

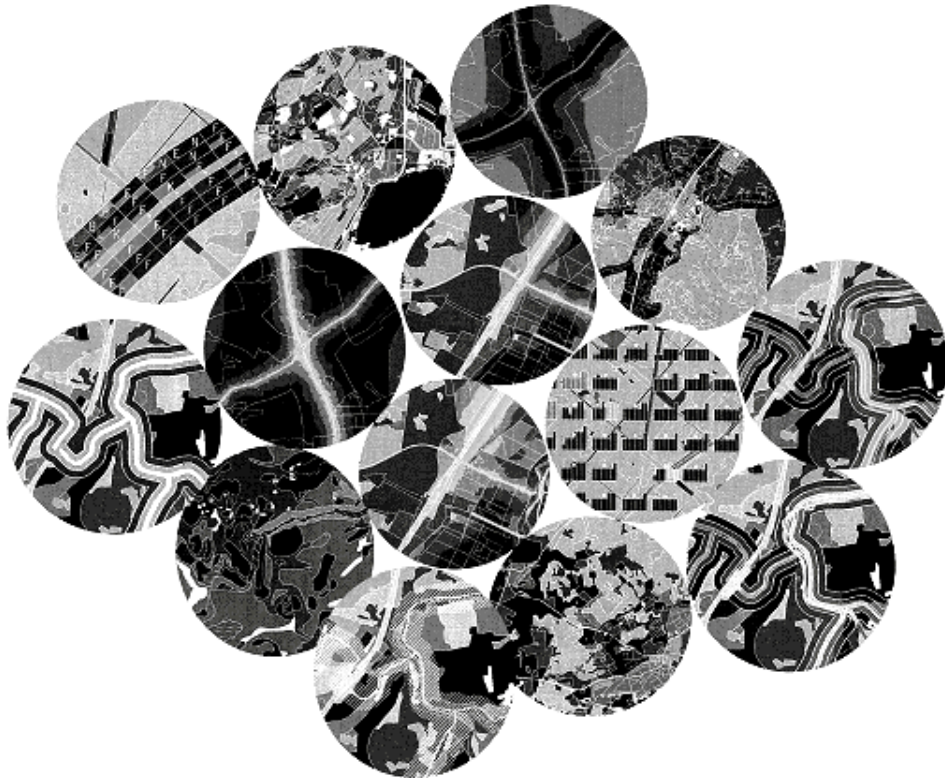


ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Τμήμα Γεωγραφίας

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

(Συμπληρωματικές Σημειώσεις)

Χρίστος Χαλκιάς, Επικ. Καθηγητής



Καλλιθέα, Νοέμβριος 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
Γενικά - Ορισμοί.....	5
Τι είναι τα ΣΓΠ;	7
Ερωτήματα στα οποία απαντά ένα ΣΓΠ.....	9
Συναφή τεχνολογικά πεδία - Επιστήμες	10
Εφαρμογές ΣΓΠ	12
Συνοπτική Ιστορική εξέλιξη των ΣΓΠ.....	13
ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΣΓΠ	17
Υλικό.....	18
Λογισμικό	19
Δεδομένα.....	28
Λειτουργίες διαχείρισης Γεωγραφικών δεδομένων	29
ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	31
Διαστάσεις των γεωγραφικών δεδομένων	31
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ.....	35
Ορισμοί - Ορολογία.....	35
Πληροφοριακό σύστημα.....	35
Γεωγραφικά δεδομένα και πληροφορίες	36
Το πληροφοριακό καθεστώς.....	37
Συστήματα πληροφοριών με προσανατολισμό στα δεδομένα	38
Οργάνωση της πληροφορίας.....	39
Οργάνωση συσχετίσεων	44
Οργάνωση δεδομένων στο λειτουργικό σύστημα	47
Διανυσματικές μορφές.....	47
Ψηφιδωτές μορφές	47
Μορφές (format) χωρικών δεδομένων	47
Οργάνωση Αρχιτεκτονικής της εφαρμογής	48
ΔΟΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΑΡΧΕΙΩΝ	49
Δομές περιγραφικών δεδομένων	50
Σχεσιακή δομή βάσεων δεδομένων	50
Αντικειμενοστραφής δομή βάσεων δεδομένων, ή μη γραμμική δομή δεδομένων ...	51
Δομές χωρικών δεδομένων.....	52
Μοντελοποίηση δεδομένων (data modeling)	59
Εννοιολογικό επίπεδο μοντελοποίησης των δεδομένων.....	60
Λογικό επίπεδο μοντελοποίησης δεδομένων	61
Φυσικό επίπεδο μοντελοποίησης δεδομένων	63
Μοντελοποίηση διαδικασιών	64
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΕΝΑ ΣΓΠ	66
Εισαγωγή χωρικών δεδομένων	66
Επεξεργασία δεδομένων - διορθώσεις σφαλμάτων	73
Τύποι σφαλμάτων ψηφιοποίησης και τρόποι αντιμετώπισής τους.....	74
Δόμηση Τοπολογίας	75
Δημιουργία θεματικών επιπέδων με πραγματικές συντεταγμένες	78
Γεωαναφορά ψηφιδωτών αρχείων (π.χ. σαρωμένων αναλογικών χαρτών ή εικόνων Τηλεπισκόπησης).....	81
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΦΑΛΜΑΤΑ	83

Βασικοί ορισμοί	83
Τύποι Σφαλμάτων	86
Πηγές σφαλμάτων	88
Σφάλματα διαδικασιών - επεξεργασιών	91
Μετάδοση - Μεταφορά σφαλμάτων	92
Αναφορές ποιότητας	93
Διαχείριση Σφαλμάτων.....	94
Μεταδεδομένα (Metadata)	97
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	98
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α:	100
Ασκήσεις με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS.....	100
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ GIS ArcGIS της ESRI.	101
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2ο : Τα γεωγραφικά δεδομένα.	109
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 3ο : ΓΕΩΑΝΑΦΟΡΑ ΕΙΚΟΝΑΣ.....	112
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 4ο : Ψηφιοποίηση γεωγραφικών οντοτήτων.....	116
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 5ο : Οι ρυθμίσεις προ της ψηφιοποίησης - βήμα ψηφιοποίησης.....	119
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 6ο : Δημιουργία - διαμόρφωση περιγραφικών δεδομένων (attributes)	122
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 7ο: αξιοποίηση περιγραφικών δεδομένων (attributes).....	126
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 8ο : Δημιουργία συσχετίσεων μεταξύ πινάκων.....	129
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 9ο : Δημιουργία χωρικών δεδομένων από πίνακες περιγραφής σημειακών φαινομένων	133
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 10ο: Χωρικά δεδομένα μορφής κανάβου	136
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β :	138
ΒΑΣΙΚΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ GIS	138

Πρόλογος

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών όντας ο πλέον σύγχρονος τρόπος οργάνωσης, αναπαράστασης και ανάλυσης γεωγραφικών δεδομένων, στις μέρες μας αξιοποιούνται σε ολοένα και περισσότερες εφαρμογές.

Το παρόν τεύχος σημειώσεων έχει σαν βασικό σκοπό να εισάγει τους φοιτητές του β' έτους του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου σε αυτό το σύγχρονο και συναρπαστικό επιστημονικό πεδίο, μέσα από την οπτική του γεωγράφου. Θα ήταν παράληψη να μην αναφερθώ στη συμβολή του συναδέλφου Αν. Καθ. Μανόλη Στεφανάκη στο αρχικό στάδιο της σύνταξης του τεύχους και του σχεδιασμού των εργαστηριακών ασκήσεων. Μελλοντικός στόχος είναι ο εμπλουτισμός και η συνεχής βελτίωσή του.

Χαλκιάς Χρίστος, Επικ. Καθηγητής
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Γεωγραφίας

Αθήνα, Νοέμβριος 2011

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γενικά - Ορισμοί

Η εποχή μας έχει χαρακτηριστεί, ως εποχή της πληροφορίας. Ιδιαίτερα μετά τη δεκαετία του 1980, με τη ραγδαία ανάπτυξη των Η/Υ, οι πληροφορίες άρχισαν να οργανώνονται σε μεγάλες πληροφοριακές βάσεις. Για πλήθος ανθρώπινων δραστηριοτήτων και ιδιαίτερα σε διαδικασίες χωρικού σχεδιασμού, τα πληροφοριακά αυτά δεδομένα συνδέονται άμεσα και με χωρικά δεδομένα. Επομένως η δημιουργία μιας τέτοιας πληροφοριακής βάσης, πρέπει να περιλαμβάνεται όχι μόνο το είδος (θεματική - περιγραφική πληροφορία), αλλά και η γεωγραφική θέση της πληροφορίας (χωρική πληροφορία).

Αυτή η διαπίστωση οδήγησε, σε μια έντονη προσπάθεια ανάπτυξης αυτοματοποιημένων τρόπων για την αποτελεσματικότερη αποθήκευση, ανάλυση και παρουσίαση γεωγραφικών δεδομένων, που να ικανοποιούν την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση για πληροφορίες χωρικής φύσης. Τις ανάγκες αυτές καλύπτουν τα GIS - Geographical Information Systems: *Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα* (ΓΠΣ) ή *Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών* (ΣΓΠ), ή *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών* (ΓΣΠ). Στο κείμενο αυτό θα χρησιμοποιηθεί ο όρος ΣΓΠ.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών θεωρούνται, από πολλούς, σαν η σπουδαιότερη επινόηση της Γεωγραφίας, μετά το χάρτη. Σύμφωνα με το διεθνές γλωσσάρι όρων ΣΓΠ, ένα ΣΓΠ είναι *‘ένα υπολογιστικό σύστημα για τη συλλογή, διαχείριση, ολοκλήρωση, εκμετάλλευση, ανάλυση και εμφάνιση δεδομένων τα οποία αναφέρονται σε ένα τμήμα της γήινης επιφάνειας’* (R McDonnell & K Kemp. 1995. *International GIS Dictionary*. Cambridge: GeoInformation International).

ορισμός GIS

Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ένα ΣΓΠ αποτελεί σύνολο υλικού, λογισμικού, και διαδικασιών το οποίο με την κατάλληλη χρήση υποστηρίζει τη συλλογή, διαχείριση, ανάλυση, μοντελοποίηση και παρουσίαση δεδομένων με χωρική αναφορά. Αποτελεί επίσης σημαντικό εργαλείο υποστήριξης λήψεων αποφάσεων στην επίλυση ποικίλων προβλημάτων διαχείρισης και σχεδιασμού(Χαλκιάς 2006). Τελευταία χρησιμοποιείται και η απόδοση του όρου ως Geographical Information Science (Επιστήμη Γεωγραφικών Πληροφοριών).

Τα ΣΓΠ επιτυγχάνουν με τη βοήθεια των υπολογιστών την ανάπτυξη και το χειρισμό μιας βάσης δεδομένων στην οποία τα τελευταία είναι γεωγραφικά ή κατά χώρο προσανατολισμένα. Σύμφωνα με μια πιο γενική θεώρηση τα ΣΓΠ είναι συστήματα εξομοίωσης του πραγματικού χώρου.

Από πολλούς ερευνητές έχουν προταθεί διάφοροι ορισμοί για τα ΣΓΠ. Χαρακτηριστικά αναφέρονται οι παρακάτω :

περισσότεροι ορισμοί

“ ... είναι κάθε συμβατικό, ή βασισμένο σε υπολογιστές, σύνολο διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση και διαχείριση γεωγραφικά αναφερόμενης πληροφορίας.” (Aronoff, 1989).

“... οντότητα , που απεικονίζει μια οργανωμένη δομή στην οποία ενοποιούνται τεχνολογία, βάση δεδομένων και γνώση και το οποίο απαιτεί διαρκή οικονομική υποστήριξη.” (Carter, 1989).

“ ... είναι μια τεχνολογία πληροφορικής που αποθηκεύει, αναλύει και εμφανίζει χωρικά και μη χωρικά δεδομένα.” (Parker, 1988).

“ Μια ειδική περίπτωση πληροφοριακού συστήματος όπου η βάση δεδομένων αποτελείται από παρατηρήσεις χωρικά κατανεμημένων στοιχείων, διαδικασιών ή γεγονότων που καθορίζονται στο χώρο σαν σημεία, γραμμές ή επιφάνειες. Ένα ΣΓΠ διαχειρίζεται δεδομένα σχετικά με αυτά τα σημεία, γραμμές και επιφάνειες με σκοπό την ανάλυση, έπειτα από τη διατύπωση ειδικών ερωτημάτων καθώς και την ανάλυσή τους.” (Dueker, 1979).

“... ένα σύστημα βάσης δεδομένων στο οποίο τα περισσότερα από αυτά είναι χωρικά, και πάνω στα οποία λειτουργεί ένα σύνολο από διαδικασίες με σκοπό να απαντηθούν ερωτήσεις σχετικές με τα χωρικά στοιχεία που έχουν εισαχθεί σε αυτή τη βάση δεδομένων.” (Smith et al, 1987).

“... ένα αυτοματοποιημένο σύνολο λειτουργιών που παρέχει στους επαγγελματίες προχωρημένες δυνατότητες για την αποθήκευση, ανάκτηση διαχείριση και παρουσίαση χωρικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο.” (Ozertoy, Smith και Sicherman, 1981).

“ ... ένα σύστημα λήψης αποφάσεων στο οποίο συμμετέχει η ενοποίηση χωρικά αναφερόμενων δεδομένων σ’ ένα περιβάλλον προβλήματος - λύσης.” (Cowen, 1988).

“... ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάκτηση κατά βούληση, μετασχηματισμό και εμφάνιση χωρικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο.” (Burrough, 1986).

“... ένα σύστημα με εξελιγμένες δυνατότητες γεωεξομοίωσης (Geo - modelling).” (Koshkariou, Tikunou και Trofitou, 1989).

Ειδικές περιπτώσεις Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, οι οποίες διατηρούν όμως το βασικό τους σκεπτικό, είναι τα M.I.M.S (Map Information Management Systems), με έμφαση στη χαρτογραφία και τα L.I.S (Land Information Systems), στα οποία δίδεται έμφαση στις ανάγκες κυρίως των κτηματολογικών εφαρμογών.

Τα δεδομένα ενός ΣΓΠ συχνά οργανώνονται σε πληροφοριακά επίπεδα (layers) τα οποία αφορούν στην ίδια γεωγραφική περιοχή. Το καθένα από



Χρήσεις γης
Υδρογραφικό δίκτυο
Οδικό δίκτυο
Πόλεις
Βλάστηση
Κλπ...

αυτά τα επίπεδα περιλαμβάνει είτε δεδομένα στην αρχική τους μορφή (π.χ. τοπογραφικές μετρήσεις, δορυφορικά κτλ) είτε επεξεργασμένες θεματικές πληροφορίες (π.χ. είδος βλάστησης, τύπος εδαφών, κλίση και έκθεση του αναγλύφου, αποτελέσματα ταξινόμησης δορυφορικών δεδομένων κτλ).

Κύριο χαρακτηριστικό σε αυτή τη λογική των επιπέδων είναι η ύπαρξη ενός κοινού συστήματος αναφοράς, ώστε να καθίσταται δυνατή η συνδυαστική αξιοποίησή τους, ανάλογα με τις επιθυμίες του χρήστη. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι όλα τα δεδομένα μετατρέπονται σε ψηφιακή μορφή και η επεξεργασία τους γίνεται με ειδικό λογισμικό, έτσι ώστε να αξιοποιούνται οι δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα που παρέχει η πληροφορική. Τα πλεονεκτήματα αυτά σχετίζονται κυρίως με

- την ταχύτητα επεξεργασίας,
- τις δυνατότητες εκτέλεσης πολύπλοκων λειτουργιών,
- την ευκολία ανάκτησης και αναθεώρησης των δεδομένων,
- τις δυνατότητες αποθήκευσης και αρχειοθέτησης τεράστιου όγκου δεδομένων
- την ευκολία διάχυσης των δεδομένων
- τις εξελιγμένες δυνατότητες παρουσίασης
- κλπ.

Τελευταία, ο όρος GIS αποδίδεται και ως Geographical Information Science (επιστήμη των γεωγραφικών πληροφοριών) σε μια προσπάθεια να δοθεί έμφαση στην επιστημονική μελέτη των ζητημάτων που σχετίζονται με τη δημιουργία, διαχείριση, αποθήκευση και χρήση των γεωγραφικών πληροφοριών (Goodchild 1992).

Επιστήμη
γεωγραφικών
πληροφοριών

Τι είναι τα ΣΓΠ;

Έτσι στη βασική ερώτηση: “τι είναι τα ΣΓΠ “; μπορούν να αναφερθούν τα παρακάτω:

Είναι μια ειδική μορφή πληροφοριακού συστήματος (Information System) η οποία διαχειρίζεται γεωγραφικά δεδομένα. Πληροφοριακό σύστημα είναι ένα ευρύ πλαίσιο διαχείρισης δεδομένων (data) το οποίο στοχεύει στην παραγωγή χρήσιμης πληροφορίας (information).

Ένα ΣΓΠ χρησιμοποιεί δεδομένα με γεωγραφική αναφορά όπως και μη χωρικά δεδομένα, υποστηρίζοντας παράλληλα τη χωρική ανάλυση. Συνδυατικό κρίκο μεταξύ των στοιχείων του είναι η “γεωγραφία τους” (τοποθέτηση, χωρικές σχέσεις κλπ)

Γενικά τα ΣΓΠ είναι ένα σύνολο υλικού, λογισμικού, και διαδικασιών το οποίο με την κατάλληλη χρήση υποστηρίζει τη συλλογή, διαχείριση, ανάλυση, μοντελοποίηση και παρουσίαση δεδομένων με χωρική αναφορά. Αποτελεί επίσης σημαντικό εργαλείο υποστήριξης λήψεων αποφάσεων στην επίλυση ποικίλων προβλημάτων διαχείρισης και σχεδιασμού.

Από την πληθώρα ορισμών για τα ΣΓΠ που αναπτύχθηκαν παραπάνω, είναι φανερό ότι η προσέγγιση του συγκεκριμένου επιστημονικού πεδίου μπορεί να γίνει από πολλές διαφορετικές οπτικές: την *τεχνολογική*, η οποία αντιμετωπίζει τα ΣΓΠ ως ένα σύνολο από υλικό, λογισμικό και δεδομένα μέσα σε ένα υπολογιστικό σύστημα, τη *μεθοδολογική*, που εξετάζει τα ΣΓΠ ως εργαλεία διαχείρισης και ανάλυσης του χώρου, την οπτική του *επαγγελματία*, σύμφωνα με την οποία τα ΣΓΠ συνιστούν μια νέα, σύγχρονη ειδικότητα με σημαντικές επαγγελματικές προοπτικές, και τέλος την *εμπορική*, σύμφωνα με την οποία τα ΣΓΠ είναι ένας τεχνολογικός τομέας με σημαντικό δυναμικό πωλήσεων λογισμικού, δεδομένων και υπηρεσιών.

Η τεχνολογία των ΣΓΠ συχνά συγχέεται με άλλα συναφή τεχνολογικά πεδία όπως είναι τα *συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων ΣΔΒΔ (Data Base Management Systems)* και τα *συστήματα αυτόματης σχεδίασης (Computer Aided Design)*. Αυτή η σύγχυση είναι απόρροια του ότι τα GIS χρησιμοποιούν αρκετά στοιχεία τόσο της τεχνολογίας των DBMS όσο και της τεχνολογίας των CAD.

Τα ΣΔΒΔ χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση κυρίως πινάκων στατιστικών – αλφαριθμητικών δεδομένων. Τα δεδομένα στους πίνακες αυτούς (οι οποίοι συνήθως συσχετίζονται) είναι οργανωμένα σύμφωνα με κάποιο μοντέλο. Τα συνηθέστερα μοντέλα είναι το *σχεσιακό (relational)* και τελευταία το *αντικειμενοστρεφές (object – oriented)*. Μέσα από τις κατάλληλες λειτουργίες ο χρήστης μπορεί να θέσει ερωτήματα που αφορούν τα δεδομένα.

Τα συστήματα CAD έχουν σαν βασικό σκοπό τη δημιουργία, διαχείριση και παραγωγή ηλεκτρονικών σχεδίων. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε εφαρμογές σχεδίων μηχανικών και βασίζονται σε μία λογική αντικειμένων – γραφικών τα οποία οργανώνονται σε επίπεδα.

Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι τα GIS αποτελούν κατά μια έννοια το συγκερασμό των τεχνολογιών DBMS και CAD, αφού διαχειρίζονται τόσο περιγραφικές όσο και χωρικές πληροφορίες. Η ιδιαιτερότητες των συστημάτων αυτών εντοπίζονται στα δεδομένα (γεωγραφική αναφορά) και στις εξειδικευμένες αναλυτικές λειτουργίες (υποστήριξη χωρικής ανάλυσης με την αξιοποίηση χωρικών – περιγραφικών δεδομένων).

Πολλές φορές με τον όρο ΣΓΠ (GIS) αποδίδονται δύο διαφορετικές έννοιες. Η πρώτη αναφέρεται στην *πραγματική εφαρμογή GIS*, η οποία συμπεριλαμβάνει σαν δομικά στοιχεία υλικό, δεδομένα, λογισμικό, ανθρώπινο δυναμικό και διαδικασίες. Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα για την επίλυση ενός προβλήματος (εφαρμογή GIS). Η δεύτερη εστιάζει στο *λογισμικό GIS*, το οποίο είναι συνήθως ένα εμπορικό πακέτο.

Επίσης – όπως αναφέρθηκε – στις μέρες μας υποστηρίζεται και ο εναλλακτικός τρόπος αποκωδικοποίησης του ακρωνύμιου GIS ως *Geographical Information Science*, (*επιστήμη γεωγραφικών πληροφοριών*). Εδώ η έμφαση δίνεται στο θεωρητικό και επιστημολογικό πλαίσιο που περιβάλλει την τεχνολογία των GIS.

Ερωτήματα στα οποία απαντά ένα ΣΓΠ

Μια από τις σημαντικές δυνατότητες ενός ΣΓΠ είναι και η δυνατότητα απάντησης σε πληθώρα ερωτημάτων που σχετίζονται με το χώρο. Τα γενικά ερωτήματα στα οποία απαντά ένα ΣΓΠ ταξινομούνται στις παρακάτω κύριες κατηγορίες:

κατηγορίες
ερωτημάτων που
απαντώνται από
ένα ΣΓΠ

- *Τι βρίσκεται.....;* (προσδιορισμός των γεωγραφικών οντοτήτων σε μια συγκεκριμένη θέση)
- *Πού βρίσκεται.....;* (προσδιορισμός των σημείων του χώρου στα οποία ικανοποιούνται συγκεκριμένες συνθήκες)
- *Πόσο έχει αλλάξει.....;* (προσδιορισμός γεωγραφικών συμβάντων ή τάσεων οι οποίες έχουν αλλάξει ή βρίσκονται σε διαδικασία αλλαγής)
- *Ποια δεδομένα σχετίζονται*; (ανάλυση χωρικών σχέσεων μεταξύ γεωγραφικών οντοτήτων)
- *Ερωτήματα μοντελοποίησης του χώρου* (π.χ. υπολογισμός και εμφάνιση βέλτιστης διαδρομής, κατάλληλης θέσης, περιοχών με μεγάλη επικινδυνότητα κλπ με βάση κάποιο μοντέλο)

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται παραδείγματα ερωτημάτων τα οποία συχνά απαντώνται μέσα από ένα ΣΓΠ.

Παραδείγματα ερωτημάτων τα οποία απαντώνται από ένα ΣΓΠ;	
✓	<i>Πού βρίσκεται ο οικισμός “Πελασγία”;</i>
✓	<i>Ποιοι Δήμοι συνορεύουν με το Δήμο Σπάρτης;</i>
✓	<i>Ποια είναι η μέση τιμή του υψομέτρου για τη νήσο Σίκινο;</i>
✓	<i>Πόσοι και ποιοι οικισμοί βρίσκονται σε ευθεία απόσταση μικρότερη των 10 χλμ από την Εθνική οδό Αθήνας - Λαμίας;</i>
✓	<i>Ποια είναι η συνολική έκταση των Εθνικών Δρυμών;</i>
✓	<i>Ποιες είναι οι διακυμάνσεις του δείκτη γήρανσης στο νόμο Αρκαδίας τα τελευταία 50 χρόνια;</i>
✓	<i>Ποιο είναι το μήκος του ρήγματος του σεισμού της Πάρνηθας;</i>
✓	<i>Ποια είναι η συντομότερη οδός από το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο μέχρι το σταθμό ΗΣΑΠ Πειραιά;</i>
✓	<i>Ποιες γεωτρήσεις βρίσκονται εντός ζώνης 300μ από τα σημεία ελεύθερης απόρριψης απορριμμάτων;</i>
✓	<i>Ποιες δημοτικά διαμερίσματα έχουν πυκνότητα πληθυσμού < 40 κατ/τ.χλμ ΚΑΙ μέσο υψόμετρο > 250 μ ΚΑΙ ,μέση χρονοαπόσταση από πρωτεύουσα Νομού > 30 λεπτά</i>

Είναι φανερό ότι αρκετές από τις παραπάνω ερωτήσεις είναι πολύ επίπονο και χρονοβόρο να απαντηθούν με τα κλασικά μέσα και διαδικασίες. Αυτό, σε συνδυασμό με τη δυνατότητα προσαρμογής ενός ΣΓΠ σε πληθώρα χρηστικών αναγκών, καθιστά την τεχνολογία αυτή απαραίτητο σύγχρονο εργαλείο στα χέρια του σύγχρονου γεωγράφου.

Για να δοθούν απαντήσεις στα ερωτήματα που αναπτύχθηκαν παραπάνω ένα ΣΓΠ θα πρέπει να είναι σε θέση να υποστηρίξει:

- Την καταγραφή και προεπεξεργασία δεδομένων
- Τη διαχείριση και ανάκτηση δεδομένων
- Τη χωρική ανάλυση και τη διενέργεια μετρήσεων
- Την οπτικοποίηση και τη γραφική απεικόνιση

βασικές
λειτουργίες ΣΓΠ

Βασικές λειτουργίες ΣΓΠ	Παραδείγματα λειτουργίας
Καταγραφή – επεξεργασία δεδομένων	Ψηφιοποίηση αναλογικού χάρτη
Διαχείριση – ανάκτηση	Επιλογή δεδομένων με ερωτήματα στη βάση περιγραφικών δεδομένων
Χωρική ανάλυση και μετρήσεις	Επιθέσεις θεαματικών επιπέδων, μετρήσεις μηκών, εμβαδών ή αποστάσεων μεταξύ γεωγραφικών οντοτήτων
Οπτικοποίηση – γραφική απεικόνιση	Δημιουργία θεματικών χαρτών, δημιουργία 3d απεικονίσεων του χώρου

Συνοπτικά, τα πλεονεκτήματα των ΣΓΠ σε σχέση με τις κλασσικές μεθόδους αρχειοθέτησης – ανάλυσης – παρουσίασης γεωγραφικών δεδομένων σχετίζονται:

κύρια
πλεονεκτήματα
ενός ΣΓΠ

- Την αξιοποίηση δεδομένων από διαφορετικές πηγές (data integration)
- Την ευκολία αναθεωρήσεων - ενημερώσεων
- Την ευκολία αποθήκευσης και ανάκτησης πληροφοριών
- Τις εξελιγμένες δυνατότητες επεξεργασίας – μοντελοποίησης
- Τις δυνατότητες αυτοματοποιημένης χαρτογραφίας (ευκολία δημιουργίας εναλλακτικών χαρτογραφικών επιλογών, ευκολία παραγωγής χαρτών, 3d διαγραμμάτων κλπ)

Συναφή τεχνολογικά πεδία - Επιστήμες

Τα ΣΓΠ είναι ο χώρος όπου συγκλίνουν διάφορα τεχνολογικά και επιστημονικά πεδία. Κάθε τέτοιο πεδίο παρέχει το υπόβαθρο το οποίο στο σύνολό του οικοδομεί τα ΣΓΠ. Ορισμένα από τα πεδία αυτά ασχολούνται: α) με τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται το χώρο (Γεωγραφία, Ψυχολογία κλπ), β) με τη συλλογή και επεξεργασία των χωρικών δεδομένων (Τηλεπισκόπηση, Τοπογραφία, Χαρτογραφία, κλπ), γ) με τη θεωρητική και μεθοδολογική θεμελίωση των ΣΓΠ (Πληροφορική, Μαθηματικά, Στατιστική κλπ) και δ) με συγκεκριμένες εφαρμογές (Πολιοδομία, Αρχιτεκτονική, Γεωλογία,

Δασολογία, Βιολογία, Αρχαιολογία, Περιβάλλον κλπ). Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική αναφορά ορισμένων από τα σημαντικότερα αυτά συναφή ως προς τα ΣΓΠ επιστημονικά πεδία.

Γεωγραφία.

Η Γεωγραφία ασχολείται με την κατανόηση του χώρου και τη θέση του ανθρώπου πάνω σε αυτόν. Έχοντας μακρά παράδοση και ισχυρό θεωρητικό υπόβαθρο σε θέματα ανάλυσης του χώρου, συνδέεται άμεσα με τα ΣΓΠ, ιδιαίτερα σε θέματα σχεδιασμού, ανάλυσης και εφαρμογών.

Χαρτογραφία.

Ασχολείται με την απόδοση - εμφάνιση χωρικών πληροφοριών. Μια από τις σημαντικότερες πηγές δεδομένων σε ένα ΣΓΠ είναι τα προϊόντα της Χαρτογραφίας (χάρτες). Η γνώση των αρχών της βοηθά στο σχεδιασμό των εξαγομένων από ένα ΣΓΠ. Ακόμη, η ψηφιακή ή αυτοματοποιημένη χαρτογραφία παρέχει μεθόδους ψηφιακής αναπαράστασης και μεθόδους οπτικοποίησης των χαρτογραφικών οντοτήτων.

Τηλεπισκόπηση ή Τηλεανίχνευση (Remote Sensing).

Η Τηλεανίχνευση περιλαμβάνει τεχνικές απόκτησης και επεξεργασίας δεδομένων που λαμβάνονται από απόσταση (δορυφορικές εικόνες, εικόνες από αεροπλάνα κλπ). Το πλεονέκτημα των δεδομένων αυτών είναι ότι είναι ενημερωμένα (αφού λαμβάνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα), είναι αρκετά λεπτομερή (στις μέρες μας έχει βελτιωθεί σημαντικά η διακριτική ικανότητα των δορυφόρων) και σχετικά φθηνά. Έτσι συνήθως επεξεργασμένα δεδομένα Τηλεανίχνευσης ενσωματώνονται στις χωρικές πληροφορίες ενός ΣΓΠ.

Σύστημα Παγκόσμιου εντοπισμού θέσης (Global Positioning System - GPS).

Παρέχει ακριβή εντοπισμό της θέσης πάνω στη γήινη επιφάνεια, μέσω σημάτων που εκπέμπονται από δορυφόρους και λαμβάνονται από ειδικές ηλεκτρονικές συσκευές (δέκτες GPS). Ακόμα και οι απλοί δέκτες παρέχουν δεδομένα σημαντικής ακρίβειας, όντας επίσης οικονομικά προσιτοί και εύχρηστοι. Τα δεδομένα των GPS μπορούν να εισαχθούν σε ένα ΣΓΠ, παρέχοντας άμεσα πληροφορίες θέσης.

Τοπογραφία

Παρέχει δεδομένα υψηλής ακρίβειας σχετικά με τη θέση γεωγραφικών αντικειμένων (γεωτεμαχίων, κτιρίων, ιδιοκτησιών, κλπ).

Φωτογραμμετρία

Παρέχει με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και δεδομένων (αεροφωτογραφιών), ακριβείς μετρήσεις. Σημαντικά παράγωγά της είναι και τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους (Digital Terrain Models), τα οποία συνιστούν σημαντική γεωγραφική πληροφορία ενός ΣΓΠ.

Πληροφορική

Η επιστήμη της πληροφορικής σχετίζεται με το υλικό, το λογισμικό καθώς και τις τεχνικές για την εισαγωγή, επεξεργασία και αναπαράσταση των πληροφοριών ενός ΣΓΠ. Το λογισμικό διαχείρισης και οπτικοποίησης γραφικών αντικειμένων, και τα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (DBMS), είναι χαρακτηριστικά πεδία της πληροφορικής με άμεση εφαρμογή στα ΣΓΠ.

Μαθηματικά, Στατιστική

Πολλοί κλάδοι των μαθηματικών, όπως η αναλυτική γεωμετρία, η στατιστική και η τοπολογία χρησιμοποιούνται στα ΣΓΠ στο σχεδιασμό του συστήματος όπως και στην ανάλυση των χωρικών δεδομένων. Η στατιστική ειδικότερα, βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή στα ΣΓΠ τόσο στις τεχνικές ανάλυσης, όσο και στην εκτίμηση σφαλμάτων και αβεβαιότητας στα δεδομένα.

Εφαρμογές ΣΓΠ

Τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, ως τεχνολογία η οποία δίνει απαντήσεις σε προβλήματα διαχείρισης του χώρου, χρησιμοποιούνται σε πολλαπλά πεδία εφαρμογών. Οι εφαρμογές αυτές (οι οποίες υλοποιούνται τόσο από μεγάλους οργανισμούς, όσο και από μικρότερους ανεξάρτητους φορείς και ερευνητές), ταξινομούνται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες:

Περιβαλλοντικές εφαρμογές

- δημιουργία και διαχείριση βάσεων περιβαλλοντικών δεδομένων σε τοπικό, εθνικό ή και παγκόσμιο επίπεδο,
- εφαρμογές στις γεωεπιστήμες,
- δασολογικές εφαρμογές,
- φυσικές καταστροφές,
- οικολογία

κλπ.

Κοινωνικό-οικονομικές εφαρμογές

- κτηματολόγιο,
- δημογραφικές έρευνες,
- εφαρμογές στις επιστήμες υγείας,
- εφαρμογές ανάλυσης αγοράς,
- εφαρμογές στην εγκληματολογία,
- δίκτυα κοινής ωφέλειας,
- συστήματα πληροφοριών γης,
- γεωργία ακριβείας,
- αρχαιολογία,

κλπ

Διαχειριστικές εφαρμογές

- τοπική αυτοδιοίκηση,
- χωροταξικός - πολεοδομικός σχεδιασμός,
- εφαρμογές χωροθετήσεων,

- μεταφορές,
 - πλοήγηση,
- κλπ

Συνοπτική Ιστορική εξέλιξη των ΣΓΠ

Οι ρίζες των ΣΓΠ ως επιστημονικού κλάδου, ίσως θα πρέπει να αναζητηθούν στη επιστήμη της *Θεματικής Χαρτογραφίας* η οποία έχει σαν βασικό στόχο τη μετάδοση θεματικών εννοιών, κυρίως γεωγραφικού ενδιαφέροντος. Συνηθισμένη πρακτική για την υποστήριξη εφαρμογών προγραμματισμού ήταν η υπέρθεση χαρτών. Ήδη από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα, για την υποστήριξη εφαρμογών χωροθετήσεων, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές υπέρθεσης χαρτών τυπωμένων σε διαφάνειες.

Οι βάσεις των ΣΓΠ, όσον αφορά το πληροφορικό τους τμήμα, τέθηκαν τις δεκαετίες 1950-1960 με την ανάπτυξη λογισμικών και τεχνικών αυτοματοποιημένης χαρτογραφίας, οι οποίες αρχικά δεν ήταν αυτόνομες εφαρμογές αλλά συνεργαζόμενα τμήματα λογισμικού.

Το εργαστήριο χωρικής ανάλυσης και γραφικών υπολογιστή του πανεπιστημίου του Harvard αποτέλεσε τον πρώτο πυρήνα ανάπτυξης ενιαίων συστημάτων ΣΓΠ, τις δεκαετίες 1960 -1970, ενώ ήδη από αυτή την περίοδο κάνουν την εμφάνισή τους οι πρώτες εταιρείες κατασκευής λογισμικού και παροχής υπηρεσιών στον τομέα των ΣΓΠ.

Τη δεκαετία του 1980 αναπτύσσεται σημαντικά η τεχνολογία του λογισμικού ΣΓΠ τόσο σε περιβάλλον προσωπικού υπολογιστή (PC) όσο και σε σταθμούς εργασίας (workstations).

Τη δεκαετία του 1990 έχουμε τη ραγδαία ανάπτυξη των διεπαφών λογισμικού (έμφαση στην απλότητα και τη φιλικότητα προς το μέσο χρήστη), όσο και των παρεχόμενων λειτουργιών και δυνατοτήτων.

Τέλος μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1990 και στις αρχές της δεκαετίας του 2000 η έμφαση δίνεται σε νέες πρωτοπόρες δυνατότητες (εφαρμογές - λογισμικό ΣΓΠ μέσω διαδικτύου, κλπ).

Ακολουθεί μια χρονολογική παράθεση γεγονότων που υπήρξαν καθοριστικά στην ιστορική εξέλιξη των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (G.I.S).

1960 - 1970

1963

- Ανάπτυξη **Καναδικού Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (Canada Geographic Information System - CGIS)** από ομάδα υπό του Roger Tomlinson. Πρωτοπόρο σύστημα ΣΓΠ για τον Καναδά.
- Δημιουργία της ένωσης **Urban and Regional Information Systems Association (URISA)**.

1964

- Δημιουργία του Εργαστηρίου **Harvard Lab for Computer Graphics and Spatial Analysis** από τον Howard Fisher. Το εργαστήριο αποτέλεσε σημαντικό ερευνητικό κέντρο, το οποίο δημιούργησε πρωτοπόρο λογισμικό για τη διαχείριση χωρικών πληροφοριών.

1965

- Πρόγραμμα της εταιρείας IBM για εξομοίωση της διαδικασίας δημιουργίας ισοϋψών καμπυλών.

1966

- Δημιουργία του **SYMAP (Synagraphic Mapping System)**, από τον Howard Fisher. Η δημιουργία του ξεκίνησε στο Northwestern Technology Institute και ολοκληρώθηκε στο Harvard Lab for Computer Graphics and Spatial Analysis.

1967

- Ανάπτυξη του προτύπου δεδομένων **DIME (Dual Independent Map Encoding)** από τον George Farmsworth.
- Ίδρυση του **Experimental Cartography Unit (ECU)** στο Royal College of Art του Λονδίνου από τον David P. Bickmore.

1969

- Ίδρυση στις ΗΠΑ της εταιρείας **Environmental Systems Research Institute (ESRI)** από τους Jack & Laura Dangermond. Η εταιρεία αποτελεί ως τις μέρες μας μια από τις κύριες πηγές δημιουργίας και διάθεσης λογισμικού ΣΓΠ. Κατέχει σημαντικό μερίδιο της αγοράς ΣΓΠ.
- Ίδρυση στις ΗΠΑ της εταιρείας **Intergraph Corporation** από τον Jim Meadlock (αρχική ονομασία : M&S Computing Inc.). Εταιρεία παραγωγής -μεταξύ των άλλων - λογισμικού ΣΓΠ.
- Έκδοση του σημαντικού βιβλίου *Design With Nature* του Ian McHarg το οποίο αναφέρεται στην ανάπτυξη τεχνικών επίθεσης χαρτών.

1970 - 1980

1971

- Το Καναδικό γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα (**CGIS**) καθίσταται πλήρως επιχειρησιακό.
- Δημιουργία λογισμικού αυτοματοποιημένης παραγωγής των πρώτων "χαρτών ορατότητας" από τον Peuker.

1972

- Εκτόξευση του πρώτου πλουτοπαραγωγικού δορυφόρου **Landsat** (είναι επίσης γνωστός και με το όνομα ERTS-1).
- Έναρξη του προγράμματος **GFIS (Geographic Information Systems)** της IBM.
- Σημαντική μονογραφία του Peuker "**Computer Cartography**".

1973

- Έναρξη ανάπτυξης του συστήματος **GIRAS (Geographical Information Retrieval and Analysis System)** του USGS για τη διαχείριση και ανάλυση μεγάλων χωρικών βάσεων δεδομένων.

- Πρώτη περιγραφή του μοντέλου TIN (τοπολογικά συνδεδεμένα τρίγωνα), που θεωρείται η ανώτερη επιφάνεια ενός τρισδιάστατου στερεού, από τον Thomas Peucker.

1974

- Πρώτο συνέδριο **AUTOCARTO** το Σεπτέμβριο του 1974, στο Reston, Virginia, USA.
- Ίδρυση του Experimental Cartography Unit (ECU) στο Royal College of Art, London.

1977

- Δημιουργία του format χωρικών δεδομένων **DLG (Digital Line Graph)** από την USGS.

1978

- Ίδρυση της εταιρείας **ERDAS** η οποία ασχολείται ως και τις μέρες μας κυρίως με την ανάπτυξη και διάθεση λογισμικού το οποίο αξιοποιεί δεδομένα Τηλεπισκόπησης.

1979

- Το πρώτο μοντέρνο διανυσματικό ΣΓΠ (**σύστημα ODYSSEY**) αναπτύσσεται από το Εργαστήριο Harvard Lab.

1980 - 1990

1981

- Διάθεση στην αγορά του λογισμικού διανυσματικού ΣΓΠ **ARC/INFO** από την ESRI. Επίσης την ίδια χρονιά λαμβάνει χώρα το πρώτο συνέδριο της ESRI.

1984

- Πρώτο Διεθνές Συμπόσιο Διαχείρισης Χωρικών Δεδομένων (**International Spatial Data Handling Symposia**).
- Έκδοση του σημαντικού βιβλίου των Marble, Calkins & Peuquet "*Basic Readings in Geographic Information Systems*".

1985

- Επιχειρησιακή χρήση των **GPS (Global Positioning System)**.
- Ανάπτυξη του λογισμικού raster ΣΓΠ **GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)**, στο US Army Construction Engineering Research Laboratories.

1986

- Πρώτη έκδοση του πολύ σημαντικού βιβλίου του Peter Burrough "*Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment*" το οποίο κατέγραψε με εξαιρετικό τρόπο τις αρχές αλλά και τις μελλοντικές χρήσεις των ΣΓΠ.
- Εκτόξευση του πρώτου δορυφόρου **SPOT** από τη Γαλλία.
- Διάθεση στην αγορά από την ESRI λογισμικού ΣΓΠ για προσωπικούς υπολογιστές (**PC ARC/INFO**).

1987

- Έκδοση του **International Journal of Geographical Information Systems**.

- Έναρξη στον Ακαδημαϊκό χώρο του προγράμματος ΣΓΠ **IDRISI** από τον Ron Eastman στο Clark University.

1988

- Ίδρυση στις ΗΠΑ του **National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA)**.
- Το πρώτο συνέδριο **ΣΓΠ/LIS**.
- Ίδρυση της εταιρείας παραγωγής λογισμικού ΣΓΠ **Smallworld**.
- Πρώτη προσπάθεια για ΣΓΠ στο Internet (πρόγραμμα **GIS-L** Internet list-server από τον Ezra Zubrow, State University, New York, Buffalo).

1989

- Έκδοση του πολύ σημαντικού βιβλίου του Stan Aronoff "*Geographic Information Systems: a Management Perspective*".
- Διάθεση από την Integraph του λογισμικού ΣΓΠ **MGE**.
- Δημιουργία στη Μ. Βρετανία του **Association of Geographical Information (AGIS)**.

1990 - 2000

1991

- Έκδοση από τους Maguire, Goodchild, and Rhind της "Βίβλου των ΣΓΠ" "*Geographical Information Systems : Principles and Applications*".

1993

- Δημιουργία του **Open GIS Consortium** από τους David Schell, Ken Gardells, Kurt Buehler και άλλους.

1995

- Διάθεση του λογισμικού ΣΓΠ **MapInfo Professional** για Windows 95.

