

ΔΗΜ. Α. ΒΑΪΟΠΠΟΥΛΟΣ
Διδάκτωρ των Μαθηματικών
Καθηγητής Παν/μίου Αθηνών

ΑΝΔΡ. Π. ΒΑΣΙΛΟΠΠΟΥΛΟΣ
Διδάκτωρ της Γεωλογίας

ΝΙΚΗ Η. ΕΥΕΛΠΙΔΟΥ
Διδάκτωρ της Γεωλογίας
Λέκτορας Παν/μίου Αθηνών

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών από τη Θεωρία στην πράξη

**ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ
ΑΘΗΝΑ 2008**

ΠΤΕΡΙΞΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	11
ΜΕΡΟΣ Α: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ GIS – ΣΥΝΑΦΗ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Γενικά Χαρακτηριστικά & Βασικές Έννοιες	16
A.1.1. Σύντομη Ιστορική Αναδρομή	16
A.1.2. Βασικές Αρχές Λειτουργίας.....	18
A.1.3. Πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών μεθόδων	20
A.1.4. Είδη Γεωγραφικών Δεδομένων	23
A.1.5. Είδη Απεικόνισης	28
Διανυσματικό Μοντέλο (<i>Vector</i>).....	28
Εικονοκυτταρικό ή Ψηφιδωτό Μοντέλο (<i>Raster</i>).....	32
Μετατροπή από <i>Vector</i> σε <i>Raster</i>	33
Μετατροπή από <i>Raster</i> σε <i>Vector</i>	35
Σύγκριση Διανυσματικών και Ψηφιδωτών μοντέλων.....	37
A.1.6. Γενικά Χαρακτηριστικά	39

A.1.7. Κατηγορίες Γεωγραφικών Εφαρμογών	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: Μοντελοποίηση Δεδομένων	45
A.2.1. Μοντέλα δημιουργίας τριμεταβλητού κανάβου	45
<i>Μέθοδος Αντίστροφων Αποστάσεων (Inverse Distance Weighting)</i>	45
<i>Μέθοδος Τετράπλευρης Παρεμβολής (Rectangular-bilinear Interpolation)</i>	49
<i>Μέθοδος Τριγωνικής προσομοίωσης με Εξομάλυνση (Triangulation with Smoothing)</i>	51
<i>Μέθοδος Φυσικής Γειτονικής Παρεμβολής (Natural Neighbour Interpolation)</i>	54
A.2.2. Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Δορυφορικός Ανιχνευτής Στίγματος (G.P.S.)	59
A.3.1. Σύντομη Ιστορική Αναδρομή	59
A.3.2. Τρόπος λειτουργίας των G.P.S.	61
A.3.3. Ακρίβεια Εντοπισμού Θέσης	67
A.3.4. Εφαρμογές G.P.S.	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Δικτυακά G.I.S.	75
A.4.1. Αρχές Λειτουργίας	75
<i>Περιβάλλον Λειτουργίας MapXtreme</i>	75
<i>Διαδικασία Publish</i>	78

<i>Επικοινωνία χρήστη – web server</i>	80
A.4.2. Βήματα που οδήγησαν στην JavaTM.....	83
A.4.3. Η πλατφόρμα ανάπτυξης της Java.....	84
A.4.4. Java και Ασφάλεια δικτύου.....	88
ΜΕΡΟΣ Β: GIS: ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: Δυνατότητες & Λειτουργίες των G.I.S.	91
B.1.1. Επίπεδα Πληροφορίας - Layers.....	91
B.1.2. Εισαγωγή Δεδομένων – Δημιουργία ενός επιπέδου πληροφορίας.....	99
Ψηφιοποίηση από την οθόνη του υπολογιστή	102
Ψηφιοποίηση μέσω ψηφιοποιητή.....	109
B.1.3. Ανίχνευση και διόρθωση προβλημάτων ψηφιοποίησης	112
B.1.4. Αυτόματη δημιουργία σημειακών δεδομένων	118
B.1.5. Μορφοποίηση γεωγραφικών δεδομένων.....	121
Μορφοποίηση κειμένου.....	124
Μορφοποίηση σημειακών αντικειμένων.....	132
Μορφοποίηση γραμμικών χαρακτηριστικών	137
Μορφοποίηση επιφανειακών χαρακτηριστικών.....	141
Γεωγραφικές λειτουργίες.....	146
Συνένωση γεωγραφικών οντοτήτων - <i>Combine</i>	147

