εκτοξεύθηκε το 1978. Από το 1989 ως το 1993, εκτοξεύθηκαν σταδιακά οι υπόλοιποι 22 και το 1994, με την

λειτουργία του 24ου δορυφόρου, ολοκληρώθηκε ο πλήρης δορυφορικός σχηματισμός και η λειτουργία του συστήματος εισήλθε στην επιχειρησιακή της φάση.



Εικόνα 2.3: Το τμήμα διαστήματος του GPS

Photo 2.3: The space segment of GPS

Οι δορυφόροι εκπέμπουν σήματα και κωδικοποιημένες πληροφορίες στην περιοχή των μικροκυμάτων (L-band) του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και έχουν τοποθετηθεί σε τέτοια διάταξη, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη κάλυψη της γης και από οποιοδήποτε σημείο της γης να φαίνονται πάντα τουλάχιστον 4 δορυφόροι. Η συχνότητα εμφάνισης των δορυφόρων, από κάθε σημείο της γης, εξαρτάται από το γεωγραφικό μήκος και πλάτος του σημείου. Γενικά η περίοδος ορατότητας του κάθε δορυφόρου είναι συνάρτηση της γωνίας ύψους του δορυφόρου από την οποία εξαρτάται και η λήψη του σήματος.

2.4.2 Το τμήμα επίγειου ελέγχου

Το τμήμα επίγειου ελέγχου παρακολουθεί, ενημερώνει και κατευθύνει την λειτουργία κάθε δορυφόρου του συστήματος. Αποτελείται από πέντε κατάλληλα κατανεμημένους σ' όλη την υφήλιο σταθμούς παρακολούθησης (Monitor Stations), όπως φαίνονται στην Εικόνα 2.4, τρεις σταθμούς επικοινωνίας (Upload Ground Antennas) και ένα κεντρικό σταθμό ελέγχου (Master Control Station) (Παραδείσης, 2000).



Εικόνα 2.4: Οι 5 σταθμοί παρακολούθησης

Photo 2.4: The 5 Monitor Stations

Οι επίγειοι σταθμοί παρακολούθησης πραγματοποιούν συνεχώς μετρήσεις σε δυο συχνότητες (όπως αναφέρεται αργότερα στην ενότητα 2.8.3) χρησιμοποιώντας όλους τους εκάστοτε ορατούς δορυφόρους. Η λειτουργία τους είναι απολύτως αυτοματοποιημένη και εξασφαλίζει συνεχή παρακολούθηση των δορυφόρων. Τα δεδομένα των παρατηρήσεων μεταδίδονται στον κεντρικό σταθμό ελέγχου για τον υπολογισμό (πρόβλεψη) των εφημερίδων (τροχιών) των δορυφόρων και των διορθωτικών παραμέτρων για τα μοντέλα των σφαλμάτων των χρονομέτρων των δορυφόρων.

Ο κεντρικός σταθμός ελέγχου, ελέγχει ολοκληρωτικά την λειτουργία του δορυφορικού και του επίγειου λειτουργικού τμήματος εδάφους του GPS. Επεξεργάζεται συνεχώς τα δεδομένα παρατηρήσεων, υπολογίζει τις εφημερίδες των δορυφόρων και ενεργοποιεί την διαδικασία ενημέρωσής τους. Έχει τη δυνατότητα επέμβασης στον δορυφορικό σχηματισμό, τροποποιώντας την θέση και την λειτουργία των δορυφόρων, π.χ. στην περίπτωση τεχνικών δυσκολιών ή προβλημάτων. Οι διαδικασίες είναι αυτοματοποιημένες και διατίθεται εφεδρικός εξοπλισμός, που λειτουργεί σε περίπτωση βλάβης του συστήματος.

Οι σταθμοί επικοινωνίας χρησιμοποιούν επίγειες κεραίες που μεταδίδουν ραδιοκύματα στην περιοχή S του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ως δεδομένα στον επεξεργαστή και στη μνήμη του δορυφόρου.

2.4.3 Το τμήμα χρηστών

Το τμήμα χρηστών, αποτελείται από όλους τους χρήστες που εφόσον είναι εφοδιασμένοι με κατάλληλο εξοπλισμό, μπορούν να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες του συστήματος για ναυσιπλοΐα, γεωδαισία ή άλλες χρήσεις. Ο εξοπλισμός των χρηστών είναι ουσιαστικά ένας δέκτης GPS, ο οποίος ανιχνεύει, αποκωδικοποιεί και επεξεργάζεται τα σήματα των δορυφόρων. Οι δέκτες GPS μπορούν να εγκατασταθούν σε αεροσκάφη, σε πλοία, σε υποβρύχια, σε αυτοκίνητα ακόμα και σε κινητά τηλέφωνα.



Εικόνα 2.5: Το τμήμα χρηστών του GPS

Photo 2.5: The user segment of GPS

2.5 Συστήματα αναφοράς

Για την επίλυση των αστρονομικών, γεωδαιτικών και γεωφυσικών προβλημάτων είναι απαραίτητη η επιλογή ενός Συστήματος Αναφοράς. Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος είναι ιδιαίτερα κρίσιμη. Τα Συστήματα Αναφοράς διακρίνονται σε Συμβατικά Γεωδαιτικά και σε Δορυφορικά.

Ένα **Συμβατικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς** ορίζεται με τις γεωδαιτικές συντεταγμένες, που δίνονται στην αφετηρία (αρχικό σημείο) του συστήματος ($\varphi_0, \lambda_0, h_0$) και με τις παραμέτρους του ελλειψοειδούς αναφοράς (a, f). Δίνεται ακόμα το γεωδαιτικό αζιμούθιο (α_0) μιας γραμμής (συνήθως εκείνο που συνδέει το αρχικό σημείο με κάποιο άλλο) (Βέης, Μπιλλήρης, Παπαζήση, 1992).

Οι συμβατικές τιμές $\varphi_0, \lambda_0, \alpha_0$ λαμβάνονται κατά κανόνα με αστρονομικές παρατηρήσεις και στις πιο πολλές περιπτώσεις ισχύει:

$$\varphi = \Phi, \lambda = \Lambda, \alpha = A$$

όπου Φ, Λ, A τα αστρονομικά πλάτος, μήκος, αζιμούθιο.

Η τρίτη συνιστώσα, το γεωμετρικό υψόμετρο h_0 προσδιορίζεται από γεωμετρική χωροστάθμιση.

Τα συστήματα αυτά υλοποιούνται με τις συντεταγμένες των τριγωνομετρικών σημείων του εθνικού γεωδαιτικού δικτύου κάθε χώρας.

Σε περιπτώσεις **Δορυφορικού Εντοπισμού**, όπου προσδιορίζεται η θέση σημείων επί της γης ή πάνω από την επιφάνειά της με χρήση κατάλληλων μετρήσεων προς ειδικούς τεχνητούς δορυφόρους, ο δορυφόρος κινείται έξω από τη γη και πολύ γρήγορα, αλλά και η γη περιστρέφεται και περιφέρεται γύρω από τον ήλιο. Η γη περιστρέφεται ως προς τον στιγμιαίο άξονα περιστροφής της, επειδή αυτός ακολουθεί την μετάπτωση, την κλόνιση και την κίνηση του πόλου. Επειδή ο άξονας αυτός δίνει τον προσανατολισμό της γης στο χώρο και είναι άξονας αδρανείας, επιβάλλεται η χρήση ενός συστήματος το οποίο θα περιστρέφεται με τη γη (*ECEF- Earth Centered Earth Fixed*).

Σε ένα **Δορυφορικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς** ως άξονας των Z λαμβάνεται ο μέσος πόλος (άξονας περιστροφής) της περιόδου 1900-1905 (*CIO- Conventional International Origin*), ως κέντρο του συστήματος λαμβάνεται το κέντρο μάζας της γης (*ECI- Earth Centered Inertial System*), ο άξονας των X περνάει από τον μεσημβρινό του Greenwich και ο άξονας των Y απλώς συμπληρώνει το δεξιόστροφο σύστημα (Παραδείσης, 2000). Το σύστημα υλοποιείται μέσω των εκπεμπόμενων τροχιών των δορυφόρων GPS. Το Σύστημα Αναφοράς που χρησιμοποιείται στο GPS είναι το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς WGS 84, το οποίο αναλύεται στη συνέχεια.

2.5.1 Το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς WGS 84

Το **Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς WGS 84** (*World Geodetic System 1984*) είναι το σύστημα στο οποίο αναφέρεται το μήνυμα ναυσιπλοΐας των δορυφόρων GPS. Επομένως κάθε χρήστης που χρησιμοποιεί το σύστημα GPS για εντοπισμό, εκφράζει υποχρεωτικά τη θέση του σε συντεταγμένες που αναφέρονται στο WGS 84. Το WGS 84 είναι ένα γήινο σύστημα αναφοράς, το οποίο έχει οριστεί με βάση τις μηχανικές ιδιότητες της γης και η υλοποίηση του έχει επιτευχθεί σαν αποτέλεσμα παρατηρήσεων διαφόρων δορυφόρων με τη μέθοδο μετρήσεων Doppler (όπως αναφέρεται στην ενότητα 2.8.2). Συγκεκριμένα το WGS 84 ορίζεται ως εξής (Δεληκαράογλου, 2002γ):

- Η αρχή του συστήματος των καρτεσιανών συντεταγμένων είναι το κέντρο της γης.
- Ο άξονας Z είναι παράλληλος προς τη διεύθυνση του μέσου (συμβατικού) γήινου πόλου (όπως ορίζεται από το Bureau International de l' Heure - BIH).
- Ο άξονας X ορίζεται σαν η τομή του μεσημβρινού Greenwich και του ισημερινού που αντιστοιχεί στο μέσο γήινο πόλο
- Ο άξονας Y ορίζεται ώστε να συμπληρώνεται ένα δεξιόστροφο ορθογώνιο σύστημα

Το WGS 84 χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές GRS80, είναι γεωκεντρικό και περιλαμβάνει μοντέλο του γήινου πεδίου βαρύτητας εκφρασμένου από μία σειρά αρμονικών σφαιρικών συντελεστών. Στον Πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι παράμετροι του ελλειψοειδούς GRS80, όπως ορίζονται για το WGS 84.

Παράμετρος	Συμβολισμός	Τιμή
Επιπλάτυνση του ελλειψοειδούς	f	1/298.257223563
Μεγάλος ημιάξονας	a	6378137 ± 2 m
Μικρός ημιάξονας	b	6356752.3142 m
Γωνιακή ταχύτητα	ω	7.292115×10^{-5} rad /s
Γεωκεντρική σταθερά της βαρύτητας	GM	$398600.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$

Πίνακας 2.1: Οι παράμετροι του ελλειψοειδούς GRS80

Table 2.1: The primary parameters of the ellipsoid GRS80

(Δεληκαράογλου, 2002γ)

2.6 Το εκπεμπόμενο σήμα του δορυφόρου GPS

Επειδή το GPS είναι ένα παθητικό σύστημα εντοπισμού θέσης, όλη η πληροφορία που απαιτείται για τον εντοπισμό της θέσης του χρήστη παρέχεται μέσω του σήματος του δορυφόρου. Αυτή η πληροφορία περιλαμβάνει την ένδειξη του χρόνου στον οποίο αναφέρεται η εκπεμπόμενη πληροφορία και τη θέση του δορυφόρου στο χρόνο εκπομπής.

Οι δορυφόροι παράγουν δύο είδη σήματος. Το πρώτο, που στην ορολογία του δορυφορικού εντοπισμού ονομάζεται “*carrier*” ή **το φέρον κύμα** και πραγματοποιεί μετρήσεις με ενδογενή ακρίβεια περίπου 1 mm. Το δεύτερο, που ονομάζεται “*code*” ή **κώδικας** και πραγματοποιεί μετρήσεις με ενδογενή ακρίβεια περίπου 1 m.

Ο δορυφόρος εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα στην περιοχή L του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, σε δύο φέρουσες συχνότητες. Τα εκπεμπόμενα σήματα βασίζονται στη θεμελιώδη συχνότητα $f = 10.23$, όπως φαίνεται παρακάτω:

$L1 = 1575.42 \text{ MHz} (= 154 \times f = 154 \times 10.23)$, με μήκος κύματος $\lambda = 19.05 \text{ cm}$ και

$L2 = 1227.60 \text{ MHz} (= 120 \times f = 120 \times 10.23)$, με μήκος κύματος $\lambda = 24.45 \text{ cm}$

Ο δορυφόρος χρησιμοποιεί τις δύο φέρουσες συχνότητες L1 και L2 για την εξάλειψη της επίδρασης της ιονόσφαιρας.

Οι κώδικες οι οποίοι χρησιμοποιούνται είναι τρεις:

Ο **κώδικας P** (*Precise Code*), ακριβής-στρατιωτικός κώδικας, είναι ένας ψευδοτυχαίος κώδικας (μια σειρά ± 1) με τον οποίο διαμορφώνεται το συνημιτονοειδές μέρος της συχνότητας L1 και επαναλαμβάνεται κάθε 266.4069 ημέρες. Σε κάθε δορυφόρο αντιστοιχίζεται ένα εβδομαδιαίο μοναδικό τμήμα αυτού του κώδικα χωρίς να υπάρχουν επικαλύψεις με τους άλλους δορυφόρους.

Ο **κώδικας C/A** (*Coarse Acquisition Code*), βοηθητικός-πολιτικός κώδικας, είναι ένας ψευδοτυχαίος κώδικας (μια σειρά ± 1) με τον οποίο διαμορφώνεται το ημιτονοειδές μέρος της συχνότητας L1 και επαναλαμβάνεται κάθε msec.

Εκτός από τους δυο παραπάνω κώδικες, το ημιτονοειδές και το συνημιτονοειδές σήμα του δορυφόρου διαμορφώνονται και με τον λεγόμενο **κώδικα D(t)** (*Data Code*), που αποτελεί μια σειρά δεδομένων χαμηλού ρυθμού εκπομπής, που περιέχει

το μήνυμα ναυσιπλοΐας (*navigation message*) του δορυφόρου και είναι και αυτός μια σειρά από δυαδικά ψηφία ± 1 . Ο κώδικας D περιέχει πληροφορίες σχετικά με την τροχιά του δορυφόρου, την χρονική στιγμή εκπομπής του σήματος, την επίδραση της ατμόσφαιρας στο σήμα και τη γενική κατάσταση λειτουργίας των δορυφόρων.

Ενώ η φέρουσα συχνότητα L1 είναι διαμορφωμένη και με τους δύο κώδικες, τον ευρείας λήψης C/A κώδικα και τον P κώδικα, η συχνότητα L2 διαμορφωμένη μόνο με τον P κώδικα. Και οι δύο συχνότητες φέρουν επίσης το μήνυμα ναυσιπλοΐας.

Η διαμόρφωση του σήματος με τον κώδικα P ή C/A εξυπηρετεί την χρονομέτρηση κάθε παρατήρησης (Παραδείσης, 2000). Αν ταυτόχρονα με τον δορυφόρο, το ίδιο σήμα δημιουργείται και στον δέκτη, η διαφορά χρόνου μεταξύ του σήματος που εισέρχεται στον δέκτη και του πανομοιότυπου σήματος που παράγεται στο δέκτη, αντιστοιχεί στο χρόνο που έκανε το σήμα για να καλύψει την απόσταση δορυφόρου-δέκτη (όπως αναφέρεται στην ενότητα 2.8.1). Ο κώδικας P, λόγω της υψηλότερης συχνότητας δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια στον χρονομέτρηση, άρα και στον προσδιορισμό της απόστασης. Ο δέκτης όμως είναι αδύνατο να εντοπίσει σε ποιο σημείο βρίσκεται ο κώδικας P, λόγω της μεγάλης του διάρκειας των 267 περίπου ημερών. Χρειάζεται η βοήθεια του κώδικα C/A, ώστε να εντοπισθεί για συγκεκριμένη χρονική στιγμή σε ποιο σημείο βρίσκεται ο κώδικας P.

2.7 Οι εφημερίδες των δορυφόρων GPS

Οι χρήστες του συστήματος GPS, για να υπολογίσουν τη θέση τους χρειάζονται δεδομένα για τη λειτουργία του δορυφόρου (*health status*), πληροφορία χρόνου για τη μεταφορά της παρακολούθησης του σήματος από τον κώδικα C/A στον κώδικα P, τις παραμέτρους για τον υπολογισμό της διόρθωσης του χρονομέτρου, τα τροχιακά στοιχεία του δορυφόρου και τις διορθώσεις για την καθυστέρηση της διάδοσης του σήματος λόγω της ιονόσφαιρας (Παραδείσης, 2000).

Όλες οι παραπάνω πληροφορίες περιέχονται στο μήνυμα ναυσιπλοΐας. Κάθε δορυφόρος εκπέμπει το μήνυμά του κάθε 30 sec. Αυτό το μήνυμα αποκωδικοποιείται από τον δέκτη και μετατρέπεται σε θέση και ταχύτητα για τον δορυφόρο για οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Οι πληροφορίες για την τροχιά του δορυφόρου που περιέχεται στο μήνυμα που εκπέμπεται αποτελούν την λεγόμενη εκπεμπόμενη εφημερίδα. Οι εφημερίδες των δορυφόρων προσδιορίζονται από το τμήμα ελέγχου στο έδαφος (όπως ήδη αναφέρθηκε στην ενότητα 2.4.2). Οι εκπεμπόμενες εφημερίδες

υπολογίζονται κυρίως από τους οργανισμούς που είναι υπεύθυνοι για τη λειτουργία των εκάστοτε δορυφόρων και η αντίστοιχη πληροφορία διατίθεται στους χρήστες συνήθως σε μια πιο εύχρηστη μορφή.

Οι τροχιές που υπολογίζονται προεκτείνονται στο μέλλον, κωδικοποιούνται και φορτώνονται στη μνήμη των δορυφόρων κάθε 26 ώρες. Η εφημερίδα δίνεται με τη μορφή Κεπλέρων στοιχείων και αντίστοιχες διορθώσεις, που επιτρέπουν τον υπολογισμό των αποκλίσεων (παρέλξεων) της εκάστοτε δορυφορικής τροχιάς, από την κανονική τροχιά που εκφράζουν τα Κεπλέρια στοιχεία. Συνολικά 16 παράμετροι περιγράφουν τα Κεπλέρια στοιχεία και τις παρέλξεις στην εφημερίδα.

2.8 Μετρήσεις στο σύστημα GPS

Για την επίλυση διαφόρων προβλημάτων προσδιορισμού της τροχιάς των δορυφόρων και του εντοπισμού σημείων στην επιφάνεια της γης, το είδος και η ποιότητα των μετρήσεων, που συλλέγονται από επίγειους σταθμούς παρακολούθησης των δορυφόρων, παίζουν σημαντικό ρόλο. Οι συλλεγόμενες δορυφορικές παρατηρήσεις συνήθως εκφράζονται από μαθηματικές συναρτήσεις της θέσης των δορυφόρων και των σταθμών. Οι δέκτες του συστήματος GPS, μπορούν να πραγματοποιήσουν μετρήσεις της ψευδοαπόστασης, μετρήσεις Doppler και μετρήσεις της φάσης του φέροντος κύματος.

2.8.1 Μέτρηση της ψευδοαπόστασης

Οι δέκτες του συστήματος GPS, συγκρίνουν τους λαμβανόμενους κώδικες (που εκπέμπονται από τους δορυφόρους) με αντίγραφα που παράγουν οι ίδιοι από τις γνωστές σχέσεις, που εκφράζουν την αλληλουχία των αριθμοσειρών από +1 και -1, που αποτελούν τον C/A ή τον P κώδικα. Αυτοί οι κώδικες (δορυφόρων και δεκτών) αν και παράγονται κατά όμοιο ακριβώς τρόπο, δεν ταυτίζονται σε χρόνο. Η αναγκαία μετατόπιση που χρειάζονται οι δύο κώδικες για να ταυτιστούν, αντιστοιχεί σε διαφορά χρόνου, η οποία πολλαπλασιαζόμενη με την ταχύτητα του φωτός στο κενό c , δίνει την απόσταση δορυφόρου-δέκτη (Παραδείσης, 2000). Ο χρόνος διάδοσης του σήματος προσδιορίζεται από την εκτροπή (*offset*) που πρέπει να δώσουμε στον κώδικα του δέκτη για να συγχρονιστεί με τον κώδικα που δέχεται από τον δορυφόρο. Αυτή η μέτρηση περιέχει ορισμένα σφάλματα, όπως την ατμοσφαιρική διάθλαση, αλλά και τα σφάλματα των χρονομέτρων των δορυφόρων και του δέκτη, για αυτό

ονομάζεται *ψευδοαπόσταση*. Με μετρήσεις ψευδοαποστάσεων προσδιορίζεται το διάνυμα από το κέντρο μάζας της γης μέχρι τον παρατηρητή. Η αναμενόμενη ακρίβεια του εντοπισμού είναι της τάξης των μερικών μέτρων.

Η θέση του παρατηρητή προσδιορίζεται με μέτρηση των αποστάσεων σε τέσσερις δορυφόρους με τη βοήθεια του χρόνου μετάδοσης ενός σήματος από τον δορυφόρο στον παρατηρητή. Ο χρόνος μετριέται με δύο χρονόμετρα, ένα στο δορυφόρο και ένα στον δέκτη του παρατηρητή. Επειδή το χρονόμετρο του παρατηρητή δεν είναι ιδιαίτερα ακριβές (όπως του δορυφόρου που είναι υψηλής ποιότητας ατομικό χρονόμετρο που ελέγχεται συνεχώς) η απόσταση που προσδιορίζεται δεν είναι σωστή και για αυτό θα πρέπει η κατάσταση του χρονομέτρου ΔT (δηλαδή το σφάλμα του) να θεωρηθεί σαν συμπληρωματικός άγνωστος. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν αρκούν αποστάσεις από τρεις δορυφόρους για τον προσδιορισμό της θέσης (X, Y, Z) αλλά χρειάζεται και η απόσταση προς ένα τέταρτο, ώστε να υπάρξουν τέσσερις εξισώσεις με τέσσερις αγνώστους. Αν παρατηρηθούν περισσότεροι από τέσσερις δορυφόροι, τότε το σύστημα επιλύεται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (M.E.T.).

2.8.2 Μέτρηση Doppler

Σύμφωνα με το **φαινόμενο Doppler** (*doppler shift*) η συχνότητα ενός ραδιοκύματος που εκπέμπεται από μια πηγή αλλάζει, ανάλογα με την κίνησή της ως προς τον παρατηρητή ή την κίνηση του παρατηρητή ή και των δύο. Το ίδιο ακριβώς φαινόμενο παρατηρείται και στην περίπτωση των μετρήσεων στους δορυφόρους GPS. Όλα τα δορυφορικά συστήματα Doppler βασίζονται στην τεχνική της σύγκρισης της γνωστής και σταθερής συχνότητας των ραδιοκυμάτων, που εκπέμπονται από κάποιο δορυφόρο, με την αντίστοιχη συχνότητα των ραδιοκυμάτων που δέχεται ένας σταθμός (Δεληκαράογλου, 2002β).

Έτσι, αν f_s είναι η ονομαστική σταθερή εκπεμπόμενη συχνότητα του δορυφόρου, f_g η ονομαστική συχνότητα που παράγει ο ταλαντωτής του δέκτη και f_r η λαμβανόμενη συχνότητα του δορυφόρου από τον παρατηρητή, επειδή ο δορυφόρος κινείται με μεγάλη ταχύτητα ως προς την γη, η συχνότητα f_r , που θα δεχθεί ο παρατηρητής στο δέκτη του είναι διαφορετική. Παρατηρούμε ότι η f_r είναι υψηλότερη της f_s όσο ο δορυφόρος πλησιάζει τον παρατηρητή, ίση με την f_s στην εγγύτερη απόσταση και χαμηλότερη από την f_s όσο ο δορυφόρος απομακρύνεται από τον

παρατηρητή. Στην πράξη, η συχνότητα f_g επιλέγεται κατά 5 έως 10 MHz υψηλότερη της συχνότητας f_s και πάντοτε υψηλότερη της μέγιστης αναμενόμενης f_r (που εξαρτάται από την κίνηση του δορυφόρου και την μέγιστη δυνατή ταχύτητα κίνησης του συγκεκριμένου δέκτη). Συνήθως ένας δέκτης GPS μετράει τους κύκλους της φέρουσας συχνότητας που προκύπτει από την συμβολή των συχνοτήτων f_g και f_r , οπότε μετρώντας τη μεταβολή του Δf , είναι δυνατόν να υπολογιστεί η διαφορά της απόστασης του δορυφόρου από ένα σταθμό μεταξύ δύο χρονικών στιγμών. Το μέγεθος της συχνότητας συμβολής είναι ανάλογο της ακτινικής ταχύτητας του δορυφόρου. Ανάλογα με τον τρόπο διεξαγωγής των μετρήσεων, η μέθοδος Doppler μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απόλυτο προσδιορισμό θέσης σημείων με ακρίβεια μερικών μέτρων και για σχετικό προσδιορισμό θέσης μεταξύ σημείων με ακρίβεια μερικών ppm (parts per million ή χιλιοστά ανά χιλιόμετρο).

2.8.3 Μέτρηση φάσης του φέροντος κύματος

Η μέτρηση της φάσης του φέροντος κύματος (ή της φέρουσας συχνότητας) είναι η βασική μέτρηση για τοπογραφικές και γεωδαιτικές εφαρμογές. Η φέρουσα συχνότητα $L1=1575,42$ MHz, έχει μήκος κύματος 0,19 m περίπου και η $L2=1227,60$ MHz έχει μήκος κύματος 0,24 m περίπου. Άρα αν και στην περίπτωση αυτή, όπως και στην περίπτωση των ψευδοαποστάσεων, μετράμε με ακρίβεια 1/100 του κύκλου, τότε η απόσταση δορυφόρου-δέκτη μετράται με ακρίβεια $\pm 2\text{mm}$ και επομένως μπορούμε να αναμένουμε εντοπισμό με ακρίβεια επαρκή για τις τοπογραφικές και γεωδαιτικές εργασίες (Παραδείσης, 2000).

Οι μετρήσεις φάσης είναι δυσκολότερες από τις μετρήσεις του κώδικα. Αυτό συμπεραίνεται εύκολα, αν φανταστούμε την απόσταση δορυφόρου-δέκτη χωρισμένη σε τμήματα ίσα με το μήκος κύματος της $L1$ (περίπου 19 cm), τότε όλα αυτά τα τμήματα θα είναι όμοια μεταξύ τους. Στην αντίθετη περίπτωση, αν χωρίσουμε την απόσταση σε τμήματα ίσα με το μήκος κύματος του κώδικα C/A (περίπου 300 m), τότε το κάθε τμήμα είναι ξεχωριστό, εξαιτίας της μοναδικότητας της κωδικοποιημένης αλληλουχίας των +1 και -1, και γνωστό και ο δέκτης μπορεί εύκολα να το αναγνωρίσει και να το χρησιμοποιήσει για την μέτρηση.

Όταν ο δέκτης εντοπίσει ένα δορυφόρο και κάνει την πρώτη ανάγνωση (η πρώτη ανάγνωση δεν καταγράφεται κατ' ανάγκην και ως μέτρηση), δεν μπορεί να ξέρει σε ποιον κύκλο βρίσκεται στην απόσταση δορυφόρου-δέκτη, επειδή όλοι είναι όμοιοι

μεταξύ τους, παρά μόνον την θέση του μέσα στον κύκλο (στο ένα μήκος κύματος), δηλαδή που βρίσκεται στο διάστημα μεταξύ 0-19 cm, ή 0-360⁰. Άρα η πρώτη ανάγνωση της απόστασης δορυφόρου-δέκτη αποτελείται από την απόσταση που αντιστοιχεί στο άθροισμα ενός αγνώστου αριθμού ακεραίων κύκλων και του τμήματος ενός κύκλου. Ο άγνωστος αριθμός ακεραίων κύκλων αποκαλείται *ασάφεια κύκλων φάσης* ή απλά *ασάφεια φάσης*.

Από τη στιγμή της πρώτης ανάγνωσης, μέχρι τη στιγμή της εντολής της πρώτης μέτρησης από τον μικροεπεξεργαστή του δέκτη, ο δέκτης καταγράφει, με έναν μετρητή, τους ακέριους κύκλους, δηλαδή όσες φορές συνέβη η αλλαγή από 359⁰ σε 0⁰ μεταξύ των δύο χρονικών στιγμών (που είναι το φαινόμενο Doppler και αντιστοιχεί στην διαφορά των αποστάσεων) και ακολούθως αυτό επαναλαμβάνεται συνεχώς μεταξύ των εντολών μέτρησης.

Άρα η μέτρηση φάσης αποτελείται κάθε φορά από το τμήμα ενός κύκλου και την μεταβολή σε ακέριους κύκλους μεταξύ δύο χρονικών στιγμών. Σε κάθε παρατήρηση εμφανίζεται ως άγνωστος και η ασάφεια φάσης, γι' αυτό και απαιτείται να αναλυθούν δεδομένα από δύο ή περισσότερους δέκτες που παρατηρούν τους ίδιους δορυφόρους ταυτόχρονα, ώστε να προσδιοριστούν πέρα από τους αγνώστους του εντοπισμού και οι ασάφειες φάσης και να υπολογιστεί το διάνυσμα από τον ένα δέκτη στον άλλο.

2.9 Σφάλματα στις μετρήσεις

Η ακρίβεια με την οποία προσδιορίζουμε την απόσταση μας προς τους δορυφόρους, κυμαίνεται ανάλογα με τον τύπο της μέτρησης. Έτσι, αν χρησιμοποιούμε μετρήσεις κώδικα, η ενδογενής ακρίβεια στον προσδιορισμό της απόστασης είναι της τάξης του 0,5-1 m, ενώ με τη χρήση της φάσης του φέροντος κύματος είναι της τάξης του 1 mm-1 cm. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι μπορούμε να υπολογίσουμε τη θέση μας χρησιμοποιώντας ένα δέκτη GPS με ακρίβεια 1 m ή 1 mm. Υπάρχουν πολλές πηγές που εισάγουν σφάλματα στις μετρήσεις μας, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ακρίβεια προσδιορισμού. Γενικότερα, η ακρίβεια του συστήματος GPS για εντοπισμό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ακρίβεια της τροχιάς των δορυφόρων, δηλαδή την ακρίβεια με την οποία γνωρίζουμε τη θέση του εκάστοτε δορυφόρου κατά τη στιγμή της μέτρησης. Είναι φανερό ότι η σχετική θέση των σταθμών θα είναι ακριβέστερη από ότι η απόλυτη, δεδομένου ότι στον σχετικό εντοπισμό τα σφάλματα είναι κοινά όταν έχουμε ταυτόχρονες μετρήσεις. Στη

συνέχεια αναφέρονται μερικά από τα σφάλματα που υπεισέρχονται στον υπολογισμό των αποστάσεων και τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επεξεργασία των μετρήσεων.

2.9.1 Το χρονόμετρο των δορυφόρων

Ένα δισεκατομμυριοστό του δευτερολέπτου (ένα nanosecond) ανακρίβειας στο χρονόμετρο του δορυφόρου προκαλεί 30 εκατοστά σφάλματος στον υπολογισμό της απόστασης από ένα δορυφόρο. Για αυτό τον λόγο, οι δορυφόροι είναι εξοπλισμένοι με ατομικά χρονόμετρα μεγάλης ακριβείας (χρονόμετρα καισίου-ρουβιδίου). Ωστόσο και αυτά τα χρονόμετρα, συσσωρεύουν σφάλματα της τάξης 10-12 sec την ημέρα. Για να αναχθεί η ολίσθηση του χρονομέτρου του δορυφόρου, τα χρονόμετρα αυτά παρακολουθούνται από επίγειους σταθμούς και συγκρίνονται με ένα ιδεατό χρονόμετρο ελέγχου (master control clock), του οποίου οι ενδείξεις είναι ένας συνδυασμός από τις ενδείξεις δέκα μεγάλης ακριβείας ατομικών χρονομέτρων. Τα σφάλματα και οι ολισθήσεις των χρονομέτρων των δορυφόρων υπολογίζονται και περιλαμβάνονται στα μεταδιδόμενα από τους δορυφόρους σήματα. Στον υπολογισμό των αποστάσεων προς τους δορυφόρους, οι δέκτες GPS αφαιρούν τα σφάλματα των χρονομέτρων των δορυφόρων από τον αναφερόμενο χρόνο μετάδοσης, για να προκύψει η αληθής διάρκεια μετάδοσης του σήματος. Ακόμα και με τις προσπάθειες των σταθμών ελέγχου της παρακολούθησης της συμπεριφοράς των χρονομέτρων του κάθε δορυφόρου, τα σφάλματα δεν μπορούν να προσδιοριστούν με ακρίβεια.

2.9.2 Το χρονόμετρο των δεκτών

Παρόμοιο με το σφάλμα των χρονομέτρων των δορυφόρων, το χρονόμετρο του δέκτη προκαλεί σφάλμα στον υπολογισμό των αποστάσεων. Από την άλλη πλευρά δεν είναι και τόσο πρακτικό να εξοπλίζονται οι δέκτες με ατομικά χρονόμετρα ακριβείας, μια που αυτά τα χρονόμετρα ζυγίζουν περισσότερο από 20 κιλά, κοστίζουν περίπου \$50.000 και απαιτούν εκτεταμένη φροντίδα στον έλεγχο της θερμοκρασίας τους.

Ας υποθέσουμε ότι σε μια δεδομένη χρονική στιγμή το χρονόμετρο του δέκτη μας έχει σφάλμα ενός χιλιοστού του δευτερολέπτου, προκαλώντας σφάλμα στον υπολογισμό της απόστασης κατά 300.000 m. Αν οι αποστάσεις προς όλους τους ορατούς δορυφόρους υπολογίζονται την ίδια χρονική στιγμή, τότε είναι όλες λάθος

κατά 300.000 m. Μπορούμε συνεπώς να εισάγουμε το σφάλμα του χρονομέτρου του δέκτη ως ένα άγνωστο, τον οποίο θα επιλύσουμε, για να υπολογίσουμε την τιμή του. Με τον τρόπο αυτό υπολογίζουμε τέσσερις αγνώστους: τρεις συνιστώσες για την θέση και ο καινούργιος άγνωστος του σφάλματος του χρονομέτρου του δέκτη. Για την επίλυση των τεσσάρων αγνώστων χρειαζόμαστε τέσσερις εξισώσεις. Λαμβάνοντας ταυτόχρονα σήματα από τέσσερις δορυφόρους, ο δέκτης αποκτά απαραίτητο αριθμό εξισώσεων για την επίλυση του παραπάνω συστήματος των τεσσάρων αγνώστων. Με αυτό τον τρόπο ναι μεν χρειαζόμαστε περισσότερους ορατούς δορυφόρους (τέσσερις), αλλά ταυτόχρονα χρησιμοποιούμε χρονόμετρα χαμηλότερου κόστους στους δέκτες GPS.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η έννοια εισαγωγής του χρονομέτρου του δέκτη σαν έναν από τους αγνώστους, είναι βάσιμη μόνο όταν έχουμε παρατηρήσεις ως προς τους δορυφόρους την ίδια χρονική στιγμή. Αν οι αποστάσεις προς τους δορυφόρους δεν υπολογίζονται την ίδια χρονική στιγμή, τότε για κάθε μέτρηση έχουμε διαφορετικές παραμέτρους. Κάνοντας ταυτόχρονες παρατηρήσεις ως προς τέσσερις δορυφόρους δεν υπολογίζουμε μόνο την θέση του δέκτη μας, αλλά και το σφάλμα του χρονομέτρου του με πολύ καλή ακρίβεια. Ένα τυπικό χρονόμετρο δέκτη έχει μια ολίσθηση της τάξης των 1000 nanoseconds το δευτερόλεπτο, αλλά με τον παραπάνω τρόπο μπορούμε να συγχρονίσουμε το ρολόι του δέκτη μας με το ρολόι των δορυφόρων του GPS. Οι δέκτες GPS διορθώνουν τον χρόνο τους κάθε δευτερόλεπτο και μπορούν να παρέχουν ένα εξωτερικό παλμό κάθε δευτερόλεπτο για χρήστες οι οποίοι χρειάζονται ακριβή χρόνο. Οι δέκτες GPS μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και σαν χρονόμετρα ακριβείας τοποθετώντας τους σε σημείο γνωστών συντεταγμένων, οπότε και χρειάζεται μόνο ένας δορυφόρος για να υπολογιστεί ο ακριβής χρόνος και να συγχρονιστεί το χρονόμετρο του δέκτη.

2.9.3 Τροχιακά σφάλματα δορυφόρων

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η ακρίβεια της προσδιορισμένης θέσης εξαρτάται επίσης και από την ακρίβεια με την οποία γνωρίζουμε την θέση του κάθε δορυφόρου. Οι τροχιές των δορυφόρων παρακολουθούνται συνεχώς από επίγειους σταθμούς ελέγχου ανά τον κόσμο και η προβλεπόμενη τροχιακή πληροφορία εκπέμπεται στους δορυφόρους που με την σειρά τους την εκπέμπουν στους δέκτες GPS. Η ιστορία του GPS έχει δείξει έως τώρα ότι η ακρίβεια της προβλεπόμενης

τροχιακής πληροφορίας είναι της τάξεως μερικών μέτρων. Αυτό δημιουργεί μερικά μέτρα λάθους στον υπολογισμό της θέσης του δέκτη.

2.9.4 Σφάλματα που υπεισέρχονται από την ατμόσφαιρα

Υπολογίζοντας τις αποστάσεις από τους δορυφόρους, υπολογίζουμε αρχικά το χρόνο που χρειάζεται το σήμα για να έρθει στον δέκτη και μετά πολλαπλασιάζουμε με την ταχύτητα του φωτός. Το πρόβλημα είναι ότι η ταχύτητα του φωτός διαφέρει λόγω ατμοσφαιρικών συνθηκών. Καθώς τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ταξιδεύουν μέσω της ατμόσφαιρας, επιβραδύνονται από τα ιονισμένα μόρια της ιονόσφαιρας και τους υδρατμούς της τροπόσφαιρας, που αναλύονται στη συνέχεια.

2.9.4.1 Ιονόσφαιρα

Το ανώτερο τμήμα της ατμόσφαιρας, η ιονόσφαιρα, περιέχει φορτισμένα ιόντα τα οποία ενώ εισάγουν καθυστέρηση στην μετάδοση του κώδικα, επιταχύνουν την μετάδοση του φέροντος κύματος. Το μέγεθος της επίδρασης της ιονόσφαιρας είναι μεγαλύτερο κατά την διάρκεια της ημέρας από ότι το βράδυ. Το μέγεθος της επίδρασης αυξάνεται περαιτέρω κατά τις χρονικές στιγμές που παρατηρούνται έντονες ηλιακές δραστηριότητες, ενώ έχει μια κυκλική περίοδο 11 περίπου χρόνων κατά την οποία παρουσιάζει maximum και minimum τιμή. Για την περίοδο που διανύουμε η ιονόσφαιρα παρουσίασε το μεγαλύτερο μέγεθος επίδρασης το 1998 και αναμένεται να παρουσιάσει το μικρότερο το 2004. Ο κύκλος μετά θα επαναληφθεί. Οι επιδράσεις της ιονόσφαιρας, αν δεν εξαλειφθούν, επιφέρουν σφάλματα στις μετρήσεις των αποστάσεων έως και 10 μέτρα.

Μερικοί δέκτες χρησιμοποιούν ένα μαθηματικό μοντέλο για τις επιδράσεις της ιονόσφαιρας. Με την κατά προσέγγιση γνώση της πυκνότητας των φορτισμένων ιόντων, η επίδραση της ιονόσφαιρας στις μετρήσεις, μπορεί να ελαττωθεί κατά 50%. Τα εναπομείναντα σφάλμα είναι όμως ακόμα σημαντικά.

Η επίδραση της ιονόσφαιρας στα ηλεκτρονικά σήματα εξαρτάται από την συχνότητα του σήματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα, τόσο μικρότερη είναι η επίδραση. Αν εκπέμπονται ταυτόχρονα δύο σήματα διαφορετικών συχνοτήτων η καθυστέρηση στην μετάδοση του σήματος στη μια συχνότητα θα είναι διαφορετική από ότι στην άλλη. Δεν μπορούμε να υπολογίσουμε το απόλυτο μέγεθος της επίδρασης σε κάθε συχνότητα, αλλά μπορούμε να υπολογίσουμε την διαφορά

υπολογίζοντας την διαφορά στον χρόνο λήψης των δύο σημάτων. Με αυτό τον τρόπο και χρησιμοποιώντας γνωστούς τύπους συχνοτήτων ιονοσφαιρικής καθυστέρησης, μπορούμε να εξαλείψουμε την επίδραση της ιονόσφαιρας στις μετρήσεις μας χρησιμοποιώντας δέκτες δύο συχνοτήτων.

2.9.4.2 Τροπόσφαιρα

Το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας, το οποίο περιέχει υδρατμούς ονομάζεται τροπόσφαιρα. Η επίδραση της είναι η καθυστέρηση στην μετάδοση και του κώδικα, και του φέροντος κύματος. Οι επιδράσεις της τροπόσφαιρας δεν μπορούν να εξαλειφθούν ούτε με την χρήση δεκτών δύο συχνοτήτων. Ο μόνος τρόπος για να εξαλειφθούν αυτά τα σφάλματα είναι με μετρήσεις της υγρασίας, της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης και της εφαρμογής αυτών σε μαθηματικό μοντέλο το οποίο θα υπολογίσει την καθυστέρηση της τροπόσφαιρας.

2.9.5 Σφάλμα πολλαπλών διαδρομών (multipath)

Όταν μετράμε την απόσταση από ένα δορυφόρο, υποθέτουμε ότι το σήμα έρχεται κατευθείαν από τον δορυφόρο στην κεραία του δέκτη. Εκτός όμως από το απευθείας σήμα, υπάρχουν και ανακλώμενα σήματα από το έδαφος ή από διάφορα αντικείμενα που βρίσκονται κοντά στην κεραία (π.χ. μεταλλικές επιφάνειες), τα οποία λαμβάνονται από την κεραία και επιδρούν με το απευθείας σήμα. Το σύνθετο σήμα δημιουργεί μια αβεβαιότητα για τον αληθή χρόνο λήψης του σήματος, με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο η ηχώ δημιουργεί μια αβεβαιότητα για τον ακριβή χρόνο τον οποίο μεταδόθηκε - παράχθηκε κάποιος ήχος. Αν το ανακλώμενο σήμα είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το απευθείας σήμα (περισσότερο από 10 μέτρα) έτσι ώστε τα δύο σήματα να μπορούν να διαχωριστούν, τότε το σφάλμα πολλαπλών διαδρομών (multipath) μπορεί να ελαττωθεί με κατάλληλες τεχνικές επεξεργασίας σημάτων.

2.9.6 Σφάλματα δεκτών

Οι δέκτες μπορούν να εισάγουν κάποια σφάλματα όταν μετράνε τον κώδικα ή τη φάση του φέροντος κύματος. Σε δέκτες υψηλής ποιότητας, αυτά τα σφάλματα είναι ασήμαντα (λιγότερο από 1 mm) για την μέτρηση της φάσης του φέροντος κύματος και μερικά εκατοστά για τον κώδικα του φέροντος κύματος.

2.10 Εφαρμογές

Σήμερα η πολιτική χρήση του GPS σε παγκόσμια κλίμακα, είναι ήδη ευρύτατη, ενώ ο αριθμός και το είδος των πολιτικών εφαρμογών (πχ. αεροπλοΐα, θαλάσσιες μεταφορές, τοπογραφικές και άλλες γεωεπιστημονικές εφαρμογές, κλπ.) συνεχώς αυξάνονται κυρίως λόγω της οικονομικότητας και της ευκολίας χρήσης του συστήματος. Το κόστος των εμπορικά διαθέσιμων δεκτών GPS συνεχώς μειώνεται, ενώ ταυτόχρονα οι λειτουργικές δυνατότητες τους αυξάνονται.



Εικόνα 2.6: Εφαρμογές του GPS

Photo 2.6: Applications of GPS

Ειδικά για τις εφαρμογές εντοπισμού θέσης τα τελευταία είκοσι περίπου χρόνια, η εξέλιξη των αντίστοιχων γεωδαιτικών δορυφόρων ήταν τέτοια ώστε η εφικτή ακρίβεια εντοπισμού αυξήθηκε κατά δύο τάξεις μεγέθους. Συγκεκριμένα το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού GPS παρέχει ακριβή προσδιορισμό θέσης σε τρεις διαστάσεις με τυπική ακρίβεια $\pm 10\text{-}20$ m και προσδιορισμό της ταχύτητας με ακρίβεια 0.1 m/sec, σε πραγματικό χρόνο, 24 ώρες το εικοσιτετράωρο, ανεξάρτητα από καιρικές συνθήκες και σε οποιοδήποτε σημείο της γης και παράλληλα έχει τη δυνατότητα παροχής ένδειξης του χρόνου με ακρίβεια ± 100 nsec (Δεληκαράογλου, 2002α).

Μια πρωταρχική εφαρμογή του συστήματος είναι η χρήση του στην πλοήγηση. Η πλοήγηση μπορεί να απαιτηθεί στο έδαφος, στη θάλασσα αλλά και στον αέρα. Οι ικανότητες της δορυφορικής πλοήγησης, όταν συνδέεται με τις επικοινωνίες και τα σύγχρονα αυτοματοποιημένα συστήματα διαχείρισης δεδομένων μπορούν να βοηθήσουν να αντιμετωπιστούν πολλές από τις απαιτήσεις των σύγχρονων συστημάτων μεταφορών που αφορούν όλους τους τρόπους μεταφοράς αγαθών και επιβατών.

Η τεχνολογική επανάσταση στο χώρο της πλοήγησης οχημάτων, χρησιμοποιεί το GPS για να προσθέσει μια νέα διάσταση. Το GPS βοηθά τους οδηγούς αυτοκινήτων να βρουν την θέση τους και τους καθοδηγεί, με την παρουσίαση της θέσης τους και της προοριζόμενης διαδρομής τους. Ο δέκτης του χρήστη καθορίζει την θέση του με τη βοήθεια των δορυφόρων, όπως περιγράφηκε παραπάνω. Δεδομένου ότι οι θέσεις των δορυφόρων είναι γνωστές, η θέση του χρήστη μπορεί να υπολογιστεί εύκολα. Ένας κεντρικός σταθμός ή μια υπηρεσία ελέγχου, μπορεί να λάβει (μέσω κάποιας ζεύξης επικοινωνίας) τη θέση του οχήματος και στη συνέχεια διάφορες υπηρεσίες αξιοποίησης της πληροφορίας για τη θέση του οχήματος, μπορούν να παρασχεθούν από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου στο χρήστη. Οι υπηρεσίες αυτές αφορούν για παράδειγμα, τη βοήθεια έκτακτης ανάγκης όταν απαιτείται, την αναζήτηση εγκαταστάσεων σε μια περιοχή και τον καθορισμό μιας διαδρομής που είναι συντομότερη, λιγότερο κορεσμένη και που αξιοποιεί συγκεκριμένες απαιτήσεις. Οι νέες εξελιγμένες κατασκευές αυτοκινήτων που καθοδηγούνται από τους δέκτες GPS, προσφέρουν την υπηρεσία επίδειξης χαρτών κατά την κίνηση του αυτοκινήτου, ως επιλογή στα νέα οχήματα. Άλλες πάλι επιχειρήσεις αυτοκινήτων δίνουν τις κατευθύνσεις στους οδηγούς είτε στις οθόνες επίδειξης είτε με τη χρήση φωνητικών οδηγιών.



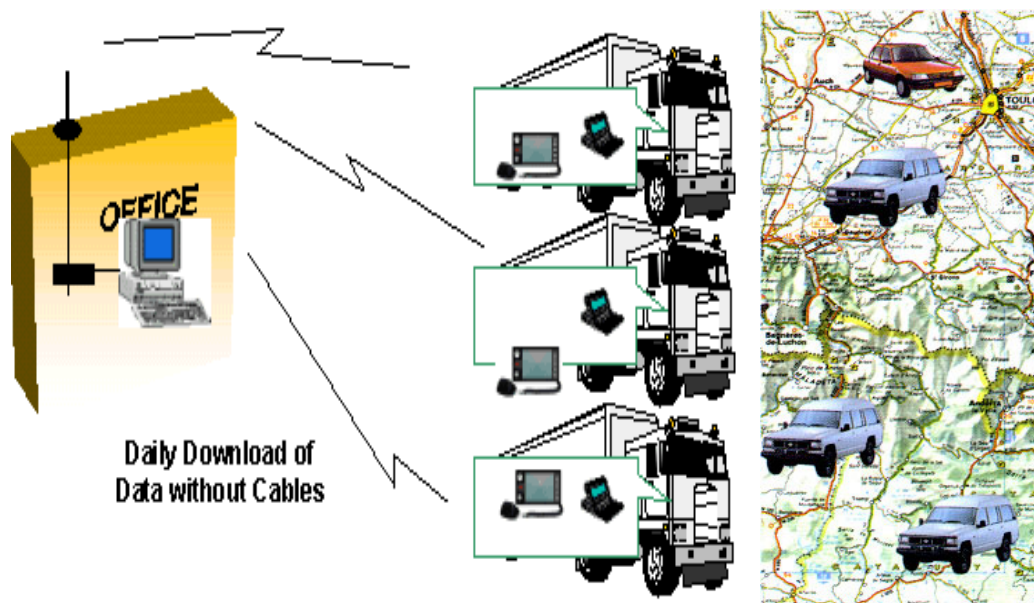
Εικόνα 2.7: Πλοήγηση οχημάτων

Photo 2.7: Navigation of vehicles

(web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/techgp0045a.htm>)

Το σύστημα GPS, έχει ήδη χρησιμοποιηθεί κυρίως στην πλοήγηση, αλλά μια άλλη χρήσιμη και ταχύτατα αναπτυσσόμενη εφαρμογή είναι η διαχείριση στόλου οχημάτων. Στην περίπτωση αυτή, δεν αναφερόμαστε στην απλή πλοήγηση των οχημάτων στο έδαφος αλλά και στην καθοδήγηση τους με σκοπό τη βελτιστοποίηση της διακίνησης τους. Τα εξοπλισμένα οχήματα με GPS, τα δημόσια συστήματα μεταφορών, τα φορτηγά παράδοσης, και οι υπηρεσίες αποστολής δεμάτων χρησιμοποιούν τους δέκτες για να ελέγξουν τις θέσεις τους.