1999

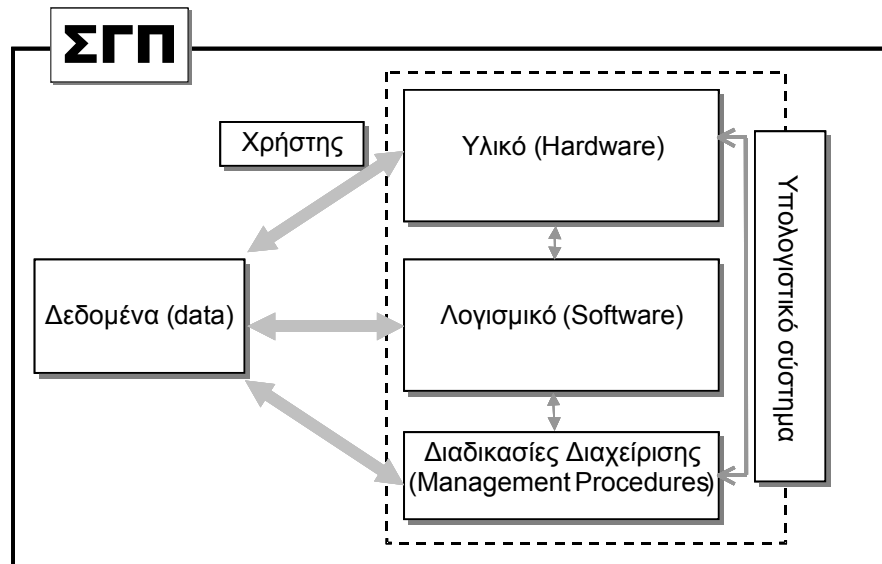
- Εκτόξευση του δορυφόρου **Landsat TM7**.

2000 -

- Αλματώδης ανάπτυξη των λογισμικών GIS. Διάθεση **Object oriented** λογισμικών GIS.
- Επιχειρησιακή λειτουργία **δορυφορικών συστημάτων** νέας γενιάς **υψηλής διακριτικής ικανότητας**.
- Ανάπτυξη και διάδοση **λογισμικού GIS ανοικτού κώδικα**
- Ανάπτυξη εφαρμογών **WebGIS**

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΣΓΠ

Τα βασικά δομικά στοιχεία ενός ΣΓΠ είναι το *υπολογιστικό σύστημα*, και τα *δεδομένα*. Βέβαια δεν θα πρέπει να αγνοείται και ο *ανθρώπινος παράγοντας (χρήστης)* ο οποίος είναι καθοριστικός για την αποτελεσματική λειτουργία κάθε παρόμοιου συστήματος. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα κύρια τμήματα ενός ΣΓΠ.



Συστατικά μέρη ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών

Το υπολογιστικό αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- υλικό (*hardware*),
- λογισμικό (*software*),
- και διαδικασίες διαχείρισης (*management procedures*).

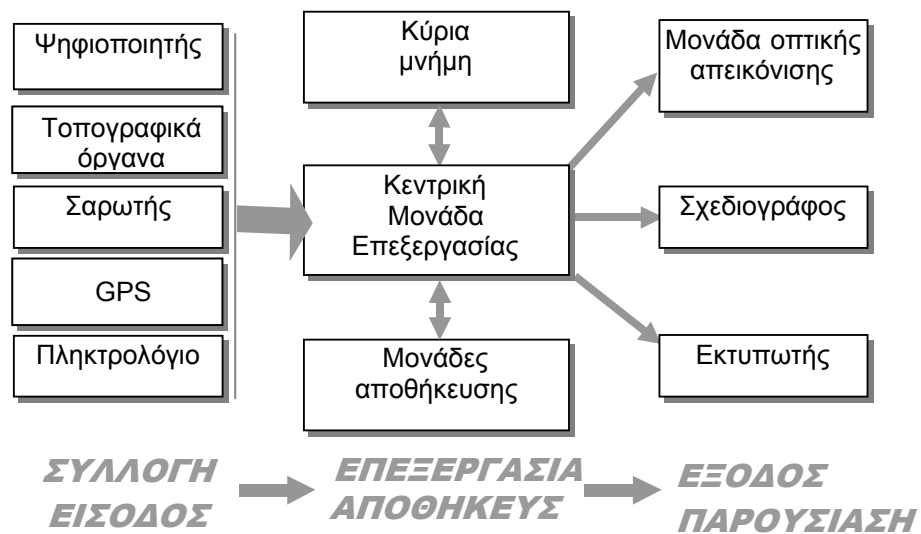
Στις μέρες με τη ραγδαία ανάπτυξη της Πληροφορικής, οι ποιότητα και οι δυνατότητες του υλικού και του λογισμικού βρίσκονται σε πολύ ψηλό επίπεδο, ενώ το κόστος απόκτησης ισχυρών συστημάτων έχει μειωθεί σημαντικά.

Εκεί που παρατηρείται σημαντικό έλλειμμα – ιδιαίτερα στη χώρα μας – είναι στον τομέα των δεδομένων. Είναι γενικά αποδεκτό ότι το πιο δαπανηρό και χρονοβόρο τμήμα στη διαδικασία υλοποίησης ενός ΣΓΠ, είναι η δημιουργία της βάσης χωρικών και περιγραφικών δεδομένων. Στην Ελλάδα, σε πολλά έργα υλοποίησης ΣΓΠ, δαπανάται σημαντικός χρόνος και πόροι στη διαδικασία δημιουργίας της πληροφοριακής βάσης ακριβώς λόγω του περιορισμένου όγκου διαθέσιμων δεδομένων από επίσημους φορείς.

Τέλος σημειώνεται ότι παρατηρείται ακόμη σημαντική έλλειψη κατάλληλα καταρτισμένου επιστημονικού προσωπικού, ικανού να υποστηρίξει εργασίες σχεδιασμού, δημιουργίας και αξιοποίησης ΣΓΠ.

Υλικό

Το υλικό ενός ΣΓΠ είναι ανάλογο με παρόμοια πληροφοριακά συστήματα καθώς συμπεριλαμβάνει τη κεντρική υπολογιστική μονάδα, και τις μονάδες εισόδου, εξόδου και αποθήκευσης δεδομένων. Ορισμένες προσθήκες εξειδικευμένου υλικού σχετίζονται με το μέγεθος των χαρτών που είναι το παραδοσιακό μέσο οργάνωσης των γεωγραφικών πληροφοριών. Έτσι σε πολλές εφαρμογές ΣΓΠ χρησιμοποιούνται σαρωτές και σχεδιογράφοι μεγάλου μεγέθους (A0 +) για τη σάρωση και την εκτύπωση χαρτών. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα κύρια τμήματα του υλικού ενός ΣΓΠ.



τυπικό υλικό ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών

Τα γενικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει το υπολογιστικό σύστημα είναι: ισχυρό επεξεργαστή δεδομένων, εξελιγμένες δυνατότητες υποστήριξης γραφικών, έγχρωμη οθόνη υψηλής ανάλυσης, περιφερειακά μετατροπής αναλογικής πληροφορίας σε ψηφιακή (ψηφιοποιητές, σαρωτές), μονάδες αποθήκευσης δεδομένων, καθώς και εξελιγμένες συσκευές εξόδου, δηλ. παραγωγής χαρτών και αναφορών (εκτυπωτές, σχεδιογράφοι).

Σημαντικό χαρακτηριστικό στο υλικό των σύγχρονων συστημάτων αποτελεί και η δυνατότητα δικτύωσης τόσο μέσα σε ένα τοπικό σύστημα (π.χ. δίκτυο LAN) όσο και σε ένα ευρύτερο σύστημα (π.χ. σύνδεση στο διαδίκτυο internet). Τα δίκτυα συντελούν στις συνδέσεις συστημάτων με ηλεκτρονικές γραμμές επικοινωνίας και λογισμικού. Έτσι επιτυγχάνεται είτε ο διαμοιρασμός εξειδικευμένου εξοπλισμού (π.χ. δυνατότητα δικτυακής επικοινωνίας πολλών συστημάτων με έναν ακριβό σχεδιογράφο A0), είτε η σύνδεση μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και χρηστών. Η τελευταία αυτή δυνατότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική στις μέρες μας καθώς είναι εφικτή η δημιουργία μιας εφαρμογής WebGIS και ο διαμοιρασμός της με μεγάλο αριθμό χρηστών μέσω του διαδικτύου.

Λογισμικό

Το λογισμικό ενός ΣΓΠ το οποίο εκμεταλλεύεται και αξιοποιεί τις δυνατότητες του υλικού αποτελείται γενικά από τα εξής τμήματα :

- εισαγωγής και διόρθωσης δεδομένων,
- αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων,
- παρουσίασης και παραγωγής προϊόντων εξόδου,
- μετασχηματισμών,
- αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας με τους χρήστες.

Το τμήμα εισαγωγής και διόρθωσης δεδομένων καλύπτει όλες τις ανάγκες μετατροπής δεδομένων από υπάρχοντες χάρτες, καταγραφές (π.χ. δεδομένα Τηλεπισκόπησης), παρατηρήσεις πεδίου κλπ, σε μορφή κατάλληλη για επεξεργασία με ΣΓΠ.

Με το τμήμα αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων, ολοκληρώνεται η κάλυψη των αναγκών επεξεργασίας των δεδομένων με ένα σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (ΣΔΒΔ ή DBMS - Data Base Management System) και οργανώνεται - δομείται η πληροφορία σε τέτοια μορφή ώστε να είναι κατάλληλη για επεξεργασία. Το τμήμα αυτό είναι σε άμεση συνεργασία με το τμήμα εισαγωγής δεδομένων.

Το τμήμα παρουσίασης και παραγωγής προϊόντων εξόδου, αφορά στον τρόπο εμφάνισης των δεδομένων (π.χ. απεικόνιση σε οθόνη γραφικών) καθώς και στον τρόπο με τον οποίο παρέχονται τα αποτελέσματα των διαδικασιών ανάλυσης (παραγωγή τελικών χαρτών και αναφορών).

Το λογισμικό μετασχηματισμών παρέχει αυτοματοποιημένες δυνατότητες, τόσο για χωρικούς μετασχηματισμούς προσαρμογής στο επιθυμητό σύστημα συντεταγμένων, όσο και για μετασχηματισμού μορφής των πληροφοριών.

Τέλος, με το τμήμα αλληλεπίδρασης με το χρήστη (User interface), πραγματοποιείται η επικοινωνία συστήματος - χρήστη, είτε μέσα από ένα περιβάλλον εντολών είτε μέσα από παραθυρικό περιβάλλον. Επιπρόσθετα παρέχονται δυνατότητες για ερωτήσεις (queries) που αφορούν στα δεδομένα.

Οι βασικές οδηγίες διαχείρισης ψηφιακών δεδομένων σε έναν υπολογιστή ονομάζονται *προγράμματα*. Ολοκληρωμένες συλλογές από προγράμματα καλούνται λογισμικά πακέτα ή συστήματα ή εν συντομία *λογισμικό (software)*. Τα σύγχρονα λογισμικά πακέτα είναι δομημένα από τμήματα (modules) λογισμικού τα οποία είναι οργανωμένα δομικά συστατικά ευρύτερων συστημάτων.

Τα λογισμικά ΣΓΠ αξιοποιούν τα βασικά λειτουργικά συστήματα, τα οποία με τη σειρά τους αποτελούν το σύνολο των οδηγιών που ελέγχουν όλες τις ενέργειες σε έναν υπολογιστή. Όλοι οι προμηθευτές λογισμικού ΣΓΠ (οι οποίοι συνήθως είναι μεγάλες εταιρείες οι οποίες σχεδιάζουν, αναπτύσσουν και εμπορεύονται λογισμικό) αξιοποιούν τις βασικές δυνατότητες των λειτουργικών συστημάτων για διαχείριση αρχείων, απεικόνιση, εκτύπωση, ασφάλεια κλπ. Έτσι το λογισμικό ΣΓΠ δομείται αξιοποιώντας αυτές τις δυνατότητες, παρέχοντας ένα ελεγχόμενο περιβάλλον διαχείρισης, ανάλυσης ερμηνείας και παρουσίασης γεωγραφικών δεδομένων. Ο κύριος στόχος κάθε

λογισμικού ΣΓΠ είναι να αποτελέσει ένα ενιαίο πλήρες σχήμα εργασίας με γεωγραφικές πληροφορίες.

Στις απαρχές της ανάπτυξης των ΣΓΠ, τα λογισμικά ΣΓΠ αποτελούνταν από απλές συλλογές ρουτινών σε υπολογιστή τις οποίες δημιουργούσαν και χρησιμοποιούσαν εξειδικευμένοι προγραμματιστές. Η συνδυασμένη χρήση αυτών των ρουτινών δομούσε ένα λειτουργικό ΣΓΠ. Αυτή την περίοδο κάθε λογισμικό ΣΓΠ ήταν μοναδικό ως προς τις δυνατότητες του, οι οποίες ήταν προσανατολισμένες στην εφαρμογή. Σημειώνεται επίσης οι σημαντικοί πόροι (κόστος, χρόνος, προσωπικό) τους οποίους απαιτούσε η δημιουργία ενός τέτοιου επιχειρησιακού συστήματος.

Με την ανάπτυξη των τεχνικών προγραμματισμού και τη διόγκωση της αγοράς του λογισμικού ΣΓΠ, τις δεκαετίες 1970 και 1980 μεγάλωσε και η απαίτηση για εφαρμογές υψηλού επιπέδου οι με τυποποιημένα περιβάλλοντα εργασίας. Έως αρχές της δεκαετίας του 1980 ο τυπικός τρόπος επικοινωνίας με ένα λογισμικό ΣΓΠ ήταν με πληκτρολόγηση σε ένα παράθυρο γραμμής εντολών. Έτσι τα λογισμικά ΣΓΠ της εποχής αυτής δεν ήταν τίποτε άλλο παρά εργαλειοθήκες λειτουργιών ή εντολών επεξεργασίας γεωγραφικών δεδομένων των οποίων η εφαρμογή σε ένα σύνολο δεδομένων είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός άλλου συνόλου δεδομένων.

Σύνολο Δεδομένων + Λειτουργία ΣΓΠ = Νέο Σύνολο Δεδομένων

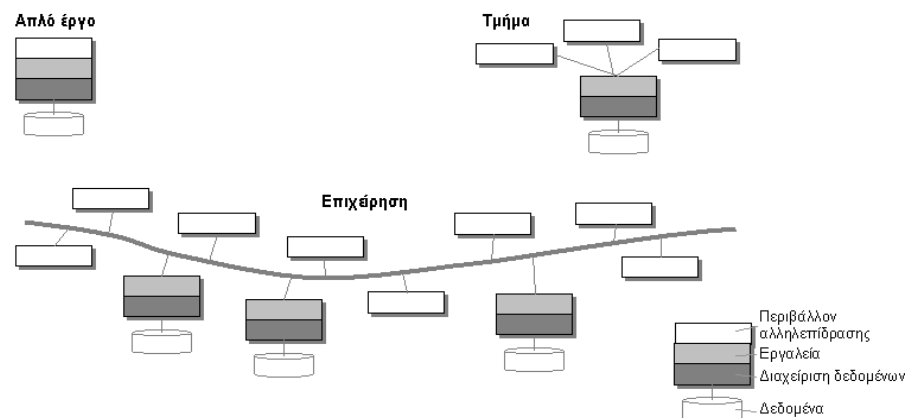
Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 η ανάγκη για λογισμικά πιο εύχρηστα, και τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικιλία εφαρμογών οδήγησε στην ανάπτυξη δύο βασικών πρωτοποριακών χαρακτηριστικών: αυτό του γραφικού τρόπου επικοινωνίας με τους χρήστες και αυτό της δυνατότητας παραμετροποίησης. Το απλό και εύχρηστο γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης με το χρήστη αντικατέστησε σταδιακά την επικοινωνία με πληκτρολόγηση εντολών, ενώ οι δυνατότητα παραμετροποίησης του λογισμικού επέτρεψε τη δημιουργία εφαρμογών ειδικού σκοπού αξιοποιώντας τις δυνατότητες συστημάτων γενικής χρήσης. Αυτές οι καινοτόμες δυνατότητες βοήθησαν ιδιαίτερα στη ευρύτερη εξάπλωση και χρήση των λογισμικών ΣΓΠ, και την ανάπτυξη συστημάτων ειδικού χαρακτήρα (πληροφοριακά συστήματα σχεδιασμού, συστήματα διαχείρισης δικτύων κοινής ωφελείας, κτηματολογικά συστήματα κλπ).

Αρχιτεκτονικές των λογισμικών ΣΓΠ

Ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών συχνά δημιουργείται σε οργανισμούς στο πλαίσιο ενός σαφώς καθορισμένου έργου. Έτσι για τη διάρκεια του έργου (η οποία μπορεί να κυμαίνεται από λίγους μήνες έως και χρόνια) συνδυάζονται τα λειτουργικά συστατικά του ΣΓΠ. Τα δεδομένα συλλέγονται και εισάγονται με βάση το συγκεκριμένο έργο, χωρίς να δίδεται ιδιαίτερη σημασία στην επαναχρησιμοποίηση τους και την πιθανή μελλοντική αξιοποίηση του λογισμικού και της τεχνογνωσίας. Σε μεγαλύτερους οργανισμούς είναι πιθανόν να εκτελούνται πολλαπλά έργα διαδοχικά ή και ταυτόχρονα. Αυτή η μονοδιάστατη φύση συγκεκριμένων έργων, σε συνδυασμό με την απουσία επιχειρησιακού - λειτουργικού προγραμματισμού, έχει πολλές φορές σαν αποτέλεσμα επαναλήψεις, καθώς κάθε έργο εκτελείται χρησιμοποιώντας διαφορετικό υλικό, λογισμικό,

διαδικασίες και χρήστες. Συχνά ο διαμοιρασμός και η οργανωτική αξιοποίηση δεδομένων και τεχνογνωσίας είναι τομείς στους οποίους δίνεται μικρή σημασία. Καθώς το ενδιαφέρον για τα ΣΓΠ ολοένα και αυξάνει, η δυνατότητα εξοικονόμησης πόρων είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο με βάση το οποίο ενθαρρύνεται ο διαμοιρασμός και η επαναχρησιμοποίηση των δεδομένων στα διαφορετικά τμήματα ενός οργανισμού ή μιας επιχείρησης. Έτσι πολλές φορές δημιουργούνται κοινά πρότυπα τα οποία αναπτύσσονται από την ομάδα υποστήριξης του ΣΓΠ του οργανισμού. Παρόλα αυτά πολλές φορές συμβαίνει διαφορετικά τμήματα να υιοθετούν διαφορετικά πρότυπα. Όσο το ΣΓΠ ενός οργανισμού αναπτύσσεται και καθιερώνεται σαν καθημερινό λειτουργικό στοιχείο του συνειδητοποιούνται περισσότερο οι ανάγκες για αποτελεσματική διαχείριση και αξιοποίηση υλικού, λογισμικού, δεδομένων, διαδικασιών, προσωπικού και τεχνογνωσίας. Σε αυτή τη φάση τα πρότυπα υιοθετούνται από όλα τα εμπλεκόμενα τμήματα και δημιουργούνται τμήματα κεντρικά τμήματα διαχείρισης και υποστήριξης του ΣΓΠ. Ένας άλλος τύπος κοινής υλοποίησης ενός ΣΓΠ είναι με την ανάπτυξη ενός δικτύου εργασίας στο οποίο συνδέονται εκατοντάδες χρηστών, σε ένα πλήρες και επιχειρησιακό ΣΓΠ. Βέβαια, μέχρι σήμερα, τα παραδείγματα αυτής της κατηγορίας είναι ελάχιστα.

Με βάση την οπτική του πληροφοριακού συστήματος, τρία είναι τα βασικά μέρη κάθε λογισμικού πακέτου ΣΓΠ: το περιβάλλον αλληλεπίδρασης με το χρήστη, τα εργαλεία, και το σύστημα διαχείρισης δεδομένων. Ο χρήστης επικοινωνεί με το περιβάλλον αλληλεπίδρασης. Το περιβάλλον αυτό (το οποίο συνήθως είναι γραφικό - Graphical User Interface) συνίσταται από μενού επιλογών, μπάρες εργαλείων και άλλα συστατικά ελέγχου. Το περιβάλλον αυτό παρέχει πρόσβαση στις βασικές δυνατότητες ενός ΣΓΠ. Έτσι από το γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης προσδιορίζονται οι λειτουργίες επεξεργασίας των δεδομένων. Τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα σε αρχεία και καταλόγους που οργανώνονται από το λογισμικό διαχείρισης δεδομένων. Σύμφωνα με την ορολογία των συστημάτων πληροφοριών η αρχιτεκτονική αυτή είναι μια αρχιτεκτονική τριών επιπέδων τα οποία σχετίζονται με την παρουσίαση, την επιχειρησιακή λογική και τα δεδομένα. Τα βασικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής ενός ΣΓΠ αντιστοιχούν στο περιβάλλον αλληλεπίδρασης, στα εργαλεία επεξεργασίας, και στη διαχείριση των δεδομένων.



Οι τρεις βασικοί τύποι διαμόρφωσης της υλοποίησης ενός ΣΓΠ.

Στην απλή περίπτωση ενός ΣΓΠ που το διαχειρίζεται ένας χρήστης, αυτά τα τρία μέρη είναι εγκατεστημένα σε μια συσκευή του υλικού. Πολλές φορές μάλιστα οι χρήστες αγνοούν την ύπαρξή τους. Σε μεγαλύτερα και πιο εξελιγμένα συστήματα στα οποία απασχολούνται πολλοί χρήστες τα διαφορετικά μέρη μπορεί να είναι εγκατεστημένα σε διαφορετικές συσκευές με βασικό στόχο τη βελτίωση της ευελιξίας και της αποτελεσματικότητας του συστήματος. Σε αυτό τον τύπο διαμόρφωσης οι χρήστες σε ένα τμήμα αλληλεπιδρούν με ένα περιβάλλον αλληλεπίδρασης στον προσωπικό τους υπολογιστή γραφείου, αλλά το λογισμικό διαχείρισης δεδομένων και τα δεδομένα αυτά καθαυτά μπορεί να βρίσκονται σε άλλο τμήμα του υλικού με το οποίο συνδέονται μέσω δικτύου.

Αυτός ο τύπος αρχιτεκτονικής συνήθως καλείται αρχιτεκτονική εξυπηρετούμενου - εξυπηρετητή (client - server) καθώς οι εξυπηρετούμενοι αιτούνται δεδομένα ή υπηρεσίες επεξεργασίας από τους εξυπηρετητές οι οποίοι εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες για να ικανοποιήσουν τα αιτήματα των εξυπηρετούμενων.

Μεγάλοι οργανισμοί συχνά διαμοιράζουν τα τμήματα του λογισμικού σε τρεις ή περισσότερες συσκευές υλικού και έτσι ακολουθούν τη λογική "πολλοί εξυπηρετούμενοι - πολλοί εξυπηρετητές". Πολλές φορές σε αυτό το λειτουργικό σχήμα μπορεί να εμπλέκονται περισσότεροι από 10 εξυπηρετητές και μερικές εκατοντάδες ή και χιλιάδες γεωγραφικά διασκορπισμένοι εξυπηρετούμενοι.

Χαρακτηριστικά	Εφαρμογή γραφείου	Δίκτυο
μέγεθος - δυνατότητες εξυπηρετούμενου	σημαντικό	ασήμαντο
πλατφόρμα εξυπηρετούμενου	Windows	Browser
μέγεθος εξυπηρετητή	σημαντικό/ασήμαντο	σημαντικό
πλατφόρμα εξυπηρετητή	Win/Unix	Win/Unix
Πρότυπο	COM	Java
Δίκτυο	Lan/Wan	Internet

Παραμετροποίηση και μοντέλα δεδομένων

Σε συμπλήρωση των παραπάνω δύο επιπρόσθετα στοιχεία είναι ιδιαίτερα σημαντικά για το λογισμικό ΣΓΠ. Το πρώτο αφορά στα μοντέλα χωρικών δεδομένων και το δεύτερο στις δυνατότητες παραμετροποίησης.

Το μοντέλο δεδομένων καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο αναπαρίσταται ο πραγματικός κόσμος σε ένα ΣΓΠ. Έτσι το είδος των μοντέλων δεδομένων σχετίζεται άρρηκτα με την οργάνωση και τον τρόπο λειτουργίας των εργαλείων του λογισμικού. Η εργασία αυτή (η οποία συνήθως είναι αθέατη στους χρήστες) είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις ενέργειες επέκτασης και παραμετροποίησης του λογισμικού.

Η παραμετροποίηση είναι η διαδικασία τροποποίησης του λογισμικού έτσι ώστε να εξυπηρετεί μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Μπορεί να είναι :

- απλή (διαγραφή ή προσθήκη ορισμένων εργαλείων στη διεπαφή)
- σύνθετη (προσθήκη επεκτάσεων στον πυρήνα του συστήματος οι οποίες επεκτείνουν σημαντικά τη λειτουργικότητά του π.χ. σε εργασίες

ψηφιακής χαρτογραφίας., χωρικής - στατιστικής ανάλυσης κλπ.)

Στη δεκαετία του 1980 που δεν υπήρχαν πρότυπα κάθε προμηθευτής ΣΓΠ παρείχε το δικό του σχήμα παραμετροποίησης.

Στις μέρες μας υπάρχει η τάση υιοθέτησης των διαδεδομένων προτύπων παραμετροποίησης που βασίζονται στις γλώσσες προγραμματισμού:

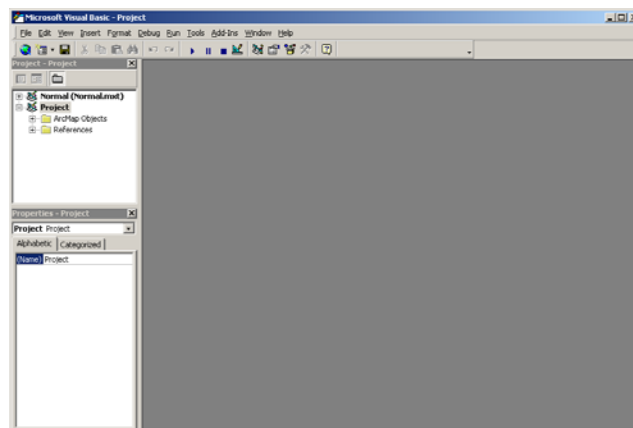
- Microsoft's Visual Basic
- Javasoft's Java

Τόσο η Visual Basic όσο και η Java συνιστούν ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξη εφαρμογών (Integrated Development Environments IDEs), τα οποία είναι πακέτα που συνδυάζουν διάφορα εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών.

Τα εργαλεία αυτά παρέχουν στοιχεία ελέγχου (παράθυρα διαλόγου, κουμπιά, μενού , κλπ) τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία της διεπαφής και τα οποία συνδέονται με κώδικα προγράμματος. Υπάρχουν επίσης ειδικά εργαλεία εκσφαλμάτωσης και βελτιστοποίησης του κώδικα, με τα οποία υποστηρίζεται και επιταχύνεται η ανάπτυξη εφαρμογών.

Βασική επιδίωξη των κυριότερων προμηθευτών λογισμικού ΣΓΠ είναι η εξασφάλιση άδειας χρήσης ενός από τα ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών (IDEs) π.χ. Visual Basic από τα προϊόντα της ESRI (ArcGIS)).

Έτσι, συνήθως χρησιμοποιούνται και υποστηρίζονται ανοιχτά, τυπικά περιβάλλοντα παραμετροποίησης με δημιουργία και υποστήριξη διεπαφών εφαρμογών προγραμματισμού (application programming interfaces: APIs) τα οποία επιτρέπουν τη δημιουργία επαναχρησιμοποιούμενων, ανεξάρτητων δομικών τμημάτων λογισμικού με σημαντικά οφέλη (τμηματική ανάπτυξη μεγάλων συστημάτων, ευελιξία συστημάτων, κοινά τμήματα εφαρμογών κλπ).



Το περιβάλλον παραμετροποίησης μέσα από το λογισμικό ArcGIS (Microsoft Visual Basic for Applications)

Τα πιο διαδεδομένα περιβάλλοντα αυτού του τύπου παρατίθενται στη συνέχεια:

- Component Object Model (COM) της Microsoft. Είναι το κύριο πρότυπο ανάπτυξης διαδραστικών εφαρμογών σε περιβάλλον Desktop, με ιδιαίτερα σημαντική παγκόσμια ανάπτυξη.
- Java Beans της Java. Χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές internet

και αποτελεί ένα ιδιαίτερα δυναμικό πρότυπο με ολοένα αυξανόμενη χρήση.

- Common Object Request Broker Architecture (CORBA) του γκρουπ εταιρειών Object Management Group (OMG). Είναι αρκετά πιο περιορισμένο με χρήση συνήθως σε ειδικές εφαρμογές.

Δημιουργία συστημάτων λογισμικού ΣΓΠ

Τα σημεία κλειδιά σε κάθε λογισμικό ΣΓΠ είναι τα τμήματά του που σχετίζονται με την πρόσβαση στα δεδομένα, τα διαχειριστικά εργαλεία και την αλληλεπίδραση με τους χρήστες. Η πρόσβαση στα δεδομένα, σχετίζεται με την υποστήριξη των διαφόρων χωρικών μοντέλων (raster, vector) τις δυνατότητες γεωαναφοράς, και τη γενικότερη διαχείριση των δεδομένων (αντιγραφή, διαγραφή, υποστήριξη δικτύου κλπ). Το τμήμα του λογισμικού που είναι αφιερωμένο στην ανάπτυξη διαχειριστικών εργαλείων σχετίζεται με τις δυνατότητες εισαγωγής, διόρθωσης, εμφάνισης, ανάλυσης, και εξόδου των δεδομένων καθώς και με την παραμετροποίηση.

Τέλος το τμήμα αλληλεπίδρασης με τους χρήστες αναφέρεται στις διεπαφές των διαφόρων εφαρμογών.

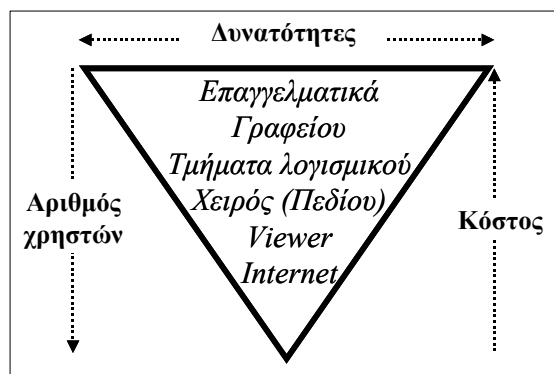
Τύποι λογισμικών ΣΓΠ

Παρότι απαντάται ένας μεγάλος αριθμός (> 100) διαφορετικών λογισμικών συστημάτων με δυνατότητες ΣΓΠ , με βάση το είδος και τη γενική λειτουργικότητά τους μπορεί να γίνει ταξινόμησή τους σε έξι κύριες ομάδες:

- Τα επαγγελματικά λογισμικά ΣΓΠ
- Τα ΣΓΠ γραφείου (Desktop GIS)
- Τα τμήματα λογισμικού με δυνατότητες ΣΓΠ (Component GIS)
- Τα ΣΓΠ χειρός ή ΣΓΠ πεδίου (hand – held GIS)
- Τα απλά λογισμικά επισκόπησης χωρικών δεδομένων (GIS Viewers)
- Και τα ΣΓΠ στο διαδίκτυο (Internet GIS)

Οι τύποι αυτοί λογισμικού ΣΓΠ διαφοροποιούνται τόσο ως προς τις δυνατότητες όσο και ως προς τον αριθμό των χρηστών που τους χρησιμοποιούν.

Στο παρακάτω σχήμα δίδεται η λίστα αυτών των κατηγοριών λογισμικού ΣΓΠ μαζί με πρόσθετες συγκριτικές εκτιμήσεις για τη λειτουργικότητα, το κόστος και τον αριθμό των χρηστών κάθε κατηγορίας.



Κατηγορίες λογισμικού ΣΓΠ

Τα επαγγελματικά λογισμικά ΣΓΠ παρέχουν πληθώρα εξειδικευμένων εργαλείων για

επαγγελματικά
GIS

- Εισαγωγή – διορθώσεις δεδομένων
- Διαχείριση βάσης δεδομένων
- Χωρική ανάλυση
- Εξελιγμένη οπτικοποίηση
- κλπ

Τα λογισμικά αυτού του τύπου χρησιμοποιούν την αιχμή της τεχνολογίας και παρέχουν τις περισσότερες δυνατότητες συγκριτικά με τους άλλους τύπους λογισμικού ΣΓΠ. Χαρακτηριστικά παραδείγματα λογισμικού αυτού του τύπου αποτελεί το λογισμικό ArcInfo της ESRI καθώς και το λογισμικό SmallWorld.

Οι τιμές τους προσδιορίζονται σε αρκετές (συνήν δεκάδες) χιλιάδες Euro ανά άδεια χρήσης. Αναφορικά με τις τιμές κάθε λογισμικού θα πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμα και για το ίδιο προϊόν αυτές ποικίλουν, ανάλογα με την τιμολογιακή πολιτική κάθε προμηθευτή (π.χ. μειωμένες τιμές για μεγάλο αριθμό αδειών, ειδικές τιμές σε εκπαιδευτικούς οργανισμούς κλπ)

Το προσωπικό το οποίο χρησιμοποιεί τα επαγγελματικά λογισμικά ΣΓΠ συνήθως αποτελείται από άτομα με τεχνογνωσία υψηλού επιπέδου και αρκετά εξειδικευμένες γνώσεις στο πεδίο της επιστήμης των γεωγραφικών πληροφοριών.

ΣΓΠ γραφείου

Τα ΣΓΠ γραφείου (Desktop GIS) είναι μια ευρύτατα διαδεδομένη κατηγορία λογισμικού ΣΓΠ η οποία αναπτύσσεται συνεχώς από τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Στα διάφορα λογισμικά αυτού του τύπου δίδεται έμφαση στη χρήση και όχι τόσο στη δημιουργία δεδομένων. Συνήθως χρησιμοποιούνται πρότυπα της Microsoft για τη διαλειτουργικότητα και το γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τους χρήστες.

Τα λογισμικά αυτού του τύπου χαρακτηρίζονται από την απλότητα στη χρήση και τον περιορισμένο χρόνο αρχικής εκπαίδευσης.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα παρακάτω λογισμικά

- Autodesk World
- ESRI ArcView
- MapInfo Professional
- Integraph GeoMedia
- Clark Lab's Idrisi

Οι τιμές τους είναι της τάξης των χιλίων Euro ανά άδεια χρήσης. Οι τιμές αυτές είναι αρκετά υψηλότερες σε περιπτώσεις ενσωμάτωσης επεκτάσεων στα λογισμικά αυτού του τύπου, οι οποίες παρέχουν εξελιγμένες δυνατότητες (π.χ. χωρικής ανάλυσης, 3d οπτικοποίησης, ψηφιακής χαρτογραφίας, κλπ). Η συνεχής εξέλιξη αρκετών από τα συστήματα αυτού του τύπου σε συνδυασμό με την προσθήκη σημαντικών επεκτάσεων αναβαθμίζει σημαντικά τις δυνατότητες τους σε σημείο που να προσεγγίζουν αυτές των επαγγελματικών συστημάτων. Οι χρήστες των συστημάτων αυτών προέρχονται από διάφορους

τμήματα λογισμικού GIS	χώρους με ποικίλες ειδικότητες (εκπαιδευτικοί, σπουδαστές, στρατιωτικοί, κλπ) και με διαφορετικό επίπεδο τεχνογνωσίας. Τα τμήματα λογισμικού με ΣΓΠ (Component GIS) είναι συλλογές τμημάτων λογισμικού ΣΓΠ που παρέχονται από διάφορους προμηθευτές και χρησιμοποιούνται σαν εργαλείοι ανάπτυξης συγκεκριμένων εφαρμογών. Η ευελιξία στην ανάπτυξη διαφορετικών εφαρμογών και ανεξαρτησία των εφαρμογών αυτών από συγκεκριμένα εμπορικά λογισμικά είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των λογισμικών αυτού του τύπου. Συνήθως παρέχουν ικανοποιητικές δυνατότητες οπτικοποίησης και εκτέλεσης ερωτημάτων (queries) αλλά περιορισμένες αναλυτικές και χαρτογραφικές δυνατότητες. Παραδείγματα λογισμικών αυτής της κατηγορίας είναι τα • Geo Objects της Blue Marble Geographics • MapObjects της ESRI • MapX της MapInfo Co.
ΣΓΠ πεδίου	Οι τιμές τους είναι χαμηλότερες από αυτές των λογισμικών GIS γραφείου αλλά συνήθως υπάρχει χρέωση για ορισμένο αριθμό ανεξάρτητων εφαρμογών οι οποίες κατασκευάζονται από το λογισμικό. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρότι η ανάπτυξή τους απαιτεί ιδιαίτερα εξειδικευμένο προσωπικό, η χρήση τους πολλές φορές δεν απαιτεί καμία ειδική γνώση αφού οι περισσότερες από τις λειτουργίες που παρέχουν είναι αυτοματοποιημένες και αδιαφανείς στους χρήστες. Με τη ραγδαία ανάπτυξη του υλικού στις μέρες μας είναι εφικτή η ανάπτυξη λογισμικού ΣΓΠ για προσωπική χρήση σε φορητούς υπολογιστές παλάμης. Το είδος αυτό καλείται ΣΓΠ χειρός ή ΣΓΠ πεδίου (hand – held ή field GIS). Οι δυνατότητες αυτής της κατηγορίας λογισμικού συνήθως περιορίζονται στην εμφάνιση των δεδομένων και τα απλά ερωτήματα, αν και εμπλουτίζονται συνεχώς (ενημέρωση- αναθεωρήσεις, ανάλυση). Τα ΣΓΠ πεδίου σε συνδυασμό με το κατάλληλο φορητό υλικό (π.χ. υπολογιστές παλάμης) είναι ιδανικά για εργασίες πεδίου, συχνά με την αξιοποίηση και άλλων συναφών τεχνολογιών (π.χ. συσκευών GPS).
GIS Viewers	Τα λογισμικά OnSite (της Autodesk), ArcPad (της ESRI) και Scout (της Smallworld) είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα λογισμικών ΣΓΠ πεδίου. Οι τιμές τους είναι της τάξης των εκατοντάδων Euro με επιπρόσθετο το κόστος της φορητής συσκευής . Οι χρήστες τους είναι συνήθως προσωπικό με στοιχειώδεις γνώσεις οι οποίες αποκτούνται μετά από μικρή εκπαίδευση. Πολλές φορές ακολουθεί η μεταφορά των στοιχείων που συλλέγονται με αυτό τον τρόπο σε μεγαλύτερα συστήματα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων του υλικού, το οποίο αποτελεί την πλατφόρμα λειτουργίας των λογισμικών αυτού του τύπου, χρησιμοποιούνται σύγχρονα μοντέλα και μορφές δεδομένων τα οποία επιτρέπουν υψηλή συμπίεση και γρήγορη επεξεργασία. Τα λογισμικά επισκόπησης χωρικών δεδομένων (GIS Viewers) είναι κατηγορία απλών λογισμικών ΣΓΠ με στοιχειώδεις δυνατότητες οι οποίες περιορίζονται στην οπτικοποίηση, τη διενέργεια απλών ερωτημάτων, και την

κατασκευή απλών χαρτών ενώ δεν υποστηρίζουν δυνατότητες δημιουργίας δεδομένων, ψηφιοποίησης, ανάλυσης, παραμετροποίησης κλπ.

Από τη δεκαετία του 1990 πολλοί προμηθευτές παρέχουν ελεύθερα (χωρίς χρέωση) GIS Viewers. Το βασικό κίνητρο για την ανάπτυξη αυτών των λογισμικών είναι εμπορικό και σχετίζεται με την παγίωση προτύπων, ορολογίας, και τύπων χωρικών δεδομένων κάθε εταιρείας παραγωγής και διάθεσης λογισμικού ΣΓΠ.

Γνωστά λογισμικά GIS Viewers είναι : GeoMedia Viewer (της Integrgraph), ArcExplorer (της ESRI), ProViewer (της MapInfo).

Οι χρήστες τους έχουν ελάχιστες ή μηδενικές στοιχειώδεις γνώσεις, ή είναι εξειδικευμένοι χρήστες που χρησιμοποιούν και πιο εξελιγμένους τύπου λογισμικού ΣΓΠ. Αυτή η κατηγορία λογισμικού συχνά χρησιμοποιείται και στην εκπαίδευση ιδιαίτερα στα κατώτερα επίπεδα.

ΣΓΠ διαδικτύου

Τέλος η κατηγορία του λογισμικού ΣΓΠ διαδικτύου (web GIS) αξιοποιεί τα χαρακτηριστικά και την εξάπλωση του διαδικτύου. Η κατηγορία αυτή αποτελεί το προϊόν ΣΓΠ με την ολοένα και αυξανόμενη ανάπτυξη, καθώς έχει το μεγαλύτερο πιθανό δυναμικό χρηστών.

Σε αυτό συμβάλλουν τόσο η ανάπτυξη του Internet, όσο και η απαίτηση για εύκολη πρόσβαση σε γεωγραφικές πληροφορίες.

Συνήθως παρέχεται συνεργασία με διαδεδομένο λογισμικό προήγησης στο Internet (Web Browsers) και γίνεται αξιοποίηση του πρωτοκόλλου μετάδοσης υπερκειμένου (HTTP). Η λειτουργικότητα των συστημάτων αυτού του τύπου εστιάζει κυρίως σε δυνατότητες οπτικοποίησης και διενέργειας ερωτημάτων.

Χαρακτηριστικά λογισμικά Internet GIS είναι τα GeoMedia Web Map (της Integrgraph), ArcIMS (της ESRI), MapXtreme (της MapInfo).

Η ανάπτυξη των ΣΓΠ σε internet γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό, ενώ η χρήση τους από οποιονδήποτε χρήστη Internet χωρίς εξειδικευμένες γνώσεις. Μια ειδική κατηγορία εφαρμογών με την αξιοποίηση του λογισμικού αυτού του τύπου είναι οι εφαρμογές σε τοπικό δίκτυο (εφαρμογές Intranet) που αναπτύσσονται κυρίως για περιορισμένη χρήση στο εσωτερικό μεγάλων οργανισμών ή εταιρειών.

Εκτός από τις κύριες κατηγορίες λογισμικού ΣΓΠ οι οποίες περιγράφηκαν συνοπτικά παραπάνω υπάρχουν και άλλοι τύποι λογισμικών ΣΓΠ οι οποίοι δεν εντάσσονται στις παραπάνω κατηγορίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα λογισμικά τα οποία έχουν ως στόχο την ενσωμάτωση δυνατοτήτων ΣΓΠ σε γνωστά και καθιερωμένα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Παραδείγματα αυτού του τύπου είναι τα Autodesk Vision, ESRI ArcSDE, MapInfo SpatialWare.

Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά και συνεχώς αναπτυσσόμενα λογισμικά αφού παρέχουν δυνατότητες αξιοποίησης της εξελιγμένης τεχνολογίας των συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων σε εφαρμογές ΣΓΠ.

Οι τιμές τους είναι της τάξης των επαγγελματικών GIS και η χρήση τους γίνεται συνήθως από έμπειρους και καταρτισμένους διαχειριστές βάσεων δεδομένων.

Δεδομένα

Τα *δεδομένα* (data) αποτελούν το βασικό συστατικό ενός ΣΓΠ. Σύμφωνα με έναν γενικό ορισμό *τα γεωγραφικά δεδομένα είναι ένα σύνολο από καταγραφές - μετρήσεις που σχετίζονται με αντικείμενα και φαινόμενα του χώρου*. Πρόκειται για το σύνολο των στοιχείων για την περιοχή ενδιαφέροντος. Απαραίτητη προϋπόθεση για την ένταξή τους σε ένα ΣΓΠ, είναι να αναφέρονται σε οντότητες οι οποίες είναι χωρικά προσανατολισμένες.

Ως προς τη φύση τους τα δεδομένα ενός ΣΓΠ διακρίνονται σε *χωρικά* (*spatial*), στα οποία η βασική πληροφορία είναι η θέση τους στο χώρο με βάση κάποιο σύστημα αναφοράς, και στα *περιγραφικά* (*descriptive*), τα οποία αναφέρονται στις ιδιότητες κάποιων χωρικών θέσεων. Ένα γραμμικό στοιχείο σε ένα χάρτη, το οποίο παριστά ένα δρόμο, συνιστά χωρική πληροφορία, ενώ ο χαρακτηρισμός του ως “εθνικό” ή “επαρχιακό”, για παράδειγμα, αποτελεί περιγραφική πληροφορία.

Σύμφωνα με την παραδοσιακή “χωρική θεωρία” της γεωγραφίας τα *χωρικά δεδομένα* (*spatial data*) διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες χωρικών αντικειμένων: σημεία, γραμμές, και πολύγωνα (περιοχές).