<i>Τακτοποίηση επιπέδου πληροφορίας – Pack Table</i>	149
<i>Διαχωρισμός - Split</i>	151
<i>Αφαίρεση γεωγραφικών αντικειμένων εντός ή εκτός μιας περιοχής – Erase ή Erase Outside</i>	153
<i>Εγκλεισμός γεωγραφικών αντικειμένων εντός επιφανείας – Convex Hull</i>	156
B.1.6. Γεωγραφική Βάση Δεδομένων	158
<i>Εσωτερική Βάση Δεδομένων.....</i>	160
<i>Εξωτερική Βάση Δεδομένων.....</i>	165
<i>DBMS και συνδεδεμένα (Linked) επίπεδα πληροφορίας</i>	165
<i>Live Access Αρχεία</i>	166
<i>Διαχείριση Access βάσης δεδομένων</i>	167
<i>Δημιουργία νέων πηγών δεδομένων (Creating New Data Sources)</i>	169
B.1.7. Χαρτογραφικές Προβολές.....	170
B.1.8. Καθορισμός κλίμακας	175
B.1.9. Μετατροπή μονάδων μέτρησης.....	178
<i>Σφαιρική</i>	183
<i>Καρτεσιανό</i>	184
B.1.10. Buffer	185
B.1.11. Selections	191

B.1.12. Γεωγραφικές αναζητήσεις	204
B.1.13. SQL Γεωγραφικές αναζητήσεις	216
SQL εξωτερικές αναζητήσεις / συνενώσεις	226
Instr.....	229
RowID	231
Εύρεση των διπλών αναγραφών σε μία στήλη	232
Υπολογισμός της απόστασης από ένα καθορισμένο σημείο	234
B.1.14. Εύρεση αντικειμένων	235
B.1.15. Γεωκωδικοποίηση	242
Διασκορπισμός σημείων	253
B.1.16. Στατιστική ανάλυση	258
B.1.17. Θεματική χαρτογραφία	271
Ranges / Διαστήματα Τιμών.....	275
Bar Charts / Ραβδογράμματα	288
Pie Charts / Κυκλικά διαγράμματα	292
Graduated / Μεταβλητού μεγέθους σύμβολα.....	296
Dot Density / Πυκνότητα σημείων	299
Individual Values / Μοναδικές τιμές.....	301
Grid	310
B.1.18. Δημιουργία Layout	314

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: Επεξεργασία – Ανάπτυξη τριμεταβλητών δεδομένων	341
B.2.1. Εμφάνιση αρχείων κανάβου (Grid Files).....	341
B.2.2. Δημιουργία τρισδιάστατων (3D) αναπαραστάσεων με τη χρήση του GridView	346
<i>Making 3D Drape Files.....</i>	347
<i>Run 3D Viewer</i>	349
B.2.3. Dictionary Editor.....	352
B.2.4. Το εργαλείο ‘Grid Info’	355
B.2.5. Το εργαλείο ‘Region Info’	357
B.2.6. Το Button Πληροφορίας του Διαχειριστή Κανάβου (Grid Manager)	359
B.2.7. Το παράθυρο Γραφημάτων (Graph Window)	363
B.2.8. Χάραξη Ισοπληθών καμπυλών	371
B.2.9. Στατιστική & Συναθροιστική Επεξεργασία των δεδομένων.....	382
B.2.10. Ανάλυση ‘Natural Neighbourhood’	400
B.2.11. Δημιουργία τοπογραφικών τομών.....	402
B.2.12. Υπολογισμός ορατότητας από σημείο σε σημείο	404
B.2.13. Viewshed.....	409
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Δικτυακό GIS.....	415
B.3.1. Οργάνωση Δεδομένων.....	415

B.3.2. Η λειτουργία της Εφαρμογής του Δικτυακού GIS	417
B.3.3. Περιγραφή του Περιβάλλοντος Εργασίας.....	418
B.3.4. Η περιοχή εντοπισμού (locator).....	425
B.3.5. Έλεγχος επιπέδων πληροφορίας (Layer control).....	427
B.3.6. Ο δεσμός (link) ‘Βάση δεδομένων’.....	430
B.3.7. Περιγραφή θεματικής χαρτογραφίας του δικτυακού GIS	434
B.3.8. Τα κουμπιά ελέγχου (control buttons) του δικτυακού GIS	440
B.3.9. Το Κύριο Πλαίσιο της Εφαρμογής.....	446
<i>Η γραμμή εργαλείων (tool bar) του χάρτη του δικτυακού GIS .</i>	446
<i>To Παράθυρο του χάρτη (Map Window)</i>	451
<i>To Πλαισιο Κλίμακας (Zoom Box)</i>	452
<i>To Πλαισιο Μέτρησης Αποστάσεων (Distance Meter Box)</i>	452
B.3.10. Χρήσιμες Συμβουλές	453
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	455