Έτσι ένας αριθμός οχημάτων μπορεί να οριστεί ως ένα μέρος ενός συστήματος διαχείρισης στόλου οχημάτων, που επιτρέπει στο χειριστή να γνωρίζει τη θέση του εκάστοτε οχήματος που τον ενδιαφέρει καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού του οχήματος. Ένα τέτοιο σύστημα διευκολύνει τον υπολογισμό της ακριβούς απόστασης του οχήματος που ταξιδεύει προς ένα συγκεκριμένο προορισμό, σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, τον υπολογισμό της ταχύτητας του σε μια δεδομένη θέση, καθώς επίσης να πραγματοποιεί μία ανάλυση του χρόνου που απαιτείται από το όχημα για να καλύψει μια ορισμένη απόσταση ή να εκπληρώσει μια συγκεκριμένη διαδρομή. Εκτός από τη χρησιμοποίηση των στοιχείων ως πληροφορίες, το σύστημα εισάγει τις πληροφορίες αυτές ως δεδομένα για τη λήψη νέων αποφάσεων και τον καλύτερο σχεδιασμό και προγραμματισμό της διακίνησης των οχημάτων. Η διαχείριση στόλου οχημάτων εστιάζει στον τρόπο διακίνησης του οχήματος, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται ένα πολύ ισχυρό εργαλείο που είναι ταυτόχρονα τόσο ελκυστικό, όσο αξιόπιστο και αποδοτικό.



Εικόνα 2.8: Διαχείριση στόλου οχημάτων

Photo 2.8: Fleet Management

Αξίζει να αναφερθεί ότι το GPS βοηθά επίσης σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Πολλοί είναι αυτοί που χρειάζονται τη βοήθεια της αστυνομίας ή χρειάζεται να σβήσουν μια φωτιά ή έχουν κάποιο έκτακτο πρόβλημα υγείας. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι μονάδες ιατρικών υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης χρησιμοποιούν τους δέκτες GPS για να καθορίσουν το πλησιέστερο αυτοκίνητο αστυνομίας ή πυροσβεστικό όχημα ή ασθενοφόρο, για γρηγορότερη αντιμετώπιση τέτοιων έκτακτων περιστάσεων.

Εκτός από το έδαφος, η δορυφορική πλοήγηση παρέχει πρωτοφανή ακρίβεια και νέες δυνατότητες στην πλοήγηση των σκαφών. Το GPS είναι ένα ισχυρό εργαλείο στη διάθεση των πλοηγών, που μπορεί να βελτιώσει την αποδοτική δρομολόγηση των πλοίων και της ενισχυμένης ασφάλειας εν πλω με την δυνατότητα έκθεσης της ακριβούς θέσης του, σε περίπτωση κινδύνου. Επίσης μια νέα δυνατότητα είναι ότι βοηθά τους ψαράδες να εντοπίζουν επακριβώς ζώνες πλούσιας αλιείας και να επιστρέφουν, αποφεύγοντας την τυφλή αλιεία και όλες τις επιπτώσεις που αυτή συνεπάγεται (π.χ. κόστος, αναποτελεσματικότητα, κ.λ.π.). Επιπλέον οι προσβάσεις π.χ. των λιμενικών αρχών στις εξακριβωμένες θέσεις, πραγματοποιούνται γρήγορα, κερδίζοντας χρόνο και καύσιμα και συνεισφέρουν στην αποδοτικότερη δρομολόγηση της θαλάσσιας κυκλοφορίας.

Τέλος η δορυφορική πλοήγηση χρησιμοποιείται ευρέως στην αεροπλοΐα για να βελτιώσει πολλές από τις ανεπάρκειες στη σημερινή υποδομή της εναέριας κυκλοφορίας. Πολλοί φορείς της πολιτικής αεροπορίας λαμβάνουν τα απαραίτητα μέτρα για να επιτρέψουν την προηγμένη χρήση του GPS μέσα στον αντίστοιχο εναέριο χώρο τους, και πολλοί παγκόσμιοι στόλοι αεροσκαφών έχουν ήδη εγκαταστήσει αερομεταφερόμενους δέκτες GPS, που συμβάλουν πρωτίστως στην ασφαλή διεξαγωγή των πτήσεων. Σε άλλες περιπτώσεις τα αεροσκάφη, με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του GPS, μπορούν να προγραμματιστούν και να πετάξουν μια άμεση διαδρομή προς έναν προορισμό. Το GPS προσφέρει μια υπηρεσία αεροπλοήγησης που είναι ίση και στις περισσότερες περιπτώσεις καλύτερη από τα έως τώρα υπάρχοντα επίγεια αεροβοηθήματα. Επειδή το κόστος του εξοπλισμού GPS για τέτοια συστήματα παραμένει μικρό, με την ακριβή, συνεχή και παντός καιρού κάλυψη, το GPS προσφέρει ένα οικονομικό και αξιόπιστο συμπλήρωμα στις υπάρχουσες τεχνικές ναυσιπλοΐας για τα αεροσκάφη.



Εικόνα 2.9: Δορυφορική πλοήγηση

Photo 2.9: Satellite navigation

(web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/techgp0045b.htm>)

Εξαιτίας αυτών των νέων δυνατοτήτων στον τομέα της αεροπορίας, το GPS έχει οδηγήσει στη σημαντική μείωση του κόστους και έχει αυξήσει τη γενική αποδοτικότητα των συστημάτων. Η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας σε μια χώρα ή μια περιοχή παρέχει πολλά οφέλη, μερικά από τα οποία είναι η ενίσχυση της ασφάλειας της πτήσης σε όλη την περιοχή, η δημιουργία μιας τυποποιημένης

υπηρεσίας πλοήγησης σε όλα τα αεροσκάφη, βασισμένη σε μια κοινή υποδομή εξοπλισμού ηλεκτρονικής αεροναυτικής, η αύξηση των ικανοτήτων των συστημάτων, η σημαντική εξοικονόμηση χρόνου πτήσης και η μειωμένη κατανάλωση καυσίμων, καθώς επίσης και η αύξηση της ικανότητας προσγείωσης για τα αεροσκάφη και τα ελικόπτερα κάτω από αντίξοες συνθήκες.

Η ευρεία χρήση του συστήματος GPS από πολλούς χρήστες και για ποικίλες εφαρμογές είναι πλέον αποδεδειγμένη. Μια νέα διάσταση στις εφαρμογές του GPS αρχίζει να διαφαίνεται, με τη σύνδεση της τεχνολογίας του GPS με ένα άλλο επιστημονικό πεδίο των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS), δηλαδή η προσπάθεια να συνδεθεί η γεωγραφική θέση του χρήστη με διάφορες πληροφορίες από μια βάση δεδομένων για τη συγκεκριμένη θέση. Η σύνδεση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) με το Δορυφορικό Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS), έχουν προκαλέσει τις καινοτόμες Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης οι οποίες θα αναλυθούν διεξοδικά στο κεφάλαιο 4, αφού πρώτα γίνει μια εκτενής αναφορά για τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών GIS

3.1 Εισαγωγή

Η κοινωνία μας θεωρείται πλέον μια κοινωνία πληροφοριών. Και καθώς οι περισσότερες πληροφορίες έχουν σχέση με το γεωγραφικό χώρο, ζούμε ουσιαστικά σε μια κοινωνία γεωπληροφοριών. Ένα σύστημα σχεδιασμένο για τακτικό και συνηθισμένο τρόπο επεξεργασίας δεδομένων και για απάντηση προκαθορισμένων και περιορισμένων ερωτημάτων, είναι ένα λειτουργικό σύστημα. Αντίθετα, ένα πληροφοριακό σύστημα, είναι ένα σύστημα, στο οποίο η φύση των ερωτημάτων που μπορούν να τεθούν, δεν είναι κατ' ανάγκη προκαθορισμένη με λεπτομέρειες. Ένα **Σύστημα Χωρικών Πληροφοριών** είναι μια ειδική περίπτωση πληροφοριακού συστήματος, όπου η πληροφοριακή βάση αποτελείται από παρατηρήσεις για χωρικά κατανεμημένα χαρακτηριστικά, δραστηριότητες ή γεγονότα που εντοπίζονται και οριοθετούνται στο χώρο σαν σημεία, γραμμές ή επιφάνειες (Κουτσόπουλος, 1999).

Γενικά, ένα Σύστημα Χωρικών Πληροφοριών είναι ένα λογισμικό, το οποίο αποτελείται από πολλά τμήματα και συνδέεται με πολλαπλές συσκευές γύρω του. Στη δομή περιλαμβάνεται ένα **Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων** (*Database Management System, DBMS*) για την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων που περιέχει και το οποίο είναι συνδεδεμένο με ένα σύστημα διαχείρισης γραφικών, για τη χαρτογραφική ή άλλου είδους οπτική απόδοση. Αυτά τα δύο υποσυστήματα του λογισμικού συνδέονται προς τη μία κατεύθυνση με το λειτουργικό σύστημα του Η/Υ και προς την άλλη κατεύθυνση προς τον ίδιο το χρήστη, μέσω κάποιου λογισμικού αλληλεπίδρασης (*interface*) και κάποιας γλώσσας εντολών.

Οι εξελίξεις στην πληροφορική που αφορούν τη διαχείριση μεγάλων βάσεων δεδομένων και τη συσχέτιση γεωμετρικής και θεματικής πληροφορίας ποικίλης μορφής και προέλευσης, έφεραν τη νέα γενιά ψηφιακών συστημάτων χωρικών πληροφοριών, τα **Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών Σ.Γ.Π.**, γνωστά διεθνώς

και σαν GIS (Geographic Information Systems). Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι μια οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων (hardware) και λογισμικών συστημάτων (software), χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά το γεωγραφικό περιβάλλον (Κάβουρας, 1998). Όμοια με ένα κλασσικό Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων (DBMS), ένα Σ.Γ.Π. πρέπει να παρέχει δυνατότητες ταυτόχρονης χρήσης, ελέγχου, λειτουργιών, επικοινωνίας χρηστών και προγραμμάτων, αναδιοργάνωσης δεδομένων και ελέγχου πλεοναζόντων δεδομένων. Τα Σ.Γ.Π. διαφέρουν από άλλα συστήματα πληροφοριών, στο ότι διαχειρίζονται σύνθετες πληροφορίες και σχέσεις του χώρου και έχουν σαν κυρίαρχο στόχο τους τον χωρικό σχεδιασμό.



Εικόνα 3.1: Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών

Photo 3.1: Geographic Information Systems

(web, http://gis.cbs.gov.il/eng_claligis.htm)

Σήμερα όλες οι ψηφιακές τεχνολογίες που ασχολούνται με τον γεωγραφικό χώρο και συνεργάζονται με την επιστήμη της πληροφορικής, ολοένα συγκλίνουν δημιουργώντας έτσι, ένα νέο επιστημονικό και τεχνολογικό πεδίο, την **Γεωπληροφορική (Geoinformation)**. Γεωπληροφορική είναι ο επιστημονικός και τεχνολογικός τομέας που ασχολείται με την συστηματοποίηση της κατανόησης του

γεωγραφικού χώρου και με την συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση, ερμηνεία, παρουσίαση και διαχείριση των στοιχείων του, αποτελώντας τη θεωρητική βάση ανάπτυξης των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (Κάβουρας, 1998).

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών αντιπροσωπεύουν ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για την συλλογή, αποθήκευση, ανάλυση ανά πάσα στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου. Πρώτον, μπορεί να αποθηκεύουν, να διαχειριστούν και να ενσωματώσουν ένα μεγάλο όγκο χωρικών στοιχείων. Δεύτερον, αποτελούν το πιο κατάλληλο εργαλείο χωρικής ανάλυσης, εστιαζόμενο ειδικά στην χωρική διάσταση των στοιχείων. Τρίτον, αποτελούν ένα πολύ αποτελεσματικό μηχανισμό για την επίλυση χωρικών προβλημάτων.

Συγκεκριμένα τα Σ.Γ.Π. παρέχουν δυνατότητες για μετασχηματισμό των αρχικών δεδομένων και απάντηση συγκεκριμένων ερωτημάτων που διατυπώνουν οι χρήστες, όσον αφορά τη χωρική συσχέτιση, την αναζήτηση βάσει κριτηρίων και τις τάσεις των χαρακτηριστικών. Μερικές από τις δυνατότητες μετασχηματισμού είναι η αλλαγή κλίμακας, η στροφή, η μετατόπιση συντεταγμένων και η αλλαγή προβολικού συστήματος. Επιπλέον, τα Σ.Γ.Π. παρέχουν ένα ευρύ φάσμα αναλυτικών δυνατοτήτων που αφορούν την τοπολογία και τα χωρικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών δεδομένων, τα μη χωρικά χαρακτηριστικά ή συνδυασμό των χωρικών και μη χωρικών χαρακτηριστικών. Τέλος, μεγάλη ώθηση προς την ψηφιακή διαχείριση γεωγραφικών στοιχείων έχει δώσει και η νέα τεχνολογία της απευθείας και ταχείας ψηφιακής συλλογής στοιχείων από διάφορες πηγές όπως τα δορυφορικά συστήματα εντοπισμού GPS, δορυφορικές εικόνες κλπ.

3.2 Τα μέρη ενός Σ.Γ.Π.

Τα Σ.Γ.Π. έχουν τρία βασικά συστατικά τα οποία βρίσκονται σε συνεχή ισορροπία και αλληλεξάρτηση. Τα τρία αυτά μέρη είναι τα μηχανήματα (hardware) οι αλγόριθμοι (software) και τα διαθέσιμα (resourceware).

3.2.1 Μηχανήματα

Τα μηχανικά μέρη ενός Σ.Γ.Π. αποτελούν η κεντρική μονάδα (CPU), τα περιφερειακά και το τερματικό (VDU). Η κεντρική μονάδα είναι η καρδιά του εκάστοτε συστήματος και εξυπηρετεί όλες τις υπολογιστικές διαδικασίες. Τα

περιφερειακά διαφοροποιούνται σε περιφερειακά εισόδοι, που επιτρέπουν την είσοδο των στοιχείων (πχ. ψηφιοποιητές και σαρωτές), σε περιφερειακά εξόδοι που συμμετέχουν στην παρουσίαση των στοιχείων (πχ. σχεδιαστές) και περιφερειακά διαχείρισης που βοηθούν στην αποθήκευση και διαχείριση των στοιχείων (disc and tape drives). Τέλος το τερματικό αποτελεί το μέσο με το οποίο ο χρήστης ελέγχει τον υπολογιστή και τα περιφερειακά.

3.2.2 Αλγόριθμοι

Αλγόριθμοι υπάρχουν πολλοί και ποικίλοι σ' ένα Σ.Γ.Π. μπορούν όμως να κατηγοριοποιηθούν σε πέντε βασικές ομάδες (Κουτσόπουλος, 1999).

1. *Λογισμικό Καταχώρησης και Επαλήθευσης Στοιχείων* που καλύπτει τις ανάγκες μετασχηματισμού των στοιχείων από την αρχική τους μορφή (χάρτες, τηλεπισκοπικά προϊόντα κλπ.) σε αναγνώσιμη μορφή.
2. *Λογισμικό Αποθήκευσης και Διαχείρισης Στοιχείων* που αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο δομούνται και οργανώνονται τα χωρικά και μη χωρικά στοιχεία.
3. *Λογισμικό Μετασχηματισμού Στοιχείων* που στοχεύουν αφ' ενός στον συντονισμό των στοιχείων (απομάκρυνση των λαθών, επικαιροποίηση, συμβατοποίηση κλπ.) κυρίως όμως στην ανάλυσή τους.
4. *Λογισμικό Αναζητήσεων* που βοηθά τον χρήστη να επικοινωνεί με τον Η/Υ αναζητώντας λύσεις μέσα από μια σειρά ερωτημάτων (queries).
5. *Λογισμικό Παρουσίασης* που εστιάζεται στην εύχρηστη παρουσίαση στοιχείων και αποτελεσμάτων των αναλυτικών διαδικασιών.

3.2.3 Διαθέσιμα

Το σύνολο των λογισμικών ενός Σ.Γ.Π. καθορίζει πως τα γεωγραφικά στοιχεία μετατρέπονται σε πληροφορία (όπως αναφέρεται στην ενότητα 3.3.2), αλλά σαφώς δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι η όλη διαδικασία είναι η πιο κατάλληλη ή η πλέον αποδοτική. Για την επίτευξη των παραπάνω, καθοριστικό ρόλο παίζουν τα διαθέσιμα. Ο όρος διαθέσιμα περιλαμβάνει τα υπάρχοντα στοιχεία, το ανθρώπινο δυναμικό χειριστών και αναλυτών και την οργανωτική υποδομή. Ο σημαντικότερος παράγοντας από όλους αυτούς είναι το εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό, που θα αξιολογήσει τη διαθέσιμη πληροφορία, θα αποφασίσει το μέγεθος, το είδος και τον

τρόπο συλλογής και καταχώρησης των στοιχείων. Είναι επίσης κρίσιμο το σημείο κατά το οποίο πρέπει να ληφθεί απόφαση, σχετικά με το ποια από τα διατιθέμενα εργαλεία του Σ.Γ.Π. και σύμφωνα με ποια αναλυτική μεθοδολογία θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

3.3 Στάδια και Διαδικασίες Σ.Γ.Π.

Τρία είναι τα βασικά στάδια στην ολοκλήρωση και εφαρμογή ενός Σ.Γ.Π.: ο καθορισμός του προβλήματος, η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία και τα συμπεράσματα.

3.3.1 Καθορισμός του προβλήματος

Ο καθορισμός του προβλήματος αποτελεί προαπαιτούμενο βήμα για την ολοκλήρωση της κύριας εφαρμογής ενός Σ.Γ.Π.. Στον καθορισμό του προβλήματος η πρώτη ενέργεια είναι η οριοθέτηση του γενικού στόχου της μελέτης (*goal*), αφού αποτελεί τον βασικό άξονα προσανατολισμού της, επειδή περιέχει τον σκοπό όπου αποβλέπει η μελέτη και οριοθετεί το πρόβλημα προς επίλυση (Κουτσόπουλος, 1999). Πρέπει όμως ο στόχος αυτός, να διατυπώνεται σωστά και αναλυτικά και να εστιάζεται σε υπαρκτά προβλήματα, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα εύρεσης της καταλληλότερης τεχνικής για την υλοποίησή του. Μέσα στον καθορισμό του προβλήματος οφείλει να υπάρχει σαφής οριοθέτηση των αντικειμενικών στόχων της ανάπτυξης και χρήσης του Σ.Γ.Π. και δεύτερον μια σειρά από προκαταρκτικές ενέργειες που είναι αναγκαίες για σαφή προσδιορισμό της Βάσης Δεδομένων.

Η λογική αφετηρία στη δημιουργία ενός παραδεκτού, αλλά και σωστού Σ.Γ.Π., είναι η μελέτη των χρηστών του συστήματος, στους οποίους απευθύνεται. Είναι γνωστό ότι τα υπάρχοντα προβλήματα μπορούν να λυθούν διαφορετικά όταν εξεταστούν από διαφορετική σκοπιά και κυρίως με διαφορετικές προδιαθέσεις και ότι η σκοπιά από την οποία θεωρούμε την πραγματικότητα και τα προβλήματά της, καθορίζουν τα πράγματα που σχεδιάζουμε και τις ενέργειες που κάνουμε. Με τον καθορισμό του προβλήματος, χαράσσεται η περιοχή στην οποία θα κινηθούμε και δημιουργείται η βάση των εφαρμογών που την ακολουθούν.

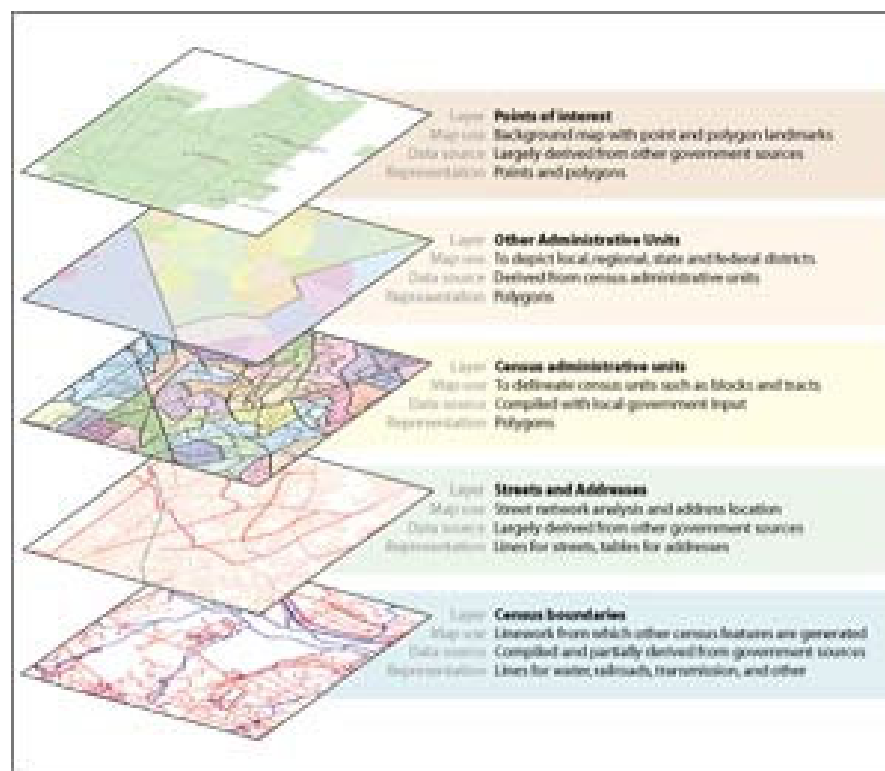
3.3.2 Διαδικασία μετατροπής από στοιχεία σε πληροφορία

Η διαδικασία μετατροπής από στοιχεία σε πληροφορία αποτελεί το δεύτερο στάδιο κάθε Σ.Γ.Π.. Πριν αναλυθεί η διαδικασία μετατροπής, κρίνεται σκόπιμο να προσδιοριστούν οι έννοιες του στοιχείου και της πληροφορίας. Στοιχεία, είναι μια σειρά από ποσοτικά ή ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός συνόλου, σε πρωτογενή για το συγκεκριμένο στάδιο μορφή, ενώ όταν περάσουν από μια διαδικασία επεξεργασίας και απαντούν σε κάποιο ερώτημα έχουμε πληροφορία (Κουτσόπουλος, 1999). Τα δεδομένα αναφέρονται σε φαινόμενα του πραγματικού κόσμου, ενώ η πληροφορία παράγεται από δεδομένα με τη χρήση της νοητικής μας λειτουργίας, της διακριτικής μας ικανότητας ή κάποιας άλλης γνωστικής ικανότητας. Η διαφοροποίηση αφορά κάθε συγκεκριμένο στάδιο ανάλυσης, που σημαίνει ότι πληροφορίες σε κάποιο στάδιο, μπορεί να αποτελέσουν στοιχεία για κάποιο επόμενο.

Η διαδικασία μετατροπής από στοιχεία σε πληροφορία, αποτελείται από τα εξής τέσσερα στάδια. Το στάδιο *εισόδου* όπου τα χωρικά στοιχεία κωδικοποιούνται και αποθηκεύονται στον H/Y, το στάδιο της *διαχείρισης* όπου τα χωρικά στοιχεία διαμορφώνονται κατάλληλα (Βάση Δεδομένων) για το επόμενο στάδιο της *ανάλυσης*. Στο τελικό στάδιο της *εξόδου*, η χωρική πληροφορία που προέκυψε από τη διαδικασία της ανάλυσης παρουσιάζεται σε κάποια από τις γνωστές μορφές (όπως αναφέρεται στην ενότητα 3.3.2.4).

3.3.2.1 Είσοδος

Ένα Σ.Γ.Π. ενσωματώνει δεδομένα που προέρχονται από πολλές διαφορετικές πηγές και χρησιμοποιεί ποικίλες μεθόδους και τεχνολογίες διαχείρισης τους. Περιλαμβάνει δεδομένα είτε σε αναλογική μορφή, για παράδειγμα χειρόγραφες σημειώσεις ή φωτογραφικά slides, είτε σε ψηφιακή μορφή. Ένας συνήθης τρόπος δόμησης γεωγραφικών και χαρτογραφικών δεδομένων είναι αυτός σε θεματικά επίπεδα (layers). Κάθε επίπεδο, αντιπροσωπεύοντας μια θεματική προσέγγιση για ένα συγκεκριμένο σκοπό ή ομάδα αναγκών, μπορεί να περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα διαφορετικά είδη πληροφοριών (Κάβουρας, 1998), όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

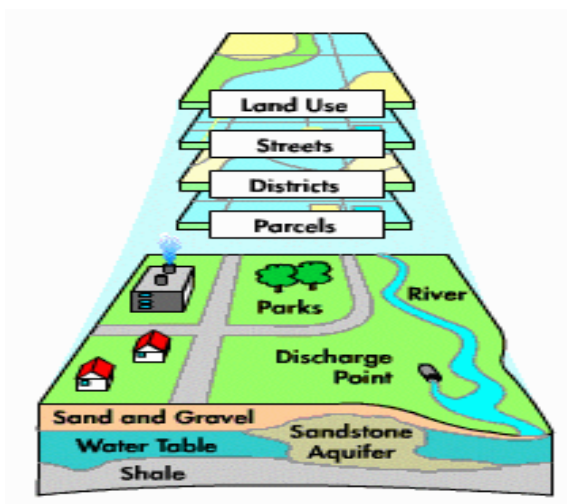


Εικόνα 3.2: Παράδειγμα θεματικών επιπέδων

Photo 3.2: An example of layers

(web, <http://www.esri.com/news/arcnews/fall02/articles/status-report.html>)

Τα γεωγραφικά δεδομένα όσον αφορά την προέλευσή τους, μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία έχουμε τα δεδομένα για το περιβάλλον και τα φυσικά διαθέσιμα που είναι είτε θεματικά (έδαφος, χρήση/ κάλυψη γης, βλάστηση, γεωλογία, κ.α.) είτε τοπογραφικά (χώροι καθορισμένης χρήσης, κτήρια, εγκαταστάσεις, τοπογραφικά δεδομένα, ακτές, υδρολογία, διοικητικά όρια, δίκτυα μεταφορών/ υποδομών, ανάγλυφο, κ.α.). Στην δεύτερη κατηγορία έχουμε τα κοινωνικοοικονομικά δεδομένα που αφορούν για παράδειγμα πληθυσμιακές/ οικονομικές/ γεωργικές απογραφές, στατιστικές (εργατικό δυναμικό, εγγραφές κτηματολογίου), αρχεία μεταφορών και παροχών, διοικητικά αρχεία, κ.α.. Επίσης οι πηγές των δεδομένων αυτών των χαρακτηριστικών μπορεί να είναι είτε πρωτογενείς, όπου τα δεδομένα μετριοούνται άμεσα (πχ. από τοπογραφικές μετρήσεις, φωτοερμηνεία, κ.α.), είτε δευτερογενείς, όπου τα δεδομένα προέρχονται από υπάρχοντες χάρτες, άλλες Βάσεις Δεδομένων, πίνακες χαρακτηριστικών, κλπ.



Εικόνα 3.3: Παράδειγμα χωρικών δεδομένων

Photo 3.3: An example of spatial data

(web, http://gis.cbs.gov.il/eng_claligis.htm)

Στο πλαίσιο των Σ.Γ.Π., τα δεδομένα αποτελούν μια συλλογή από χωρικά και μη χωρικά στοιχεία για συγκεκριμένες οντότητες, τα χαρακτηριστικά τους και τις σχέσεις μεταξύ τους. Συμπεραίνουμε ότι τα δεδομένα που εισάγονται σε μια γεωγραφική Βάση Δεδομένων είναι δύο ειδών: χαρακτηριστικά (μη χωρικά δεδομένα σε μορφή κειμένου) και γεωμετρικά (χωρικά) δεδομένα. Με την έννοια χωρικά δεδομένα εννοούμε τα φαινόμενα, τις παρατηρήσεις ή τα γεγονότα που μπορούν να κωδικοποιηθούν σε σχέση με το χώρο. Ειδικότερα τα χωρικά δεδομένα σε ένα Σ.Γ.Π. περιέχουν πληροφορίες θέσης, τοπολογία και θεματικά χαρακτηριστικά. Τα δεδομένα μπορεί να προέρχονται από γραφική πληροφορία που συμπεριλαμβάνει υπάρχοντες χάρτες, αρχεία Η/Υ, αρχεία άλλων Σ.Γ.Π., δορυφορικές εικόνες επεξεργασμένες ή όχι, δεδομένα από σάρωση εικόνων (*scanning*) και δεδομένα υπαίθρου, ή να δημιουργούνται από μη γραφική πληροφορία που συμπεριλαμβάνει πίνακες με ονόματα, στατιστικές μετρήσεις κλπ., και αντιστοιχούνται με πίνακες συσχέτισης των γραφικών και μη γραφικών χαρακτηριστικών.

Κάθε χαρτογραφικό χαρακτηριστικό είναι μια καταχώρηση σε μια συνοδεύουσα βάση δεδομένων και κάθε καταχώρηση μπορεί να έχει πολλαπλά περιγραφικά χαρακτηριστικά. Η αναπαράσταση των γεωμετρικών και γεωγραφικών χαρακτηριστικών και της σχέσης τους με τις μη χωρικές ιδιότητες και τη χρονική μεταβολή διαφοροποιεί τα Σ.Γ.Π. από την τεχνολογία των άλλων συστημάτων πληροφοριών.

Όσον αφορά την κωδικοποίηση των στοιχείων, δύο είναι οι μορφές της: η διανυσματική (vector) και η κανονικοποιημένη (raster).

Στη **Διανυσματική Δομή Δεδομένων** (*Vector Data Structure*) η αποθήκευση των στοιχείων γίνεται με την λογική του διανύσματος και η βασική λογική μονάδα αντιστοιχεί σε μια γραμμή η οποία μπορεί για παράδειγμα να αναπαριστά μια ισοϋψή καμπύλη, έναν ποταμό, ένα δρόμο, το όριο μιας επιφάνειας ή ένα γραμμικό τμήμα των παραπάνω (Κάβουρας, 1998). Ένα διανυσματικό σύστημα, απεικονίζει τα δεδομένα ως σύνολα χωρικών αρχετύπων. Στα δισδιάστατα μοντέλα τα χωρικά αρχέτυπα είναι σημεία, γραμμές και πολύγωνα, ενώ στα τρισδιάστατα χρησιμοποιούνται επιπλέον οι επιφάνειες και οι όγκοι. Φυσικά ποια χωρικά αρχέτυπα χρησιμοποιούνται κάθε φορά εξαρτάται από την κλίμακα παρατήρησης ή το επίπεδο γενίκευσης.

Εκτός όμως από την έκφραση των γεωγραφικών φαινομένων σε καρτεσιανές συντεταγμένες, μπορούμε επιπλέον να χρησιμοποιήσουμε την τοπολογία, που μας δίνει τοπολογικές σχέσεις για την έκφραση της σχετικής θέσης των διαφόρων στοιχείων ενός χάρτη. Η τοπολογία είναι από τις σημαντικότερες σχέσεις που υποστηρίζονται στις χωρικές βάσεις δεδομένων. Μπορεί να οριστεί ως η μαθηματική διεργασία της **συνδεσιμότητας** (*connectivity*) και της **γειννίας** (*adjacency*) των σημείων και γραμμών που καθορίζει τις χωρικές σχέσεις σε ένα Σ.Γ.Π. (Κάβουρας, 1998). Η τοπολογική δομή στο διανυσματικό σύστημα προσδιορίζει με ακρίβεια πώς και πού τα σημεία και οι γραμμές ενός χάρτη συνδέονται μέσω των **κόμβων** (τοπολογικά σημεία συνένωσης).

Η **Κανονικοποιημένη Δομή Δεδομένων** (*Raster Data Structure*) αντιλαμβάνεται το χώρο ως μωσαϊκή διαίρεση φατνίων- ψηφίδων (*tessellation of cells*), δηλαδή τοποθετεί και αποθηκεύει τα δεδομένα χρησιμοποιώντας ένα πίνακα ή ένα κানাβο φατνίων, τα οποία αναφέρονται με τον όρο εικονοστοιχεία (*pixel= picture element*) (Κάβουρας, 1998). Σε κάθε φατνίο ή pixel αποδίδεται η τιμή ενός χαρακτηριστικού. Συγκεκριμένα, τα Σ.Γ.Π. αποθηκεύουν διάφορες πληροφορίες που αφορούν τη χρήση γης, τον τύπο του εδάφους, τη δασική κάλυψη και άλλα δεδομένα σε διαφορετικά θεματικά επίπεδα. Η κανονικοποιημένη δομή, από τη φύση της σχετίζεται με ένα σύστημα συντεταγμένων, αλλά δεν απαιτεί αναγκαστικά απόλυτη συσχέτιση.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό ότι κάθε πραγματική κατάσταση μπορεί να αναπαρασταθεί και με τις δύο δομές raster και vector. Επίσης είναι δυνατή η

μετατροπή των δεδομένων από τη μία χωρική δομή στην άλλη. Κατ' αυτόν τον τρόπο τα κανονικοποιημένα δεδομένα διανυσματοποιούνται και αντίστροφα. Επιπλέον, κάποια λογισμικά επιτρέπουν την επικάλυψη διανυσματικών και κανονικοποιημένων δεδομένων.

Τα γεωγραφικά φαινόμενα περιγράφονται από τα παρακάτω χαρακτηριστικά γνωρίσματα (Κάβουρας, 1998):

- ❖ τη θέση, το σχήμα και το μέγεθός τους (γεωμετρικά, χωρικά χαρακτηριστικά)
- ❖ τις μη χωρικές θεματικές ιδιότητες που ονομάζονται χαρακτηριστικά (μορφή κειμένου)
- ❖ τη μεταβολή τους μέσα στο χρόνο
- ❖ τη συμβολική αναπαράστασή τους σε διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας (γραφικά/ χαρτογραφικά χαρακτηριστικά)

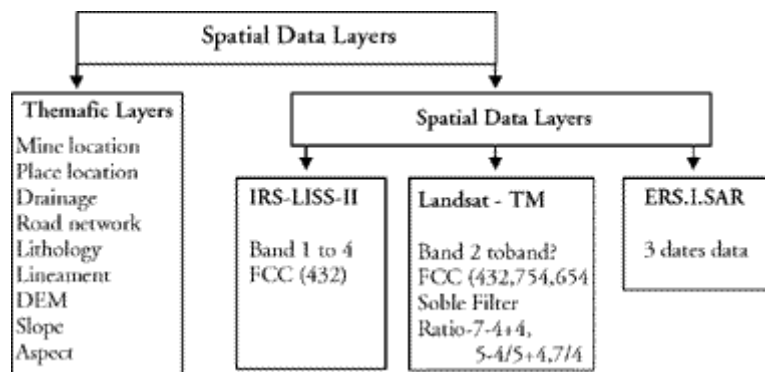
Τέλος είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε ότι υπάρχουν λίγες περιπτώσεις όπου τα δεδομένα, υπό μορφή αρχείου (πχ. DXF, TIFF, ASCII κ.α.), μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα Σ.Γ.Π.. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο Η/Υ δεν έχει την ικανότητα να κάνει χρήση της πληροφορίας στη μορφή που είναι διαθέσιμη. (συνήθως χάρτες, παρατηρήσεις πεδίου, και τηλεπισκοπικά στοιχεία) με αποτέλεσμα να υπάρχει πάντα ανάγκη μετατροπής της πληροφορίας σε μορφή που να μπορεί να «διαβαστεί» από τον Η/Υ.

3.3.2.2 Διαχείριση

Ο πυρήνας των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι συστήματα βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιούνται για να οικοδομούν και να διατηρούν συλλογές των εκάστοτε δεδομένων ενδιαφέροντος, τα οποία μπορούν να ανακτηθούν από ποικίλες εφαρμογές και ποικίλους μη προκαθορισμένους τρόπους ανάληψης των πληροφοριών προκειμένου να δοθούν απαντήσεις σε ερωτήσεις που αφορούν τα δεδομένα του γεωγραφικού χώρου.

Βάση Δεδομένων (Database) είναι μια συλλογή δεδομένων, τα οποία χρησιμοποιούνται από διάφορες εφαρμογές, για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών των χρηστών (Κάβουρας, 1998). Εντός μιας βάσης δεδομένων, τα δεδομένα οργανώνονται σε μεγάλα τμήματα, τα οποία ονομάζονται αρχεία. Στις συνήθεις περιπτώσεις, τα αρχεία περιέχουν συγκεκριμένες εγγραφές δεδομένων, τις γραμμές ενός πίνακα εικονοστοιχείων και η κάθε εγγραφή περιέχει δεδομένα για έναν τόπο,

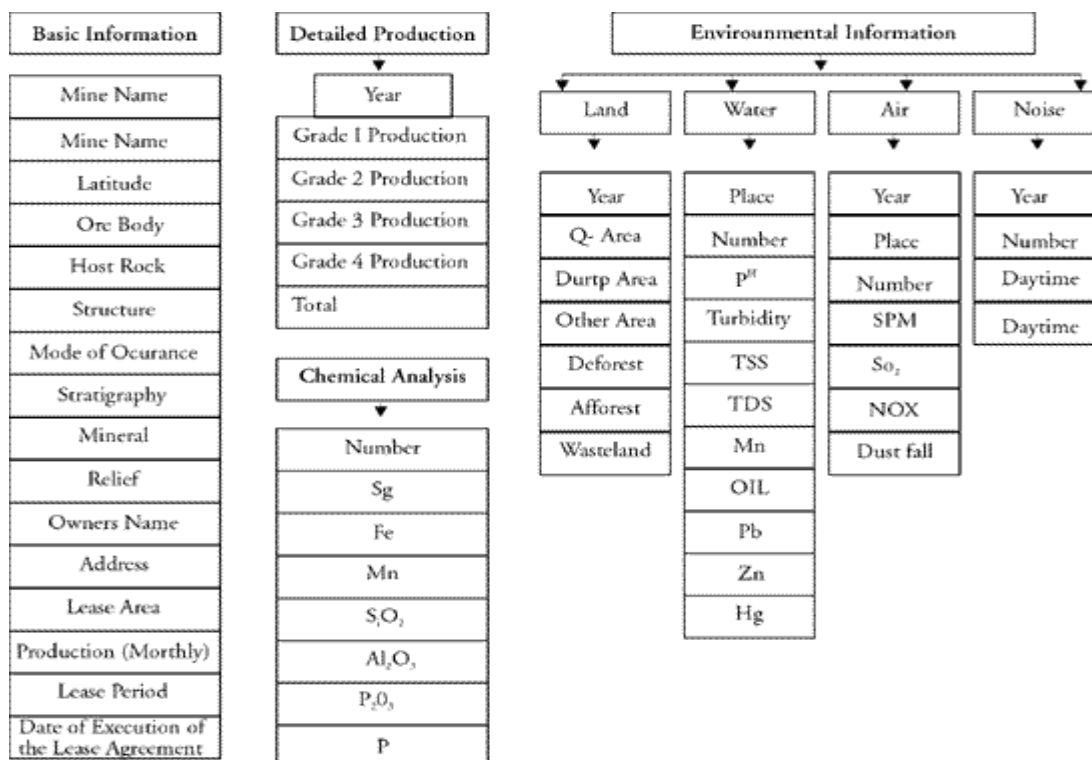
ένα γεγονός ή μια οντότητα. Μοντελοποίηση Βάσης Δεδομένων ονομάζεται η διαδικασία σχεδίασης μιας βάσης δεδομένων η οποία λειτουργεί αποτελεσματικά, περιλαμβάνει σωστή πληροφορία, έχει λογική δομή και είναι φιλική και εύχρηστη ως προς τη διαχείριση και επέκταση της (Κουτσόπουλος, 1999).



Εικόνα 3.4: Παράδειγμα οργάνωσης χωρικών δεδομένων

Photo 3.4: An example of organization of spatial data

(web, <http://www.gisdevelopment.net/application/geology/mineral/geom0012.htm>)



Εικόνα 3.5: Παράδειγμα οργάνωσης μη χωρικών δεδομένων

Photo 3.5: An example of organization of non spatial data

(web, <http://www.gisdevelopment.net/application/geology/mineral/geom0012.htm>)

Η έννοια της διαχείρισης στα Σ.Γ.Π. αντιστοιχεί στον όρο Σύστημα Διαχείρισης Δεδομένων (*Database Management System, DBMS*) και αναφέρεται σε ένα λογισμικό σύστημα για την διαχείριση, ενημέρωση και ανάκτηση των στοιχείων της βάσης δεδομένων. Τα βασικά και απαραίτητα χαρακτηριστικά οποιουδήποτε συστήματος διαχείρισης δεδομένων είναι η γρήγορη και αποτελεσματική πρόσβαση και επεξεργασία των δεδομένων. Σαν αποτέλεσμα το σύστημα της διαχείρισης δεδομένων αποτελεί ένα αναπόσπαστο και ίσως το σημαντικότερο τμήμα ενός Σ.Γ.Π..

Ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή, συνήθως μεγάλου μεγέθους και αρκετά πολύπλοκο, το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ του χρήστη και των φυσικά αποθηκευμένων δεδομένων. Επιτρέπει σε ξεχωριστά τμήματα των δεδομένων να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικά προγράμματα και επιτρέπει την ενοποίηση διαφόρων ξεχωριστών ομάδων δεδομένων. Διαθέτει ένα ευρύ φάσμα εργαλείων, προσανατολισμένων προς την ταξινόμηση, την έρευνα και την ανάκτηση πληροφορίας, όπως και προς τη δημιουργία αναφορών. Συνήθως δουλεύει χρησιμοποιώντας έναν αριθμό διαφορετικών τύπων δεδομένων, όπως πεδία κειμένου, αριθμητικά πεδία, ημερομηνίες κλπ.

Τα συστήματα διαχείρισης διαθέτουν επίσης γλώσσες προγραμματισμού για την περιγραφή και διαχείριση των δεδομένων, όπως και για την διατύπωση ερωτημάτων στα δεδομένα. Οι περισσότερες δραστηριότητες στις οποίες υποβάλλονται τα δεδομένα υπάγονται, είτε στην κατηγορία των ερωτημάτων (*queries*), δηλαδή στην ανάκτηση συγκεκριμένων περιπτώσεων σύμφωνα με καθορισμένες προϋποθέσεις, είτε σε διεκπεραιώσεις (*transactions*), δηλαδή στη μεταβολή συγκεκριμένων τιμών με κάποιον τρόπο, συνήθως ενημερώνοντας υπάρχουσες εγγραφές μέσα στη βάση δεδομένων (Κάβουρας, 1998). Τέλος περιλαμβάνουν εργαλεία προγραμματισμού και λογισμικό, το οποίο επιτρέπει την εδραίωση και διατήρηση συσχετίσεων μεταξύ των πινάκων, των αρχείων και των ίδιων των εγγραφών.

Σήμερα με την εξέλιξη της πληροφορικής και του σχεδιασμού έχουν δημιουργηθεί τέσσερα βασικά μοντέλα Συστημάτων Διαχείρισης Δεδομένων. Τα σύγχρονα *DBMS* χρησιμοποιούν μια ποικιλία μεθόδων για την αποτελεσματική αποθήκευση και ανάκτηση των δεδομένων, αλλά όλες βασίζονται σε τέσσερις θεμελιώδεις τρόπους οργάνωσης της πληροφορίας (Κουτσόπουλος, 1999). Αυτές είναι γνωστές σαν την ιεραρχική, δικτυακή, σχεσιακή και αντικειμενοστραφής δομή και όλες χρησιμοποιούνται στα Σ.Γ.Π.

3.3.2.3 Ανάλυση

Η επεξεργασία και χωρική ανάλυση των δεδομένων, αναφέρεται σ' ένα ευρύ φάσμα αναλυτικών εργασιών, στις οποίες συχνά περιλαμβάνονται στατιστικές ή μαθηματικές τεχνικές. Η χωρική ανάλυση μπορεί να θεωρηθεί ως: «Μια γενική ικανότητα να χειριστεί κανείς τη χωρική πληροφορία σε διαφορετικές μορφές με αποτέλεσμα να εξάγει επιπρόσθετη σημασία» (Κάβουρας, 1998). Κατά συνέπεια συμπεριλαμβάνει βασικές έννοιες συσχέτισης, σύγκρισης και μετατροπής χωρικών δεδομένων, καθώς και πιο προχωρημένες διαδικασίες, όπως είναι η αναζήτηση χωρικών προτύπων (*patterns*), η υπόθεση κάποιων γεγονότων και ο έλεγχός τους.

Για την εκτέλεση μιας ανάλυσης χώρου με την βοήθεια των Σ.Γ.Π., αρχικά γίνεται ο καθορισμός των αντικειμένων ανάλυσης και των κριτηρίων που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτή. Στη συνέχεια γίνεται η προετοιμασία και ο διαχωρισμός των στοιχείων που είναι διαθέσιμα στη βάση δεδομένων και θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση (προσθήκη χωρικών και μη στοιχείων ή αφαίρεσή τους). Τέλος ακολουθεί η εκτέλεση χωρικών πράξεων από τις οποίες θα προκύψουν οι χωρικές σχέσεις που θα αναλυθούν και η Ποιοτική Ανάλυση. Στο προϊόν της γεωγραφικής ανάλυσης, εκτός από τη χωρική πληροφορία και τις ιδιότητές της πρέπει να καταχωρηθεί και πρόσθετη περιγραφική πληροφορία, που θα χρησιμεύσει στην ποιοτική επεξεργασία του αποτελέσματος της ανάλυσης βάσει κριτηρίων (θέτοντας τις κατάλληλες λογικές ή αριθμητικές ερωτήσεις). Τέλος γίνεται εκτίμηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, εκτίμηση ως προς την εγκυρότητα τους, ερμηνεία ως προς την αξιοπιστία τους και επικύρωση τους. Σ' αυτό το στάδιο ο χρήστης καλείται να αποφασίσει αν θα χρησιμοποιήσει ή όχι το αποτέλεσμα της ανάλυσης.

Μια τεχνική ανάλυσης των Σ.Γ.Π. με ιδιαίτερο ενδιαφέρον, είναι το λεγόμενο «**Geocoding**». Είναι μια διαδικασία γαιοκωδικοποίησης κατά την οποία τα χαρακτηριστικά πάνω σε ένα χάρτη εντοπίζονται περισσότερο αυτόματα παρά χειρωνακτικά. Το Geocoding παίρνει συνήθως δύο μορφές (Ζεντέλης, 2001). Η πρώτη μορφή ονομάζεται **address matching** και βασίζεται στο ότι οι περισσότερες ιδιοκτησίες έχουν διευθύνσεις, οπότε μπορούν συνήθως να συνδεθούν μέσω της διεύθυνσης και να αναπαρασταθούν ως σημεία σε ένα χάρτη οδών, που λειτουργεί ως υπόβαθρο. Συγκρίνοντας τους αριθμούς των οδών των ιδιοκτησιών με τις διακυμάνσεις των αριθμών των οδών σε συνδυασμό με συγκεκριμένους οδικούς

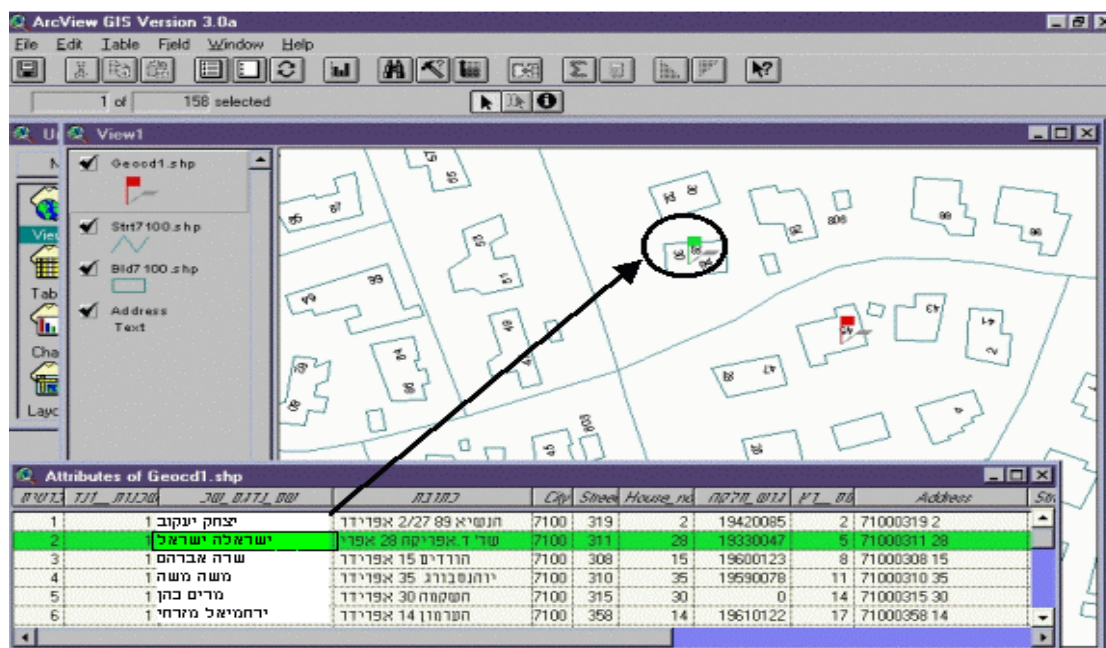
συνδέσμους, τα προγράμματα GIS μπορούν αυτόματα να τοποθετήσουν τις ιδιοκτησίες στις πραγματικές τους θέσεις ή κοντά σε αυτές. Η δεύτερη μορφή ονομάζεται **Centroid location** και σύμφωνα με αυτή, αντί για διευθύνσεις οδών, ορισμένες ιδιοκτησίες προσδιορίζονται με βάση τις ζώνες ταχυδρομικού κώδικα ή τις ζώνες απογραφής. Τα περισσότερα GIS προγράμματα μπορούν να γαιοκωδικοποιήσουν τις ιδιοκτησίες στο κέντρο των αντίστοιχων ζωνών. Όταν πλέον οι ιδιοκτησίες γαιοκωδικοποιηθούν ή συνδεθούν μέσω της διεύθυνσης, μπορούν εύκολα να απεικονιστούν γεωγραφικά ή να γίνουν ερωτήσεις στην αντίστοιχη βάση δεδομένων.