Κατηγορίες χωρικών αντικειμένων

Σημεία: Αυτά αναφέρονται σε οντότητες οι οποίες παριστάνονται σαν σημεία. Η αναπαράσταση αυτή είναι συνάρτηση της κλίμακας παρατήρησης. Για παράδειγμα, ένας οικισμός μπορεί να σημειωθεί ως σημείο ή ως επιφάνεια ανάλογα με την κλίμακα παρατήρησης. Τα σημειακά δεδομένα ορίζονται με ζεύγη συντεταγμένων x, y . Άλλα παραδείγματα σημειακών δεδομένων είναι οι θέσεις δειγματοληψίας, τα ακραία σημεία ενός γραμμικού στοιχείου κλπ.

Γραμμές: Τα δεδομένα αυτά αφορούν γραμμικές οντότητες όπως δρόμους, ποταμούς, ρήγματα, διοικητικά όρια κ.τ.λ. Ένα κύριο χαρακτηριστικό των γραμμικών στοιχείων είναι ότι ο λόγος μήκος/πλάτος είναι πολύ μεγάλος. Τα γραμμικά δεδομένα αποτελούνται από μία απλή σειρά σημειακών δεδομένων τα οποία έχουν διαφορετική αρχή και τέλος. Τα γραμμικά δεδομένα έχουν καταγεγραμμένη σαν εσωτερική πληροφορία το μήκος τους, ενώ περιέχουν και πληροφορία για τη φορά τους.

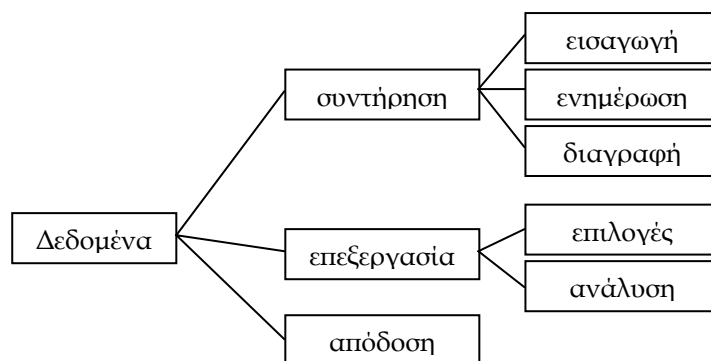
Πολύγωνα : Είναι ένας συνηθισμένος τύπος δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά καταλαμβάνουν μια περιοχή η οποία περικλείεται και ορίζεται από γραμμικά δεδομένα. Σ' ένα πολυγωνικό επίπεδο πληροφορίας, το κάθε πολύγωνο θεωρείται ανεξάρτητη οντότητα. Έχει ιδιαίτερη σημασία να κατανοηθεί ότι αν ένα πολυγωνικό θεματικό επίπεδο θεωρηθεί σαν ένα

σύνολο, τα στοιχεία αυτού του συνόλου είναι οι οντότητες "πολύγωνα". Τα επιφανειακά δεδομένα έχουν περίμετρο και έκταση. Η περίμετρος είναι το άθροισμα των μηκών των γραμμικών στοιχείων που περιγράφουν ένα πολυγωνικό σχήμα, ενώ έκταση του πολυγώνου είναι το εμβαδόν της κλειστής πολυγωνικής επιφάνειας που περιγράφουν οι γραμμικές αυτές οντότητες. Σημειώνεται ότι κάποια γεωγραφική οντότητα η οποία αναπαρίσταται ως πολύγωνο σε χάρτη μεγάλης κλίμακας μπορεί να αποδοθεί ως σημείο σε χάρτες μικρής κλίμακας.

Τα *μη χωρικά ή περιγραφικά δεδομένα (attributes)* είναι ποιοτικά ή ποσοτικά. Αυτά αφορούν στις ιδιότητες των γεωγραφικών δεδομένων οι οποίες πρέπει να διαχειριστούν σ'ένα ΣΓΠ. Η εισαγωγή όλων αυτών των δεδομένων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια αριθμών, λέξεων, κωδικών συμβόλων, χρωμάτων κ.τ.λ. Για παράδειγμα, μια πολυγωνική οντότητα, η οποία αναπαριστά την επιφανειακή εξάπλωση ενός γεωλογικού σχηματισμού, διακρίνεται με τη χρήση χρώματος, διαγράμμισης ή συμβόλου. Όταν ο χρήστης επιθυμεί να καταγράψει δεδομένα σχετικά με το πάχος του σχηματισμού, την ηλικία του, την εσωτερική του δομή, τη σύστασή του κλπ, είναι προφανές ότι πρέπει να συσχετίσει όλη αυτή την περιγραφική πληροφορία με τη συγκεκριμένη χωρική οντότητα. Ο συσχετισμός αυτός γίνεται με τη βοήθεια κωδικών. Έτσι, δομείται βάση περιγραφικών δεδομένων όπου για κάθε μια χωρική οντότητα έχουμε πλήθος περιγραφών. Σημειώνεται, τέλος, ότι οι περιγραφές αυτές μπορεί να είναι απλοί κωδικοί, σύμβολα κλπ, αλλά ακόμα και λίστες ή αναφορές.

Λειτουργίες διαχείρισης Γεωγραφικών δεδομένων

Τέλος με τις διαδικασίες διαχείρισης επιτυγχάνεται ένα ενιαίο πλαίσιο οργάνωσης όλων των χωρικών και περιγραφικών δεδομένων, σε ένα καλά σχεδιασμένο ΣΓΠ. Με αυτές τις διαδικασίες, αξιοποιούνται οι δυνατότητες του υλικού, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά και τους περιορισμούς του λογισμικού.



Λειτουργίες διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων

Κάθε σύστημα διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων περιλαμβάνει τις παρακάτω βασικές λειτουργίες:

1. *Συντήρηση δεδομένων*

Αφορά κυρίως στις διαδικασίες εισαγωγής (*input*), ενημέρωσης (*update*) και διαγραφής (*delete*) των δεδομένων. Οι διαδικασίες αυτές υλοποιούνται τόσο για τη χωρική όσο και για την περιγραφική διάσταση των δεδομένων.

2. *Επεξεργασία δεδομένων,*

η οποία περιλαμβάνει επιλογές και ανάλυση γεωγραφικών δεδομένων.

Οι πρώτες αναφέρονται στις επιλογές γεωγραφικών οντοτήτων με βάση τα καταγεγραμμένα χαρακτηριστικά τους. Οι επιλογές αυτές μπορεί να είναι θεματικές (όταν βασίζονται στις θεματικές ιδιότητες των οντοτήτων, π.χ. επιλογή πόλεων με πληθυσμό > 20.000 κατοίκων), χωρικές (όταν βασίζονται στη χωρική διάσταση των γεωγραφικών οντοτήτων, π.χ. επιλογή πόλεων σε απόσταση < 1000μ από την ακτογραμμή) χρονικές (οι οποίες ελέγχονται από τη χρονική διάσταση π.χ. επιλογή σεισμικών γεγονότων της τελευταίας δεκαετίας), ή και σύνθετες επιλογές (όταν αναφέρονται σε περισσότερες από μια διαστάσεις των γεωγραφικών οντοτήτων (π.χ. επιλογή σεισμικών epicenters του έτους 2000, σε θαλάσσιο χώρο, με μέγεθος > 5R).

Με τις λειτουργίες ανάλυσης, επεξεργάζονται τα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων και σαν αποτέλεσμα είτε δημιουργούνται νέες παράγωγες οντότητες, είτε τροποποιούνται οι τιμές των υπαρχόντων. Σε γενικές γραμμές οι λειτουργίες ανάλυσης διακρίνονται σε :

- *Μετρητικές λειτουργίες*, με τις οποίες λαμβάνονται ποσοτικά στοιχεία αξιοποιώντας τα θεματικά, χωρικά ή και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των οντοτήτων.
- *Λειτουργίες επίθεσης*, με τις οποίες η επίθεση δύο ή περισσότερων γεωγραφικών οντοτήτων που αναφέρονται στον ίδιο χώρο παράγει σύνθετα αξιοποιήσιμα δεδομένα.
- *Λειτουργίες ταξινόμησης*, με τις οποίες υλοποιείται κατηγοριοποίηση των γεωγραφικών οντοτήτων με βάση τα χαρακτηριστικά τους.
- *Λειτουργίες γενίκευσης* οι οποίες αναφέρονται κυρίως στην τροποποίηση της χωρικής αναπαράστασης των οντοτήτων.
- *Λειτουργίες γειτονίας - σύνδεσης*, με τις οποίες αξιοποιούνται οι χωρικές - τοπολογικές σχέσεις των οντοτήτων
- *Και λειτουργίες παρεμβολής* οι οποίες αναφέρονται σε επεξεργασίες προσδιορισμού τιμών ή ιδιοτήτων γεωγραφικών φαινομένων σε σημεία που δεν ανήκουν στις θέσεις των υπαρχόντων μετρήσεων αλλά περιβάλλονται από αυτές.

3. *Απόδοση - παρουσίαση δεδομένων.* Με τις λειτουργίες αυτές αποδίδονται τα πρωτογενή ή /και τα επεξεργασμένα δεδομένα όπως προκύπτουν από τις λειτουργίες επιλογής και ανάλυσης. Η παρουσίαση των γεωγραφικών δεδομένων συνήθως γίνεται με χάρτες, διαγράμματα, πίνακες, αναφορές, πολυμέσα κλπ. Τα σύγχρονα λογισμικά GIS παρέχουν πληθώρα χαρτογραφικών δυνατοτήτων, σε τόσο μεγάλο βαθμό μάλιστα που να υποκαθιστούν εν μέρει (ιδιαίτερα για εφαρμογές με σχετικά απλές χαρτογραφικές απαιτήσεις) εξειδικευμένα λογισμικά ψηφιακής χαρτογραφίας.

ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα γεωγραφικά δεδομένα, τα οποία αξιοποιούνται από ένα ΣΓΠ, χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένη χωρική κατανομή, η οποία διαφοροποιείται χρονικά. Ο ρυθμός της μεταβολής αυτής μπορεί να είναι πολύ μικρός, ώστε πρακτικά να αγνοείται (π.χ. η μετακίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών δεν λαμβάνεται υπόψη στην χαρτογραφική απόδοση μιας ηπείρου), ή πολύ μεγάλος έτσι ώστε να αποτελεί μια πολύ σημαντική τους διάσταση (π.χ. ένα καταστροφικό καιρικό μέτωπο αντιμετωπίζεται ως δυναμικό και όχι ως στατικό φαινόμενο).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα γεωγραφικά δεδομένα μπορεί να αντιστοιχούν

α) σε φυσικά αντικείμενα (π.χ. δάσος, δρόμος κλπ),

β) σε γεωγραφικά φαινόμενα (π.χ. σεισμικότητα μιας περιοχής, θερμοκρασία αέρα, κλπ) και

γ) σε διοικητικές μονάδες (π.χ. νομοί, όρια κρατών, ζώνες οικιστικού ελέγχου κλπ).

Βέβαια είναι προφανές ότι από τις παραπάνω κατηγορίες γεωγραφικών δεδομένων μπορούν να προκύψουν και παραγόμενα δεδομένα (π.χ. πληθυσμιακή πυκνότητα, τρωτότητα διάβρωσης εδαφών κλπ).

Διαστάσεις των γεωγραφικών δεδομένων

Με τον όρο γεωγραφικά δεδομένα αναφερόμαστε σε περιγραφικά στοιχεία *γεωγραφικών οντοτήτων* (entities), δηλ. γεωγραφικών αντικειμένων ή φαινομένων. Σε ένα ΣΓΠ για αυτές τις οντότητες καταγράφονται περιγραφές, οι οποίες αναφέρονται στην *ταυτότητα* αναγνώρισής τους, καθώς και στη *θεματική, χωρική και χρονική* τους διάσταση.

Ταυτότητα

Με την ανάθεση τιμών *ταυτότητας* στις γεωγραφικές οντότητες επιτυγχάνεται η αναγνώρισή τους. Συνήθως χρησιμοποιούνται μοναδιαίοι κωδικοί (κλειδιά) οι οποίοι μπορεί να είναι αριθμοί, ονόματα ή συνδυασμοί τους και οι οποίοι ταυτοποιούν (μονοσήμαντη αντιστοιχία) κάθε οντότητα. Το σύστημα ανάθεσης ταυτοτήτων οφείλει να είναι ακριβές και συνεπές με την ιδιότητα της μοναδικότητας των ταυτοτήτων. Για παράδειγμα οι νομοί της Ελλάδας αναγνωρίζονται από το όνομά τους, ενώ για τις κοινότητες αυτό δεν είναι επαρκές αφού υπάρχουν κοινότητες με το ίδιο όνομα. Έτσι θα πρέπει να υλοποιηθεί άλλο σύστημα ανάθεσης ταυτότητας (π.χ. συνδυασμός ονομάτων νομού, επαρχίας, δήμου, κοινότητας ή χρήση κωδικών).

Θεματική διάσταση

Η ανάθεση τιμών – συμβόλων στις *θεματικές ιδιότητες* των γεωγραφικών οντοτήτων συντελεί στην περιγραφή των χαρακτηριστικών τους. Για παράδειγμα στις γεωγραφικές οντότητες νομοί της Ελλάδας, ανατίθενται τιμές

θεματικών ιδιοτήτων όπως είναι π.χ. ο πληθυσμός, το ποσοστό κάλυψης από δασικές εκτάσεις κλπ. Οι τιμές - χαρακτηριστικά που αποδίδονται σε αυτές τις ιδιότητες διακρίνονται σε :

- *Ονομαστικές (nominal)* οι οποίες δεν ακολουθούν κάποια κλίμακα, αλλά περιγράφουν μη-αριθμητικά, μη-γραμμικά χαρακτηριστικά. π.χ.η ιδιότητα "λιθολογία" μπορεί να πάρει τις τιμές "ψαμμίτες", "ασβεστόλιθοι", "σχιστόλιθοι" κλπ. Είναι ο απλούστερος θεματικός τύπος γεωγραφικών οντοτήτων. Ακόμα και όταν οι τιμές που αποδίδονται σε δεδομένα αυτού του τύπου είναι αριθμοί, δεν έχει νόημα η διεξαγωγή πράξεων μεταξύ τους. (π.χ.άθροιση ταχυδρομικών κωδικών δύο δήμων).
- *Τακτικές ή ταξινομικές (ordinal)* οι οποίες ακολουθούν μια κλίμακα σε σειρά, όπου λαμβάνει χώρα ταξινόμηση των οντοτήτων μετά από σύγκρισή τους ανά ζεύγη. Ως παράδειγμα αναφέρεται η καταλληλότητα των εδαφών για κάποια καλλιέργεια η οποία παίρνει τις τιμές 3:μεγάλη, 2:μέτρια, 1:μικρή. Οι αριθμητικές πράξεις μεταξύ τέτοιων τιμών δεν έχουν νόημα. Έτσι δεν σημαίνει ότι η κλάση 2 έχει διπλάσια καταλληλότητα από την κλάση 1.
- *Διαστημικές (interval)*, στις οποίες κάθε οντότητα τοποθετείται σε μια αριθμητική τακτική κλίμακα, με αυθαίρετο μέγεθος μέτρησης. (π.χ. χρόνος άφιξης κάποιου μεταφορικού μέσου). Η πρόσθεση και η αφαίρεση μεταξύ των τιμών είναι επιτρεπτές, σε αντίθεση με τον πολλαπλασιασμό και τη διαίρεση: το μεταφορικό μέσο με χρόνο άφιξης στις 10:00 έφτασε 5 ώρες πιο αργά από αυτό που αφίχθηκε στις 5:00, αλλά δεν έχει νόημα να πούμε ότι έχει διπλάσιο χρόνο άφιξης .
- *Και αναλογικές (ratio)* οι οποίες αναφέρονται σε αριθμητική κλίμακα με απόλυτο μηδενικό σημείο εκκίνησης. Στο αναλογικό επίπεδο εφαρμόζονται οι αριθμητικές πράξεις. Έτσι αν μια τιμή είναι πολλαπλάσια μιας άλλης αυτή αναπαριστά και πολλαπλάσια ποσότητα. (π.χ. μήκος οδικού άξονα 1000 Km είναι διπλάσιο από τα 2000 Km).

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά και οι επιτρεπόμενες λειτουργίες για κάθε κλίμακα ταξινόμησης των θεματικών δεδομένων.

Μέτρηση	Χαρακτηριστικά	Επιτρεπτές λειτουργίες
Ονομαστική	Ταξινόμηση με αυθαίρετη διάταξη των κλάσεων	"ισούται"
Ταξινομική ή τακτική	Σχετική ταξινόμηση με άγνωστα ή άνισα διαστήματα μεταξύ των κλάσεων	"μικρότερο από..." "μεγαλύτερο από..."
Διαστημική	Συνεχής μέτρηση με τη χρήση ίσων διαστημάτων , με αυθαίρετο σημείο εκκίνησης των μετρήσεων	πρόσθεση, αφαίρεση
Αναλογική	Συνεχής μέτρηση με τη χρήση ίσων διαστημάτων που δομούνται από ένα απόλυτο σημείο εκκίνησης	πολλαπλασιασμός, διαίρεση

Επίπεδα μετρήσεων περιγραφών.

Η παραπάνω ταξινόμηση έχει κάποια κενά, αφού υπάρχουν ορισμένοι τύποι θεματικών ιδιοτήτων που δεν περιγράφονται με πληρότητα από τις παραπάνω κατηγορίες. Για παράδειγμα μπορεί να έχουμε κυκλικές ιδιότητες π.χ. αζιμούθιο, το οποίο παίρνει τιμές από 0° - 360° . Σε αυτή την περίπτωση δεν έχει νόημα να πούμε ότι ο μέσος όρος δύο μετρήσεων (π.χ. 2° και 258°) είναι 180° , αφού είναι προφανές ότι το μέσο αζιμούθιο σε αυτή την περίπτωση είναι βόρειο και όχι νότιο. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα αυτού του είδους θα πρέπει να εντοπίζονται και να αντιμετωπίζονται με ειδικό τρόπο στο πλαίσιο ενός ΣΓΠ.

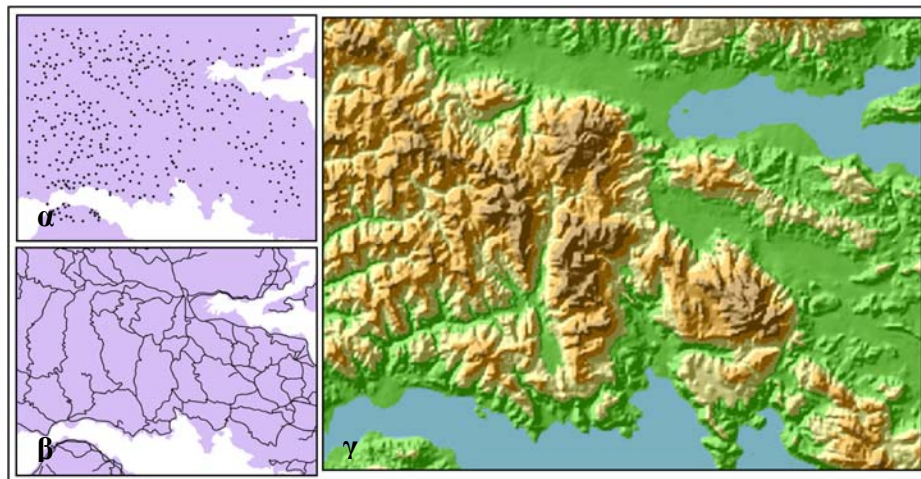
Χωρική διάσταση

Τα χωρικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων αποτελούν τη βασική διαφοροποίηση από τα περιγραφικά δεδομένα που διαχειρίζονται τα κλασικά πληροφοριακά συστήματα παραδοσιακών εφαρμογών. Τα χωρικά χαρακτηριστικά σχετίζονται κυρίως με τη γεωγραφική θέση και τις χωρικές σχέσεις των γεωγραφικών οντοτήτων.

Με τον καθορισμό της γεωγραφικής θέσης στις γεωγραφικές οντότητες, υλοποιείται η τοποθέτησή τους στη γήινη επιφάνεια. Ο καθορισμός αυτός μπορεί να γίνει είτε με άμεση αναφορά σε ένα σύστημα αναφοράς (όπως είναι για παράδειγμα το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987), είτε έμμεσα (π.χ. ταχυδρομική διεύθυνση, σχετική θέση με άλλες χωρικά καθορισμένες οντότητες, κλπ). Οι χωρικές σχέσεις των γεωγραφικών οντοτήτων ελέγχονται από τις σχετικές τους θέσεις, οι οποίες κωδικοποιούνται. Για παράδειγμα στις γεωγραφικές οντότητες «νομοί της Ελλάδας», καταγράφονται οι χωρικές σχέσεις γειτνίασης μεταξύ των νομών. Οι χωρικές σχέσεις όντας σύνθετες και πολυάριθμες, συνήθως ορίζονται άμεσα επιλεκτικά (κυρίως οι σχέσεις γειτνίασης και οι τοπολογικές σχέσεις). Κατά περίπτωση και ανάλογα με την εφαρμογή υπολογίζονται και άλλες (π.χ. μετρητικές, κατεύθυνσης κλπ).

Εκτός από τα παραπάνω βασικά χωρικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων, ορίζεται ακόμη ο τρόπος απεικόνισης - αναπαράστασής τους (γραφικά χωρικά δεδομένα) καθώς και τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά (π.χ. εμβαδόν, περίμετρος). Τα τελευταία αν και συχνά αντιμετωπίζονται σαν περιγραφικά, παράγονται από τις πληροφορίες θέσης και συνεπώς είναι σε άμεση σχέση με τη χωρική διάσταση των γεωγραφικών οντοτήτων. Έτσι αν η ιδιότητα "ΕΚΤΑΣΗ" των γεωγραφικών οντοτήτων "δήμοι της Ελλάδας", αντιμετωπιστεί σαν περιγραφή και εισαχθεί από κάποιο πίνακα, θα πρέπει να ενημερώνεται σε περιπτώσεις αναθεωρήσεων ορίων. Αντίθετα αν συσχετισθεί με τα χωρικά χαρακτηριστικά των οντοτήτων και υπολογίζεται από αυτά, μπορεί να ενημερώνεται αυτόματα μετά από κάθε αλλαγή γεωμετρίας των ορίων των δήμων.

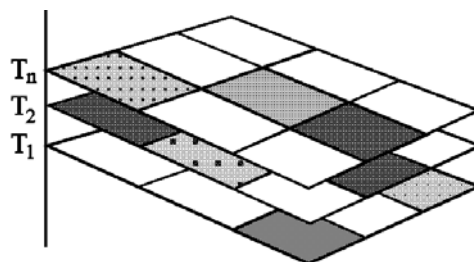
Ανάλογα με τη φύση της χωρικής τους κατανομής τα γεωγραφικά δεδομένα διακρίνονται σε *διακριτά* (*discrete*) και *συνεχή* (*continuous*). Τα διακριτά γεωγραφικά φαινόμενα είτε κατανέμονται στο χώρο σε ανεξάρτητα τμήματα διακριτά μεταξύ τους χωρίς να εμφανίζονται στις ενδιάμεσες θέσεις (π.χ. πόλεις), είτε περιέχουν οντότητες σαφώς διαφοροποιημένες με διακριτά όρια (π.χ. χρήσεις γης). Αντίθετα στα συνεχή η διαφοροποίηση από θέση σε θέση είναι σταδιακή και ομαλή (π.χ. ατμοσφαιρική πίεση, υψόμετρο).



Διακριτά (α,β) – συνεχής(γ) χωρικά φαινόμενα

Χρονική διάσταση

Οι γεωγραφικές οντότητες, ως τμήματα του πραγματικού κόσμου έχουν και χρονική διάσταση η οποία, ανάλογα με την εφαρμογή μπορεί να έχει σημασία από ιδιαίτερα σημαντική έως και αμελητέα. Πιο συγκεκριμένα στις γεωγραφικές οντότητες ανατίθενται τιμές σχετικές με τον προσδιορισμό τους στο χρόνο ο οποίος περιγράφει σημαντικές χρονικές στιγμές ή χρονικά διαστήματα (π.χ. η ημερομηνία κατασκευής ενός κτιρίου, η διάρκεια ενός σεισμικού γεγονότος κλπ), τη χρονική τους εξέλιξη (π.χ. σταδιακή άνοδος της στάθμης της θάλασσας), καθώς και τις χρονικές τους σχέσεις. Ακόμη στα γεωγραφικά δεδομένα αποδίδονται τιμές χρονικής απεικόνισης τους σε περιπτώσεις κινούμενης αναπαράστασης τους (π.χ. δυναμικοί χάρτες). Η σημασία της χρονικής διάστασης των γεωγραφικών δεδομένων δεν θα πρέπει να υποβαθμίζεται, αφού χώρος και χρόνος είναι δύο έννοιες στενά συνδεδεμένες. Στο πρακτικό επίπεδο υλοποίησης συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, τις περισσότερες φορές είναι επιθυμητό τα δεδομένα να είναι πάντοτε σχετικά ενημερωμένα, δηλ. να αναπαριστούν κατά το δυνατό την παρούσα κατάσταση ή τη χρονική περίοδο στην οποία αναφέρεται η εφαρμογή. Στο σχ.2 παρουσιάζεται μια συνηθισμένη (αν και όχι πάντα αποδοτική) τεχνική αντιμετώπισης δυναμικών φαινομένων, με “στιγμιότυπα” θεματικών επιπέδων. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση είναι δυνατή η εξέταση των καταγραφών τους ανά τακτά χρονικά διαστήματα (στιγμιότυπα) του φαινομένου.



“Στιγμιότυπα” θεματικών επιπέδων σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Ορισμοί – Ορολογία

Δεδομένα - Πληροφορίες

Συχνά οι όροι “δεδομένα” (*data*) και “πληροφορίες” (*information*) χρησιμοποιούνται ως συνώνυμοι παρότι αναφέρονται σε διαφορετικές έννοιες.

δεδομένα Ο όρος “δεδομένα” αναφέρεται σε ένα σύνολο από γεγονότα και στοιχεία, τα οποία έχουν συλλεχθεί για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό. Είναι συνήθως το αποτέλεσμα παρατήρησης ή μέτρησης.

πληροφορίες Ο όρος “πληροφορίες” αναφέρεται σε επεξεργασμένα δεδομένα έτσι ώστε να αποκτούν συγκεκριμένο νοηματικό περιεχόμενο και αξία για τον αποδέκτη τους. Οι πληροφορίες αποτελούν το αποτέλεσμα συγκέντρωσης, ανάλυσης, σύνθεσης, κατάταξης και επεξεργασίας δεδομένων. Παρότι οι πληροφορίες εμπεριέχουν δεδομένα, υπάρχουν δεδομένα τα οποία δεν συγκροτούν χρήσιμες πληροφορίες. Δεδομένα με άστοχη οργάνωση συνήθως δεν είναι χρήσιμα και η αξιοποίησή τους είναι αρκετά δύσκολη ή και αδύνατη.

Για να καταστεί χρήσιμη κάποια πληροφορία στους αποδέκτες της πρέπει να είναι:

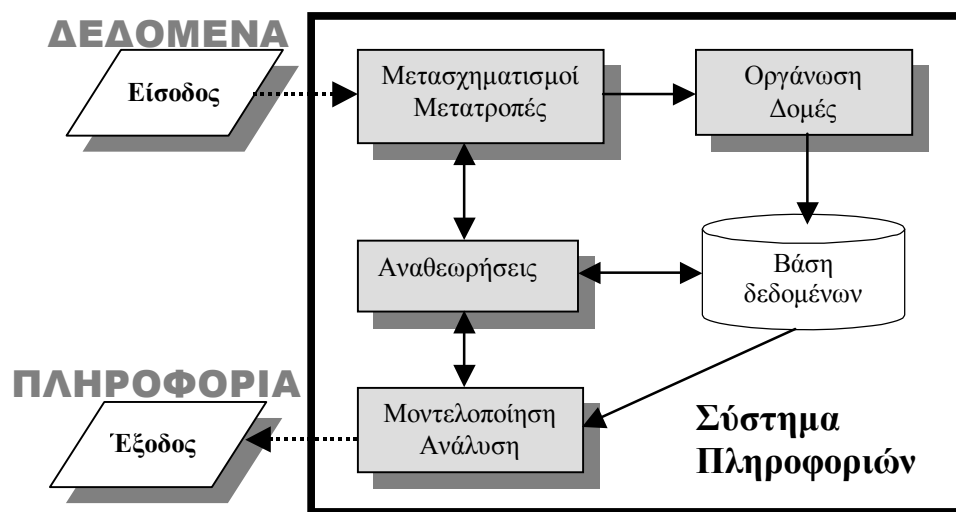
- Κατάλληλη για το σκοπό για τον οποίο προορίζεται. Η καταλληλότητα αυτή αφορά τόσο στο περιεχόμενο, όσο και στην λεπτομέρεια.
- Αξιόπιστη, ακριβής και επαληθεύσιμη
- Ενημερωμένη
- Πλήρης (θεματικά, χωρικά, χρονικά)
- Κατανοητή στους αποδέκτες
- Συνεπής με τις υπόλοιπες πηγές πληροφορίας
- Εύχρηστη και επαρκώς προστατευμένη

Σημειώνεται ότι η εξαγωγή πληροφορίας από κατάλληλα επιλεγμένα, οργανωμένα και επεξεργασμένα δεδομένα έχει υψηλό κόστος, ωστόσο αν αυτή είναι σε ψηφιακή μορφή έχει σημαντική προστιθέμενη αξία, αφού μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί (Longley et al 2001).

Πληροφοριακό σύστημα

Πληροφοριακό σύστημα Ένα πληροφοριακό σύστημα συνιστά ένα σύστημα επεξεργασίας δεδομένων και παροχής πληροφοριών το οποίο περιλαμβάνει δεδομένα, συσκευές και τεχνικές συλλογής, αρχειοθέτησης, επεξεργασίας και αποθήκευσης πληροφοριών. Βασική λειτουργία ενός πληροφοριακού συστήματος είναι η μετατροπή “δεδομένων” σε “πληροφορίες”, με τη χρήση των παρακάτω διαδικασιών:

- *Μετατροπές δεδομένων* - μετασχηματισμοί από μία μορφή σε άλλη, από μία μονάδα μέτρησης σε άλλη και από ένα σχήμα ταξινόμησης σε ένα άλλο.
- *Οργάνωση και επαναδιοργάνωση των δεδομένων* ακολουθώντας τους κανόνες και τις λειτουργίες διαχείρισης βάσεων δεδομένων, έτσι ώστε να υλοποιείται η βέλτιστη προσπέλασή τους.
- *Δόμηση* - μορφοποίηση των δεδομένων με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αποδεκτά από συγκεκριμένο λογισμικό ή πληροφοριακό σύστημα
- *Μοντελοποίηση*. Περιλαμβάνει τεχνικές ανάλυσης και οπτικοποίησης των δεδομένων ή οποία ενισχύει την ικανότητα τους για υποστήριξη λήψης αποφάσεων.



Πληροφοριακό σύστημα και διαδικασίες

Ιδιαίτερη σημασία έχει η κατάλληλη *οργάνωση* και *δομή* των δεδομένων στη λειτουργικότητα των πληροφοριακών συστημάτων, αφού χωρίς αυτές τις διαδικασίες είναι αδύνατη η μετατροπή των δεδομένων σε πληροφορίες.

Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές η ερμηνεία των πληροφοριών με βάση κάποιο θεωρητικό πλαίσιο ή κάποιο σκοπό προσθέτει αξία στις πληροφορίες αυτές και τις καθιστά *γνώση*. Μεταξύ της πληροφορίας και της γνώσης μεσολαβεί η *απόδειξη*, δηλαδή η χρήση πληροφορίας για να στηριχθεί το αληθές μιας υπόθεσης. Μπορεί να λεχθεί ότι η λήψη αποφάσεων με βάση όλες τις αποδείξεις και γνώσεις αλλά και με την παροχή επεξηγήσεων και συνεπειών των αποφάσεων αποτελεί *σοφία* (Longley et al 2001).

Γεωγραφικά δεδομένα και πληροφορίες

Τα γεωγραφικά δεδομένα αποτελούν μια ειδική περίπτωση δεδομένων τα οποία αφενός αναφέρονται σε οντότητες ή φαινόμενα του φυσικού χώρου ανάπτυξης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων αφετέρου συλλέγονται και

χρησιμοποιούνται με στόχο την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων και τη λήψη αποφάσεων που σχετίζονται με το χώρο (π.χ. χωροθετήσεις, ανίχνευση χωρικών συσχετίσεων κλπ).

Τα γεωγραφικά δεδομένα διαφέρουν από άλλους τύπους δεδομένων στο ότι είναι *χωρικά προσανατολισμένα* και στο ότι εμπεριέχουν τόσο *περιγραφικά* μη-χωρικά όσο και *χωρικά* χαρακτηριστικά.

Η μετατροπή γεωγραφικών δεδομένων σε πληροφορίες έχει τους παρακάτω κύριους στόχους:

- τη βελτίωση της γνώσης που σχετίζεται με τα γεωγραφικά στοιχεία και φαινόμενα της γήινης επιφάνειας,
- την υποστήριξη διαδικασιών επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων,
- και την εκτίμηση των επιπτώσεων και συνεπειών των ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε αυτά.

Λόγω της ιδιαιτερότητας της φύσης των γεωγραφικών δεδομένων, εφαρμόζονται εξειδικευμένες διαδικασίες οργάνωσης και μορφοποίησης τους. Οι διαδικασίες αυτές αφορούν στα χωρικά αλλά και στα μη - χωρικά τους χαρακτηριστικά. Σημαντική επίσης είναι και η σχέση και σύνδεση μεταξύ των περιγραφικών και των χωρικών στοιχείων των γεωγραφικών δεδομένων.

Το πληροφοριακό καθεστώς

Υπάρχουν διαφορετικές οπτικές γωνίες από τις οποίες μπορεί να εξεταστεί το καθεστώς των πληροφοριών:

Η *οπτική της οργάνωσης πληροφορίας* (ή αλλιώς *δομή* της πληροφορίας) η οποία αναφέρεται στην εσωτερική οργάνωση των δεδομένων και συμβάντων. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της οργάνωσης της πληροφορίας καλείται "*δομή δεδομένων*" (*data structure*).

Η *οπτική οργάνωσης του περιεχομένου και των σχέσεων* της πληροφορίας που αναφέρονται στα χαρακτηριστικά των δεδομένων - συμβάντων και τις μεταξύ τους σχέσεις. Η διαδικασία αναγνώρισης του περιεχομένου και των σχέσεων καλείται "*μοντελοποίηση δεδομένων*" (*data modeling*).

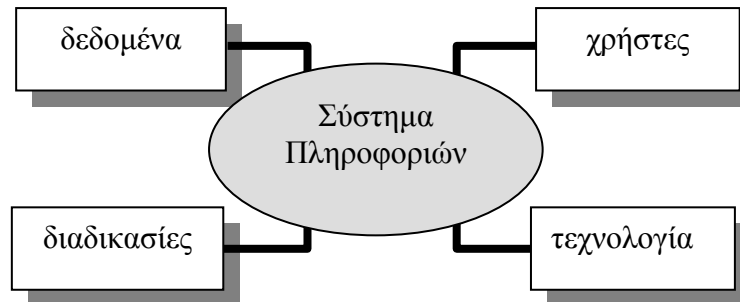
Η *οπτική ροής των πληροφοριών*. Έχει να κάνει με τον τρόπο με τον οποίο δεδομένα και συμβάντα τροποποιούνται κατά τη διαχείρισή τους από το πληροφοριακό σύστημα. Η αναγνώριση της ροής της πληροφορίας καλείται "*μοντελοποίηση διαδικασιών*" στο σχεδιασμό συστήματος πληροφοριών.

Η παραπάνω θεώρηση του πληροφοριακού καθεστώτος παρέχει το εννοιολογικό πλαίσιο σύνδεσης μεταξύ διαχείρισης βάσης δεδομένων και ανάπτυξης εφαρμογής στα πληροφοριακά συστήματα.

Είναι προφανές ότι η οργάνωση των πληροφοριών και η κατάλληλη δόμηση των δεδομένων έχουν ιδιαίτερη σημασία τόσο για τη διαχείριση των δεδομένων όσο και για την ανάπτυξη της εφαρμογής λογισμικού που αξιοποιεί αυτά τα δεδομένα.

Συστήματα πληροφοριών με προσανατολισμό στα δεδομένα

Σε γενικές γραμμές ένα σύστημα πληροφοριών αποτελείται από τα παρακάτω συστατικά: δεδομένα, τεχνολογία, διαδικασίες (ή εφαρμογές) και χρήστες.



μέρη συστήματος πληροφοριών

Η τρέχουσα προσέγγιση στην ανάπτυξη συστημάτων πληροφοριών είναι προσανατολισμένη στα δεδομένα (data - oriented).

Αν λάβουμε υπόψη ότι η τεχνολογία των υπολογιστών εξελίσσεται συνεχώς, και ότι στο πλαίσιο ενός πληροφοριακού συστήματος, οι διαδικασίες και οι εφαρμογές πιθανώς να τροποποιούνται συχνά, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι το πιο σταθερό συστατικό των συστημάτων πληροφοριών είναι τα δεδομένα.

Οι εφαρμογές οι οποίες είναι προσανατολισμένες στα δεδομένα παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Η διαχείριση των δεδομένων ως σημαντικών πόρων είναι ανάλογη με τον τρόπο διαχείρισης των οικονομικών, τεχνικών και ανθρώπινων πόρων.
- Ευκολία καταμερισμού δεδομένων μεταξύ διαφορετικών χρηστών
- Απόκτηση υλικού και λογισμικού με βάση τα δεδομένα της εφαρμογής.

Η ανάπτυξη συστημάτων προσανατολισμένων στα δεδομένα δεν συνεπάγεται και ενεργό συμμετοχή κάθε χρήστη στις διαδικασίες οργάνωσης της πληροφορίας και δόμησης των δεδομένων.

Η ομάδα διαχείρισης της βάσης δεδομένων είναι υπεύθυνη για αυτό λαμβάνοντας υπόψη τα απαιτούμενα από την εφαρμογή.

Η ομάδα ανάπτυξης σχεδιάζει και υλοποιεί εφαρμογές λογισμικού με βάση αποδεκτές δομές δεδομένων.

Η οργάνωση της πληροφορίας και η δόμηση των δεδομένων - παρότι αντανάκλα τις χρηστικές απαιτήσεις - δεν παρουσιάζεται στους τελικούς χρήστες.

Ο τελικός στόχος είναι η δημιουργία του κατάλληλου τεχνολογικού περιβάλλοντος το οποίο επιτρέπει την ανάπτυξη συστημάτων πληροφοριών που είναι

- *Εύχρηστα*, μειώνοντας την ανάγκη γνώσης της δομής των δεδομένων, από απλούς τελικούς χρήστες.
- *Ευέλικτα* στην υλοποίησή τους. Επιτρέποντας αλλαγές και τροποποιήσεις των εφαρμογών χωρίς επίδραση στις υπάρχοντες δομές δεδομένων.
- *Συμφέροντα* σε εφαρμογή, μέσω της δυνατότητας που παρέχουν σε διαφορετικούς χρήστες, να χρησιμοποιούν διαμοιρασμένα δεδομένα σε πιθανές εφαρμογές.

Οργάνωση της πληροφορίας

Η οργάνωση της πληροφορίας σχετίζεται με:

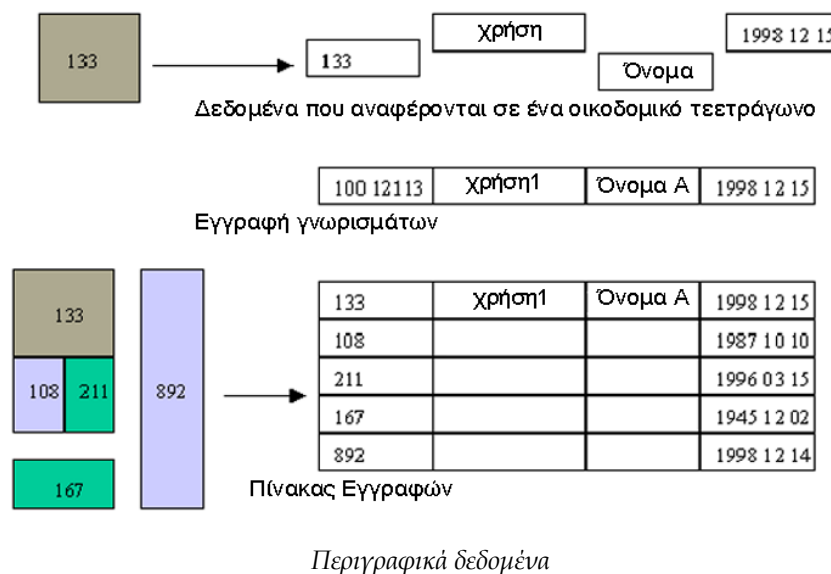
- Την οργάνωση των *δεδομένων*.
- Την οργάνωση *συσχετίσεων* μεταξύ των δεδομένων.
- Την οργάνωση των δεδομένων στο *λειτουργικό σύστημα*.
- Και την οργάνωση της *αρχιτεκτονικής της εφαρμογής*.

Οργάνωση δεδομένων

Στη διαδικασία οργάνωσης των δεδομένων, αντιμετωπίζεται με διαφορετικό τρόπο η περιγραφική και η χωρική τους διάσταση, αφού παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και διαφορετικές απαιτήσεις επεξεργασίας και αποθήκευσης.

Περιγραφικά δεδομένα

Βασικές έννοιες στην οργάνωση της περιγραφικής πληροφορίας είναι αυτές του *πεδίου* δεδομένων (field), της *εγγραφής* (record) και του *αρχείου δεδομένων* (data file).



Ένα *πεδίο* αναπαριστά ένα στιγμιότυπο ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού το οποίο αναφέρεται σε μία οντότητα (η οποία μπορεί να είναι ένα

αντικείμενο ή ένα φαινόμενο). Καλείται ακόμη *περιγραφή* (attribute) και μπορεί να έχει τη μορφή ενός αριθμού (ακέραιου ή κινητής υποδιαστολής), συνόλου χαρακτήρων, ημερομηνίας ή λογικής έκφρασης (π.χ. "αληθές", "ψευδές"). Πολλές φορές σε περιγραφές ορίζεται ένα σύνολο επιτρεπτών τιμών (values domain). (π.χ. υψόμετρο Ελλάδας μεταξύ 0-2917). Αυτή η ενέργεια βοηθά στον καλύτερο έλεγχο της ποιότητας των δεδομένων αποκλείοντας την εισαγωγή μη επιτρεπτών τιμών.

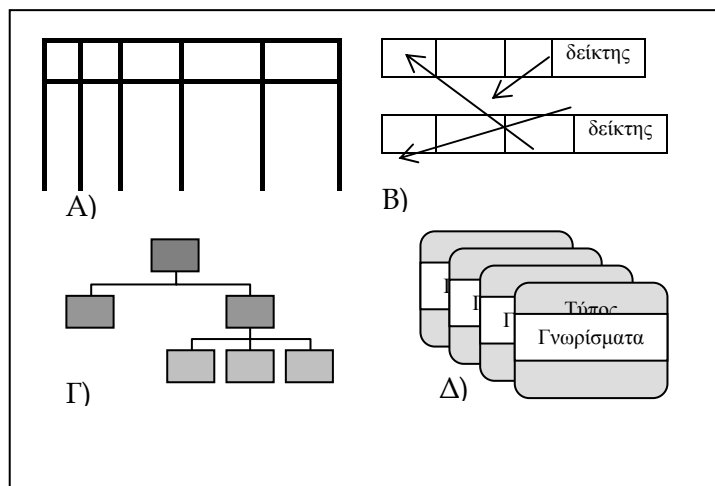
Μια *εγγραφή* είναι μια ομάδα πεδίων που συσχετίζονται αναφερόμενα στην ίδια οντότητα. Για παράδειγμα στη διοικητική διαίρεση σε νομούς της Ελλάδας μια εγγραφή μπορεί να περιέχει πεδία δεδομένων όπως το όνομα και ο συνολικός πληθυσμός της απογραφής 1991. Από το παραπάνω παράδειγμα φαίνεται ότι μια εγγραφή μπορεί να περιέχει συνδυασμό πεδίων δεδομένων με διαφορετικούς τύπους τιμών (όνομα=χαρακτήρες, πληθυσμός= ακέραιος αριθμός). Στην ορολογία των βάσεων δεδομένων μια εγγραφή καλείται ακόμη "αποθηκευμένη εγγραφή" (stored record ή tuple στις σχεσιακές βάσεις δεδομένων).