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αθρόα παραγωγή της γνώσης που λαμβάνει χώρα σήμερα σε κάθε τομέα της επιστήμης και τεχνολογίας απαιτεί προσφορότερους τρόπους όχι μόνο παρουσίασής της και διακίνησής της, αλλά κυρίως διαχείρισής της και αξιοποίησής, πολλές φορές και από αποδέκτες μη ειδικούς. Αυτό, φυσικά, παλαιότερα δεν ήταν νοητό. Δεν μπορούσαμε, για παράδειγμα, να κατασκευάσουμε ένα χάρτη, χωρίς να έχουμε γνώσεις χαρτογραφίας ούτε να τεκμηριώσουμε τα αποτελέσματά μας με μια στατιστική επεξεργασία, αν δεν είχαμε γνώσεις στατιστικής.

Σήμερα, τα πράγματα άλλαξαν, διαθέτουμε στο οπλοστάσιό μας εργαλεία και μεθοδολογίες που μας βοηθούν και τη γνώση να χειριστούμε και να την αξιοποιήσουμε με τον πιο βέλτιστο τρόπο και τα προϊόντα της εκάστοτε μελέτης μας να παρουσιάσουμε με κομψό, εποπτικό και γρήγορο τρόπο. Πρωταρχικό ρόλο για τις δυνατότητες αυτές παίζουν οι νέες τεχνολογίες. Η χρήση τους σε όλους σχεδόν τους επιστημονικούς και τεχνολογικούς κλάδους αναβαθμίζει την ποιότητα της εκάστοτε μελέτης και δίνει καινούργιες προοπτικές, αφού τα συμπεράσματα απορρέουν από πληρέστερη και ακριβέστερη τεκμηρίωση.

Η Διαστημική Επιστήμη έχει συνδέσει τα επιτεύγματά της με την πρόοδο των νέων τεχνολογιών. Ως συγκοινωνούντα δοχεία, η πρόοδος στους κλάδους της Πληροφορικής δίνει καινούργια ώθηση στη Διαστημική. Από την άλλη μεριά ο τεράστιος όγκος πληροφοριών που προσκομίζει η Διαστημική τεχνολογία, μέσω των δορυφόρων

καταγραφής φυσικών πόρων και των άλλων επιστημονικών δορυφόρων, αναμένει διαχείριση και αξιοποίηση.

Ένα εξαιρετικό εργαλείο αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και παρουσίασης της πληροφορίας αποτελούν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, τα οποία εμπεριέχουν μαθηματικές και στατιστικές μεθοδολογίες και στα οποία ενσωματώνονται χαρτογραφικές τεχνικές και εισάγονται τα προς επεξεργασία δεδομένα, μπορεί να γίνει η διαχείριση της πληροφορίας κατά τον καλύτερο τρόπο και έτσι να καταστεί πληρέστερη η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Η Τηλεανίχνευση, που έλαβε σάρκα και οστά με την πρόοδο της Διαστημικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, συνδέεται στενά με τους κλάδους της Πληροφορικής και ιδιαίτερα με τα Γ.Σ.Π. Για το λόγο αυτό, στο βιβλίο μου : «Εφαρμογές της Διαστημικής Επιστήμης και Τεχνολογίας και Στοιχεία του Πλανητικού Συστήματος» που διδάσκω, στα πλαίσια του ομωνύμου μαθήματος του Ζ' εξαμήνου, στους φοιτητές του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών, έχω συμπεριλάβει θεματική ενότητα στην οποία αναπτύσσονται, συνοπτικά όμως και σε θεωρητικό επίπεδο, τα Γ.Σ.Π.