Οι τεχνικές ανάλυσης που οφείλει να χρησιμοποιεί ένα Σ.Γ.Π. ποικίλουν και είναι δύσκολο να καθοριστούν εκ των προτέρων. Μερικές από αυτές είναι:

- Ανάκτηση Δεδομένων (Data Retrieval)
- Αφαιρετική Διαδικασία (*Map Abstraction*)
- Διαχείριση Φύλλων Χάρτη (*Map sheet manipulation*)
- Δημιουργία Ζωνών Επιρροής (*Buffer Generation*)
- Επίθεση και Διαχωρισμός Πολυγώνων (*Polygon Overlay and Dissolve*)
- Μετρήσεις (*Measurements*)
- Ανάλυση Δικτύου (*Network Analysis*)
- Ανάλυση Πινακοποιημένων Δεδομένων (*Grid Cell Analysis*)
- Ανάλυση Ψηφιακού Αναγλύφου (*Digital Terrain Analysis*)
- Τεχνικές Παραγωγής Προϊόντων (*Output Techniques*)

Επιπλέον για να υποστηριχθεί η λήψη αποφάσεων, πρακτικής ή ακαδημαϊκής φύσεως, απαιτείται ένα σύστημα διατύπωσης ερωτημάτων (*queries*). Οι ερωτήσεις στις οποίες ένα Σ.Γ.Π. μπορεί να απαντήσει κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της χωρικής ανάλυσης, διακρίνονται σε πέντε χαρακτηριστικές κατηγορίες (Κουτσόπουλος, 1999):

- Τοπογραφία: «Τι είναι πού...»
- Αναζήτηση βάσει κριτηρίων: «Πού βρίσκεται...»
- Τάσεις: «Ποια η μεταβολή...»
- Πρότυπα: «Από ποια χωρικά πρότυπα χαρακτηρίζεται...»
- Μοντέλα: «Τι θα συνέβαινε αν...»



Εικόνα 3.6: Παράδειγμα ερώτησης

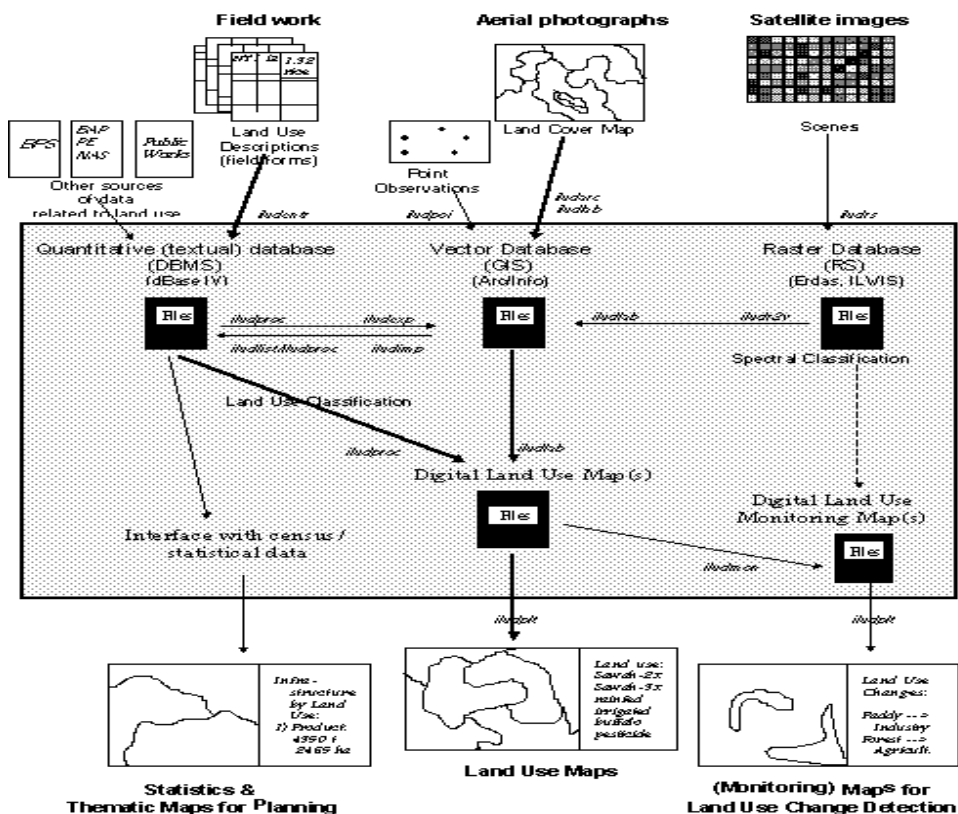
Photo 3.6: An example of query

(web, http://gis.cbs.gov.il/eng_claligis.htm)

3.3.2.4 Έξοδος

Η έξοδος από τον Η/Υ και ο τρόπος που θα παρουσιασθεί η πληροφορία που η ανάλυση και γενικά το Σ.Γ.Π. δημιούργησε, είναι καθοριστικός για την αποτελεσματικότητά του. Βασικά τρεις είναι οι μορφές εξόδου της πληροφορίας (Κουτσόπουλος, 1999):

- ❖ Οι πίνακες, οι μαθηματικές συναρτήσεις, οι μέσοι όροι και άλλες μη-σχεδιαστικές αποδόσεις
- ❖ Τα ιστογράμματα, τα πολύγωνα συχνότητας και άλλες μορφές γραφημάτων
- ❖ Οι χάρτες.



Εικόνα 3.7: Η έξοδος από τα Σ.Γ.Π.

Photo 3.7: The outcome from GIS

(web, <http://www.geocities.com/gbechtold/gpilud85.html>)

Το κύριο μέσο μετάδοσης της επεξεργασμένης πληροφορίας ενός Σ.Γ.Π. είναι ο χάρτης. Ο χάρτης ορίζεται ως η γραφική αναπαράσταση της γεωγραφίας (μορφή του χώρου, χωρικά φαινόμενα και χωρικές αλληλοσυσχετίσεις) ενός τμήματος της επιφάνειας της γης σε όλες τις μορφές και διαστάσεις του, παρέχει μια άμεση εποπτεία του χώρου, με επιλεγμένη ακρίβεια και πληρότητα και επομένως παραμένει ένας βασικός τρόπος επικοινωνίας. Όσο αυτονόητη είναι η σημασία των χαρτών, τόσο πιο δύσκολη είναι η κατασκευή τους. Η σύνταξη και η τελική παρουσίαση ενός χάρτη πρέπει να ακολουθεί ορισμένους κανόνες, οι οποίοι ουσιαστικά προσπαθούν να κάνουν αποδοτικότερη την επικοινωνία του χάρτη με τον χρήστη.

Τα στοιχεία ενός χάρτη, μπορεί να είναι:

- Γραφικά στοιχεία : σημεία, γραμμές και επιφάνειες
- Χαρτογραφικά στοιχεία: κλίμακα, προβολή και συμβολισμό
- Εποπτικά στοιχεία: τίτλος, υπόμνημα, δείκτης κλίμακας και δείκτης προσανατολισμού

Οι χάρτες που περιλαμβάνουν περιγραφική πληροφορία αναφέρονται ως θεματικοί χάρτες. Για τους περισσότερους χρήστες, η μεγαλύτερη έλξη των Σ.Γ.Π. έγκειται στην ικανότητά τους να παρουσιάζουν την πληροφορία με την μορφή χαρτών.

3.3.3 Στάδιο συμπερασμάτων

Η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία δημιουργεί και αναλύει τα απαραίτητα δεδομένα για την λύση του προβλήματος. Στα συμπεράσματα, επομένως πρέπει να καθρεφτίζεται η υλοποίηση του στόχου του Σ.Γ.Π. και οι εναλλακτικές απόψεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος, οπότε παρουσιάζονται συνοπτικά οι προτεινόμενες λύσεις και η σκοπιμότητά τους. Όλα τα συμπεράσματα πρέπει να είναι προσεχτικά τεκμηριωμένα με βάση τα κατάλληλα στοιχεία.

3.4 Παραδοσιακές κατηγορίες συστημάτων GIS

Η απαίτηση για εξειδικευμένη χαρτογράφηση και οι ανάγκες για έγκυρη και έγκαιρη πληροφόρηση, κυβερνητικών, επιστημονικών και ακαδημαϊκών φορέων, προώθησαν τον ερχομό του εμπορικού λογισμικού GIS στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Το λογισμικό που αναπτύχθηκε από την Environmental Systems Research Institute (ESRI), την Intergraph, την Tydac και άλλους, αρχικά χρησιμοποιήθηκαν εγκατεστημένα σε κεντρική μονάδα mainframe αλλά και μικροϋπολογιστών, δημιουργώντας λογισμικό GIS σε μορφή εμπορικού πακέτου (Ζεντέλης, 2001).

Η αγορά Σ.Γ.Π. προσφέρει από τότε προγράμματα για διαχείριση και κατανόηση της πληροφορίας ώστε να λαμβάνεται η βέλτιστη απόφαση. Σήμερα η αγορά προσφέρει προγράμματα που, εκτός των εξελιγμένων δυνατοτήτων, παρέχουν και ένα πιο εύχρηστο τρόπο λειτουργίας από τους χρήστες. Με την πρόοδο της τεχνολογίας των υπολογιστών και την εξέλιξη των λειτουργικών συστημάτων, οι προσωπικοί Η/Υ μπορούν να υποστηρίξουν ταχύτερα, πιο εύχρηστα και οικονομικότερα τις απαιτήσεις των χρηστών. Η σύγχρονη αγορά Σ.Γ.Π. συνδυάζοντας ένα ισχυροποιημένο hardware με τις διαρκώς επεκτεινόμενες ανάγκες των χρηστών έχει να επιδείξει προγράμματα για τις παρακάτω πέντε κατηγορίες.

3.4.1 Οδική Πλοήγηση

Το τμήμα αυτό της αγοράς περιέχει συγκεκριμένα εργαλεία με τα οποία ο χρήστης μπορεί να εντοπίσει βέλτιστες διαδρομές σε ένα οδικό δίκτυο. Τα προγράμματα αυτά περιέχουν αλγορίθμους εντοπισμού σημείου, καθώς και αλγορίθμους που εντοπίζουν τη βέλτιστη διαδρομή. Η βέλτιστη διαδρομή μπορεί να υπολογιστεί είτε από τα γεωμετρικά στοιχεία του υποβάθρου, δηλαδή ως προς τη γεωμετρική απόσταση, είτε από τα περιγραφικά στοιχεία. Με τον τρόπο αυτό, υπολογίζεται ο συντομότερος χρόνος που χρειάζεται ένα κινητό μέσο για να διανύσει την απόσταση μεταξύ δύο σημείων. Τα προγράμματα της κατηγορίας αυτής τρέχουν σε προσωπικούς υπολογιστές και είναι χαμηλού κόστους.

Τον τελευταίο καιρό έχουν κάνει την εμφάνιση τους συσκευές οι οποίες εγκαθίστανται σε κινούμενο μέσο, όπως ένα αυτοκίνητο και με τις οποίες ο οδηγός μπορεί να ακολουθήσει τις οδηγίες του προγράμματος ώστε να φθάσει στο επιθυμητό σημείο είτε συντομότερα, είτε διανύοντας την μικρότερη απόσταση. Οι συσκευές αυτές αποτελούνται από μια οθόνη, έναν μικροϋπολογιστή, μια αποθηκευτική μονάδα, καθώς και μια συσκευή GPS. Η λειτουργία της συσκευής επιτυγχάνεται με ένα ειδικό λογισμικό, το οποίο προβάλλει το στίγμα του GPS (*tracking point*) σε ένα επίπεδο (*tracking layer*) πάνω από το GIS γραμμικό υπόβαθρο που αναπαριστά τις οδούς. Το tracking layer μπορεί να ενεργοποιήσει ειδικούς αλγορίθμους εντοπισμού σημείου GIS (*Address Matching*) στο γραμμικό υπόβαθρο του οδικού δικτύου το οποίο φορτώνεται από την αποθηκευτική μονάδα. Οι συσκευές αυτές είναι προσιτού κόστους και μπορούν να βοηθήσουν όχι μόνο στον εντοπισμό ενός σημείου ενδιαφέροντος αλλά και στον τρόπο για να φθάσει κανείς εκεί.

3.4.2 Χαρτογραφικά εργαλεία spreadsheet

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία γενικών θεματικών χαρτών σε μικρές κλίμακες. Στους χάρτες αυτούς εμφανίζεται η ποσοτική εκτίμηση ενός φαινομένου πάνω σε ένα γεωγραφικό υπόβαθρο. Ακόμη τα προγράμματα αυτά, μπορούν να εμφανίσουν στο χάρτη που παράγουν και συνοδευτικά στοιχεία όπως πόλεις, κύριες οδικές αρτηρίες, αεροδρόμια, κλπ. Στερούνται όμως κάθε εργαλείου ανάλυσης και δεν μπορούν να επεξεργαστούν σύνθετες χωρικές ερωτήσεις ή ερωτήσεις σε κάποια βάση δεδομένων.

3.4.3 GIS Viewers

Έχουν σκοπό την απεικόνιση λειτουργούντων εφαρμογών GIS στην οθόνη ενός προσωπικού υπολογιστή καθώς και κάποιες περιορισμένες δυνατότητες ανάλυσης, δυνατότητες ερωτημάτων και ανάκτησης δεδομένων.

3.4.4 Desktop GIS

Σχεδιάστηκαν για να βοηθήσουν τους χρήστες να κατασκευάζουν γρήγορα πολυεπίπεδης πληροφορίας θεματικούς χάρτες, να συνδέουν μέσω της θέσης σημειακές πληροφορίες και να αναλαμβάνουν σύνθετες ερωτήσεις στο χάρτη και στη βάση, συμπεριλαμβανομένων των “*near*” και “*buffer*” ερωτήσεων” (Τι γειτνιάζει και τι περιέχεται στη ζώνη επιρροής του επιλεγμένο χαρακτηριστικού αντίστοιχα). Με αυτό το λογισμικό, οι χρήστες GIS έχουν τη δυνατότητα δημιουργίας, επεξεργασίας και απεικόνισης GIS υποβάθρου με ανεπτυγμένα εργαλεία συμβολισμού, κατασκευής σύνθετων ερωτημάτων, χωρικής ανάλυσης, δυνατότητα εντοπισμού σημείου με στοιχεία διεύθυνσης (*Address Matching*), καθώς και δυνατότητα δημιουργίας από τους χρήστες τροποποιημένων εξειδικευμένων λειτουργιών και περιβάλλοντος εργασίας (*customization*).

3.4.5 Πλήρους λειτουργίας GIS

Τα πλήρη συστήματα τυπικά περιέχουν εκατοντάδες λειτουργίες των GIS συμπεριλαμβανομένων και εξειδικευμένων διαδικασιών για:

- ψηφιοποίηση με χειροκίνητο, ημιαυτόματο ή και αυτόματο τρόπο
- διόρθωση χαρτογραφικών ορίων και χαρακτηριστικών
- ενοποίηση raster εικόνων
- ανάληψη σύνθετης πληροφορίας και χωρικών ερωτήσεων
- μέτρηση ελαχίστων διαδρομών
- συνδυασμό και σύγκριση χαρακτηριστικών πολλαπλών επιπέδων πληροφορίας
- υπολογισμό λεπτομερειακών χωρικών σχέσεων
- ανάλυση χωρικών σχέσεων σε τρεις διαστάσεις
- κατασκευή 3D χαρτογραφικές απεικονίσεις

3.5 Χρήσεις – Πεδία εφαρμογής Σ.Γ.Π.

Η τεχνολογία των Σ.Γ.Π. με τις πολλές τους δυνατότητες, χρησιμοποιούνται σε πλήθος εφαρμογών, για κάθε ζήτημα ανάλυσης και σχεδιασμού, όπου η παράμετρος «γεωγραφικός χώρος» υπεισέρχεται άμεσα ή έμμεσα. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικά επιστημονικά πεδία στα οποία τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών μπορούν να συμβάλλουν ως ολοκληρωμένα εργαλεία χωρικής ανάλυσης και σχεδιασμού.

Στον περιφερειακό προγραμματισμό και σχεδιασμό τα Σ.Γ.Π. προσφέρουν χωρική ανάλυση περιφερειακών ανισοτήτων, διαχείριση ολοκληρωμένων αναπτυξιακών προγραμμάτων και βάσεων κοινωνικό-οικονομικών δεδομένων, επενδυτικά σχέδια και εναλλακτικές στρατηγικές, χωροθετήσεις κατανομών οικονομικών δραστηριοτήτων, αξιολόγηση περιφερειακών και τοπικών αναπτυξιακών προγραμμάτων και συστήματα λήψης αποφάσεων. Αντίστοιχα στον αστικό προγραμματισμό και σχεδιασμό προσφέρουν χωρική ανάλυση αστικών περιοχών, δήμων και γειτονιών, διαχείριση ολοκληρωμένων προγραμμάτων αστικής ανάπτυξης, πολιτική αναπλάσεων, πολιτική χρήσεων γης και δόμηση του κτηματολογίου.

Στον τομέα των συγκοινωνιών και μεταφορών, τα Σ.Γ.Π. ασχολούνται με τη διαχείριση συστημάτων μεταφορών (οδικών, ακτοπολικών, αεροπορικών), διαχείριση αστικών συγκοινωνιών, ανάλυση και διαχείριση δικτύων διανομών προϊόντων και υπηρεσιών, αριστοποίηση διαδρομών τροφοδοσίας, χωροθέτησης κέντρων παροχών και ελαχιστοποίηση διαδρομών και κόστους. Επίσης σχετίζονται με την πολιτική πρόληψης ατυχημάτων και με πολιτικές πρόληψης και αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών. Σε θέματα περιβάλλοντος ασχολούνται με την διαχείριση οικοσυστημάτων, με πολιτικές προστασίας και πρόληψης, με συστήματα λήψης αποφάσεων και εκτίμηση επιπτώσεων και με υποδείγματα αλληλεπιδράσεων οικονομικών και περιβαλλοντικών συστημάτων.

Όσον αφορά την τεχνική υποδομή, συνδέονται με τη διαχείριση δικτύων ύδρευσης, αποχέτευσης, ενέργειας και τηλεπικοινωνιών, τον προσδιορισμό περιοχών εξυπηρέτησης, καθώς και με διάφορες χωροθετήσεις και κατανομές. Συγκεκριμένα αναφέρουμε την πολιτική διαχείρισης παροχών εκπαίδευσης, υγείας και πρόνοιας καθώς και σε περιοχές ειδικών χαρακτηριστικών και κέντρων εξυπηρέτησης. Επιπλέον τα Σ.Γ.Π. μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο στην ανάλυση της καταναλωτικής συμπεριφοράς της κοινωνίας όσο και στην χωρική ανάλυση αγορών

εργασίας, στην σύζευξη προσφοράς και ζήτησης, στην ανάλυση των μετακινήσεων μεταξύ τόπου εργασίας και κατοικίας, στην φορολογία ακίνητης περιουσίας και διαχείριση φορολογικών στοιχείων, στην ανεργία σε συνδυασμό με προσπάθεια επαγγελματικής κατάρτισης και κινητικότητας του εργατικού δυναμικού.

Τέλος έγινε η προσπάθεια να συνδεθεί η γεωγραφική θέση του χρήστη με διάφορες υπηρεσίες του διαδικτύου. Με την παροχή μιας υποδομής που συλλαμβάνει τη χαρτογράφηση των υπηρεσιών σε έναν τομέα ενδιαφέροντος και επίσης μια χαρτογράφηση των χρηστών για τις συγκεκριμένες περιοχές, οι εφαρμογές μπορούν να αθροίσουν τις πληροφορίες θέσης από ποικίλες τεχνολογίες εντοπισμού και τηλεπικοινωνιών και να παρέχουν μια ενιαία πληροφόρηση για τις υπηρεσίες της περιοχής. Με αυτό το είδος των πληροφοριών είναι εφικτό να επιτραπούν οι καινοτόμες: «Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης». Η παράδοση των υπηρεσιών, που βασίζονται στη γεωγραφική θέση του χρήστη, στις κινητές συσκευές απαιτεί αποθήκευση των πληροφοριών θέσης και παράδοση των χωρικών στοιχείων στις κινητές συσκευές. Πράγματι, μόλις αναγνωρισθεί η γεωγραφική θέση μιας κινητής συσκευής, ο κεντρικός υπολογιστής μπορεί έπειτα να παρέχει τις υπηρεσίες ή τις πληροφορίες που είναι σχετικές με την τρέχουσα θέση (όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες). Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να αφορούν τοπικά εστιατόρια και τις επιλογές τους, τα ξενοδοχεία με τη διαθεσιμότητα δωματίων, τα θέατρα που διαθέτουν την τελευταία στιγμή κάποια εισιτήρια για πώληση, κ.λπ. Βέβαια η παροχή των υπηρεσιών στις κινητές συσκευές, μετατρέπει τις πληροφορίες του διαδικτύου κατάλληλα για να ταιριάζουν με τις ικανότητες της συσκευής (μικρή οθόνη, χαμηλό εύρος ζώνης, κ.λπ.). Ωστόσο, σύμφωνα με ένα τέτοιο πρότυπο, ο αριθμός σχετικών υπηρεσιών για μια δεδομένη θέση ενδεχομένως μπορεί να αυξηθεί πάρα πολύ και να είναι πολύ δυναμικός, με τις νέες υπηρεσίες που εμφανίζονται συνεχώς. Περισσότερες πληροφορίες και μια ολοκληρωμένη προσέγγιση των Υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

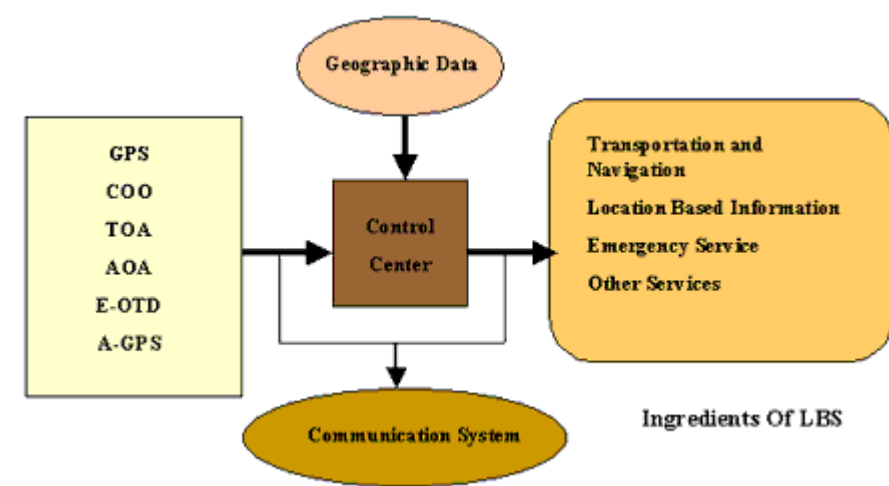
Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης

4.1 Εισαγωγή

Ο συνδυασμός των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) με το Δορυφορικό Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS), έχουν προκαλέσει τις καινοτόμες **Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης** ή *Location Based Services*, οι οποίες ορίζονται ως οι εφαρμογές που παραδίδουν όλες τις πληροφορίες που βασίζονται σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική θέση, όπου και όποτε απαιτείται.

Η ώθηση για την ανάπτυξη των υπηρεσιών αυτών, δόθηκε από την κυβέρνηση των ΗΠΑ, η οποία απαίτησε από τους χειριστές δικτύων κινητής τηλεφωνίας να παρέχουν υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης στους χρήστες κινητών τηλεφώνων, με την εντόπιση της συσκευής μέσα σε μια ακτίνα 125 μέτρων. Οι υπηρεσίες πληροφοριών στη συγκεκριμένη περίπτωση, βασίστηκαν στη γεωγραφική θέση του κινητού τηλεφώνου που έκανε την κλήση. Το γεγονός αυτό, επιτάχυνε την εμφάνιση του νέου και δυναμικού τομέα των Υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, καθώς επίσης βοήθησε στην επέκταση των υπηρεσιών ώστε να παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες και σε άλλες συσκευές, εκτός κινητών τηλεφώνων.

Μια τεχνολογία υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης πρέπει να καλύψει τις απαιτήσεις ακρίβειας θέσης που καθορίζονται από την αντίστοιχη υπηρεσία, με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και με το ελάχιστο αντίκτυπο στο δίκτυο και τον εξοπλισμό. Τα συστατικά που απαιτούνται για μια επιτυχή τεχνολογία υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης είναι: ο προσδιορισμός της θέσης, τα γεωγραφικά στοιχεία, το κέντρο ελέγχου και το σύστημα επικοινωνιών (web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs006.htm>). Στη συνέχεια του κεφαλαίου θα εξεταστούν διεξοδικά το κάθε ένα από τα συστατικά που απαιτούνται για τις υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης και θα αναφερθούν μερικές εφαρμογές των υπηρεσιών αυτών.



Εικόνα 4.1: Τα συστατικά των Υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης

Photo 4.1: The ingredients of Location Based Services

(web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs006.htm>)

4.2 Προσδιορισμός της θέσης

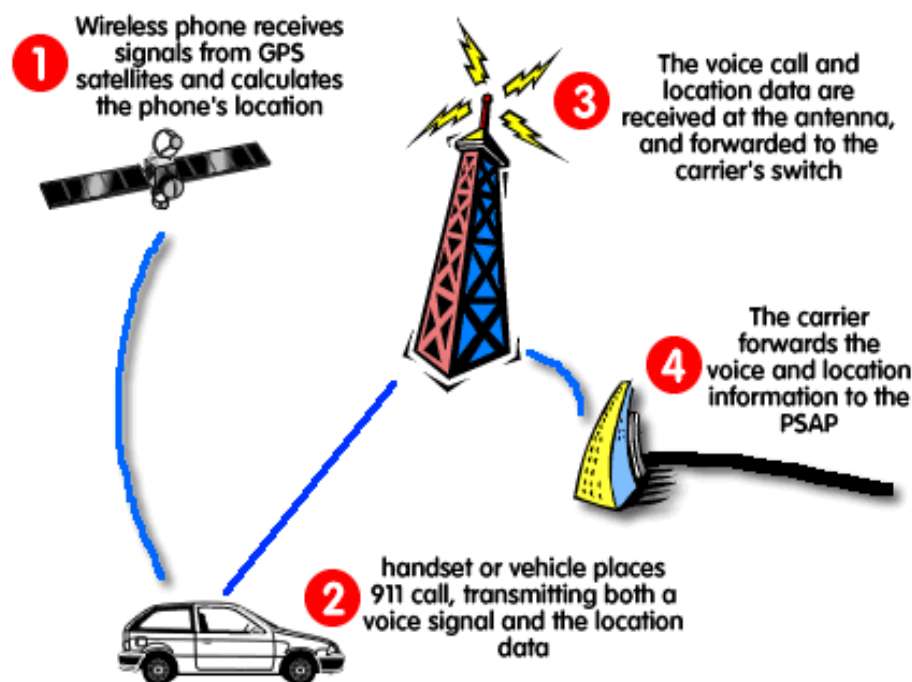
Ένα από τα προφανέστερα και σημαντικότερα συστατικά των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης είναι να προσδιοριστεί η ακριβής θέση της συσκευής. Υπάρχουν διάφορα μέσα για τον προσδιορισμό της θέσης, όπως:

- ❖ Χειρωνακτικός προσδιορισμός θέσης
- ❖ Βασισμένος στο δίκτυο προσδιορισμός θέσης
- ❖ Προσδιορισμός θέσης με GPS

4.2.1 Χειρωνακτικός προσδιορισμός θέσης

Οι χειρωνακτικές μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για να προσδιοριστεί η θέση του χρήστη σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης όπως η υπηρεσία βοήθειας για βλάβη αυτοκινήτων στο δρόμο. Πρόκειται για ενεργοποιημένες φωνητικά λύσεις που απαιτούν από τους χρήστες να προσδιορίσουν ρητά τη θέση τους. Με τη σύγκλιση όμως των ασύρματων επικοινωνιών και του Διαδικτύου, οι υπηρεσίες θέσης έχουν πάρει μια νέα πορεία.

Δεδομένου ότι το φυσικό μέγεθος των τηλεφώνων συνεχίζει να μικραίνει και λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς οθόνης των ασύρματων τηλεφώνων και των φορητών συσκευών βρισκόμαστε μπροστά σε μια νέα πρόκληση, η οποία πρόκειται να εκμεταλλευθεί την πιο βασική λειτουργία, την ομιλία. Για το σκοπό αυτό, οι προμηθευτές υποδομής διαδικτύου προβαίνουν σε νέες εξελίξεις ενσωματώνοντας τις βασισμένες στη φωνή υπηρεσίες, στην τεχνολογία των υπηρεσιών που προσφέρουν. Σήμερα, περισσότερες από 60 διαφορετικές εταιρίες προσφέρουν τις υπηρεσίες τους μέσω ενεργοποιημένων φωνητικά επιλογών από τις ασύρματες συσκευές, όπως φαίνεται στο παράδειγμα της Εικόνας 4.2, και καταφέρνουν έτσι να παρέχουν σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες για την κυκλοφορία στα οχήματα, πληροφορίες "κίτρινων σελίδων", πληροφορίες για συγκεκριμένες κατευθύνσεις και καθοδήγηση των ατόμων καθώς επίσης και πληροφορίες χώρων στάθμευσης εξατομικευμένες και προσιτές για τους ασύρματους χρήστες σε συνάρτηση με τη θέση που βρίσκονται. Μια άλλη συχνά βιώσιμη και εναλλακτική λύση είναι οι χρήστες να μιλήσουν ζωντανά με έναν χειριστή.



Εικόνα 4.2: Παράδειγμα των Υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης

Photo 4.2: An example of Location Based Services

Οι ενεργοποιημένες φωνητικά λύσεις με τον έναν ή τον άλλο τρόπο, παρέχουν έναν ικανοποιητικό τρόπο στους χρήστες ώστε να πάρουν τις εξατομικευμένες πληροφορίες που τους ενδιαφέρουν, αλλά εξακολουθούν να υπάρχουν μειονεκτήματα. Δυστυχώς, ο χρήστης πρέπει πάντα να μεταβιβάσει την ακριβή θέση του στο χειριστή, η οποία μπορεί να μην είναι εύκολη εάν ο χρήστης έχει χαθεί ή δεν μπορεί να προσανατολιστεί σωστά. Κατά συνέπεια, αυτές οι ισχυρές φωνη-βασισμένες λύσεις, καταφέρνουν να ικανοποιήσουν μόνο ένα μέρος των αναγκών των ασύρματων συνδρομητών.

4.2.2 Προσδιορισμός θέσης βασισμένος στο δίκτυο

Η εύρεση της θέσης μιας κινητής συσκευής σε σχέση με το δίκτυο μιας περιοχής κυψελών είναι ένας άλλος τρόπος να εντοπισθεί η θέση μιας συσκευής και κατ' επέκταση ενός προσώπου. Ο βασισμένος στο δίκτυο προσδιορισμός θέσης, χρησιμοποιείται κυρίως στις περιπτώσεις όπου χρειάζεται να προσδιοριστεί η θέση του χρήστη ενός κινητού τηλεφώνου και στηρίζεται στα διάφορα μέσα διερεύνησης του σήματος από τις περιοχές κυψελών που εξυπηρετούν την κινητή συσκευή, με τη βοήθεια του τριγωνισμού. Οι μέθοδοι που υιοθετούνται για να καθορίσουν τη θέση του χρήστη ποικίλουν και θα αναπτυχθούν συνοπτικά στη συνέχεια.

4.2.2.1 Μέθοδος κυψέλης προέλευσης (*Cell of Origin*)

Αυτός είναι ο φυσικότερος τρόπος να αρχίσει η εφαρμογή των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται να προσδιοριστεί η θέση του χρήστη ενός κινητού τηλεφώνου, επειδή όλες οι τηλεφωνικές συσκευές υποστηρίζουν αυτήν την τεχνολογία. Η μέθοδος κυψέλης προέλευσης χρησιμοποιεί το δίκτυο σταθμών βάσεων μιας περιοχής κυψελών για να προσδιορίσει τη θέση του χρήστη. Η ακρίβεια εξαρτάται από την περιοχή κυψελών και η ακρίβεια μπορεί να είναι μέχρι 150 μέτρα για μια αστική περιοχή. Αν και η ακρίβεια της δεν είναι υψηλή και δεν μπορεί να εφαρμοστεί για χρήση έκτακτης ανάγκης, η μέθοδος αυτή είναι δημοφιλής μεταξύ των χειριστών δικτύων κινητής τηλεφωνίας, δεδομένου ότι δεν απαιτεί τροποποιήσεις στις τηλεφωνικές συσκευές ή στο δίκτυο και για το λόγο αυτό είναι συγκριτικά φτηνή για να επεκταθεί.

4.2.2.2 Μέθοδος χρόνου άφιξης (*Time of Arrival*)

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, για να υπολογιστεί η θέση της συσκευής, χρησιμοποιείται η διαφορά στο χρόνο άφιξης του σήματος από το κινητό σε περισσότερους από έναν σταθμούς βάσεων. Δυστυχώς, η ανάλυση πλεονεκτημάτων-μειονεκτημάτων της μεθόδου αυτής, δεν είναι υπέρ της χρήσης αυτής της τεχνολογίας, δεδομένου ότι το κόστος της μεθόδου είναι πολύ υψηλό σε σύγκριση με την αύξηση στην απόδοση. Η ακρίβεια της μεθόδου «χρόνου άφιξης» είναι σίγουρα καλύτερη από τη μέθοδο «κυψέλης προέλευσης», όμως εξαρτάται από την αμοιβαία ορατότητα των τελικών μεταδόσεων των σταθμών βάσεων.

4.2.2.3 Μέθοδος γωνίας άφιξης (*Angle of Arrival*)

Η μέθοδος γωνίας άφιξης, υπολογίζει τις γωνίες με τις οποίες ένα σήμα φθάνει σε δύο σταθμούς βάσεων από μια τηλεφωνική συσκευή, και στη συνέχεια με τη βοήθεια του τριγωνισμού εντοπίζει τη θέση της συσκευής. Η μέθοδος αυτή, δεν λειτουργεί ικανοποιητικά στις αστικές περιοχές, εξαιτίας της ύπαρξης πολλών και ψηλών κτηρίων που διακόπτουν τα σήματα.

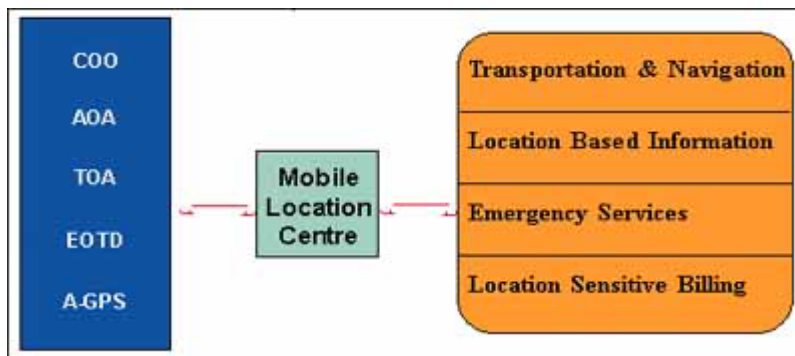
4.2.2.4 Μέθοδος ενισχυμένης παρατηρηθείσας χρονικής διαφοράς (*Enhanced Observed Time Difference*)

Η μέθοδος ενισχυμένης παρατηρηθείσας χρονικής διαφοράς βασίζεται στην τοποθέτηση δεκτών στο κυψελοειδές δίκτυο οι οποίοι λειτουργούν ως επιπλέον σταθμοί μέτρησης της θέσης. Οι δέκτες αυτοί, τοποθετούνται σε διάφορες γεωγραφικές θέσεις διασκορπισμένα σε μια ευρεία περιοχή. Αυτή η μέθοδος, αποτελεί την ακριβέστερη τεχνική, υπό τον όρο ότι υπάρχει αμοιβαία ορατότητα μεταξύ των σταθμών βάσεων. Όπως στη μέθοδο γωνίας άφιξης, έτσι και σε αυτή τη μέθοδο, η ισχύς της μειώνεται σε περιοχές που υπάρχουν κτήρια. Στην πραγματικότητα οποιοδήποτε γεωγραφικό εμπόδιο που επηρεάζει το σήμα οδηγεί σε μείωση της ακρίβειας.

4.2.2.5 Αξιολόγηση μεθόδων προσδιορισμού θέσης βασισμένες στο δίκτυο

Γενικότερα η μέθοδος της κυψέλης προέλευσης είναι η πιο αποδεκτή τεχνολογία που χρησιμοποιείται από τους χειριστές δικτύων κινητής τηλεφωνίας για να προσδιοριστεί η θέση της κινητής συσκευής δεδομένου ότι η μέθοδος αυτή,

εξυπηρετεί το σκοπό αυτό ικανοποιητικά και απαιτεί την ελάχιστη επένδυση, άρα και το ελάχιστο κόστος. Για μεγαλύτερη ακρίβεια ενδείκνυται η μέθοδος της ενισχυμένης παρατηρηθείσας χρονικής διαφοράς, αλλά απαιτούνται ορισμένες τροποποιήσεις στα κινητά τηλέφωνα.



Εικόνα 4.3: Μέθοδοι προσδιορισμού θέσης

Photo 4.3: Determining positioning

(web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs003.htm>)

4.2.3 Προσδιορισμός θέσης με GPS

Ο προσδιορισμός θέσης και η ναυσιπλοΐα είναι απαραίτητα σε πολλές εφαρμογές, αλλά δυστυχώς οι περισσότερες μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς ήταν δυσκίνητες. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών διάφορα είδη τεχνολογιών έχουν προσπαθήσει να απλοποιήσουν το στόχο αλλά καθένα από αυτά είχε μερικά μειονεκτήματα. Το Δορυφορικό Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS), άλλαξε την πορεία στην ναυσιπλοΐα και στον προσδιορισμό θέσης για πάντα.

Σήμερα ο πιο σύγχρονος τρόπος προσδιορισμού της θέσης περιλαμβάνει συσκευές με ενσωματωμένο ή συνδεδεμένο GPS, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα που παρέχει ένα GPS ως ένα παγκόσμιο σύστημα ναυσιπλοΐας. Οι συσκευές με ενσωματωμένο ή συνδεδεμένο GPS μπορούν να προσδιορίσουν τη θέση με ακρίβεια μέχρι δέκα μέτρα. Το κόστος είναι φυσικά αυξημένο, λόγω του GPS. Εκτός από αυτό, κάθε συσκευή με GPS θα πρέπει απαραίτητα να είναι στη θέα τριών ή περισσότερων δορυφόρων για να προσδιορίσει τη θέση του χρήστη, γεγονός που δυσκολεύει την εφαρμογή της σε περιοχές με ψηλά κτήρια και πιο πολύ στο εσωτερικό των κτηρίων, όπου οι άνθρωποι ξοδεύουν ένα σημαντικό μέρος του χρόνου τους. Η συσκευή με GPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο να παρέχει πλούσιες υπηρεσίες στους χρήστες του, όπως υπηρεσίες καθοδήγησης, ναυσιπλοΐας και έκτακτης ανάγκης λόγω της

ακρίβειάς του. Η συνεισφορά του GPS είναι πολύ σημαντική και η χρήση του αναλύθηκε λεπτομερώς στο κεφάλαιο 2.

4.3 Γεωγραφικά στοιχεία

Αφού προσδιοριστεί η θέση, το επόμενο συστατικό των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης είναι τα στοιχεία των GIS (Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών). Τα στοιχεία των GIS απαιτούνται για να διευκολύνουν τις υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, παρέχοντας τη δυνατότητα σύνδεσης χωρικών-γραφικών πληροφοριών με μη γραφικές πληροφορίες. Οι μη γραφικές πληροφορίες μπορεί να είναι: ονοματεπώνυμα και διευθύνσεις πελατών, πληροφορίες για το οδικό δίκτυο, τα κτήρια και τις εκτάσεις όπως τα βουνά και τους ποταμούς. Έτσι το σύστημα GIS χρησιμοποιείται για να διαχειριστεί τα στοιχεία όπως η θέση των βενζινάδικων, των εστιατορίων, των αιθουσών κινηματογράφων και άλλα. Η ένταση και η ποιότητα των στοιχείων GIS που απαιτούνται εξαρτάται από τον τύπο της υπηρεσίας που παρέχεται στο χρήστη. Τα στοιχεία GIS που απαιτούνται, πρέπει να ενημερώνονται διαρκώς, για να είναι σε θέση να τροφοδοτήσουν τις διάφορες απαιτήσεις των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης. Η διαθεσιμότητα, η δυνατότητα πρόσβασης, η ποιότητα, η τεκμηρίωση και η διάδοση των στοιχείων είναι κρίσιμα ζητήματα για τα GIS τα οποία αναλύθηκαν λεπτομερώς στο κεφάλαιο 3.



Εικόνα 4.4: Τα στοιχεία των GIS, μετά τον προσδιορισμό της θέσης

Photo 4.4: The GIS data, after a position has been located

4.4 Κέντρο ελέγχου

Το κέντρο ελέγχου είναι ένα άλλο σημαντικό συστατικό για τις υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης. Είναι το κέντρο για τη διαχείριση των στοιχείων και τη διάδοση των υπηρεσιών θέσης, συσχετίζοντας τις πληροφορίες εντοπισμού με το υπόβαθρο. Τα στοιχεία θέσης, τα γεωγραφικά στοιχεία και τα στοιχεία χαρτών πρέπει να διαχειρίζονται επιδέξια για να παρέχουν στο χρήστη τις διάφορες υπηρεσίες που αφορούν μια συγκεκριμένη θέση. Οι τεχνικές απαιτήσεις για τις υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης μπορούν να ποικίλουν από τετριμμένες έως πολύ απαιτητικές (όπως αναφέρεται στην ενότητα 3.3.2.3).

Η ανάκτηση και η κατάλληλη χρησιμοποίηση των γεωγραφικών στοιχείων είναι πρωταρχικής σπουδαιότητας δεδομένου ότι καθορίζουν το γεωγραφικό μήκος και πλάτος μιας συγκεκριμένης περιοχής. Η περίπλοκη χαρτογράφηση απαιτείται για να απεικονιστούν τα στοιχεία που σχετίζονται με την θέση. Η χαρτογράφηση όμως, απαιτεί χωρικές ερωτήσεις και οπτικούς αλγορίθμους και αυτές οι διαδικασίες με τη σειρά τους απαιτούν καλά γεωγραφικά στοιχεία. Τα κέντρα ελέγχου και η ένταση της εργασίας που εκτελούν εξαρτώνται πάλι από την κλίμακα της υπηρεσίας χρηστών που χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες αυτές.

Συμπεραίνουμε, ότι ο περίπλοκος αλγόριθμος είναι απολύτως απαραίτητος σε περιπτώσεις που απαιτείται δρομολόγηση και υπηρεσίες ναυσιπλοΐας. Οι εφαρμογές έχουν ανάγκη να εξελιχθούν για να επιτρέψουν γρήγορες και τέλειες υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης.

4.5 Σύστημα επικοινωνιών

Το τέταρτο και τελευταίο συστατικό των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης είναι το σύστημα επικοινωνιών. Δεδομένου ότι η επικοινωνία διαδραματίζει έναν ρόλο ζωτικής σημασίας, το σύστημα επικοινωνιών απαιτείται για να μεταβιβάσει τη γεωγραφική θέση της συσκευής στο κέντρο ελέγχου και να παρέχει την υπηρεσία που απαιτείται. Το σύστημα επικοινωνιών, μπορεί να βασιστεί σε διάφορες επιλογές όπως:

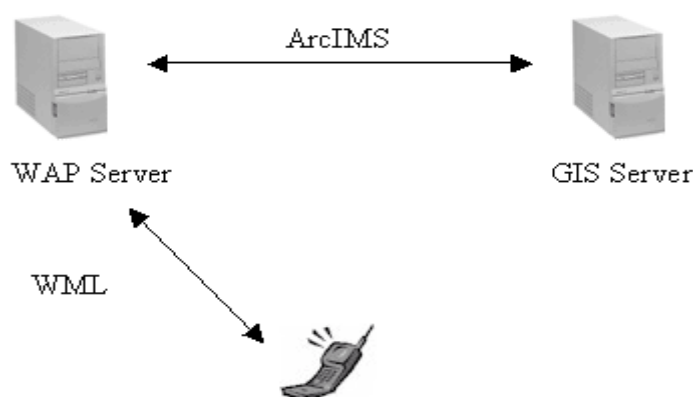
- Ραδιοκύματα
- Κυψελοειδής τηλεφωνία (SMS)
- Δορυφορικές επικοινωνίες (GSM)

Η επιλογή της μιας ή της άλλης τεχνολογίας εξαρτάται από το επίπεδο υπηρεσίας που απαιτείται, το συνυπολογισμό των μεταδόσεων φωνής και τη σχέση μεταξύ της απασχόλησης των καναλιών και του κόστους.

4.6 Εφαρμογές των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης

Στη συνέχεια ακολουθούν μερικές από τις εφαρμογές που παρέχουν σήμερα οι υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, για να γίνει κατανοητή η μεγάλη χρησιμότητα και ευκολία που παρέχουν. Οι εφαρμογές αυτές μπορεί να ποικίλουν σε λύσεις για το κράτος και την τοπική αυτοδιοίκηση, σε διαχείριση μεταφορών και αεροναυτικές λύσεις, σε διαχείριση πληροφοριών εδάφους και δημοσίων έργων, σε λύσεις για την εκπαίδευση, την ιατρική και άλλα.

Αρχικά αναφέρεται μια εφαρμογή πλοήγησης με τη βοήθεια κινητού τηλεφώνου. Οι πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι περισσότερο από 50% του παγκόσμιου πληθυσμού έχει κατ' αναλογία τουλάχιστον ένα κινητό τηλέφωνο σε ένα πρόσωπο και ότι το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί. Στόχος της εφαρμογής αυτής, είναι να παρέχει στους χρήστες κινητών τηλεφώνων μια ευρύτερη και άμεση δυνατότητα πρόσβασης στις οδικές πληροφορίες. Με τις πληροφορίες αυτές, γίνεται πιο εύκολη η πλοήγηση γύρω από την πόλη και επιδεικνύεται η συντομότερη διαδρομή μεταξύ δύο διαφορετικών θέσεων σε ένα χάρτη. Η εφαρμογή στηρίζεται στην τεχνολογία της κινητής χαρτογράφησης, σε ψηφιοποιημένους οδικούς χάρτες και φυσικά στις κινητές συσκευές. Το σύστημα βασίζεται σε τρία μέρη, τα οποία είναι ο κεντρικός υπολογιστής δικτύου, ο κεντρικός υπολογιστής GIS και το τηλέφωνο WAP.



Εικόνα 4.5: Η υποδομή του συστήματος

Photo 4.5: The infrastructure of the system

(web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs008.htm>)

Συγκεκριμένα, οι χρήστες εισάγουν την έναρξη και το σημείο προορισμού στο κινητό σύστημα χαρτογράφησης και στη συνέχεια το σύστημα, με τη βοήθεια κάποιου αλγορίθμου, επιδεικνύει μια τονισμένη διαδρομή σε μια εικόνα ή ένα κείμενο με οδηγίες. Γενικότερα το σύστημα αυτό θεωρείται ως μια ιδανική λύση δρομολόγησης που συλλέγει, αποθηκεύει, ψάχνει και ανακτά πληροφορίες οδών. Η εφαρμογή μπορεί να διαιρεθεί σε δύο ενότητες, στην ενότητα «υπολογισμού της πιο σύντομης πορείας», η οποία αποτελεί τον πυρήνα της μελέτης και στην ενότητα «επίδειξης» που παρουσιάζει το τελικό αποτέλεσμα στον χρήστη σύμφωνα με τις λειτουργίες των τηλεφώνων WAP. Η ενότητα «υπολογισμού της πιο σύντομης πορείας» εκτελείται στον κεντρικό υπολογιστή GIS, ενώ η ενότητα «επίδειξης» εκτελείται στον κεντρικό υπολογιστή δικτύου. Η διαδικασία της ενότητας «υπολογισμού της πιο σύντομης πορείας» περιλαμβάνει τις εισαγωγές, την επικύρωση των δρόμων και τον υπολογισμό της συντομότερης πορείας μεταξύ των δύο θέσεων με τη χρησιμοποίηση μιας γλώσσας προγραμματισμού. Η διαδικασία της ενότητας «επίδειξης» περιλαμβάνει την επίδειξη του χάρτη και της συντομότερης διαδρομής ως τελικό προϊόν στο τηλέφωνο WAP.