Το *αρχείο δεδομένων* είναι ένα σύνολο από εγγραφές οι οποίες συσχετίζονται αφού αναπαριστούν διαφορετικές εκδοχές του ίδιου τύπου αντικειμένων ή φαινομένων. Ένα αρχείο δεδομένων, το οποίο προσδιορίζεται με μοναδικό τρόπο με το όνομά του, αν αποτελείται από χαρακτήρες κειμένου καλείται αρχείο κειμένου (text file ή ASCII file), ενώ αν αποτελείται από αριθμητικές τιμές σε δυαδική μορφή καλείται δυαδικό αρχείο (binary file).

Η σύγχρονη προσέγγιση στην οργάνωση πληροφοριών είναι αυτή των βάσεων δεδομένων. Σαν βάση δεδομένων ορίζεται "μια αυτοματοποιημένη, αυστηρά ορισμένη συλλογή δεδομένων τα οποία, ελεγχόμενα κεντρικά, χρησιμοποιούνται και διαμοιράζονται διαφορετικοί χρήστες σε ένα επιχειρησιακό περιβάλλον" (Date 1995).

Η χρήση των βάσεων δεδομένων δεν αναιρεί τη χρήση των αρχείων δεδομένων, αφού και οι βάσεις δεδομένων δομούνται από αρχεία.

Τα κύρια μοντέλα βάσεων δεδομένων τα οποία χρησιμοποιούνται φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Μοντέλα βάσεων δεδομένων: Α) Σχεσιακό, Β) Δικτύου, Γ) Ιεραρχικό, Δ) αντικειμενοστραφές.

Το *σχεσιακό μοντέλο (relational)* είναι αυτό κατά το οποίο τα δεδομένα οργανώνονται με εγγραφές οι οποίες δομούν πίνακες, οι οποίοι με τη σειρά τους συσχετίζονται με τη χρήση κοινού πεδίου. Το μοντέλο αυτό είναι το πλέον διαδεδομένο και αυτό που κυρίως θα αναλυθεί παρακάτω.

Στο *μοντέλο δικτύου (network)* τα δεδομένα οργανώνονται σε εγγραφές οι οποίες κατηγοριοποιούνται σε τύπους εγγραφών. Ο συσχετισμός των εγγραφών γίνεται με τη χρήση δεικτών 1 προς πολλά. Το μοντέλο αυτό δεν απαντάται στις μέρες μας στα ΣΓΠ.

Στο *ιεραρχικό (hierarchical) μοντέλο* τα δεδομένα οργανώνονται σε εγγραφές με σχέσεις γονέα - παιδιού (ένα προς πολλά). Δεν χρησιμοποιείται συχνά στα ΣΓΠ.

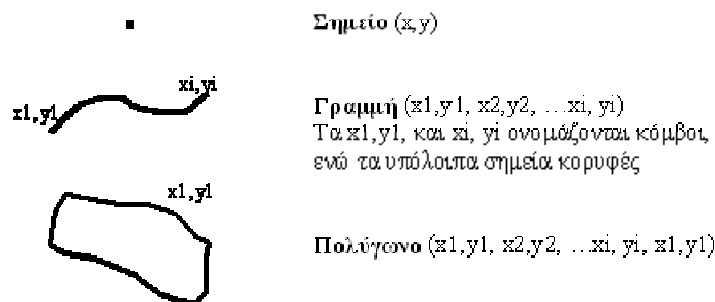
Τέλος το *αντικειμενοστραφές (object-oriented) μοντέλο* είναι αυτό στο οποίο τα δεδομένα καθορίζονται σαν μοναδικά αντικείμενα τα οποία κατηγοριοποιούνται σε τύπους και κλάσεις αντικειμένων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους. Την τελευταία δεκαετία απαντάται στα ΣΓΠ κερδίζοντας συνεχώς έδαφος γιατί είναι πιο ευέλικτο και αποδοτικό.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι απαντώνται και συνδυασμοί των παραπάνω μοντέλων, ιδιαίτερα του σχεσιακού με το αντικειμενοστραφές.

Χωρικά δεδομένα

Στη διαδικασία οργάνωσης των χωρικών δεδομένων χρησιμοποιούνται κυρίως δύο μοντέλα: το *διανυσματικό (vector)* και το *ψηφιδωτό ή κανάβου (raster)*.

Στην οργάνωση της χωρικής πληροφορίας το στοιχείο αναφοράς καλείται *basικό γραφικό στοιχείο (basic graphic element)*. Υπάρχουν τρεις τύποι βασικών γραφικών στοιχείων: το σημείο, η γραμμή ή τόξο και το πολύγωνο ή επιφάνεια.



Τα βασικά γραφικά στοιχεία

Οι τρεις παραπάνω τύποι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναπαράσταση γεωγραφικών οντοτήτων (π.χ. σημείο για την αναπαράσταση πηγής, γραμμή για αγωγό φυσικού αερίου κλπ). Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά έτσι ώστε να δομούν σύνθετα χωρικά στοιχεία (π.χ. η γεωγραφική οντότητα "περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας" σε ένα χάρτη αναπαρίσταται με το σύνολο των πολυγώνων - Νομών - που τη συνθέτουν).

διανυσματικό
μοντέλο
χωρικών
δεδομένων

Η μεθοδολογία αναπαράστασης γεωγραφικών δεδομένων με τα βασικά γραφικά στοιχεία (σημεία, γραμμές, πολύγωνα) ονομάζεται “διανυσματικό μοντέλο” (vector model) και τα δεδομένα διανυσματικά δεδομένα (vector data). Έτσι, σύμφωνα με αυτό το μοντέλο κάθε γεωγραφική οντότητα κατατάσσεται ως ένα σημειακό, γραμμικό ή πολυγωνικό αντικείμενο .

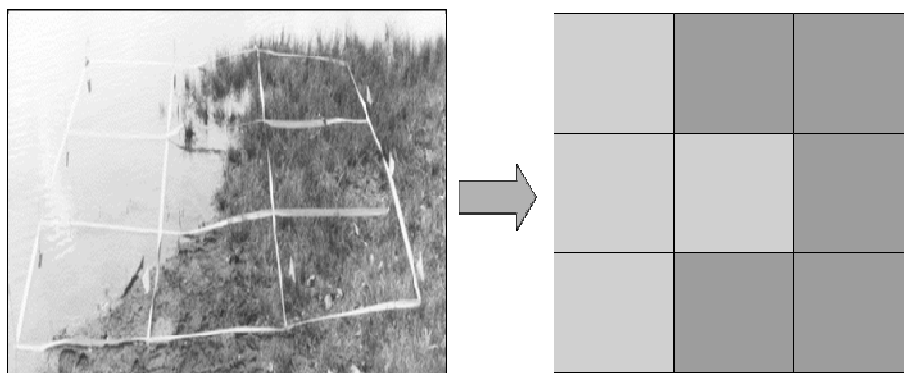
Συνήθως τα διανυσματικά μοντέλα οργανώνονται σε σύνολα δεδομένων ή θεματικά επίπεδα (themes ή layers) (π.χ. χρήσεις γης, γεωλογικοί σχηματισμοί κλπ). Σημειώνεται ότι θέματα τα οποία καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές εκτάσεις συχνά διαιρούνται σε τεμάχια (tiles) έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαχείρισή τους.

Το σύνολο των θεμάτων διανυσματικών δεδομένων που καλύπτουν την ίδια γεωγραφική περιοχή και εξυπηρετούν ένα κοινό σκοπό για κάποια συγκεκριμένη χρήση αποτελεί το χωρικό τμήμα μιας χωρικής βάσης δεδομένων.

Η παραπάνω μεθοδολογία αντιμετώπισης των χωρικών δεδομένων με το διανυσματικό μοντέλο βασίζεται σε μια οπτική ανάλυση του πραγματικού κόσμου σε αντικείμενα ή διακριτές οντότητες.

ψηφιδωτό
μοντέλο
χωρικών
δεδομένων

Μια εναλλακτική μοντελοποίηση των χωρικών δεδομένων είναι η εξέταση τμημάτων της γήινης επιφάνειας και η καταγραφή των γεωγραφικών συνθηκών για αυτά τα τμήματα. Το μοντέλο αυτό ονομάζεται ψηφιδωτό μοντέλο. Για παράδειγμα, τα χωρικά δεδομένα που συλλέγονται από συσκευές τηλεπισκόπησης αναπαρίστανται ως ένα σύνολο στοιχειωδών δομικών εικονοστοιχείων - ψηφιδών (pixels). Με αυτό τον τρόπο αναπαράστασης τα γεωγραφικά δεδομένα αναγνωρίζονται οπτικά αλλά όχι με τον ίδιο τρόπο όπως με το διανυσματικό μοντέλο. Το βασικό στοιχείο που αναγνωρίζεται είναι η διαφοροποίηση στα φασματικά και ραδιομετρικά χαρακτηριστικά των pixels. Έτσι, μια λίμνη αναγνωρίζεται σε μια δορυφορική εικόνα λόγω του ότι τα pixels που αντιστοιχούν σε αυτήν διαφέρουν φασματικά (είναι συνήθως σκοτεινότερα) από τα περιβάλλοντά τους. Παρόλα αυτά, το σύνολο αυτών των pixels δεν αναγνωρίζεται σαν ενιαία διακριτή γεωγραφική οντότητα.



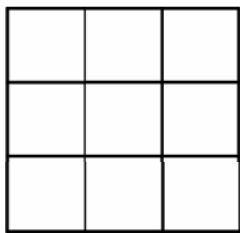
Το ψηφιδωτό μοντέλο

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω Το μοντέλο αναπαράστασης των γεωγραφικών οντοτήτων με τη χρήση ψηφιδών ονομάζεται ψηφιδωτό ή κανάβου (raster model) και τα δεδομένα ψηφιδωτά δεδομένα ή δεδομένα κανάβου (raster data).

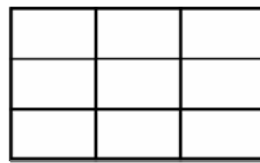
Το δομικό στοιχείο (ψηφίδα ή κελί) στο ψηφιδωτό μοντέλο είναι συνήθως τετραγωνικού σχήματος αν και έχουν προταθεί και άλλα σχήματα (π.χ. εξαγωνικά, τριγωνικά). Μια ψηφίδα αναπαριστά τα γενικά χαρακτηριστικά της περιοχής του πραγματικού κόσμου την οποία απεικονίζει. Έτσι το μέγεθός της είναι σε άμεση σχέση με την ανάλυση (resolution) αναπαράστασης των δεδομένων.

Όπως και τα διανυσματικά, έτσι και τα ψηφιδωτά δεδομένα οργανώνονται σε θέματα ή επίπεδα πληροφορίας (themes, layers) τα οποία όταν καταλαμβάνουν μεγάλες γεωγραφικές εκτάσεις αναφέρονται ως σκηνές (scenes) δεδομένων. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στην Τηλεπισκόπηση.

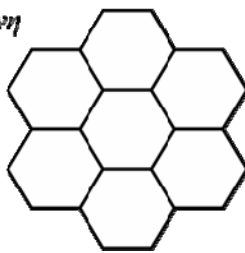
τετράγωνη



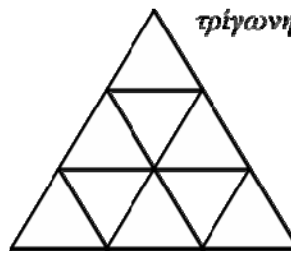
ορθογώνια



εξάγωνη



τρίγωνη

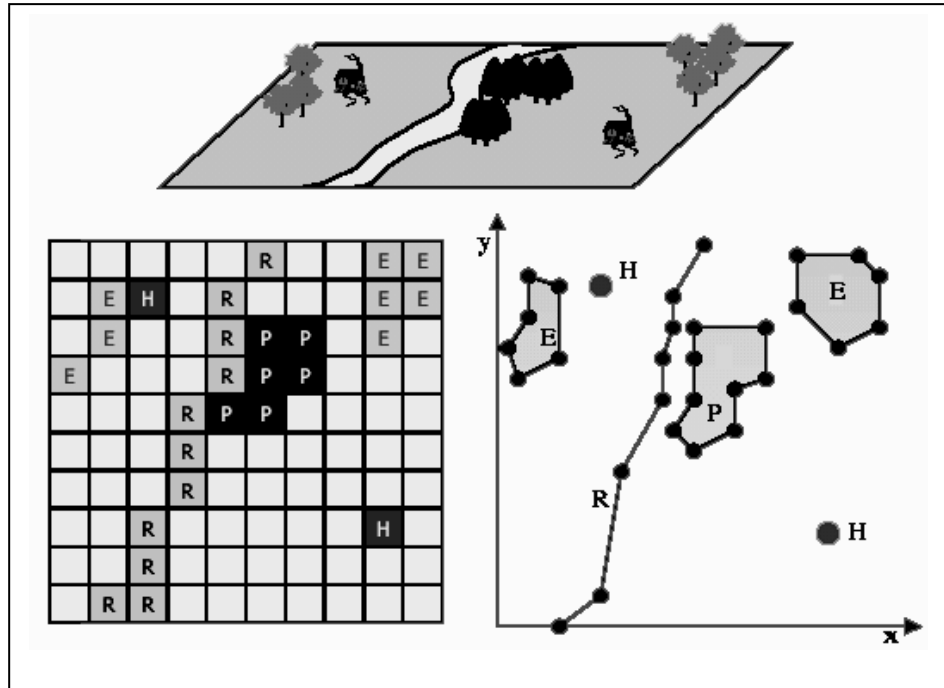


Ψηφιδωτό μοντέλο: τύποι ψηφίδων

Το όλο σκεπτικό αναπαράστασης γεωγραφικών δεδομένων με το ψηφιδωτό μοντέλο βασίζεται στην εξέταση καθορισμένων περιοχών του πραγματικού κόσμου (field view). Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για την οργάνωση γεωγραφικών πληροφοριών σε ΣΓΠ προσανατολισμένα σε εφαρμογές περιβάλλοντος – φυσικών διαθεσίμων, καθώς και σε συστήματα επεξεργασίας εικόνων τηλεπισκόπησης.

Το γεγονός ότι το διανυσματικό και το ψηφιδωτό μοντέλο διαφοροποιούνται ως προς τον τρόπο οργάνωσης και δόμησης της χωρικής πληροφορίας, καθώς και το ότι χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες εισόδου και εξόδου δεδομένων, συνέβαλε στο να θεωρούνται δύο διαφορετικές προσεγγίσεις πληροφοριακών συστημάτων με ένθερμους υποστηρικτές και επικριτές.

Οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις επιτρέπουν την κοινή χρήση αυτών των δεδομένων σε γεωγραφικές εφαρμογές. Έτσι τα σύγχρονα συστήματα παρέχουν δυνατότητες μετατροπής από διανυσματικά σε ψηφιδωτά δεδομένα και αντίστροφα, όπως επίσης και δυνατότητες εμφάνισης και των δύο αυτών τύπων δεδομένων.



χωρικά μοντέλα : ψηφιδωτό, διανυσματικό.

Στις μέρες μας τα διανυσματικά και τα ψηφιδωτά δεδομένα χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά και όχι ανταγωνιστικά, έχοντας εξίσου σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες επεξεργασίας και ανάλυσης των γεωγραφικών δεδομένων.

Οργάνωση συσχετίσεων

Οι συσχετίσεις των δεδομένων αποτελούν μια σημαντική παράμετρο στην διαδικασία οργάνωσης των πληροφοριών, αφού περιγράφουν τις λογικές σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων. Οι σχέσεις είναι χωρικές ή κατηγοριοποίησης ανάλογα με τον αν περιγράφουν τη θέση ή άλλα χαρακτηριστικά.

Οι συσχετίσεις κατηγοριοποίησης ορίζουν τις σχέσεις μεταξύ διαφορετικών οντοτήτων σε ένα σύστημα ταξινόμησης το οποίο βασίζεται στη λογική της κλίμακας των μετρήσεων. Όπως έχει αναφερθεί υπάρχουν τέσσερις κύριες κλίμακες μέτρησης: η ονομαστική (*nominal*), η ταξινομική (*ordinal*), η κλίμακα διαστήματος (*interval*) και η κλίμακα αναλογίας (*ratio*).

Οι *συσχετίσεις κατηγοριοποίησης* που βασίζονται σε κάποιου είδους βαθμονόμηση είναι από τη φύση τους ιεραρχικές. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα ταξινομούνται σε διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας. Τα δεδομένα στο υψηλότερο επίπεδο αναπαρίστανται από περιορισμένου αριθμού βασικές κατηγορίες. Σε κάθε τέτοια βασική κατηγορία, τα δεδομένα επαναταξινομούνται σε υπο-κατηγορίες, οι οποίες αν είναι απαραίτητο επαναταξινομούνται εκ' νέου κλπ.

Η ταξινόμηση των περιγραφικών δεδομένων βασίζεται κυρίως σε συσχετίσεις κατηγοριοποίησης.

Επίπεδο I	Επίπεδο II
1 Δομημένες εκτάσεις	11 κατοικίες
	12 καταστήματα - υπηρεσίες
	13 βιομηχανίες
	14 μεταφορές
	...
2 Αγροτικές εκτάσεις	21 βοσκότοποι
	22 αμπελώνες - οπωρώνες
	23 ελαιώνες
	...
3 Δασικές εκτάσεις	31 Δάση κωνοφόρων
	32 Δάση Ελάτης
	33 Μικτά δάση
	...

Παράδειγμα σχήματος ταξινόμησης περιγραφικών δεδομένων

Οι *χωρικές συσχετίσεις* περιγράφουν σχέσεις μεταξύ διαφορετικών στοιχείων του χώρου, οι οποίες καθίστανται προφανείς όταν τα δεδομένα παρουσιάζονται με κάποια γραφική μορφή (π.χ.χάρτης). Παρόλα αυτά παρουσιάζονται αρκετές δυσκολίες στην ανάπτυξη μεθόδων οργάνωσης της πληροφορίας με τέτοιο τρόπο ώστε να υλοποιούνται ακριβώς αυτές οι χωρικές συσχετίσεις. Οι δυσκολίες αυτές πηγάζουν από:

- Το πολύ μεγάλο πλήθος πιθανών συσχετίσεων μεταξύ των στοιχείων
- Τον σημαντικό αποθηκευτικό χώρο ο οποίος χρειάζεται για να καταγραφούν όλες αυτές οι συσχετίσεις.
- Το συνεχή υπολογισμό των χωρικών συσχετίσεων, οποίος επιβραδύνει τις διαδικασίες επεξεργασίας των δεδομένων.

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται οι δυνατές χωρικές συσχετίσεις μεταξύ των βασικών γραφικών στοιχείων στο διανυσματικό μοντέλο.

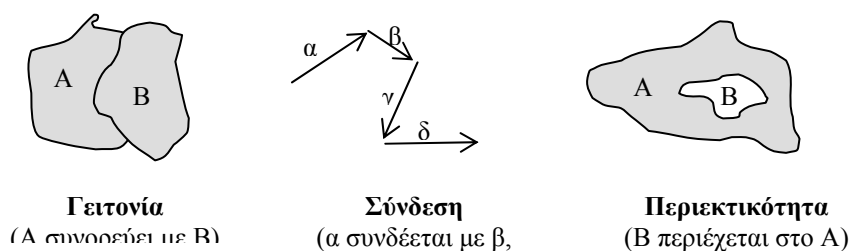
	Σημείο	Γραμμή	Πολύγωνο
Σημείο	Βρίσκεται κοντά σε Γειτονεύει με	Καταλήγει στη Βρίσκεται κοντά στη Κείται στη	Περιέχεται Βρίσκεται εξωτερικά Φαίνεται από
Γραμμή		Τέμνει Συγκλίνει Καταλήγει Ξεκινά Είναι παράλληλη	Διασχίζει Οριοθετεί Τέμνει
Πολύγωνο			Επικαλύπτει Βρίσκεται κοντά σε Γειτονεύει με Περιέχεται στο

Χωρικές συσχετίσεις στο διανυσματικό μοντέλο

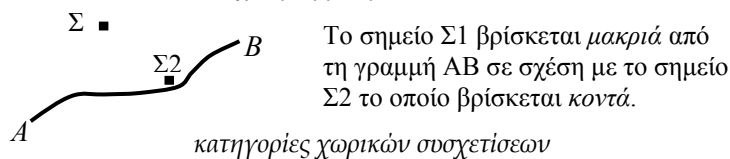
Οι χωρικές συσχετίσεις διακρίνονται σε **τοπολογικές** και **εγγύτητας**.

Οι **τοπολογικές** περιγράφουν το καθεστώς **γειτονίας**, **συνδετικότητας** και **περιεκτικότητας** γειτονικών χωρικών στοιχείων, ενώ οι συσχετίσεις **εγγύτητας** περιγράφουν την εγγύτητα μη γειτονικών χωρικών στοιχείων.

Τοπολογικές σχέσεις



Σχέση Εγγύτητας



Καθώς οι χωρικές συσχετίσεις είναι ιδιαίτερα σημαντικές στις διαδικασίες επεξεργασίας και μοντελοποίησης γεωγραφικών δεδομένων, βασικό αντικείμενο της οργάνωσης της πληροφορίας είναι ο καθορισμός του τρόπου διαχείρισής τους, με τις ελάχιστες δυνατές αποθηκευτικές και υπολογιστικές απαιτήσεις.

Οργάνωση δεδομένων στο λειτουργικό σύστημα

Η οργάνωση των δεδομένων στο λειτουργικό σύστημα, γίνεται με τη χρήση καταλόγων (directories ή folders), οι οποίοι είναι ένας ειδικός τύπος αρχείων που χρησιμοποιούνται για την οργάνωση άλλων αρχείων σε μια ιεραρχική δομή.



Οργάνωση δεδομένων σε καταλόγους και αρχεία

Ο όρος "χώρος εργασίας" (workspace) ο οποίος χρησιμοποιείται από αρκετά λογισμικά GIS, αναφέρεται σε έναν κατάλογο που ακολουθεί ακριβώς αυτή την ιεραρχική δομή. Συνήθως, τα γεωγραφικά δεδομένα οργανώνονται κατά εφαρμογή σε καταλόγους οι οποίοι βρίσκονται στον αρχικό κατάλογο (root directory) και περιέχουν υποκαταλόγους (sub - directories). Η προσπέλαση σε κάθε αρχείο του υπολογιστικού συστήματος γίνεται με τον καθορισμό του μονοπατιού (path) αναζήτησής του μέσα στη δομή των καταλόγων. (π.χ. C:\ProjectG71\basemap\hydro.txt)

Τα γεωγραφικά δεδομένα σε ένα ΣΓΠ, χαρακτηρίζονται από εσωτερική οργάνωση ή μορφοποίηση η οποία αφορά στον τρόπο με τον οποίο αποθηκεύονται. Ανάλογα με το λογισμικό ΣΓΠ που χρησιμοποιείται υπάρχει διαφορετικός τρόπος μορφοποίησης των γεωγραφικών δεδομένων με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολλές μορφές αποθήκευσής τους στο μέσο. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται ορισμένες χαρακτηριστικές μορφές χωρικών δεδομένων.

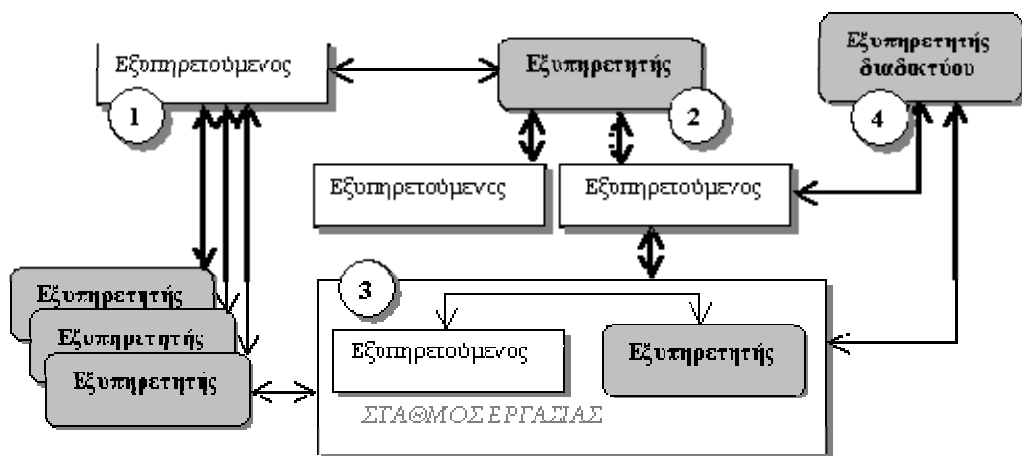
Διανυσματικές μορφές	Ψηφιδωτές μορφές
Coverage (ESRI)	BIL
CGM (computer graphics metafile)	BIP
EPS (encapsulated postscript)	BMP
DGN (Microstation drawing)	DTED
DLG	GIF
DXF (Autocad drawing exchange format)	IMG
DWG (Autocad drawing)	GRID
Geodatabase (ESRI)	JPEG
GIRAS	MrSID
TIGER line file	TIFF
Shapefile (ESRI)	PNG
VPF (Vector Product Format)	

Μορφές (format) χωρικών δεδομένων

Οργάνωση Αρχιτεκτονικής της εφαρμογής

αρχιτεκτονική
client / server

Οι εφαρμογές σε υπολογιστή που υλοποιούνται στις μέρες μας, υπάρχει η τάση να δομούνται σε αρχιτεκτονική εξυπηρετούμενου (πελάτη) / εξυπηρετητή (client / server). Η αρχιτεκτονική αυτή αναφέρεται στη σχέση ανάμεσα σε διαδικασίες που εκτελούνται στον ίδιο υπολογιστή, ή πιο συχνά σε διαφορετικούς, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με δίκτυο. Στην αρχιτεκτονική αυτή οι αιτήσεις λειτουργιών του εξυπηρετούμενου, εκτελούνται από τον εξυπηρετητή. Υπάρχουν πολλοί τρόποι εκτέλεσης του παραπάνω μοντέλου λειτουργίας, μέσω εξυπηρετητών αρχείων (data servers), εξυπηρετητών βάσεων δεδομένων (data base servers), εξυπηρετητών διαδικτύου (Web servers) κλπ.



Αρχιτεκτονική εξυπηρετούμενου – εξυπηρετητή.

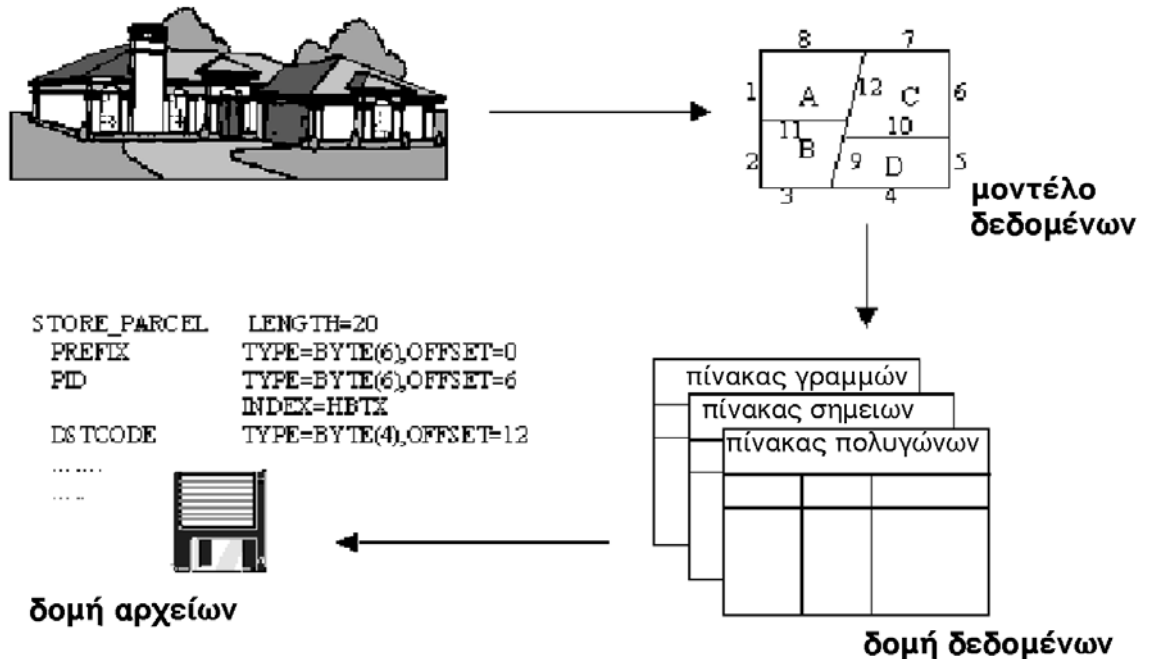
- 1: Ένας εξυπηρετούμενος – πολλοί εξυπηρετητές,
- 2: ένας εξυπηρετητής – πολλοί εξυπηρετούμενοι,
- 3: Εσωτερική αρχιτεκτονική εξυπηρετούμενου – εξυπηρετητή
- 4: Παράδειγμα αρχιτεκτονικής με εξυπηρετητή διαδικτύου

Η διαδικασία οργάνωσης της πληροφορίας έχει ως στόχο την ανάπτυξη κατάλληλης στρατηγικής σχεδιασμού των δεδομένων, ώστε να συντελείται η βέλτιστη λειτουργία του συστήματος. Έτσι υλοποιούνται τα παρακάτω:

- Ορθολογική διασπορά των δεδομένων μεταξύ εξυπηρετούμενου / εξυπηρετητή, (συνήθως οι βάσεις δεδομένων τοποθετούνται στους servers).
- Διασφάλιση λογικής κατανομής των δεδομένων μεταξύ των servers (τοποθέτηση δεδομένων με κοινή χρήση ή κοινές απαιτήσεις ασφάλειας στον ίδιο server)
- Δημιουργία και συντήρηση μετα-δεδομένων (metadata). Τα μεταδεδομένα συνιστούν πληροφορίες - βάσει κάποιων προτύπων - για τα δεδομένα με τις οποίες διευκολύνεται η ανεύρεση της διαθεσιμότητας και των χαρακτηριστικών των δεδομένων.

ΔΟΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΑΡΧΕΙΩΝ

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω η οργάνωση της πληροφορίας έχει να κάνει με την εσωτερική οργάνωση των δεδομένων. Αυτή η οργάνωση - η οποία αναφέρεται και σαν *μοντέλο δεδομένων* (data model) - μπορεί να θεωρηθεί το χαμηλότερο επίπεδο αφαίρεσης των δεδομένων, το οποίο υλοποιείται χωρίς καμιά συμμετοχή υπολογιστικού συστήματος. Τα πιο συνηθισμένα μοντέλα χωρικών δεδομένων είναι το "διανυσματικό" και το "ψηφιδωτό".



Επίπεδα αφαίρεσης στη διαδικασία οργάνωσης της πληροφορίας.

Η "δομή των δεδομένων" (data structure) βρίσκεται σε ψηλότερο επίπεδο στη διαδικασία αφαίρεσης των δεδομένων απ' ό,τι η οργάνωση της πληροφορίας, αφού αφορά στο σχεδιασμό και στην εφαρμογή της. Η δομή δεδομένων, η οποία εκφράζεται με όρους βάσεων δεδομένων, εξαρτάται από το λογισμικό μη λαμβάνοντας υπόψη το υλικό.

Μετά τον καθορισμό της δομής των δεδομένων μπορεί να εξεταστεί και το επόμενο επίπεδο αφαίρεσης των δεδομένων στα πληροφοριακά συστήματα το οποίο καλείται "δομή" ή "μορφή" των αρχείων (file structure - file format). Το επίπεδο αυτό - στο οποίο λαμβάνεται υπόψη και το υλικό - αναφέρεται στη φυσική αποθήκευση των δεδομένων σε συγκεκριμένα υπολογιστικά μέσα (σκληρός δίσκος, μαγνητικοί δίσκοι).

Δομές περιγραφικών δεδομένων

Οι δομές των περιγραφικών δεδομένων σχετίζονται με το σχεδιασμό και την υλοποίηση της οργάνωσης μη-χωρικής πληροφορίας. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος υλοποίησής τους στα σημερινά υπολογιστικά συστήματα βασίζεται στο σχεσιακό μοντέλο βάσεων δεδομένων το οποίο και αναπτύσσεται παρακάτω:

Σχεσιακή δομή βάσεων δεδομένων

Βασικές έννοιες

Η σχεσιακή δομή δεδομένων περιγράφεται από πίνακες ("επίπεδο" αρχείο εγγραφών) οι οποίοι καλούνται *σχέσεις*. Κάθε σχέση είναι ένα σύνολο από πλειάδες (tuples) που αντιστοιχούν σε γραμμές του πίνακα.

ID	COUNTRY_NAME	Population	Area (km2)	CURRENCY_TYPE
1	Aruba	67074	182,926	Florin
2	Antigua - Barbuda	65212	462,378	EC Dollar
3	Afghanistan	17250390	641869,188	Afghani
4	Algeria	27459230	2320972,000	Dinar
5	Azerbaijan	5487866	85808,203	Manat
6	Albania	3416945	28754,500	Lek
7	Armenia	3377228	29872,461	Dram
8	Andorra	55335	452,485	Peseta
9	Angola	11527260	1252421,000	Kwanza
10	American Samoa	53000	186,895	US Dollar
11	Argentina	33796870	2781013,000	Peso
12	Australia	17827520	7706142,000	Austr. Dollar

Χαρακτηριστικά ενός σχεσιακού πίνακα

Στο σχεσιακό μοντέλο κάθε πλειάδα είναι μοναδική. Η διάταξη των πλειάδων δεν αποτελεί μέρος του ορισμού μιας σχέσης συνεπώς η σειρά τοποθέτησης των γραμμών δεν είναι ρητά καθορισμένη. Ο αριθμός των πλειάδων ορίζεται ως *πληθικότητα* (cardinality). Κάθε πλειάδα δομείται από *περιγραφές* οι οποίες αντιστοιχούν στις στήλες του πίνακα.

Η επικεφαλίδα κάθε στήλης καλείται *γνώρισμα* (attribute). Το πλήθος των γνωρισμάτων μιας σχέσης ονομάζεται *βαθμός* (degree) της σχέσης. Κάθε γνώρισμα παίρνει τιμές από ένα συγκεκριμένο πεδίο ορισμού. Κάθε τιμή σε μια σχέση είναι *ατομική*, με την έννοια ότι δεν μπορεί να διασπαστεί στα πλαίσια του σχεσιακού μοντέλου.

Σε κάθε σχέση υπάρχει μια μοναδική ταυτότητα των πλειάδων η οποία μπορεί να είναι ένα γνώρισμα ή ένας συνδυασμός γνωρισμάτων. Η ταυτότητα αυτή καλείται "κλειδί" (key). Στο σχεσιακό μοντέλο δεδομένων υπάρχουν 3 ειδών κλειδιά:

- Το υποψήφιο κλειδί (candidate key) : κάθε γνώρισμα ή συνδυασμός γνωρισμάτων που ταυτοποιεί τις πλειάδες μιας σχέσης
- Το πρωτεύον κλειδί (primary key) : είναι το υποψήφιο κλειδί που επιλέγεται για την ταυτοποίηση των πλειάδων μιας σχέσης. Συνήθως είναι αυτό με τα λιγότερα γνωρίσματα.
- Το ξένο κλειδί (foreign key) : κάθε κλειδί μιας σχέσης που έχει το ίδιο πεδίο ορισμού με το κλειδί μιας άλλης.

Για την εξασφάλιση της ανεξαρτησίας της βάσης δεδομένων και της καλής οργάνωσης των δεδομένων στο σχεσιακό μοντέλο οι σχέσεις υπόκεινται διεργασίες δημιουργίας "κανονικών μορφών" οι οποίες είναι γνωστές σαν *κανονικοποίηση* (normalization). Μια σχέση είναι κανονικής μορφής όταν ικανοποιεί τους παρακάτω κανόνες:

1ος κανόνας κανονικοποίησης (1NF): Μια σχέση ικανοποιεί τον πρώτο κανόνα αν και μόνο αν οι πλειάδες της δεν περιέχουν επαναλαμβανόμενες περιγραφές. Απόρροια του κανόνα αυτού είναι

- α) σε μια σχέση τα πεδία ορισμού πρέπει να περιλαμβάνουν ατομικές τιμές
- β) δεν επιτρέπονται πλειότιμα ή σύνθετα γνωρίσματα
- γ) δεν επιτρέπονται εμφωλευμένες σχέσεις

2ος κανόνας κανονικοποίησης (2NF): Μια σχέση ικανοποιεί αυτό τον κανόνα όταν ικανοποιεί τον πρώτο και επιπλέον τα γνωρίσματα που δεν ανήκουν στο κλειδί μιας σχέσης είναι πλήρως εξαρτημένα από το πρωτεύον κλειδί.

3ος κανόνας κανονικοποίησης (3NF): Μια σχέση ικανοποιεί τον 3NF όταν ικανοποιεί το 2NF και επιπλέον τα γνωρίσματα που δεν ανήκουν στο κλειδί μιας σχέσης δεν πρέπει να είναι μεταβατικά εξαρτημένα από το πρωτεύον κλειδί.

Αντικειμενοστραφής δομή βάσεων δεδομένων, ή μη γραμμική δομή δεδομένων

Σε αντίθεση με τη σχεσιακή δομή δεδομένων, δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη τυποποίηση στη δομή δεδομένων αντικειμενοστρεφούς τύπου. Παρόλα αυτά η δομή αυτή μπορεί να περιγραφεί με τους παρακάτω γενικούς όρους:

Ταυτότητα αντικειμένου: είναι μοναδική και υλοποιείται από το σύστημα μέσω ενός μοναδικού *αναγνωριστικού αντικειμένου* (object identifier: OID). Στη δομή αυτή τα αναγνωριστικά αντικειμένου είναι αμετάβλητα.

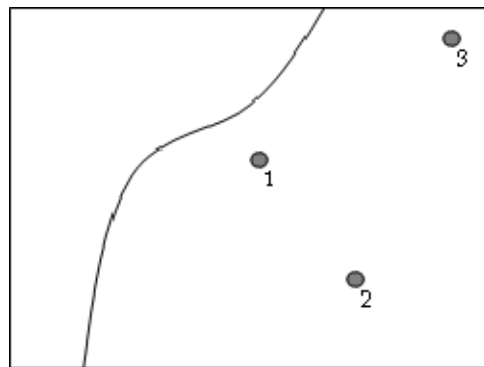
Οι *τιμές* (ή *καταστάσεις*) των σύνθετων αντικειμένων μπορούν να κατασκευάζονται από άλλα αντικείμενα με τη χρήση των *τελεστών κατασκευής τύπων* (type constructors). Ένας τρόπος αναπαράστασης τέτοιων αντικειμένων, είναι να θεωρείται κάθε αντικείμενο ως τριάδα (i,c,v) όπου i= το μοναδικό αναγνωριστικό αντικειμένου (OID), c= ο τελεστής κατασκευής (ένδειξη σχετικά με τον τρόπο κατασκευής της τιμής του αντικειμένου) και v = τιμή ή κατάσταση του αντικειμένου. Οι βασικότεροι τελεστές κατασκευής αναφέρονται σαν ατομική *τιμή*, *πλειάδα* και *σύνολο* (atom, tuple, set). Συχνά επίσης χρησιμοποιούνται και οι τελεστές *λίστα* και *πίνακας* (list, array).

Δομές χωρικών δεδομένων

Σύμφωνα με το διανυσματικό μοντέλο οι χωρικές οντότητες αποθηκεύονται ως σημεία γραμμές ή πολύγωνα. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες δομές δεδομένων οι οποίες έχουν προταθεί για την αποθήκευσης χωρικών οντοτήτων σύμφωνα με το διανυσματικό μοντέλο.

Σημεία

Καθώς οι σημειακές οντότητες αποτελούν τις απλούστερες χωρικές μονάδες η αποθήκευσή τους είναι και αυτή αρκετά απλή. Για παράδειγμα, στο διπλανό



σχήμα, το σημείο 1 βρίσκεται κοντά στο δρόμο. Για να αποθηκευτεί η θέση αυτού του σημείου μπορούμε απλά να μετρήσουμε (με τη χρήση δύο αξόνων) την απόστασή του από το κάτω αριστερό σημείο της περιοχής. Έτσι, το σημείο 1 απέχει 3 μονάδες μέτρησης κατά τον άξονα των X και 2.5 μονάδες κατά τον άξονα των Y. Αυτή η μέτρηση μας δίνει ένα ζεύγος συντεταγμένων (3, 2.5). Αν επαναλάβουμε και για τα

άλλα δύο σημεία μπορούμε να λάβουμε τον παρακάτω πίνακα:

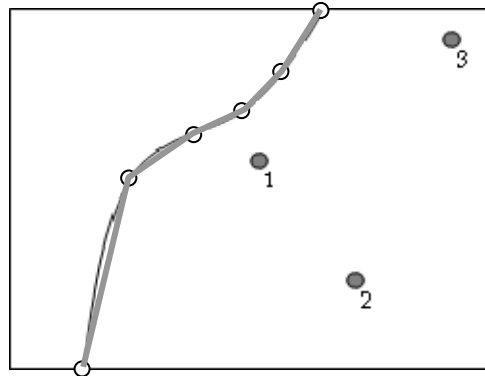
ID	X	Y	ΕΙΔΟΣ
1	3	2.5	οικία
2	4	1	εκκλησία
3	5	4	οικία

Με αυτό τον τρόπο (χρήση συντεταγμένων) είναι εύκολη η αναπαραγωγή της θέσης των σημείων σε ένα νέο χάρτη, καθώς και η διενέργεια κάποιων απλών υπολογισμών – μετρήσεων από το χάρτη. Για παράδειγμα, από τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα μπορεί εύκολα να υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ των δύο οικιών του σχήματος. Βέβαια, στην πραγματικότητα, αυτό που χρησιμοποιείται δεν είναι οι συντεταγμένες με βάση ένα αυθαίρετο, τοπικό σύστημα, αλλά αυτές που προκύπτουν από κάποιο ρητά καθορισμένο σύστημα χωρικής αναφοράς. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων

συστημάτων αποτελούν το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87) και το σύστημα UTM (Universal Transverse Mercator).

Γραμμές

Για την αποθήκευση της θέσης γραμμικών χωρικών οντοτήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρόμοια τεχνική και αυτή των σημείων. Χρησιμοποιώντας τον ίδιο χάρτη, παρατηρούμε ότι το σχήμα της γραμμής η οποία αντιστοιχεί στο δρόμο μπορεί να αναλυθεί χρησιμοποιώντας μικρά ευθύγραμμα τμήματα.



Έτσι, για τη γραμμή του διπλανού σχήματος αρκεί η αποθήκευση των σημείων που το ορίζουν.

ID	X	Y
1	1	0
2	1.5	2.4
3	2.2	2.7
4	2.9	3
5	3.2	3.5
6	3.6	4.3

Συνεπώς, με παρόμοιο τρόπο όπως και με τα σημεία, μπορεί να αναπαραχθεί ο δρόμος σε έναν άλλο χάρτη, αλλά και να μετρηθεί το μήκος του ως το άθροισμα των μηκών των επιμέρους ευθυγράμμων τμημάτων του. Βέβαια, αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η προσέγγιση μπορεί να διαφέρει από την πραγματικότητα σε περιπτώσεις όπου το σχήμα της γραμμής είναι καμπύλο και η αποθήκευση της γεωμετρίας της γίνεται με λίγα σημεία πάνω στην καμπύλη.

Ο παραπάνω πίνακας είναι αρκετά απλός και μπορεί να αποθηκευτεί εύκολα σε πληθώρα πακέτων λογισμικού. Τι γίνεται όμως αν επιχειρήσουμε τη σύνδεση περιγραφών με τις γραμμικές χωρικές οντότητες. Για παράδειγμα, αν επιθυμούμε την αποθήκευση του ονόματος για αυτό το δρόμο πως αυτή θα ενσωματωθεί στον πίνακα με τις συντεταγμένες των σημείων που ορίζουν τα ευθύγραμμα τμήματα του δρόμου. Σε αυτό το θέμα θα επανέλθουμε αργότερα, όταν θα αναφερθούμε σε περισσότερες αποτελεσματικές δομές γραμμικών χωρικών δεδομένων.