Θεωρώ απαραίτητη την εξοικείωση των φοιτητών μας με τα Γ.Σ.Π., γιατί πιστεύω ότι θα τους βοηθήσει να διαχειρίζονται, να αναλύουν και να παρουσιάζουν κατά τον προσφορότερο τρόπο τα δεδομένα τους και να αποτυπώνουν τα τελικά προϊόντα της μελέτης τους (θεματικούς χάρτες, κ.λπ.) με εύκολο, κομψό και εποπτικό τρόπο.

Εξάλλου, η αγορά εργασίας, σήμερα, απαιτεί όλο και περισσότερο εξειδικεύσεις στις τεχνολογίες αιχμής. Αποδεδειγμένα, οι έχοντες καλές γνώσεις γύρω από γνωστικά πεδία της Πληροφορικής έχουν περισσότερες ευκαιρίες για επαγγελματική απασχόληση.

Θεωρώ, ότι ένα πανεπιστημιακό σύγγραμμα γίνεται χρησιμότερο, αν πέραν από τη θεωρητική γνώση που προσφέρει, δίνει προοπτικές και για τις πρακτικές εφαρμογές στα γνωστικά πεδία που πραγματεύεται.

Το παρόν βιβλίο, αρχικά, γράφτηκε για να συμπληρώσει την ύλη για τις απαιτήσεις του μαθήματος των Εφαρμογών της Διαστημικής Επιστήμης και Τεχνολογίας. Με την εφαρμογή όμως, από το Ακαδ. Έτος 2003-04, του νέου προγράμματος σπουδών στο Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος μπορεί να αποτελέσει διδακτικό βιβλίο για το υποχρεωτικό μάθημα : «Πληροφορική και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών», που διδάσκεται στο Β' εξάμηνο σπουδών.

Ευελπιστώ, ότι θα αποβεί ένα χρήσιμο βοήθημα στους φοιτητές και στους νέους ερευνητές που ενδιαφέρονται να μυηθούν στα Γ.Σ.Π.

Η ύλη του από άποψη διάταξης και περιεχομένου έχει σχεδιαστεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να προσφέρει στον αναγνώστη, πέραν από τις θεωρητικές γνώσεις, και τη δυνατότητα της πρακτικής χρησιμοποίησης ενός Γ.Σ.Π. με παραγωγικό τρόπο.

Γενικά, η δομή του βιβλίου διέπεται από τη φιλοσοφία : να ενθαρρύνει και να καθιστά εφικτή την αυτοδιδασκαλία, για το τμήμα του μαθήματος που αφορά στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

Ευπρόσδεκτες θα είναι οι όποιες παρατηρήσεις και υποδείξεις των αναγνωστών, που τυχόν μας γνωστοποιηθούν, ώστε να ληφθούν υπόψη σε μεταγενέστερη έκδοση.

ΜΕΡΟΣ ΤΡΩΤΟ

**ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ GIS -
ΣΥΝΑΦΗ ΕΡΓΑΛΕΙΑ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Γενικά χαρακτηριστικά & Βασικές έννοιες

A.1.1. Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Η ανάγκη του ανθρώπου για συστηματική καταγραφή και ταξινόμηση των ιδιαίτερων στοιχείων της γήινης επιφάνειας, καθώς και η αναγκαιότητα διάθεσης ειδικών πληροφοριών που αφορούσαν στη γήινη επιφάνεια, ήταν οι αιτίες που οδήγησαν στην κατασκευή των πρώτων χαρτών, που απετέλεσαν την πρόδρομη μορφή των G.I.S..

Η ανάπτυξη μεθόδων λήψης και ανάλυσης αεροφωτογραφιών και αργότερα δορυφορικών εικόνων είχαν ως αποτέλεσμα τη χαρτογράφηση με μεγαλύτερη ακρίβεια από ό,τι τα προηγούμενα χρόνια. Οι μέθοδοι αυτές έδωσαν στους επιστήμονες τεράστιες δυνατότητες όχι απλώς για έρευνα, αλλά και για σημαντική αύξηση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων που προέκυπταν από αυτή.