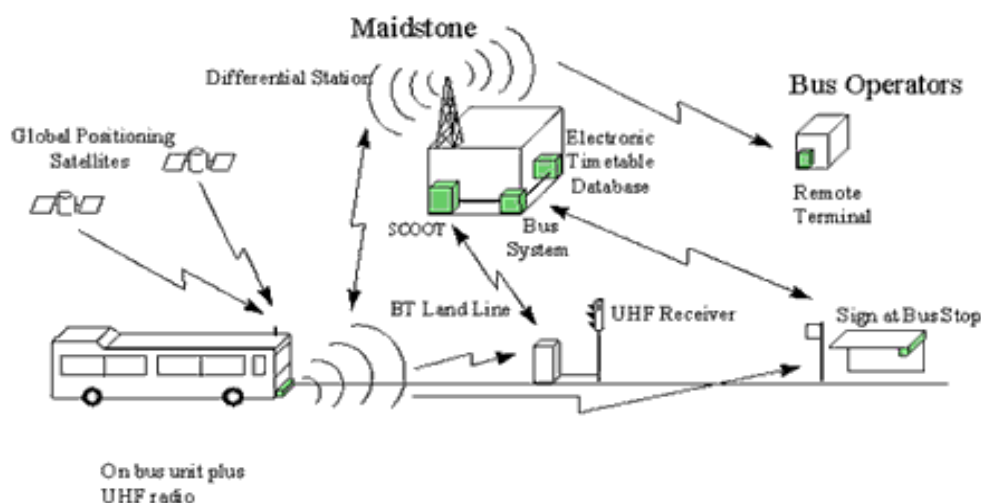
Εικόνα 4.6: Δείγμα οθόνης τηλεφώνου WAP

Photo 4.6: Sample of screen of a WAP mobile

(web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs008.htm>)

Μια άλλη εφαρμογή είναι ένα σύστημα διαχείρισης στόλου οχημάτων. Είναι μια τεχνολογικά προηγμένη μέθοδος που ακολουθεί και που ελέγχει οχήματα που βρίσκονται σε διάφορα μέρη. Μια συσκευή GPS υψηλών προδιαγραφών είναι πρωταρχικής σπουδαιότητας για να επισημαίνει με ακρίβεια τη θέση του κάθε

οχήματος. Κάθε όχημα είναι εξοπλισμένο με μια τέτοια συσκευή που λαμβάνει μια σειρά σημάτων από δορυφόρους και υπολογίζει την τρέχουσα γεωγραφική θέση, την ταχύτητα και την κατεύθυνσή του οχήματος. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να αποθηκευτούν για να ανακτηθούν αργότερα ή σε άλλες περιπτώσεις διαβιβάζονται σε μια κεντρική θέση ελέγχου και σε πραγματικό χρόνο επιδεικνύονται σε έναν υψηλής ευκρίνειας γεωγραφικό χάρτη. Στο σημείο αυτό εντοπίζεται η ανάγκη των στοιχείων GIS για να επιδειχθούν τα πλούσια οδικά δίκτυα. Εάν τα στοιχεία των GIS είναι ελλιπή ή παλαιά μπορούν να καταστρέψουν ολόκληρη την εφαρμογή. Τα στοιχεία πρέπει να είναι αποτελεσματικά να παρουσιάσουν τη δρομολόγηση και να δώσουν τις κατευθύνσεις πλοήγησης. Το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί στη διαχείριση ενός δημόσιου δικτύου μεταφορών επιβατών, σε ένα δίκτυο μεταφορών αγαθών ή ακόμα και στον εντοπισμό κλεμμένων οχημάτων.



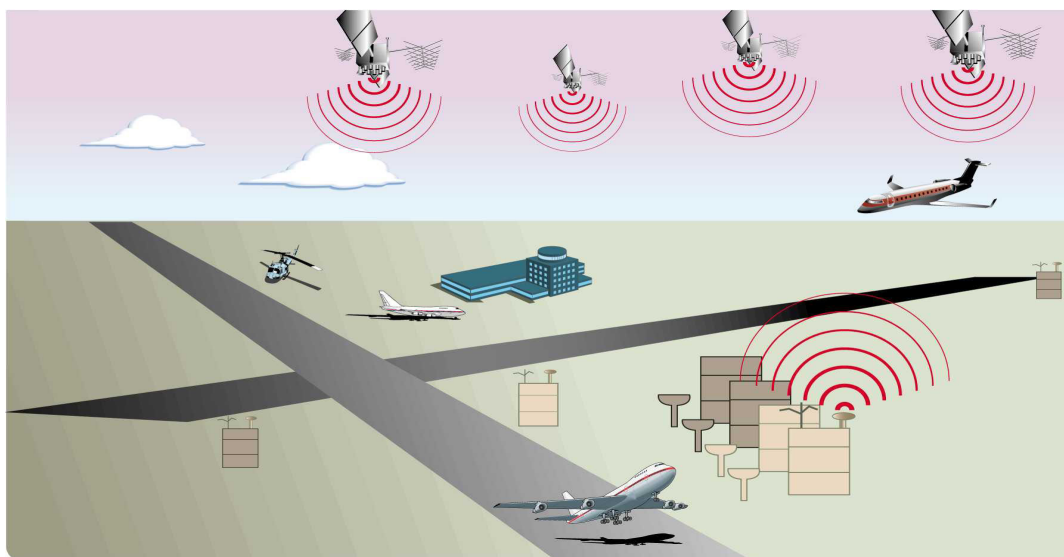
Εικόνα 4.7: Διαχείριση στόλου οχημάτων

Photo 4.7: Fleet Management

(web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/techgp0045e.htm>)

Επιπλέον μπορούμε να μιλήσουμε για μια αεροναυτική εφαρμογή, μιας και οι υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης βοηθούν στη συλλογή, στη διατήρηση, στην έκδοση, και στη διάδοση «των απαραίτητων πληροφοριών για την ασφάλεια, την τακτικότητα, και την αποδοτικότητα της διεθνούς αεροπλοΐας». Οι υπηρεσίες αυτές οργανώνουν, επεξεργάζονται, και αναλύουν τις αλλαγές στα αεροναυτικά στοιχεία προγραμματισμού. Με την ικανότητα της επεξεργασίας των ακατέργαστων αεροναυτικών στοιχείων το σύστημα επιτρέπει την επεξεργασία τόσο

των στατικών, όσο και των δυναμικών στοιχείων, χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερος χρόνος. Με την πρόσβαση σε μια ενιαία βάση δεδομένων, δίνεται η δυνατότητα να αποβληθούν οι περιττές αναφορές στα αεροναυτικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα, να βελτιωθεί η αναθεώρηση και η αρχειοθέτηση των εγγράφων, να απλοποιηθεί η γενική διαδικασία έκδοσης και να αυξηθεί η αποδοτικότητα του προγραμματισμού και της διαχείρισης στοιχείων.

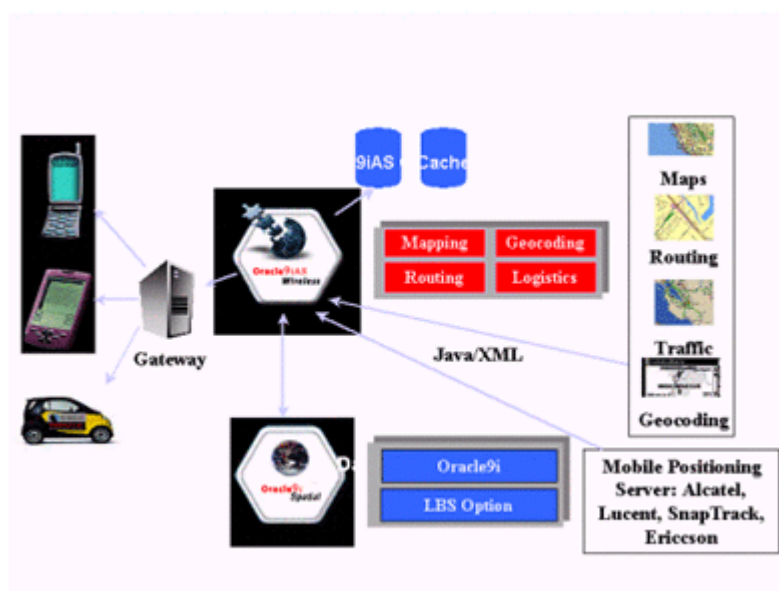


Εικόνα 4.8: Αεροναυτική εφαρμογή

Photo 4.8: Aeronautical application

Μια άλλη εφαρμογή, που μπορεί να θεωρηθεί και η πιο διαδεδομένη των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, είναι «οι πληροφορίες καθοδόν». Η υπηρεσία ενεργοποιείται με το πάτημα ενός κουμπιού του κινητού τηλεφώνου ή μιας συσκευής με ενσωματωμένο ή συνδεδεμένο GPS, το οποίο παράγει και στέλνει ένα μήνυμα στο κέντρο ελέγχου. Το μήνυμα περιέχει την θέση του χρήστη και μια ερώτηση σε μια εξατομικευμένη βάση δεδομένων σύμφωνα με τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη. Οι ερωτήσεις αυτές μπορεί να απαιτούν πληροφορίες για τον καιρό και την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο, οδηγίες πλοήγησης για να φτάσει ο χρήστης στον προορισμό του γρήγορα και αποτελεσματικά, βοήθεια σε περίπτωση βλάβης αυτοκινήτου στο δρόμο, υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, απευθείας σύνδεση για ιατρικές συμβουλές, για εξατομικευμένες επιχειρήσεις, για οικονομικές και αθλητικές ειδήσεις, υπηρεσίες για κρατήσεις εισιτηρίων για ταξίδια, για ξενοδοχεία, για

εστιατόρια, και για άλλα είδη ψυχαγωγίας καθώς και ώρες λειτουργίας και ακριβή θέση των χώρων ζωτικής σημασίας όπως τα νοσοκομεία, τα φαρμακεία, τα πρατήρια βενζίνης, και οι τράπεζες. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, ο χρήστης είναι αυτός που έχει τον έλεγχο των πληροφοριών θέσης και αποφασίζει πότε και με ποιους θα μοιραστεί τις πληροφορίες των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης.



Εικόνα 4.9: Πληροφορίες «καθοδόν» από τις Υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης

Photo 4.9: Information from Location Based Services

(web, <http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs007.htm>)

Τέλος μπορούμε να αναφέρουμε τα συστήματα ναυσιπλοΐας αυτοκινήτων που είναι πολύ διαδεδομένα στην Ιαπωνία. Σε κάθε αυτοκίνητο υπάρχει ένα GPS που σκοπό έχει όχι μόνο την πλοήγηση σε συγκεκριμένο προορισμό αλλά και τη διαρκή ενημέρωση για διάφορες υπηρεσίες. Έτσι οι οδηγοί, μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση στο πρόγραμμα οδοστρωμάτων και τις πληροφορίες κατά μήκος του δικτύου μεταφορών. Επίσης παρέχεται μοναδικό σύστημα ταξινόμησης οδοστρωμάτων που προσδιορίζει τους δρόμους από τον τύπο και τη χρήση για την καλύτερη λειτουργία μέσα στη δρομολόγηση των εφαρμογών και επαληθεύονται πληροφορίες συνδεσιμότητας για να επιτραπεί η δημιουργία των καλύτερων και αμεσότερων διαδρομών.



Εικόνα 4.10: Αυτοκίνητα με GPS

Photo 4.10: Vehicles with GPS

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Προετοιμασία της Εφαρμογής

5.1 Ψηφιακή Εικόνα

Η ψηφιακή εικόνα που χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο για τη διπλωματική εργασία είναι ορθοφωτογραφία από το εμπορικό πακέτο My Sat: «Ο πρώτος Ελληνικός Ηλεκτρονικός Οδηγός βασισμένος σε δορυφορικούς χάρτες». Το εμπορικό πακέτο My Sat (web, <http://www.mysat.gr>), αποτελεί το νέο προϊόν της εταιρίας Τηλεματικής και Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων TeleNavis Hellas. Η εταιρεία διαθέτει έγχρωμους δορυφορικούς ορθοφωτοχάρτες που καλύπτουν το μεγαλύτερο ποσοστό της κατοικημένης Ελλάδας σε κλίμακα 1:800.000, η οποία όμως προσαρμόζεται στη μεγέθυνση του χάρτη. Συγκεκριμένα περιέχει δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης για τις περιοχές: Αθήνα, Πειραιάς, Υπόλοιπο Αττικής, Θεσσαλονίκη, Ηράκλειο και Πάτρα, μια συνολική επιφάνεια 5.500 km². Το εμπορικό πακέτο My Sat αποτελεί μια παγκόσμια καινοτομία γιατί συνδυάζει έγχρωμους δορυφορικούς χάρτες υψηλής ευκρίνειας και ανάλυσης με πολιτικούς και γεωφυσικούς χάρτες, με χρήση προηγμένων τεχνολογιών τηλεπισκόπησης, δορυφορικής λήψης εικόνων, κλπ.

Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας επιλέχθηκε η ορθοφωτογραφία που καλύπτει την περιοχή της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου.

5.2 Επιλογή Σημείων

Για να συνδεθεί η εικόνα με ένα συγκεκριμένο σύστημα αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν ορισμένα **τοποσταθερά**. Λέγοντας τοποσταθερά εννοούμε ευδιάκριτα σημεία τα οποία αναγνωρίζονται πάνω στις φωτογραφίες και οι συντεταγμένες τους προσδιορίζονται με τοπογραφικές παρατηρήσεις (Πατιάς, 1991).

Η χρησιμότητα των τοποσταθερών έγκειται κυρίως στον ορισμό του συστήματος αναφοράς. Χρησιμοποιούνται επιπλέον και για την απαλοιφή των παραμορφώσεων του φακού και του φιλμ κατά την φωτογράφιση. Ο ελάχιστος αριθμός των

τοποσταθερών ορίζεται από τον αριθμό των αγνώστων παραμέτρων του προβλήματος μας, δεδομένου ότι κάθε τοποσταθερό παρέχει 3 γνωστές συντεταγμένες X, Y, Z.

Γενικότερα σε εφαρμογές όπου απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια χρησιμοποιούνται ειδικοί στόχοι οπότε αναφερόμαστε σε **τεχνητά σημασμένα τοποσταθερά**. Η σήμανση και οι τοπογραφικές μετρήσεις, στην περίπτωση αυτή, γίνονται πριν τη φωτογράφιση. Για τους στόχους των τοποσταθερών χρησιμοποιούνται χρώματα τα οποία ξεχωρίζουν από το φυσικό περιβάλλον της υπό φωτογράφισης περιοχής (π.χ. άσπροι στόχοι σε μαύρο υπόβαθρο, ή μαύροι στόχοι σε άσπρο υπόβαθρο ή φωσφορίζοντα χρώματα). Το μέγεθος των στόχων εξαρτάται από την κλίμακα της φωτογραφίας (ύψος πτήσης). Όσον αφορά τα τεχνητά τοποσταθερά αξίζει να αναφερθεί ότι πέρα από τα πλεονεκτήματα της κέντρωσης με μεγάλη ακρίβεια, συνδέονται από μια σειρά μειονεκτημάτων (Πατιάς, 1991) όπως:

- Μπορεί να μην εμφανίζονται σε κατάλληλες θέσεις στις φωτογραφίες (γεγονός που συνήθως αντιμετωπίζεται με κατάλληλο σχεδιασμό των πτήσεων)
- Μπορεί να μετακινηθούν ή να καταστραφούν κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στη σήμανση και στη φωτογράφιση.
- Επιβαρύνουν χρονικά και οικονομικά όλη την εφαρμογή.

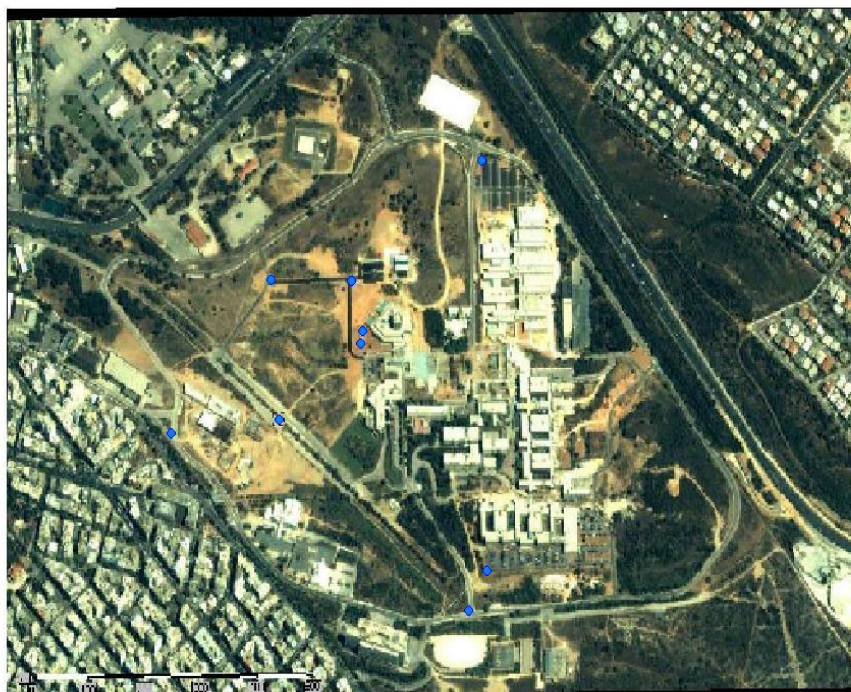
Όσον αφορά τα **φυσικά τοποσταθερά** η επιλογή τους πρέπει να βασίζεται στα εξής κριτήρια (Πατιάς, 1991):

- Πρέπει να είναι αναγνωρίσιμα στο έδαφος αλλά και να είναι ορατά και εύκολο αναγνωρίσιμα στην φωτογραφία
- Πρέπει να προσομοιάζουν, κατά το δυνατόν με τους τεχνητούς στόχους, να ορίζονται δηλαδή ως τομές ευθειών που τέμνονται με περίπου 90^0 .
- Πρέπει να συνδέονται από καλή περιγραφή (κροκί εδάφους)
- Πρέπει να είναι επισκέψιμα στο έδαφος.
- Πρέπει να είναι κατά το δυνατόν στα άκρα της φωτογραφίας, όπου και οι ακτινικές παραμορφώσεις (τα σοβαρότερα σφάλματα) είναι οι μεγαλύτερες, για τον καλύτερο έλεγχο των σφαλμάτων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το τελευταίο κριτήριο ισχύει μόνο στην περίπτωση των αεροφωτογραφιών και όχι στην προκειμένη περίπτωση που έχουμε ορθοφωτογραφία. Επίσης όσον αφορά την επιλογή των θέσεων των τοποσταθερών πρέπει να έχουμε

υπόψη μας ότι η ύπαρξη τοποσταθερών κατά μήκος της περιμέτρου της περιοχής έχει ως αποτέλεσμα μια καλή γεωμετρία του συστήματος, καθώς μικρά σφάλματα στις τοπογραφικές μετρήσεις είναι δύσκολο να εντοπιστούν αν οι αποστάσεις ανάμεσα στα τοποσταθερά είναι μεγάλες.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω κριτήρια έγινε η επιλογή ορισμένων φυσικών τοποσταθερών από την ορθοφωτογραφία, με τυπική απόκλιση περίπου ± 2 m και τα οποία φαίνονται στην εικόνα 5.1. Για να συνδεθεί η ορθοφωτογραφία με ένα συγκεκριμένο σύστημα αναφοράς θα αρκούσε να προσδιοριστούν οι συντεταγμένες τεσσάρων τοποσταθερών σημείων. Στην πράξη όμως είναι γνωστό, ότι όσα περισσότερα τοποσταθερά χρησιμοποιηθούν τόσο καλύτερα γίνεται η σύνδεση της ορθοφωτογραφίας με το σύστημα αναφοράς. Γι' αυτό στην συγκεκριμένη εφαρμογή, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε 9 διαφορετικά σημεία, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια ως τοποσταθερά. Με τις πλεονάζουσες παρατηρήσεις υπήρχε η δυνατότητα, αν σε κάποιο από τα σημεία υπάρχει σφάλμα στις συντεταγμένες του και «κλωτσάει» να μην χρησιμοποιηθεί καθόλου.



Εικόνα 5.1: Η επιλογή των τοποσταθερών σημείων για την γεωαναφορά της εικόνας

Photo 5.1: The selection of the points for the georeference of the image

5.3 Η τεχνική μέτρησης των τοποσταθερών

Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των τοποσταθερών είναι η τεχνική του **Γρήγορου Στατικού Εντοπισμού** (*Fast Static Positioning*) με τη χρήση του GPS. Η μέθοδος του Γρήγορου Στατικού Εντοπισμού χρησιμοποιείται για να δώσει αποτελέσματα υψηλής ακρίβειας σε μικρό χρονικό διάστημα παρατηρήσεων. Απαιτεί δύο ή περισσότερους GPS δέκτες δύο συχνοτήτων, που να έχουν το κατάλληλο λογισμικό για να γίνει η ανάλυση του *Fast Static* (*fast static capable*) και καλή γεωμετρία των δορυφόρων. Η μεθοδολογία είναι τέτοια ώστε κάθε ένας από τους δέκτες μένει σταθερός σε ένα σημείο για κάποιο χρονικό διάστημα. Ο χρόνος παρατηρήσεων σε κάθε σημείο εξαρτάται από το μήκος της βάσης, τον αριθμό και τη γεωμετρία των ορατών δορυφόρων. Τυπικά οι δέκτες χρειάζονται 5-20 min παρατηρήσεων σε κάθε βάση. Στην εφαρμογή μας, ο χρόνος παρατηρήσεων σε κάθε τοποσταθερό σημείο ήταν περίπου 30 min. Όσο πιο μεγάλο είναι το διάστημα των παρατηρήσεων σε συνάρτηση με καλή γεωμετρία των ορατών δορυφόρων, τόσο πιο αξιόπιστα είναι και τα αποτελέσματα, γιατί προσδιορίζεται με μεγαλύτερη ακρίβεια το στίγμα του δέκτη στο πεδίο.

Η αρχή της μεθόδου είναι η γρήγορη επίλυση των ασαφειών φάσης με χρήση των φερουσών συχνοτήτων και των κωδικών και στις δύο συχνότητες L1 και L2. Η χρήση δεκτών δύο συχνοτήτων επιτρέπει το σχηματισμό των γραμμικών συνδυασμών της ευρείας και βραχείας ζώνης, που εξυπηρετούν στη γρήγορη επίλυση των ασαφειών φάσης. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για επίλυση βάσεων μέχρι 15-20 km, εκεί που απαιτούνται αξιόπιστα αποτελέσματα σε μικρό χρονικό διάστημα. Η ακρίβεια επίλυσης θεωρείται ότι είναι της τάξης του 1mm ανά km (Παραδείσης, 2000). Οπότε η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επιλύσεις τοποσταθερών σημείων όπως και στην παρούσα διπλωματική εργασία, όπου η μέση απόσταση των επιλεγμένων σημείων ήταν περίπου 380 m.

Ο Γρήγορος Στατικός Εντοπισμός χρησιμοποιείται μόνο για μικρές βάσεις. Η χρήση του δεν συνιστάται σε περιπτώσεις όπου οι βάσεις είναι πολύ μεγάλες. Αυτό γιατί συνήθως οι δέκτες έχουν κοινές παρατηρήσεις ως προς τους δορυφόρους, αλλά όταν η απόσταση μεταξύ των δεκτών μεγαλώσει πάρα πολύ, δεν υπάρχει υψηλή συσχέτιση των σφαλμάτων μεταξύ των δεκτών, όπως απαιτεί η μέθοδος αυτή, με αποτέλεσμα να έχουμε μικρότερη ακρίβεια. Ακόμη κι αν υπάρχει υψηλή συσχέτιση των σφαλμάτων μεταξύ των δεκτών, όταν οι βάσεις είναι πολύ μεγάλες, η γεωμετρία

των δορυφόρων αλλά και η επίδραση της ιονόσφαιρας θα είναι αρκετά διαφορετική, οπότε δεν είναι δυνατή η γρήγορη επίλυση των ασαφειών.

Όσον αφορά την εφαρμογή της μεθόδου στην πράξη, στην περίπτωση της εφαρμογής μας για την μέτρηση των τοποσταθερών στο χώρο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, ο ένας δέκτης παρέμεινε σταθερός στο *reper* του κτηρίου «Λαμπαδάριο» και ο δεύτερος δέκτης τοποθετήθηκε σε όλα τα υπό προσδιορισμό τοποσταθερά.

5.4 Περιγραφή των οργάνων

Για τις μετρήσεις των τοποσταθερών σημείων με την τεχνική του Γρήγορου Στατικού Εντοπισμού στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου χρησιμοποιήθηκε ο γεωδαιτικός δέκτης Trimble 4000SSI και οι κεραίες Micro-centered L1/L2 w/Ground Plane, με τα κατάλληλα παρελκόμενα τους, όπως:

- Καλώδιο κεραίας για τη σύνδεση της κεραίας με τον δέκτη
- Τρικόχλιο με κατάλληλο αντάπτορα για να στερεώνεται η κεραία
- Πυξίδα για τον προσανατολισμό της κεραίας (στον Βορρά)
- Μετροταινία
- Καλώδιο από τον δέκτη στον υπολογιστή για τη μεταφορά των δεδομένων
- Μπαταρία και καλώδιο τροφοδοσίας



Εικόνα 5.2: Ο γεωδαιτικός δέκτης Trimble 4000 SSI με τα παρελκόμενα

Photo 5.2: The Trimble 4000 SSI GPS receiver with appurtenances
(web, <http://www.geoinvest.cz/TRIMBLEA/4000ssi.htm>)

5.4.1 Ο γεωδαιτικός δέκτης Trimble 4000SSI

Οι δέκτες Trimble 4000 SSI (Εικόνα 5.3) (web, <http://www.trimble.com/>), που είναι ένα από τα νεώτερα μοντέλα της σειράς 4000 της εταιρίας, είναι σχεδιασμένοι για υψηλής ακρίβειας εντοπισμό. Διαθέτουν 18 συνολικά κανάλια και για τις δύο συχνότητες (9 για την L1 και 9 για την L2) που συνεχώς παρακολουθούν μέχρι και 9 δορυφόρους GPS, μετρώντας φάσεις του κώδικα P (όταν είναι διαθέσιμος) και του φέροντος κύματος και στις δύο συχνότητες. Έχει δυνατότητα για:

❖ **Στατικό εντοπισμό θέσης:** Μέθοδος εντοπισμού που χρησιμοποιεί συνδυασμούς μετρήσεων φάσης και κώδικα και στις δύο συχνότητες. Η μεθοδολογία είναι τέτοια ώστε κάθε ένας από τους δέκτες μένει σταθερός σε ένα σημείο για κάποιο χρονικό διάστημα, το οποίο είναι σαφώς μεγαλύτερο από την περίπτωση του Γρήγορου Στατικού Εντοπισμού (όπως αναφέρεται στην ενότητα 5.3). Συνήθως ο χρόνος συλλογής δεδομένων διαρκεί από αρκετά δευτερόλεπτα έως μερικές ώρες. Οι ακρίβειες που μπορούν να επιτευχθούν είναι της τάξης του 1 ppm και καλύτερες.

❖ **Κινηματικό εντοπισμό θέσης:** Μέθοδος εντοπισμού που ο ένας δέκτης μένει πάντα σταθερός και ονομάζεται σταθμός αναφοράς (Base ή Reference) και τοποθετείται σε σημείο με γνωστές συντεταγμένες, ενώ ο δεύτερος είναι κινητός (rover) και επισκέπτεται τα σημεία που λαμβάνονται για την αποτύπωση. Η φιλοσοφία της μεθόδου είναι ότι από τη στιγμή που οι ασάφειες φάσης επιλυθούν αρχικά (όπως αναφέρεται στην ενότητα 2.8.3), ο ένας από τους δύο δέκτες μπορεί να μετακινηθεί και να επισκεφθεί άλλα σημεία, με μοναδικό περιορισμό, το ότι πρέπει να παρακολουθεί (*locked*) συνεχώς τουλάχιστον 4 δορυφόρους. Οι ακρίβειες που μπορούν να επιτευχθούν με αυτή τη διαδικασία είναι της τάξης των $1 \mu\text{m} \pm 1 \text{ ppm}$ της απόστασης μεταξύ των σημείων.

❖ **Ψευδοστατικό εντοπισμό θέσης:** Μέθοδος εντοπισμού, σύμφωνα με την οποία, συλλέγονται στατικές παρατηρήσεις στον ίδιο σταθμό σε δύο περιόδους διάρκειας μερικών λεπτών, ώστε να είναι δυνατό να επιλυθούν οι ασάφειες φάσης (όπως αναφέρεται στην ενότητα 2.8.3) και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων να είναι μεγαλύτερη. Οι δύο περίοδοι απέχουν μεταξύ τους τόσο χρονικό διάστημα, όσο είναι απαραίτητο για την αισθητή αλλαγή της γεωμετρίας των δορυφόρων. Οι ακρίβειες που μπορούν να επιτευχθούν με αυτή τη διαδικασία είναι της τάξης των $5 \mu\text{m} \pm 1 \text{ ppm}$ της απόστασης μεταξύ των σημείων.

❖ **Γρήγορο στατικό εντοπισμό θέσης:** Μέθοδος εντοπισμού που χρησιμοποιεί συνδυασμούς μετρήσεων φάσης και κώδικα και στις δύο συχνότητες για να υπολογιστούν οι ασάφειες φάσης. (Αναλύθηκε λεπτομερώς στην ενότητα 5.3).

❖ **Διαφορικό εντοπισμό θέσης:** Μέθοδος εντοπισμού που προσδιορίζει τις σχετικές θέσεις μεταξύ ενός ή περισσότερων δεκτών, που παρακολουθούν ταυτόχρονα τα ίδια σήματα του GPS με ταυτόχρονη χρήση ενός συστήματος επικοινωνίας για μετάδοση διορθώσεων σε πραγματικό χρόνο.

Διαθέτει 1-2.5 MB μνήμης τα οποία επαρκούν για αποθήκευση παρατηρήσεων προς 7 δορυφόρους ανά 30 sec για περισσότερο από δύο ημέρες (~52 ώρες) και κάθε μπαταρία (1.5 Ah) μπορεί να τροφοδοτεί τον δέκτη για δύο ώρες. Η κεραία που χρησιμοποιείται για κινηματικό εντοπισμό είναι ελαφρύτερη για να μεταφέρεται εύκολα, ενώ για στατικό εντοπισμό διατίθεται ξεχωριστή κεραία. Διαθέτει επίσης θύρες επικοινωνίας με ηλεκτρονικό υπολογιστή για την αύξηση της μνήμης του.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο δέκτης είναι αδιάβροχος και λειτουργεί σε θερμοκρασίες από (-20⁰C) έως (+55⁰C), η εσωτερική πίεση του αέρα ρυθμίζεται ανάλογα με τις υψομετρικές μεταβολές και οι κεραίες διαθέτουν αποξηραντές για την απορρόφηση της υγρασίας.

Οι ακρίβειες που επιτυγχάνονται με τους Trimble 4000 SSI είναι:

➤ Για στατικό εντοπισμό : Οριζοντιογραφία $\pm 5mm + 1ppm$

Υψομετρία $\pm 10mm + 1ppm$

➤ Για κινηματικό εντοπισμό : Οριζοντιογραφία $\pm 1cm + 2ppm$

Υψομετρία $\pm 2cm + 1ppm$

➤ Για Real-Time Survey : Οριζοντιογραφία $\pm 1cm + 2ppm$

Υψομετρία $\pm 2cm + 2ppm$



Εικόνα 5.3: Ο γεωδαιτικός δέκτης Trimble 4000 SSI

Photo 5.3: The Trimble 4000 SSI GPS receiver

(web, <http://www.trimble.com/>)

5.4.2 Οι κεραίες Micro-centered L1/L2 w/Ground Plane

Είναι γνωστό ότι ανάλογα με τους δέκτες χρησιμοποιούμε και τις αντίστοιχες κεραίες. Έτσι για τον δέκτη Trimble 4000SSI οι κεραίες με τις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ήταν οι λεγόμενες Micro-centered L1/L2 GPS (web, http://www.trimble.com/type_gpsantennas.html) με επίπεδο πιάτο αποκοπής παρεμβολής (Εικόνα 5.4) της ίδιας εταιρείας. Το πιάτο της κεραίας έχει διάμετρο 33 cm και παρέχει σημαντική μείωση του φαινομένου των πολλαπλών διαδρομών. Το σχήμα της επιτρέπει 4 σημεία σύνδεσης, κάτι που δίνει πρόσθετη σταθερότητα όταν τοποθετηθεί σε κάποιο βαρύ μηχάνημα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε βαριές κατασκευές και στις γεωργικές εφαρμογές, όσο και ως κεραία ενός σταθμού αναφοράς GPS.



Εικόνα 5.4: Η κεραία Micro-centered L1/L2 GPS της εταιρείας Trimble με επίπεδο πιάτο
αποκοπής παρεμβολής

Photo 5.4: Trimble Dual Frequency Micro-centered GPS Antenna with Ground/Plane
(web, <http://www.trimble.com/microcenterant.html>)
(web, http://www.trimble.com/type_gpsantennas.htm)

5.4.3 Συνδεσμολογία

Ακολουθήθηκε μια προσεχτική διαδικασία συνδεσμολογίας των παρελκομένων με την κεραία και τον δέκτη, σύμφωνα με τους κανόνες του κατασκευαστή. Ακόμη πριν ξεκινήσουν οι μετρήσεις καθορίστηκαν προσεχτικά οι παράμετροι εκκίνησης που αφορούσαν ρυθμίσεις της γωνίας ύψους, ρυθμίσεις των ελάχιστων δορυφόρων και ρυθμίσεις των ανά ποσά δευτερόλεπτα θα καταγράφει ο δέκτης, καθώς επίσης μελετήθηκαν οι οδηγίες χρήσεως του δέκτη. Τόσο για την συνδεσμολογία όσο και για τις οδηγίες χρήσεως του Trimble 4000 SSI, υπάρχει εκτενή αναφορά στο παράρτημα III.

5.5 Χαρτογραφικές προβολές

Η μαθηματική χαρτογραφία ασχολείται με τη μελέτη της απεικόνισης της επιφάνειας της γης πάνω σε ένα επίπεδο, το επίπεδο του χάρτη. Τα χαρακτηριστικά σε ένα χάρτη τοποθετούνται στις αντίστοιχες συντεταγμένες του επιλεγμένου συστήματος αναφοράς. Οι θέσεις των αντικειμένων στη γήινη επιφάνεια μετριοούνται με τη βοήθεια του γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους, γνωστά επίσης και ως γεωγραφικές συντεταγμένες.

Πάνω σε αυτό το σύστημα αναφοράς των γεωγραφικών συντεταγμένων, οι μεσημβρινοί κάθε σημείου είναι επίπεδα που περιλαμβάνουν την κάθετο στο σημείο προς την επιφάνεια αναφοράς και τον άξονα περιστροφής, ενώ οι παράλληλοι είναι επίπεδα που περιλαμβάνουν το σημείο και είναι κάθετα στον άξονα περιστροφής.

Κάθε σημείο του οποίου η θέση επιλέγεται να προσδιοριστεί, προβάλλεται από τη φυσική γήινη επιφάνεια πάνω στην επιφάνεια του ελλειψοειδούς κατά τη διεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια αυτή (Νάκος, 1999). Το μήκος της καθέτου, δηλαδή η απόσταση του σημείου από το ελλειψοειδές ονομάζεται γεωμετρικό υψόμετρο ή απλά υψόμετρο (h). Η γωνία που σχηματίζει η κάθετος από το σημείο στην επιφάνεια του ελλειψοειδούς με το επίπεδο του ισημερινού, ονομάζεται γεωγραφικό πλάτος (φ). Η διέδρη γωνία που σχηματίζεται από το επίπεδο του μεσημβρινού που διέρχεται από το σημείο και από τον μεσημβρινό του Greenwich ονομάζεται γεωγραφικό μήκος (λ). Το γεωγραφικό πλάτος κυμαίνεται από 0° έως 90° στο βόρειο ημισφαίριο και από 0° έως -90° στο νότιο ημισφαίριο ενώ το γεωγραφικό μήκος κυμαίνεται από 0° έως 360° .

Μπορεί να θεωρηθεί, ότι το ελλειψοειδές εκ περιστροφής είναι μια μαθηματική επιφάνεια που προσεγγίζει όσο το δυνατόν καλύτερα την μορφή της επιφάνειας της γης, οπότε γνωρίζοντας το γεωγραφικό πλάτος και μήκος μπορεί να εντοπιστεί η ακριβής θέση ενός σημείου στην επιφάνεια της γης. Ωστόσο η γεωμετρία του ελλειψοειδούς εκ περιστροφής είναι αρκετά πολύπλοκη και κατά συνέπεια το ίδιο πολύπλοκες γίνονται οι μετρήσεις και η μελέτη των παραμορφώσεων στην επιφάνεια αυτή.

Για να υπερνικηθούν οι δυσκολίες μέτρησης, συχνά τα στοιχεία μετασχηματίζονται από το τρισδιάστατο γεωγραφικό σύστημα στη δισδιάστατη επίπεδη επιφάνεια σε ένα προβαλλόμενο ισότιμο σύστημα. Τα προβαλλόμενα ισότιμα συστήματα περιγράφουν την απόσταση από μια αρχή των συντεταγμένων (0,0) κατά μήκος δύο αξόνων, έναν οριζόντιο Χ-άξονα που αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση Ανατολής-Δύσης, και έναν κάθετο Υ-άξονα που αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση Βορρά-Νότου.

Επειδή η γη είναι σφαιρική και οι χάρτες είναι επίπεδοι, μεταφέροντας τις πληροφορίες από την κυρτή επιφάνεια σε μια επίπεδη επιφάνεια απαιτείται ένας μαθηματικός τύπος αποκαλούμενος ως προβολή των χαρτών. Μια προβολή χαρτών

μετασχηματίζει το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος σε x , y συντεταγμένες σε ένα προβαλλόμενο ισότιμο σύστημα.

Επιπλέον, επειδή η επιφάνεια του ελλειψοειδούς εκ περιστροφής δεν είναι αναπτυκτική επιφάνεια, η απεικόνιση πάντα συνοδεύεται από παραμορφώσεις (Νάκος, 1999). Αυτή η διαδικασία εξομάλυνσης της γης (δηλαδή προβολής του ελλειψοειδούς εκ περιστροφής στο επίπεδο του χάρτη) μπορεί να προκαλέσει παραμορφώσεις σε μια ή περισσότερες από τις ακόλουθες χωρικές ιδιότητες: μήκος, εμβαδόν, γωνίες, και διεύθυνση. Καμία προβολή δεν μπορεί να διατηρήσει όλες αυτές τις γεωμετρικές ιδιότητες αναλλοίωτες και κατά συνέπεια, όλοι οι επίπεδοι χάρτες είναι παραμορφωμένοι σε κάποιο βαθμό.

Ευτυχώς, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης προβολής από πολλές διαφορετικές προβολές χαρτών, ώστε να μην παραμορφώνονται ορισμένες γεωμετρικές ιδιότητες των χωρικών οντοτήτων. Κάθε μια διακρίνεται από την καταλληλότητά της για μια ιδιαίτερη περιοχή της γήινης επιφάνειας και από τη δυνατότητά να κρατήσει αναλλοίωτα τα μήκη, το εμβαδόν, τις γωνίες, ή την διεύθυνση. Μερικές προβολές χαρτών ελαχιστοποιούν την παραμόρφωση σε μια ιδιότητα εις βάρος κάποιας άλλης, ενώ άλλες προσπαθούν να ισορροπήσουν τη γενική παραμόρφωση.

Η επιλογή του επιθυμητού συστήματος αναφοράς και της κατάλληλης προβολής, γίνεται με τη βοήθεια του λογισμικού επίλυσης, του οποίου οι δυνατότητες και η χρήση του στη συγκεκριμένη εφαρμογή θα αναλυθούν στη συνέχεια.

5.6 Λογισμικά Επίλυσης

Μετά τις μετρήσεις με το GPS ακολουθεί η εξίσου σημαντική διαδικασία επεξεργασίας των μετρήσεων με το κατάλληλο λογισμικό που να παρέχει την επιθυμητή ακρίβεια με έναν αποδοτικό και οικονομικό τρόπο.

Τα στοιχεία GPS αποτελούνται βασικά είτε από μετρήσεις ψευδοαποστάσεων είτε από διαφορές φερουσών συχνοτήτων είτε και από τα δύο. Με τα στοιχεία αυτά και τη βοήθεια του λογισμικού μπορεί να υπολογισθεί η τρισδιάστατη θέση της κεραίας των δεκτών (είτε σε καρτεσιανές συντεταγμένες: X , Y , Z , είτε σε γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος και ύψος), και τον ακριβή χρόνο. Εκτός από αυτές τις σημαντικές πληροφορίες, μπορούν επίσης να υπολογιστούν και άλλες ενδιαφέρουσες παράμετροι για τις συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως οι ατμοσφαιρικές

(τροποσφαιρικές- ιονοσφαιρικές) καθυστερήσεις, τα σφάλματα των χρονομέτρων των δεκτών, τα δορυφορικά τροχιακά στοιχεία, οι παράμετροι γήινης περιστροφής κ.λ.π..

Ποικίλα λογισμικά είναι διαθέσιμα στην αγορά σήμερα, για την επεξεργασία των παρατηρήσεων GPS. Τα λογισμικά αυτά διακρίνονται σε εμπορικά λογισμικά πακέτα και σε επιστημονικά λογισμικά.

Μερικά από τα εμπορικά λογισμικά πακέτα επεξεργασίας δεδομένων GPS που είναι διαθέσιμα, είναι το GPSurvey, το Trimble Geomatics Office (TGO), το SKI, κ.λπ., τα οποία παρέχουν διαφορετικά επίπεδα ακρίβειας. Μερικά από τα επιστημονικά λογισμικά επεξεργασίας δεδομένων GPS που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως είναι το BERNESSE, που αναπτύσσεται από το Πανεπιστήμιο της Βέρνης, το GAMIT που αναπτύσσονται από το MIT, το GEODYN από τη NASA, το GIPSY από την JPL, το TOPAS και το GPSOBS από την ESA, το TEXGAP από το Πανεπιστήμιο του Τέξας, το GEPHARD από το GFZ, κ.α.

Για τις περισσότερες εφαρμογές έρευνας, η χρήση του εμπορικού λογισμικού πακέτου επεξεργασίας δεδομένων GPS είναι επαρκής για να παραγάγει την απαραίτητη ακρίβεια. Εντούτοις, για τις επιστημονικές εφαρμογές υψηλής ακρίβειας έχουν σχεδιαστεί ειδικά λογισμικά επεξεργασίας επιστημονικών δεδομένων. Γενικά η επιλογή του λογισμικού και της τεχνικής που χρησιμοποιούνται εξαρτάται πρώτιστα από το επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας, αλλά και άλλους παράγοντες όπως η διαθέσιμη τεχνική έρευνας υλικού που χρησιμοποιείται για να συλλεχθούν τα στοιχεία, κ.λ.π.

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, η εφαρμογή δεν χρειάζεται τις εξαιρετικές δυνατότητες που προσφέρουν τα επιστημονικά λογισμικά επεξεργασίας δεδομένων GPS. Η χρήση ενός εμπορικού λογισμικού πακέτου είναι επαρκής. Για το σκοπό αυτό επιλέχτηκε το λογισμικό GPSurvey 2.35, μιας και ικανοποιεί τις ανάγκες της εφαρμογής και είναι και το πακέτο των δεκτών. Περισσότερες πληροφορίες για το λογισμικό GPSurvey 2.35 και για την επίλυση των παρατηρήσεων με τη βοήθεια αυτού, ακολουθούν στη συνέχεια.

5.6.1 Το λογισμικό GPSurvey 2.35 της εταιρείας Trimble

Συγκεκριμένα το λογισμικό **GPSurvey 2.35** της εταιρείας Trimble, (Trimble, 1999a) είναι ένα εμπορικό πακέτο, που αναλύει δορυφορικές παρατηρήσεις του συστήματος GPS και εξάγει αποτελέσματα εντοπισμού με ικανοποιητική ακρίβεια (web, http://www.gpstraining.com/trimble_gpsurvey.htm).

Το πακέτο αυτό έχει τη δυνατότητα ανάλυσης και επεξεργασίας παρατηρήσεων από δέκτες διάφορων κατασκευαστών. Αν ο δέκτης είναι της Trimble, μπορεί απλά να συνδεθεί με H/Y και να ξεφορτώσει γρήγορα και εύκολα τα δεδομένα των μετρήσεων. Αν είναι άλλου κατασκευαστή, τότε πρώτα μετατρέπονται τα αρχεία σε μορφή **RINEX** (*Receiver Independent Exchange format*), που την υποστηρίζουν όλοι οι κατασκευαστές δεκτών και λογισμικού και που χρησιμοποιείται όταν έχουμε μετρήσεις μεταξύ δεκτών διαφορετικών κατασκευαστών ή διαφορετική εταιρεία κατασκευής του δέκτη και του λογισμικού επεξεργασίας. Η δυνατότητα μετατροπής όλων των στοιχείων σε ένα κοινό διεθνώς αποδεκτό σχήμα ASCII, αποκαλούμενο RINEX, καθιστά το λογισμικό ικανό να επεξεργαστεί οποιουδήποτε είδους στοιχείων.

Το υπολογιστικό πακέτο GPSurvey είναι εύκολο στη χρήση. Η συνήθης πορεία που ακολουθείται για την επίλυση είναι:

- α) δημιουργία νέου project,
- β) φόρτωση των δεδομένων (συνήθως από κάποιο αρχείο dat ή άμεσα από το δέκτη),
- γ) επεξεργασία βάσεων (process baselines).

Με την εντολή set up επιλέγεται το είδος της τεχνικής εντοπισμού που θα χρησιμοποιηθεί (static, kinematic, stop & go) και καθορίζονται οι παράμετροι επίλυσης (γωνία ύψους, μέγιστο αριθμό επαναλήψεων, είδος εφημερίδας κ.α.)

Η διαδικασία επίλυσης που ακολουθεί το πρόγραμμα σε γενικές γραμμές είναι:

- i. Συγχρονισμός των χρονομέτρων των δεκτών με χρήση ψευδοαποστάσεων
- ii. Προσδιορισμός και επιδιόρθωση των απωλειών κύκλων φάσης στις αντίστοιχες μετρήσεις φάσης του φέροντος κύματος των σημάτων GPS
- iii. Δημιουργία των απλών¹ και διπλών² διαφορών φάσης
- iv. Επίλυση με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων και εκτιμήσεις για τις καρτεσιανές συντεταγμένες ή για τα Δφ, Δλ και Δh.

¹ Η **απλή διαφορά φάσης** διακρίνεται σε απλή διαφορά μεταξύ δεκτών και απλή διαφορά μεταξύ δορυφόρων. Ως απλή διαφορά μεταξύ δεκτών ορίζεται η στιγμιαία διαφορά στις μετρήσεις φάσης που γίνονται από δέκτες που παρακολουθούν ταυτόχρονα τον ίδιο δορυφόρο. Ως απλή διαφορά μεταξύ δορυφόρων ορίζεται η στιγμιαία διαφορά στις μετρήσεις φάσης που γίνονται από τον ίδιο δέκτη, που παρακολουθεί δυο δορυφόρους ταυτόχρονα

² Ως **διπλή διαφορά φάσης** μεταξύ δεκτών και δορυφόρων ορίζεται η διαφορά μεταξύ μιας απλής διαφοράς ως προς δέκτες και μιας απλής διαφοράς ως προς δορυφόρους

Τα αποτελέσματα (δηλαδή οι συντεταγμένες των αγνώστων σημείων) εμφανίζονται είτε με τη μορφή X, Y, Z ή φ, λ, h. Έπειτα μπορούν να αποθηκευτούν με τη μορφή αρχείου ASCII για την περαιτέρω επεξεργασία τους.

Το βασικό μειονέκτημα του προγράμματος είναι η αδυναμία επίλυσης βάσεων με μήκος άνω των 20 km. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να χρησιμοποιούνται πιο εξειδικευμένα πακέτα (π.χ. BERNESE). Όμως για μικρές βάσεις δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα τόσο για στατικό όσο και για κινηματικό εντοπισμό.

5.6.2 Επίλυση

Η επίλυση ξεκίνησε με τη δημιουργία ενός καινούργιου project (Project → New) και στη συνέχεια ονομάστηκε και αποθηκεύτηκε. (Name: Efi Georgiou). Για να φορτωθούν τα δεδομένα από τους δέκτες, αρχικά συνδέθηκε ο δέκτης της ταράτσας του Λαμπαδαρίου με τον υπολογιστή (Load → From Receiver) και επιλέχθηκαν οι σωστές παράμετροι επικοινωνίας (Port: Com1, Port Setting, Baud Rate: 19200 κ.α.). Αφού συνδέθηκε ο δέκτης (πατώντας Connect), μεταφέρθηκαν όλα τα δεδομένα του στον υπολογιστή (Add all → Transfer → Close).

Για κάθε ένα από τα 9 σημεία που μετρήθηκαν, πληκτρολογήθηκε το όνομα του, το υψόμετρο του κ.α. Μόνο για το βάθος αλλάχθηκαν οι συντεταγμένες του δέκτη και δόθηκαν οι πραγματικές του συντεταγμένες, ενώ για τα υπόλοιπα 9 σημεία κρατήθηκαν οι συντεταγμένες που είχε ο δέκτης.

Επίσης δόθηκε: Υψόμετρο κεραίας 0 (Height: 0,000)

Type: Compact L1/L2 w/Ground Plane

Method True Vertical

Στη συνέχεια συνδέθηκε ο δέκτης που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις (με δύο καλώδια ένα για την μπαταρία και ένα για τον υπολογιστή) και επιλέχθηκαν οι σωστές παράμετροι επικοινωνίας δίνοντας ταχύτητα Baud Rate: 38400. Δόθηκε η ίδια ταχύτητα και στον δέκτη και στο πρόγραμμα GPSurvey.

Για παράδειγμα για το σημείο 1 δόθηκε:

Height: 140, 7

Method: Measured to bottom of notch on ground plane

Type: Micro-centered L1/L2 w/Ground Plane

Αφού είχαν φορτωθεί τα δεδομένα όλων των σημείων στον υπολογιστή, πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των βάσεων. Πατώντας Process → Baselines, εμφανίστηκαν όλα τα αρχεία που υπήρχαν. Κάνοντας add all, όλα τα αρχεία ήρθαν στην προσωρινή μνήμη προς επίλυση και τέλος πατώντας Process → Set up, δηλώθηκε τι θα επιλύσει το πρόγραμμα. Αφού έπρεπε να επιλυθούν όλες οι βάσεις επιλέχθηκε all baselines.

Από το advanced control μπορούσε να αλλαχθεί η γωνία ύψους για πάνω από 15^0 σε περιπτώσεις που υπήρχαν θορυβώδη δεδομένα. Πατώντας final solution, επιλέχθηκε η επίλυση να πραγματοποιηθεί μόνο με τη βοήθεια της L1 και ο τύπος της L1 θεωρήθηκε fixed. Με τον τρόπο αυτό δε θα έπαιρνε δεκαδικές τιμές ασάφειες (float) αλλά μόνο τις ακέραιες. Επίσης από το satellites ήταν δυνατόν να προσδιοριστούν πόσοι δορυφόροι υπήρχαν και να απενεργοποιηθούν όσοι δεν χρειαζόνταν. Οι βάσεις επιλέχθηκαν πατώντας Edit → Network → Static και επιλύθηκαν πατώντας Process → Baselines.