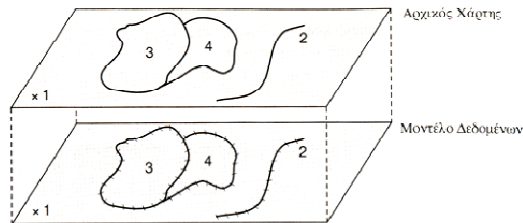
Πολύγωνα

Ένας απλός τρόπος αποθήκευσης πολυγωνικών δεδομένων επιτυγχάνεται με την αποθήκευση των γραμμών οι οποίες ορίζουν το όριο ενός πολυγώνου. Σε αυτή την περίπτωση το σημείο έναρξης του 1^{ου} ευθυγραμμίου τμήματος θα ταυτίζεται με το σημείο λήξης του τελευταίου. Είναι προφανές ότι η διάταξη των σημείων έχει σημασία όπως και με τις γραμμικές οντότητες. Με αυτό τον τρόπο ορίζεται ένα πολύγωνο (κλειστό σχήμα το οποίο περιγράφεται από μια αλληλουχία ευθυγράμμων τμημάτων). Για την αποθήκευση των περιγραφικών δεδομένων τα οποία σχετίζονται με πολυγωνικές οντότητες τα πράγματα είναι λίγο πιο σύνθετα σε σχέση με τα σημεία και τις γραμμές, καθώς συνήθως επιθυμούμε οι περιγραφές να αναφέρονται στο εσωτερικό του πολυγώνου και όχι στο περίγραμμά του. Η απλουστευμένη λογική στη αποθήκευση της χωρικής διάστασης σε πολυγωνικά δεδομένα, η οποία αναπτύχθηκε παραπάνω, παρουσιάζει και κάποια άλλα σημαντικά προβλήματα. Για παράδειγμα, στην περίπτωση πολυγώνων τα οποία γειτονεύουν (δηλαδή

έχουν κάποιο κοινό γραμμικό όριο) έχουμε διπλή αποθήκευση των κοινών ορίων. Άξιο αναφοράς είναι επίσης το γεγονός της μη δυνατότητας καταγραφής τοπολογικών σχέσεων (π.χ. σχέση γειτονίας) μεταξύ πολυγωνικών οντοτήτων σύμφωνα με το παραπάνω απλό σχήμα.

Η δομή που περιγράφηκε παραπάνω είναι γνωστή με το όνομα δομή

δομή Spaghetti



(+)

- *Απλές λίστες*
- *Ευκολία δημιουργίας και ενημέρωσης*

(-)

- *Πολλαπλές εγγραφές του ίδιου αντικειμένου*
- *Μη καταγραφή χωρικών σχέσεων*

Δομή Δεδομένων		
Χαρακτηριστικό	Αριθμός	Θέση
Σημείο	1	X, Y (ένα σημείο)
Γραμμή	2	$X_1 Y_1, X_2 Y_2, \dots, X_n Y_n$
Πολύγωνο	3	$X_1 Y_1, X_2 Y_2, \dots, X_1 Y_1$ (Κλειστό πολύγωνο)
	4	$X_1 Y_1, X_2 Y_2, \dots, X_1 Y_1,$

(Dangermond, 1982)

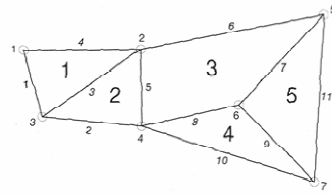
Spaghetti. Πρόκειται για μια άμεση μη δομημένη "μετάφραση" του συμβατικού χάρτη με την οποία καταγράφεται μόνο η γεωμετρία και όχι οι χωρικές σχέσεις. Έχει μικρή πρακτική χρήση η οποία περιορίζεται κυρίως στο αρχικό στάδιο της ψηφιοποίησης.

Τοπολογικές δομές

Τοπολογική δομή

Για να ξεπεραστούν τα προβλήματα τα οποία προκύπτουν από την υιοθέτηση απλών δομών οι οποίες δεν αποθηκεύουν τις σχέσεις μεταξύ των χωρικών δεδομένων έχουν προταθεί διάφορες Τοπολογικές δομές χωρικών δεδομένων. Πρόκειται για τύπους διανυσματικής δομής δεδομένων που σκοπό έχουν τη διατήρηση των χωρικών σχέσεων, για παράδειγμα αποθηκεύοντας πληροφορίες γειτονίας. Το βασικό στοιχείο για τις γραμμικές και πολυγωνικές οντότητες είναι η γραμμή. Κάθε γραμμή ορίζεται από τις συντεταγμένες των κορυφών της. Τα σημεία έναρξης και τερματισμού της αναφέρονται ως κόμβοι (nodes). Η τοπολογική πληροφορία αποθηκεύεται με την καταγραφή των παρακάτω:

- Κόμβων αφετηρίας και τερματισμού κάθε γραμμής ("φορά γραμμής")
- "Αριστερού" και "δεξιού" πολυγώνου για κάθε γραμμή (με βάση τη φορά της γραμμής).



Αρχείο Τοπολογικά Δομημένων Δικτύων και Πολυγώνων

Σύνδεσμος	Δεξιά Πολύγωνο	Αριστερά Πολύγωνο	Κόμβος 1	Κόμβος 2
1	1	0	3	1
2	2	0	4	3
3	2	1	3	2
4	1	0	1	2
5	3	2	4	2
6	3	0	2	5
7	5	3	5	6
8	4	3	6	4
9	5	4	7	6
10	4	0	7	4
11	0	5	5	7

Αρχείο Συντεταγμένων (X, Y) Κόμβων

Κόμβος	X	Y
1	23	8
2	17	17
3	29	15
4	26	21
5	8	26
6	22	30
7	24	38

(Dangermond, 1982)

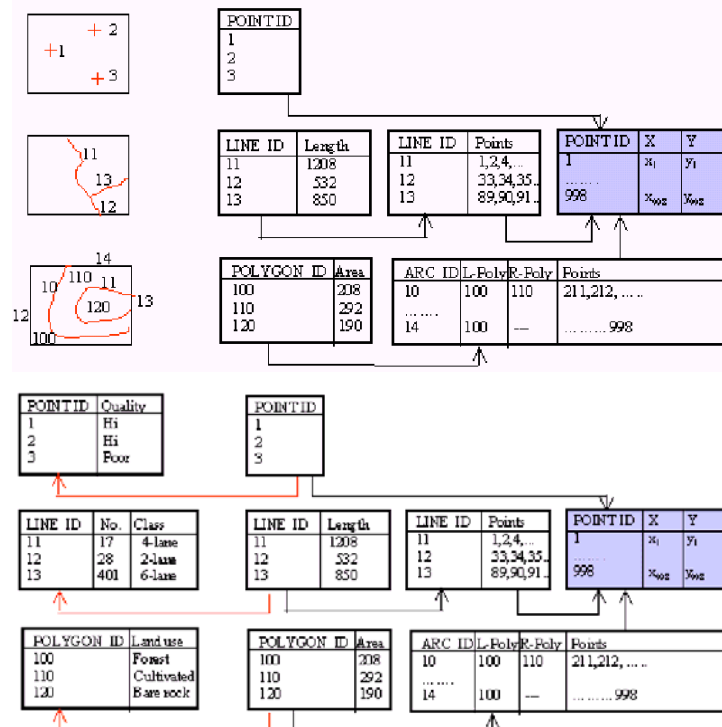
Ρητή καταγραφή τοπολογικών σχέσεων
Αποθήκευση κοινών ορίων μόνο μια φορά
Σχετική δυσκολία κατανόησης και υλοποίησης

Διευκόλυνση αναλυτικών λειτουργιών – ανάκληση σχέσεων μεταξύ γεωγραφικών αντικειμένων

Επαναδόμηση τοπολογίας μετά από αλλαγές

Παράδειγμα τοπολογικής δομής χωρικών δεδομένων και χαρακτηριστικά της

Ένας ειδικός τύπος τοπολογικής δομής δεδομένων είναι η γεωσχεσιακή δομή χωρικών δεδομένων (georelational data structure). Με βάση αυτή τη δομή τα γεωγραφικά δεδομένα διαχειρίζονται με ανάπτυξη συνδέσεων μεταξύ χωρικών και μη χωρικών (περιγραφικών) δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά είναι αποθηκευμένα σε σχεσιακούς πίνακες και η σύνδεσή τους γίνεται με τη χρήση μοναδικών πεδίων αναγνώρισης. Πολλά σύγχρονα λογισμικά GIS τα οποία βασίζονται στο διανυσματικό μοντέλο χρησιμοποιούν αυτή τη δομή.



Γεωσχεσιακή δομή διανυσματικών δεδομένων

Δομές Ψηφιδωτών δεδομένων

Σύμφωνα με το ψηφιδωτό μοντέλο, ο χώρος διαιρείται σε δομικά στοιχεία τα οποία κατασκευάζουν πλέγματα. Τα δομικά αυτά στοιχεία καλούνται ψηφίδες ή κελιά (pixels, cells) και είναι συνήθως τετράγωνα. Για κάθε ψηφίδα αποθηκεύεται μια τιμή η οποία σχετίζεται με κάποια γεωγραφική οντότητα στο συγκεκριμένο σημείο του χώρου. Οι τιμές αυτές συνήθως ανήκουν σε έναν από τους παρακάτω τύπους:

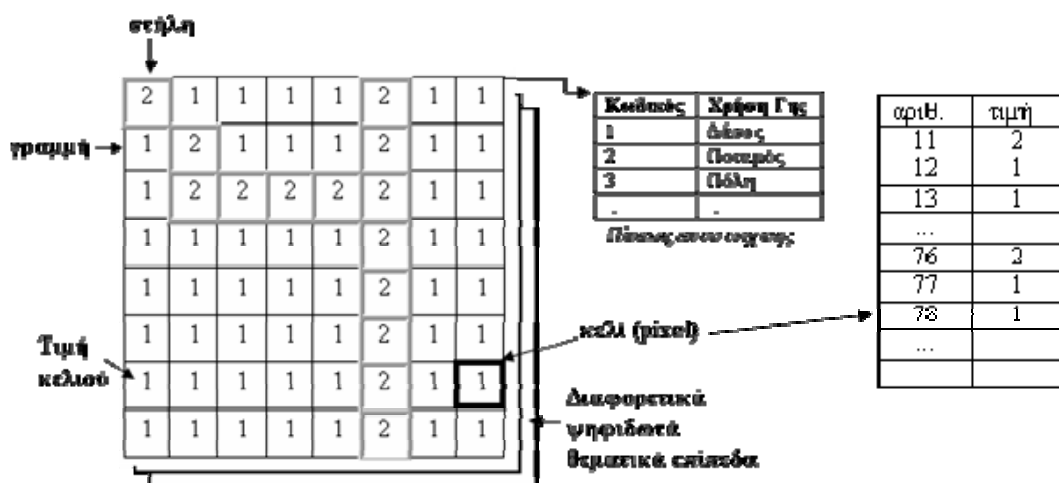
Δυαδικές τιμές: Αυτές καταδεικνύουν την παρουσία ή απουσία της οντότητας ενδιαφέροντος. Για παράδειγμα, σε ένα θεματικό επίπεδο το οποίο αντιστοιχεί στο υδρογραφικό δίκτυο για μια περιοχή μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τιμή 1 για τις ψηφίδες οι οποίες περιέχουν τμήματα του δικτύου και η τιμή 0 για τις υπόλοιπες ψηφίδες.

Τιμές που αντιστοιχούν σε θεματικές κατηγορίες: Εδώ χρησιμοποιούνται τιμές οι οποίες αντιστοιχούν σε κάποια κατηγοριοποίηση. Για παράδειγμα, σε ένα θεματικό επίπεδο το οποίο αντιστοιχεί στις χρήσεις γης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κωδικοί οι οποίοι αντιστοιχούν σε διαφορετικές χρήσεις. Καθώς οι κωδικοί αυτοί δεν συνδέονται άμεσα με τις χρήσεις συνήθως χρησιμοποιείται ένας πίνακας αντιστοίχισης.

Αριθμητικές τιμές : σύμφωνα με αυτό τον τύπο, χρησιμοποιείται κάποιος αριθμός (ακέραιος ή κινητής υποδιαστολής) για την καταγραφή της τιμής ενός γεωγραφικού φαινομένου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού του τύπου αποτελούν τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους τύπου DEM (Digital Elevation Matrix), στα οποία για κάθε ψηφίδα αποθηκεύεται μια τιμή υψομέτρου.

Σε γενικές γραμμές τα ψηφιδωτά δεδομένα χαρακτηρίζονται από απλότητα και ευχρηστία, αλλά και από μεγάλες απαιτήσεις σε αποθηκευτικό χώρο.

Ο απλούστερος τρόπος για την αποθήκευση ψηφιδωτών χωρικών δεδομένων είναι με τη δομή μιας λίστας στην οποία η τοποθέτηση κάθε ψηφίδας υλοποιείται με την καταγραφή του αριθμού της γραμμής και της στήλης στην οποία ανήκει. Έτσι, για παράδειγμα στο σχήμα τα δεδομένα αποθηκεύονται



σε πίνακα δίνοντας τον αριθμό (γραμμή - στήλη) και την τιμή της περιγραφής για κάθε ψηφίδα.

Η θέση ενός κελιού καθορίζεται από τη στήλη και τη γραμμή στην οποία ανήκει. Η έκταση την οποία αντιπροσωπεύει κάθε κελί καθορίζει τη χωρική ανάλυση των δεδομένων. Η τοποθέτηση ενός γεωγραφικού στοιχείου καταγράφεται στην κοντινότερη ψηφίδα.

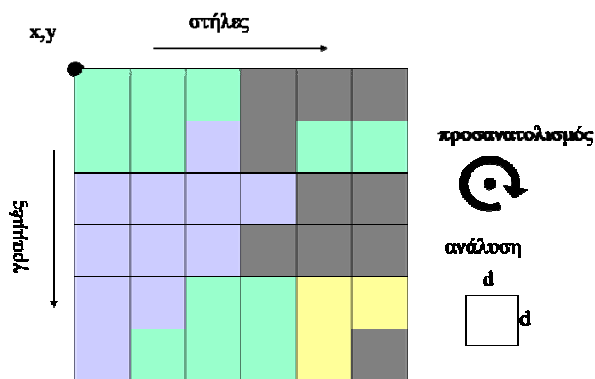
Για κάθε ψηφίδα αποθηκεύονται τιμές (ακέραιες, πραγματικές ή αλφαριθμητικές) οι οποίες δείχνουν τον τύπο του αντικειμένου, φαινομένου ή κατάστασης η οποία απαντάται στη συγκεκριμένη θέση. Διαφορετικές τιμές που αναφέρονται στο ίδιο κελί συνήθως αποθηκεύονται σε ξεχωριστά επίπεδα.

Η χωρική αναφορά των δεδομένων γίνεται συνήθως με την καταγραφή των πραγματικών συντεταγμένων για ένα χαρακτηριστικό σημείο του ψηφιδωτού (συνήθως στην πάνω αριστερά ψηφίδα). Με αυτό τον τρόπο οι συντεταγμένες των υπολοίπων ψηφίδων υπολογίζονται έμμεσα.

Διαφορετικά λογισμικά ΣΓΠ οργανώνουν τα ψηφιδωτά δεδομένα με διαφορετικούς τρόπους (format). Ένας απλός τρόπος ο οποίος γίνεται εύκολα κατανοητός οπτικά, είναι η συνεχής αποθήκευση τιμών για τις ψηφίδες ξεκινώντας από την πρώτη στην πρώτη γραμμή και στη συνέχεια συμπληρώνοντας το αρχείο στήλη με τη στήλη και γραμμή με τη γραμμή.

Κατά την αποθήκευση των δεδομένων κάποιες γενικές πληροφορίες σχετικά με το συγκεκριμένο ψηφιδωτό επίπεδο θα πρέπει επίσης να αποθηκευτούν. Αυτές είναι:

- Ο αριθμός των γραμμών και στηλών
- Το μέγεθος της ψηφίδας
- Χ συντ/νες της πάνω αριστερής ψηφίδας
- Υ συντ/νες της πάνω αριστερής ψηφίδας
- Πιθανή στροφή του ψηφιδωτού σε σχέση με το σύστημα ΧΥ αξόνων
- Και μια περιγραφή για το τι αντιπροσωπεύουν οι τιμές για κάθε κελί.



Συμπίεση Ψηφιδωτών δεδομένων

Καθώς τα ψηφιδωτά δεδομένα συχνά αντιστοιχούν σε πολύ μεγάλο μέγεθος αρχείων στο υπολογιστικό σύστημα, έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές συμπίεσης του όγκου τους. Οι πιο συνηθισμένες είναι η κωδικοποίηση μηκών, η κωδικοποίηση αλυσίδας και η κωδικοποίηση τετραγώνων.

Κωδικοποίηση μηκών (run length encoding)

Πρόκειται για τεχνική συμπίεσης εικόνων ή ψηφιδωτών θεματικών επιπέδων η οποία βασίζεται στη λογική της αντικατάστασης αλληλουχίας ψηφιδών με την ίδια τιμή, με ένα ζεύγος τιμών (τη συγκεκριμένη τιμή και τον αριθμό που δείχνει το πλήθος των επαναλαμβανόμενων εικονοστοιχείων). Η τεχνική αυτή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε ψηφιδωτά επίπεδα με δυαδικές τιμές.

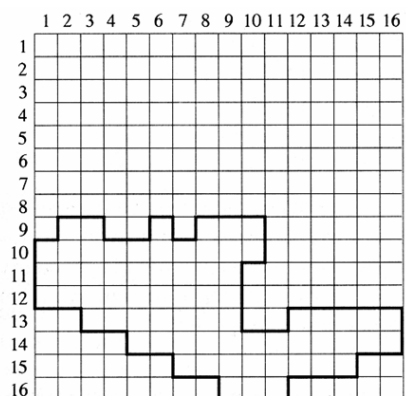
0	0	0	0	0	0 5
0	0	1	1	1	0 2, 1 3
0	0	1	1	1	0 2, 1 3
0	1	1	1	1	0 1, 1 4

Συμπίεση με κωδικοποίηση μηκών

Η τεχνική αυτή αν και είναι αποτελεσματική σε περιπτώσεις μεγάλων ομογενών εκτάσεων με τις ίδιες τιμές για κάθε ψηφίδα τους είναι εντελώς αναποτελεσματική σε ορισμένες άλλες περιπτώσεις χωρικής οργάνωσης των υπό συμπίεση δεδομένων. Για παράδειγμα στην περίπτωση που για κάθε ψηφίδα σε μια στήλη η γειτονική της έχει διαφορετική τιμή το αποτέλεσμα αυτής της κωδικοποίησης δεν είναι η συμπίεση αλλά η μεγέθυνση του αρχείου (διπλάσιο από το αρχικό).

Κωδικοποίηση αλυσίδας (Chain encoding)

Με αυτή την τεχνική συμπίεσης αποθηκεύονται μόνο οι ψηφίδες οι οποίες βρίσκονται στο εξωτερικό όριο ομογενών περιοχών (πολυγώνων). Αυτές οι ψηφίδες καλούνται κωδικοί αλυσίδας. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται ένα παράδειγμα κωδικοποίησης αλυσίδας.



(Burrough, 1987)

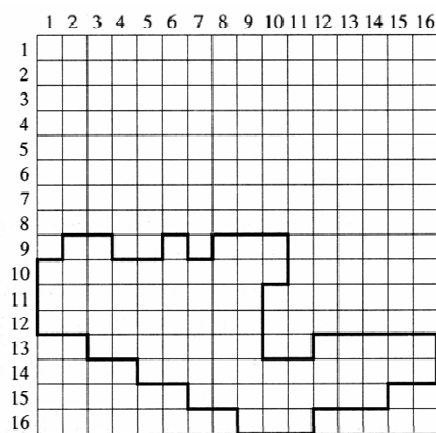
0, 1, 0², 3, 0², 1, 0, 3, 0, 1, 0³, 3², 2, 3³, 0², 1, 0⁵,
3², 2², 3, 2³, 3, 2³, 1, 2², 1, 2², 1, 2², 1, 2², 1³

Συμπίεση με κωδικοποίηση αλυσίδας

Κωδικοποίηση τετραγώνων (Block encoding)

Το βασικό σκεπτικό σε αυτή τη μέθοδο συμπίεσης ψηφιδωτών δεδομένων είναι ότι ομογενείς τετραγωνικές περιοχές αποθηκεύονται ως μια ενότητα (block). Έτσι, αφού αναγνωρισθούν οι ενότητες αυτές θα πρέπει να οριστεί η τοποθέτησή τους στο ψηφιδωτό με βάση τα στοιχεία κάποιου χαρακτηριστικού σημείου τους (π.χ. στήλη και γραμμή της κάτω αριστερής ψηφίδας τους) και του μεγέθους του block.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται και οι τρεις αυτές μέθοδοι συμπίεσης στις οποίες αναφερθήκαμε παραπάνω.

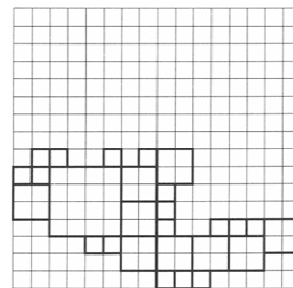


(Burrough, 1987) (a)

Σειρά	9	2,3 6,6 8,10
Σειρά	10	1,10
Σειρά	11	1,9
Σειρά	12	1,9
Σειρά	13	3,9 12,16
Σειρά	14	5,16
Σειρά	15	7,14
Σειρά	16	9,11

(b)

0, 1, 0², 3, 0², 1, 0, 3, 0, 1, 0³, 3², 2, 3³, 0², 1, 0⁵,
3², 2², 3, 2³, 3, 2³, 1, 2², 1, 2², 1, 2², 1, 2², 1³



(c)

Συμπίεση ψηφιδωτών δεδομένων (a: κωδικοποίηση αλυσίδας, b: κωδικοποίηση μηκών, c: κωδικοποίηση τετραγώνων)

Μοντελοποίηση δεδομένων (data modeling)

Η μοντελοποίηση των δεδομένων είναι η διαδικασία ορισμού φαινομένων πραγματικού κόσμου ή γεωγραφικών οντοτήτων ενδιαφέροντος με βάση τα χαρακτηριστικά τους και τις μεταξύ τους σχέσεις. Η διαδικασία αυτή, που λαμβάνει χώρα σε διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης ενός πληροφοριακού συστήματος, βοηθά στην υλοποίηση της οργάνωσης των πληροφοριών και της δόμησης των δεδομένων. Η διαδικασία μοντελοποίησης δεδομένων ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

Εννοιολογικό: Καθορισμός του γενικού σκοπού και των απαιτήσεων της βάσης δεδομένων. Αναφέρεται στα μοντέλα των δεδομένων.

Λογικό: Καθορισμός της βάσης δεδομένων από τη σκοπιά των χρηστών με σαφή προσδιορισμό των χαρακτηριστικών και των σχέσεων. Αφορά κυρίως την οργάνωση των δεδομένων.

Φυσικό: Καθορισμός της εσωτερικής δομής και της οργάνωσης των αρχείων στη βάση δεδομένων και της αποθήκευσής τους στο σύστημα. Στο στάδιο αυτό προσδιορίζεται η δομή των αρχείων.

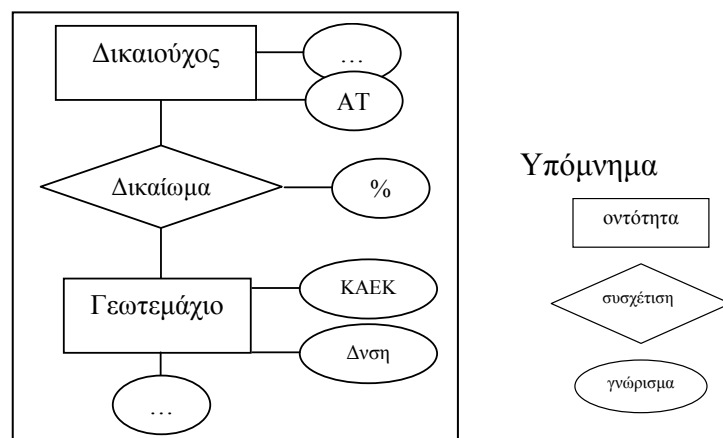
Εννοιολογικό επίπεδο μοντελοποίησης των δεδομένων.

Στόχος του είναι η σχεδίαση του εννοιολογικού σχήματος της βάσης δεδομένων ανεξάρτητα από τον τρόπο υλοποίησής της. Σε αυτό το στάδιο, η πιο διαδεδομένη μεθοδολογία είναι η δημιουργία του μοντέλου *οντοτήτων - συσχετίσεων* (*entity – relationship* ή *E-R model*).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σαν *οντότητα* καλείται κάθε αντικείμενο – φαινόμενο με φυσική ή εννοιολογική υπόσταση (π.χ. γεωτεμάχιο, νομός κλπ). Οι περιγραφικές ιδιότητες των οντοτήτων αναφέρονται ως *γνώρισμα* (π.χ. όνομα, πληθυσμός νομού). Μια οντότητα έχει μια *τιμή* για κάθε ένα από τα γνώρισμά της. Η *συσχέτιση* οντοτήτων καθορίζεται από την ύπαρξη (ή μη) μεταξύ τους σχέσεων.

Στο μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται συμβολική γλώσσα παρόμοια με το ανθρώπινο λεξιλόγιο για την περιγραφή της οργάνωσης της πληροφορίας. Η υλοποίηση του μοντέλου E-R πραγματοποιείται στις παρακάτω φάσεις:

- Αναγνώριση οντοτήτων που σχετίζονται με την εφαρμογή (αντικείμενα, φαινόμενα κλπ)
- Αναγνώριση χαρακτηριστικών των οντοτήτων
- Αναγνώριση σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων
- Σχεδιασμός του διαγράμματος οντοτήτων συσχετίσεων



Τμήμα διαγράμματος οντοτήτων - συσχετίσεων

Για τις φάσεις αναγνώρισης οντοτήτων – χαρακτηριστικών – συσχετίσεων, έχουν προταθεί οι παρακάτω κανόνες μεταφοράς κειμένου που είναι γραμμένο στη φυσική γλώσσα σε σύμβολα του μοντέλου E-R:

- Ένα ουσιαστικό (π.χ.κτήριο, ιδιοκτήτης) αντιστοιχεί σε μια οντότητα στο διάγραμμα E-R.
- Ένα ρήμα ή ρηματικός τύπος (π.χ. γειτονεύει , κατέχει) αντιστοιχεί σε μια συσχέτιση στο διάγραμμα E-R.
- Ένα επίθετο ή επιθετικός προσδιορισμός (π.χ.διατηρητέο, επικίνδυνο) αντιστοιχεί σε ένα χαρακτηριστικό οντότητας στο διάγραμμα E-R.

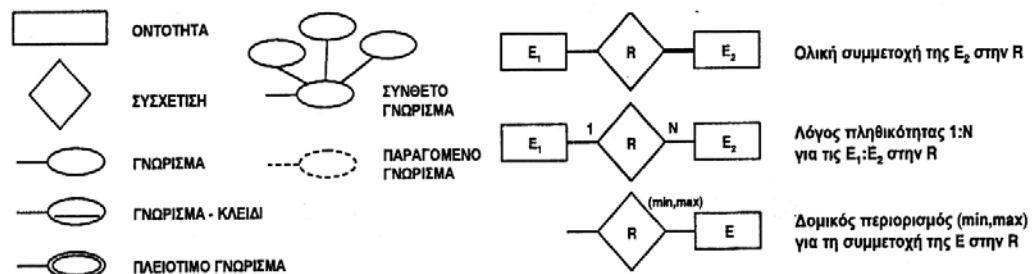
Για παράδειγμα στην πρόταση "Ο ιδιοκτήτης "X" κατοικεί σε τριώροφο κτίριο, που βρίσκεται στο οικοδομικό τετράγωνο N. 452 του Δήμου "Y" έχουμε την παρακάτω ανάλυση:

Οντότητες: "ιδιοκτήτης", "κτίριο", "οικοδομικό τετράγωνο", "Δήμος"

Συσχετίσεις: "κατέχει", "βρίσκεται"

Χαρακτηριστικά: "X", "τριώροφο", "N. 452", "Y"

Κάθε δομικό στοιχείο ενός διαγράμματος E-R έχει το δικό του συμβολισμό. Οι οντότητες συμβολίζονται με ορθογώνια, οι συσχετίσεις με ρόμβους και τα γνωρίσματα με ελλείψεις.



Βασικοί συμβολισμοί μοντέλου οντοτήτων – συσχετίσεων

Λογικό επίπεδο μοντελοποίησης δεδομένων

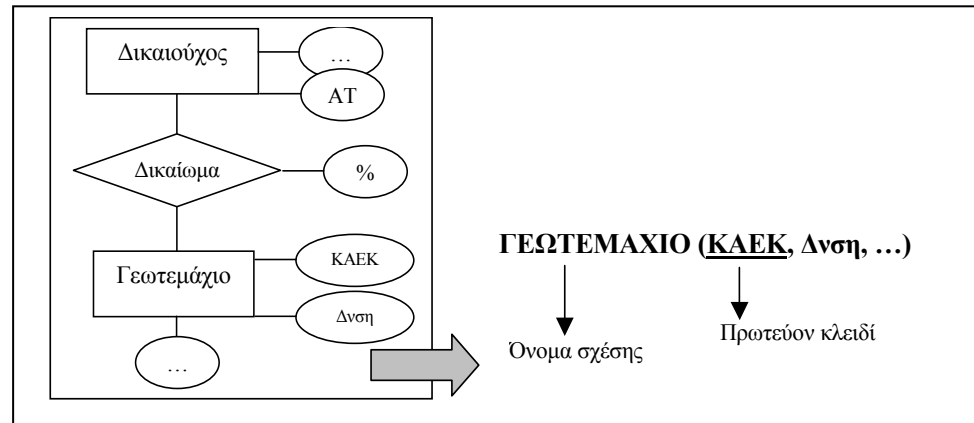
Η λογική μοντελοποίηση έχει σαν κύριο στόχο την υλοποίηση του εννοιολογικού μοντέλου μέσα από τον ακριβέστερο ορισμό του και τη μεταφορά του σε επίπεδο εφαρμογής.

Έτσι η προτεινόμενη βάση δεδομένων επιθεωρείται εξολοκλήρου έτσι ώστε να αναγνωριστούν πιθανά προβλήματα που σχετίζονται με :

- Δεδομένα που πλεονάζουν και δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.
- Ελλιπή ή μη υπάρχοντα δεδομένα
- Ακατάλληλη αναπαράσταση οντοτήτων

- Μη ενοποίηση διαφορετικών τμημάτων της βάσης
- Εφαρμογές που δεν υποστηρίζονται
- Πιθανό πρόσθετο κόστος αναθεώρησης

Το τελικό προϊόν της λογικής μοντελοποίησης δεδομένων είναι το “λογικό σχήμα” που αναπτύσσεται με την απόδοση του εννοιολογικού μοντέλου σε ένα διάγραμμα. Το λογικό σχήμα είναι σε άμεση εξάρτηση με το λογισμικό.



Λογικό σχήμα της σχέσης ΓΕΩΤΕΜΑΧΙΟ

Παρακάτω περιγράφεται ενδεικτικός αλγόριθμος απεικόνισης του εννοιολογικού μοντέλου στο λογικό σχήμα (σχέσεις) στην περίπτωση σχεσιακών βάσεων δεδομένων.

Βήμα 1^ο

Για κάθε τύπο οντοτήτων E στο σχήμα ΟΣ, δημιουργείτε μια νέα σχέση R που να περιέχει όλα τα απλά γνωρίσματα του E. Συμπεριλάβετε μόνο τα απλά συστατικά γνωρίσματα κάθε σύνθετου γνωρίσματος. Αγνοήστε τα παραγόμενα γνωρίσματα. Για τα πλείοτιμα γνωρίσματα πηγαίνετε στο βήμα 5. Επιλέξτε ένα από τα γνωρίσματα κλειδιά του E σαν πρωτεύον κλειδί.

Βήμα 2^ο

Για κάθε συσχέτιση 1:1 τύπου R στο σχήμα ΟΣ, προσδιορίστε τις σχέσεις S και T που αντιστοιχούν στους τύπους οντοτήτων που συμμετέχουν στη R. Επιλέξτε μια σχέση S και συμπεριλάβετε ως ξένο κλειδί της S το πρωτεύον της T (καλύτερα επιλέξτε ως S ένα τύπο οντοτήτων με ολική συμμετοχή στην R). Συμπεριλάβετε ως γνωρίσματα της S όλα τα απλά γνωρίσματα της 1:1 συσχέτισης τύπου R.

Βήμα 3^ο

Για κάθε συσχέτιση 1:N τύπου R στο σχήμα ΟΣ, προσδιορίστε τη σχέση S που παριστάνει τη σχέση S που παριστάνει τον συμμετέχοντα τύπο οντοτήτων από την πλευρά-N του τύπου συσχέτισης. Συμπεριλάβετε ως ξένο κλειδί στην S το πρωτεύον κλειδί της σχέσης T που παριστάνει τον άλλο τύπο οντοτήτων που

συμμετέχει στην R, αφού κάθε στιγμιότυπο οντότητας από την πλευρά N συσχετίζεται με το πολύ ένα στιγμιότυπο οντότητας από την πλευρά 1 του τύπου συσχέτισης. Συμπεριλάβετε ως γνωρίσματα της S τυχόν απλά γνωρίσματα της 1:N συσχέτισης.

Βήμα 4^ο

Για κάθε M:N τύπο συσχέτισης R, δημιουργείστε μια νέα σχέση S για να παρασταθεί ο R. Συμπεριλάβετε ως γνωρίσματα ξένων κλειδιών στην S τα πρωτεύοντα κλειδιά των σχέσεων που παριστάνουν τους συμμετέχοντες τύπους οντοτήτων. Ο συνδυασμός τους θα αποτελεί το πρωτεύον κλειδί της S. Συμπεριλάβετε επίσης τυχόν απλά γνωρίσματα του M:N τύπου συσχέτισης ως γνωρίσματα της S.

Βήμα 5^ο

Για κάθε πλειότιμο γνώρισμα A δημιουργείστε μια νέα σχέση R. Η σχέση αυτή R θα περιλαμβάνει ένα γνώρισμα που θ'αντιστοιχεί στο A καθώς και το γνώρισμα πρωτεύοντος κλειδιού K ως ξένο κλειδί στην R της σχέσης S που παριστάνει τον τύπο οντοτήτων (ή συσχέτισης) που έχει το A ως γνώρισμα. Η εφαρμογή αυτών των βημάτων οδηγεί σε ένα «κανονικοποιημένο» σχήμα. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται μια σύνοψη των αντιστοιχιών μεταξύ δομικών στοιχείων και περιορισμών του μοντέλου ΟΣ και του σχεσιακού μοντέλου

Μοντέλο ΟΣ	Σχεσιακό Μοντέλο
Τύπος οντότητας	Σχέση 'οντοτήτων'
Τύπος συσχέτισης 1:1 ή 1:N	Ξένο κλειδί (ή σχέση συσχέτισης)
Τύπος συσχέτισης M:N	Σχέση συσχέτισης και δύο ξένα κλειδιά
Απλό γνώρισμα	Γνώρισμα
Σύνολο τιμών	Πεδίο ορισμού
Σύνθετο γνώρισμα	Απλά συστατικά γνωρίσματος
Πλειότιμο γνώρισμα	Σχέση και ξένο κλειδί
Γνώρισμα κλειδί	Πρωτεύον (ή δευτερεύον) κλειδί
Παραγόμενο γνώρισμα	Δεν απεικονίζεται – έμμεσος προσδιορισμός

Φυσικό επίπεδο μοντελοποίησης δεδομένων

Είναι η διαδικασία σχεδιασμού βάσης δεδομένων με την οποία καθορίζονται οι πραγματικοί πίνακες που θα χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση των αρχείων. Πιο συγκεκριμένα καθορίζονται:

- Η μορφή (format) των αρχείων
- Οι απαιτήσεις αποθήκευσης (όγκος Β.Δ)

- Η φυσική τοποθέτηση των δεδομένων (βελτιστοποίηση της απόδοσης του συστήματος)

Το τελικό προϊόν αυτής της διαδικασίας είναι το "φυσικό σχήμα" (physical schema) ή "λεξικό δεδομένων" (data dictionary) το οποίο εξαρτάται τόσο από το λογισμικό, όσο και από το υλικό.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα υλοποίησης φυσικού σχήματος (Τμήμα λεξικού δεδομένων) για το επίπεδο πληροφορίας ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ στο πλαίσιο υλοποίησης συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ (πολυγωνική πληροφορία)					
Όνομα Πίνακα: GEOPLUSE					
Πίνακας ορισμού πεδίων:					
COLUMN	ITEM NAME	WIDTH	TYPE	N.DEC	
1	AREA	13		N	3
14	PERIMETER	13		N	3
27	GEOPLUSE_ID	11		N	0
38	LND_CODE	3		C	0

όπου:

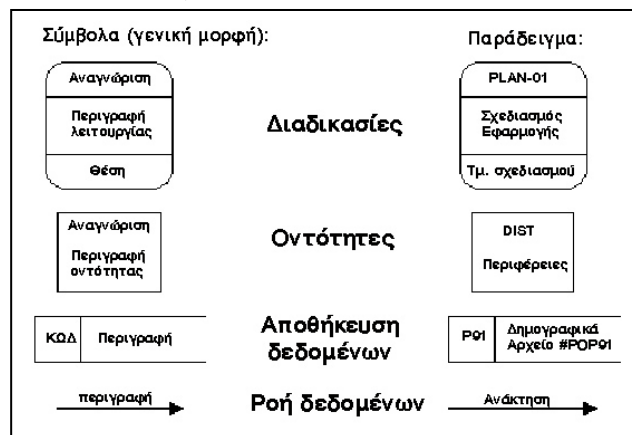
WIDTH: Ο χώρος που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση τιμών.

TYPE: Ο τύπος κάθε πεδίου (N: Number, C: Character, D: Date, B: Binary, I: Integer, F: Floating point)

N.DEC: Αριθμός δεκαδικών ψηφίων

Μοντελοποίηση διαδικασιών

Η διαδικασία μοντελοποίησης από την οπτική των διαδικασιών, ακολουθεί διαφορετική λογική από αυτή της μοντελοποίησης με βάση τα δεδομένα. Οι βασικοί στόχοι είναι ο προσδιορισμός των διαδικασιών του υπό κατασκευή συστήματος καθώς και ο προσδιορισμός του τρόπου ροής της πληροφορίας από τη μία διαδικασία στην άλλη. Το τελικό προϊόν της μοντελοποίησης διαδικασιών είναι το διάγραμμα ροής δεδομένων (data flow diagram).



Μοντελοποίηση διαδικασιών

Η μοντελοποίηση διαδικασιών, η οποία χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των χρηστικών απαιτήσεων σε εννοιολογικό επίπεδο, δεν έχει να κάνει μόνο με τις διαδικασίες, αλλά και με την οργάνωση της πληροφορίας και τη δομή των δεδομένων.

Ένα διάγραμμα ροής δεδομένων δομείται με τη χρήση τεσσάρων βασικών συμβόλων τα οποία αναπαριστούν διαδικασίες, αποθήκευση δεδομένων, οντότητες και ροή δεδομένων.

Διαδικασίες : αναπαριστούν τους μετασχηματισμούς των δεδομένων κατά τη ροή τους μέσα στο σύστημα. Τα δεδομένα εισέρχονται σε μια διαδικασία, μεταβάλλονται, και κατόπιν εξέρχονται σε μια άλλη διαδικασία ή αποθηκεύονται

Αποθήκευση δεδομένων: Ένας μόνιμος ή προσωρινός χώρος αποθήκευσης δεδομένων

Οντότητες: ορίζονται όπως και στο μοντέλο οντοτήτων συσχετίσεων και αντιπροσωπεύουν τη βασική πηγή και τον τελικό στόχο των δεδομένων σε ένα διάγραμμα ροής δεδομένων.

Ροή δεδομένων: Η σύνδεση μεταξύ διαδικασιών και αποθήκευσης δεδομένων μέσω της οποίας υλοποιείται η ροή οντοτήτων.

Η μοντελοποίηση διαδικασιών είναι μια διαδικασία σχεδιασμού η οποία ακολουθεί διάφορα επίπεδα ανάλυσης, με βάση την ανασύνθεση - από το γενικό προς το μερικό - των διαδικασιών που αναπαρίστανται στα διαγράμματα ροής δεδομένων.

- Το ανώτερο επίπεδο διαγράμματος ροής δεδομένων, το οποίο καλείται επίπεδο 0, περιέχει μια απλή διαδικασία ή ένα μικρό αριθμό διαδικασιών οι οποίες περιγράφουν το σύστημα από μια γενική σκοπιά.
- Ακολουθεί ανάλυση του διαγράμματος ροής δεδομένων σε χαμηλότερα επίπεδα (επίπεδο1, επίπεδο2, κλπ) τα οποία παρέχουν προοδευτικά όλο και περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τις διαδικασίες.

Το τελικό διάγραμμα ροής δεδομένων χρησιμοποιείται για την οργάνωση της πληροφορίας και της δομής των δεδομένων στη διαδικασία ανάπτυξης συστήματος πληροφοριών που βασίζεται στη μοντελοποίηση των διαδικασιών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΕΝΑ ΣΓΠ

Το αρχικό στάδιο στη διαδικασία υλοποίησης ενός ΣΓΠ περιλαμβάνει την τροφοδοσία του με δεδομένα. Η απόκτηση και η εισαγωγή των χωρικών δεδομένων είναι ίσως η πιο δαπανηρή και χρονοβόρα φάση. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι το 70% του κόστους και χρόνου δαπανάται σε αυτές τις διαδικασίες. Αν αναλογιστούμε ότι η αξιοπιστία και η αποτελεσματικότητα ενός ΣΓΠ είναι σε άμεση εξάρτηση με την ποιότητα των δεδομένων που εισάγονται σε αυτό, είναι φανερό ότι αυτή η αρχική φάση είναι καθοριστική και θα πρέπει να υλοποιείται με ιδιαίτερη προσοχή.

Εισαγωγή χωρικών δεδομένων

Η εισαγωγή χωρικών δεδομένων μπορεί να υλοποιηθεί με δύο γενικές μεθοδολογίες. Η πρώτη χρησιμοποιεί τεχνικές άμεσης - πρωτογενούς δημιουργίας δεδομένων σε αντίθεση με τη δεύτερη η οποία χρησιμοποιεί έμμεσες (αξιοποίηση χωρικών δεδομένων τα οποία έχουν συλλεχθεί προγενέστερα). Η άμεση απόκτηση δεδομένων γίνεται συνήθως με εργασίες πεδίου και Τηλεπισκόπηση ενώ η έμμεση με την αξιοποίηση χαρτών ή διαθέσιμων ψηφιακών δεδομένων.

Απόκτηση υπαρχόντων δεδομένων

Πολλές φορές είναι δυνατή η άμεση απόκτηση δεδομένων από κάποιο φορέα, εταιρεία ή οργανισμό. Βέβαια η απόκτηση αυτή συνήθως συνεπάγεται κάποιο κόστος. Τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να είναι τα κατάλληλα ως προς τη φύση, την κλίμακα αλλά και το χρόνο παραγωγής τους. Σε γενικές γραμμές δεδομένα μεγάλης κλίμακας είναι πολύ πιο δυσεύρετα από δεδομένα μέσης ή μικρής κλίμακας. Το ίδιο ισχύει και για τα πρόσφατα, ενημερωμένα δεδομένα σε σχέση με τα παλαιότερα. Ως προς το θέμα τους, ενημερωμένα δημογραφικά δεδομένα και δεδομένα φυσικών διαθεσίμων είναι σχετικά δύσκολο να προϋπάρχουν. Τα περισσότερα από αυτά τα δεδομένα είναι διαθέσιμα μόνο με κάποιο κόστος. Αυτό συμβαίνει σχεδόν για την πλειονότητα των δορυφορικών δεδομένων.

Οι πιο αξιόπιστοι φορείς δεδομένων συνήθως είναι οι εθνικοί χαρτογραφικοί οργανισμοί. Στην Ελλάδα κυριότεροι τέτοιοι φορείς είναι η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ), η Υδρογραφική Υπηρεσία, ο Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας (Ο.Κ.Χ.Ε) κλπ. Αλλά και οι ιδιωτικές εταιρείες έχουν ήδη εισέλθει σε αυτή την αγορά. Έτσι παράγουν και εμπορεύονται δεδομένα διαφόρων κλιμάκων και περιεχομένου. Τα στατιστικά δεδομένα συνήθως παρέχονται από κρατικές στατιστικές υπηρεσίες, για την Ελλάδα ΕΣΥΕ (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας).