Η πρώτη προσπάθεια για συστηματική χρησιμοποίηση των χαρτογραφικών δεδομένων έγινε κατά τη διάρκεια των δεκαετιών του '60 και του '70. Ιδιαίτερα, οι σχεδιαστές και οι αρχιτέκτονες στις Η.Π.Α. συνειδητοποίησαν ότι τα δεδομένα που προέρχονται από διαφορετικές πρωτογενείς έρευνες, μπορούν να συνδυαστούν και να ενοποιηθούν

επικαλύπτοντας διαφανή αντίγραφα χαρτών σε μία φωτεινή τράπεζα. Ο πιο γνωστός υποστηρικτής της απλής αυτής τεχνικής ήταν ο αμερικανός αρχιτέκτονας *Ian McHarg*. Η πρώτη οργανωμένη προσπάθεια χρησιμοποίησης των χαρτογραφικών δεδομένων από ηλεκτρονικό υπολογιστή έγινε από τον *Howard T. Fisher*, το 1963. Το πρόγραμμα του *Fisher* ονομάστηκε *SYMAP* (*SYnagraphic MAPping system*) και δημιουργούσε απλούς χάρτες τυπώνοντας στατιστικές τιμές πάνω σε έναν κάναβο, ενώ τα αποτελέσματα προβάλλονταν με πολλούς τρόπους χρησιμοποιώντας διαδοχικές γραμμικές εκτυπώσεις για την παραγωγή κατάλληλων αποχρώσεων του γκρι. Το πρόγραμμα *SYMAP* ακολουθήθηκε από μία σειρά άλλων προγραμμάτων χαρτογράφησης, όπως το *GRID* και το *IMGRID*, που είχαν τη δυνατότητα να χρωματίζουν και να σκιαγραφούν επιφάνειες με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών ό,τι επετύγχανε ο *McHarg* με τις διαφανείς επικαλύψεις. Από τότε μία σειρά εξελίξεων, όχι μόνο στα λογισμικά αυτά αλλά και στην τεχνολογία των υπολογιστών, είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων συστημάτων ολοένα πιο ισχυρών που χειρίζονται, αναλύουν και παρουσιάζουν, γεωγραφικής φύσεως πληροφορίες. Για το λόγο αυτό ονομάστηκαν Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (*G.I.S.*) και χρησιμοποιήθηκαν από ένα ευρύ κοινό επιστημόνων, ποικίλων ειδικ. τήτων, που συνεχώς αυξάνεται. Σήμερα, υπάρχουν στην αγορά *G.I.S.*, που έχουν αναπτυχθεί από διαφορετικές εταιρείες, όμως όλα λειτουργούν με βάση την ίδια φιλοσοφία και τις ίδιες αρχές, έχουν παρόμοιες δυνατότητες και τηρούν συγκεκριμένα πρότυπα που υπαγορεύονται από τη διεθνή οργάνωση “*Open G.I.S.*”. Μερικά από τα πιο γνωστά λογισμικά *GIS* είναι το *ArcInfo*, το *ArcView*, το *MapInfo*, το *Idrisi*, το *Elwiss*, και το *Microstation*.

A.1.2. Βασικές Αρχές Λειτουργίας

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (*Geographical Information Systems - G.I.S.*) είναι λογισμικά που αξιοποιούν τις δυνατότητες των υπολογιστών για αποθήκευση, ανάλυση, διαχείριση και παρουσίαση των δεδομένων που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τη γεωγραφική κατανομή.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών θα πρέπει να θεωρηθούν κάτι παραπάνω από μέσα κωδικοποίησης, αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων σχετικών με τις ιδιότητες της γήινης επιφάνειας που ο χρήστης έχει δυνατότητα να τα μετατρέπει, να τα διαχειρίζεται και να τα απεικονίζει τόσο με μορφή διαγραμμάτων όσο και μορφή χαρτών. Τα G.I.S. μπορούν να χρησιμεύσουν στη δημιουργία δοκιμαστικών μοντέλων για τη μελέτη περιβαλλοντικών διαδικασιών, την ανάλυση των αποτελεσμάτων των τάσεων, τη μελέτη των πιθανών συνεπειών ενός σχεδιασμού, κ.ά. Για παράδειγμα, στις περιβαλλοντικές μελέτες, χρησιμοποιώντας τα G.I.S., είναι δυνατή η εξερεύνηση μίας σειράς πιθανών σεναρίων και η κατανόηση των επιπτώσεων πιθανών ενεργειών, πριν αυτές πραγματοποιηθούν και δημιουργήσουν ανεπανόρθωτες δυσμενείς συνέπειες στο περιβάλλον.