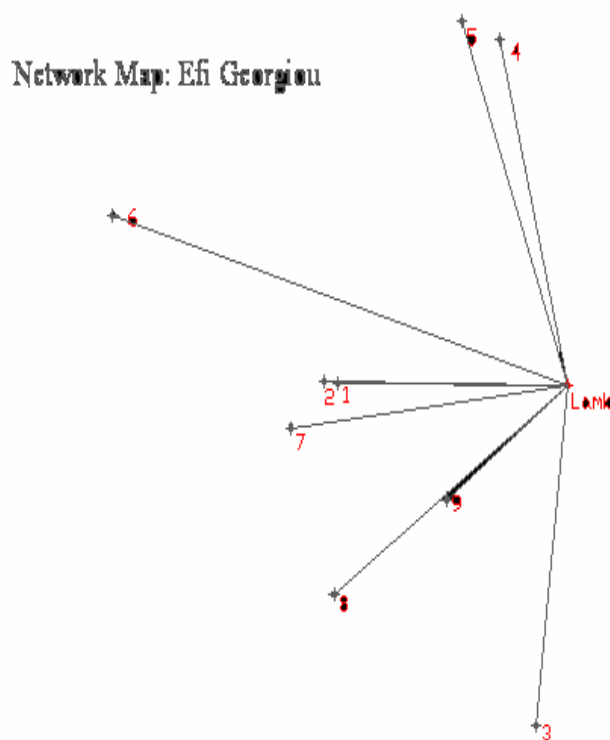
Αφού τελείωσε η διαδικασία και εμφανίστηκαν τα τελικά αποτελέσματα, αποθηκεύτηκε το αρχείο. Η λύση έχει την εξής μορφή:

*Από το Λαμπαδάριο- Προς ποιο σταθμό- Τύπος λύσης- Κεκλιμένη απόσταση-
Ratio- Reference Variance- Υψόμετρα κεραίας και των δύο σταθμών*

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί το **Ratio**. Το Ratio είναι ο λόγος των υπολοίπων των διπλών διαφορών των δύο καλύτερων ομάδων ακεραίων ασαφειών φάσης. Αποτελεί το ισχυρότερο κριτήριο για το αν μια λύση είναι καλή. Όσο πιο μεγάλο είναι το Ratio τόσο καλύτερη είναι η αρχική λύση. Πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 5 και μπορεί να φτάσει έως 200 ή 300.

Ως δεύτερο κριτήριο ελέγχεται το **Reference Variance**. Είναι το a posteriori σφάλμα. Αρχικά το a priori σφάλμα τίθεται ίσο με 1 και αναμένεται το a posteriori σφάλμα να είναι και αυτό κοντά στη μονάδα. Σε περίπτωση που το Reference Variance πάρει τιμές πάνω από 10, είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό σε συνδυασμό φυσικά με το Ratio.

Πατώντας View→ Network Map, εμφανίστηκε ο χάρτης με όλα τα σημεία που μετρήθηκαν και φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 5.5: Ο χάρτης με τα τοποσταθερά σημεία

Photo 5.5: Network Map of points

Οι τελικές συντεταγμένες στο σύστημα WGS84 ήταν τόσο σε μορφή X, Y, Z (γεωκεντρικές συντεταγμένες) όσο φ, λ, h (γεωγραφικές- γεωδαιτικές συντεταγμένες) και φαίνονται στους παρακάτω Πίνακες.

	WGS84 X, Y, Z		
	X	Y	Z
Lamb	4606904,247	2029985,804	3903423,738
1	4606654,695	2029987,850	3903664,265
2	4606639,564	2029989,105	3903682,421
3	4606870,044	2029713,880	3903562,031
4	4606830,201	2030264,855	3903332,039
5	4606789,632	2030279,095	3903380,719
6	4606410,109	2030123,233	3903892,777
7	4606603,018	2029952,582	3903742,644
8	4606650,378	2029818,274	3903746,413
9	4606773,414	2029895,119	3903559,324

Πίνακας 5.1: Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή X, Y, Z στο σύστημα
WGS84

Table 5.1: The coordinates of points in X, Y, Z in WGS84

	WGS84 φ,λ,h		
	φ	λ	h
Lamb	37° 58' 30,5553''	23° 46' 48,7337''	249,140
1	37° 58' 41,2455''	23° 46' 52,9335''	217,786
2	37° 58' 41,9758''	23° 46' 53,2305''	218,443
3	37° 58' 36,9036''	23° 46' 39,1032''	223,137
4	37° 58' 27,3175''	23° 47' 00,4194''	228,008
5	37° 58' 29,1883''	23° 47' 01,6236''	233,224
6	37° 58' 50,4646''	23° 47' 02,0511''	225,022
7	37° 58' 44,4768''	23° 46' 52,4649''	217,533
8	37° 58' 44,7891''	23° 46' 46,6465''	211,325
9	37° 58' 37,1407''	23° 46' 47,4951''	209,370

Πίνακας 5.2: Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή φ, λ, h στο σύστημα
WGS84

Table 5.2: The coordinates of points in φ, λ, h in WGS84

Στη συνέχεια, θέλοντας να μετατραπούν οι γεωδαιτικές συντεταγμένες φ , λ , h του συστήματος WGS84 σε συντεταγμένες x , y της προβολής **UTM (Universal Transverse Mercator)** χρησιμοποιήθηκε ένα μικρό πρόγραμμα από το Internet, το οποίο ονομάζεται **utm_getut.prl**. Το πρόγραμμα αυτό, με στοιχεία εισόδου τις γεωδαιτικές συντεταγμένες φ , λ του σημείου, τις μετατρέπει αυτόματα σε x , y της προβολής UTM. Με τον τρόπο αυτό χρησιμοποιήθηκε η **Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή** που χρησιμοποιείται σε διεθνή κλίμακα ως Παγκόσμια Μερκατορική Προβολή (Universal Transverse Mercator- UTM). Η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή είναι μια σύμμορφη εγκάρσια κυλινδρική απεικόνιση, δηλαδή διατηρεί αναλλοίωτη τη μορφή στοιχειωδών σχημάτων από το ελλειψοειδές στο επίπεδο (Νάκος, 1999). Η ιδιότητα της συμμορφίας είναι ότι οι κύριες κλίμακες (δηλαδή οι κλίμακες κατά μεσημβρινό και παράλληλο) είναι ίσες, $m_m = m_p$ και για το λόγο αυτό η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή έχει μεγάλη εφαρμογή στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Οπότε, οι τελικές συντεταγμένες x , y των τοποσταθερών σημείων στην προβολή UTM φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα.

	UTM x , y	
	x	y
Lamb	744200,283	4206705,573
1	744292,920	4207038,202
2	744299,494	4207060,933
3	743959,423	4206894,264
4	744488,440	4206614,282
5	744516,101	4206672,835
6	744506,907	4207329,07
7	744278,507	4207137,477
8	744136,238	4207142,862
9	744163,991	4206907,690

Πίνακας 5.3: Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή x , y στο σύστημα UTM

Table 5.3: The coordinates of points in x , y in UTM

Τέλος υπολογίστηκε η διαφορά που υπήρχε ανάμεσα στις συντεταγμένες των συστημάτων WGS84 και ΕΓΣΑ87 από παλιές μετρήσεις στο Λαμπαδάριο, περάστηκε στο πρόγραμμα GPSurvey και μεταφέρθηκαν οι τελικές συντεταγμένες και στο σύστημα ΕΓΣΑ87. Οι τελικές συντεταγμένες στο σύστημα ΕΓΣΑ87 ήταν τόσο σε μορφή X, Y, Z (γεωκεντρικές συντεταγμένες) όσο φ, λ, h (γεωγραφικές- γεωδαιτικές συντεταγμένες) και E, N (επίπεδες συντεταγμένες σε Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή), όπως φαίνονται στους παρακάτω Πίνακες.

	ΕΓΣΑ87 X, Y, Z		
	X	Y	Z
Lamb	4607104,222	2029910,861	3903177,432
1	4606854,670	2029912,907	3903417,959
2	4606839,539	2029914,162	3903436,115
3	4607070,019	2029638,937	3903315,725
4	4607030,176	2030189,912	3903085,733
5	4606989,607	2030204,152	3903134,413
6	4606610,084	2030048,290	3903646,471
7	4606802,993	2029877,639	3903496,338
8	4606850,353	2029743,331	3903500,107
9	4606973,389	2029820,176	3903313,018

Πίνακας 5.4: Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή X, Y, Z στο σύστημα ΕΓΣΑ87

Table 5.4: The coordinates of points in X, Y, Z in ΕΓΣΑ87

ΕΓΣΑ87 φ, λ, h			
	φ	λ	h
Lamb	37 ⁰ 58' 21,2094''	23 ⁰ 46' 42,6203''	218,023
1	37 ⁰ 58' 31,8996''	23 ⁰ 46' 46,8196''	186,651
2	37 ⁰ 58' 32,6300''	23 ⁰ 46' 47,1166''	187,307
3	37 ⁰ 58' 27,5575''	23 ⁰ 46' 32,9899''	192,016
4	37 ⁰ 58' 17,9717''	23 ⁰ 46' 54,3057 ''	196,889
5	37 ⁰ 58' 19,8426''	23 ⁰ 46' 55,5098''	202,101
6	37 ⁰ 58' 41,1189''	23 ⁰ 46' 55,9367''	193,869
7	37 ⁰ 58' 35,1310''	23 ⁰ 46' 46,3510''	186,394
8	37 ⁰ 58' 35,4431''	23 ⁰ 46' 40,5328''	180,189
9	37 ⁰ 58' 27,7947''	23 ⁰ 46' 41,3815''	178,245

Πίνακας 5.5: Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή φ, λ, h στο σύστημα
ΕΓΣΑ87

Table 5.5: The coordinates of points in φ, λ, h in ΕΓΣΑ87

ΕΓΣΑ87 E, N, h		
	E	N
Lamb	4202793,435	480546,130
1	4203122,663	480649,362
2	4203145,156	480656,661
3	4202989,645	480311,646
4	4202692,977	480830,988
5	4202750,567	480860,501
6	4203406,278	480872,450
7	4203222,280	480638,166
8	4203232,238	480496,247
9	4202996,467	480516,390

Πίνακας 5.6: Οι συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων σε μορφή E, N στο σύστημα
ΕΓΣΑ87

Table 5.6: The coordinates of points in E, N in ΕΓΣΑ87

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Δημιουργία της εφαρμογής

6.1 Εισαγωγή

Όπως ήδη αναφέρθηκε, σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη μιας εφαρμογής GIS σε palmtop, η οποία θα επέτρεπε μέσω της χρήσης ενός GPS χειρός, βγαίνοντας στο πεδίο να είναι γνωστή ανά πάσα χρονική στιγμή, η ακριβής θέση της συσκευής και στη συνέχεια να τεθούν κάποια ερωτήματα. (όπως αναφέρεται στην ενότητα 7.6.2). Ως υπόβαθρο που θα χρησιμοποιηθεί επιλέχθηκε η ψηφιακή εικόνα από το πακέτο My Sat που καλύπτει την περιοχή της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου.

Επίσης, κατά την προετοιμασία της εφαρμογής, επιλέχθηκαν τα τοποσταθερά σημεία που θα χρησιμοποιηθούν για να συνδεθεί η φωτογραφία με ένα συγκεκριμένο σύστημα αναφοράς, μετρήθηκαν με την τεχνική του Γρήγορου Στατικού Εντοπισμού και υπολογίστηκαν οι τελικές συντεταγμένες στο σύστημα WGS84, τόσο σε μορφή X, Y, Z (γεωκεντρικές συντεταγμένες) όσο και ϕ , λ , h (γεωγραφικές- γεωδαιτικές συντεταγμένες). Απομένει, με τη βοήθεια των τοποσταθερών αυτών σημείων, να μεταφερθεί η εικόνα σε ένα σύστημα συντεταγμένων (ως επιθυμητό σύστημα αναφοράς επιλέχθηκε το σύστημα UTM) και να ακολουθήσει η κυρίως εφαρμογή. Τέλος για να ολοκληρωθεί η εφαρμογή έπρεπε να επιλεγεί το κατάλληλο λογισμικό για τη συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

6.2 Επιλογή του λογισμικού Arc Pad

Για την επιλογή του λογισμικού που θα χρησιμοποιηθεί, έγινε αρχικά μια έρευνα στο διαδύκτιο για να επιλεγεί ένα εμπορικό πακέτο λογισμικού που να ανταποκρίνεται περισσότερο στις συγκεκριμένες απαιτήσεις και ιδιαιτερότητες της εφαρμογής αυτής. Ποικίλα εμπορικά πακέτα λογισμικού διατίθενται σήμερα για να ικανοποιήσουν όλους τους χρήστες, όσο απαιτητικοί και αν είναι αυτοί. Η τελική

επιλογή ήταν το λογισμικό Arc Pad της ESRI (Environmental Systems Research Institute) (web, <http://www.esri.com/software/arcpad/index.html>), που έχει αρκετά πλεονεκτήματα.



Εικόνα 6.1: Το λογισμικό Arc Pad

Photo 6.1: Arc Pad software

(web, <http://www.esri.com/software/arcpad/index.html>)

Το λογισμικό Arc Pad βασίζεται στην τεχνολογία των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) και είναι κατάλληλο για κινητή χαρτογράφηση. Το Arc Pad παρέχει στους χρήστες την τεχνολογία των GIS, την πρόσβαση σε μια βάση δεδομένων, δυνατότητα χαρτογράφησης και τέλος την χρήση του παγκόσμιου συστήματος εντοπισμού (GPS) μέσω των φορητών και κινητών συσκευών.

Όπως τα περισσότερα προγράμματα Σ.Γ.Π., έτσι και το Arc Pad συνδυάζει τρεις βασικές δυνατότητες που περιγράφονται ακολούθως :

❖ **Χαρτογραφική απεικόνιση:** Οι περισσότεροι χρήστες θεωρούν τη γραφική απεικόνιση ως την πιο σημαντική ικανότητα των Σ.Γ.Π.. Αυτή περιλαμβάνει την ικανότητα να εκθέτει κανείς γεωγραφικά χαρακτηριστικά σε ένα χάρτη, να προσδιορίζει τιμές δεδομένων και τα αντίστοιχα πεδία αυτών, να εστιάζει σε διάφορες αποστάσεις για να δείχνει διαφορετικά επίπεδα λεπτομερειών και να τα

αναπαράγει αναλογικά. Η χαρτογραφική απεικόνιση βοηθά τους χρήστες να αναγνωρίζουν χωρικούς τύπους πληροφορίας.

Πράγματι, η συλλογή δεδομένων με Arc Pad είναι γρήγορη, εύκολη και σημαντικά βελτιωμένη με την άμεση επικύρωση και τη διαθεσιμότητα των στοιχείων. Επιπλέον το Arc Pad δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να χρησιμοποιεί τα υπάρχοντα στοιχεία, να τα ενημερώνει, να τα συσχετίζει με εξωτερικά αρχεία (φωτογραφίες, έγγραφα, βίντεο) και να προσθέτει καινούργια από το Διαδίκτυο. Μπορεί να βοηθάει στην κίνηση γύρω από το χάρτη της περιοχής, μιας και περιλαμβάνει διάφορα εργαλεία ναυσιπλοΐας χαρτών (ζουμ, παν κ.α). Τέλος η επίδειξη και ο συμβολισμός των στοιχείων στους χάρτες υποστηρίζονται από διάφορα σύμβολα, χρώματα, μαρκαρίσματα γραμμών και πολυγώνων, και διάφορα σύμβολα raster.

❖ **Οργάνωση βάσης δεδομένων:** Η δυνατότητα αυτή περιλαμβάνει τη χρήση χαρτών ως εργαλεία οργάνωσης μεγάλων βάσεων δεδομένων. Η χαρτογράφηση γίνεται εργαλείο για τους χρήστες που μπορούν να θέτουν ερωτήματα σε πινακοποιημένες βάσεις δεδομένων, να επανοργανώνουν δεδομένα σε διαφορετικές χωρικές μονάδες, να κρατούν αρχεία των χωρικών δεδομένων και να συγκρίνουν πληροφορία επί διαφορετικών χαρακτηριστικών ή και διαφορετικών βάσεων δεδομένων.

Η δημιουργία βάσης δεδομένων με τη βοήθεια του λογισμικού Arc Pad είναι γρήγορη, εύκολη και δεν απαιτεί ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού από τον χρήστη. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να κάνει ερωτήσεις στα στοιχεία, να εντοπίσει, να μαρκάρει και να εστιάσει σε χαρακτηριστικά γνωρίσματα καθώς και να πραγματοποιήσει μετρήσεις (απόσταση, εμβαδόν κ.α.).

❖ **Χωρική ανάλυση:** Χωρική ανάλυση είναι η χρήση των χωρικών δεδομένων σε λογικά ή μαθηματικά μοντέλα για σκοπούς σχεδιασμού ή λήψης απόφασης. Η χωρική ανάλυση μπορεί να πάρει πολλές μορφές και σπάνια μπορεί να συστηματοποιηθεί.

Το Arc Pad μπορεί να ελαττώσει πολύ το χρόνο που απαιτείται για την εκτέλεση των διαδικασιών ανάλυσης και να βελτιώσει αρκετά την ακρίβεια. Επιπλέον έχει τη δυνατότητα σύνδεσης χωρικών-γραφικών πληροφοριών με μη γραφικές πληροφορίες. Ο βαθμός σύνδεσης δίνει στο πακέτο τη δυνατότητα να ανταποκριθεί σε συγκεκριμένες αυξημένες απαιτήσεις.

Η υποστήριξη του GPS για τη βασική ναυσιπλοΐα και τη συλλογή δεδομένων με τη βοήθεια του Arc Pad επεκτείνεται παγκοσμίως σε όλους τους δέκτες που υποστηρίζουν οποιονδήποτε από τα ακόλουθα πρωτόκολλα GPS:

- National Marine Electronics Association (NMEA)
- Trimble Standard Interface Protocol (TSIP)

Τέλος μια άλλη σημαντική δυνατότητα του Arc Pad είναι η δημιουργία των εργαλείων Arc Pad για τον υπολογιστή γραφείου Arc GIS. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να εξάγει, να μετατρέψει και να προβάλει τα στοιχεία του χρησιμοποιώντας τα προϊόντα υπολογιστών γραφείου Arc GIS (Arc View, Arc Editor και Arc Info).

6.3 Προετοιμασία δεδομένων στο Arc Info

Για να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό Arc Pad, πρέπει η εικόνα να βρίσκεται ήδη σε συντεταγμένες του επιλεγμένου συστήματος αναφοράς, καθώς επίσης καλό είναι να δημιουργηθούν μερικά layers (υπό την μορφή shape files) τα οποία στη συνέχεια θα τεθούν υπό επεξεργασία στο λογισμικό του Arc Pad. Για το σκοπό αυτό, πριν ξεκινήσει η χρήση του Arc Pad, τα δεδομένα προετοιμάστηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού Arc Info.

6.3.1 Γεωαναφορά της αρχικής εικόνας

Οι εργασίες στο Arc Info ξεκίνησαν με τη γεωαναφορά της αρχικής εικόνας, με τη βοήθεια των συντεταγμένων των τοποσταθερών σημείων. Λέγοντας **γεωαναφορά**, εννοείται η διαδικασία ώστε να μεταφερθεί η εικόνα στο επιθυμητό σύστημα αναφοράς UTM. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει μια μετάθεση, μια στροφή και μια αλλαγή κλίμακας της αρχικής εικόνας βασισμένη στις γνωστές πλέον συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων. Η διαδικασία της γεωαναφοράς στο περιβάλλον του Arc Info πραγματοποιείται με τη βοήθεια δύο εντολών: της εντολής **REGISTER** και στη συνέχεια της εντολής **RECTIFY**.

Πριν εφαρμοστεί η εντολή REGISTER, ελέγχθηκε το format της αρχικής εικόνας. Η αρχική εικόνα ήταν σωσμένη ως ntua.tif ενώ στη συνέχεια μετατράπηκε σε ntua.jpg με τη βοήθεια του προγράμματος Photoshop, για να είναι συμβατή με το

λογισμικό Arc Pad που θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια. (όπως αναφέρεται στην ενότητα 8.2).

6.3.1.1 Εντολή REGISTER

Η εντολή **REGISTER** συντάσσεται ως εξής:

REGISTER <image> {cover} {cover_color} {band/COMPOSITE}
{red_band} {green_band} {blue_band} {ARC/POINT/TIC/ALL}

Για περισσότερες πληροφορίες για την εντολή REGISTER και τις παραμέτρους της, υπάρχει αναφορά στο παράρτημα Ι. Επειδή οι παράμετροι σε { } είναι προαιρετικές, η εντολή εφαρμόστηκε ως εξής:

Arc: Register ntua.jpg

Δεν δόθηκε το όνομα ενός coverage ώστε να χρησιμοποιηθεί για να εφαρμοστεί η εντολή register, γι' αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα ζευγάρια x, y των συντεταγμένων των τοποσταθερών σημείων στο σύστημα UTM. Αρχικά επιλέχθηκαν τα τοποσταθερά πάνω στην εικόνα και μετά δόθηκαν οι συντεταγμένες τους. Κάθε φορά στο παράθυρο image: ntua.jpg οριζόταν με ένα τετράγωνο, η περιοχή που θα φαινόταν εστιασμένη και επιλεγόταν:

View → redraw overlay canvas

Από το View ενεργοποιήθηκε το link actions. Έτσι για παράδειγμα για το σημείο 1, επιλέχθηκε αρχικά το σημείο πάνω στην εικόνα και στη συνέχεια στο link actions δόθηκαν οι x, y συντεταγμένες του. Αντίστοιχα για το σημείο 2 κ.ο.κ. Όταν δόθηκαν οι συντεταγμένες και για το σημείο 9, επιλέχθηκε η εντολή register από το link actions.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε η εντολή register με όλα τα τοποσταθερά σημεία εκτός το σημείο του Λαμπαδαρίου. Όμως στον πίνακα του registration παρατηρήθηκε ότι μερικά σημεία «κλωτσούσαν», γι' αυτό και αποφασίστηκε να μη

χρησιμοποιηθούν καθόλου τα σημεία αυτά. Τα σημεία αυτά ήταν τα τοποσταθερά 5 και 9, τα οποία δεν διακρίνονταν καλά στην εικόνα.

Χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα τοποσταθερά σημεία :1, 2, 3, 4, 6, 7 και 8 και εφαρμόστηκε ξανά η εντολή register. Επειδή το αποτέλεσμα ήταν ικανοποιητικό, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, ο μετασχηματισμός αυτός αποθηκεύτηκε.

Save transformation → OK

Quit → OK

Ακολουθεί ο τελικός πίνακας του registration:

Link ID	Link Evaluation in coverage coordinates		
	Calculated (x, y)	True (x, y)	Distance
1	744290.461, 4207037.844	744292.920, 4207038.202	2,485
2	744300.080, 4207060.271	744299.494, 4207060.933	0,884
3	743961.511, 4206896.828	743959.423, 4206894.264	3,307
4	744488.541, 4206613.906	744488.440, 4206614.282	0,390
6	744508.763, 4207330.825	744506.907, 4207329.070	2,554
7	744277.934, 4207138.076	744278.507, 4207137.477	0,829
8	744134.640, 4207139.341	744136.238, 4207142.862	3,867

Πίνακας 6.1: Ο πίνακας μετά την εφαρμογή της εντολής register

Table 6.1: The registration table

Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, μπορούν να αξιολογηθούν με τη σύγκριση, για κάθε σημείο, των υπολογισμένων συντεταγμένων x, y που εμφανίζονται στην πρώτη στήλη του πίνακα και των αληθινών συντεταγμένων x, y που εμφανίζονται στην δεύτερη στήλη του πίνακα.

Στην περίπτωση που είχε εφαρμοστεί η εντολή register χρησιμοποιώντας μόνο τρία σημεία για τη γεωαναφορά της εικόνας, τότε για κάθε σημείο, η απόσταση offset που εμφανίζεται στην τρίτη στήλη του πίνακα, θα ήταν μηδέν. Εντούτοις αυτό δεν θα σήμαινε ότι είχε επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή γεωαναφορά της εικόνας, αλλά ότι τα τρία σημεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη γεωαναφορά τοποθετήθηκαν σωστά πάνω στον αντίστοιχο χάρτη.

Ωστόσο όταν εισάγονται περισσότερα από τρία σημεία για τη γεωαναφορά της εικόνας, η εντολή `register` χρησιμοποιεί τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων για να ελαχιστοποιήσει τις αποστάσεις `offset` για κάθε σημείο. Ως βέλτιστη λύση θεωρείται η λύση όπου η διαφορά μεταξύ των υπολογισμένων συντεταγμένων `x`, `y` και των αληθινών συντεταγμένων `x`, `y` έχει ελαχιστοποιηθεί.

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω διευκρινήσεις της εντολής `register` και γνωρίζοντας ότι η επιλογή των τοποσταθερών από την ορθοφωτογραφία, πραγματοποιήθηκε με τυπική απόκλιση περίπου ± 2 m (όπως αναφέρεται στην ενότητα 5.2), μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί ότι τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 6.1 είναι ικανοποιητικά και ότι η γεωαναφορά της εικόνας ήταν επιτυχής.

6.3.1.2 Εντολή **RECTIFY**

Ακολούθησε η εντολή **RECTIFY**, η οποία συντάσσεται ως εξής:

```
RECTIFY <in_image> <out_image> {NEAREST/BILINEAR/CUBIC}  
{DEFAULT/COLORMAP/NONE} {clip_cover/BOX} {xmin} {ymin} {xmax}  
{ymax}
```

Για περισσότερες πληροφορίες για την εντολή **RECTIFY** και τις παραμέτρους της, υπάρχει αναφορά στο παράρτημα I. Επειδή οι παράμετροι σε { } είναι προαιρετικές, η εντολή εφαρμόστηκε ως εξής:

Arc: `rectify ntua.jpg teliko.jpg`

Απαιτήθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε και η τελική εικόνα να έχει κατάλληλο `format *.jpg`, για να είναι συμβατή με το λογισμικό Arc Pad. (όπως αναφέρεται στην ενότητα 8.2).

6.3.2 Ψηφιοποίηση και δημιουργία **coverage**

Αφού μεταφέρθηκε η εικόνα στο επιλεγμένο σύστημα αναφοράς UTM, αποφασίστηκε για την συγκεκριμένη εφαρμογή, να δημιουργηθούν τα εξής επίπεδα πληροφορίας:

- Δρόμοι
- Κτήρια
- Όρια Πολυτεχνειούπολης
- Πύλες Πολυτεχνειούπολης
- Στάσεις λεωφορείου (242) μέσα στην Πολυτεχνειούπολη

Ενώ το αρχικό υπόβαθρο της φωτογραφίας ήταν σε μορφή ψηφιδωτού (raster), με τη βοήθεια του λογισμικού Arc Info δημιουργήθηκε το ψηφιακό υπόβαθρο της περιοχής σε διανυσματική μορφή (vector).

Για κάθε επίπεδο πληροφορίας έγινε στο πρόγραμμα Arc Info η ψηφιοποίηση, δημιουργώντας κάθε φορά το αντίστοιχο coverage. Έτσι ψηφιοποιήθηκαν οι δρόμοι και τα όρια της Πολυτεχνειούπολης με γραμμές, τα κτήρια με πολύγωνα και οι πύλες της Πολυτεχνειούπολης με σημεία. Αρχικά δεν δημιουργήθηκε το coverage με τις στάσεις του λεωφορείου (242) μέσα στην Πολυτεχνειούπολη, γιατί δεν ήταν γνωστές οι ακριβείς θέσεις των στάσεων. Το coverage αυτό δημιουργήθηκε στη συνέχεια με τη βοήθεια των πληροφοριών του GPS (όπως αναφέρεται στην ενότητα 7.6.1).

Κατά την ψηφιοποίηση μιας γραμμής, έμπαινε κόμβος (εισαγωγή node με το πλήκτρο 2) σε κάθε σημείο όπου συνέτρεχαν 3 ή περισσότερες γραμμές και ενδιάμεσο σημείο (εισαγωγή vertex με το πλήκτρο 1) όπου απλά άλλαζε κατεύθυνση μια γραμμή. Αφού τελείωσε η ψηφιοποίηση πατώντας το πλήκτρο 9, έκλεισε η ρουτίνα εισαγωγής σημείων, γραμμών και πολυγώνων.

Επίσης, για να αποφευχθούν τυχόν λάθη κατά την ψηφιοποίηση δόθηκαν οι εξής ανοχές :

- Nodesnap closest * (η αρχή μιας νέας γραμμής συμπίπτει με το τέλος της προηγούμενης).
- Arcsnap on * (για απόκλιση δυο ευθειών)
- Intersect arcs all (δημιουργία κόμβων εκεί που τέμνονται δυο γραμμές)
- Grain * (σύμπτωση δυο vertex)

Για την δημιουργία coverage, υπήρχε η δυνατότητα επιλογής μεταξύ δύο τρόπων. Ο πρώτος τρόπος ήταν να σωθεί το αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης ως ένα coverage και ο δεύτερος τρόπος ήταν να εφαρμοστεί η εντολή **generate** στο Arc Info και να δημιουργηθεί ένα coverage εξ' αρχής, το οποίο στη συνέχεια θα τεθεί υπό

επεξεργασία. Το αποτέλεσμα, φυσικά ήταν το ίδιο και με τους δύο τρόπους, αλλά για να παρουσιαστούν οι διαφορές στη διαδικασία, στη συνέχεια θα αναφερθεί η διαδικασία δημιουργίας του coverage των τοποσταθερών σημείων και με τους δύο τρόπους.

1^{ος} Τρόπος

Ανοίγοντας το Arc Info ορίστηκε ο χώρος εργασίας, δηλαδή το f (New location as a workspace)

Arc: w f: /

Στη συνέχεια ανοίχτηκε ο Arc Edit πληκτρολογώντας τα εξής:

Arc: ae

Arc: Disp 9999

Εμφανίστηκε το υπόβαθρο

Ae: mape image teliko.jpg

Ae: image teliko.jpg

Ae: draw

Δημιουργήθηκε το coverage των τοποσταθερών σημείων, δίνοντας το όνομα dedomena στο coverage.

Create dedomena

Creating F: / dedomena

Digitize a minimum of 4 ties

Tic-id 1-4 → Διαδοχικά πληκτρολογήθηκε 1, 2 ... και επιλέχθηκαν οι 4 γωνίες της εικόνας ως σημεία αγκίστρωσης

Enter corner point of boundary → Ορίστηκαν τα όρια του νέου coverage

The edit coverage is now F: / dedomena

Ακολούθησε η διαδικασία της ψηφιοποίησης

Drawe all → Ορίστηκαν ποια στοιχεία θα είναι ορατά στην οθόνη

Ef tic → Edit feature: Ορίστηκε το στοιχείο προς επεξεργασία

Draw → Εμφανίστηκαν τα στοιχεία προς επεξεργασία στην οθόνη

Coord keyb → Για να δοθούν οι συντεταγμένες με το πληκτρολόγιο

Add → Ρουτίνα πρόσθεσης στο Arc

1, X, Y → User ID: 5

1, X, Y → User ID: 6

Δόθηκαν όλα τα τοποσταθερά σημεία, σαν ties με ID, x, y, από το 1 έως το 9 και τελευταίο το Reper του Λαμπαδαρίου με User ID: 14

Πατώντας 9 έκλεισε η ρουτίνα.

Για να πραγματοποιηθεί logout :

Arc: q

Helios: exit → OK

Για να επαναφερθεί ο κέρσορας πληκτρολογήθηκε Coord cursor στον Arc Edit.

Το coverage dedomena με τις συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων είχε δημιουργηθεί.

2^{ος} Τρόπος

Στον δεύτερο τρόπο δημιουργίας του coverage με τις συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων, χρησιμοποιήθηκε η εντολή **GENERATE**, η οποία συντάσσεται ως εξής:

GENERATE<cover>

Για περισσότερες πληροφορίες για την εντολή GENERATE και τις παραμέτρους της, υπάρχει αναφορά στο παράρτημα I. Επειδή η εντολή generate χρησιμοποιεί μια ποικιλία υποεντολών, τελικά εφαρμόστηκε ως εξής:

Arc: generate simeia

Generate: points

ID, X Y

Όπου δόθηκαν τα τοποσταθερά σημεία 1, 2, 3, ...και ως σημείο 10 το Reper του Λαμπαδαρίου.

Έτσι δημιουργήθηκε το coverage simeia με τις συντεταγμένες των τοποσταθερών σημείων.

Ενώ στο αποτέλεσμα δημιουργίας του coverage δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά, ωστόσο στην πράξη ο δεύτερος τρόπος αποδείχθηκε αρκετά πιο γρήγορος από τον πρώτο, γι' αυτό και προτιμήθηκε για τη δημιουργία των υπόλοιπων coverage. Χρησιμοποιώντας την εντολή generate δημιουργήθηκαν και τα υπόλοιπα coverage ως εξής:

1. Δημιουργία του coverage dromoi

Generate: dromoi

Generate: lines + Enter

Generate: quit

2. Δημιουργία του coverage ktiria

Generate: ktiria

Generate: polygons + Enter

Generate: quit

3. Δημιουργία του coverage pyles

Generate: pyles

Generate: points + Enter

Generate: quit

4. Δημιουργία του coverage oriaemp

Generate: oriaemp

Generate: polygons+ Enter

Generate: quit

6.3.3 Δημιουργία τοπολογίας

Στη συνέχεια αφού έγινε διόρθωση των σφαλμάτων της ψηφιοποίησης, για την οποία υπάρχει εκτενή αναφορά στο παράρτημα II, δημιουργήθηκε τοπολογία στα coverage που είχαν ήδη δημιουργηθεί. Η τοπολογία στο Arc Info δημιουργείται (χτίζεται) με τη βοήθεια των εντολών BUILD και CLEAN.

Η εντολή **BUILD** συντάσσεται ως εξής:

BUILD <cover> {POLY/LINE/POINT/NODE/ANNO.<subclass>}

Η εντολή **CLEAN** συντάσσεται ως εξής:

CLEAN <in_cover> {out_cover} {dangle_ length} {fuzzy-tolerance}
{POLY/LINE}

Για περισσότερες πληροφορίες για τις εντολές **BUILD** και **CLEAN** και τις παραμέτρους τους, υπάρχει αναφορά στο παράρτημα Ι.

Οι εντολές **BUILD** και **CLEAN**, είναι αυτές που δημιουργούν (χτίζουν) τοπολογία στο Arc Info. Παρόλο που και οι δύο εντολές εκτελούν παρόμοιες λειτουργίες (και οι δύο χτίζουν τοπολογία δηλαδή δημιουργούν ‘feature attribute table’, δηλαδή πίνακες τοπολογίας), έχουν σημαντικές διαφορές. Η εντολή **BUILD** δημιουργεί ή ενημερώνει ένα feature attribute table (FAT) για σημεία (point), γραμμές (line), πολύγωνα (poly), κόμβους (node), ή κείμενα (annotation). Η εντολή **CLEAN** από την άλλη, προχωράει και σε επεξεργασία συντεταγμένων και δημιουργεί .FAT αρχεία όμως μόνο για πολύγωνα και γραμμές.

Το αν θα χρησιμοποιήσει κανείς την εντολή **BUILD** ή την εντολή **CLEAN** για τη δημιουργία τοπολογίας γραμμών και πολυγώνων εξαρτάται από το πώς είναι ψηφιοποιημένα τα υπόβαθρα που τίθενται υπό επεξεργασία. Η εντολή **BUILD** αναγνωρίζει και επεξεργάζεται μόνο υπάρχουσες τομές τόξων, υπάρχοντες κόμβους (discrete digitizing) και δεν μπορεί να διορθώσει τυχόν λάθη ψηφιοποίησης. Αντίθετα η εντολή **CLEAN** δημιουργεί τομές, δηλαδή κόμβους, εκεί που τα δύο τόξα τέμνονται (spaghetti digitizing). Ακόμα η εντολή **CLEAN**, με τη βοήθεια των παραμέτρων fuzzy tolerance και dangle length έχει την ικανότητα να διορθώνει αυτόματα τυχόν λάθη ψηφιοποίησης μέσα σε αυτές τις ανοχές. Στην εντολή **CLEAN** πάντως καλό είναι να δίνεται ένα διαφορετικό όνομα για το τελικό αρχείο δηλαδή να δίνεται {out_cover} ώστε να μην καταστρέφεται το αρχικό ψηφιοποιημένο αρχείο.

Επειδή η εντολή **CLEAN** χρησιμοποιείται μόνο σε coverage με πολύγωνα και γραμμές, ακολουθήθηκαν οι εξής εργασίες. Αρχικά εφαρμόστηκε η εντολή **CLEAN** για κάθε coverage που περιείχε πολύγωνα και γραμμές (coverage dromoi, coverage ktiria, coverage oriaemp), με προσοχή όμως, ώστε να δίνεται άλλο όνομα στο output αρχείο (coverage dromoi2, coverage ktiria2, coverage oriaemp2) για να μην καταστραφεί το αρχικό ψηφιοποιημένο.

Arc: clean dromoi dromoi2 0.01 0.005 line

Arc: clean ktiria ktiria2 0.01 0.005 poly

Arc: clean oriaemp oriaemp2 0.01 0.005 poly

Στη συνέχεια για κάθε καινούργιο coverage αλλά και για τα coverage που περιείχαν κόμβους, σημεία ή κείμενα εφαρμόστηκε η εντολή BUILD, όπως φαίνεται παρακάτω:

Arc: build dromoi2 line

Arc: build ktiria2 poly

Arc: build oriaemp2 poly

Arc: build pyles point

Arc: build dedomena point

Arc: build simeia point

Εφαρμόζοντας τις εντολές BUILD και CLEAN δημιουργήθηκαν πίνακες τοπολογίας. Συγκεκριμένα:

Η εντολή **poly** δημιουργεί ένα *.PAT πίνακα ιδιοτήτων (feature attribute table)

Η εντολή **line** δημιουργεί ένα *.AAT πίνακα ιδιοτήτων (feature attribute table)

Η εντολή **point** δημιουργεί ένα *.PAT πίνακα ιδιοτήτων (feature attribute table)

Η εντολή **node** δημιουργεί ένα *.NAT πίνακα ιδιοτήτων (feature attribute table)

Τα αρχεία *.AAT και *.PAT που δημιουργούνται είτε με την BUILD είτε με την CLEAN έχουν την μορφή που φαίνεται παρακάτω:

*.PAT

Record	Area	Perimeter	Cover#	Cover_Id

Πίνακας 6.2: Η μορφή ενός πίνακα *.PAT (πίνακα ιδιοτήτων)

Table 6.2: An example of a *.PAT table (feature attribute table)

*.AAT

Record	Fnode#	Tnode#	Lpoly#	Rpoly#	Length	Cover#	Cover-id

Πίνακας 6.3: Η μορφή ενός πίνακα *.AAT (πίνακα ιδιοτήτων)

Table 6.3: An example of a *.AAT table (feature attribute table)

6.3.4 Διαχείριση βάσης δεδομένων

Όσον αφορά την διαχείριση και επεξεργασία της περιγραφικής πληροφορίας των πινάκων ιδιοτήτων, υπήρχε η δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε δύο γλώσσες – προγράμματα Data Base Management, την INFO και την TABLES. Στη συνέχεια παρουσιάζονται μερικές εντολές που χρησιμοποιήθηκαν για τη διαχείριση των βάσεων δεδομένων.

Εντολές διαχείρισης βάσης δεδομένων INFO

- ❖ Info: Καλείται η info, δηλαδή το υποπρόγραμμα διαχείρισης πινάκων
- ❖ ARC: User name που ζητάει η INFO, μέσα στο περιβάλλον INFO χρησιμοποιούνται μόνο κεφαλαία γράμματα
- ❖ DEFINE (Αρχείο.DAT): Ορίζεται το όνομα και η μορφή ενός νέου πίνακα
 - Item name: όνομα πεδίου (κολώνας του πίνακα)
 - Item width: πλάτος πεδίου (ανάλογα με το πόσους χαρακτήρες έχουν τα δεδομένα)
 - Output width: πλάτος πεδίου στην οθόνη και την εκτύπωση, συνήθως όσο το (item width+1)
 - Item type: τύπος δεδομένων, υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις:
 1. C: Χαρακτήρες (κείμενο)
 2. I: Ακέραιοι αριθμοί
 3. B: Binary Ακέραιοι αριθμοί (σε δυαδική μορφή)
 4. N: Πραγματικοί αριθμοί
 5. F: Binary Πραγματικοί αριθμοί
 6. D: Ημερομηνία (αποθηκεύεται έως 8 bytes)

- Number of Decimals: Για τις περιπτώσεις N και F, δηλώνεται ο αριθμός των δεκαδικών ψηφίων

Αφού δηλωθεί πλήρως το πρώτο item, η INFO ζητάει το επόμενο. Ακολουθείται η ίδια διαδικασία έως ότου δηλωθεί το τελευταίο item, και τότε επιλέγεται το Enter.

- ❖ SELECT (Αρχείο.DAT): Επιλέγεται το αρχείο που θα τεθεί υπό επεξεργασία
- ❖ ITEM: Δείχνει τα πεδία του αρχείου και τις παραμέτρους του
- ❖ ADD: Προσθέτονται ή εισάγονται εγγραφές (records)
- ❖ LIST: Δείχνει τη λίστα των εγγραφών
- ❖ UPDATE: Διορθώνεται η τιμή μιας εγγραφής ή ενημερώνεται το αρχείο που προϋπάρχει
- ❖ Q: Επιστροφή στο περιβάλλον Arc μετά την εντολή

Εντολές διαχείρισης βάσης δεδομένων TABLES

- ❖ Joinitem: Συνδέει μόνιμα δυο αρχεία που έχουν κοινό item
- ❖ Dropitem: Σβήνει item από αρχείο και μπορεί να σώσει το νέο αρχείο με άλλο όνομα
- ❖ Additem: Προσθέτει νέο item στο αρχείο
- ❖ Redefine: Αλλάζεται το όνομα και οι παράμετροι ενός item σε ένα αρχείο
- ❖ Cal: Αλλάζεται η τιμή μιας εγγραφής

Έτσι επιλέγοντας έναν από τους δύο τρόπους διαχείρισης βάσεων δεδομένων προστέθηκαν σε κάθε πίνακα στήλες, για να περιγραφούν τα χαρακτηριστικά που αφορούσαν τις ιδιότητες των ψηφιοποιημένων γραμμών ή πολυγώνων. Κατά την εισαγωγή στήλης στον πίνακα κάθε επιπέδου το πρόγραμμα ζητάει να προσδιοριστούν εκτός από το όνομα της στήλης και παράμετροι όπως ο αριθμός των στοιχείων που θα έχει, πόσα ψηφία επιθυμεί να βλέπει στην οθόνη ο χρήστης και τον τύπο των δεδομένων που θα εισαχθούν (πραγματικοί, ακέραιοι, binary αριθμοί ή χαρακτήρες).

Για παράδειγμα, στον πίνακα του coverage dromoi2 προστέθηκε η στήλη «eidos»:

Arc: Tables

Arc: Additem dromoi.aat eidos 12 14 c

Arc: q → Leaving tables

Για να ταξινομηθούν οι δρόμοι ανάλογα με το είδος (eidos), αποφασίστηκε να τεθούν οι δρόμοι: Κατεχάκη, Ηρώων Πολυτεχνείου και Κοκκινοπούλου (που φαίνονται στην εικόνα) ως αρτηρίες, σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία στον Arc Edit:

Ae: drawe all

Ae: edit dromoi

Ae: draw

Ae: ef line

Ae: sel many → Επιλέχθηκαν οι δρόμοι: Κατεχάκη, Ηρώων Πολυτεχνείου και Κοκκινοπούλου

Ae: cal eidos = ARTIRIA

6.3.5 Δημιουργία shape file

Τέλος τα coverage που δημιουργήθηκαν και χτίστηκε η τοπολογία, έπρεπε να μετατραπούν σε μορφή shape file (*.shp) για να μπορούν στη συνέχεια να αναγνωστούν και να τεθούν υπό επεξεργασία στο Arc Pad. Η μετατροπή των coverage σε shape files, πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια της εντολής **ARCSHAPE**, η οποία συντάσσεται ως εξής:

```
ARCSHAPE      <in_cover>      <in_feature_class>      <out_shape_file>  
{DEFAULT/DEFINE}
```

Για περισσότερες πληροφορίες για την εντολή ARCSHAPE και τις παραμέτρους της, υπάρχει αναφορά στο παράρτημα Ι. Η εντολή ARCSHAPE εφαρμόστηκε και στα 6 coverage που είχαν δημιουργηθεί, ως εξής:

Arc: arc shape dedomena points dedomena2

Arc: arc shape simeia points simeia2

Arc: arc shape oriaemp polys oria2

Arc: arc shape dromoi2 arcs dromoi2

Arc: arc shape ktiria2 polys ktiria 2

Arc: arc shape pyles points pyles2

Όποτε δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα 6 shape files: dedomena2.shp, simeia2.shp, oria2.shp, dromoi2.shp, ktiria2.shp, pyles2.shp

6.4 Χρήση του Arc Pad

Αφού μεταφέρθηκε η εικόνα στο επιλεγμένο σύστημα αναφοράς UTM και δημιουργήθηκαν και ορισμένα shape files στο Arc Info, η επεξεργασία της εικόνας συνεχίστηκε με τη βοήθεια του λογισμικού Arc Pad. Το λογισμικό Arc Pad, δίνει τη δυνατότητα να εμφανιστούν τα στοιχεία όπως έχουν καταχωρηθεί και στη συνέχεια να τεθούν υπό επεξεργασία με πολλαπλούς τρόπους (GIS by ESRI, 2000).

Συγκεκριμένα, είναι δυνατόν να εμφανίζονται πολλαπλά layer με vector και raster δεδομένα πεδίου στον υπολογιστή στο γραφείο όσο και σε έναν φορητό υπολογιστή. Μπορούν να αλλάξουν τα σύμβολα κάποιων χαρακτηριστικών σε ορισμένα layer, καθιστώντας έτσι ευκολότερη τη σύγκριση μεταξύ της βάσης δεδομένων GIS και των γεωγραφικών χαρακτηριστικών στον πραγματικό κόσμο. Ακόμη μπορεί να μετρηθεί η απόσταση, το εμβαδόν, και η κατεύθυνση μεταξύ δύο σημείων, κατευθείαν από τον χάρτη.

Επίσης μπορούν να γίνουν κάποιες ερωτήσεις στα δεδομένα (όπως αναφέρεται στην ενότητα 7.6.2) και οι πληροφορίες των πινάκων ιδιοτήτων (feature attribute table) να ενημερωθούν σε πραγματικό χρόνο στο πεδίο. Αργότερα, στο γραφείο, οι τροποποιημένες πληροφορίες μπορούν να φορτωθούν στην κύρια βάση δεδομένων. Τέλος, χρησιμοποιώντας ένα GPS χειρός είναι εφικτό να συλλεχθούν γεωγραφικά στοιχεία πεδίου καθώς επίσης να βοηθήσει για σκοπούς ναυσιπλοΐας και πλοήγησης.

Όλα αυτά μπορούν να σωθούν με τη μορφή ενός project.

6.4.1 Βασικές Έννοιες

Πριν ξεκινήσουν οι διαδικασίες που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό Arc Pad, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν μερικοί από τους βασικούς όρους που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια, όπως το project και το layer.

6.4.1.1 Ορισμός ενός project

Ένα project είναι ένα αρχείο που καταχωρεί έναν κατάλογο με όλα τα layers και το υπόβαθρο που σχετίζονται με μια εφαρμογή. Κάθε φορά που ξεκινούν οι εργασίες στο ArcPad πρέπει πρώτα να ανοιχθεί ένα υπάρχον Project ή να δημιουργηθεί ένα νέο Project προσθέτοντας νέες πληροφορίες, υπό τη μορφή ορισμένων layers, πάνω σε μία εικόνα. Τα ονόματα αρχείων του προγράμματος σώζονται με την επέκταση .app.

6.4.1.2 Ορισμός ενός Layer

Το layer είναι το θεμελιώδες συστατικό, με τη βοήθεια του οποίου γίνονται οι εργασίες στο Arc Pad. Τα layers είναι όπως οι χάρτες και βοηθούν να απεικονιστούν τα γεωγραφικά στοιχεία, εμφανίζοντας που ακριβώς είναι το κάθε στοιχείο. Κάθε layer αντιπροσωπεύει έναν ιδιαίτερο τύπο χαρακτηριστικού γνωρίσματος, όπως ποτάμια, λίμνες, εθνικές οδούς, πολιτικά όρια και άλλα. Ένα layer δεν καταχωρεί τα πραγματικά γεωγραφικά στοιχεία, αλλά καταχωρεί αναφορές στοιχείων που περιλαμβάνονται μέσα σε shapefiles ή εικόνες. Το κουμπί των layers γίνεται ενεργό μόλις προστεθεί ένα layer ή όλα τα layers στο Project του ArcPad. Το παράθυρο layers εμφανίζει όλα τα επιλεγμένα στοιχεία, καθώς επίσης το GPS Tracklog, τα layers του πλέγματος του χάρτη και επιτρέπει να επιλεγθούν ποιες πληροφορίες θα παρουσιαστούν.

6.4.2 Εισαγωγή δεδομένων

Για την συγκεκριμένη εφαρμογή, αφού ανοίχθηκε η εικόνα teliko.jpg προστέθηκαν τα ήδη υπάρχοντα layer που είχαν δημιουργηθεί στο Arc Info υπό την μορφή shape file και το project σώθηκε στο Arc Pad με το όνομα emp.app. Η εισαγωγή της εικόνας και των shape files στο Arc Pad πραγματοποιήθηκε με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Ανοίχθηκε το πρόγραμμα Arc Pad 5.0.
2. Επιλέχθηκε το βέλος δίπλα στο κουμπί εργαλείων της βασικής ράβδου εργαλείων και στη συνέχεια επιλέχθηκε η επιλογή Options. Αυτό άνοιξε το παράθυρο Options του Arc Pad.
3. Στο παράθυρο Options, επιλέχθηκε το Paths και στη συνέχεια επιλέχθηκε ο συγκεκριμένος κατάλογος αρχείων όπου είχαν σωθεί τόσο η εικόνα της εφαρμογής teliko.jpg όσο και τα 6 shape files που δημιουργήθηκαν στο Arc Info.
4. Πατήθηκε OK και έκλεισε το παράθυρο Options.
5. Από τη βασική ράβδο εργαλείων επιλέχθηκε η επιλογή: Add layers
6. Στο παράθυρο αυτό, επιλέχθηκε η εικόνα teliko.jpg και τα 6 shape files, (κλικάροντας τα με ένα «τικ» δίπλα από το όνομά τους).
7. Πατήθηκε OK και κλείνοντας το παράθυρο αυτό, εμφανίστηκε στην οθόνη το υπόβαθρο και όλα τα layers.
8. Το project σώθηκε στο Arc Pad με το όνομα emp.app.