Είναι γεγονός ότι υπάρχει αξιοσημείωτη ποικιλία όσον αφορά στους προμηθευτές δεδομένων. Παρόλα αυτά θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή της πηγής, έτσι ώστε να τηρούνται πρότυπα ποιότητας τα οποία είναι σε άμεση συνάρτηση με την αξιοπιστία του φορέα.

Στις μέρες μας, υπάρχει η τάση τα ψηφιακά δεδομένα να διανέμονται από κεντρικούς κόμβους στους οποίους κάποιος πιθανός χρήστης μπορεί να

απευθύνεται για την προμήθειά τους. Με δεδομένο ότι το διαδίκτυο είναι το μέσο το οποίο προσφέρεται για τέτοιου είδους δραστηριότητες και σε συνάρτηση με την παγκόσμια εξάπλωσή του, είναι εύκολα κατανοητό γιατί η διακίνηση και αγορά δεδομένων υποστηρίζεται όλο και περισσότερο από διαδικτυακές εφαρμογές.

Το βασικό πρόβλημα σε κάθε είδους διαδικασίες απόκτησης δεδομένων από τρίτους είναι αυτό της *μορφής (format)* και των *προδιαγραφών (standards)* των δεδομένων, αφού χρησιμοποιούνται διάφορες μορφές και προδιαγραφές δεδομένων από τις εταιρείες κατασκευής λογισμικού GIS αλλά και άλλους φορείς - οργανισμούς. Το γεγονός της ύπαρξης ποικιλίας επιλογών, παρά τα θετικά του στοιχεία, έχει το βασικό μειονέκτημα της ανάγκης για μετατροπές από τη μια μορφή στην άλλη. Οι μετατροπές αυτές πολλές φορές οδηγούν σε απώλεια πληροφοριών αφού κάθε μορφή δεδομένων διαφέρει από τις άλλες. Το σημείο κλειδί σε αυτές τις μετατροπές είναι η διασφάλιση του αναστρέψιμου της όλης διαδικασίας, έτσι ώστε να μπορούμε να επανέλθουμε στα αρχικά δεδομένα χωρίς την παραμικρή απώλεια δεδομένων.

Άμεση δημιουργία χωρικών δεδομένων

Σε πολλές περιπτώσεις, ο βέλτιστος τρόπος απόκτησης χωρικών δεδομένων, είναι με άμεση παρατήρηση του γεωγραφικού φαινομένου το οποίο εξετάζεται. Αυτή μπορεί να γίνει είτε με εργασίες στο πεδίο (*in situ*) είτε από απόσταση με κατάλληλους δέκτες σε αεροπλάνα και δορυφόρους.

Το σημαντικό στοιχείο της εισαγωγής δεδομένων με εργασίες πεδίου, είναι ότι λαμβάνει χώρα άμεση ερμηνεία των δεδομένων από το άτομο το οποίο τα συλλέγει. Συχνά η άμεση συλλογή στοιχείων είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος απόκτησης αξιόπιστων, ποιοτικών δεδομένων.

Στην περίπτωση αξιοποίησης εικόνων τηλεπισκόπησης, η διαφοράς εντοπίζονται στο ότι τα δεδομένα δεν χρησιμοποιούνται αυτούσια, αλλά υπόκεινται επεξεργασιών με στόχο την εξάλειψη στρεβλώσεων και λαθών. Οι μεθοδολογίες αυτού του είδους είναι και το βασικό αντικείμενο της Τηλεπισκόπησης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι με τον όρο "*εικόνα τηλεπισκόπησης*" (*remote sensing image*) αναφερόμαστε σε μια απεικόνιση σε εικονοστοιχεία (*pixels*) της μετρούμενης ανακλώμενης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε κάποιο τμήμα του φάσματος.

Το βασικά προβλήματα άμεσης συλλογής - δημιουργίας δεδομένων είναι το υψηλό κόστος της μεθοδολογίας και ο σημαντικός χρόνος ο οποίος απαιτείται για την εκπόνησή της. Αυτά ακριβώς τα προβλήματα σε συνδυασμό με το γεγονός ότι πολλές φορές προϋπάρχουν ανάλογα δεδομένα, συνήθως οδηγούν στη υιοθέτηση τεχνικών έμμεσης εισαγωγής δεδομένων.

Ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτών

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εισαγωγής χωρικών δεδομένων σε ένα ΣΓΠ είναι η αξιοποίηση συμβατικών χαρτών (συχνά αναφέρονται και ως "αναλογικοί χάρτες"). Μετά την απόκτηση τους από διάφορες πηγές, ακολουθεί η μετατροπή τους σε ψηφιακή μορφή έτσι ώστε να ενταχθούν στο υπό δόμηση ΣΓΠ.

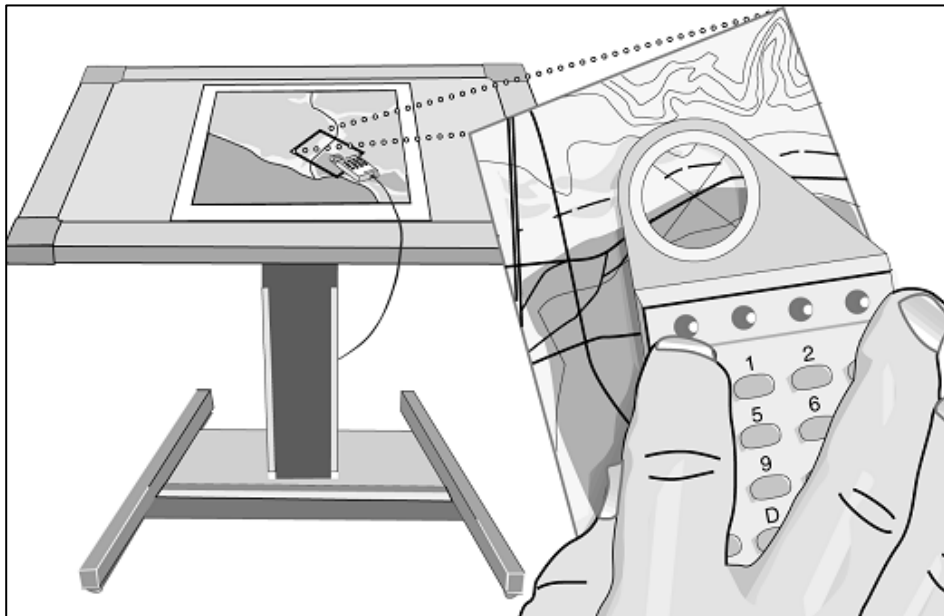
Για να διασφαλίζεται η ακριβής εισαγωγή δεδομένων από ένα συμβατικό χάρτη σε ψηφιακή μορφή, ο χάρτης προς ψηφιοποίηση θα πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Πλήρη και ευκρινή περιγραφή της κλίμακας καθώς και του συστήματος συντεταγμένων
- Αναθεωρημένες πληροφορίες
- Να είναι σε καλή κατάσταση χωρίς ανωμαλίες ή επιφάνειά του
- Να περιλαμβάνει ευκρινή σημεία αναφοράς (control points)
- Να έχει ευανάγνωστη πληροφορία
- Να προέρχεται από αξιόπιστες πηγές

Για την εισαγωγή των χωρικών (spatial) δεδομένων ενός αναλογικού χάρτη οι τεχνικές μεθοδολογίες που ακολουθούνται είναι η *χειροκίνητη ψηφιοποίηση* (manual digitizing), η *ψηφιοποίηση επί της οθόνης* (on-screen digitizing) και οι *τεχνικές αυτόματης και ημιαυτόματης διανυσματοποίησης* από σαρωμένους χάρτες (raster to vector transformations). Η πρώτη υλοποιείται με τη χρήση του ψηφιοποιητή, ενώ οι υπόλοιπες προϋποθέτουν τη χρήση σαρωτή.

Χειροκίνητη Ψηφιοποίηση (manual digitizing)

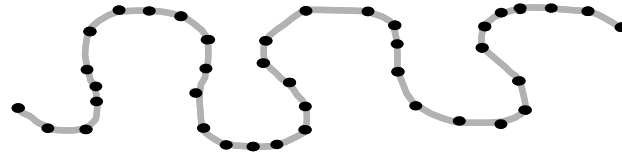
Παρακάτω περιγράφεται η διαδικασία χειροκίνητης ψηφιοποίησης (αναφέρεται και ως διανυσματοποίηση) με χρήση ψηφιοποιητή δίνοντας έμφαση στα σημεία εκείνα που εγκυμονούν τις μεγαλύτερες πιθανότητες λάθους. Ο ψηφιοποιητής είναι μια συσκευή εισόδου δεδομένων (σχ.1) η οποία αποτελείται από την τράπεζα του ψηφιοποιητή στην οποία επικολλάται ο χάρτης και το mouse του ψηφιοποιητή το οποίο χρησιμοποιείται για την κατάδειξη των οντοτήτων που επιθυμούμε να ψηφιοποιηθούν.



Ψηφιοποιητής - χειροκίνητη ψηφιοποίηση

Αφού γίνει η επικόλληση του χάρτη στην τράπεζα του ψηφιοποιητή ακολουθεί η ψηφιοποίηση των σημείων αγκίστρωσης ή ελέγχου (tics, control points), τα οποία είναι σημεία του χάρτη με γνωστές συντεταγμένες και τα

οποία χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη των μετασχηματισμών συντεταγμένων.



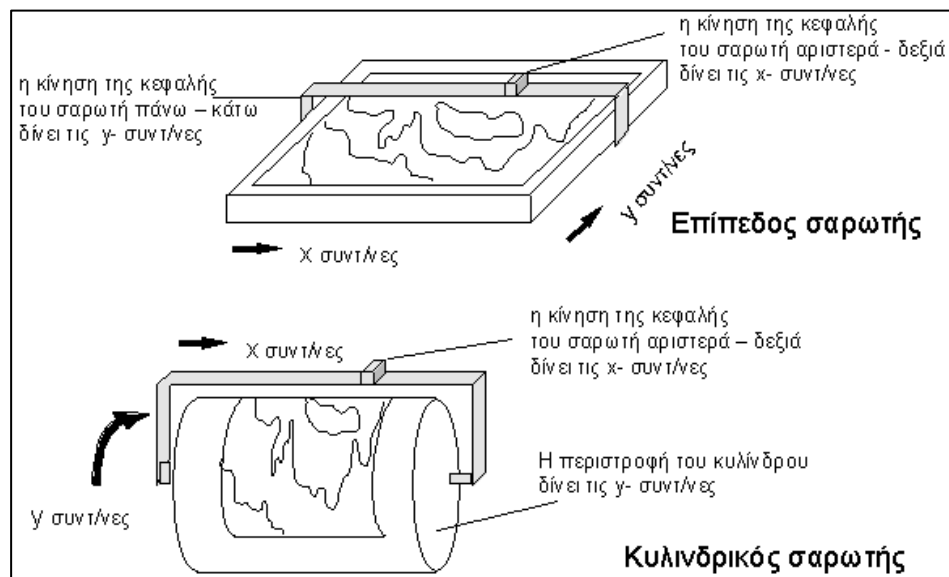
Ψηφιοποίηση γραμμικής οντότητας

Κατόπιν λαμβάνει χώρα η ψηφιοποίηση των επιθυμητών χαρακτηριστικών (εισάγοντας σημεία του χάρτη με τη χρήση του mouse του ψηφιοποιητή) φροντίζοντας πάντα το κέντρο του σταυρονήματος του κέρσορα να βρίσκεται στο σημείο που εισάγεται και η πυκνότητα εισαγωγής σημείων να είναι τέτοια που να περιγράφει με ακρίβεια τις χωρικές οντότητες που ψηφιοποιούνται. Τα περισσότερα λογισμικά ΣΓΠ παρέχουν τη δυνατότητα προκαθορισμού διαφόρων ανοχών ψηφιοποίησης (digitizing tolerances), όπως την ελάχιστη δυνατή απόσταση μεταξύ διανυσμάτων, κόμβων κλπ. Οι ανοχές αυτές - η χρήση των οποίων συνεισφέρει στην ποιότητα και την επιτάχυνση της ψηφιοποίησης - θα πρέπει να ορίζονται με προσοχή λαμβάνοντας υπ' όψη την κλίμακα του χάρτη και τη φύση των οντοτήτων που ψηφιοποιούνται.

Οπτική σάρωση (scanning)

Για τη μετατροπή χωρικών πληροφοριών σε ψηφιακή μορφή με τη μεθοδολογία της οπτικής σάρωσης (χρήση σαρωτή, βλέπε παρακάτω σχήμα) , ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- α. καθορισμός των παραμέτρων σάρωσης
- β. σάρωση του χάρτη, δημιουργία ψηφιδωτού αρχείου (raster)
- γ. διαδικασία μετατροπής των δεδομένων raster σε διανυσματικά με ψηφιοποίηση επί της οθόνης, ή με μεθοδολογίες μετατροπής raster to vector.



Είδη σαρωτών

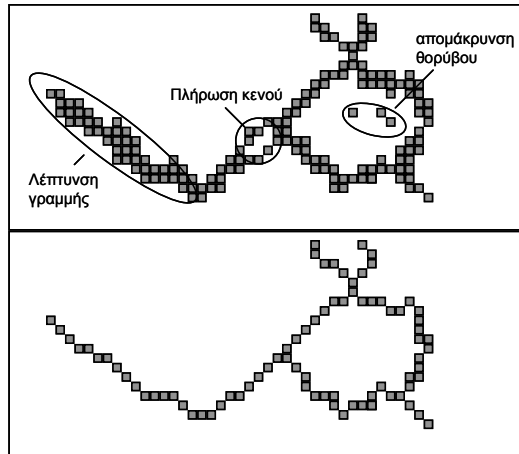
Τα δύο πρώτα βήματα αφορούν στη διαδικασία σάρωσης, ενώ το τελευταίο στη διαδικασία δημιουργίας των χωρικών οντοτήτων με την αξιοποίηση του σαρωμένου χάρτη. Οι παράμετροι της σάρωσης αφορούν κυρίως στο βάθος χρώματος (συνήθως οι επιλογές είναι: άσπρο – μαύρο, αποχρώσεις του γκρι, έγχρωμη εικόνα) και στην ανάλυση η οποία μετριέται σε dpi (dots per inch = στιγμές ανά ίντσα) . Το βάθος χρώματος σχετίζεται με το είδος του χάρτη, ενώ η ανάλυση είναι συνάρτηση των δυνατοτήτων της συσκευής σάρωσης και της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Για εργασίες ψηφιοποίησης επί της οθόνης αναλογικού χάρτη, θεωρείται ικανοποιητική ανάλυση της τάξης 200 – 300 dpi, ενώ για ψηφιοποίηση επί της οθόνης σαρωμένου ορθοφωτοχάρτη θα πρέπει να χρησιμοποιούνται υψηλότερες αναλύσεις (ελάχιστη προτεινόμενη ανάλυση σάρωσης: 600 dpi). Για την υλοποίηση τεχνικών αυτόματης και ημιαυτόματης ψηφιοποίησης αναλογικού χάρτη, συνήθως χρησιμοποιούνται αναλύσεις της τάξης των 400-600 dpi με τις οποίες διατηρείται η ακριβής αναπαράσταση των γραμμικών στοιχείων που ψηφιοποιούνται . Μετά τη σάρωση των χαρτών, η οποία έχει σαν προϊόν ένα αρχείο κανάβου (raster), το οποίο απεικονίζει το σαρωμένο χάρτη ή εικόνα (π.χ. ορθοφωτοχάρτης), ακολουθεί η αξιοποίησή του για τη δημιουργία των χωρικών οντοτήτων. Αυτή γίνεται είτε με ψηφιοποίηση επί της οθόνης, είτε με μετατροπή της πληροφορίας σε διανυσματική, με αυτόματο ή ημιαυτόματο τρόπο, με τη χρήση κατάλληλου ειδικού λογισμικού.

Η ψηφιοποίηση επί της οθόνης βασίζεται σε παρόμοια τεχνική με τη χειροκίνητη ψηφιοποίηση με ψηφιοποιητή. Έτσι ψηφιοποιούνται χειροκίνητα τα σημεία ενδιαφέροντος τα οποία αντιστοιχούν σε χωρικές οντότητες. Η ουσιαστική διαφορά είναι ότι δεν χρησιμοποιείται η τράπεζα του ψηφιοποιητή, αλλά εμφανίζεται ο σαρωμένος χάρτης στην οθόνη του υπολογιστή και ο χειριστής εισάγει τα επιθυμητά σημεία μετακινώντας τον κέρσορα πάνω στην οθόνη, συνήθως με τη χρήση του mouse. Τις περισσότερες φορές αυτή η διαδικασία υποστηρίζεται από ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας, το οποίο επιτρέπει εστίαση πάνω στον σαρωμένο χάρτη, μετακινήσεις, αποθήκευση των ψηφιοποιημένων οντοτήτων κλπ.

Με τις τεχνικές αυτόματης και ημιαυτόματης ψηφιοποίησης επιτυγχάνεται γρήγορη και ακριβής μετατροπή σε ψηφιακή μορφή, μεγάλου όγκου πληροφορίας γρήγορα και με μικρή φυσική κόπωση. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η αδυναμία για επιλεκτική σάρωση. Έτσι η τεχνική αυτή έχει πρακτική ισχύ σε περιπτώσεις ευκρινών χαρτών που περιέχουν μόνο την προς ψηφιοποίηση πληροφορία. Επίσης για την επίτευξη ποιοτικών αποτελεσμάτων με αυτή τη διαδικασία είναι απαραίτητος ο καθορισμός των κατάλληλων παραμέτρων της διαδικασίας μετατροπής από ψηφιδωτό σε διανυσματικό αρχείο (raster to vector). Σε περιπτώσεις χαρτών με μεγάλο όγκο ανεπιθύμητης πληροφορίας, χρειάζονται εκτεταμένες διορθώσεις στο ψηφιδωτό αρχείο που προκύπτει από την οπτική σάρωση, πριν τη διαδικασία διανυσματοποίησης (απομάκρυνση θορύβου, φίλτρα ενίσχυσης εικόνας κλπ).

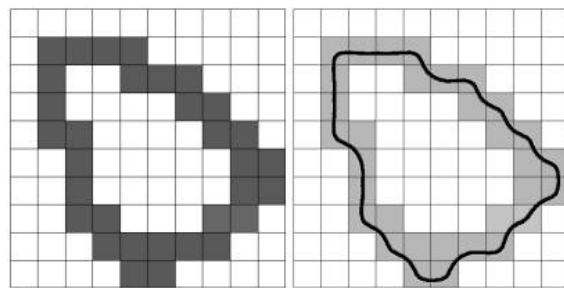
Η αυτόματη ή ημιαυτόματη ψηφιοποίηση (ή διανυσματοποίηση) σαρωμένων εικόνων – χαρτών (ή μετατροπή raster to vector) είναι μια τεχνική η οποία

επιταχύνει ιδιαίτερα την παραγωγή χρήσιμων δεδομένων από μια σαρωμένη εικόνα. Σε γενικές γραμμές η τεχνική αυτή ακολουθεί τα παρακάτω βήματα. Αρχικά γίνεται λέπτυνση (thinning) των γραμμών της σαρωμένης εικόνας – με τη χρήση κατάλληλων φίλτρων – έτσι ώστε να απομείνουν οι κεντρικές γραμμές οι οποίες αποτελούνται από ένα pixel.



Προεπεξεργασία σαρωμένης εικόνας για αυτόματη – ημιαυτόματη ψηφιοποίηση

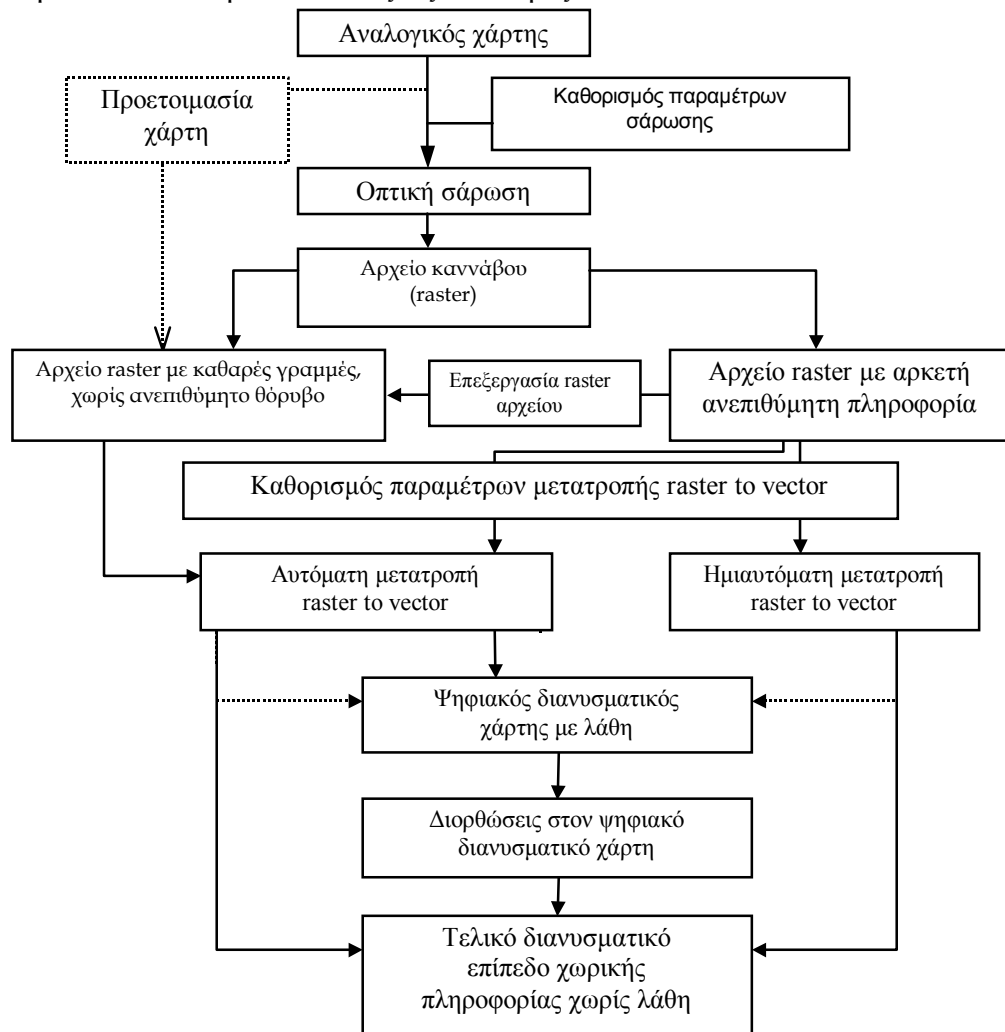
Για τα κεντρικά αυτά pixels ανιχνεύονται οι συντεταγμένες τους (x, y) οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κατασκευή γραμμών σε διανυσματική μορφή. Οι γραμμές αυτές αρχικά μορφοποιούνται με τελικό αποτέλεσμα τη δημιουργία διανυσματικών αναπαραστάσεων χωρικών αντικειμένων της σαρωμένης εικόνας - χάρτη.



Αυτόματη μετατροπή raster to vector

Τέλος λαμβάνει χώρα η σύνδεση αυτών των αντικειμένων με τις περιγραφές τους. Αυτή η διαδικασία μπορεί να είναι εντελώς αυτοματοποιημένη ή ημιαυτόματη. Στην ημιαυτόματη διανυσματοποίηση έχουμε παρέμβαση του χρήστη ο οποίος με τον κέρσορα καταδεικνύει τις γραμμές που θα διανυσματοποιηθούν, αποφασίζει την κατεύθυνση της γραμμής σε διασταυρώσεις και δημιουργεί χειροκίνητα γραμμές (με ψηφιοποίηση επί της οθόνης) όπου αυτός κρίνει (για παράδειγμα σε περιπτώσεις όπου λόγω της λέπτυνσης έχει συμβεί διακοπή της γραμμής). Επίσης με μεθόδους οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων (Optical Character Recognition ή OCR) μπορεί να γίνει αυτόματη αναγνώριση του κειμένου και των συμβόλων και η μετατροπή τους σε διανυσματική μορφή ή σε περιγραφές οντοτήτων στις οποίες αναφέρονται. Γενικότερα αυτές οι διαδικασίες είναι γνωστές ως *αναγνώριση προτύπων* (pattern recognition) η οποία βρίσκει εφαρμογές σε πληθώρα επιστημονικών πεδίων.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μεθοδολογίες αυτόματης - ημιαυτόματης ψηφιοποίησης συχνά έχουν σαν αποτέλεσμα την δημιουργία μικρών σφαλμάτων (θόρυβος ή αστοχίες στην απόδοση των χωρικών αντικειμένων) τα οποία διορθώνονται σε επόμενο στάδιο. Στο σχήμα 6 φαίνεται η διαδικασία παραγωγής ενός διανυσματικού επιπέδου πληροφορίας με οπτική σάρωση. Θα πρέπει ακόμη να επισημανθεί ότι ένας σαρωμένος χάρτης ή εικόνα, δεν συνιστά δομημένο σύνολο δεδομένων παρά μόνο μια αρχική ψηφιακή αναπαράσταση. Με περαιτέρω επεξεργασία - ή οποία πολλές φορές είναι αρκετά επίπονη - είναι δυνατή η δημιουργία ταξινομημένων γεωγραφικών οντοτήτων σε ψηφιακή μορφή καθώς και η ανάθεση των θεματικών ιδιοτήτων σε αυτές τις οντότητες.



Διαδικασία αυτόματης ή ημιαυτόματης παραγωγής διανυσματικού επιπέδου πληροφορίας με οπτική σάρωση

Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι η επιλογή της μεθόδου ψηφιοποίησης εξαρτάται από την ποιότητα και το περιεχόμενο της αρχικών αναλογικών δεδομένων. Πολύπλοκες εικόνες και χάρτες με πληθώρα συμβόλων και λεπτομερείς απεικονίσεις συνήθως ψηφιοποιούνται χειροκίνητα με χρήση

ψηφιοποιητή ή με ψηφιοποίηση επί της οθόνης. Από την άλλη πλευρά πολύ καθαροί χάρτες ή διαφάνειες με ευκρινή πληροφορία ενός είδους (όπως είναι π.χ.οι διαφάνειες με ισοϋψείς καμπύλες) ψηφιοποιούνται εύκολα και γρήγορα με αυτοματοποιημένες μεθόδους, ενώ για χάρτες μέτριας πολυπλοκότητας στους οποίους δεν επιθυμούμε την πλήρη ψηφιακή καταγραφή των στοιχείων τους συνήθως χρησιμοποιούνται ημιαυτόματες μεθοδολογίες. Βέβαια ένα στοιχείο το οποίο θα πρέπει να συνυπολογίζεται είναι και η διαθεσιμότητα υλικού – λογισμικού για κάθε μια μεθοδολογία.

Μετά την περάτωση της δημιουργίας των θεματικών επιπέδων, η πληροφορία που έχει καταχωρηθεί είναι ακόμη ακατέργαστη, αφού δεν εμπεριέχει χωρικές σχέσεις (Τοπολογία), και επιπλέον έχει ορισμένα λάθη τα οποία είναι ανεπιθύμητα.

Για να γίνει λοιπόν η πληροφορία χρήσιμη και αξιοποιήσιμη, από το ΣΓΠ, πρέπει αρχικά να διορθωθούν όλα τα λάθη και κατόπιν να δομηθούν οι τοπολογικές σχέσεις.

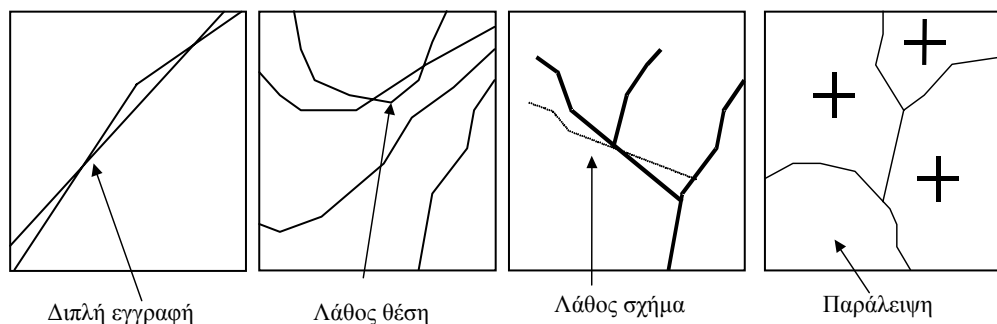
Επεξεργασία δεδομένων - διορθώσεις σφαλμάτων

Μετά την ψηφιοποίηση των χωρικών δεδομένων συχνά απαιτούνται διορθώσεις και βελτιώσεις τους, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η καταλληλότητα της χρήσης τους στο πλαίσιο του υπό δόμηση ΣΓΠ. Οι διορθώσεις αυτές σχετίζονται κυρίως με σφάλματα που προκύπτουν στη φάση της χειροκίνητης ή αυτοματοποιημένης ψηφιοποίησης. Τα σφάλματα αυτά επιβάλλεται να διορθωθούν σε αυτό το στάδιο, γιατί επηρεάζουν όλες τις μετέπειτα διαδικασίες. Οι γενικές κατηγορίες σφαλμάτων στα διανυσματικά χωρικά δεδομένα είναι:

α. ελλιπή ή περιττά χωρικά δεδομένα

β. χωρικά δεδομένα σε λάθος θέση

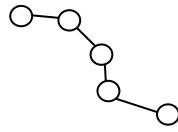
γ. στρεβλά χωρικά δεδομένα.



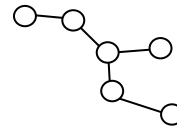
Τυπικά σφάλματα εισαγωγής χωρικών δεδομένων

Τα σύγχρονα λογισμικά GIS παρέχουν αρκετά εργαλεία για αναγνώριση των σφαλμάτων καθώς και για αυτοματοποιημένες μαζικές διορθώσεις όπως και για επιλεκτικές διορθώσεις από το χρήστη. Πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένα τυπικά λάθη μπορούν να αποφευχθούν αν γίνει προσεκτική και καλοσχεδιασμένη ψηφιοποίηση. Στο παρακάτω δίνονται ορισμένα συνηθισμένα σφάλματα και οι τρόποι διόρθωσής τους:

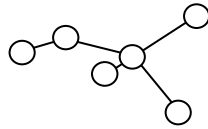
Παράλειψη τόξων



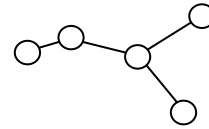
Προσθήκη νέων τόξων και σύνδεσή τους με τα υπάρχοντα



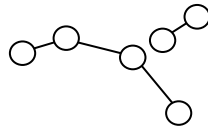
Τόξο που προεκτείνεται πέρα από το επιθυμητό (overshoot)



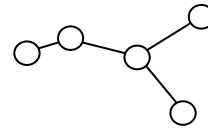
Επιλογή και διαγραφή του πλεονάζοντος τμήματος



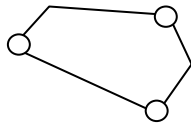
Ανεπιθύμητο αιωρούμενο τόξο (undershoot)



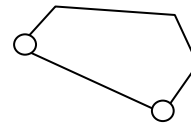
Μετακίνηση και συνένωση με άλλο τόξο



Ανεπιθύμητος κόμβος



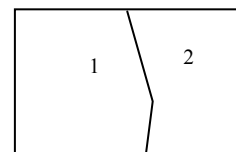
Απομάκρυνση κόμβου



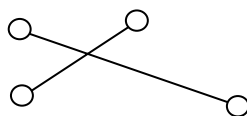
Ανεπιθύμητο όριο πολυγώνων



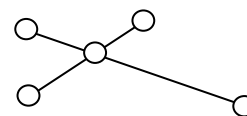
Απομάκρυνση ορίου



Τεμνόμενα τόξα χωρίς κόμβο στο σημείο διασταύρωσής τους



Δημιουργία κόμβου



Τύποι σφαλμάτων ψηφιοποίησης και τρόποι αντιμετώπισής τους.

Δόμηση Τοπολογίας

Topology - Τοπολογία:

Η Μαθηματική σπουδή των ιδιοτήτων του χώρου και των σταθερών χαρακτηριστικών τους μετά από χωρικούς μετασχηματισμούς.

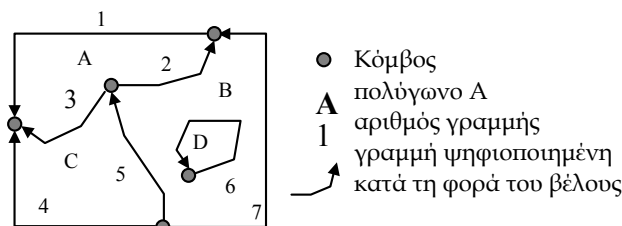
Η διαδικασία δόμησης της τοπολογίας σχετίζεται με τη δημιουργία των τοπολογικών σχέσεων μεταξύ των χωρικών οντοτήτων για τα διανυσματικά επίπεδα πληροφορίας. Συχνά λαμβάνει χώρα μετά τις διορθώσεις των λαθών που ανιχνεύονται κατά τη φάση ελέγχου.

Ο τύπος των τοπολογικών σχέσεων για κάθε επίπεδο πληροφορίας καθορίζεται από το είδος των δομικών του μονάδων (τοπολογία πολυγωνικών, γραμμικών και σημειακών χαρακτηριστικών).

Στα επίπεδα *πολυγωνικής τοπολογίας*, κάθε πολύγωνο ορίζεται ως μια λίστα των γραμμών οι οποίες το οριοθετούν. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται και οι γραμμές που ορίζουν “νησίδες”, εντός του πολυγώνου. Κατά τη δόμηση πολυγωνικής τοπολογίας, λαμβάνουν χώρα οι παρακάτω διαδικασίες:

- αποθήκευση των γραμμών σαν διατεταγμένες σειρές X, Y συντεταγμένων (X1Y1, X2Y2, X3Y3). Η σειρά αποθήκευσης των δεδομένων καθορίζει και τη φορά της γραμμής.
- διαδοχική αρίθμηση των γραμμών
- αντιστοίχιση σε κάθε πολύγωνο, του πλήθους των γραμμών του
- αντιστοίχιση σε κάθε πολύγωνο, της λίστας των γραμμών που το οριοθετούν

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένα τμήμα πολυγωνικού επιπέδου και μια εκδοχή πίνακα πολυγωνικής τοπολογίας.

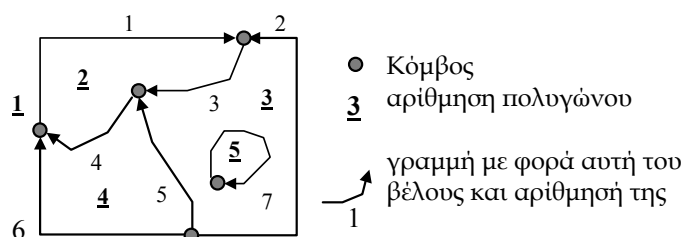


Πολύγωνο	Αριθμός γραμμών	Γραμμές που ορίζουν πολύγωνο
A	3	1,-3,2
B	4	-2,-5,7,0,6
C	3	4,-3,-5
D	1	6

Οι σχέσεις γειτνίασης μεταξύ επιφανειών καθώς και η φορά γραμμών, αναπαρίστανται με τη χρήση *γραμμικής τοπολογίας*. Από τη στιγμή που κάθε γραμμή η οποία οριοθετεί ένα πολύγωνο, εμπεριέχει πληροφορία για τη φορά της και την τιμή των πολυγώνων που βρίσκονται εκατέρωθέν της, είναι εύκολο να προσδιοριστούν τα γειτονικά πολύγωνα. Κατά τη διαδικασία δόμησης γραμμικής τοπολογίας, λαμβάνουν χώρα οι παρακάτω διαδικασίες:

- διαδοχική αρίθμηση των γραμμών
- καθορισμός της φοράς για κάθε γραμμή η οποία αντιστοιχεί στη φορά ψηφιοποίησης. Κάθε γραμμή ξεκινά από ένα κόμβο και καταλήγει σε έναν άλλο

- καθορισμός του αριστερού και του δεξιού πολυγώνου για κάθε γραμμή. Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα, του τρόπου καταχώρισης τοπολογίας γραμμής:

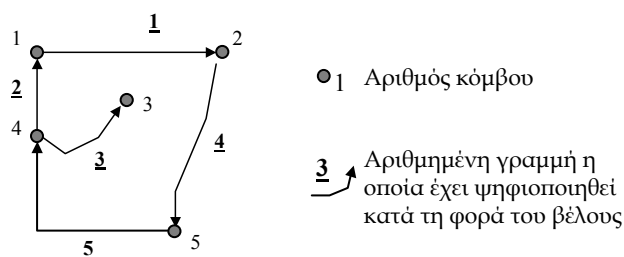


αριθμός γραμμής	Αριστερό πολύγωνο	Δεξιό πολύγωνο
1	<u>1</u>	<u>2</u>
2	<u>3</u>	<u>1</u>
3	<u>3</u>	<u>2</u>
4	<u>4</u>	<u>2</u>
5	<u>4</u>	<u>3</u>
6	<u>1</u>	<u>4</u>
7	<u>3</u>	<u>5</u>

Τέλος με τη χρήση *σημειακής τοπολογίας*, μπορούν να δομηθούν σχέσεις σύνδεσης βασιζόμενες στα σημεία ένωσης γραμμών (κόμβοι). Με τη δόμηση σημειακής τοπολογίας γίνεται:

- διαδοχική αρίθμηση γραμμών και κόμβων
- καθορισμός γειτονικών γραμμών (είναι αυτές που "μοιράζονται" έναν κοινό κόμβο).

Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα, του τρόπου καταχώρισης τοπολογίας σημείου



Αριθμός γραμμής	Κόμβος έναρξης	Κόμβος τέλους
<u>1</u>	1	2
<u>2</u>	4	1
<u>3</u>	4	3
<u>4</u>	2	5
<u>5</u>	4	5

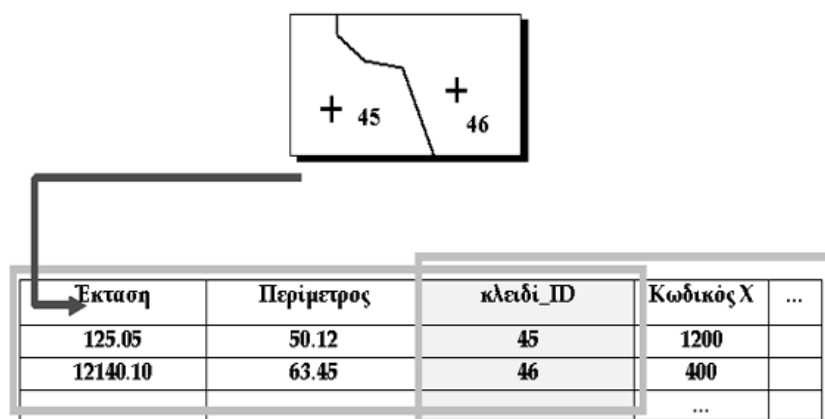
Σημειώνεται ότι οι εντολές δόμησης τοπολογίας δεν πρέπει να εκτελούνται αν υπάρχουν λάθη ψηφιοποίησης.

Το τοπολογικό μοντέλο αναπαράστασης χωρικών δεδομένων έχει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα, με βασικότερα αυτά του περιορισμού της πλεονάζουσας πληροφορίας και της ευκολίας ανίχνευσης σχέσεων μεταξύ χωρικών αντικειμένων. Παρόλα αυτά ορισμένα σύγχρονα λογισμικά υποστηρίζουν μη τοπολογικά χωρικά μοντέλα (π.χ. το μοντέλο shapefile της ESRI) υιοθετώντας τεχνικές έμμεσου προσδιορισμού χωρικών σχέσεων. Μετά και από τη φάση της δόμησης τοπολογικών σχέσεων, σειρά έχουν οι καταχωρίσεις των περιγραφικών πληροφοριών για τα επίπεδα πληροφορίας. Αυτές οι καταχωρίσεις γίνονται με το σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (DBMS). Τα σύγχρονα ΣΓΠ παρέχουν δυνατότητες χρήσης εσωτερικού ή εξωτερικού υποσυστήματος DBMS.

Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά για κάθε θεματικό επίπεδο καταχωρίζονται με βάση το λεξικό δεδομένων που δημιουργείται κατά τη φάση του σχεδιασμού. Τα στάδια εισαγωγής περιγραφικής πληροφορίας περιγράφονται παρακάτω:

Αρχικά δημιουργούνται τα αρχεία (πίνακες) περιγραφικών δεδομένων, τα οποία συσχετίζονται με τα χωρικά χαρακτηριστικά (σημεία, γραμμές, επιφάνειες) κάθε επιπέδου πληροφορίας. Ο συσχετισμός αυτός υλοποιείται βάσει του μοναδικού κωδικού αναγνώρισης, ο οποίος συμπεριλαμβάνεται στο αρχείο που δημιουργείται για κάθε επίπεδο. Η γενική δομή των πινάκων (αριθμός και όνομα πεδίων, μέγεθος και είδος πεδίων, κλπ) προκαθορίζεται κατά τη φάση σχεδιασμού. Ακολουθεί η προσθήκη τιμών στα πεδία.

Το τελικό στάδιο είναι ο συσχετισμός αυτών των πινάκων με τα χωρικά δεδομένα, βάσει του κωδικού αναγνώρισης. Έτσι, το τελικό αποτέλεσμα είναι μια πιο ολοκληρωμένη καταγραφή της φυσικής πραγματικότητας:

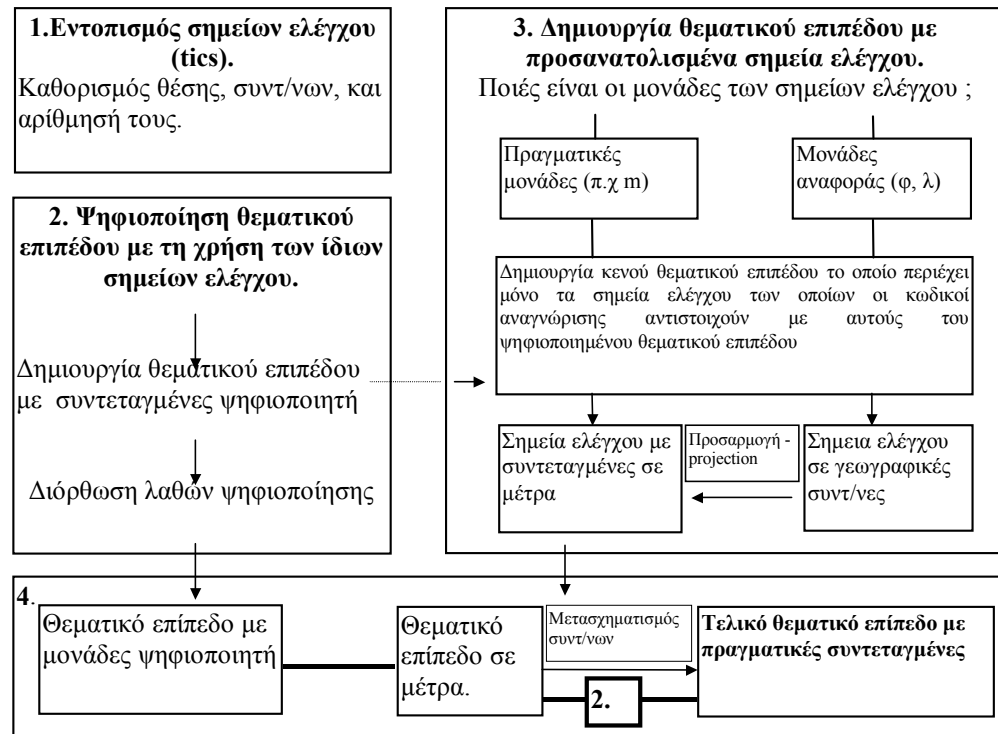


Σύνδεση περιγραφών με χωρικές οντότητες

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι, κατά τη φάση υλοποίησης ΣΓΠ λαμβάνει χώρα προσαρμογή των επιπέδων πληροφορίας σε ένα κοινό σύστημα πραγματικών συντεταγμένων. Η ενέργεια αυτή - η οποία παρουσιάζεται παρακάτω - έχει ιδιαίτερη σημασία για ένα ΣΓΠ αφού επιτρέπει αφενός τη διεξαγωγή μετρήσεων σε πραγματικές μονάδες, αφετέρου την υλοποίηση λειτουργιών υπέρθεσης των δεδομένων.