Κατά καιρούς έχουν παρομοιαστεί με ηλεκτρονικούς χάρτες πολλαπλών πληροφοριών, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να υπερθέτουν τις πληροφορίες με μορφή διαφανών επιπέδων (*layers*), ενώ στοιχεία του ενός επιπέδου μπορούν να αναλυθούν / συσχετιστούν με στοιχεία άλλων επιπέδων πληροφορίας.

Τα G.I.S. αποτελούνται από τρία τμήματα:

- Το πρώτο τμήμα αφορά στη γεωγραφική παρουσίαση των δεδομένων με μορφή χαρτών, είτε σε ψηφιακή είτε σε έντυπη μορφή. Αναλαμβάνει τις εξειδικευμένες αναζητήσεις, είτε γεωγραφικής

φύσης είτε σχετικών με τη βάση δεδομένων και τις τροποποιήσεις βάσει καθορισμένων χαρακτηριστικών.

- Το δεύτερο τμήμα είναι μία βάση δεδομένων, η οποία περιέχει πληροφορίες για τα αντικείμενα (*objects*) που απεικονίζονται γεωγραφικά και παρουσιάζονται στο παράθυρο του χάρτη ή αποτελούν απλές αναγραφές της βάσης δεδομένων και μπορούν να παρουσιαστούν με μορφή πίνακα. Η βάση δεδομένων μπορεί να είναι είτε εσωτερική, του εκάστοτε *G.I.S.* λογισμικού, είτε εξωτερική, συνδεόμενη με το *G.I.S.* μέσω *ODBC* (*Open DataBase Connectivity*) *drivers* (Οδηγών σύνδεσης με ανοικτές βάσεις δεδομένων).
- Το τρίτο τμήμα αφορά στη γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη πρόσθετων λειτουργιών για εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως, για παράδειγμα, την αυτοματοποιημένη εύρεση βέλτιστων θέσεων εγκατάστασης *X.Y.T.A.* (Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων), βάσει κριτηρίων που ο χρήστης θέτει κατά την εκτέλεση του αλγορίθμου.

A.1.3.Πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών μεθόδων

Σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους συλλογής, καταχώρισης, οργάνωσης και επεξεργασίας, χωρικής φύσεως δεδομένων, τα G.I.S. παρουσιάζουν πλήθος πλεονεκτημάτων:

- Μεγάλη ακρίβεια, λόγω του ψηφιακού τρόπου εισαγωγής, αποθήκευσης και διαχείρισης των δεδομένων.
- Γρήγορη, άμεση και φθηνή παραγωγή / αναπαραγωγή χαρτών ακόμα και σε περιορισμένο αριθμό αντιγράφων.
- Δυνατότητα πειραματισμού σε γραφικές παρουσιάσεις των ίδιων δεδομένων.
- Δυνατότητα συνδυασμού πολλαπλών επιπέδων πληροφορίας, τόσο κατά την παρουσίαση, όσο και κατά τις αναζητήσεις.
- Περιορισμό της αναγκαιότητας χρήσης έντυπων χαρτών και αναλογικών δεδομένων, γιατί τα GIS διατηρούν μεγάλη ποσότητα δεδομένων σε ψηφιακή μορφή έτοιμων να χρησιμοποιηθούν κάθε στιγμή.
- Διευκόλυνση των αναλύσεων των δεδομένων που απαιτούν αλληλεπίδραση μεταξύ των στατιστικών αναλύσεων και της χαρτογράφησης.

- Δυνατότητα δημιουργίας χαρτών που είναι δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να δημιουργηθούν με το χέρι, όπως είναι οι τρισδιάστατοι, οι στερεοσκοπικής παρατήρησης και οι χάρτες ελέγχου ορατότητας.
- Δυνατότητα της επιδιόρθωσης και προσθήκης δεδομένων ανά πάσα στιγμή.
- Σημαντική μείωση της ποσότητας των πολλαπλά αποθηκευμένων στοιχείων. Έτσι, οι καταγραφές που περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό όμοιων στοιχείων μπορούν να ενωθούν και να αποτελέσουν ένα μόνο αρχείο, έτσι ώστε κάθε πληροφορία να αποθηκεύεται μία μόνο φορά.
- Ελάττωση της ύπαρξης ασυμφωνιών που προκύπτουν, όταν η ίδια πληροφορία καταχωρίζεται με διαφορετικές τιμές σε διαφορετικές υπηρεσίες.
- Συστηματοποίηση των δεδομένων με βάση τις προδιαγραφές συλλογής, αποθήκευσης και απεικόνισης.
- Συνεχή πληροφόρηση και ερμηνεία των στοιχείων σε συνδυασμό με τη συνεχή ενημέρωση, ανταλλαγή πληροφοριών και ευκολότερη διανομή στους χρήστες.
- Παροχή ασφάλειας και προστασίας των στοιχείων από καταστροφές καθώς και εύκολη αποκατάσταση των προβλημάτων.
- Παροχή ασφάλειας, σε ό,τι αφορά στην τροποποίηση δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένα άτομα.