6.4.3 Editing στα αρχικά δεδομένα

Η επεξεργασία των αρχικών δεδομένων έγινε με τη βοήθεια των εργαλείων της ράβδου Edit/Drawing. Κάθε είδος επεξεργασίας και σχεδιασμός πραγματοποιήθηκε, αφού τέθηκε ένα συγκεκριμένο layer ως editable. Μόνο ένα layer κάθε φορά, μπορεί να είναι editable και να τεθούν ερωτήματα για τις πληροφορίες που περιέχει. Το layer που θα τεθεί σε επεξεργασία, χρειάζεται να δηλωθεί ως editable στο παράθυρο διαλόγου των layers.

Μόλις δηλωθεί ένα layer ως editable, η ράβδος εργαλείων Edit/Drawing ανοίγει αυτόματα. Αυτό που αξίζει να σημειωθεί, είναι ότι όταν πραγματοποιηθούν οι αλλαγές σε ένα layer, το Arc Pad αποθηκεύει τις αλλαγές στο αρχικό shapefile. Δεν χρησιμοποιεί ένα αντίγραφο του αρχείου και δεν υπάρχει δυνατότητα αναίρεσης.

Ακολουθούν οι διαδικασίες με τις οποίες μπορεί να γίνει η επεξεργασία των δεδομένων στο Arc Pad, πολλές από τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν και στη συγκεκριμένη εφαρμογή.

6.4.3.1 Προσθήκη layers

Για να προστεθεί ένα layer στο project, χρησιμοποιείται το εργαλείο Add layer. Ορίζεται αν το layer που θα δημιουργηθεί θα περιέχει σημεία, γραμμές ή πολύγωνα, σώζεται το layer υπό τη μορφή ενός shape file και το εισάγεται στο project.

Μόνο layers με την ίδια προβολή μπορούν να προστεθούν, γιατί το Arc Pad δεν επιτρέπει να προστεθούν layer με διαφορετική προβολή. Οι πληροφορίες προβολής περιέχονται στο αρχείο *.prj που συνδέεται με τα shapefiles (όπως αναφέρεται στην ενότητα 7.2).

Σε περίπτωση που πρέπει να διαγραφεί το layer που δημιουργήθηκε ή ένα ήδη υπάρχον layer, μπορεί αφού πρώτα επιλεγεί να πατηθεί η επιλογή delete. Ωστόσο είναι προτιμότερο απ' το να διαγραφεί εντελώς κάποιο layer, να γίνει προσωρινά μη ορατό.

6.4.3.2 Επεξεργασία των layers

Η επεξεργασία των layers στο Arc Pad πραγματοποιείται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Πατώντας το κουμπί των layers, ανοίγει το παράθυρο των layers. Τα layers που έχουν επιλεγεί εμφανίζονται σε μια λίστα, κάθε ένα κλικαρισμένο με ένα «τικ» δίπλα από το όνομά του.

2. Μπορούν να γίνουν αλλαγές στη σειρά με την οποία εμφανίζονταν τα layers, με τη βοήθεια των βελών Move Up και Move Down. Με αυτό τον τρόπο, τα layers στο κάτω μέρος μπορούν να μετακινηθούν πριν από τα layers στην κορυφή.

3. Επιλέγοντας ένα layer, αυτομάτως γίνεται μπλε. Εάν επιλεγεί δύο φορές, ή εάν επιλεγεί το Layer Properties εμφανίζεται το παράθυρο Layer Properties και με τη βοήθεια των βελών εμφανίζονται όλες οι πληροφορίες για τις ιδιότητες του layer αυτού.

4. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να εξερευνηθούν οι ιδιότητες του layer. Οι ιδιότητες του layer περιλαμβάνουν πληροφορίες για το επιλεγμένο layer, μελέτη των συμβόλων που χρησιμοποιούνται, ένα πεδίο συνδέσμων hyperlink, ιδιότητες για το layer, την κλίμακα παρουσίασης, και τη γεωγραφική έκταση του layer. Οι σύνδεσμοι hyperlink είναι συνδέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών του layer και εξωτερικών αρχείων. Αυτά τα αρχεία μπορούν να περιλάβουν φωτογραφίες, έγγραφα και βίντεο ή ηχητικές καταγραφές

5. Όταν τελειώσει η εξερεύνηση των ιδιοτήτων ενός layer, ακολουθείται η ίδια διαδικασία για να εξερευνηθούν και τα υπόλοιπα layers και αφού ολοκληρωθεί η εξερεύνηση όλων των layers, κλείνει το παράθυρο Layer Properties.

6.4.3.3 Δημιουργία καινούργιων χαρακτηριστικών

Μπορούν να δημιουργηθούν τρεις βασικοί τύποι χαρακτηριστικών με τη βοήθεια των εργαλείων της ράβδου Edit/Drawing: σημεία, γραμμές και πολύγωνα. Όταν δημιουργείται ένα νέο χαρακτηριστικό, μπορεί να υπάρχει ένα μόνο layer (για κάθε τύπο χαρακτηριστικών) editable κάθε φορά. Το παράθυρο διαλόγου των layers, περιέχει όλα τα ονόματα των layers στο project που είναι ανοιχτό και από εκεί επιλέγεται ποιο layer θα γίνει editable.

Η δημιουργία καινούργιων χαρακτηριστικών πραγματοποιείται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Επιλέγεται το χαρακτηριστικό που πρέπει να δημιουργηθεί πατώντας το βέλος στον κατάλογο με τις σχεδιαστικές επιλογές. Κάθε φορά που επιλέγεται ένα χαρακτηριστικό, ένα κόκκινο πλαίσιο εμφανίζεται γύρω από το επιλεγμένο εικονίδιο, καθώς επίσης το εικονίδιο παρουσιάζεται στη ράβδο εργαλείων.
2. Αφού σχεδιάζεται το νέο χαρακτηριστικό σε συγκεκριμένη θέση πάνω στο χάρτη, γύρω από το νέο χαρακτηριστικό εμφανίζεται ένα πλαίσιο στο οποίο μπορούν να εισαχθούν πληροφορίες για τις ιδιότητες του νέου χαρακτηριστικού.
3. Τέλος επιλέγοντας την επιλογή Feature Properties μπορούν να εμφανιστούν ή και να ενημερωθούν οι ιδιότητες του νέου χαρακτηριστικού.

6.4.3.4 Επιλογή των χαρακτηριστικών

Τα χαρακτηριστικά ενός layer μπορούν να επιλεγούν χρησιμοποιώντας το εργαλείο Select Tool, οπότε το επιλεγμένο χαρακτηριστικό εμφανίζεται με ένα πλαίσιο. Αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο ένα χαρακτηριστικό κάθε φορά μπορεί να επιλεγεί.

Συνήθως επιλέγονται τα χαρακτηριστικά, τα οποία πρέπει να τροποποιηθούν ή να αλλάξουν οι ιδιότητές τους ή στα οποία πρέπει να εκτελεστούν ορισμένες διαδικασίες. Παραδείγματος χάριν, πριν μετακινηθεί, διαγραφεί ή αντιγραφεί ένα χαρακτηριστικό πρέπει πρώτα να επιλεγεί.

6.4.3.5 Μετακίνηση των χαρακτηριστικών

Μπορούν να μετακινηθούν ορισμένα χαρακτηριστικά (αφού πρώτα επιλεγούν), με το σύρσιμο τους ή με την αλλαγή των x, y συντεταγμένων τους στο παράθυρο διαλόγου Geography της επιλογής Feature Properties.

Το σύρσιμο είναι ο ευκολότερος τρόπος να μετακινηθεί ένα χαρακτηριστικό και η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται όταν υπάρχει μια γενική ιδέα για το πού πρέπει να τοποθετηθεί το χαρακτηριστικό. Αντίθετα προσδιορίζονται οι x, y συντεταγμένες του, όταν ένα χαρακτηριστικό πρέπει να μετακινηθεί σε μια συγκεκριμένη θέση.

Σε περίπτωση που το λογισμικό Arc Pad έχει συνδεθεί με ένα GPS χειρός, υπάρχει η δυνατότητα πατώντας την επιλογή GPS στο παράθυρο διαλόγου Properties, να αντικατασταθούν οι υπάρχουσες συντεταγμένες ενός χαρακτηριστικού, με τις τρέχουσες συντεταγμένες του GPS.

6.4.3.6 Διαγραφή των χαρακτηριστικών

Για να διαγραφεί ένα χαρακτηριστικό από το χάρτη και από το σύνολο των δεδομένων, αρχικά επιλέγεται και στη συνέχεια πατιέται το κουμπί διαγραφής από τη ράβδο εργαλείων Edit/Drawing στο Arc Pad. Πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη ότι το Arc Pad επεξεργάζεται το αρχικό shapefile, δεν λειτουργεί σε ένα αντίγραφο του αρχείου και δεν υπάρχει δυνατότητα αναίρεσης.

Το επιλεγμένο χαρακτηριστικό μπορεί ακόμη να διαγραφεί, πατώντας το πλήκτρο διαγραφής του πληκτρολογίου.

6.4.3.7 Κίνηση γύρω από το χάρτη

Μπορεί να επιτευχθεί κίνηση γύρω από το χάρτη, με τη βοήθεια των εργαλείων της ράβδου Browse. Με τα εργαλεία αυτά μπορούν να εξερευνηθούν διάφορες περιοχές στο χάρτη και τα χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα. Για το σκοπό αυτό είναι διαθέσιμες δύο προαιρετικές δυνατότητες εστίασης -zoom (ένα μεταβλητό zoom και ένα σταθερό zoom), σύμφωνα με την επιλογή του κατάλληλου εικονιδίου.

6.4.3.8 Πληροφορίες για κάποιο χαρακτηριστικό

Μερικές φορές το να κοιτάξει κάποιος σε ένα χάρτη, δεν είναι αρκετό για να πάρει τις πληροφορίες που χρειάζεται για ένα χαρακτηριστικό. Απαιτείται να γίνουν ερωτήσεις στα δεδομένα για να λυθεί οποιοδήποτε πρόβλημα και να παρθούν οι απαραίτητες πληροφορίες.

Επιλέγοντας ένα χαρακτηριστικό, είναι δυνατόν, να διαπιστωθεί τι ακριβώς είναι και σε ποια κατηγορία ανήκει. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, για να παρθούν πληροφορίες για ένα χαρακτηριστικό που έχει επιλεγεί, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

1. Επιλέγεται το βέλος πληροφοριών για να παρουσιαστούν τα εργαλεία πληροφοριών. Στη συνέχεια επιλέγεται το εργαλείο πληροφοριών που είναι κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί και αυτόματα ενεργοποιείται το εικονίδιο του, στη ράβδο εργαλείων.
2. Επιλέγεται το χαρακτηριστικό στο χάρτη και οι ιδιότητες που συνδέονται με το επιλεγμένο χαρακτηριστικό (σημείο, γραμμή, ή πολύγωνο) παρουσιάζονται σε έναν πίνακα.
3. Το επιλεγμένο χαρακτηριστικό παρουσιάζεται φωτισμένο.
4. Κλικάροντας το εικονίδιο Goto, το επιλεγμένο χαρακτηριστικό τίθεται ως κατεύθυνση ναυσιπλοΐας.

6.4.3.9 Μέτρηση απόστασης

Η μέτρηση της απόστασης στο Arc Pad πραγματοποιείται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Πατώντας το βέλος των πληροφοριών, εμφανίζεται και επιλέγεται το εργαλείο μέτρησης και αυτόματα ενεργοποιείται το εικονίδιο του, στη ράβδο εργαλείων.
2. Σχεδιάζεται μια γραμμή ή μια περιοχή (μόνο για κλειστά πολύγωνα) που αντιπροσωπεύει την απόσταση που πρέπει να μετρηθεί.
3. Αμέσως εμφανίζεται ένα παράθυρο που περιέχει τη λίστα με όλες τις πληροφορίες της μέτρησης.

Μπορούν να επιλεγούν οι μονάδες μέτρησης της απόστασης που πρέπει να πραγματοποιηθεί, καθορίζοντας τις μονάδες στην επιλογή Display Option στη ράβδο εργαλείων. Έτσι κάθε layer μπορεί να παρουσιάσει τις μετρήσεις απόστασης χρησιμοποιώντας οποιεσδήποτε μονάδες απαιτούνται.

6.4.3.10 Βρίσκοντας χαρακτηριστικά με συγκεκριμένες ιδιότητες

Για να βρεθούν χαρακτηριστικά με κάποια συγκεκριμένη ιδιότητα, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

1. Επιλέγεται το εργαλείο Find και αμέσως εμφανίζεται το παράθυρο εύρεσης.
2. Επιλέγεται το layer που θα γίνει η αναζήτηση.
3. Επιλέγεται το πεδίο που θα γίνει η αναζήτηση.
4. Πληκτρολογείται στο παράθυρο εύρεσης η ιδιότητα που πρέπει να έχουν τα χαρακτηριστικά.
5. Πατώντας Find, παρουσιάζεται αμέσως ο κατάλογος των αποτελεσμάτων.

6.4.4 Τελικό αποτέλεσμα

Μετά την επεξεργασία των layers στο Arc Pad, το project αποθηκεύτηκε με το όνομα emp2.app και η μορφή του ήταν η εξής:



Εικόνα 6.2: Το τελικό project emp2.app στο Arc Pad

Photo 6.2: The final project emp2.app in Arc Pad

6.5 Δημιουργία συμβόλων δεδομένων στο Arc View

Έχοντας το ψηφιακό υπόβαθρο έτοιμο, έγινε μια προσπάθεια να δημιουργηθεί συμβολογία για ορισμένα layers. Αρχικά μεταφέρθηκαν τα δεδομένα από το περιβάλλον του Arc Pad στο περιβάλλον του Arc View. Ανοίγοντας το Arc View, αμέσως ανοίγεται ένα καινούργιο View. Σε κάθε View είναι δυνατό να εισαχθούν τα επίπεδα που έχουν δημιουργηθεί ανάλογα με το είδος της πληροφορίας που περιέχουν, δηλαδή σε μορφή σημείου, σε μορφή γραμμής ή σε μορφή πολυγώνου. Κάθε ένα από τα επίπεδα που εισάγονται αποτελεί και ένα καινούργιο θέμα (theme) και αναπαριστά μια γεωγραφική οντότητα. Μέσα σε ένα View μπορούν να υπάρχουν περισσότερα themes που να αλληλεπικαλύπτονται με την προϋπόθεση ότι βρίσκονται στο ίδιο σύστημα αναφοράς. Τα tables περιέχουν την περιγραφική πληροφορία κάθε theme.

Για να τεθούν τα δεδομένα υπό επεξεργασία, χρησιμοποιούνται εργαλεία τόσο του Arc View όσο και του Arc Pad.

6.5.1 Εργαλεία του Arc Pad για το ArcView GIS

Τα Arc Pad Tools είναι μια επέκταση για το ArcView GIS που παρέχει τα κατάλληλα εργαλεία (GIS by ESRI, 2000), ώστε:

- να δημιουργηθούν φόρμες που περιέχουν τα στοιχεία κάθε χαρακτηριστικού
- να τεθούν υπό επεξεργασία οι φόρμες αυτές με τη βοήθεια του ArcView Dialog Designer
- να εξαχθούν τα θέματα (themes) του ArcView με τη μορφή Arc Pad αρχείων
- να μελετηθούν τα σύμβολα του ArcPad με τη βοήθεια του ArcView GIS
- να δημιουργηθεί ένα υποσύνολο στοιχείων για τη χρήση του στο Arc Pad
- να δημιουργηθεί μια εικόνα JPEG του View που δημιουργήθηκε

6.5.2 Εγκατάσταση των εργαλείων του ArcPad στο ArcView

Για να εγκατασταθεί η επέκταση των εργαλείων του Arc Pad στο Arc View, μπορεί να επιλεγεί ενός εκ των δύο παρακάτω τρόπων:

1^{ος} τρόπος

Αρχικά ανοίγεται το Arc GIS και ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

Tools → Customize → Add from file → Look in: C → Program Files →
Arc Pad → apTools8 → apTools8.dll → Open

Αφού ανοιχθεί το αρχείο apTools8.dll, τότε στο Customize φαίνονται τα Arc Pad Tools. Επιλέγονται τα εργαλεία του Arc Pad, κλικάροντας τα, και στη συνέχεια εμφανίζονται στην οθόνη του Arc View.

2^{ος} τρόπος

Ένας δεύτερος τρόπος είναι να αντιγραφεί το αρχείο:

D:/Esri/ Arc Pad 5.01/tools

στο D:/Esri/Av_GIS30/ Arc View/xt.32.

Μετά ανοίγεται το Arc View και πατώντας File → Extensions, επιλέγεται το Arc Pad Tools → OK

Έτσι προστίθενται τα εικονίδια του Arc Pad στο Arc View.

Και με τους δύο τρόπους, το αποτέλεσμα είναι το ίδιο, δηλαδή είναι εμφανές ότι νέα κουμπιά εργαλείων, έχουν προστεθεί στην ράβδο εργαλείων του ArcView. Επίσης κλικάροντας την επιλογή make default, τα εργαλεία αυτά εμφανίζονται πάντα, κατευθείαν με το άνοιγμα του Arc View.

6.5.3 Επεξεργασία δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε κυρίως με τη βοήθεια των εργαλείων του Arc Pad που προστέθηκαν στο Arc View. Συγκεκριμένα αφού ανοίχθηκε ένα καινούργιο View, εισαχθήκανε τα layers που είχαν δημιουργηθεί και κάθε ένα αποτέλεσε ένα ξεχωριστό theme. Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια να δημιουργηθούν φόρμες για κάθε theme, με σκοπό να δημιουργηθεί η συμβολογία τους. Επίσης δημιουργήθηκε ένα υποσύνολο της Βάσης Δεδομένων και τέλος το τελικό View εξάχθηκε σαν μια εικόνα JPEG.

Ακολουθούν αναλυτικά οι διαδικασίες με τις οποίες έγινε η επεξεργασία των δεδομένων στο Arc View.

6.5.3.1 Δημιουργία φόρμας

Πολλές βάσεις δεδομένων περιέχουν ονόματα πεδίων, τα οποία όμως δεν είναι πολύ περιγραφικά. Για το σκοπό αυτό δημιουργούνται οι φόρμες. Οι φόρμες που μπορούν να δημιουργηθούν στο ArcView, με τη βοήθεια των εργαλείων του Arc Pad, δημιουργούνται πολύ εύκολα. Στη συνέχεια είναι δυνατή η επεξεργασία τους, έχοντας τη δυνατότητα προσθήκης καινούργιων πεδίων και όλα αυτά σε μια βάση δεδομένων φιλική προς το χρήστη.

Η δημιουργία φόρμας στο ArcView πραγματοποιείται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Έναρξη του ArcView GIS.
2. Ανοίγεται ένα καινούργιο View
3. Πατώντας το κουμπί Add, προσθέτονται themes στο View
4. Στη συνέχεια επιλέγεται ο συγκεκριμένος κατάλογος αρχείων όπου είχε αποθηκευτεί το project και τα layers που δημιουργήθηκαν στο Arc Pad.
5. Επιλέγονται τα layers που θα γίνει η επεξεργασία και εισάγονται στο theme.
6. Πατώντας το κουμπί Theme Form, ανοίγει το παράθυρο δημιουργίας φόρμας των εργαλείων του Arc Pad.
7. Πατώντας OK, δημιουργείται μια νέα φόρμα.
8. Στο παράθυρο Arc Pad Add Fields, προσθέτονται τα πεδία που επιθυμείται να περιέχονται στη φόρμα. Η σειρά των πεδίων στη φόρμα μπορεί να αλλάξει, επιλέγοντας κάποιο πεδίο και μετακινώντας το στην κατάλληλη θέση.
9. Πατώντας OK, ένα νέο παράθυρο ανοίγει και περιέχει τη δημιουργημένη φόρμα.

Αφού τελειώσει η δημιουργία της φόρμας, επιλέγεται το κουμπί Arc Pad Form Export, από τη ράβδο εργαλείων Arc Pad που προστέθηκε και η φόρμα σώζεται με την επέκταση *.APF στην ίδια θέση όπου υπήρχε το shapefile στο οποίο έγινε η επεξεργασία. Ένα πλαίσιο διαλόγου του Arc Pad επιβεβαιώνει την επιτυχή δημιουργία της φόρμας.

6.5.3.2 Προσθήκη πεδίων στη φόρμα

Τα εργαλεία του Arc Pad που προστέθηκαν στο ArcView GIS, επιτρέπουν αφού δημιουργηθεί η φόρμα να τεθεί υπό επεξεργασία και να τροποποιηθεί. Στη φόρμα μπορούν να προστεθούν καινούργια πεδία αλλά απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή ώστε πριν προστεθούν τα πεδία, να υπάρχουν ήδη στη βάση δεδομένων.

Η προσθήκη των πεδίων στη φόρμα, πραγματοποιείται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Επιλέγεται το κουμπί Add Fields.
2. Επιλέγεται το σημείο πάνω στη φόρμα που θα τοποθετηθεί το καινούργιο πεδίο.
3. Ανοίγει το παράθυρο διαλόγου Arc Pad Add Fields, όπου επιλέγονται τα καινούργια πεδία που θα προστεθούν στη φόρμα και κλικάρεται OK.
4. Με αυτόν τον τρόπο τα επιλεγμένα πεδία εμφανίζονται στη φόρμα και μπορούν να επανατοποθετηθούν στην κατάλληλη θέση, όπως περιγράφηκε προηγουμένως, στην ενότητα 6.4.3.1.
5. Πατώντας το κουμπί Arc Pad Form Export, αυτόματα ενημερώνεται το αρχείο μορφής *.APF που είχε δημιουργηθεί.

6.5.3.3 Εξαγωγή συμβόλων

Κάθε υποσύνολο στοιχείων που διαμορφώνεται στο ArcView GIS μπορεί να εξαχθεί σε ένα αρχείο συμβόλων του ArcPad με την επέκταση *.APS. Έτσι για κάθε επιλεγμένο theme, πατώντας το κουμπί Export Layers Symbols από τη ράβδο των εργαλείων του Arc Pad που προστέθηκαν στο ArcView, δημιουργείται ένα αρχείο συμβόλων στο Arc Pad.

Συγκεκριμένα μπορούν να εξαχθούν:

- ο Για themes σημείων, μόνο τα σύμβολα τύπων χαρακτήρων TrueType®, γιατί μόνο αυτά αναγνωρίζονται.
- ο Για themes γραμμών, μόνο το χρώμα και το πάχος γραμμών.
- ο Για themes πολυγώνων, μόνο απλά raster γεμίσματα.

6.5.3.4 Δημιουργία υποσυνόλου της Βάσης Δεδομένων

Αντιγράφοντας το View που έγινε η επεξεργασία σε ένα καινούργιο View δημιουργείται ένα υποσύνολο της βάσης δεδομένων.

Κάθε διανυσματικό theme μετατρέπεται σε ένα shapefile, και η συμβολογία κάθε theme σώζεται σε ένα αρχείο με επέκταση *.APS. Εάν επιλεγθεί να μην δημιουργηθεί ένα αντίγραφο των δεδομένων, η συμβολογία του κάθε theme θα εξαχθεί στο folder που περιέχει τα δεδομένα.

Η δημιουργία υποσυνόλου της Βάσης Δεδομένων, πραγματοποιείται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Επιλέγεται το κουμπί Export Arc Pad View, από τη ράβδο των εργαλείων του Arc Pad που προστέθηκαν στο ArcView.

2. Επιβεβαιώνεται με OK η πρόθεση να δημιουργηθεί ένα αντίγραφο όλων των themes του τρέχοντος View σε έναν νέο κατάλογο αρχείων.

Τελικά, τα αρχεία των δεδομένων αντιγράφονται σε έναν χωριστό κατάλογο αρχείων. Τα themes της εικόνας μετατρέπονται σε εικόνα JPEG και ένα καινούργιο project (*.app) δημιουργείται στο Arc Pad, στην προκαθορισμένη θέση. Ο κατάλογος με τα themes που περιλαμβάνονται στο View σώζονται μαζί με το project. Συνιστάται το project να σώζεται πάντα στον ίδιο κατάλογο αρχείων με τα δεδομένα.

Το νέο υποσύνολο της Βάσης Δεδομένων είναι πλέον έτοιμο να χρησιμοποιηθεί.

6.5.3.5 Εξαγωγή εικόνας JPEG

Μπορεί τέλος, να δημιουργηθεί μια εικόνα JPEG του View που διαμορφώθηκε. Η δημιουργία εικόνας στο ArcView πραγματοποιείται με την ακόλουθη διαδικασία:

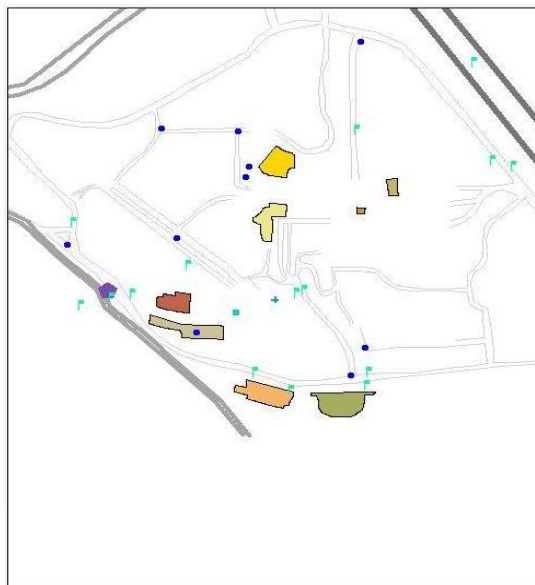
1. Επιλέγεται το κουμπί J από τη ράβδο των εργαλείων του Arc Pad που προστέθηκαν στο ArcView.

2. Επιλέγεται το ποιοτικό επίπεδο (quality level) της εικόνας JPEG που πρόκειται να δημιουργηθεί και πατάμε OK.

3. Επιλέγεται το όνομα του αρχείου για τη νέα εικόνα JPEG και κλικάρεται OK.

6.5.4 Τελικό αποτέλεσμα

Μετά την δημιουργία συμβόλων στο Arc View, η εικόνα που εξάχθηκε αποθηκεύτηκε με το όνομα ArcPad1.jpg και η μορφή της ήταν η εξής:



Εικόνα 6.3: Η εικόνα ArcPad1.jpg μετά την επεξεργασία στο ArcView

Photo 6.3: The picture ArcPad1.jpg after working with ArcView

Τέλος, αφού έγιναν οι απαραίτητες εργασίες στο Arc View, τα δεδομένα μεταφέρθηκαν στο Arc Pad, δημιουργήθηκε ένα καινούργιο project με εμφανή τα σύμβολα σε κάθε layer και αποθηκεύτηκε στο Arc Pad με το όνομα arcpad1.app.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

7

Συλλογή δεδομένων στο πεδίο

7.1 Εισαγωγή

Μετά την επεξεργασία των δεδομένων στο γραφείο με τη βοήθεια των λογισμικών Arc Info, Arc Pad και Arc View, η εφαρμογή ήταν πια έτοιμη να ολοκληρωθεί στο πεδίο. Ο αρχικός σχεδιασμός της εφαρμογής έγινε για το συνδυασμό ενός palmtop με ένα GPS χειρός. Ωστόσο η έλλειψη κατάλληλου palmtop, οδήγησε τελικά στην υλοποίηση της εφαρμογής σε laptop. Πριν συνδεθεί το laptop με το GPS χειρός Garmin 38, για να ενεργοποιηθεί το εικονίδιο του GPS, πρέπει να οριστεί η προβολή στο project.

7.2 Επιλογή προβολής στο Arc Pad

Κάθε χάρτης είναι συνδεδεμένος με μια ορισμένη προβολή (όπως αναφέρεται στην ενότητα 5.5), που μπορεί να καταχωρηθεί στο εκάστοτε project του Arc Pad. Για να παρουσιαστούν τα layers των δεδομένων σωστά στο Arc Pad, απαιτείται τα layers να χρησιμοποιούν το ίδιο σύστημα συντεταγμένων και την ίδια προβολή. Οι πληροφορίες προβολής καταχωρούνται σε ένα χωριστό αρχείο που ονομάζεται σύμφωνα με την πηγή των δεδομένων αλλά με *.prj επέκταση αρχείου.

Κατά τη δημιουργία ενός καινούργιου χάρτη στο Arc Pad, που σώζεται με την μορφή ενός καινούργιου project, δίνεται η δυνατότητα επιλογής για το ποια χωρική ιδιότητα είναι κάθε φορά η σημαντικότερη που πρόκειται να διατηρηθεί αναλλοίωτη και επιλέγεται η αντίστοιχη προβολή που ανταποκρίνεται στις ανάγκες αυτές.

Η προκαθορισμένη προβολή για ένα νέο project στο Arc Pad είναι η προβολή UTM (Universal Transverse Mercator) ή Παγκόσμια Μερκατορική Προβολή. Η Παγκόσμια Μερκατορική Προβολή είναι μια σύμμορφη εγκάρσια κυλινδρική απεικόνιση, δηλαδή διατηρεί αναλλοίωτη τη μορφή στοιχειωδών σχημάτων από το ελλειψοειδές στο επίπεδο (όπως αναφέρεται στην ενότητα 5.6.2).

Όταν προστεθεί ένα layer με μια διαφορετική προβολή σε ένα νέο project, η προβολή των στοιχείων του layer αντικαθιστά την προκαθορισμένη προβολή. Εάν

προσθεθεί ένα layer χωρίς προβολή (*.prj αρχείο) σε ένα project με ήδη υπάρχουσα προβολή, το Arc Pad ελέγχει εάν το στοιχείο έχει γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος. Εάν έχει, το Arc Pad ρωτάει εάν θα υποθεθεί ότι τα στοιχεία συμφωνούν με την ήδη υπάρχουσα προβολή, αλλιώς αφαιρεί την προκαθορισμένη προβολή και το project δεν έχει καμία προβολή.

Ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό Arc View, για να αλλάξει η προβολή των στοιχείων που προστίθενται στο project του Arc Pad.

Για να επιλεγεί η προβολή ενός project, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

1. Επιλέγεται το κουμπί των layers
2. Διαλέγεται η επιλογή Choose Map Projection Definition file
3. Επιλέγεται το κατάλληλο folder που υπάρχει το αρχείο με την προβολή (*.prj) που πρόκειται να οριστεί στο παράθυρο διαλόγου
4. Επιλέγεται το αρχείο με την προβολή που ταιριάζει με την προβολή των layers του project και όταν τελειώσει η διαδικασία επιλογής προβολής, κλείνει το αντίστοιχο παράθυρο

Για περισσότερες πληροφορίες για την προβολή ενός project ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

1. Επιλέγεται το κουμπί των layers στην κεντρική ράβδο εργαλείων για να ανοίξει το παράθυρο διαλόγου των layers.
2. Διαλέγεται η επιλογή Projection Information
3. Οι πληροφορίες για την προβολή εμφανίζονται σε ένα καινούργιο παράθυρο.

Συγκεκριμένα, για τη συγκεκριμένη εφαρμογή επιλέχθηκε η προβολή UTM στο γεωκεντρικό ελλειψοειδές GRS80. Για την επιλογή, ανοίχθηκε το folder:

Arc Pad/ Coordinate systems/UTM WGS1984

και ορίστηκε το:

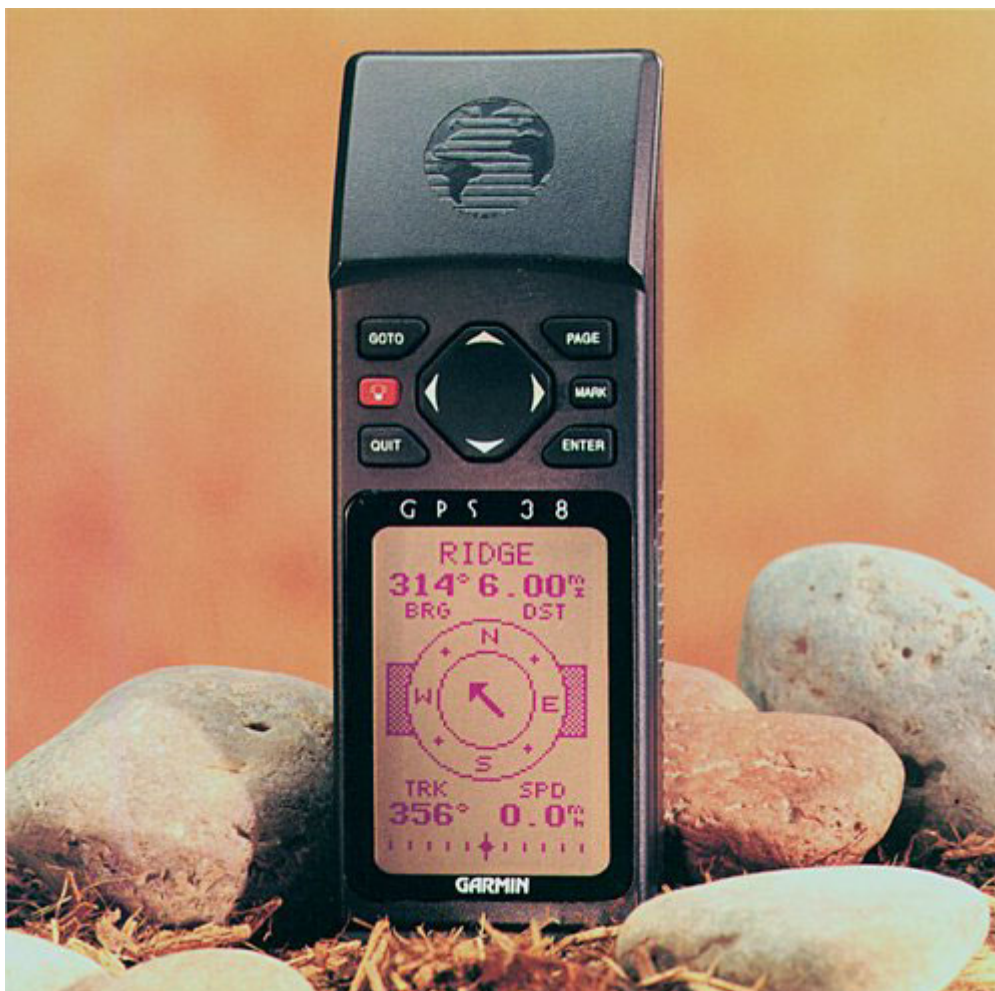
UTM Zone 34.

Με τον τρόπο αυτό, στο projection information εμφανίστηκε: projection: UTM WGS 1984, ενώ πριν ήταν κενό. Επίσης αμέσως ενεργοποιήθηκε το εικονίδιο του GPS τόσο στο COM1 όσο και στο COM2.

7.3 Δέκτης Garmin GPS 38

Στα πειράματα που διεξάχθηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, χρησιμοποιήθηκε το GPS χειρός **Garmin 38**. Πρόκειται για μια συσκευή που δίνει τη δυνατότητα απόλυτου εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο αλλά και χρήσιμων λειτουργιών πλοήγησης.

Το Garmin GPS 38 προσφέρει πολλά χαρακτηριστικά σε μια μικρή, ελαφριά συσκευασία (web, <http://www.navi-star.com/gps38.html>). Οι δυνατότητες του Garmin GPS 38 χρησιμοποιούνται εύκολα και λειτουργούν με το άγγιγμα ενός δακτύλου. Το φιλικό προς το χρήστη σύστημα πληκτρολογίου δίνει το περιθώριο για μια μεγάλη, φωτισμένη επίδειξη LCD με εύκολα αναγνώσιμους χαρακτήρες και μια γραφική καταγραφή των στοιχείων. Επίσης λόγω της μπαταρίας του, μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι 20 ώρες χρήσης. Η κεραία του είναι ενσωματωμένη εσωτερικά.



Εικόνα 7.1: Ο γεωδαιτικός δέκτης Garmin GPS 38

Photo 7.1: The Garmin GPS 38 receiver

(web, <http://www.navi-star.com/gps38.html>)

Στον παρακάτω πίνακα, ακολουθούν ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες για το
Garmin GPS 38:

Waypoints	250 πλησιέστερα και 9 αυτόματα
Διαδρομές	20 αναστρέψιμες διαδρομές με έως 30 waypoints η κάθε μια.
Datums χαρτών	Πάνω από 100
Συντεταγμένες	Lat/Lon, UTM/UPS, συν 7 πλέγματα συμπεριλαμβανομένου του Maidenhead
Δέκτης	Χρησιμοποιεί το MultiTrac8, ώστε να ακολουθεί συνεχώς και να χρησιμοποιεί μέχρι οκτώ δορυφόρους για να υπολογίσει και να ενημερώσει τη θέση του
Εντοπισμός	Περίπου 7,5 λεπτά
Ποσοστό αναπροσαρμογών	1/second, συνεχής
Ακρίβεια θέσης	15 μέτρα RMS
Ακρίβεια ταχύτητας	0.1 knot RMS
Δυναμική	3g's
Διεπαφή	NMEA 180, 182, 183 και RS-232 DGPS διορθώσεις
Κεραία	Εσωτερική
Μέγεθος	6.15"H x 2"W x 1.23"D
Βάρος	0.255 Kg
Επίδειξη	2.2"H x 1.5"W υψηλός-αντίθεση LCD
Μνήμη δημιουργίας αντίγραφου ασφαλείας	Εσωτερική μπαταρία λιθίου
Πηγή ενέργειας	4 Μπαταρίες AA ή συνεχές ρεύμα 5-8 volt
Δύναμη	75 Watt
Ζωή μπαταριών	Μέχρι 12 ώρες (κανονική χρήση), 20 ώρες (save mode)

Πίνακας 7.1: Πληροφορίες για τον γεωδαιτικό δέκτη Garmin GPS 38 receiver

Table 7.1: Information about Garmin GPS 38 receiver

(web, <http://www.navi-star.com/gps38.html>)

Το Garmin GPS 38 παρουσιάζει ακριβώς τη θέση του δέκτη τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή, τη θέση λίγο πριν και τη θέση προς την οποία κατευθύνεται. Αποτελεί δηλαδή, ένα οδόμετρο ταξιδιού που μπορεί να ξαναμηδενιστεί, μια γραφική πυξίδα και έναν ταξιδιωτικό οδηγό για εθνικές οδούς. Το οδόμετρο ταξιδιού παρακολουθεί τις αποστάσεις που διανύονται, ενώ έγκειται στον χρήστη να επιλέξει την μορφή της οθόνης ναυσιπλοΐας, δηλαδή να επιλέξει ανάμεσα σε μια γραφική πυξίδα, έναν ταξιδιωτικό οδηγό για εθνικές οδούς, ή απλά μιας οθόνης με τις ενδείξεις του φ, λ, h.

Χρησιμοποιεί το λειτουργικό σύστημα MultiTrac8, το οποίο ακολουθεί συνεχώς και χρησιμοποιεί μέχρι 8 ορατούς δορυφόρους για γρήγορο και ακριβή προσδιορισμό θέσης, ενώ το χαρακτηριστικό EZinit επιτρέπει την γρήγορη έναρξη λειτουργίας του δέκτη. Το καινοτόμο χαρακτηριστικό TracBack επιτρέπει εύκολη και γρήγορη πλοήγηση στην επιθυμητή διαδρομή χωρίς να απαιτείται χειρονακτικά να αποθηκευτούν σημεία της διαδρομής.

Για τους σκοπούς της συγκεκριμένης εφαρμογής, ρυθμίστηκε κατάλληλα το GPS χειρός, έτσι ώστε να φέρνει τα δεδομένα στο σύστημα UTM.

Συγκεκριμένα επιλέχθηκε:

GPS page → Nav set up + Enter → Position format +Enter +Enter → UTM/UPS

Με αυτή τη ρύθμιση, το GPS χειρός, ήταν σε θέση να δώσει κατευθείαν συντεταγμένες σε UTM και να τοποθετεί τα σημεία κατευθείαν πάνω στον χάρτη που δημιουργήθηκε στο Arc Pad και αποθηκεύτηκε με την μορφή ενός project. Τέλος χρειάστηκε ένα null modem καλώδιο για να συνδεθεί ο δέκτη Garmin GPS 38 με το laptop.

7.4 Πρωτόκολλα

Για να γίνει οποιαδήποτε παρέμβαση στα δεδομένα που εισάγονται με τη βοήθεια του GPS χειρός, πρέπει να έχουν κατανοηθεί οι βασικές ιδιότητες του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιείται. Στο Arc Pad είναι δυνατή η επιλογή μεταξύ δύο πρωτοκόλλων, του **NMEA** και του **TSIP**, τα οποία αναλύονται στη συνέχεια. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή επιλέχθηκε το πρωτόκολλο NMEA.

7.4.1 Πρωτόκολλο NMEA

Το πρότυπο επικοινωνίας **NMEA** (*National Marine Electronics Association*) έχει ως στόχο την διευκόλυνση της διασύνδεσης και εναλλαξιμότητας εξοπλισμού συσκευών πλοήγησης, ελαχιστοποιώντας με αυτόν τον τρόπο την αδυναμία που μπορεί να υπάρξει στην επικοινωνία με συσκευές από διαφορετικούς κατασκευαστές, ενώ επιπλέον εξυπηρετεί τους χρήστες στην επιλογή συμβατού εξοπλισμού (web, <http://www.nmea.org/>).

Στόχος του είναι να επιτρέψει έτοιμη και ικανοποιητική επικοινωνία με ηλεκτρονικά όργανα πλοήγησης όταν αυτά βρίσκονται συνδεδεμένα σε κατάλληλο σύστημα (H/Y, καταγραφική μονάδα, κτλ.).

Συγκεκριμένα το πρότυπο NMEA επιτρέπει μονόδρομη μετάδοση δεδομένων από έναν «ομιλητή» (talker) σε έναν ή περισσότερους «ακροατές» (listeners). Τα δεδομένα αποτελούνται από μια ακολουθία χαρακτήρων (πρόταση) σε ASCII μορφή και μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφορίες πλοήγησης, όπως η θέση, η ταχύτητα, το βάθος η διεύθυνση της πορείας και άλλα. Το τυπικό πακέτο πληροφορίας περιέχει από 20 έως 79 χαρακτήρες. Ο χρόνος εκπομπής του πακέτου δεν μπορεί να είναι μικρότερος από 1 sec. Το NMEA βασίζεται κατά κύριο λόγο στο πρωτόκολλο επικοινωνίας RS-232 (αλλά και σε άλλα όπως το RS-422 κτλ.).

Ως περιορισμοί του πρωτοτύπου αναφέρονται οι παρακάτω:

- Το συγκεκριμένο πρότυπο δεν επιτρέπει τη χρήση του σε εφαρμογές που προϋποθέτουν επικοινωνία σε μεγάλες ταχύτητες όπως η επεξεργασία video ή εικόνας, η επικοινωνία με βάσεις δεδομένων και άλλα.
- Υπάρχει περιορισμένος μηχανισμός ελέγχου, της ορθότητας της πρότασης και δεν υπάρχει εγγύηση της παράδοσης της πληροφορίας.

7.4.2 Πρωτόκολλο TSIP

Το πρότυπο επικοινωνίας **TSIP** (*Trimble Standard Interface Protocol*) θεωρείται ως ένα πρωτόκολλο δυαδικών στοιχείων που χρησιμοποιείται σε έναν μεγάλο αριθμό δεδομένων και στον έλεγχο του δέκτη GPS (web, <http://www.agp.ru/oem/download/genf/tsip.pdf>). Οι εντολές του πρωτοκόλλου TSIP χρησιμοποιούνται για να διαμορφώσουν και να αποθηκεύσουν τις επιλογές μηνυμάτων και διαμόρφωσης σε αμετάβλητη μνήμη. Το πρότυπο χρησιμοποιεί μια TTL σειριακή θύρα εισόδου-εξόδου στοιχείων για την επικοινωνία. Το πρωτόκολλο

δημιουργήθηκε αρχικά για το προηγμένο Trimble Advanced Navigation Sensor (TANS) και ακόμη και σήμερα είναι συνήθως γνωστό ως πρωτόκολλο TANS έστω κι αν το πρωτόκολλο ισχύει για πολλές άλλες συσκευές.

Το πρωτόκολλο διεπαφών της Trimble (TSIP) παρέχει στο σχεδιαστή συστημάτων πάνω από 75 εντολές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διαμορφώσουν έναν δέκτη GPS και χρησιμοποιεί το κανάλι 6 και 8 των δεκτών Trimble. Έτσι επιτρέπει στο σχεδιαστή συστημάτων να προσαρμόσει τη διαμόρφωση μιας ενότητας GPS ώστε να καλύψει τις απαιτήσεις κάθε εφαρμογής και να επιτευχθεί η βέλτιστη απόδοση.

Συγκεκριμένα, το πρωτόκολλο TSIP είναι βασισμένο στη μετάδοση των πακέτων των πληροφοριών μεταξύ του εξοπλισμού του χρήστη και της κεντρικής μονάδας. Κάθε πακέτο περιλαμβάνει έναν κώδικα προσδιορισμού που προσδιορίζει την έννοια και το σχήμα του στοιχείου που ακολουθεί. Κάθε πακέτο αρχίζει και τελειώνει με τον έλεγχο χαρακτήρων. Τα δεδομένα, όπως και στην περίπτωση του πρωτοκόλλου NMEA, αποτελούνται από μια ακολουθία χαρακτήρων (πρόταση) σε ASCII μορφή και μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφορίες πλοήγησης, όπως η θέση, η ταχύτητα, το βάθος η διεύθυνση της πορείας και άλλα. Παρατηρείται ότι ο δέκτης διαβιβάζει μερικές από τις πληροφορίες (λύσεις θέσης και ταχύτητας, κ.λ.π....) αυτόματα όταν είναι διαθέσιμες, ενώ άλλες πληροφορίες διαβιβάζονται μόνο κατόπιν αιτήσεως.

7.5 Ανίχνευση προβλημάτων κατά την σύνδεση ενός GPS

Η ανίχνευση λαθών του GPS ή προβλημάτων σύνδεσής με το GPS, μπορούν να παρατηρηθούν και να διορθωθούν στο παράθυρο Debug του GPS. Το εργαλείο Debug χρησιμοποιείται για να ελέγξει εάν το GPS λειτουργεί κανονικά, παρουσιάζοντας ορισμένες προτάσεις σε μορφή ASCII.

Το εργαλείο Debug ενεργοποιείται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Διαλέγεται η επιλογή Debug από τον κατάλογο που εμφανίζεται στην επιλογή GPS Position.
2. Το παράθυρο Debug ανοίγει και παρουσιάζονται κάποια μηνύματα, εάν το GPS λειτουργεί κανονικά.

Εάν έχει επιλεγεί η χρήση του πρωτοκόλλου NMEA (όπως στην παρούσα εφαρμογή), τότε στο παράθυρο Debug εμφανίζονται τα μηνύματα του πρωτοκόλλου NMEA. Εάν είχε επιλεγεί η χρήση του πρωτοκόλλου TSIP, θα εμφανίζονταν μόνο OK.

7.6 Δοκιμές στο πεδίο

Αφού συνδέθηκε το laptop με τον δέκτη Garmin GPS 38, ξεκίνησαν οι δοκιμές στο πεδίο και συγκεκριμένα στον χώρο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, όπου εφαρμόστηκαν μερικά διαφορετικά σενάρια. Πριν αρχίσουν οι εργασίες, μελετήθηκαν οι ιδιότητες των layers που θα χρησιμοποιηθούν και έγινε μια προσπάθεια να ομαδοποιηθούν τα σενάρια που θα εφαρμοστούν και να μελετηθεί το καθένα ξεχωριστά. Τα σενάρια αυτά μπορούν να καταταχθούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

- ❖ Επεξεργασία των δεδομένων με προσθήκη νέων χαρακτηριστικών
- ❖ Ερωτήσεις στα δεδομένα
- ❖ Πλοήγηση με τη βοήθεια του GPS χειρός σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά

7.6.1 Επεξεργασία των δεδομένων με προσθήκη νέων χαρακτηριστικών

Το σενάριο προσθήκης νέων χαρακτηριστικών εφαρμόστηκε σε δύο διαφορετικές περιπτώσεις. Στην περίπτωση που προστέθηκαν χαρακτηριστικά σε ένα ήδη υπάρχον layer και στην περίπτωση που δημιουργήθηκε ένα καινούργιο layer και σε αυτό προστέθηκαν νέα χαρακτηριστικά.

Στην πρώτη περίπτωση πρόκειται για το ήδη υπάρχον layer dromoi2, στο οποίο έγινε προσπάθεια να προστεθεί ο κόκκινος διάδρομος που υπάρχει στον χώρο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, ο οποίος ξεκινάει από την Πύλη Ζωγράφου και καταλήγει στο Κτήριο των Μεταλλειολόγων.

Τέθηκε το layer dromoi2 ως editable, και αφού ενεργοποιήθηκε το GPS στο Arc Pad, τα στοιχεία προστέθηκαν όπως οποιαδήποτε άλλα στοιχεία. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, τα χαρακτηριστικά που προστέθηκαν ήταν γραμμές και ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

1. Διαλέχτηκε η επιλογή GPS Active από την επιλογή GPS Position και αμέσως έγινε αντιληπτό ότι ο κέρσορας τοποθετήθηκε στην τρέχουσα θέση του GPS. (Η επιλογή GPS Active γίνεται ενεργή, μόνο στην περίπτωση που έχει ήδη καθοριστεί μια προβολή για το συγκεκριμένο project όπως αναφέρεται στην ενότητα 7.2).
2. Επιλέγοντας το βέλος δίπλα από την επιλογή εισαγωγή GPS χαρακτηριστικών, εμφανίζεται ο κατάλογος με τις προαιρετικές δυνατότητες σχεδίων παρουσίασης.