Δημιουργία θεματικών επιπέδων με πραγματικές συντεταγμένες

Οι μετατροπές των συντεταγμένων όλων των επιπέδων χωρικών δεδομένων σε ενιαίο σύστημα αναφοράς είναι μια από τις βασικές λειτουργίες ενός ΣΓΠ. Η διαδικασία που περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα είναι προσαρμοσμένη στην ψηφιοποίηση με τη χρήση ψηφιοποιητή.



Διαδικασία δημιουργίας θεματικού επιπέδου με πραγματικές συντεταγμένες

Τα στάδια της μεθοδολογίας περιγράφονται παρακάτω:

Εντοπισμός και αριθμηση των σημείων ελέγχου στο χάρτη.

Η διαδικασία αυτή πρέπει να γίνεται με πολλή προσοχή αφού πιθανά λάθη οδηγούν σε μείωση της ακρίβειας της μεθόδου. Ως σημεία ελέγχου συνήθως επιλέγονται σημεία του χαρτογραφικού κανάβου (αν πρόκειται για σαρωμένο χάρτη) ή άλλα χαρακτηριστικά σημεία (π.χ. διασταυρώσεις δρόμων)

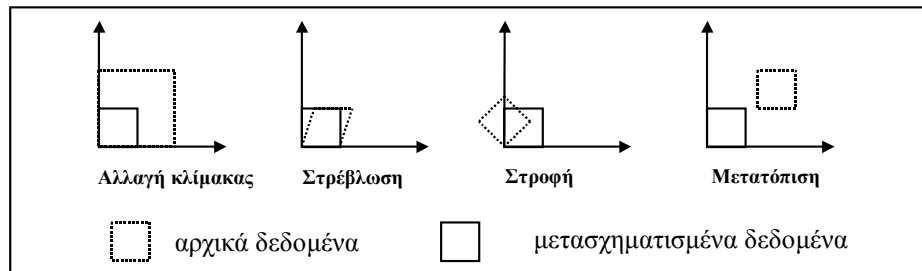
Ψηφιοποίηση των θεματικών επιπέδων τα οποία πρόκειται να λάβουν πραγματικές συντ/νες.

Ακολουθεί η ψηφιοποίηση των θεματικών επιπέδων, με προσεκτική τοποθέτηση των σημείων ελέγχου. Το αποτέλεσμα αυτού του σταδίου είναι η δημιουργία ενός θεματικού επιπέδου με την πληροφορία και τα σημεία ελέγχου σε συντεταγμένες ψηφιοποιητή. Το στάδιο αυτό μπορεί και να μεταφερθεί στο τέλος όλης της διαδικασίας, αν το επιθυμητό είναι οι ψηφιοποιήσεις να γίνονται σε πραγματικές συντεταγμένες.

Μετασχηματισμός των συντ/νων των θεματικών επιπέδων από μονάδες ψηφιοποιητή σε μονάδες πραγματικού κόσμου.

Με βάση το θεματικό επίπεδο που δημιουργήθηκε και με τη χρήση των κατάλληλων αλγορίθμων μετασχηματισμού συντ/νων, μετασχηματίζονται τα δεδομένα όλων των θεματικών επιπέδων που αναφέρονται στην ίδια περιοχή, σε δεδομένα πραγματικών συντεταγμένων.

Συνήθως χρησιμοποιείται ο αφινικός μετασχηματισμός (affine transformation), ο οποίος περιλαμβάνει αλλαγή κλίμακας, στρέβλωση, στροφή, καθώς και μετατόπιση των δεδομένων.



Αφινικός μετασχηματισμός

Οι σχέσεις μετασχηματισμού των δεδομένων είναι οι εξής :

$$x' = Ax + By + C$$

$$y' = Dx + Ey + F$$

όπου :

x, y οι συντ/νες του θεματικού επιπέδου εισαγωγής

x', y' οι συντεταγμένες που προκύπτουν από το μετασχηματισμό

$$A = m_x * \cos\theta$$

$$B = m_y * (k * \cos\theta - \sin\theta)$$

$$D = m_x * \sin\theta$$

$$E = m_y * (k * \sin\theta + \cos\theta)$$

$$C = \text{μετατόπιση στη διεύθυνση } x$$

$$F = \text{μετατόπιση στη διεύθυνση } y$$

$$m_x = \text{αλλαγή κλίμακας στη διεύθυνση } x$$

$$m_y = \text{αλλαγή κλίμακας στη διεύθυνση } y$$

$$k = \text{παράγοντας αποκοπής κατά τον άξονα } x = \cos\phi \text{ (γωνία στρέβλωσης)}$$

$$\theta = \text{γωνία περιστροφής, κατά τη φορά του ρολογιού από τον } x \text{ άξονα}$$

Οι παράμετροι A, B, C, D, E και F υπολογίζονται από τη σύγκριση των θέσεων των σημείων ελέγχου μεταξύ θεματικού επιπέδου εισαγωγής και παραγόμενου. Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιούνται οι χωρικοί μετασχηματισμοί της πληροφορίας.

Ο υπολογισμός του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Square Error ή RMSE) σχετίζεται με την αξιολόγηση της ταύτισης δύο διαφορετικών συνόλων δεδομένων - μετρήσεων. Τα δεδομένα σε αυτά τα δύο σύνολα αντιστοιχίζονται με μια σχέση ένα προς ένα. Σε γενικές γραμμές τα δεδομένα

στο ένα σύνολο θεωρούνται “πραγματικά” ενώ στο άλλο “εκτιμήσεις”. Για παράδειγμα, μπορούμε να καταγράψουμε για ένα μήνα τις μέγιστες θερμοκρασίες οι οποίες προβλέπονται από ένα μετεωρολογικό σταθμό για το κέντρο της Αθήνας, καθώς και να διενεργήσουμε τις αντίστοιχες μετρήσεις στο πεδίο. Έτσι έχουμε 30 ζεύγη μετρήσεων. Οι τιμές που αντιστοιχούν στις μετρήσεις στο πεδίο θεωρούνται πραγματικές τιμές. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτά τα δεδομένα για να υπολογίσουμε το RMSE και έτσι, αξιολογώντας το να εκτιμήσουμε την ακρίβεια των θερμοκρασιών του δελτίου πρόγνωσης.

Η εξίσωση υπολογισμού του RMSE είναι:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v'_i - v_i)^2}{n}}$$

όπου v'_i είναι μια εκτιμώμενη τιμή (θερμοκρασία του δελτίου πρόγνωσης), v_i είναι η αντίστοιχη πραγματική τιμή και n είναι ο συνολικός αριθμός των δειγμάτων (30 στο παραπάνω παράδειγμα).

Η παραπάνω βασική εξίσωση υπολογισμού του RMSE αναφέρεται σε έναν μονοδιάστατο (1D) χώρο. Σε ένα δυοδιάστατο (2D), το αντίστοιχο σφάλμα, δηλ. η απόσταση μεταξύ πραγματικής και εκτιμώμενης θέσης μετριέται με δύο τιμές x και y . Έτσι η βασική εξίσωση παίρνει την παρακάτω μορφή:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((x'_i - x_i)^2 + (y'_i - y_i)^2)}{n}}$$

αυτή ακριβώς την εξίσωση χρησιμοποιεί για τον υπολογισμό του RMSE για τα σημεία ελέγχου ψηφιοποίησης, όπως και για τα σημεία ελέγχου γεωαναφοράς εικόνας. Οι συντεταγμένες που εισάγουμε από το πληκτρολόγιο (x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), ... (x_n, y_n), θεωρούνται ως οι πραγματικές θέσεις των σημείων ελέγχου. Οι συντεταγμένες που ψηφιοποιούνται για τα σημεία ελέγχου είναι οι (x'_1, y'_1), (x'_2, y'_2), (x'_3, y'_3), ... (x'_n, y'_n).

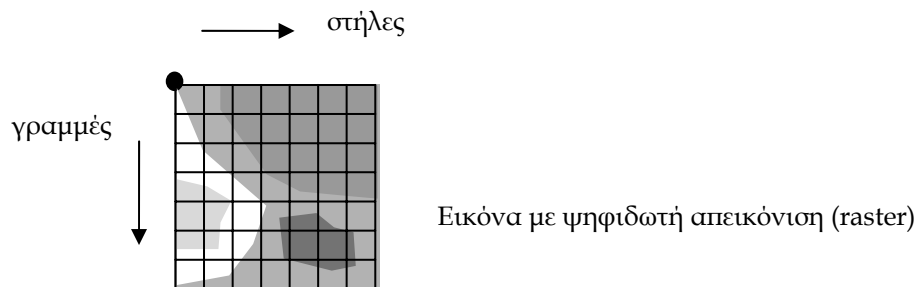
Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα περιγράφει τη μετατόπιση των θέσεων των σημείων ελέγχου κατά το μετασχηματισμό. Ένας τέλειος μετασχηματισμός θα έδινε RMS error ίσο με 0. Γενικά σε επιχειρησιακό επίπεδο πραγματικών εφαρμογών, ανεκτή θεωρείται μια απόκλιση της τάξης του 1/4 του χιλιοστού σε μονάδες ψηφιοποίησης (το όριο αυτό είναι και η διακριτική ικανότητα του ματιού). Για παράδειγμα, σε χάρτες κλίμακας 1:100.000 το όριο αυτό αντιστοιχεί σε 25 μέτρα επί του εδάφους. Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα είναι ένα από τα μέσα που διαθέτουμε, στο πλαίσιο ενός ΣΓΠ, για έλεγχο των διαδικασιών μετασχηματισμού των χωρικών πληροφοριών, και θα πρέπει να καθορίζεται στη φάση του σχεδιασμού. Ο υπολογισμός μη αποδεκτών τιμών αυτού του σφάλματος σε μετασχηματισμούς συντ/νων, είναι δείκτης είτε λαθών εισαγωγής της πληροφορίας, είτε σημαντικών παραμορφώσεων των αναλογικών δεδομένων που ψηφιοποιήθηκαν (παραμορφώσεις και ανακρίβειες σε χάρτες και διαγράμματα).

Γεωαναφορά ψηφιδωτών αρχείων (π.χ. σαρωμένων αναλογικών χαρτών ή εικόνων Τηλεπισκόπησης).

Η χωρική αναφορά στα διανυσματικά επίπεδα πληροφορίας γίνεται με τη χρήση πραγματικών συντ/νων (συνήθως σε m).



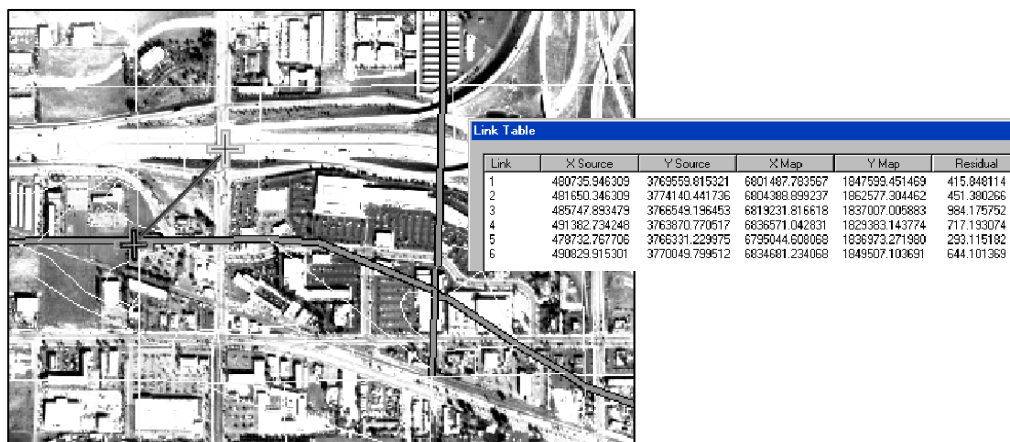
Από την άλλη πλευρά, τα ψηφιδωτά αρχεία (π.χ.σαρωμένοι χάρτες, εικόνες Τηλεπισκόπησης), τα οποία είναι απεικονίσεις της πραγματικότητας με τη μορφή κανάβου, αποτελούνται από στήλες και γραμμές. Κάθε ψηφίδα αντιστοιχεί σε μια στήλη και μια γραμμή.



Συχνά οι δύο αυτοί τύποι δεδομένων (διανυσματικό επίπεδο - εικόνα Τηλεπισκόπησης) αναφέρονται στο ίδιο τμήμα του πραγματικού χώρου. Για να επιτευχθεί η ταύτισή τους, πρέπει να λάβει χώρα προσαρμογή της εικόνας στις πραγματικές συντεταγμένες του επιπέδου.

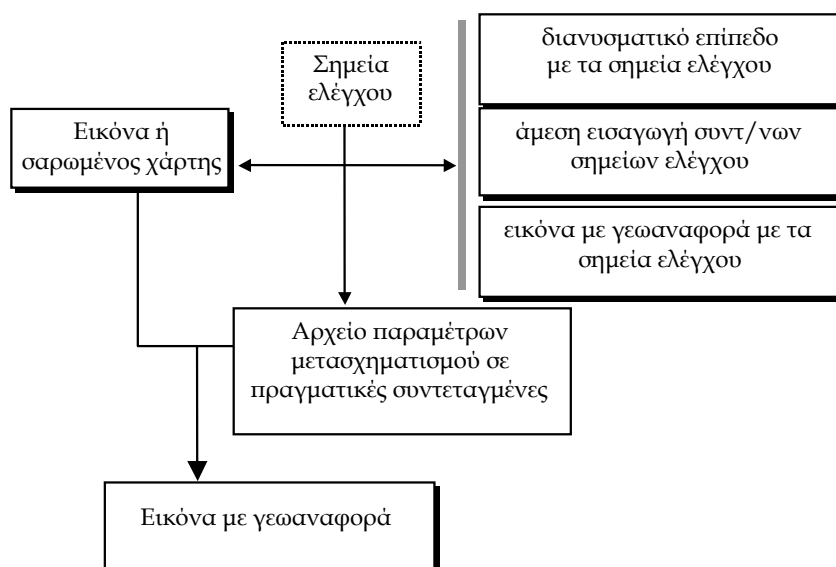
Η προσαρμογή αυτή γίνεται επίσης με τη χρήση μετασχηματισμών, οι οποίοι χρησιμοποιούν σημεία ελέγχου (control points) για τα οποία γνωρίζουμε τις πραγματικές τους συντ/νες. Για να υλοποιηθεί η γεωαναφορά θα πρέπει τα σημεία αυτά να αναγνωριστούν στην αρχική εικόνα, και να εισαχθούν οι πραγματικές τους συντ/νες. Η εισαγωγή των συντ/νων αυτών γίνεται είτε άμεσα (με πληκτρολόγηση), είτε έμμεσα χρησιμοποιώντας κάποια πηγή με γεωαναφορά (διανυσματικό θεματικό επίπεδο ή άλλη εικόνα με γεωαναφορά). Η πιο συνηθισμένη τεχνική είναι η αναγνώριση των σημείων ελέγχου σε ένα διανυσματικό επίπεδο. Συνήθως χρησιμοποιείται θεματικό επίπεδο με ανθρωπογενείς γραμμικές κατασκευές (π.χ.οδικό δίκτυο) που αναγνωρίζονται εύκολα στις Τηλεπισκοπικές απεικονίσεις. Επίσης οι διασταυρώσεις των δρόμων ή και κάποια χαρακτηριστικά σημεία τους (π.χ.πολύ απότομες στροφές) αποτελούν ιδανικά σημεία ελέγχου, με βάση τα οποία γίνονται οι απαραίτητοι μετασχηματισμοί.

Από την αρχική εικόνα και με βάση το αρχείο παραμέτρων μετασχηματισμού, δημιουργούνται οι νέες εικόνες οι οποίες αναφέρονται σε πραγματικές συντ/νες.



Γεωαναφορά εικόνας με τη χρήση σημείων ελέγχου

Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται ψηφιακές εικόνες με γεωαναφορά, οι οποίες αντιστοιχούν στις αρχικές Τηλεπισκοπικές απεικονίσεις ή τους σαρωμένους αναλογικούς χάρτες, προσαρμοσμένους σε κάποιο σύστημα χωρικής αναφοράς. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται διαγραμματικά αυτή η διαδικασία.



Βήματα δημιουργίας ψηφιακής εικόνας με γεωαναφορά

Έτσι, με τις ενέργειες που περιγράφηκαν, δομείται και ενημερώνεται μια πληροφοριακή βάση γεωγραφικά προσανατολισμένων στοιχείων ενός ΣΓΠ.

Ακολουθεί η αξιοποίηση όλης αυτής της πληροφορίας στις διαδικασίες χαρτογραφικής παραγωγής ή και στην υλοποίηση συγκεκριμένων εφαρμογών χωρικής ανάλυσης.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΦΑΛΜΑΤΑ

Συχνά, σε πολλές εφαρμογές ΣΓΠ δεν λαμβάνονται σοβαρά υπόψη προβλήματα τα οποία σχετίζονται με σφάλματα, έλλειψη πιστότητας και ανακρίβειες στα δεδομένα του συστήματος. Αυτή η κατάσταση τελευταία αλλάζει, αφού είναι γενικά αποδεκτό πως σφάλματα και ανακρίβειες οδηγούν πολλές φορές στην παραγωγή αναξιόπιστων αποτελεσμάτων, χωρίς πρακτική αξία.

Η βασική αιτία των προβλημάτων αυτών είναι παράλληλα και ένα από τα ισχυρά σημεία των ΣΓΠ : αυτό της δυνατότητας συγκέντρωσης πολλών δεδομένων (από διάφορες πηγές) σε ένα ενοποιημένο σύστημα. Δυστυχώς κάθε φορά που ένα σύνολο δεδομένων εισάγεται σε ένα ΣΓΠ "κληρονομεί" και τα σφάλματα του. Αυτά, σε συνδυασμό με τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα στο σύστημα προκαλούν αρκετές αστοχίες.

Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία - αφού τα σφάλματα υποβαθμίζουν τα ΣΓΠ σαν αναλυτικά εργαλεία - είναι ο περιορισμός τους, και οι προσεκτικές εκτιμήσεις της επίδρασής τους. Αυτές οι εκτιμήσεις και ο προσδιορισμός της προέλευσής τους, είναι επίσης χρήσιμα στοιχεία για την οριοθέτηση των δυνατοτήτων ενός ΣΓΠ στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Για παράδειγμα η χωρική ακρίβεια και ο χρόνος συλλογής των δεδομένων είναι δυνατό να περιορίζουν τα όρια εφαρμογής ενός ΣΓΠ στην λεπτομερή εξέταση της τρέχουσας κατάστασης ενός φαινομένου.

Βασικοί ορισμοί

Ποιότητα δεδομένων

Το σύνολο των χαρακτηριστικών ενός προϊόντος τα οποία συνεισφέρουν στην ικανότητά του να ικανοποιεί μια καθορισμένη ανάγκη αναφέρεται ως "ποιότητα" σύμφωνα με το διεθνή οργανισμό τυποποίησης (International Standard Organization: ISO). Σφάλματα και αστοχίες στα δεδομένα επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων που σχετίζονται με αυτά. Είναι προφανές ότι ο βαθμός επιρροής εξαρτάται από τον σκοπό για τον οποίο θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα. Έτσι συχνά χρησιμοποιείται ο όρος "βαθμός καταλληλότητας των δεδομένων" σαν συνώνυμος της ποιότητας των δεδομένων.

Σε γενικές γραμμές τα σφάλματα διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες: α) περιγραφών, β) χωρικά, γ) εννοιολογικά - λογικά, δ) πληρότητας και ε) σφάλματα που σχετίζονται με τη χρονική διάσταση των δεδομένων.

Οι σημαντικότεροι λόγοι οι οποίοι επιβάλλουν την εξέταση της ποιότητας των δεδομένων σε ένα ΣΓΠ, παρατίθενται παρακάτω:

1. Τα αρχικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται (π.χ. συμβατικοί αναλογικοί χάρτες) πολλές φορές έχουν υποστεί περιορισμένους ελέγχους ποιότητας με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σφάλματα κατά την εισαγωγή τους σε ένα ΣΓΠ.
2. Σε αντίθεση με έναν αναλογικό χάρτη ο οποίος είναι ένα ανεξάρτητο προϊόν, ένα ΣΓΠ συνήθως περιέχει δεδομένα από διαφορετικές πηγές τα οποία ποικίλλουν ως προς την ποιότητά τους.
3. Οι περισσότερες αναλυτικές λειτουργίες ΣΓΠ έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία σφαλμάτων.

Σφάλματα

Στην καθημερινή ζωή ο όρος σφάλμα χρησιμοποιείται για να δηλώσουμε ότι κάτι είναι λάθος. Στα χωρικά δεδομένα τα σφάλματα αφορούν αποκλίσεις στη χωρική τοποθέτηση, στην ανάθεση περιγραφών και την ταξινόμηση οντοτήτων. Τέτοια σφάλματα εμπεριέχονται - σε κάποιο βαθμό - σε οποιοδήποτε σύνολο χωρικών δεδομένων. Θα πρέπει όμως να γίνει σαφής διάκριση μεταξύ των σημαντικών εκτεταμένων σφαλμάτων, τα οποία θα πρέπει να ανιχνεύονται και να απομακρύνονται πριν τη χρήση των δεδομένων και των αστοχιών που προέρχονται από αναπόφευκτα σφάλματα μετρήσεων και ταξινόμησης.

Στο πλαίσιο ενός ΣΓΠ θα πρέπει επίσης, να γίνεται διάκριση μεταξύ των σφαλμάτων στα αρχικά δεδομένα (πηγές) και αυτών που προκύπτουν από αναλυτικές διαδικασίες.

Με την ανάπτυξη της τηλεπισκόπησης, των συστημάτων παγκόσμιου εντοπισμού (GPS) και της τεχνολογίας των ΣΓΠ, πολλοί επαγγελματίες είναι σε θέση να παράγουν χαρτογραφικά δεδομένα με ίδια μέσα. Η χρήση αυτών των δεδομένων θα πρέπει να γίνεται με πολλή μεγάλη προσοχή αφού πολλές φορές παράγονται σφάλματα λόγω αστοχιών στη συλλογή ή το μετασχηματισμό των χωρικών δεδομένων.

Ορθότητα - ακρίβεια

Παρότι συχνά οι όροι *ακρίβεια* και *ορθότητα* - ως μέτρα ποιότητας παρατηρήσεων - συγχέονται και χρησιμοποιούνται σαν συνώνυμα, αντιπροσωπεύουν δύο διαφορετικές έννοιες οι οποίες αναλύονται παρακάτω :

Ορθότητα (accuracy) ή πιστότητα, είναι ο βαθμός στον οποίο οι πληροφορίες σ' ένα χάρτη ή μια ψηφιακή βάση δεδομένων προσεγγίζουν τα πραγματικά στοιχεία. Η ορθότητα είναι ένα μέτρο της ποιότητας των δεδομένων. Στα ΣΓΠ διακρίνουμε ορθότητα στη γεωγραφική θέση (οριζόντια και κατακόρυφη), όπως επίσης και ορθότητα περιγραφών, εννοιολογική και λογική.

Χαρακτηριστικά των δεδομένων πολύ μεγάλης ορθότητας είναι η δυσκολία παραγωγής και το πολύ υψηλό κόστος.

Η *ακρίβεια (precision)* αναφέρεται στο επίπεδο των μετρήσεων των δεδομένων σε μια βάση δεδομένων ΣΓΠ. Ακριβή χωρικά δεδομένα μπορεί να

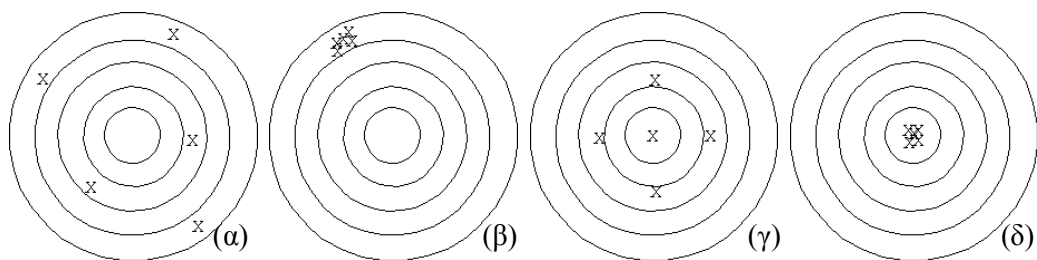
καταγράφουν θέσεις σε πολύ μικρές μονάδες μέτρησης. Για παράδειγμα σε εφαρμογές οδοποιίας καταγράφεται το οδικό δίκτυο με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι σε γενικές περιβαλλοντικές εφαρμογές. Ακριβείς περιγραφικές πληροφορίες αντίστοιχα είναι αυτές οι οποίες περιέχουν λεπτομερή χαρακτηριστικά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι χρήσεις γης οι οποίες καταγράφονται σε διαφορετικό επίπεδο ακρίβειας σε μελέτες γενικού προγραμματισμού και σε ειδικές χωροταξικές μελέτες. Θα πρέπει να τονιστεί πως είναι δυνατόν ακριβή δεδομένα- ανεξάρτητα από το πόσο προσεκτικά έχουν συλλεχθεί- να μην είναι ορθά.

Το επίπεδο της ακρίβειας η οποία απαιτείται για διαφορετικές εφαρμογές διαφέρει. Λεπτομερείς εργασίες τεχνικών έργων (οδοποιία, δίκτυα κοινής ωφέλειας, τηλεπικοινωνίες) απαιτούν ιδιαίτερα ακριβείς πληροφορίες (επίπεδο μέτρησης cm). Εφαρμογές δημογραφικής ανάλυσης ή περιφερειακού σχεδιασμού απαιτούν λιγότερο ακριβείς πληροφορίες (πχ. επίπεδο δήμων). Η συλλογή δεδομένων αυξημένης ακρίβειας είναι αρκετά χρονοβόρα και ακριβή διαδικασία αφού απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και εξοπλισμό και πολλές φορές εκτεταμένες εργασίες πεδίου.

Τα δεδομένα υψηλής ακρίβειας είναι επίσης ιδιαίτερα δύσκολο να συλλεχθούν και έχουν υψηλό κόστος (εργασία πεδίου-δειγματοληψίες).

Υψηλή ακρίβεια δεν συνεπάγεται υψηλή ορθότητα και το αντίστροφο. Και η ακρίβεια όμως και η ορθότητα κοστίζουν και επιτυγχάνονται δύσκολα. Συχνά ο συνδυασμός τους εκτιμάται σαν ποιότητα των δεδομένων ενός ΣΓΠ η οποία και καταγράφεται σε ειδικές αναφορές.

Στο παρακάτω σχήμα (σχ.1) φαίνονται σχηματικά διαφορετικές εκδοχές ακρίβειας - ορθότητας μετρήσεων (σημεία με την ένδειξη X) σε σχέση με μια πραγματική η οποία αντιστοιχεί στο κέντρο των κύκλων.



Σχήμα 1. : παραδείγματα μετρήσεων με διαφορετική ακρίβεια - ορθότητα.

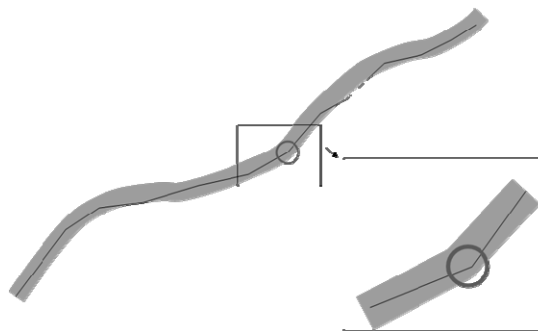
(α) μικρή ακρίβεια - μικρή ορθότητα, (β) μεγάλη ακρίβεια - μικρή ορθότητα, (γ) μικρή ακρίβεια - μεγάλη ορθότητα, (δ) μεγάλη ακρίβεια - μεγάλη ορθότητα.

Τύποι Σφαλμάτων

Στις εργασίες ΣΓΠ συνήθως εντοπίζονται και αξιολογούνται τα σφάλματα θέσης. Συχνά όμως τα σφάλματα μπορούν να επηρεάσουν και άλλα χαρακτηριστικά των αποθηκευμένων πληροφοριών.

Χωρικά σφάλματα

Σχετίζονται με την οριζόντια και την κατακόρυφη θέση είναι σε συνάρτηση με την κλίμακα στην οποία δημιουργήθηκε ο χάρτης (συμβατικός ή ψηφιακός). Συνηθισμένα χαρτογραφικά πρότυπα (standards) ορίζουν σαν χωρική ακρίβεια το 1/4 mm επί του χάρτη. Έτσι οποιοδήποτε σημείο σε ένα χάρτη τοποθετείται σε μια "πιθανή" θέση εντός κύκλου με ακτίνα ίση με τη χωρική ακρίβεια.



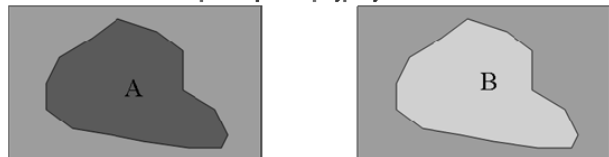
Χωρικά σφάλματα

Θα πρέπει κάποιος χρήστης ΣΓΠ να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός στην ανάγνωση χωρικής πληροφορίας από συμβατικούς χάρτες. Η ακρίβεια αυτών των δεδομένων σχετίζεται με την κλίμακα του αρχικού χάρτη και δεν βελτιώνονται όταν ο χρήστης εστιάζει (zoom in) σε ένα σύστημα, όπως πιστεύεται εσφαλμένα, από πολλούς χρήστες.

Σφάλματα περιγραφών

Μη ορθά και ανακριβή μπορεί να είναι και τα περιγραφικά δεδομένα που συνδέονται με τα χωρικά. Η έλλειψη ορθότητας οφείλεται σε λάθη διαφόρων ειδών, όπως για παράδειγμα τη λανθασμένη εισαγωγή περιγραφών λόγω σφάλματος του χρήστη ή εσφαλμένης ανάγνωσης της ένδειξης κάποιου οργάνου. Τα περιγραφικά δεδομένα ποικίλουν επίσης και στο βαθμό ακρίβειας τους. Οι "ακριβείς" περιγραφές χαρακτηρίζουν με μεγάλη λεπτομέρεια γεωγραφικές οντότητες - φαινόμενα. Για παράδειγμα για ένα νομό μπορεί να καταγράφεται ο πληθυσμός του με απόλυτη ακρίβεια ή με ακρίβεια χιλίων κατοίκων (σε χιλιάδες) κλπ.

Ορθότητα περιγραφών



Ακρίβεια περιγραφών



Σφάλματα περιγραφών

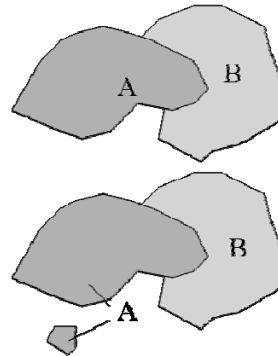
Εννοιολογικά σφάλματα

Αναφέρονται στο βαθμό αφαίρεσης και ταξινόμησης των φαινομένων του πραγματικού κόσμου. Ο χρήστης ΣΓΠ καθορίζει πιο σύνολο πληροφοριών χρησιμοποιείται και πώς ταξινομείται στις κατάλληλες κατηγορίες για την αναπαράσταση της φυσικής πραγματικότητας. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται εσφαλμένα επίπεδα αφαίρεσης, όπως επίσης και ακατάλληλη κατηγοριοποίηση των δεδομένων για την ορθή και ακριβή αναπαράσταση.

Π.χ. νομός = πολύγωνο

Αντί για...

Νομός = ομάδα πολυγώνων



Εννοιολογικά σφάλματα

Οι λογικές ασυνέπειες πληροφοριών σε ένα ΣΓΠ είναι κάποια άλλη μορφή εννοιολογικών σφαλμάτων που είναι δυνατό να εμπεριέχονται σε μια εφαρμογή ΣΓΠ. Σχετίζονται με μη επιτρεπτές λογικά συγκρίσεις ή μη ορθή χρήση - συνδυασμό δεδομένων που παράγουν ανακριβή ή μη ορθά αποτελέσματα.

Σε γενικές γραμμές αυτοί οι τύποι σφαλμάτων είναι ιδιαίτερα δύσκολο να αυτοανιχνευτούν σε ένα ΣΓΠ. Κάποιοι κανόνες χρήσης που μπορούν να ενσωματωθούν σ' ένα ΣΓΠ, εξετάζονται από το ερευνητικό πεδίο των "έμπειρων συστημάτων" (*expert systems*).

Σφάλματα πληρότητας

Τα σφάλματα πληρότητας - τα οποία είναι στενά συνδεδεμένα με τα εννοιολογικά - αναφέρονται και ως σφάλματα παράλειψης. Η πληρότητα ενός χάρτη είναι συνάρτηση των χαρτογραφικών και άλλων μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή του. Διάφορα πρότυπα χωρικών δεδομένων περιλαμβάνουν πληροφορίες (κριτήρια ταξινόμησης, χαρτογραφικούς κανόνες κλπ.) που συνεισφέρουν στην εκτίμηση της πληρότητας. Η πληρότητα των δεδομένων σε ένα ΣΓΠ μπορεί να εξεταστεί από δύο διαφορετικές οπτικές.

Η πρώτη είναι απλά η *έλλειψη δεδομένων*, όταν για παράδειγμα υπάρχει αδυναμία λήψης μετρήσεων σε κάποιες θέσεις. Οι τεχνικές *παρεμβολής* βοηθούν στον υπολογισμό αξιόπιστων τιμών σε σημεία στα οποία δεν έχουμε άμεσες μετρήσεις.

Η δεύτερη οπτική έχει μια πιο γενική φύση αφού αναφέρεται στις *ελλείψεις περιγραφές*. Προέρχεται από την προφανή διαπίστωση ότι είναι αδύνατο να

γνωρίζουμε τα πάντα με τη συνεχή χρονική τους εξέλιξη για μια περιοχή. Αυτό που έχει σημασία είναι να γνωρίζουμε αυτές τις ελλείψεις. Συνήθως σε αυτές τις περιπτώσεις ανατίθεται μια περιγραφή στα δεδομένα η οποία υποδηλώνει την "έλλειψη στοιχείων" (*null value*).

Σφάλματα που σχετίζονται με τη χρονική διάσταση

Στις μέρες μας με τη ραγδαία ανάπτυξη εξελιγμένων μεθόδων συλλογής γεωγραφικών δεδομένων - και ιδιαίτερα της τηλεπισκόπησης - είναι διαθέσιμα δεδομένα που παρέχουν πληροφορίες για τη μεταβολή των γεωγραφικών οντοτήτων - φαινομένων και συνεπώς επιτρέπουν τη δυναμική τους παρακολούθηση. Η ποιότητα των δεδομένων σχετίζεται με αυτή τη χρονική διάσταση, με ανάλογο τρόπο με τον οποίο σχετίζεται και με τις χωρική - περιγραφική. Έτσι περιλαμβάνει όχι μόνο την ακρίβεια και την ορθότητα χρονικών μετρήσεων (π.χ. ημερομηνία λήψης - δημιουργίας δεδομένων) αλλά επίσης και τη χρονική συνέπεια διαφόρων συνόλων δεδομένων.

Σημαντική επίσης είναι και η καταγραφή των μεταβολών της χωρικής και περιγραφικής διάστασης των δεδομένων οι οποίες μπορεί να λαμβάνουν παράλληλα άλλα ακόμη και εντελώς ανεξάρτητα.

Θα πρέπει να τονιστεί πως τα σφάλματα και οι ανακρίβειες σ' ένα ΣΓΠ θα πρέπει να εξετάζονται με ιδιαίτερη προσοχή. Αυτό δεν σημαίνει ότι κάθε εφαρμογή ΣΓΠ απαιτεί χρήση δεδομένων ιδιαίτερα υψηλής ορθότητας και ακρίβειας. Ο βαθμός ακρίβειας και ορθότητας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται σε μια εφαρμογή ΣΓΠ είναι σε άμεση συσχέτιση με το είδος και τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εφαρμογής. Ο χρήστης θα πρέπει να τον προκαθορίσει μέσα στα πλαίσια της ομαλής λειτουργικότητας του συστήματος και των περιορισμών κόστους (όχι πιο ακριβή δεδομένα απ' όσο χρειάζεται).

Πηγές σφαλμάτων

Υπάρχουν αρκετές πηγές που επηρεάζουν την ποιότητα των δεδομένων ενός ΣΓΠ. Μερικές είναι προφανείς, ενώ άλλες δύσκολα ανιχνεύονται. Αρκετές τέτοιες πηγές μπορούν να ανιχνευτούν αυτόματα μέσα από το ΣΓΠ. Σημαντική εργασία στα πλαίσια υλοποίησης ενός ΣΓΠ είναι η ανίχνευση των πηγών σφαλμάτων, η πρόληψη τους καθώς και η ανάπτυξη μεθοδολογιών ελέγχου των δεδομένων.

Οι πηγές αυτές διαδκρίνονται σε τρεις γενικές κατηγορίες :

- Προφανείς πηγές σφαλμάτων.
- Σφάλματα που προέρχονται από φυσικές μεταβολές από τις αρχικές μετρήσεις.

- Σφάλματα που προκύπτουν από επεξεργασίες.

Οι δύο πρώτες κατηγορίες σφαλμάτων ανιχνεύονται πιο εύκολα από τα σφάλματα της τρίτης κατηγορίας, η ανίχνευση των οποίων μπορεί να παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες.

Προφανείς πηγές σφαλμάτων Ηλικία δεδομένων.

Είναι πολύ συνηθισμένο το σφάλμα χρήσης παρωχημένων δεδομένων σε εφαρμογές ΣΓΠ. Τέτοια ακατάλληλη χρήση δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές αστοχίες παρά την κατά τα άλλα υπόλοιπη ποιοτική εργασία η οποία μπορεί να έχει γίνει.

Επιφανειακή κάλυψη.

Τα δεδομένα σε μια συγκεκριμένη περιοχή μελέτης μπορεί να είναι ελλιπή. Συνήθως σε όρια χαρτών ή ζώνες μετάβασης. Σε δορυφορικά δεδομένα για παράδειγμα παρατηρείται συχνά μερική κάλυψη περιοχών λόγω νεφοκάλυψης. Έτσι ο χρήστης πρέπει να αποφασίσει αν θα εφαρμόσει ενέργειες γενίκευσης δεδομένων ή θα προβεί σε συλλογή πρόσθετων δεδομένων.

Κλίμακα χάρτη

Η ικανότητα κατάδειξης λεπτομερειών σ' ένα χάρτη καθορίζεται από την κλίμακα του. Η κλίμακα ενός χάρτη καθορίζει τον τύπο, την ποσότητα και την ποιότητα των δεδομένων. Έτσι ο χρήστης θα πρέπει να προσδιορίσει την κατάλληλη κλίμακα η οποία είναι ικανή να υποστηρίξει τις απαιτήσεις του έργου ΣΓΠ.

Πυκνότητα παρατηρήσεων

Αφού όλα τα στοιχεία ενός ΣΓΠ προέρχονται από καταγραφές - παρατηρήσεις της πραγματικότητας, η πυκνότητα αυτών των καταγραφών επηρεάζει άμεσα και την ποιότητα των δεδομένων (πχ. ισοδιάσταση στις ισοϋψείς καμπύλες).

Καταλληλότητα δεδομένων

Πολλές φορές δεν υπάρχουν ή δεν είναι διαθέσιμα τα απαιτούμενα δεδομένα και χρησιμοποιούνται αντί αυτών άλλα παρεμφερή ως υποκατάστατα. Ακόμα και αν υπάρχει μια προφανής σχέση αυτών των δεδομένων, μπορεί να προκύψουν σφάλματα από αυτή την ενέργεια, αφού το φαινόμενο που εξετάζεται δεν μετριέται άμεσα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η χρήση δεδομένων που προέρχονται από ταξινόμηση εικόνων Τηλεπισκόπησης και αποδίδουν τύπους βλάστησης και πετρωμάτων, σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η λεπτομερής χαρτογράφηση τους στο πεδίο.

Μορφή (format) δεδομένων

Πολλά σφάλματα στα δεδομένα προέρχονται από αλλαγές κλίμακας, αλλαγές προβολής, μετασχηματισμούς από διανυσματική σε ψηφιδωτή μορφή και αντίστροφα, καθώς και αλλαγή της ανάλυσης των δεδομένων. Πολλαπλές μετατροπές από τη μια μορφή στην άλλη είναι πολύ πιθανό να προκαλέσουν ανακρίβειες (παρόμοιες με αυτές της δημιουργίας φωτοαντιγράφων σε ένα

μηχάνημα φωτοαντιγραφής). Τελευταία γίνονται διεθνώς προσπάθειες καθορισμού προτύπων μετασχηματισμού, αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων ΣΓΠ.

Πρόσβαση στα δεδομένα - Περιορισμοί χρήσης

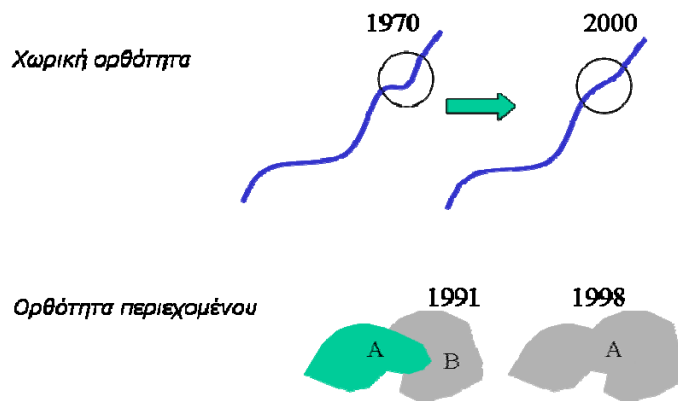
Πολλές φορές παρατηρούνται περιορισμοί χρήσης στα δεδομένα οι οποίοι μπορούν να αποτελέσουν ακόμη και απαγορευτικό παράγοντα χρήσης τους. Για παράδειγμα διαβαθμισμένοι χάρτες (1:50.000) της ΓΥΣ σε παραμεθόριες περιοχές δεν είναι διαθέσιμοι. Άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου είδους είναι η επιλεκτική αφαίρεση γεωγραφικών στοιχείων από Α/Φ κυρίως από στρατιωτικές υπηρεσίες. Έτσι σε αυτές τις περιπτώσεις έχουμε απουσία χρησιμων δεδομένων.

Κόστος

Η απόκτηση εκτενών και αξιόπιστων δεδομένων συνήθως κοστίζει αρκετά. Το ίδιο ισχύει και για τη συλλογή ποιοτικών δεδομένων σε περιπτώσεις που αυτά δεν είναι διαθέσιμα. Αυτό το κόστος πολλές φορές είναι εκτός του προϋπολογισμού του έργου.

Σφάλματα φυσικών μεταβολών

Παρότι δεν είναι τόσο προφανή όσο τα πρώτα, μπορούν να ανιχνευτούν με προσεκτική εξέταση και ελέγχους.



Χωρική ορθότητα

Η χωρική ορθότητα είναι η μέτρηση του βαθμού απόκλισης των στοιχείων του χάρτη από τις πραγματικές τους θέσεις και εξαρτάται από τον τύπο των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για την παρατήρηση. Οι χαρτογράφοι τοποθετούν με αρκετή χωρική ορθότητα ανθρωπογενείς κατασκευές (πχ. δρόμοι - κτίρια), ενώ φυσικά φαινόμενα (χρήσεις Γης, βλάστηση κλπ) οριοθετούνται με λιγότερη ορθότητα αφού υπόκεινται κάποιο είδος ερμηνείας και τα όρια τους δεν είναι καθορισμένα με σαφήνεια. Βιαστική και εσφαλμένη

εργασία πεδίου - σφάλματα ψηφιοποίησης, σάρωσης και μετασχηματισμών, μπορούν να δημιουργήσουν μη ορθούς χάρτες σε εργασίες ΣΓΠ.

Ορθότητα περιεχομένου

Η ορθότητα της ποιότητας έχει να κάνει με τη σωστή καταγραφή χαρακτηριστικών π.χ. μια χρήση Γης "μη καλλιέργεια" μπορεί να καταγραφεί λανθασμένα ως "καλλιέργεια" ή κάποια συγκεκριμένη χρήση περιορισμένης έκτασης μπορεί να παραλειφθεί εντελώς. Άλλα σφάλματα ορθότητας περιεχομένου μπορεί να προκληθούν από κακή χρήση οργάνων (πχ. εσφαλμένες προρυθμίσεις) στο πεδίο ή στο εργαστήριο. Έτσι εισάγονται μη ορθά δεδομένα σε ένα ΣΓΠ τα οποία είναι πολύ δύσκολο να ανιχνευτούν, εκτός αν συγκρίνονται με άλλα αξιόπιστα μέσω ελέγχων επιβεβαίωσης.