- Σύνδεση με συσκευές *G.P.S.* (*Global Positioning System*) που παρέχουν τη δυνατότητα εντοπισμού της θέσης του χρήστη στο ύπαιθρο.
- Γρηγορότερη και εύκολα παραμετροποιήσιμη δημιουργία χαρτών.
- Είναι επιτρεπτός ο πειραματισμός σε γραφικές παρουσιάσεις των ίδιων δεδομένων.
- Εξυπηρέτηση πολλαπλών χρηστών με εξειδικευμένες ανάγκες που πολλές φορές έχουν εντελώς διαφορετικές απαιτήσεις ως προς το είδος και την ακρίβεια των πληροφοριών που χρειάζονται.
- Τυποποίηση των δεδομένων ως προς τις προδιαγραφές συγκέντρωσης και αποθήκευσης.

A.1.4. Είδη Γεωγραφικών Δεδομένων

Σε ένα G.I.S. καταχωρίζονται πολλά είδη δεδομένων που αφορούν σε αντικείμενα, φαινόμενα ή μεγέθη. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να διακριθούν σε δύο κύριες κατηγορίες:

- Τα χωρικά δεδομένα, όπως, για παράδειγμα, γεωγραφική θέση, μορφή, μέγεθος, κτλ. και
- Τα ποιοτικά, θεματικά ή περιγραφικά δεδομένα που αφορούν σε τιμές και χαρακτηριστικά, τα οποία χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

Ονομαστική (nominal)	Είναι ποιοτική μη αριθμητική κλίμακα. Τα δεδομένα διαχωρίζονται με βάση τα πραγματικά χαρακτηριστικά τους. Για παράδειγμα, η ιδιότητα "Χρήση γης" μπορεί να πάρει τις τιμές αστική, αγροτική, δασική, κτλ.
Τακτική (ordinal)	Είναι ονομαστική κλίμακα αλλά με σειρά, που σημαίνει ότι τα δεδομένα κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με κάποια τακτική διάταξη. Ένα παράδειγμα είναι η ιδιότητα "Μέγεθος" που μπορεί να πάρει τις τιμές: μικρή, μεσαία, μεγάλη, κτλ. Παράδειγμα αυτής της κατηγορίας δεδομένων είναι η επικινδυνότητα διάβρωσης που λαμβάνει τις τιμές: πολύ χαμηλή, χαμηλή, μέση και υψηλή.
Κατά διαστήματα (interval)	Είναι μία τακτική κλίμακα αλλά με αριθμούς. Τα χαρακτηριστικά κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με την σχέση τους ως προς ένα μέγεθος αναφοράς. Ένα παράδειγμα είναι το "Εμβαδόν", το οποίο παίρνει τιμές που μετριούνται σε τετραγωνικά μέτρα ή χιλιόμετρα.