3. Επιλέχθηκε η γραμμή ως ο απαιτούμενος τύπος χαρακτηριστικών που πρόκειται να προστεθούν χρησιμοποιώντας τις GPS συντεταγμένες. Το επιλεγμένο εικονίδιο χαρακτηριστικών, εμφανίστηκε αμέσως στη ράβδο εργαλείων.

4. Στη συνέχεια ακολουθήθηκε η πορεία του κόκκινου διαδρόμου με το GPS ενεργοποιημένο, με αποτέλεσμα να αποτυπωθούν δύο γραμμές που απεικονίζουν την δεξιά και τη αριστερή πλευρά του κόκκινου διαδρόμου.

5. Επιλέγοντας για δεύτερη φορά τον ήδη επιλεγμένο τύπο χαρακτηριστικών, τη γραμμή, σταμάτησε η προσθήκη νέων χαρακτηριστικών.

6. Στο layer dromoi2 είχε ήδη προστεθεί ο κόκκινος διάδρομος και μάλιστα είχε περιβληθεί από ένα πλαίσιο που το καθιστούσε editable. Ωστόσο ο κόκκινος διάδρομος δεν είχε παρουσιαστεί με κάποιο σύμβολο, έως ότου εισαχθούν επιπλέον πληροφορίες γι' αυτόν, στο πεδίο που χρησιμοποιείται για τη συμβολογία.

Το layer dromoi2 μετά την προσθήκη του κόκκινου διαδρόμου είχε την παρακάτω μορφή:



Εικόνα 7.2: Το layer dromoi2

Photo 7.2: The layer dromoi2

Στην δεύτερη περίπτωση το σενάριο ήταν να δημιουργηθεί ένα καινούργιο layer και να προστεθούν οι στάσεις του λεωφορείου 242 που υπάρχουν μέσα στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου με τη βοήθεια σημειακών συμβόλων.

Αρχικά δημιουργήθηκε ένα καινούργιο layer με το όνομα staseis242. Για να προστεθεί το καινούργιο layer στο project, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Add layer (όπως αναφέρεται στην ενότητα 6.3.3.1). Ορίστηκε ότι το καινούργιο layer θα περιέχει σημεία (τις στάσεις του λεωφορείου 242 μέσα στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου), αποθηκεύτηκε το layer υπό τη μορφή ενός shape file με το όνομα staseis242.shp και εισάχθηκε στο project. Απαιτήθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε το layer που δημιουργήθηκε να έχει την ίδια προβολή με το ήδη υπάρχον project.

Στη συνέχεια, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, τέθηκε το layer staseis242 ως editable, και αφού ενεργοποιήθηκε το GPS στο Arc Pad, τα στοιχεία προστέθηκαν όπως οποιαδήποτε άλλα στοιχεία. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, τα χαρακτηριστικά που προστέθηκαν ήταν σημεία και ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

1. Διαλέχτηκε η επιλογή GPS Active από την επιλογή GPS Position και αμέσως έγινε αντιληπτό ότι ο κέρσορας τοποθετήθηκε στην τρέχουσα θέση του GPS. (Όπως και προηγούμενα, η επιλογή GPS Active γίνεται ενεργή, μόνο στην περίπτωση που έχει ήδη καθοριστεί μια προβολή για το συγκεκριμένο project).

2. Επιλέγοντας το βέλος δίπλα από την επιλογή εισαγωγή GPS χαρακτηριστικών, εμφανίζεται ο κατάλογος με τις προαιρετικές δυνατότητες σχεδίων παρουσίασης.

3. Επιλέχθηκε το σημείο ως ο απαιτούμενος τύπος χαρακτηριστικών που πρόκειται να προστεθούν χρησιμοποιώντας τις GPS συντεταγμένες. Το επιλεγμένο εικονίδιο χαρακτηριστικών, εμφανίστηκε αμέσως στη ράβδο εργαλείων.

4. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε ο δέκτης στις διάφορες στάσεις που κάνει το λεωφορείο 242 μέσα στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου και για κάθε μια ενεργοποιούντο το GPS και αποτύπωνε τη στάση με τη βοήθεια ενός σημείου.

5. Επιλέγοντας για δεύτερη φορά τον ήδη επιλεγμένο τύπο χαρακτηριστικών, το σημείο, σταμάτησε η προσθήκη νέων χαρακτηριστικών.

6. Στο layer staseis242 είχαν ήδη προστεθεί όλες οι στάσεις που κάνει το λεωφορείο 242 μέσα στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου και μάλιστα είχαν περιβληθεί από ένα πλαίσιο που τις καθιστούσε editable. Ωστόσο οι στάσεις δεν

είχαν παρουσιαστεί με κάποιο σύμβολο, έως ότου εισαχθούν επιπλέον πληροφορίες γι' αυτές, στο πεδίο που χρησιμοποιείται για τη συμβολογία.

Το layer staseis242 μετά την προσθήκη όλων των στάσεων του λεωφορείου 242 μέσα στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου είχε την παρακάτω μορφή:



Εικόνα 7.3: To layer staseis242

Photo 7.3: The layer staseis242

7.6.2 Ερωτήσεις στα δεδομένα

Το σενάριο των ερωτήσεων στα δεδομένα, εφαρμόστηκε σε πάρα πολλές περιπτώσεις. Γενικότερα οι ερωτήσεις αφορούσαν τρεις διαφορετικές κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία, επιλεγόταν ένα χαρακτηριστικό και γινόταν προσπάθεια να βρεθούν οι ιδιότητές του και σε ποια κατηγορία ανήκει. Στη δεύτερη κατηγορία ερωτήσεων, υπήρχε ενδιαφέρον για μια συγκεκριμένη ιδιότητα των χαρακτηριστικών και γινόταν προσπάθεια να βρεθούν τα χαρακτηριστικά που είχαν αυτήν την ιδιότητα. Τέλος στην τρίτη κατηγορία, έγινε προσπάθεια να υπολογιστούν διάφορα μεγέθη πάνω στο χάρτη.

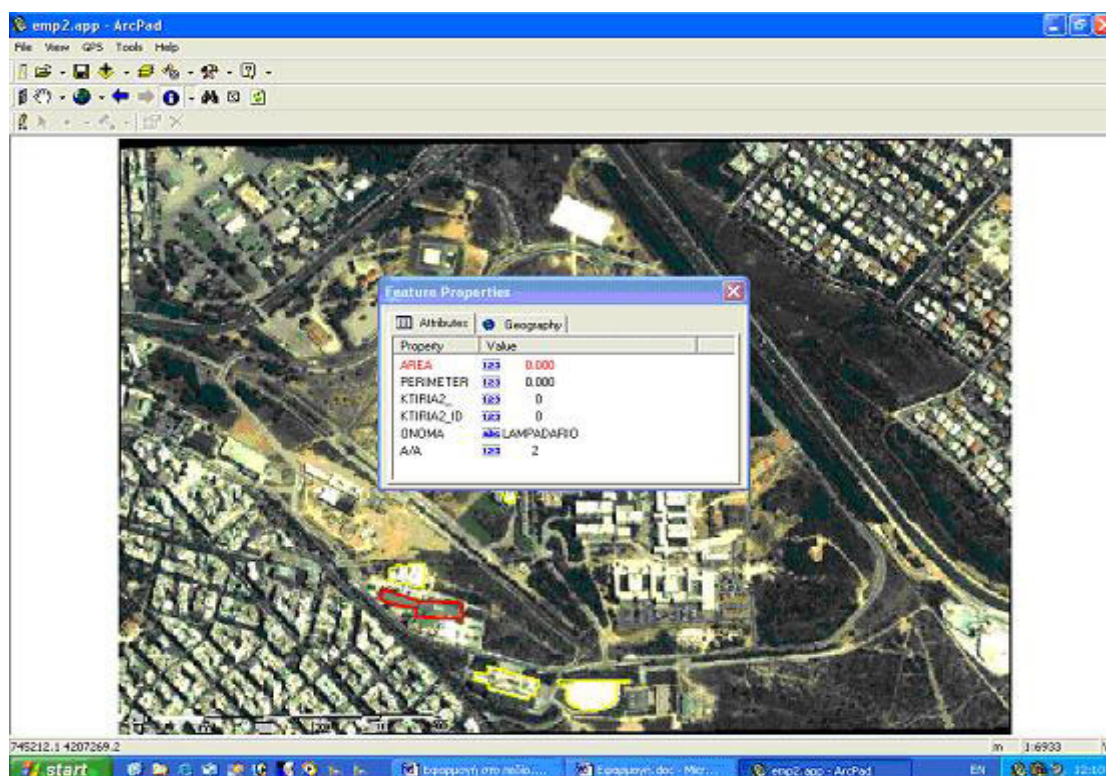
Ξεκινώντας με την πρώτη κατηγορία, κάθε φορά επιλεγόταν το κατάλληλο layer, στο οποίο θα αναφέρονταν οι ερωτήσεις, κλικάροντάς το στον κατάλογο των layers. Στη συνέχεια επιλεγόταν το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό του layer για το οποίο θα γινόταν προσπάθεια να βρεθούν επιπλέον πληροφορίες και το επιλεγμένο χαρακτηριστικό εμφανιζόταν με ένα πλαίσιο.

Συγκεκριμένα για να βρεθούν πληροφορίες για το κτήριο των Τοπογράφων, το Λαμπαδάριο, η διαδικασία ήταν η εξής:

1. Επιλέχθηκε το βέλος πληροφοριών για να παρουσιαστούν τα εργαλεία πληροφοριών και στη συνέχεια επιλέχθηκε το εργαλείο πληροφοριών που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Το εικονίδιο αυτό, αυτόματα ενεργοποιήθηκε, στη ράβδο εργαλείων.

2. Επιλέχθηκε το χαρακτηριστικό στο χάρτη χρησιμοποιώντας το εργαλείο Select Tool και οι ιδιότητες που συνδέονταν με το επιλεγμένο χαρακτηριστικό (σημείο, γραμμή, ή πολύγωνο), παρουσιάζονταν σε έναν πίνακα.

3. Το επιλεγμένο χαρακτηριστικό εμφανιζόταν φωτισμένο κόκκινο, όπως φαίνεται παρακάτω:

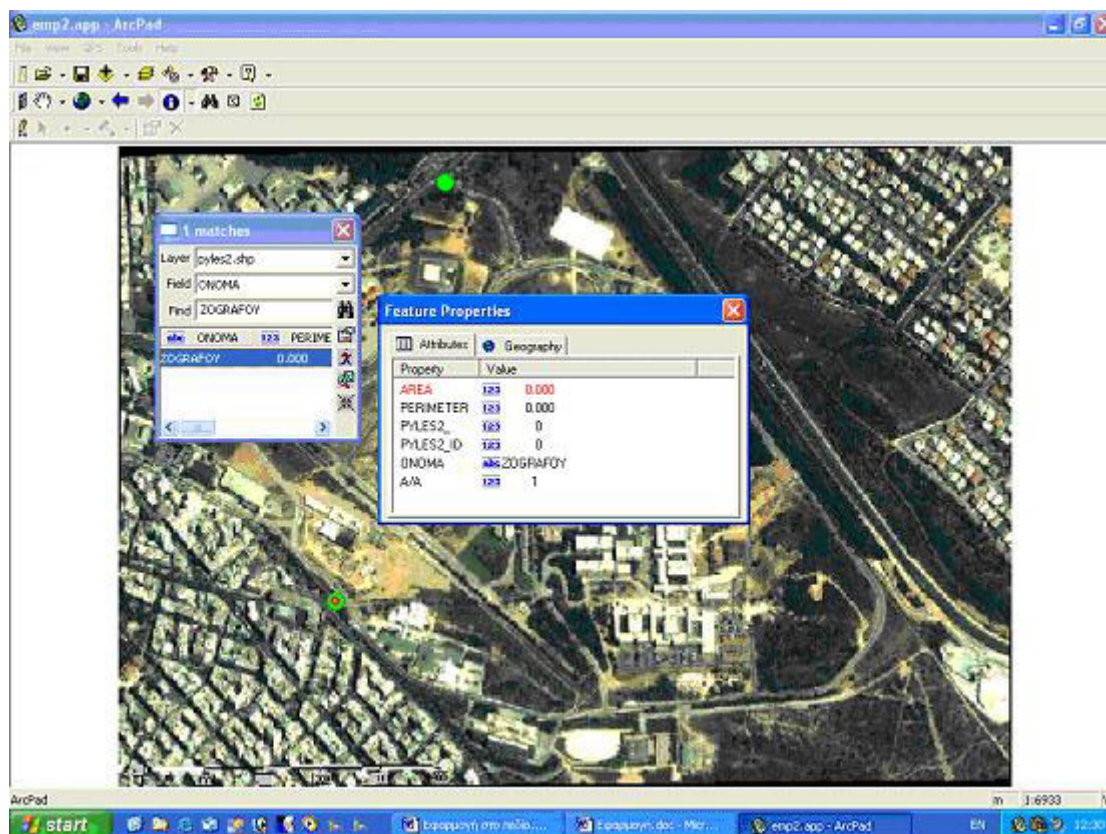


Εικόνα 7.4: Ρωτώντας πληροφορίες για το κτήριο Λαμπαδάριο

Photo 7.4: Asking information for the building Lampadario

Στην δεύτερη κατηγορία, γινόταν προσπάθεια να βρεθεί το χαρακτηριστικό ή τα χαρακτηριστικά που είχαν μια συγκεκριμένη ιδιότητα. Συγκεκριμένα για το layer pyles2, έγινε αναζήτηση της πύλης με το όνομα Ζωγράφου. Για να βρεθεί το χαρακτηριστικό με την συγκεκριμένη ιδιότητα (όνομα Ζωγράφου), ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

1. Επιλέχθηκε το layer που θα γινόταν η αναζήτηση και οι ερωτήσεις, κλικάροντάς το στον κατάλογο των layers
2. Επιλέχθηκε το εργαλείο Find και αμέσως εμφανίστηκε το παράθυρο εύρεσης
3. Επιλέχθηκε το layer pyles2 που θα γινόταν η αναζήτηση
4. Επιλέχθηκε το πεδίο «ONOMA» που θα γινόταν η αναζήτηση
5. Πληκτρολογήθηκε η ιδιότητα «ZOGRAFOY» στο παράθυρο εύρεσης
6. Πατώντας Find, παρουσιάστηκε αμέσως ο κατάλογος των αποτελεσμάτων
7. Τέλος με διπλό κλικ πάνω στο αποτέλεσμα της αναζήτησης, εμφανίστηκε ο πίνακας με τις ιδιότητες του χαρακτηριστικού και το επιλεγμένο χαρακτηριστικό εμφανιζόταν φωτισμένο κόκκινο, όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 7.5: Αναζητώντας την πύλη “Ζωγράφου”

Photo 7.5: Finding the gate “Zografou”

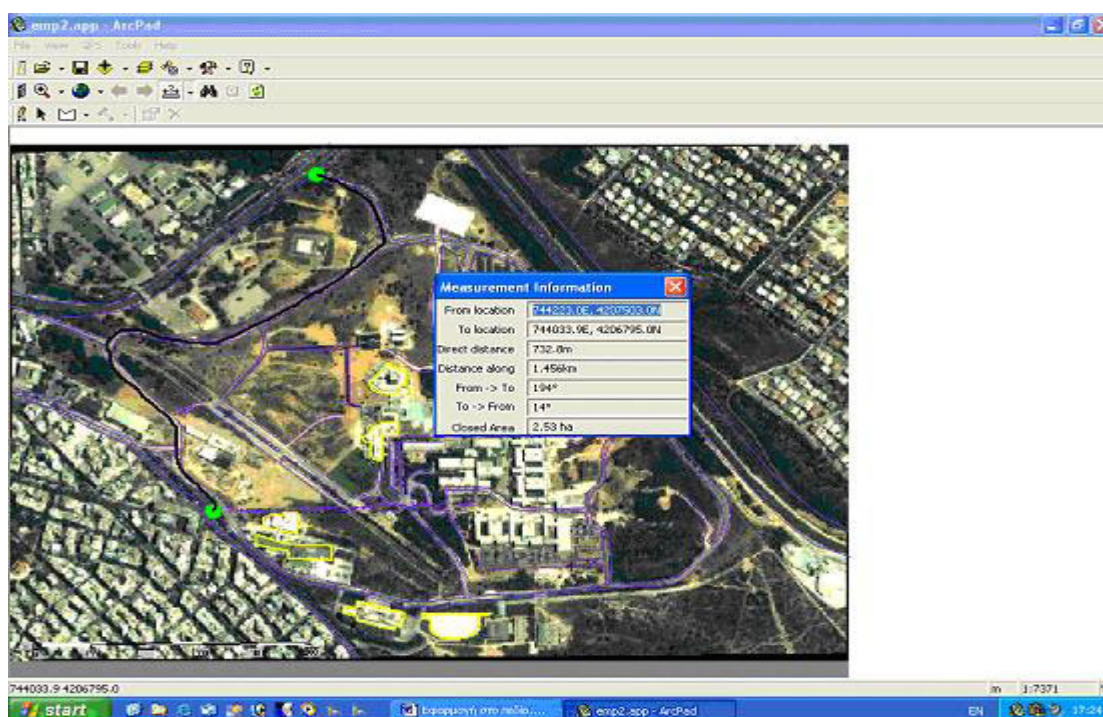
Στην τρίτη κατηγορία ερωτήσεων, σκοπός ήταν να υπολογιστούν αποστάσεις και εμβαδά πάνω στον χάρτη. Ως παράδειγμα μέτρησης της απόστασης δυο σημείων, επιλέχθηκε να μετρηθεί η απόσταση μεταξύ της πύλης «Κατεχάκης» και της πύλης «Ζωγράφου» ενώ ως παράδειγμα μέτρησης εμβαδού, επιλέχθηκε να υπολογιστεί το εμβαδόν της έκτασης της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου που εμφανίζεται στο συγκεκριμένο υπόβαθρο.

Η μέτρηση της απόστασης μεταξύ της πύλης «Κατεχάκης» και της πύλης «Ζωγράφου» στο Arc Pad, πραγματοποιήθηκε με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Επιλέχθηκε το βέλος των πληροφοριών. Εμφανίστηκε και επιλέχθηκε το εργαλείο μέτρησης και αυτόματα ενεργοποιήθηκε το εικονίδιο του, στη ράβδο εργαλείων.

2. Σχεδιάστηκε η συντομότερη διαδρομή που θα ακολουθήσει κάποιος με αυτοκίνητο για να πάει από την πύλη «Κατεχάκη» στην πύλη «Ζωγράφου», η οποία εμφανίζεται με μαύρο χρώμα.

3. Αμέσως εμφανίστηκε ένα παράθυρο που περιείχε τη λίστα με όλες τις πληροφορίες της μέτρησης. Συγκεκριμένα στο παράθυρο αυτό, εμφανίζονται οι συντεταγμένες των δύο σημείων, η απόσταση της διαδρομής που σχεδιάσαμε και η απευθείας απόσταση μεταξύ των δύο αυτών σημείων, όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 7.6: Μέτρηση απόστασης μεταξύ των δύο πυλών

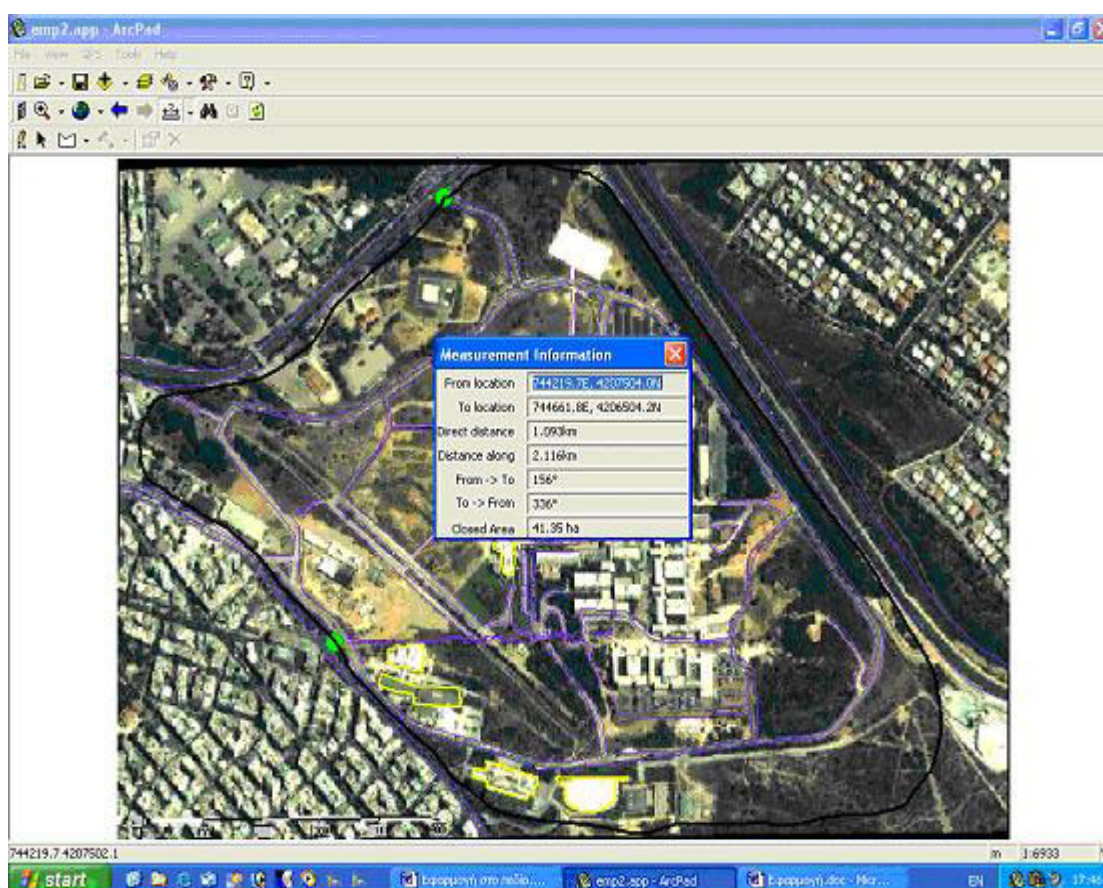
Photo 7.6: Measurement of the distance between the two gates

Η μέτρηση του εμβαδού, της έκτασης της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου που εμφανίζεται στο συγκεκριμένο υπόβαθρο, πραγματοποιήθηκε με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Επιλέχθηκε το βέλος των πληροφοριών. Εμφανίστηκε και επιλέχθηκε το εργαλείο μέτρησης και αυτόματα ενεργοποιήθηκε το εικονίδιο του, στη ράβδο εργαλείων.

2. Σχεδιάστηκε κατά προσέγγιση ένα κλειστό πολύγωνο που αντιπροσωπεύει τα όρια της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου που εμφανίζεται στο συγκεκριμένο υπόβαθρο. Το κλειστό πολύγωνο εμφανίζεται με μαύρο χρώμα.

3. Αμέσως εμφανίστηκε ένα παράθυρο που περιείχε τη λίστα με όλες τις πληροφορίες της μέτρησης. Συγκεκριμένα στο παράθυρο αυτό, εμφανίζονται οι συντεταγμένες του αρχικού και τελικού σημείου, που συμπίπτουν καθώς και η περίμετρος και το εμβαδόν της επιλεγμένης περιοχής, όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 7.7: Μέτρηση εμβαδού του χώρου της Πολυτεχνειούπολης

Photo 7.7: Measurement of the area in the University Campus

7.6.3 Πλοήγηση με τη βοήθεια του GPS χειρός σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά

Το σενάριο της πλοήγησης με τη βοήθεια του GPS χειρός, εφαρμόστηκε σε πάρα πολλές περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας τις ερωτήσεις σε ένα χαρακτηριστικό ή το εργαλείο Find, πάντα επιλεγόταν κάποιο χαρακτηριστικό και στη συνέχεια διαλέγοντας την επιλογή GoTo, το χαρακτηριστικό αυτό, μπορούσε να τεθεί ως προορισμός. Τέλος με τη βοήθεια του GPS χειρός, γινόταν εφικτή η πλοήγηση στον συγκεκριμένο προορισμό, δηλαδή στο επιλεγμένο χαρακτηριστικό.

Η πλοήγηση στο επιλεγμένο χαρακτηριστικό, βασιζόταν στη χρήση του παραθύρου GPS Positioning του Arc Pad. Επειδή το παράθυρο GPS Positioning, περιέχει πολύ σημαντικές πληροφορίες (οι οποίες εξαρτώνται από το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται), πριν αναλυθεί η διαδικασία που ακολουθήθηκε για να πλοηγηθεί το GPS χειρός ως τον εκάστοτε προορισμό, κρίνεται σκόπιμο να αναλυθούν οι πληροφορίες που περιέχονται στο παράθυρο αυτό.

Διαλέγοντας την επιλογή GPS Position, ανοίγει το παράθυρο GPS Positioning και οι πληροφορίες που εμφανίζονται είναι οι εξής:

- Επιλέγοντας τις συντεταγμένες στο παράθυρο GPS Positioning, οι συντεταγμένες μπορούν να μετατραπούν από γεωκεντρικές συντεταγμένες, σε γεωδαιτικές συντεταγμένες και σε συντεταγμένες της προβολής.
- Το **GPS Mode** εμφανίζει τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνονται οι πληροφορίες από τους δορυφόρους. Ο τρόπος αυτός, διακρίνεται σε:

2D Navigation: το λιγότερο τρεις δορυφόροι με καλή γεωμετρία έχουν εντοπισθεί ενώ ταυτόχρονα αρχίζει ο δισδιάστατος εντοπισμός της θέσης

3D Navigation: τουλάχιστον τέσσερις δορυφόροι με καλή γεωμετρία έχουν εντοπισθεί ενώ ταυτόχρονα αρχίζει ο τρισδιάστατος εντοπισμός της θέσης (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο)

- Το **Skyplot (Satellite Status)** εμφανίζει τις θέσεις των δορυφόρων (SV) στον ουρανό. Στην παρουσίαση της θέσης των δορυφόρων, το χρώμα του κάθε δορυφόρου (SV) δείχνει τη διαθεσιμότητά του. Όταν ο δορυφόρος είναι μαύρος είναι ενεργός, όταν είναι μπλε είναι διαθέσιμος αλλά δεν χρησιμοποιείται και όταν είναι κόκκινος, τα σήματα του έχουν χαμηλή δύναμη.
- Επιλέγοντας το διάγραμμα ράβδων των δορυφόρων, εμφανίζεται η πυξίδα. Η πυξίδα δείχνει την κατεύθυνση με το μαύρο βέλος και την κατεύθυνση στον προορισμό με κόκκινο χρώμα.

Αφού αναλύθηκαν οι λειτουργίες του παραθύρου GPS Positioning, ακολουθεί ένα ενδεικτικό παράδειγμα πλοήγησης, με τη βοήθεια του GPS χειρός, σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Ως παράδειγμα θα αναφερθεί η διαδικασία που ακολουθήθηκε για να βρεθεί το κτήριο της Πρυτανείας και να τεθεί ως προορισμός, στον οποίο πλοηγήθηκε το GPS. Αρχικά εφαρμόστηκε η διαδικασία εύρεσης ενός χαρακτηριστικού (κτήριο) με συγκεκριμένη ιδιότητα (όνομα Πρυτανεία), όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 7.6.2 και αναλύεται παρακάτω:

1. Επιλέχθηκε το layer ktiria2 που θα γινόταν η αναζήτηση και οι ερωτήσεις, κλικάροντάς το στον κατάλογο των layers
2. Επιλέχθηκε το εργαλείο Find και αμέσως εμφανίστηκε το παράθυρο εύρεσης
3. Επιλέχθηκε το layer ktiria2 που θα γινόταν η αναζήτηση
4. Επιλέχθηκε το πεδίο «ONOMA» που θα γινόταν η αναζήτηση
5. Πληκτρολογήθηκε μόνο το αρχικό γράμμα της ιδιότητας (όνομα Πρυτανεία) που πρόκειται να βρεθεί στο παράθυρο εύρεσης, δηλαδή πληκτρολογήθηκε το αγγλικό αρχικό γράμμα «P»
6. Πατώντας Find, παρουσιάστηκε αμέσως ο κατάλογος των αποτελεσμάτων
7. Εμφανίστηκαν δύο χαρακτηριστικά που το όνομα τους ξεκινούσε από το αγγλικό γράμμα «P» και επιλέχθηκε φυσικά η Πρυτανεία
8. Με διπλό κλικ πάνω στο αποτέλεσμα της αναζήτησης, εμφανίστηκε ο πίνακας με τις ιδιότητες του χαρακτηριστικού και το επιλεγμένο χαρακτηριστικό εμφανιζόταν φωτισμένο κόκκινο.

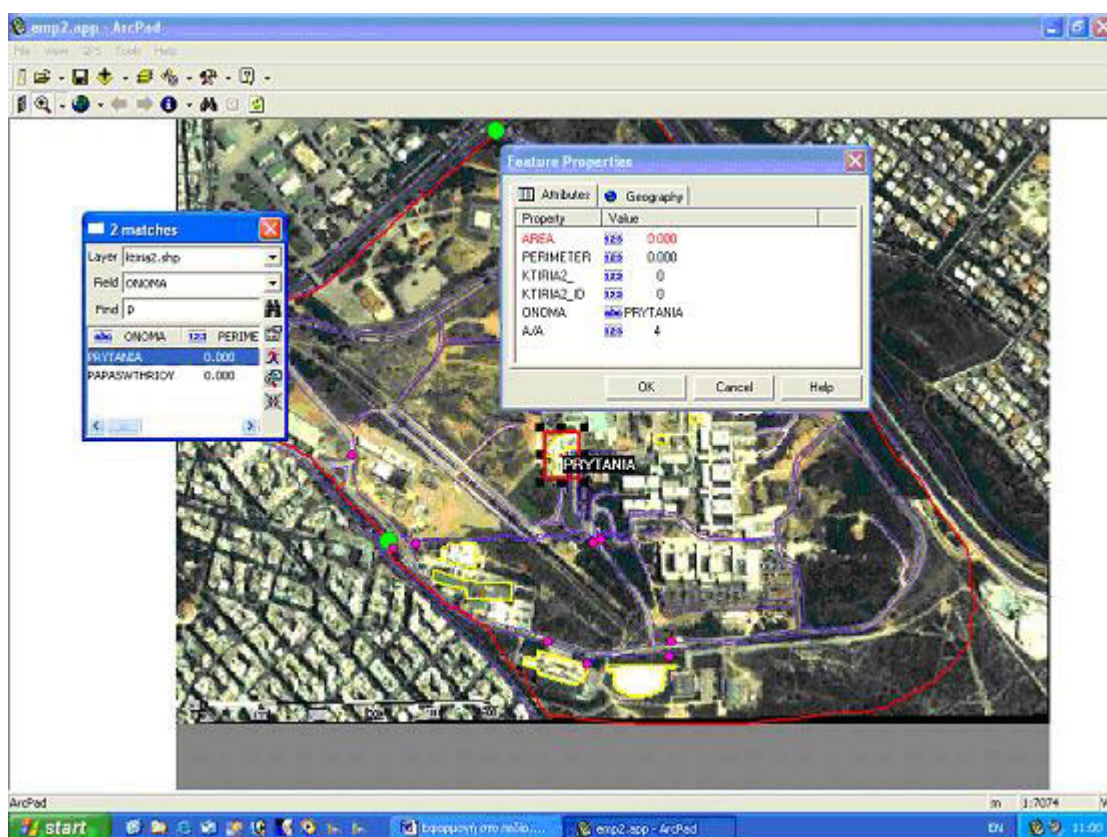
Επειδή όμως σκοπός του συγκεκριμένου σεναρίου, δεν ήταν μόνο να βρεθεί ένα χαρακτηριστικό με συγκεκριμένη ιδιότητα, αλλά στη συνέχεια να τεθεί και ως προορισμός ώστε να πλοηγηθεί το GPS μέχρι εκεί, ακολούθησαν οι εξής εργασίες:

9. Επιλέγοντας το εικονίδιο Goto, τέθηκε το επιλεγμένο χαρακτηριστικό ως κατεύθυνση ναυσιπλοΐας. Το επιλεγμένο χαρακτηριστικό, εκτός του ότι εμφανιζόταν φωτισμένο κόκκινο, αναγραφόταν επίσης και το όνομά του, δηλαδή «PRYTANIA»
10. Τέλος διαλέγοντας την επιλογή GPS Position, εμφανίστηκε το παράθυρο GPS Positioning

11. Με τη βοήθεια των πληροφοριών του παραθύρου GPS Positioning και συγκεκριμένα με την ένδειξη της πυξίδας και της απόστασης, πραγματοποιήθηκε η πλοήγηση του GPS στον συγκεκριμένο προορισμό

12. Αφού κατορθώθηκε η πλοήγηση στον συγκεκριμένο προορισμό, πατώντας ξανά την επιλογή GPS Position, έκλεισε το παράθυρο GPS Positioning

Το χαρακτηριστικό που επιλέχθηκε ως προορισμός για να πλοηγηθεί το GPS, δηλαδή το κτήριο της Πρυτανείας, εμφανιζόταν στο Arc Pad με την παρακάτω μορφή:



Εικόνα 7.8: Πλοηγώντας το GPS στο επιλεγμένο χαρακτηριστικό, το κτήριο της Πρυτανείας

Photo 7.8: Navigating the GPS to the selected feature, the building “Prytania”

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Συμπεράσματα και προτάσεις για επέκταση της εφαρμογής

8.1 Εισαγωγή

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε μια προσπάθεια υλοποίησης μιας εφαρμογής που χρησιμοποίησε την τεχνολογία των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης. Συγκεκριμένα έγινε μια προσπάθεια να συνδυαστούν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) με τη μορφή του λογισμικού Arc Pad και το Σύστημα Δορυφορικού Εντοπισμού Θέσης (GPS), συνδέοντας ένα GPS χειρός Garmin 38 με ένα laptop στο οποίο είχε αρχικά χτιστεί μια εφαρμογή στο λογισμικό Arc Pad. Ο χώρος εκτέλεσης της εφαρμογής ήταν ο χώρος της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, δηλαδή ένα περιορισμένο πεδίο, για να εκπληρωθεί ο αρχικός σκοπός της διπλωματικής, ο οποίος ήταν να αποκτηθεί εμπειρία για την τεχνολογία των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης. Επιπλέον ένας πρώτος έλεγχος των αποτελεσμάτων των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, βοήθησε να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα βάσει των οποίων η μελλοντική εργασία θα μπορεί να βελτιωθεί και να διορθωθεί.

Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου θα συνοψιστούν τα συμπεράσματα της εφαρμογής και θα αναλυθεί η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης της εφαρμογής. Τα συμπεράσματα μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες. Σε συμπεράσματα που αφορούν τη χρήση του λογισμικού Arc Pad, σε συμπεράσματα που αφορούν το σύστημα του GPS και σε μια γενικότερη σύνοψη πάνω στην εφαρμογή. Επίσης θα αναφερθούν πιθανά σενάρια επέκτασης της συγκεκριμένης εφαρμογής που βασίζεται στο λογισμικό Arc Pad και τέλος θα αναφερθούν οι στόχοι για το μέλλον.

8.2 Συμπεράσματα για το λογισμικό Arc Pad 5.0

Το λογισμικό Arc Pad 5.0 επιλέχθηκε για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, ύστερα από μια έρευνα στο διαδίκτυο, ώστε να ανταποκρίνεται περισσότερο στις συγκεκριμένες απαιτήσεις και ιδιαιτερότητες της εφαρμογής αυτής. Τα αποτελέσματα της χρήσης του είναι στην πλειοψηφία τους θετικά, αλλά ωστόσο υπάρχουν και κάποια σημεία που θα μπορούσαν να δεχθούν κάποιες βελτιώσεις.

Συγκεκριμένα το Arc Pad παρέχει μια σειρά χαρτογραφικών εργαλείων με σκοπό να παραχθούν αισθητικοί, σαφείς και συνοπτικοί χάρτες και διαγράμματα. Επίσης παρέχει επιπλέον εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να υποστηρίξουν την παραγωγή αλλά και την αναθεώρηση μιας βάσης δεδομένων για τη χαρτογράφηση.

Ως ένα επιπλέον πλεονέκτημα του λογισμικού, θεωρείται η δυνατότητα δημιουργίας εργαλείων για τον υπολογιστή γραφείου. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη του λογισμικού, να εξάγει, να μετατρέπει και να προβάλλει τα στοιχεία του χρησιμοποιώντας λογισμικά υπολογιστών γραφείου (Arc Info, Arc View, Arc Editor κ.α.)

Γενικότερα το Arc Pad είναι ένα λογισμικό που εστιάζει συγκεκριμένα στις υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης. Οι λύσεις του Arc Pad, επιτρέπουν στον χρήστη σε πραγματικό χρόνο να έχει τις πληροφορίες για μια συγκεκριμένη θέση. Οι λύσεις έχουν τις χωρικές πληροφορίες στον πυρήνα τους και είναι ανοιχτές, εξελικτικές και αποδεδειγμένες στην πράξη, συνδυάζοντας παραγωγικότητα, ευκολία και απλότητα στην χρήση.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι το λογισμικό Arc Pad καθιστά τα στοιχεία GIS πιο τρέχοντα, προσιτά και χρησιμοποιήσιμα από οποιαδήποτε άλλη φορά στο παρελθόν. Δεν απαιτεί ιδιαίτερες γνώσεις GIS, παρά μόνο μια ελάχιστη κατάρτιση και είναι δυνατή η επεξεργασία τόσο των στατικών όσο και των δυναμικών στοιχείων χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερος κόπος και χρόνος.

Ωστόσο αξίζει να αναφερθούν και μερικά μειονεκτήματα του λογισμικού αυτού. Όπως παρατηρήθηκε μετά την εφαρμογή στο πεδίο, η προσθήκη σημειακών συμβόλων με τη βοήθεια του GPS χειρός ήταν ακριβής. Δεν ισχύει όμως το ίδιο και στην περίπτωση προσθήκης γραμμικών συμβόλων, όπως στην περίπτωση του κόκκινου διαδρόμου που εμφανίζεται στην Εικόνα 7.2. Συγκεκριμένα ο κόκκινος

διάδρομος δεν αποτυπώθηκε με ευθείες γραμμές, όπως αναμενόταν αλλά αντίθετα με τεθλασμένες γραμμές.

Επίσης ο τρόπος μέτρησης διαφόρων μεγεθών στην εικόνα δεν ήταν αρκετά ικανοποιητικός. Συγκεκριμένα για τη μέτρησης μιας απόστασης, δεν υπήρχε η δυνατότητα από το λογισμικό να τραβηχτεί μια ευθεία γραμμή. Επιπλέον για να υπολογιστεί το συνολικό εμβαδόν μιας έκτασης δεν υπήρχε η δυνατότητα να προσδιοριστούν τα όρια της περιοχής με κάθε λεπτομέρεια ώστε στη συνέχεια το εμβαδόν να μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια. Τέλος για την επιλεγμένη περιοχή, δεν υπήρχε η δυνατότητα να γίνει περαιτέρω επεξεργασία και να αλλαχθεί, μόνο σε ορισμένα σημεία, το σχήμα της. Η επεξεργασία και οι αλλαγές ισοδυναμούσαν με επανάληψη όλης της διαδικασίας από την αρχή.

Μεγάλο μειονέκτημα του λογισμικού Arc Pad μπορεί να θεωρηθεί το γεγονός ότι δεν διέθετε δυνατότητα αναίρεσης κάποιας εντολής και ότι οποιαδήποτε αλλαγή αποθηκευόταν αναγκαστικά στο αρχικό project. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή στην χρήση του και δεν άφηνε πολλά περιθώρια πειραματισμού, αφού ένα τυχόν λάθος θα αποθηκευόταν στο αρχικό project και θα δημιουργούσε προβλήματα.

Τέλος ως μειονέκτημα μπορεί να αναφερθεί το γεγονός ότι το Arc Pad 5.0, υποστηρίζει μόνο ορισμένα format αρχείων, εικόνων και προβολών (GIS by ESRI, 2000), τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 8.1.

Τα formats των αρχείων που υποστηρίζει το λογισμικό Arc Pad 5.0	
Διανυσματικά στοιχεία	• Μόνο αρχεία ESRI shapefiles
Υποχρεωτικά αρχεία	• filename.SHP • filename.SHX • filename.DBF
Αρχεία προβολής χαρτών	• filename.PRJ
Αρχεία Arc Pad	• filename.APS (μελέτη των συμβόλων Arc Pad) • filename.APF (καθορισμός εντύπου Arc Pad) • filename.xxI (απλό αρχείο μεταδεδομένων Arc Pad)
Στοιχεία raster	• JPEG (*.jpg) • MrSID compressed images (*.sid) • Windows Bitmap (*.bmp) • CADRG raster maps
Οι προβολές στο Arc Pad	• Geodetic Coordinates (latitude–longitude) • Transverse Mercator • Gauss Kruger (also called Transverse Mercator) • Lambert Conformal Conic • New Zealand Map Grid • Cylindrical Equal Area

Πίνακας 8.1: Τα formats των αρχείων που υποστηρίζει το λογισμικό Arc Pad 5.0

Table 8.1: Supported data formats for Arc Pad 5.0

(GIS by ESRI, 2000)

Όπως μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί από τον παραπάνω πίνακα, τα αρχεία ESRI shapefiles είναι τα μόνα διανυσματικά στοιχεία που υποστηρίζει το Arc Pad. Ωστόσο υποστηρίζει και ορισμένα ακόμα αρχεία που συνδέονται με τα shapefiles. Στην πράξη όμως έχει αποδειχθεί ότι μια τέτοια εφαρμογή έχει ανάγκη να υποστηρίζει περισσότερα format αρχείων ή να είναι εφικτή η μετατροπή άλλων format αρχείων σε αρχεία ESRI shapefiles.

8.3 Συμπεράσματα για το σύστημα GPS

Ο πυρήνας και η κύρια πηγή πρωτογενών δεδομένων μιας τέτοιας εφαρμογής, η οποία χρησιμοποιεί την τεχνολογία των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, είναι το σύστημα GPS. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή το GPS χειρός Garmin 38 συνδέθηκε με ένα laptop, στο οποίο είχε χτιστεί η συγκεκριμένη ενδιαφέροντος εφαρμογή στο λογισμικό Arc Pad. Το GPS Garmin 38, κάθε χρονική στιγμή, προσδιόριζε τη θέση του χρήστη στο χώρο, εκφράζοντάς την σε συντεταγμένες στο σύστημα αναφοράς UTM. Τα οφέλη από τη χρήση ενός GPS είναι πολλά και γνωστά, με κυρίαρχο την πλοήγηση σε ένα συγκεκριμένο προσδιορισμό. Κρίνεται σκόπιμο, να αναφερθούν μόνο τα σημεία του συστήματος GPS της εφαρμογής, που θα μπορούσαν να δεχθούν κάποιες βελτιώσεις.

Συγκεκριμένα όσον αφορά την ακρίβεια που μπορεί να επιτευχθεί, στη συγκεκριμένη εφαρμογή παρατηρήθηκε μια αδυναμία στην ακρίβεια. Ο υποβιβασμός της ακρίβειας των μετρήσεων οφείλεται κυρίως σε τρεις παράγοντες:

- Στην γεωμετρία των δορυφόρων
- Στον αριθμό των δορυφόρων
- Στην ακρίβεια του δέκτη

Οι επιπτώσεις από την επίδραση των δύο πρώτων παραγόντων, μπορούν να αντιμετωπισθούν όταν οι μετρήσεις με το GPS χειρός, πραγματοποιούνται σε ανοιχτό χώρο και ο δέκτης έχει ευρεία όψη του ορίζοντα. Σε αντίθετη περίπτωση όπου παρεμβάλλονται διάφορα εμπόδια, τα οποία στη συγκεκριμένη εφαρμογή ήταν κτήρια, τα δεδομένα που λαμβάνονται θεωρούνται μειωμένης ακρίβειας, γιατί υπάρχουν παρεμβολές.

Ωστόσο η ακρίβεια του δέκτη αποτελεί τον βασικότερο παράγοντα και είναι το τμήμα της διάταξης της εφαρμογής, το οποίο επιδέχεται τις περισσότερες βελτιώσεις. Στην εφαρμογή στο πεδίο χρησιμοποιήθηκε ο δέκτης Garmin 38 (ο οποίος περιγράφεται στην ενότητα 7.3), με τη βοήθεια του οποίου πραγματοποιήθηκε απόλυτος εντοπισμός θέσης με ακρίβεια 5- 10 m.

Όμως είναι γνωστό ότι ο σχετικός εντοπισμός παρέχει σημαντικά μεγαλύτερες ακρίβειες. Για παράδειγμα μπορούν να αναφερθούν δύο εναλλακτικές μέθοδοι, όπως είναι το DGPS και ο κινηματικός εντοπισμός. Η μέθοδος διαφορικού εντοπισμού DGPS επιτυγχάνει ακρίβειες της τάξης του 1-5 m, ενώ ο κινηματικός εντοπισμός, τόσο με τη μορφή του συνεχόμενου όσο και με την μορφή του κινηματικού σε πραγματικό χρόνο, προσφέρει θεωρητικά μετρήσεις με ακρίβεια $\pm 1 \text{ cm} \pm 2 \text{ ppm}$. Η χρήση της μεθόδου διαφορικού εντοπισμού DGPS σε πραγματικό χρόνο, στη συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να επιφέρει αρκετά μεγάλο αντίκτυπο για την εφαρμογή, όχι μόνο από άποψη ακρίβειας αλλά επειδή θα παρέχει επιπλέον δυνατότητες, όπως η δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο σε πραγματικό χρόνο.

8.4 Σύνοψη της εφαρμογής

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε μελέτη και υλοποίηση μιας εφαρμογής που στηρίζεται κυρίως στη σύνδεση δύο διαφορετικών επιστημονικών πεδίων και την εφαρμογή τους στο πεδίο. Έγινε μια προσπάθεια να συνδυαστούν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) με το Σύστημα Δορυφορικού Εντοπισμού Θέσης (GPS), ώστε να αναπτυχθεί μια εφαρμογή των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης. Το γεγονός αυτό, προσδίδει στην εφαρμογή ιδιαίτερο χαρακτήρα και την εντάσσει ως μια τεχνολογική τάση της σημερινής εποχής.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή, όπως και κάθε εφαρμογή υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης είναι ένας συνδυασμός ενός ηλεκτρονικού χάρτη, μιας σχεσιακής βάσης δεδομένων και ενός GPS, που επιτρέπει σε έναν χρήστη να απεικονίσει και να αναλύσει τη σχέση μεταξύ χωρικών και περιγραφικών πληροφοριών που έχουν κοινή αναφορά σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική θέση. Όλες οι πληροφορίες που συνδέονται με τη γεωγραφική θέση των στοιχείων ενός χάρτη, είναι διαθέσιμες μέσω του ίδιου του χάρτη.

Το GIS χρησιμοποιείται ως σπονδυλική στήλη, δεδομένου ότι αποτελεί την ισχυρότερη και εκτάσιμη προσέγγιση στη δημιουργία της εφαρμογής. Εκτός αυτού, το GIS ως εργαλείο απεικόνισης χρησιμοποιείται για να επιδείξει τα χωρικά στοιχεία πάνω σε μία εικόνα. Συγκεκριμένα το Arc Pad αποδείχθηκε ως ένα ευπροσάρμοστο εργαλείο συλλογής δεδομένων που απλοποιεί την απόκτηση, την οργάνωση και την επέκταση των εφαρμογών των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής απέδειξαν ότι ο συνδυασμός των δύο τεχνολογιών έχει την δυνατότητα να εφαρμοστεί σε πάρα πολλές περιπτώσεις με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Βγαίνοντας στο πεδίο, ο χρήστης μπορεί ανά πάσα χρονική στιγμή, να γνωρίζει την ακριβή θέση της συσκευής καθώς επίσης είναι δυνατόν να τεθεί ένας προορισμός και να πλοηγήσει τη συσκευή ως εκεί. Στην προσπάθεια να συνοψιστούν τα οφέλη της εφαρμογής, αναφέρονται τα εξής:

- Αυξανόμενη ευκολία, ασφάλεια και ευκολία κινητικότητας
- Πληροφορίες που είναι εξατομικευμένες, εντοπισμένες και προσβάσιμες
- Φιλική προς το χρήστη λειτουργία
- Δυνατότητα χειρισμού υψηλού όγκου πληροφοριών
- Αναθεώρηση και ενημέρωση στοιχείων οπουδήποτε και οποτεδήποτε

Αντίθετα, τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν δείχνουν μια πρώτη εικόνα των βελτιώσεων που μπορεί να επιδεχθεί η διάταξη. Για παράδειγμα η διάταξη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί πολύ πιο εύκολα, στην περίπτωση που αντί να συνδεθεί το GPS χειρός με το laptop, συνδεόταν με ένα palmtop. Το λογισμικό Arc Pad είναι κατάλληλο ώστε να εφαρμόζεται σε palmtop. Επιπλέον, το συνολικό βάρος ενός palmtop συνδεδεμένο με ένα GPS χειρός, είναι πολύ μικρότερο απ' το αντίστοιχο laptop συνδεδεμένο με ένα GPS χειρός με αποτέλεσμα να γίνεται ευκολότερη η χρήση του στο πεδίο.

Ακόμη, επειδή η βελτίωση της ποιότητας των μετρήσεων του πειραματικού συστήματος αποτελεί βασικό στόχο στην περαιτέρω ανάπτυξη της εφαρμογής και επειδή το πεδίο ενός προβλήματος, καθορίζει πάντα το πεδίο της λύσης του, γίνεται εύκολα κατανοητό ότι με την πρόσβαση σε μια ενιαία βάση δεδομένων, μπορούν να αποβληθούν περιττές αναφορές χαρακτηριστικών, να βελτιωθεί η αναθεώρηση και η αρχειοθέτηση των εγγραφών και να απλοποιηθεί η γενική διαδικασία έκδοσης.

Τα ως τώρα αποτελέσματα της εφαρμογής μπορούν να χαρακτηριστούν θετικά. Το μόνο που απομένει, μετά από έναν καλό και προσεγμένο σχεδιασμό, είναι η διάδοση και η επέκταση της. Βέβαια αναμένονται να γίνουν και ορισμένες τροποποιήσεις όπως αναφέρεται στην επόμενη ενότητα, έτσι ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα σύμφωνα με τις ιδιαιτερότητες της κάθε περίπτωσης!