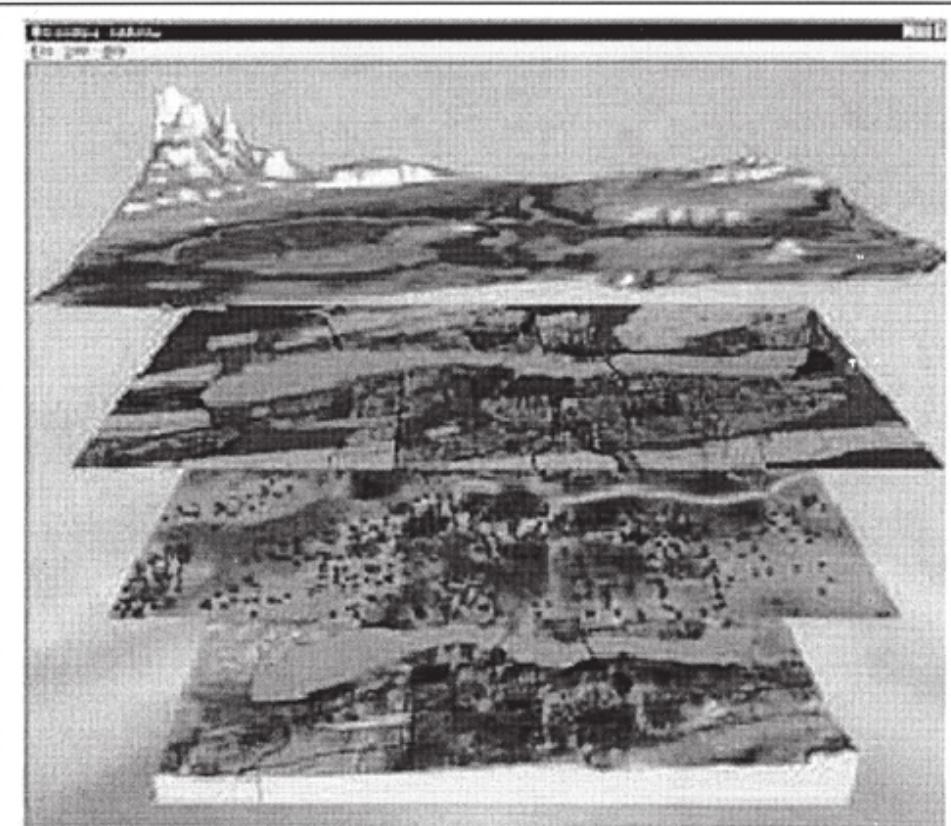
Αναλογική (ratio)	Είναι μία κλίμακα με ένα απόλυτο μηδενικό σημείο έναρξης. Ένα παράδειγμα είναι το "Υψόμετρο", το οποίο μετριέται σε μέτρα και η μέτρηση αρχίζει από την επιφάνεια της θάλασσας, όπου το υψόμετρο είναι μηδέν (0).
--------------------------	---

Περαιτέρω, τα δεδομένα ενός *G.I.S.*, ανάλογα με τη φύση τους διακρίνονται σε διακριτά ή αριθμητικά (όπως ο πληθυσμός και οι χρήσεις γης) και συνεχή ή αναλογικά (όπως το υψόμετρο και οι μορφολογικές κλίσεις).

Ανάλογα με τις διαστάσεις τους στο χώρο, τα δεδομένα διακρίνονται σε (Εικ. A.1.4.1) σημειακά (όπως οι οικισμοί, τα υψομετρικά σημεία, κτλ.), γραμμικά (όπως οι δρόμοι, το αποχετευτικό δίκτυο, το υδρογραφικό δίκτυο, τα ρήγματα, κτλ.) και επιφανειακά (όπως οι χρήσεις γης, τα οικοδομικά τετράγωνα ενός οικισμού, οι υδρογραφικές λεκάνες, οι γεωλογικοί σχηματισμοί, κτλ.). Ένα σημείο θεωρείται ότι έχει μηδενικές διαστάσεις, μία ευθεία που ενώνει δύο σημεία έχει μία διάσταση, ενώ μία επιφάνεια που αποτελείται από ένα κλειστό σύνολο πολυγωνικών γραμμών έχει δύο διαστάσεις.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί, ότι το είδος του αντικειμένου εξαρτάται και από την κλίμακα που χρησιμοποιείται. Έτσι, ενώ σε σχετικά μεγάλη κλίμακα η νήσος Σαντορίνη μπορεί να περιλαμβάνει σημειακά, γραμμικά και επιφανειακά δεδομένα, σε μικρή κλίμακα δεν είναι δυνατή η λεπτομερειακή απεικόνιση των δεδομένων (Εικ A.1.4.2α,β).

Είναι προφανές, ότι σε χαρτογραφικές απεικονίσεις που γίνονται με πολύ μικρή κλίμακα, η συντριπτική πλειονότητα των γεωγραφικών δεδομένων, που σε άλλη περίπτωση θα αποτελείτο από όλα τα είδη των χωρικών δεδομένων (σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά), απεικονίζεται αναγκαστικά και κατά σύμβαση ως σημειακό στοιχείο.



Εικ A.1.4.1: Σημειακά, γραμμικά και επιφανειακά δεδομένα τοποθετημένα σε επίπεδα πληροφορίας, όπως καθορίζεται από την λογική των GIS.