8.5 Μελλοντική επέκταση της εφαρμογής

Ακόμα κι αν η εφαρμογή περιορίστηκε σε μια μικρή περιοχή όπως η Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, τα αποτελέσματα ήταν τέτοια ώστε να προωθήσουν την δυνατότητα επέκτασης της. Η συνέχεια της συγκεκριμένης εφαρμογής μπορεί να χωριστεί σε δύο σκέλη. Το πρώτο σκέλος αφορά την βελτίωση κάποιων λειτουργιών του λογισμικού Arc Pad είτε προσθήκη νέων λειτουργιών ενώ το δεύτερο σκέλος αφορά νέες χρήσεις της εφαρμογής και την επέκταση της σε μεγαλύτερη κλίμακα.

8.5.1 Βελτίωση λειτουργιών του λογισμικού Arc Pad

Όσον αφορά την βελτίωση κάποιων λειτουργιών του λογισμικού Arc Pad, κρίνεται σκόπιμο ορισμένα σημεία να επιδεχτούν κάποιες βελτιώσεις. Αρχικά θα ήταν καλό να προστεθούν κάποια επιπλέον εργαλεία στο λογισμικό Arc Pad 5.0, τα οποία είναι διαθέσιμα σε αντίστοιχα λογισμικά. Μερικά από τα εργαλεία που προτείνονται να προστεθούν είναι τα εξής:

1. Προέκταση μιας γραμμής
2. Δημιουργία έλλειψης- κύκλου- ορθογωνίου
3. Εισαγωγή ή διαγραφή κόμβων σε μία γραμμή
4. Προσθήκη ηχητικών σημάτων
5. Αλλαγή του σχήματος ενός χαρακτηριστικού
6. Χρησιμοποίηση στοιχείων από Internet
7. Εμφάνιση της κλίμακας
8. Εστίαση σε επιλεγμένο χαρακτηριστικό
9. Δημιουργία σελιδοδείκτη

Αξίζει να σημειωθεί ότι μερικές από τις παραπάνω τροποποιήσεις, τις χρησιμοποιεί ήδη η εταιρεία ESRI στην επόμενη έκδοση του λογισμικού, δηλαδή στο Arc Pad 6.0 (Clarke S., Greenwald C., Spalding V., 2002).

Από τα παραπάνω εργαλεία, ιδιαίτερο ενδιαφέρον και χρησιμότητα παρουσιάζει, η δυνατότητα μιας τέτοιας εφαρμογής να συνδεθεί με το Internet σε πραγματικό χρόνο και η απόκτηση πληροφοριών. Η προσθήκη στοιχείων από το διαδίκτυο μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ασύρματης τεχνολογίας. Το διαδίκτυο, ως γνωστό, είναι μια τεράστια πηγή πληροφοριών, υπηρεσιών και γνώσης, οι οποίες μπορούν να

προσδίδουν άμεση χρησιμότητα και ευκολία στις αναζητήσεις του χρήστη της εφαρμογής.

Τέλος οι δυνατότητες του λογισμικού Arc Pad μπορούν να επεκταθούν χρησιμοποιώντας το πακέτο **Arc Pad Application Builder**, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Δημιουργεί extensions για να υποστηρίξει και άλλα format αρχείων πέρα από εκείνα που αναφέρονται στον Πίνακα 8.1
- Δημιουργεί νέες ράβδους εργαλείων που περιέχουν τα συνήθη εργαλεία και ενσωματωμένα καινούργια
 - Δημιουργεί νέα σενάρια
 - Επιτρέπει στους χρήστες να ικανοποιήσουν συγκεκριμένες ανάγκες συλλογής δεδομένων έξω στο πεδίο
 - Επεκτείνει τη συμβολογία με χρήση κλιμακωτών συμβόλων και χρωμάτων καθώς και με τη χρήση συμβόλων raster.

8.5.2 Νέες χρήσεις και επέκταση της εφαρμογής

Στο σημείο αυτό, θα συνοψιστούν οι μελλοντικές χρήσεις των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης (σε συνδυασμό με τις υπάρχουσες). Η συγκεκριμένη εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε, μπορεί να επεκταθεί ώστε να ικανοποιεί σχετικές ανάγκες από προβλεπόμενες χρήσεις οι οποίες αναφέρονται στη συνέχεια:

- Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (π.χ. υποστήριξη ασφάλειας)
- Σε μια αναζήτηση εγκαταστάσεων
- Αναζήτηση της συντομότερης διαδρομής
- Πλοήγηση σε συγκεκριμένο προορισμό
- Υπηρεσίες καταλόγου (π.χ. ξενοδοχεία, εστιατόρια, εισιτήρια, ψυχαγωγία...)
- Θέσεις και ώρες λειτουργίας πόρων ζωτικής σημασίας (π.χ. φαρμακεία, πρατήρια βενζίνης...)
- Αθλητικές ειδήσεις (π.χ. παρακολούθηση διαδρομών Μαραθωνίου)
- Ιατρικές συμβουλές σε απευθείας σύνδεση
- Αποκατάσταση κλεμμένων οχημάτων
- Εγχώρια παράδοση δεμάτων

- Συστήματα ναυσιπλοΐας αυτοκινήτων
- Πληροφορίες για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο, για χώρους στάθμευσης και τα οδικά δίκτυα.
- Προβλέψεις για τον καιρό
- Διαχείριση δημοσίων έργων
- Διαχείριση πληροφοριών εδάφους
- Περιβαλλοντική διαχείριση των πόρων
- Διαχείριση μεταφορών
- Χαρτογραφία και παραγωγή χαρτών

Στη συνέχεια θα αναφερθούν ενδεικτικά, μερικά πιθανά σενάρια υλοποίησης της συγκεκριμένης εφαρμογής. Μπορεί να αναφερθεί η χρήση της εφαρμογής από έναν τουρίστα κατά την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004 στην Αθήνα, όπου ανά πάσα χρονική στιγμή θα χρειάζεται πληροφορίες για θέσεις και ώρες λειτουργίας πόρων ζωτικής σημασίας καθώς και θα επιθυμεί να ενημερώνεται συνεχώς για αθλητικές ειδήσεις, εκθέσεις καιρού και πληροφορίες για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο.

Ένα άλλο σενάριο είναι στην περίπτωση ενός φυσιολάτρη που του αρέσει να πραγματοποιεί περιπάτους στην ύπαιθρο. Έτσι για παράδειγμα σε έναν περίπατό του στην Πάρνηθα θα χρειάζεται πληροφορίες για μονοπάτια, καθώς επίσης θα μπορεί να αναζητά την συντομότερη διαδρομή και να κατευθύνεται στον συγκεκριμένο προορισμό που επιθυμεί.

Τέλος μια ακόμα πιο ρεαλιστική υλοποίηση της εφαρμογής, είναι στην περίπτωση των κτηματογραφήσεων του κτηματολογίου. Με τη διάταξη της εφαρμογής η κτηματογράφηση θα γίνεται σε πραγματικό χρόνο στο πεδίο εντοπίζοντας και κάνοντας τις απαραίτητες αλλαγές στις βάσεις δεδομένων των γεωτεμαχίων την ίδια στιγμή που ο Τοπογράφος Μηχανικός τα επισκέπτεται.

Όσον αφορά την επέκταση σε μεγαλύτερη κλίμακα εννοείται η επέκταση της εφαρμογής σε όλη την Αθήνα, χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό χάρτη της Αθήνας ως υπόβαθρο. Σε μια τέτοια περίπτωση, ο χάρτης της Αθήνας μπορεί να χωριστεί σε μικρότερα ίσα τετράγωνα, ίσα περίπου με το μέγεθος της περιοχής που έλαβε χώρα και η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Κάθε τετράγωνο θα συνδεθεί με τον

αντίστοιχο ψηφιακό χάρτη και με πολλές πληροφορίες για τη συγκεκριμένη περιοχή. Οι πληροφορίες αυτές δε θα περιορίζονται σε ονόματα οδών, αλλά θα περιέχουν πληροφορίες για τα νοσοκομεία, τα σχολεία, τα υπουργεία και άλλα σημεία ενδιαφέροντος της περιοχής. Η σύνδεση μεταξύ δύο ψηφιακών χαρτών, θα γίνεται με τη βοήθεια βελών που θα συνδέουν τους ψηφιακούς χάρτες και θα βοηθούν στην σωστή καθοδήγηση για την αναζήτηση συγκεκριμένων πληροφοριών. Για τα ονόματα οδών, τις διοικητικές περιοχές και τα ονόματα σημείων ενδιαφέροντος, θα είναι δυνατόν να εμφανίζεται πάνω στην εικόνα, με την επιλογή απλά του αντίστοιχου χαρακτηριστικού, μια φωτεινή επιγραφή με τις απαραίτητες πληροφορίες του χαρακτηριστικού αυτού.

8.6 Στόχοι για το μέλλον

Στη συνέχεια αναφέρονται κάποιοι στόχοι για την επέκταση και την εξάπλωση της συγκεκριμένης εφαρμογής, αλλά και γενικότερα των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, στο μέλλον.

Ο πρωταρχικός στόχος είναι να παρέχονται στους χρήστες τα απαραίτητα εργαλεία ώστε να κατορθώνουν γρήγορα και αποτελεσματικά να χρησιμοποιούν τις γεωγραφικές πληροφορίες, κάνοντας μίαν αισθητή διαφορά στην υπάρχουσα κατάσταση. Τα άμεσα οφέλη που θα παρατηρηθούν, θα οδηγήσουν σε μια ασφαλέστερη και αποδοτικότερη υπηρεσία ενημέρωσης, η οποία θα μπορέσει να επηρεάσει θετικά την εμπορική και οικονομική βιωσιμότητα μιας περιοχής.

Για πρώτη φορά, οι χρήστες θα είναι σε θέση να έχουν πρόσβαση σε στοιχεία από διάφορα συγγενικά συστήματα βάσεων δεδομένων, για να επιτρέψουν εύκολα τη συνεχή αναζήτηση γεωγραφικών αλλά και περιγραφικών στοιχείων. Αναμένεται να υπάρξει υποστήριξη για όλες της συσκευές, όλους τους δέκτες και όλα τα καινούργια πρωτόκολλα. Σημαντικές βελτιώσεις αναμένεται να γίνουν επίσης και στον κύκλο συλλογής δεδομένων GIS. Κάθε στοιχείο θα εισάγεται μόνο μια φορά, μειώνοντας τις δαπάνες, τη δυνατότητα λαθών και το χρόνο για χειρονακτική εργασία και διπλή εισαγωγή δεδομένων.

Επίσης η τεχνολογία των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης θα επιταχύνει την καταναλωτική αποδοχή των ασύρματων τηλεφώνων και των palmtop ή laptop συνδεδεμένα με GPS, ως συσκευές στοιχείων. Οι πληροφορίες θέσης θα

είναι το κλειδί στη διευκόλυνση των εξατομικευμένων και εξαρτωμένων από τον παράγοντα χρόνο και των βασισμένων στο διαδίκτυο υπηρεσιών.

Το σύστημα των υπηρεσιών, θα διευκολύνει τον υπολογισμό της ακριβούς θέσης σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, θα υπολογίζει την ταχύτητα σε μια δεδομένη θέση και θα πραγματοποιεί μίαν ανάλυση του χρόνου που απαιτείται από ένα όχημα να καλύψει μια συγκεκριμένη απόσταση. Οι πληροφορίες και η ενημέρωση θα μπορεί να γίνονται αυτόματα στη μητρική γλώσσα του χρήστη είτε θα ενσωματώνουν τις φωνή-βασισμένες υπηρεσίες στην τεχνολογία των υπηρεσιών που προσφέρουν. Μια άλλη συχνά βιώσιμη και εναλλακτική λύση θα είναι οι χρήστες να μιλήσουν ζωντανά με έναν χειριστή.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, η συγκεκριμένη τεχνολογία των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, θα μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα εργαλείο απεικόνισης και ανάλυσης για ποικίλες επιχειρησιακές εφαρμογές. Θα επιτρέπει την εξειδικευμένη συλλογή χαρτογράφησης δεδομένων σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και οι χρήστες θα έχουν τη μεγαλύτερη προσωπική ασφάλεια, τα περισσότερα εξατομικευμένα χαρακτηριστικά και μια αυξανόμενη ευκολία επικοινωνίας. Η δορυφορική γεωδαισία, η ψηφιακή ανάλυση εικόνας και τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, αποτελούν ορισμένες από τις τεχνολογίες οι οποίες θα διαδραματίσουν αδιαμφισβήτητο καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και διάδοση των εφαρμογών αυτών.

Αναφορές

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βέης Γ., Μπιλλήρης Χ., Παπαζήση Κ. (1992) - **“Ανώτερη γεωδαισία”**, Αθήνα
- Δεληκαράογλου Δ. (2002α) – **“Δορυφορικά συστήματα εντοπισμού και πλοήγησης”**, Σημειώσεις «Ειδικά Θέματα Δορυφορικής Γεωδαισίας», ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Αθήνα
- Δεληκαράογλου Δ. (2002β) – **“Δορυφορικές και διαστημικές μέθοδοι και συστήματα γεωδαιτικού εντοπισμού”**, Σημειώσεις «Ειδικά Θέματα Δορυφορικής Γεωδαισίας», ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Αθήνα
- Δεληκαράογλου Δ. (2002γ) – **“Γενικές αρχές προσδιορισμού θέσης”**, Σημειώσεις «Ειδικά Θέματα Δορυφορικής Γεωδαισίας», ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Αθήνα, Φεβρουάριος
- Ζεντέλης Π. (2001) - **“Κτηματολόγιο και ΣΠΓ”**, Σημειώσεις, Αθήνα
- Κάβουρας Μ. (1998) - **“Αρχές γεωπληροφορικής και Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών”**, Αθήνα, Σεπτέμβριος
- Κουτσόπουλος Κ. (1999) - **“Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών”** - Σημειώσεις μαθήματος, Αθήνα
- Νάκος Β. (1999) - **“Αναλυτική Χαρτογραφία”**, Αθήνα
- Παραδείσης Δ. (2000) - **“Σημειώσεις δορυφορικής γεωδαισίας”**, Αθήνα, Νοέμβριος
- Πατιάς Π. (1991) - **“Εισαγωγή στη Φωτογραμμετρία”**, εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη

Ξένη βιβλιογραφία

- GIS by ESRI (2000) - **“Using ArcPad 5”**, USA
- Clarke S., Greenwald C., Spalding V. (2002) - **“Using ArcPad 6”**, USA

Διευθύνσεις στο διαδίκτυο

GPS

- Role of GPS in navigation, Fleet Management and Location Based Services,
<http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/techgp0045.htm>
- Trimble GPS,
<http://www.trimble.com/>
- Trimble 4000 SSi Geodetic System Surveyor,
<http://www.geoinvest.cz/TRIMBLEA/4000ssi.htm>
- Rugged Dual-Frequency Micro-centered GPS Antenna with 13" Ground Plane,
<http://www.trimble.com/microcenterant.html>
- Survey & Engineering GPS Antennas,
http://www.trimble.com/type_gpsantennas.html
- Trimble GPSurvey,
http://www.gpstraining.com/trimble_gpsurvey.htm
- Garmin GPS 38,
<http://www.navi-star.com/gps38.html>
- The official NMEA-0183 site,
<http://www.nmea.org/>
- A Trimble Standard Interface Protocol,
<http://www.agp.ru/oem/download/genf/tsip.pdf>

GIS

- Why GIS?,
http://gis.cbs.gov.il/eng_claligis.htm
- Arc News Online,
<http://www.esri.com/news/arcnews/fall02articles/status-report.html>
- GIS in Geoscience: The recent trends,
<http://www.gisdevelopment.net/application/geology/mineral/geom0012.htm>
- Methodology and Techniques: Land Use Mapping,
<http://www.geocities.com/gbechtold/gpilud85.html>

- ArcPad,
<http://www.esri.com/software/arcpad/index.html>
- My Sat,
<http://www.mysat.gr>

LBS

- LBS, the ingredients and the alternatives,
<http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs006.htm>
- Location based services,
<http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs003.htm>
- Navigation Application with Mobile Telephony: Shortest-path,
<http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs008.htm>
- Combining wireless location services with enterprise and business applications,
<http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/techlbs007.htm>

Συμπληρωματική βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Αγάτζα Μπαλοδήμου Α.Μ. (1988) - **“Τα προβολικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα”**, Αθήνα, Νοέμβριος
- Αγάτζα Μπαλοδήμου Α.Μ., Βέης Γ., Μητσακάκη Χ., (1991) - **“Απεικονίσεις παραμορφώσεις”**, Αθήνα
- Βέης Γ., Παπαζήση Κ., (1989) - **“Σημειώσεις δορυφορικής γεωδαισίας”**, Αθήνα
- Κουτσόπουλος Κ. (1999) - **“Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών”** – Ασκήσεις μαθήματος, Αθήνα
- Μητσακάκη Χ., Παπαζήση Κ. (2002) - **“Συστήματα αναφοράς και γεωδαιτικές προβολές”**, Αθήνα, Φεβρουάριος
- Πανελλήνιος Σύλλογος Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών (1992) - **“Δελτίο πανελληνίου συλλόγου Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών”**, τεύχος 107, Αθήνα, Νοέμβριος- Δεκέμβριος

Ξένα βιβλιογραφία

- National Marine Electronics Association (1997) - **"NMEA 0183 Standard For Interfacing Marine Electronics Devices "**, version 2.20
- Trimble Navigation (1999) - **"Trimble GPSurvey a2.35, Software User's Guide"**, Trimble Navigation Limited
- Trimble Navigation (2001) - **"Trimble Survey Controller, Reference Manual Volume I & II"**
- Trimble Navigation (1999) - **"Trimble Geomatics Office, Software User's Guide, Volume I & II"**

Διευθύνσεις στο διαδίκτυο

GPS

- Principles and Practice of GPS Surveying,
http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/gps_survey/principles_gps.htm
- Global Positioning System Overview,
<http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps.html>
- Garmin GPS,
<http://www.garmin.co.uk/>
- Garmin Gps 38,
<http://www.gps-future.com/garmin-gps-38.html>
- Garmin GPS 38,
<http://www.jungletraining.com/garmin.htm>
- Trimble Support Notes,
http://www.trimble.com/support_trl.asp?Nav=Collection-3620
- A comparative study of results from GPS data processing software,
<http://www.asiangps.net/proceeding/2002/gpsdp/dp003a.htm>
- Provision of precise GPS control for the proposed international airport at Nagpur, India,
<http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/techgp0020.htm>
- Downloading Campaign-Style GPS data,
http://www-geology.ucdavis.edu/~gps/CAMPAIGN/data_download.html
- Récepteur TRIMBLE 4000 SSI,
<http://lareg.ensg.ign.fr/CNIG.PSD/GPS/recepteurs/trimble1.html>
- Surveying Services,
http://www.kucera-gis.com/techpages/surveying_services.htm
- The Pleiades DGPS System Characteristics & Evaluation GPS 1996,
<http://www.pleiadesdata.com/staticdgps.html>
- Geosystems Trimble AutoDesk,
http://www.geosys.co.nz/support/trimble/trimble_versions.asp?page=Trimble%20versions

GIS

- Athens Surf,
http://www.teipir.gr/gis/html/help/gis_help.html#CONT
- Οδόγραμμα,
<http://maps.flash.gr/>
- Why is GIS Important to you?,
http://www.vcgi.org/commres/publications/2page_gis.pdf
- Regular Tessellation,
<http://mathworld.wolfram.com/RegularTessellation.html>
- What Is a Tessellation?,
<http://mathforum.org/sum95/suzanne/whattess.html>
- Διαχείριση δεδομένων (DBMS),
<http://www.mech.upatras.gr/~nikos/mis-i/notes/notes-08.pdf>
- Εισαγωγή στις Βάσεις Δεδομένων (Databases),
<http://dide.flo.sch.gr/Plinet/Tutorials/Tutorials-DataBases.html>
- ESRI GIS & Mapping Software,
<http://www.esri.com>
- ESRI Arc View GIS Software,
<http://www.gpserv.com/html/esri.html>
- GIS Development, GIS,
<http://www.gisdevelopment.net/technology/gis/index.htm>
- GIS Institute,
<http://www.gisinstitute.net/cgi-bin/jump.cgi?f=gisinstitute&ref=http://www.gisinstitute.net>
- Intergraph, Mapping and Geospatial Solutions,
<http://imgs.intergraph.com/>

LBS

- Digital Economy Observatory,
<http://www.strategic.gr/Observatory/D/fD18.htm>
- ArcIMS, Internet Map Server, GIS εφαρμογές από το Internet,
<http://www.marathondata.gr/arcims.htm>

- Η Ericsson παρουσιάζει το Ericsson Mobility World Greece,
http://www.allmedia.gr/economy_today/business_news/news_file/0104/0104_04_ERICSSON.htm
- MobileIN, Wireless and Mobile Communications,
www.mobileIN.com
- IntelliWhere™,
<http://www.intelliwhere.com/>
- Autodesk Location Services,
<http://locationservices.autodesk.com/solutions/messaging.htm>
- Autodesk Location Services Applications,
<http://locationservices.autodesk.com/apps/index.htm>
- Location-Based Services in Japan,
http://www.allnetdevices.com/wireless/opinions/2001/01/24/location-based_services.html
- LBS (Location-Based Service) Zone,
<http://www.lbszone.com/>
- Geoplace, Heading in the right direction?,
<http://www.geoplace.com/ge/2001/0101/0101lbs.asp>
- Geoplace, Will Wireless Location-based Services Pay Off?,
<http://www.geoplace.com/bg/2001/0201/0201pay.asp>
- Location-based Services,
http://www.mobilein.com/location_based_services.htm
- Specialist Meeting on Location-Based Services,
<http://www.csiss.org/events/meetings/location-based/>
- Kivera,
<http://www.kivera.com/>
- Ericsson, Location Based Services (LBS),
http://www.ericsson.com/products/product_selector/LBS_home_hpsol.shtml
- WAP and Location Based Services,
http://www.shosteck.com/studies/wap_lbs.htm
- GIS Development, Location Based Services,
<http://www.gisdevelopment.net/technology/lbs/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I

Εντολές του Arc Info

1. Εντολή REGISTER

Η εντολή **REGISTER** συντάσσεται ως εξής:

REGISTER <image> {cover} {cover_color} {band/COMPOSITE}
{red_band} {green_band} {blue_band} {ARC/POINT/TIC/ALL}

Όπου:

<image>: Το όνομα της εικόνας που θα εφαρμόσουμε την εντολή REGISTER. Η εικόνα πρέπει να έχει μια από τις μορφές (Format) που υποστηρίζονται από το IMAGE INTEGRATOR όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Image Format	Image naming convention
TIFF	no suffix required
Sun Raster file	no suffix required
Run-length Compressed (RLC)	Image. rlc
ERDAS	
Single band	Image. gis
Multiband	Image. lan
IMAGINE	Image. img
Band Interleaved by Line (BIL)	Image. bil
Band Interleaved by Pixel (BIP)	Image. bip
Band Sequential (BSQ)	Image. bsq
Windows bitmap (BMP)	Image. bmp
JFIF (JPEG compression)	Image. jpg

{cover}: Το όνομα του coverage που χρησιμοποιείται για να εφαρμόσουμε την εντολή REGISTER. Εάν το coverage δεν προσδιορίζεται, χρησιμοποιούνται σαφή ζευγάρια x, y συντεταγμένων χαρτών για να εφαρμόσουμε την εντολή REGISTER στην εικόνα.

{cover_color}: Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται κατά τον παρουσίαση του coverage. Κάθε χρώμα προσδιορίζεται ως η τιμή ενός ακέραιου αριθμού από το μηδέν έως το επτά αντιπροσωπεύοντας τα ακόλουθα χρώματα:

0-Μαύρο	4- Μπλε
1- Λευκό	5- Κυανό
2- Κόκκινο	6- Ματζέντα
3- Πράσινο	7-Κίτρινο

Το προκαθορισμένο **{cover_color}** είναι το 2 (κόκκινο).

{band/COMPOSITE}: Η μέθοδος για να παρουσιαστεί η εικόνα εάν περιέχει περισσότερες από μια ζώνες στοιχείων. Εάν η συγκεκριμένη εικόνα δεν είναι μια πολλαπλής ζώνης εικόνα, αυτή η προαιρετική δυνατότητα αγνοείται.

Band: Η ζώνη που θα παρουσιαστεί εάν η εικόνα περιέχει περισσότερες από μια ζώνες στοιχείων. Η προκαθορισμένη ζώνη είναι η 1.

COMPOSITE: Παρουσιάζει μια πολλαπλής ζώνης εικόνα ως μια σύνθεση χρωμάτων. Όταν η λέξη κλειδί της εντολής COMPOSITE διευκρινίζεται, πρέπει να προσδιοριστεί αν πρόκειται για {red_band}, {green_band} ή {blue_band}.

{red_band}: Η τιμή ενός ακέραιου αριθμού που δείχνει ποια ζώνη πρόκειται να παρουσιαστεί χρησιμοποιώντας το κόκκινο κανάλι. Η προκαθορισμένη τιμή της ζώνης είναι 1.

{green_band}: Η τιμή ενός ακέραιου αριθμού που δείχνει ποια ζώνη πρόκειται να παρουσιαστεί χρησιμοποιώντας το πράσινο κανάλι. Η προκαθορισμένη τιμή της ζώνης είναι 2.

{blue_band}: Η τιμή ενός ακέραιου αριθμού που δείχνει ποια ζώνη πρόκειται να παρουσιαστεί χρησιμοποιώντας το μπλε κανάλι. Η προκαθορισμένη τιμή της ζώνης είναι 3.

{ARC/POINT/TIC/ALL}: Η τάξη των χαρακτηριστικών από το {cover} που θα παρουσιαστεί.

ARC: Τα τόξα από το coverage θα παρουσιαστούν.

POINT: Τα σημεία από το coverage θα παρουσιαστούν.

TIC: Τα tics από το coverage θα παρουσιαστούν.

ALL: Τα τόξα, τα σημεία και τα tics από το coverage θα παρουσιαστούν.

2. Εντολή RECTIFY

Η εντολή **RECTIFY** συντάσσεται ως εξής:

RECTIFY <in_image> <out_image> {NEAREST/BILINEAR/CUBIC}
{DEFAULT/COLORMAP/NONE} {clip_cover/BOX} {xmin} {ymin} {xmax}
{ymax}

Όπου:

<in_image>: Η εικόνα που θα αλλάξει κλίμακα, θα περιστραφεί και θα μεταφερθεί. Η εικόνα πρέπει να έχει μια από τις μορφές (Format) που υποστηρίζονται από το IMAGE INTEGRATOR όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Image Format	Image naming convention
TIFF	no suffix required
Sun Raster file	no suffix required
Run-length Compressed (RLC)	Image. rlc
ERDAS	
Single band	Image. gis
Multiband	Image. lan
IMAGINE	Image. img
Band Interleaved by Line (BIL)	Image. bil
Band Interleaved by Pixel (BIP)	Image. bip
Band Sequential (BSQ)	Image. bsq
Windows bitmap (BMP)	Image. bmp
JFIF (JPEG compression)	Image. jpg

<out_image>: Η εικόνα που δημιουργείται μετά την εντολή RECTIFY. Ο τύπος εικόνας εξόδου είναι ίδιος με τον τύπο της εικόνας εισόδου.

{NEAREST/BILINEAR/CUBIC}: Η μέθοδος παρεμβολής που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) της εικόνας εξόδου.

NEAREST: Η κοντινότερη παρεμβολή λόγω γειτνίασης. Υπολογίζει την τιμή κάθε εικονοστοιχείου εξόδου, θέτοντας την τιμή του κοντινότερου εικονοστοιχείου στην εικόνα εισόδου. Αυτή είναι η προκαθορισμένη μέθοδος.

BILINEAR: Διγραμμική παρεμβολή. Υπολογίζει την τιμή κάθε εικονοστοιχείου εξόδου παρεμβάλλοντας τις τιμές των τεσσάρων κοντινότερων εικονοστοιχείων στην εικόνα εισόδου, με βάση την απόσταση αυτών των εικονοστοιχείων.

CUBIC: ΚΥΒΙΚΟΣ: Κυβική συνέλιξη. Υπολογίζει την τιμή κάθε εικονοστοιχείου εξόδου χρησιμοποιώντας τις τιμές των 16 κοντινότερων εικονοστοιχείων εικόνας εισόδου, για να το εγκαταστήσει σε μια ομαλή καμπύλη δια μέσω του κέντρου του εικονοστοιχείου εξόδου

{DEFAULT/COLORMAP/NONE}: Προσδιορίζει εάν το χρώμα που συνδέεται με την εικόνα εισόδου θα αντιγραφεί ή όχι στην εικόνα εξόδου. Αυτή η προαιρετική δυνατότητα αγνοείται εάν η εικόνα είναι ασπρόμαυρη ή εικόνα true color.

DEFAULT: Αντιγράφει το χρώμα στην εικόνα εξόδου μόνο όταν χρησιμοποιείται ως μέθοδος παρεμβολής, η επιλογή NEAREST. Εάν κάποια εκ των άλλων δύο μεθόδων παρεμβολής προσδιορίζεται, κανένα χρώμα δεν θα αντιγραφεί στην εικόνα εξόδου. Αυτή είναι η προκαθορισμένη επιλογή.

COLORMAP: Προσδιορίζει ότι το χρώμα από την εικόνα εισόδου θα αντιγραφεί στην εικόνα εξόδου.

NONE: Προσδιορίζει ότι κανένα χρώμα δεν θα αντιγραφεί στην εικόνα εξόδου

{clip_cover/BOX} {xmin} {ymin} {xmax} {ymax}: Επιτρέπει στην εικόνα εισόδου να αποκοπεί σύμφωνα με κάποιο coverage ή με ένα πλαίσιο, καθορισμένο από το χρήστη. Η δυνατότητα της αποκοπής εμφανίζεται αφότου έχει προηγηθεί η εντολή RECTIFY.

clip_cover: Ένα coverage που θα χρησιμοποιηθεί για να καθορίσει το πλαίσιο της αποκοπής.

BOX {xmin} {ymin} {xmax} {ymax}: Προσδιορίζει ότι ένα πλαίσιο, καθορισμένο από το χρήστη, θα χρησιμοποιηθεί για να αποκόψει την εικόνα. Πρέπει

να προσδιοριστούν οι συντεταγμένες των κάτω-αριστερά και άνω-δεξιά γωνιών του πλαισίου. Εάν στην εικόνα έχει ήδη εφαρμοστεί η εντολή RECTIFY και η εικόνα έχει αποκατασταθεί στις συντεταγμένες του χάρτη, τότε το πλαίσιο προσδιορίζεται σε συντεταγμένες του χάρτη. Εάν η εικόνα δεν έχει αποκατασταθεί στις συντεταγμένες του χάρτη, (π.χ. μια σκαναρισμένη φωτογραφία), τότε οι κάτω-αριστερά και οι άνω-δεξιά τιμές των γραμμών και στηλών του πλαισίου προσδιορίζονται χρησιμοποιώντας την κάτω-αριστερά γωνία της αρχικής εικόνας.

3. Εντολή GENERATE

Η εντολή **GENERATE** συντάσσεται ως εξής:

GENERATE<cover>

Όπου:

<cover>: Το coverage που δημιουργείται. Εάν το coverage δεν υπάρχει ήδη, η εντολή GENERATE θα δημιουργήσει ένα νέο coverage

Subcommands

Νέα χαρακτηριστικά προστίθενται σε ένα νέο ή ήδη υπάρχον coverage χρησιμοποιώντας μια ποικιλία υποεντολών. Οι υποεντολές μπορούν να εισαχθούν σε οποιαδήποτε σειρά. Εκτός από την προσθήκη των νέων χαρακτηριστικών, οι υποεντολές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να λάβουν βοήθεια και οδηγίες σε απευθείας σύνδεση και να προσδιορίσουν τον τρόπο με τον οποίο οι πληροφορίες θα εισαχθούν. Οι υποεντολές που προσθέτουν χαρακτηριστικά, ως προεπιλογή, θα προτρέψουν το χρήστη για τις απαιτούμενες πληροφορίες. Οι πληροφορίες για κάθε χαρακτηριστικό μπορούν επίσης να διαβαστούν από ένα αρχείο χρησιμοποιώντας την υποεντολή INPUT.

Η εντολή GENERATE επανεμφανίζεται αφότου έχει εκτελεσθεί η υποεντολή. Οι διαθέσιμες υποεντολές είναι οι ακόλουθες:

ANNOTATIONS: Προσθέτει τους σχολιασμούς στο coverage.

CIRCLES: Δημιουργεί κύκλους, κάθε έναν με προσδιορισμένο κέντρο και ακτίνα.

COMMANDS: Εμφανίζει λίστα με τις διαθέσιμες υποεντολές για την εντολή GENERATE ή τις υποεντολές που αρχίζουν με ένα συγκεκριμένο πρόθεμα.

COPYTICS: Αντιγράφει τα tics από το < tic_cover > στο < cover >.

CURVES: Δημιουργεί τις καμπύλες χρησιμοποιώντας την προσδιορισμένη τιμή ως απόσταση μεταξύ κορυφών σε κάθε καμπύλη.

FISHNET: Δημιουργεί ένα πλέγμα ορθογώνιων κελιών.

INPUT: Προσδιορίζει την πηγή των στοιχείων: είσοδος από πληκτρολόγιο ή εισαγόμενο αρχείο στοιχείων.

LINES: Προσθέτει τόξα στο coverage.

LINKS: Προσθέτει links (συνδέσεις) στο coverage.

POINTS: Προσθέτει σημεία στο coverage.

POLYGONS: Προσθέτει πολύγωνα και σημεία στο coverage.

QUIT: Χρησιμοποιείται για να τερματίσει η εντολή GENERATE.

ROUTES: Δημιουργεί τόξα από στοιχεία x, y συντεταγμένων και καθορίζει τις διαδρομές μεταξύ τους.

TICS: Προσθέτει tics στο coverage.

USAGE: Δείχνει τη χρήση της υποεντολής.

4. Εντολή BUILD

Η εντολή **BUILD** συντάσσεται ως εξής:

BUILD <cover> {POLY/LINE/POINT/NODE/ANNO.<subclass>}

Όπου:

<cover>: Το coverage που θα εφαρμόσουμε την εντολή build για να δημιουργήσουμε τοπολογία

{POLY/LINE/POINT/NODE/ANNO.<subclass>}: H τάξη των χαρακτηριστικών για να δημιουργήσουμε τοπολογία με την εντολή build

POLY: Καθορίζει την τοπολογία πολυγώνων και δημιουργεί έναν πίνακα PAT.
Αυτή είναι η προκαθορισμένη επιλογή

LINE: Δημιουργεί έναν πίνακα AAT για τα τόξα

POINT: Δημιουργεί έναν πίνακα PAT για τα σημεία

NODE: Δημιουργεί έναν πίνακα NAT για τους κόμβους

ANNO.<subclass>: Δημιουργεί έναν πίνακα TAT για την υποκατηγορία σχολιασμών

5. Εντολή CLEAN

Η εντολή **CLEAN** συντάσσεται ως εξής:

CLEAN <in_cover> {out_cover} {dangle_ length} {fuzzy-tolerance}
{POLY/LINE}

Όπου:

<in_cover>: Το coverage που θα εφαρμοστεί η εντολή **CLEAN**.

{out_cover}: Το coverage που δημιουργείται αφού εφαρμοστεί η εντολή **CLEAN**. Εάν το <in_cover> και το {out_cover} έχουν το ίδιο όνομα, τότε το <in_cover> θα αντικατασταθεί. Ως προκαθορισμένη επιλογή το < in_cover > αντικαθίσταται

{dangle_ length}: Το ελάχιστο μήκος που επιτρέπεται για την ταλάντευση που σχηματίζουν τα τόξα στο <out_cover>. Ένα dangling arc είναι ένα τόξο που έχει τον ίδιο αριθμό εσωτερικών πολυγώνων τόσο στις αριστερές και όσο και στις δεξιές πλευρές του και καταλήγει σε έναν κόμβο. Τα dangling arc αφαιρούνται στις επιλογές: **POLY** και **LINE**. Η τιμή -1 θα γίνει αποδεκτή και θα ενεργήσει ως "#" (προκαθορισμένη τιμή). Όλες οι άλλες αρνητικές τιμές δεν θα γίνουν αποδεκτές. Εάν το {dangle_ length} δεν προσδιορίζεται, τότε το {dangle_ length} διαβάζεται από το αρχείο TOL του coverage, εάν φυσικά το αρχείο TOL υπάρχει. Διαφορετικά το {dangle_ length} τίθεται 0 (ως προκαθορισμένη επιλογή).

{fuzzy-tolerance}: Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ κορυφών τόξων στο {out_cover}. Η τιμή -1 θα γίνει αποδεκτή και θα ενεργήσει ως "#" (προκαθορισμένη

τιμή). Όλες οι άλλες αρνητικές τιμές δεν θα γίνουν αποδεκτές. Η προκαθορισμένη επιλογή ακολουθεί αυτή τη σειρά:

1. Η ανοχή διαβάζεται από το αρχείο TOL του coverage, εάν το αρχείο TOL υπάρχει
2. Εάν δεν υπάρχει κανένα αρχείο TOL και το πλάτος είναι μεταξύ 1 και 100, η ανοχή τίθεται σε 0.002.
3. Διαφορετικά, η ανοχή τίθεται ως το 1/10.000 του πλάτους ή του ύψους, οποιοδήποτε από τα δύο είναι μεγαλύτερα

Η τιμή 0 ως ανοχή δεν γίνεται αποδεκτή σύμφωνα με την εντολή CLEAN.

{POLY/LINE}: Προσδιορίζει εάν θα δημιουργηθεί η τοπολογία του πολυγώνου και κατά συνέπεια ένα αρχείο PAT ή εάν θα δημιουργηθεί η τοπολογία των τόξων και των κόμβων, δηλαδή ένα αρχείο AAT- POLY, που αποτελεί και την προκαθορισμένη επιλογή. Εάν η επιλογή POLY χρησιμοποιείται σε ένα coverage που έχει ήδη ένα υπάρχων αρχείο AAT, τότε η εντολή CLEAN θα επανοικοδομήσει αυτόματα και το αρχείο AAT.

6. Εντολή ARCSHAPE

Η εντολή ARCSHAPE συντάσσεται ως εξής:

ARCSHAPE <in_cover> <in_feature_class> <out_shape_file>
{DEFAULT/DEFINE}

Όπου:

<in_cover>: Το coverage που περιέχει τις ιδιότητες των χαρακτηριστικών που θα γραφτούν σε νέο αρχείο με τη μορφή shape data file

<in_feature_class>: Η τάξη των χαρακτηριστικών του in_coverage

<feature_class>: Δίνεται με μία από τις παρακάτω λέξεις κλειδιά:

ARCS: Για coverage που έχει ως χαρακτηριστικά τα τόξα

NODES: Για coverage που έχει ως χαρακτηριστικά τους κόμβους

POINTS: Για coverage που έχει ως χαρακτηριστικά τα σημεία

POLYS: Για coverage που έχει ως χαρακτηριστικά τα πολύγωνα

REGION.subclass: Για coverage που έχει ως χαρακτηριστικά τις περιοχές

ROUTE.subclass: Για coverage που έχει ως χαρακτηριστικά τις διαδρομές

SECTION.subclass: Για coverage που έχει ως χαρακτηριστικά τα τμήματα

TIC: Για coverage που έχει ως χαρακτηριστικά τα σημεία αγκίστρωσης

<out_shape_file>: Το όνομα του αρχείου shape file που θα δημιουργηθεί

{DEFAULT/DEFINE}: Εισαγωγή προαιρετικά σε ένα παράθυρο διαλόγου για να καθοριστεί η μετατροπή των στοιχείων χρησιμοποιώντας είτε τους προκαθορισμένους χαρτογραφημένους τύπους στοιχείων είτε μια σαφή ρύθμιση που αποκτάται στο παράθυρο διαλόγου.

DEFAULT: Μεταφέρει τον πίνακα ιδιοτήτων των χαρακτηριστικών στο αρχείο της Βάσης Δεδομένων χρησιμοποιώντας τους προκαθορισμένους χαρτογραφημένους τύπους στοιχείων.

DEFINE: Εισάγεται σε ένα παράθυρο διαλόγου για να καθορίσει ρητά η χαρτογράφηση των τύπων των στοιχείων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

II

Διόρθωση σφαλμάτων ψηφιοποίησης

1. Σφάλματα ψηφιοποίησης

Τα περισσότερα σφάλματα εμφανίστηκαν κυρίως στο coverage dromoi, στο οποίο τα πιο συχνά σφάλματα που συναντήθηκαν ήταν τα εξής:

- Δυο κόμβοι που είχαν ψηφιοποιηθεί κοντά αλλά δεν ταυτίζονταν
- Πολλά vertex σε πολύ κοντινές αποστάσεις
- Κρεμασμένοι κόμβοι
- Ένα μη κλειστό πολύγωνο

2. Διόρθωση σφαλμάτων ψηφιοποίησης

Χρησιμοποιήθηκαν εντολές όπως: sel, move, extend, delete, split, add για να διορθωθούν τα σφάλματα της ψηφιοποίησης, όπως φαίνεται παρακάτω:

Αρχικά ανοίχθηκε ο Arc Edit πληκτρολογώντας τα εξής:

Arc: ae

Arc: Disp 9999 3

Ορίστηκε το coverage που θα γίνουν οι διορθώσεις των λαθών της ψηφιοποίησης:

Ae: Edit dromoi

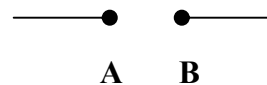
Ae: de all

Ae: nodecolor dangle 2

Ae: draw

Για κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις έγιναν οι παρακάτω ενέργειες:

1. Για να ενωθούν δυο κόμβοι:



Arc: ae

Arc: Disp 9999 3

Ae: Ef node

Ae: move

Δίνεται η τιμή 1 στο A και 4,1 στο B.

Η εντολή oops ισοδυναμεί με undo

2. Για να σβηστεί μια γραμμή

Ae: Ef arc

Ae: sel

Ae: delete

3. Για να προστεθεί μια γραμμή

Ae: Ef arc

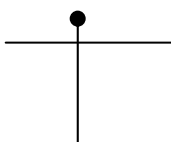
Ae: add

4. Σε περίπτωση overshoot:

Ae: Ef arc

Ae: sel

Ae: delete

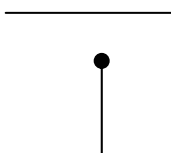


5. Σε περίπτωση undershot:

Ae: Ef arc

Ae: sel

Ae: extend both *



6. Για να δημιουργηθεί κόμβος εκεί που δεν υπήρχε:

Ae: Ef arc

Ae: sel (επιλέγεται το τόξο)

Ae: split (επιλέγεται το σημείο)

Όταν τελειώσει η διόρθωση των σφαλμάτων της ψηφιοποίησης:

Ae: q

Keep changes → Yes

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ **III**

Οδηγίες χρήσεως και συνδεσμολογία του Trimble 4000 SSI

1. Οδηγίες χρήσεως Trimble 4000 SSI

Έλεγχος παραμέτρων εκκίνησης

1. (Πλήκτρο) Logdata
2. More
3. Setup Survey Controls
4. Modify Quickstart Controls
5. Επιλέγονται / ελέγχονται οι επιθυμητές παράμετροι
6. Accept

Εκκίνηση Δέκτη

1. (Πλήκτρο) Logdata
2. Quick-Start now!

Τέλος παρατηρήσεων

1. (Πλήκτρο) Logdata
2. End Survey
3. Yes
4. Εισάγεται υψόμετρο κεραίας ή όχι
5. Accept

Αποθήκευση Δεδομένων στον Υπολογιστή

1. Συνδέεται ο δέκτης με τον υπολογιστή. (Υπάρχει αντίστοιχο καλώδιο. Προσοχή στον αριθμό των ακίδων του καλωδίου και στην είσοδο του δέκτη.

Υπάρχουν με 5 και με 7 ακίδες)

2. (Πλήκτρο) Control

3. More

4. More

5. Baud rate/ format

6. Επιλέγεται το port του δέκτη με το οποίο έχει συνδεθεί ο υπολογιστής

7. Ρυθμίσεις στα settings

38400

8-None-1

None

8. (Πλήκτρο) Enter

9. «Τρέχεται» από τη δισκέτα το πρόγραμμα 4000

10. Επιλέγεται ένα πλήκτρο

11. Download survey data (receiver)

12. Επιλέγεται το Com του Υπολογιστή που έχει συνδεθεί ο δέκτης (συνήθως Com1) και τις αντίστοιχες παραμέτρους που ρυθμίστηκε ο δέκτης (Βήμα 7) (Tab, Spacebar)

13. F10

14. Εμφανίζονται τα αρχεία του δέκτη

15. Με το F2 επιλέγεται ο χώρος του δίσκου που θα αποθηκευτούν

16. Με το Space επιλέγονται τα αρχεία

17. F10 (Ξεκινάει η αποθήκευση)

18. Επιλέγεται ένα πλήκτρο

19. Esc

(Αποθηκεύονται τα δεδομένα 2 φορές σε διαφορετικές θέσεις του δίσκου και ελέγχονται τα μεγέθη. Εάν είναι διαφορετικά, επαναλαμβάνεται η διαδικασία και τρίτη φορά)

Διαγραφή αρχείων από τον δέκτη

1. (Πλήκτρο) Control
2. Logged Data Files
3. Delete
4. Delete it

2. Συνδεσμολογία του δέκτη Trimble 4000 SSI με τα παρελκόμενά του

Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία συνδεσμολογίας που ακολουθήθηκε προκειμένου να συνδεθεί ο δέκτης Trimble 4000 SSI με την κεραία και τα παρελκόμενά του. Ακόμη αναφέρονται οι παράμετροι εκκίνησης που καθορίστηκαν πριν ξεκινήσουν οι μετρήσεις των τοποσταθερών σημείων και ο τρόπος συμπλήρωσης του φυλλαδίου των μετρήσεων. Οι ρυθμίσεις αφορούσαν ρυθμίσεις της γωνίας ύψους, ρυθμίσεις των ελάχιστων δορυφόρων και ρυθμίσεις των ανά ποσά δευτερόλεπτα θα καταγράφει ο δέκτης. Η συνδεσμολογία που ακολουθεί είναι σύμφωνα με τους κανόνες του κατασκευαστή.

Συνδεσμολογία

Αρχικά τοποθετήθηκε το καλώδιο της μπαταρίας στο Power 1-0, με προσοχή, ελέγχοντας τα pin στο πίσω μέρος και βάζοντας το κόκκινο σημείο στο κόκκινο σημάδι. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε το καλώδιο της κεραίας στο Antenna του δέκτη και αντίστοιχα και στην κεραία του δέκτη, με ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να βιδώσει καλά. Επειδή η κεραία βιδώνει απευθείας στον τρίποδα, αρχικά βιδώθηκε η κεραία (στον τρίποδα) και στη συνέχεια τοποθετήθηκε το καλώδιο.

Ο δέκτης τίθεται σε λειτουργία πατώντας την επιλογή power. Στη συνέχεια πατώντας την επιλογή clear εμφανίζεται το αρχικό menu. Το SV δείχνει τους δορυφόρους και όπως είναι γνωστό ο δέκτης πρέπει να πιάσει τουλάχιστον 4-5 δορυφόρους για να αρχίσει τις μετρήσεις.

Παράμετροι εκκίνησης

Απαιτήθηκε ιδιαίτερη προσοχή για να ρυθμιστούν οι παράμετροι εκκίνησης:

- Ρυθμίστηκε κάθε πόσα δευτερόλεπτα θα καταγράφει ο δέκτης.
(Επιλέχτηκε να καταγράφει ανά 15 sec)
- Ρυθμίστηκε η γωνία ύψους. Χρειάζεται να καθοριστεί έτσι
ώστε απ' τον ορίζοντα και τη γωνία ύψους και πάνω να παίρνει ο δέκτης
μετρήσεις. (Επιλέχτηκε γωνία ύψους 15^0)
- Ρυθμίστηκαν οι ελάχιστοι δορυφόροι

Κάθε φορά, πριν μετρηθεί ένα σημείο, απαιτείται έλεγχος των παραμέτρων εκκίνησης.

Αποθήκευση αρχείων

Κάθε αρχείο αποθηκεύεται με έναν συγκεκριμένο αριθμό όπως:

9548-078-0 όπου:

9548: Τα τέσσερα τελευταία ψηφία του δέκτη

078: Η ημέρα 078 από την αρχή του έτους 1-365

0: Ποιο σημείο έχει μετρηθεί

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Συμπλήρωση φυλλαδίων και κροκί υπαίθρου

1. Συμπλήρωση φυλλαδίου

Για κάθε σημείο συμπληρώθηκε ένα φυλλάδιο με station name, περιγραφή, κωδικό, τα οποία ακολουθούν στη συνέχεια. Για κάθε σημείο που μετρήθηκε, για να συμπληρωθεί το φυλλάδιο με τις προσεγγιστικές συντεταγμένες του, πατώντας *clear*, εμφανιζόταν το κεντρικό menu και πατώντας *position*, δίνονταν οι προσεγγιστικές συντεταγμένες του σε φ(lat), l(lon) και h(hgt). Επίσης συμπληρωνόταν η **Julian Day** YD (από το κεντρικό menu πατώντας Data), ο χρόνος **Time** (καταγράφοντας τον χρόνο UTC από τον δέκτη) και η εβδομάδα, η οποία όμως απαιτείται μόνο για τροχιές ακριβείας. Αξίζει να σημειωθεί, ότι στη συγκεκριμένη εφαρμογή, στο τέλος των παρατηρήσεων δεν εισάχθηκε το υψόμετρο κεραίας στο πεδίο, με σκοπό να εισαχθεί στη συνέχεια στο γραφείο.

2. Κροκί υπαίθρου

Στις σελίδες που ακολουθούν, υπάρχουν τα κροκί υπαίθρου για τα 9 τοποσταθερά σημεία που μετρήθηκαν προκειμένου να γίνει η γεωαναφορά της εικόνας, καθώς επίσης ο συγκεντρωτικός χάρτης στον οποίο εμφανίζονται όλα τα τοποσταθερά σημεία.