Σε πολλές περιπτώσεις λαμβάνει χώρα φυσική μεταβολή των δεδομένων η οποία δεν εκτιμήθηκε κατά τη συλλογή τους. Για παράδειγμα η αλατότητα σε μια λιμνοθάλασσα μπορεί να μεταβάλλεται από χρόνο σε χρόνο. Αυτή η πηγή μη ορθών δεδομένων, ενώ είναι πολύ δύσκολο να ανιχνευτεί, είναι ικανή να προκαλέσει σημαντικά σφάλματα και να οδηγήσει σε λανθασμένες αποφάσεις. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να λαμβάνεται στη συνεκτίμηση του "χρόνου" συλλογής δεδομένων και του βαθμού ορθότητας τους σε σχέση με το χρόνο σε δυναμικά φαινόμενα.

Σφάλματα διαδικασιών - επεξεργασιών

Τα σφάλματα διαδικασιών είναι ιδιαίτερα δύσκολο να ανιχνευθούν αφού ο χρήστης θα πρέπει να έχει επαρκή γνώση τόσο των πληροφοριών όσο και των μεθοδολογιών επεξεργασίας τους.

Αριθμητικά σφάλματα

Προκύπτουν από το γεγονός ότι διαφορετικοί υπολογιστές δεν παρουσιάζουν την ίδια ικανότητα εκτέλεσης πολύπλοκων μαθηματικών υπολογισμών και είναι δυνατό να παράγουν σημαντικά διαφορετικά αποτελέσματα για το ίδιο πρόβλημα. Οι διαφοροποιήσεις αυτές συνήθως οφείλονται σε λειτουργίες στρογγύλευσης και έχουν να κάνουν με περιορισμούς στη δυνατότητα διαχείρισης αριθμών από τον επεξεργαστή ή από σφάλματα και αστοχίες (bugs) του λογισμικού. Τέτοιου είδους σφάλματα ακριβούς μεταφοράς συμβατικών χαρτών σε ψηφιακή μορφή είναι ιδιαίτερα δύσκολο να ανιχνευτούν και απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις πληροφορικής.

Λάθη τοπολογίας

Κάποια λογικά σφάλματα μπορεί να προκαλέσουν λανθασμένη τοπολογική αναπαράσταση των δεδομένων. Συνηθισμένα είναι τα σφάλματα επικρεμάμενων ή αιωρούμενων κόμβων καθώς και επιμηκών πολυγώνων (sliver polygons). Συνήθως αυτά τα σφάλματα προκύπτουν από συνδυασμό επιπέδων πληροφορίας με διαφοροποιήσεις στην ποιότητα των στοιχείων

τους. Έτσι πολλές φορές δημιουργούνται "εικονικά δεδομένα" τα οποία είναι δύσκολο να διαφοροποιηθούν από τα πραγματικά.

Προβλήματα γενίκευσης - ταξινόμησης

Για να γίνουν αντιληπτές από τον άνθρωπο μεγάλες ποσότητες δεδομένων θα πρέπει να υποστούν κάποιες διαδικασίες γενίκευσης και ταξινόμησης. Έχει αποδειχτεί ότι έως 7 κατηγορίες δεδομένων μπορούν να διατηρηθούν στην ανθρώπινη μνήμη γρήγορης ανάκλησης (sort term memory). Παρόλα αυτά τα δεδομένα εμφανίζονται και διαχειρίζονται με μεγαλύτερη ορθότητα όταν εξετάζονται με μεγάλη λεπτομέρεια (σε περισσότερες κατηγορίες). Έτσι είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο καθορισμός του πλήθους και του εύρους των κατηγοριών.

Σφάλματα ψηφιοποίησης και καταγραφής ιδιοτήτων

Σφάλματα επεξεργασίας δεδομένων μπορεί να προκληθούν σε πολλές φάσεις διαχείρισης δεδομένων όπως είναι η ψηφιοποίηση και η καταγραφή ιδιοτήτων τους (γεωκωδικοποιήσεις), οι υπερθέσεις δεδομένων καθώς και οι διαδικασίες μετασχηματισμού από διανυσματική σε ψηφιδωτή μορφή. Άστοχοι χειρισμοί στην ψηφιοποίηση μπορεί να προκαλέσουν σφάλματα στα δεδομένα. Αυτά τα σφάλματα ψηφιοποίησης μπορούν να ανιχνευτούν με συγκρίσεις των αρχικών χαρτών με τους ψηφιοποιημένους. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η ποιότητα των αρχικών χαρτών.

Προσαρμογές συντεταγμένων	Γενίκευση
Επεξεργασίες χωρικών δεδομένων	Μετατροπές raster – vector
Επεξεργασίες περιγραφών	Εισαγωγή και διαχείριση δεδομένων
Λογικές λειτουργίες	Μοντελοποίηση επιφανειών
Απεικόνιση	Ανάλυση

Πίνακας 1.: Συνηθισμένοι λόγοι δημιουργίας λαθών σε διαδικασίες διαχείρισης χωρικών δεδομένων.

Μετάδοση – Μεταφορά σφαλμάτων

Βασική εργασία στις διαδικασίες ανάλυσης των ΣΓΠ είναι ο συνδυασμός και οι συγκρίσεις πολλών επιπέδων δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά, συχνά έχουν διαφορετικό βαθμό ακρίβειας και ορθότητας. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα αποτελέσματα της ανάλυσης είναι πιθανό να είναι κι αυτά ανακριβή ή και εντελώς λανθασμένα.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό πως σφάλματα και ανακρίβειες μπορεί να προκύψουν μετά από διαδικασίες στις οποίες συνδυάζονται δεδομένα διαφορετικής προέλευσης. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι με βάση τους οποίους μπορεί να γίνει αυτό, η *μετάδοση* και η *μεταφορά* των σφαλμάτων.

Η μετάδοση των σφαλμάτων συμβαίνει όταν ένα σφάλμα οδηγεί σ' ένα άλλο. Για παράδειγμα, αν το σημείο αγκίστρωσης ενός επιπέδου πληροφορίας ψηφιοποιηθεί με ανακριβή τρόπο και αυτή η ανακριβής πληροφορία χρησιμοποιηθεί για την αγκίστρωση άλλου θέματος, το δεύτερο θα "κληρονομήσει" το σφάλμα του πρώτου. Με αυτό τον τρόπο ένα σφάλμα μπορεί να μεταδοθεί σε όλη τη βάση δεδομένων. Ένας τρόπος αποφυγής του σφάλματος στο παραπάνω παράδειγμα θα ήταν η χρήση των χαρτών με τη μεγαλύτερη κλίμακα για την εισαγωγή των σημείων αγκίστρωσης. Τέτοιου είδους σφάλματα είναι συνηθισμένα όταν συνδυάζονται δεδομένα διαφορετικής κλίμακας.

Η μεταφορά σφαλμάτων έχει να κάνει με το συνδυασμό ανακριβών, μη ορθών ή εσφαλμένων δεδομένων, που παράγει "στρεβλές" λύσεις και αποτελέσματα, τα οποία κληρονομούν αστοχίες των δεδομένων από τα οποία προέρχονται. Τέτοιου είδους σφάλματα είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθούν.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως η μεταφορά και η μετάδοση σφαλμάτων μπορεί να επηρεάσει τόσο τη χωρική (οριζόντια, κατακόρυφη), όσο και την εννοιολογική, λογική και περιγραφική ορθότητα και ακρίβεια των δεδομένων.

Αναφορές ποιότητας

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι βασική εργασία ενός αναλυτή ΣΓΠ είναι και ο προσδιορισμός της ακρίβειας και της ορθότητας των δεδομένων που εμπεριέχονται στο σύστημα και των λύσεων που προτείνονται. Σημαντικό στοιχείο είναι ο πραγματικός προσδιορισμός του επιπέδου ακρίβειας και ορθότητας που μπορούν να υποστηρίξουν τα δεδομένα της εφαρμογής. Για παράδειγμα, αν οι θέσεις των δεδομένων καταγράφονται με απόκλιση 100m από την πραγματική τους τοποθέτηση, δεν έχει νόημα να ζητούνται παράγωγα δεδομένα με μικρότερη ακρίβεια τοποθέτησης (π.χ. μικρότερη από 10m). Πρέπει να γίνει κατανοητό πως παρότι οι υπολογιστές μπορούν να αποθηκεύσουν αριθμούς με πολλά δεκαδικά ψηφία, δεν είναι όλα τους 'σημαντικά'.

Τα παραπάνω, πρακτικά σημαίνουν ότι τα αποτελέσματα και οι προτεινόμενες λύσεις από ένα ΣΓΠ είναι καλύτερο να καταγράφονται σε κάποιο εύρος τιμών, με κάποιες διαβαθμίσεις ή να παρουσιάζονται με διαστήματα καθορισμένης στατιστικής ακρίβειας. Με βάση τα παραπάνω, γίνονται φανεροί, οι κίνδυνοι που προκύπτουν από τη χρήση μη τεκμηριωμένων δεδομένων με στοιχεία ακρίβειας-ορθότητας. Η εμπλοκή τέτοιων δεδομένων σε ένα ΣΓΠ είναι πολύ επικίνδυνη και μπορεί να αποβεί καταστρεπτική.

Έτσι σε μια εφαρμογή ΣΓΠ, όταν χρησιμοποιούνται δεδομένα από εξωτερικές πηγές θα πρέπει απαραίτητα να συνοδεύονται από καταγραφές της ποιότητάς τους και να ακολουθούν κάποιες προδιαγραφές είτε προέρχονται από δημόσιους είτε από ιδιωτικούς φορείς.

Θα πρέπει επίσης τα δεδομένα ενός ΣΓΠ να ακολουθούν συγκεκριμένες προδιαγραφές ποιότητας όπως και να τηρούνται αναφορές ποιότητας δεδομένων. Με αυτό τον τρόπο αφενός πολλαπλασιάζεται η αξία των δεδομένων, αφετέρου εξασφαλίζεται η μελλοντική χρηστικότητα τους.

Σε περιπτώσεις απουσίας αναφορών ποιότητας των δεδομένων θα πρέπει να απαντηθούν οι παρακάτω ερωτήσεις που σχετίζονται με τα δεδομένα και κατόπιν να αποφασιστεί η χρήση τους ή όχι.

Ποια είναι η ηλικία των δεδομένων;

Ποια είναι η προέλευση τους;

Ποιο είναι το μέσο της αρχικής τους παραγωγής;

Ποια είναι η επιφανειακή κάλυψη των δεδομένων;

Ποια προβολή, σύστημα συντεταγμένων και datum χρησιμοποιήθηκε στους χάρτες;

Ποια είναι η κλίμακα των χαρτών από τους οποίους ψηφιοποιήθηκαν;

Ποια είναι η πυκνότητα των μετρήσεων παραγωγής τους;

Πόσο πιστά είναι τα χωρικά και γεωγραφικά τους στοιχεία;

Παρουσιάζονται προφανείς ασάφειες ή μη λογικά στοιχεία;

Είναι τα χαρτογραφικά στοιχεία ευκρινή;

Ποια είναι η μορφή (format) των δεδομένων;

Έχουν υποστεί μετασχηματισμούς (χωρικούς ή μορφής);

Για ποιο λόγο συλλέχθηκαν;

Με τι λογισμικό και υλικό επεξεργάστηκαν;

Ποιος είναι ο βαθμός αξιοπιστίας του προμηθευτή;

Διαχείριση Σφαλμάτων

Η πρόληψη, διαχείριση και αποκατάσταση των σφαλμάτων στα δεδομένα, συνιστούν ιδιαίτερα σημαντικές εργασίες οι οποίες θα πρέπει να εκτελούνται στις φάσεις σχεδιασμού και υλοποίησης ενός ΣΓΠ.

Καθορισμός προδιαγραφών

Ανεξάρτητα από το έργο, οι προδιαγραφές ποιότητας θα πρέπει να προκαθορίζονται. Οι προδιαγραφές αφορούν τόσο στα χωρικά και μη χωρικά δεδομένα όσο και στις διαδικασίες δημιουργίας τους και στα τελικά προϊόντα.

Ο καθορισμός προδιαγραφών θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε έργου. Εδώ μπορεί να γίνει μια προσέγγιση ξεκινώντας από τις βέλτιστες πιθανές απαιτήσεις ακρίβειας - ορθότητας των αποτελεσμάτων οι οποίες με τη σειρά τους καθορίζουν τις προδιαγραφές των αρχικών δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν.

Κατόπιν θα πρέπει να εκπαιδευτεί - στις διαδικασίες τήρησης των προδιαγραφών - το προσωπικό που θα αξιοποιηθεί στο έργο, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο.

Τέλος θα πρέπει να υλοποιηθούν έλεγχοι τήρησης των προδιαγραφών σε κάθε φάση του έργου, είτε με πλήρη συστηματικό έλεγχο όλων των δεδομένων είτε με τακτικούς δειγματοληπτικούς ελέγχους.

Δημιουργία αναφορών ποιότητας

Οι αναφορές ποιότητας δεδομένων θα πρέπει να τηρούνται σε κάθε εφαρμογή ΣΓΠ. Λέγεται πως ένα σύνολο δεδομένων μη τεκμηριωμένων με τέτοιες αναφορές είναι σχεδόν άχρηστο. Κι αυτό κυρίως γιατί οι αναφορές ποιότητας αυξάνουν τη βιωσιμότητα των δεδομένων καθώς και την αξία τους και την πιθανότητα μελλοντικής τους χρήσης.

Σε αυτές τις αναφορές θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται οι παρακάτω πληροφορίες :

- Τρόπος συλλογής δεδομένων.
- Στοιχεία πηγής δεδομένων (ημερομηνία, κλίμακα, φορέας κλπ).
- Τρόπος επεξεργασίας και γεωκωδικοποίησης τους.
- Διαδικασίες εισαγωγής τους.
- Τρόπος ταξινόμησης τους

Έλεγχοι στα δεδομένα

Τα δεδομένα ενός ΣΓΠ για να είναι αυτό αξιόπιστα και λειτουργικά θα πρέπει να είναι ενημερωμένα. Έτσι θα πρέπει να ελέγχονται τακτικά όσον αφορά στη συμφωνία τους με την πραγματικότητα. Τα χωρικά δεδομένα ελέγχονται είτε με εργασίες πεδίου είτε με συγκρίσεις με δεδομένα πιστοποιημένης υψηλής ποιότητας.

Στην περίπτωση των δεδομένων Τηλεπισκόπησης συνήθως απαιτείται εργασία πεδίου για την εκτίμηση της ορθότητας των διαδικασιών ταξινόμησης. Αυτή γίνεται με επιτόπου ελέγχους σε ορισμένα σημεία ελέγχου. Κατόπιν χρησιμοποιούνται τα δεδομένα αυτά για τη δημιουργία του πίνακα σφαλμάτων ο οποίος χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ορθότητας ταξινόμησης.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ένα παράδειγμα πίνακα σφαλμάτων στον οποίο καταγράφονται οι τιμές της ταξινόμησης και αυτές που εκτιμήθηκαν στο πεδίο σε 100 θέσεις δειγματοληψίας και για 5 κλάσεις χρήσεων γης.

Ταξινομημένη εικόνα	ΣΥΝΟΛΟ	Εκτιμήσεις εργασιών πεδίου				
		Βοσκότοποι	Δάσος	Καλλιέργειες	Αστική	Θάλασσα
Βοσκότοποι	41	35	1	4	1	0
Δάσος	28	2	23	2	0	0
Καλλιέργειες	12	1	0	10	1	0
Αστική περιοχή	9	0	0	1	8	0
Θάλασσα	10	0	0	0	1	9
Σύνολο	100	38	24	17	11	9

Πίνακας σφαλμάτων για τον έλεγχο ταξινόμησης εικόνας τηλεπισκόπησης.

Για παράδειγμα από τα 41 σημεία τα οποία χαρακτηρίστηκαν ως βοσκότοποι στην εικόνα τα 35 πιστοποιήθηκαν ως βοσκότοποι στο πεδίο, το 1 είναι δάσος τα 4 καλλιέργειες ενώ το 1 σημείο αντιστοιχεί σε αστική περιοχή. Παρατηρήστε ότι οι ορθές ταξινομήσεις τοποθετούνται στην κύρια διαγώνιο του πίνακα εκτιμήσεων εργασιών πεδίου. Έτσι η συνολική ορθότητα ανέρχεται στο 85% (35+23+10+8+9).

Σε περιπτώσεις ανάδειξης σημαντικών (καθοριστικών για μια εφαρμογή) σφαλμάτων, θα πρέπει να υλοποιούνται αναθεωρήσεις και διορθώσεις στη βάση δεδομένων.

Παρόμοιοι έλεγχοι θα πρέπει να εκτελούνται και για τα μη χωρικά - περιγραφικά δεδομένα, οι οποίοι βέβαια διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο των δεδομένων και το επίπεδο μετρήσεων.

Έλεγχοι επιρροής σφαλμάτων στα αποτελέσματα

Οι λύσεις που προτείνονται από ένα ΣΓΠ, σαν αποτέλεσμα αναλυτικών διαδικασιών, θα πρέπει και αυτές να ελέγχονται ως προς την ορθότητα τους. Ο καλύτερος τρόπος για να γίνει αυτό είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτών με τα αποτελέσματα που παράγονται από εντελώς ανεξάρτητους υπολογισμούς και διαδικασίες. Αν αυτά είναι σε συμφωνία τότε έχουμε μια σημαντική ένδειξη επιβεβαίωσης της καταλληλότητας δεδομένων και των αναλυτικών διαδικασιών.

Αυτός ο τύπος ανάλυσης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης ενός συστήματος για τον έλεγχο του βαθμού ακρίβειας και ορθότητας των δεδομένων έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της εφαρμογής. Οι χρήστες μπορούν να πειραματιστούν με δεδομένα διαφορετικής ακρίβειας - ορθότητας και να ελέγξουν πώς συμπεριφέρονται. Τα επίπεδα ακρίβειας και ορθότητας αυξάνονται έως ότου να παράγονται αποδεκτά αποτελέσματα. Ειδικά σε μεγάλα έργα με σημαντικό όγκο πληροφοριών η διαδικασία αυτή είναι αρκετά χρήσιμη.

Η ανάλυση αυτή είναι αρκετά χρήσιμη και στον έλεγχο των θεωρητικών παραμέτρων ενός μοντέλου ΣΓΠ. Συχνά ένας παράγοντας ο οποίος φαινομενικά είναι καθοριστικός για μια αναλυτική διαδικασία, συχνά αποδεικνύεται πως είναι περιορισμένης αξίας. Οι χρήστες μπορούν να ανιχνεύουν παρόμοιες καταστάσεις με επιλεκτική αφαίρεση επιπέδων πληροφορίας από τις διαδικασίες μοντελοποίησης. Αν αυτή η απόσυρση

επιφέρει μηδαμινές ή καθόλου αλλαγές στα αποτελέσματα, τότε δεν χρειάζεται η εισαγωγή περισσότερων στοιχείων.

Μεταδεδομένα (Metadata)

Τα μεταδεδομένα (*metadata*) είναι οι πληροφορίες οι οποίες περιγράφουν το περιεχόμενο, την ποιότητα, την κατάσταση και άλλα χαρακτηριστικά των δεδομένων. Κατά μία έννοια συνιστούν δεδομένα (πληροφορίες) για τα δεδομένα. Τα μεταδεδομένα είναι ένας απλός μηχανισμός πληροφόρησης για υπάρχοντα σύνολα δεδομένων, και για το σκοπό δημιουργίας τους. Στην ουσία απαντούν σε πληθώρα ερωτημάτων που σχετίζονται με τα δεδομένα. Τα κυριότερα είναι:

*Ποιος τα συνέλεξε;
Τι είδους δεδομένα περιλαμβάνονται;
Πότε δημιουργήθηκαν;
Που δημιουργήθηκαν;
Γιατί δημιουργήθηκαν;
Με ποιο τρόπο δημιουργήθηκαν;
Πότε αναθεωρήθηκαν;
Κλπ.*

Η τήρηση μεταδεδομένων είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις δημιουργίας χωρικών βάσεων δεδομένων από υπηρεσίες και οργανισμούς, αφού αφενός χρησιμοποιούνται εσωτερικά παρέχοντας πληροφορίες για το καθεστώς των δεδομένων, αφετέρου ενημερώνουν εξωτερικούς μελλοντικού χρήστες των δεδομένων για βασικούς περιορισμούς και πιθανές μελλοντικές χρήσεις τους.

Σε γενικές γραμμές τα μεταδεδομένα πληροφορούν για τα παρακάτω στοιχεία:

Διαθεσιμότητα. Απαιτούμενες πληροφορίες για τον καθορισμό του συνόλου δεδομένων που είναι διαθέσιμα για ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό χώρο.

Καταλληλότητα. Απαιτούμενες πληροφορίες για τον προσδιορισμό του αν ένα σύνολο δεδομένων ικανοποιεί μια συγκεκριμένη ανάγκη.

Πρόσβαση. Απαραίτητη πληροφορία για την απόκτηση ενός διαβαθμισμένου συνόλου δεδομένων.

Ιστορικό. Χρήσιμες πληροφορίες για την επεξεργασία και χρήση δεδομένων.

Διαχείριση. Πληροφορίες στις οποίες καταγράφεται η κατάσταση των δεδομένων (μοντέλο δεδομένων, πληρότητα, χρονικές πληροφορίες, κλπ) .

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aronoff S., 1989 : "Geographic Information Systems : A Management Perspective. Wdl Publications , Ottawa, Canada .
- Burrough, P. A., 1986: 'Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment', New York: Oxford University Press.
- Carter J. R., 1989 : 'On defining the geographic information system'. In Ripple W. J : *Fundamentals of Geographic Information Systems: A compendium*. ASPRS/ACSM, Falls Church Virginia, pp. 3-7.
- Chrisman Nickolas, 1997: *Exploring Geographic Information Systems*, John Wiley and Sons.
- Clark N. Audrey, 2003: The Penguin dictionary of Geography, 3rd edition, Penguin Books.
- Coppock J.T. & Rhind D.W., 1991, "The History of GIS". In Maguire D.J., Goodchild M.F., and Rhind D.W. (editors) *Geographical Information Systems : Principles and Applications*, Volume 1, pages 21-43.
- Cowen D.J., 1988: *GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54: 1551-4.
- Date C.J., 1990: *Database Systems, an Introduction*, Vol I, 5th ed., Addison - Wesley Publishing Company
- Dueker K.J., 1979: 'Land resource information systems: a review of fifteen years experience'. *Geo-Processing* 1:105-28.
- Elmasri R., Navathe S.B., 2001: *Θεμελιώδεις αρχές συστημάτων βάσεων δεδομένων*, τόμος Α, 3^η εκδ., Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα.
- Goodchild M.F., 1992: Geographical Information Science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6: 31-45.
- Jones C. B., 1997: *Geographical Information Systems and Computer Cartography*. Addison Wesley Longman.
- Koshkariou A.V ,Tikunov V.S And Trofimov A.M 1989 : " The Current State And The Main Trends In The Development Of Geographical Information Systems In The USSR. *International Journal Of Geographical Information Systems*.
- Longley P.A., Goodchild M. F., Maquire D. J., Rhind D. W., (2001). *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons.
- Maquire D.J., Goodchild M.F., Rhind D.W., 1991: *Geographic Information Systems. Theory and Applications*. Longman Scientific & Technical.
- Mark D.M., Chrisman N., et al, 1997, "*The GIS History Project*", Summary Paper presented at the UCGIS Summer Assembly, Bar Harbor, USA, June 1997. (Available from http://www.geog.buffalo.edu/ngcia/gishist/bar_harbor.html.)
- McDonnell P. & K Kemp. 1995. *International GIS Dictionary*. Cambridge: GeoInformation International.

- Ozemoy V.M., Smith D.R., Sicherman A., 1981: *Evaluating computerized geographic information systems using decision analysis*. *Interfaces* 11: 92-8.
- Parker H.D. 1988 : " *The Unique Qualities Of A Geographic Information System. A Commentary* ", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 55: 1589-91.
- Robinson A.H., Sale R.D., Morrison J.L., Muehrcke P.C. 1984: *Elements of Cartography*. 5th edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Smith T.R., Menon S., Starr J. L., Estes J. E., 1987: *Requirements and principles for the implementation and construction of large-scale geographic information systems*. *International Journal of Geographic Information Systems* 1: 13-31.
- Tomlinson R.F., 1987, "Current and Potential Uses of Geographical Information System : The North American Experience", *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol. 1, pages 203-218.
- Καρνάβου Π. Ελευθερία 2002: Υποδομή Χωρικών Δεδομένων και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών για τη σύγχρονη Ελλάδα, εκδόσεις Παρατηρητής.
- Κουτσόπουλος Κ., 2005: Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- Μανιάτης Γ. (1993): *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Γης – Κτηματολογίου*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Στεφανάκης Ε. (2001): *Φύση και καταγραφή γεωγραφικών δεδομένων. (συμπληρωματικές σημειώσεις)*. Χαροκόπειο Παν/μιο, τμήμα Γεωγραφίας.
- Χαλκιάς Χ. (1996): *Ανάπτυξη Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών για την περιοχή της Λακωνίας με χρήση στοιχείων Τηλεανίχνευσης*. Διδακτ. Διατριβή. Παν/μιο Αθηνών, τμήμα Γεωλογίας.
- Χαλκιάς Χ. Ν., 2006: *Όροι και έννοιες επιστήμης γεωγραφικών πληροφοριών (GIS)*. Εκδόσεις ΙΩΝ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α:

Ασκήσεις με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ GIS ArcGIS της ESRI.

Σκοπός

Σκοπός του εργαστηρίου αυτού είναι η βασική εξοικείωση με το εμπορικό λογισμικό GIS ArcGIS (ορολογία, περιβάλλον εργασίας). Μετά την υλοποίηση του εργαστηρίου θα πρέπει οι σπουδαστές να είναι σε θέση να εκτελούν βασικούς χειρισμούς στα υποπρογράμματα ArcMap και ArcCatalog.

Γενικά

Το ArcGIS v. 9.x - το οποίο είναι εγκατεστημένο στο Εργαστήριο Γεωπληροφορικής - είναι ένα σύγχρονο εμπορικό λογισμικό desktop GIS το οποίο παρέχει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον εργασίας ψηφιοποίησης, επεξεργασίας και οπτικοποίησης γεωγραφικών δεδομένων. Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική περιγραφή του.

Σημαντικό στοιχείο του ArcGIS 9.x είναι ότι αποτελείται από 5 κύριες εφαρμογές και πολλά άλλα πρόσθετα:

ArcMap – εφαρμογή εμφάνισης, δημιουργίας, ανάλυσης γεωγραφικών πληροφοριών και δημιουργίας χαρτών.

ArcScene – εφαρμογή εμφάνισης, δημιουργίας, ανάλυσης γεωγραφικών πληροφοριών και δημιουργίας χαρτών τριών διαστάσεων

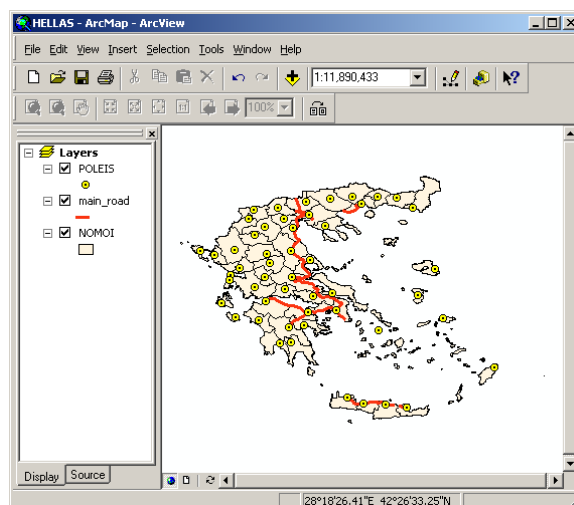
ArcCatalog – Εργαλείο πλοήγησης και διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων

ArcToolbox – Περιβάλλον ειδικών λειτουργιών όπως μετατροπές δεδομένων, εργασίες γεωαναφοράς κλπ

ArcGlobe – Περιβάλλον εργασίας με βασικό υπόβαθρο την υδρόγειο και τρισδιάστατη απεικόνιση δεδομένων

ArcMap

Είναι η εφαρμογή του ArcGIS 9.x που χρησιμοποιείται για την δημιουργία, τροποποίηση, ανάλυση και παρουσίαση των γεωγραφικών δεδομένων. Υπάρχει μια περιοχή εμφάνισης των χωρικών δεδομένων (map display) και μια περιοχή διαχείρισης των στοιχείων που προβάλλονται (*Table Of Content*) στον οποίο παρατίθενται τα ονόματα και τα σύμβολα των δεδομένων.



Επίσης περιέχονται διάφορες μπάρες εργαλείων και κυλιόμενων μενού. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να μετακινηθούν σύμφωνα με τις προτιμήσεις του χρήστη. Στο ArcMap κάθε εργασία αποθηκεύεται σε ένα αρχείο map document (.mxd). Πατώντας διπλό κλικ σε ένα αρχείο map (.mxd) προκαλεί αυτόματη εκκίνηση του ArcMap.

Σημείωση: το αρχείο .mxd περιέχει αναφορές στα δεδομένα και όχι τα ίδια τα δεδομένα. Έτσι η αποθήκευση του .mxd αρχείου δεν συνεπάγεται και αυτόματη αποθήκευση των δεδομένων.

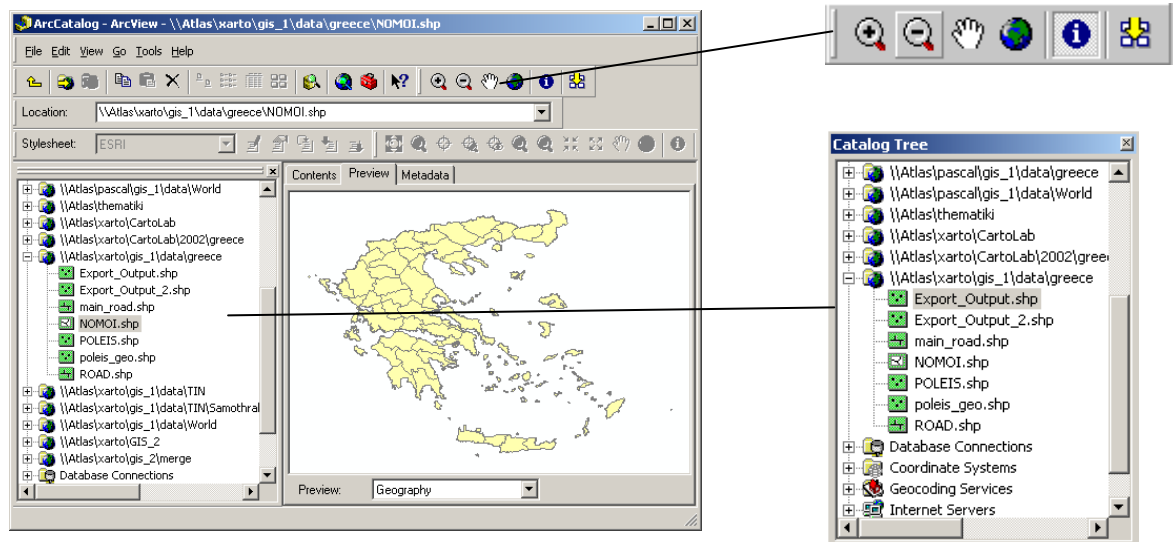
ArcScene

Η εφαρμογή ArcScene επιτρέπει την εμφάνιση δεδομένων και δημιουργία χαρτών τριών διαστάσεων.

ArcCatalog

Η εφαρμογή ArcCatalog του ArcGIS 9.x χρησιμοποιείται για την εύρεση, ανίχνευση και διαχείριση των δεδομένων. Με το ArcCatalog παρέχεται η δυνατότητα προσπέλασης και προεπισκόπησης δεδομένων αποθηκευμένων στο τοπικό υπολογιστικό σύστημα, σε δίκτυο, ακόμα και στο internet. Επίσης παρέχει δυνατότητες άμεσης πρόσβασης σε χάρτες και δεδομένα. Με την εφαρμογή ArcCatalog οργανώνεται- διαχειρίζεται η γεωγραφική πληροφοριακή βάση. Σημαντική επίσης δυνατότητα είναι η κλήση - άμεση εργασία του ArcMap και του ArcToolbox μέσα από το ArcCatalog. Για την πρόσβαση σε δεδομένα μέσω του ArcCatalog υλοποιούνται συνδέσεις (connections) με τη χρήση του δένδρου καταλόγων (CatalogeTree) που είναι παρόμοιο με το Windows Explorer.

Μετά την εύρεση των δεδομένων μπορεί να γίνει προεπισκόπηση τους (preview) ή ακόμη άμεση μεταφορά τους (drag and drop) στην εφαρμογή ArcMap για εμφάνιση- χαρτογραφική απεικόνιση και ανάλυση. Επίσης η εφαρμογή ArcCatalog περιλαμβάνει εργαλεία για εστίαση, μετακίνηση και αναγνώριση οντοτήτων.

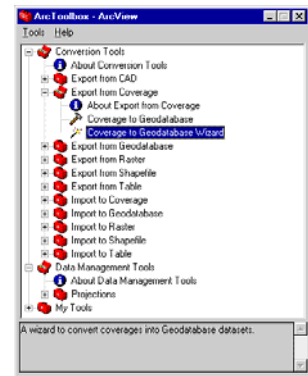


ArcToolbox

Η εφαρμογή *ArcToolbox* που συμπεριλαμβάνεται στο ArcGIS 9.x παρέχει εξειδικευμένα εργαλεία επεξεργασίας δεδομένων.

Σε γενικές γραμμές τα εργαλεία αυτά είναι εργαλεία μετατροπών (π.χ από ένα τύπο αρχείου σε ένα άλλο), εργαλεία διαχείρισης (π.χ. καθορισμός χαρτογραφικής προβολής), εργαλεία χωρικής ανάλυσης και εργαλεία εξειδικευμένων μορφών επεξεργασίας των γεωγραφικών δεδομένων.

Οι δυνατότητες αυτές ενεργοποιούνται είτε μέσω διαλογικών παραθύρων (wizards) είτε μέσω απλών εργαλείων και εντολών.



Τέλος, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν νέα εργαλεία από το χρήστη είτε με τη σύνθεση απλών εντολών του ArcGIS 9.x είτε με τη συγγραφή κώδικα σε κάποια συμβατή γλώσσα προγραμματισμού. Το αντίστοιχο εργαλείο ονομάζεται *Model Builder*.

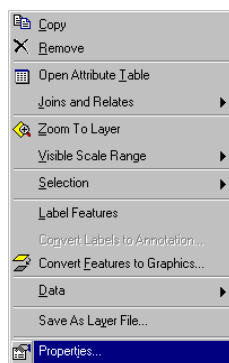
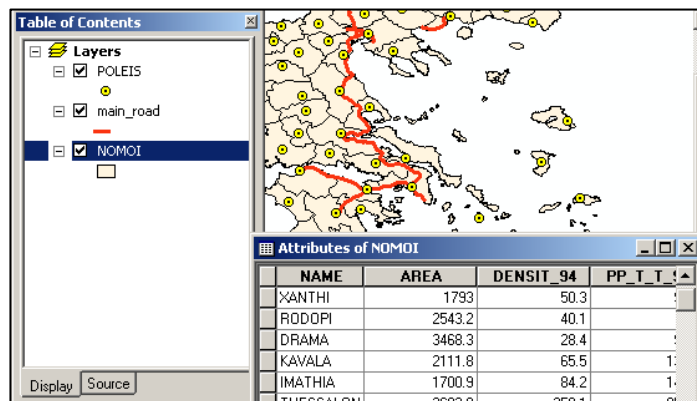
ArcGlobe

Η εφαρμογή ArcGlobe είναι η πρόταση της ESRI για λογισμικό τύπου Google Earth, όπου η γη εμφανίζεται ως σφαίρα και υπάρχει ένα υπόβαθρο του φυσικού ανάγλυφου μαζί με δορυφορικές εικόνες που αποδίδουν μία ρεαλιστική απεικόνιση του πλανήτη.

Βασικές έννοιες του ArcMap

Θεματικά επίπεδα (layers)

Στο ArcGIS 9.x η προσθήκη γεωγραφικών δεδομένων υλοποιείται με τη χρήση θεματικών επιπέδων (layers) στο ArcMap. Ένα layer είναι μια αναφορά σε γεωγραφικά δεδομένα (π.χ. shape files, αρχεία cad κλπ).



Σημείωση:

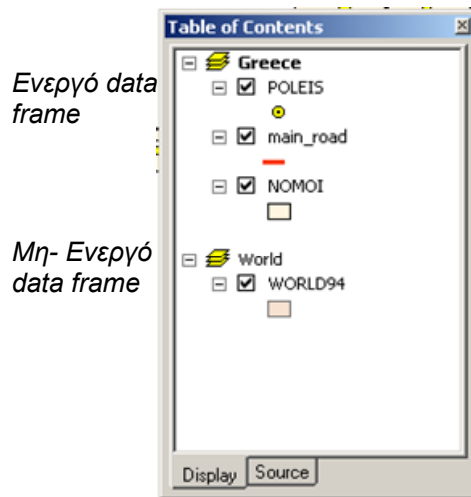
Παρέχεται πλήρης έλεγχος του τρόπου εμφάνισης των layers πατώντας δεξί κλικ στο πάνω στο όνομα τους και επιλέγοντας properties στο μενού περιεχομένων. Στο ArcGIS 9.x τα μενού περιεχομένων χρησιμοποιούνται συχνά για την πρόσβαση σε

ιδιότητες και λειτουργίες των αντικειμένων με τα οποία εργαζόμαστε. Με δεξί κλικ πάνω σε αυτά τα αντικείμενα (π.χ. *layers*, *data frames* κλπ) έχουμε πρόσβαση στις επιλογές του μενού περιεχομένων. Το όλο περιβάλλον εργασίας μοιάζει συχνά με αυτό των εφαρμογών της Microsoft (Word).

Σύνολα Δεδομένων (data frames)

Στο ArcGIS 9.x επίπεδα δεδομένων τα οποία έχουν κοινή χωρική αναφορά, ομαδοποιούνται σε ομάδες δεδομένων (*data frames*) και εμφανίζονται στο ArcMap.

Ένα *data frame* εμφανίζεται στον πίνακα περιεχομένων με τα επίπεδα (*layers*) τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό. Σε ένα *map document* μπορούν να προστεθούν πολλά *data frames* αλλά μόνο ένα μπορεί να είναι ενεργό. Μόνο τα δεδομένα του ενεργού *data frame* εμφανίζονται και μπορούν να επεξεργαστούν. Για την ενεργοποίηση ενός *data frame* απλώς κάνουμε δεξί κλικ στο όνομα του και επιλέγουμε *activate*.



Χαρτοσυνθέσεις (layout view)

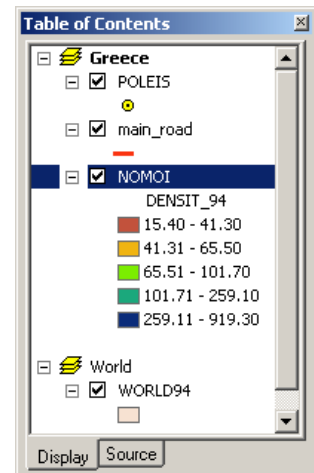
Για τη δημιουργία χάρτη στο ArcGIS 9.x μεταπύπτουμε από την όψη δεδομένων (*data view*) στην όψη χαρτοσύνθεσης (*layout view*) από το μενού *View>Layout View*. Το *layout view* χρησιμοποιείται για την εμφάνιση και τακτοποίηση των ομάδων δεδομένων και των λοιπών χαρτογραφικών στοιχείων. Για την προσθήκη περισσότερων του ενός χαρτών σε μια χαρτοσύνθεση, δημιουργούνται πολλαπλά *data frames*. Στο ArcGIS 9.x κάθε *map document* (.mxd) επιτρέπεται να έχει ένα και μόνο ένα *layout*. Τονίζεται ότι ενώ το *data view* είναι απεικόνιση της επιφάνειας της γης, το *layout view* είναι απεικόνιση της εικονικής σελίδας της χαρτοσύνθεσης. Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι το *layout view* περιέχει δικό του περιβάλλον αλληλεπίδρασης με το χρήστη (*buttons*, *menus* κλπ).

Εμφάνιση δεδομένων στο ArcGIS 9.x

Οι χάρτες επιτρέπουν την οπτικοποίηση γεωγραφικών πληροφοριών με την κατάδειξη της θέσης γεωγραφικών οντοτήτων οι οποίες συμβολίζονται. Ο συμβολισμός αυτός βοηθά στην καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου των οντοτήτων που απεικονίζονται. Στο ArcMap περιέχονται εξελιγμένα εργαλεία ελέγχου του τρόπου εμφάνισης των δεδομένων.

Πίνακας περιεχομένων (TOC)

Στον πίνακα περιεχομένων του ArcMap φαίνονται όλες οι ομάδες δεδομένων (*data frames*), τα θεματικά επίπεδα (*layers*)



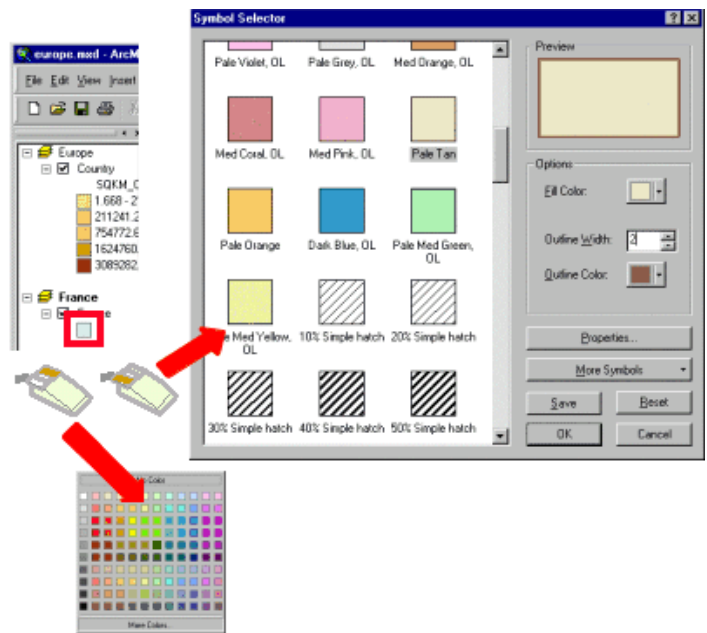
καθώς και τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των οντοτήτων του κάθε επιπέδου. Ένα μαρκάρισμα στα αριστερά του layer δείχνει αν το επίπεδο αυτό εμφανίζεται ή όχι στο χάρτη.

Ο πίνακας περιεχομένων του ArcGIS 9.x στο κάτω τμήμα του περιέχει δύο επιλογές: την επιλογή εμφάνισης (*display*) και την επιλογή πηγής δεδομένων (*sources*). Η επιλογή *display* δείχνει τη σειρά εμφάνισης των *layers* ενώ η επιλογή *source* τη θέση των δεδομένων στο δίσκο.

Αλλαγή συμβόλων

Η αλλαγή των συμβόλων απεικόνισης οντοτήτων ενός θεματικού επιπέδου γίνεται πατώντας δεξί κλικ πάνω στο όνομα του και επιλέγοντας *properties-symbology*.

Έτσι εμφανίζεται το παράθυρο επιλογής συμβόλου (*symbol selector*).

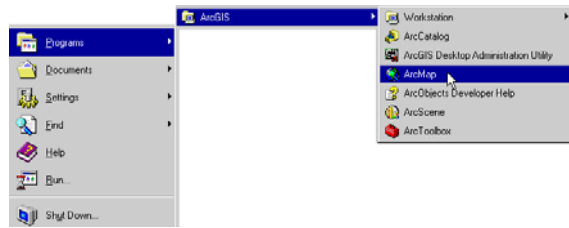


Παρότι το *ArcMap* παρέχει πληθώρα συμβόλων και χρωμάτων θα πρέπει να τονιστεί πως το ανθρώπινο μάτι έχει περιορισμένες δυνατότητες στα χρώματα που μπορεί να διακρίνει. Έτσι η χρήση των χρωμάτων και των συμβόλων πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά και σύμφωνα με τις γενικές αρχές της Χαρτογραφίας.

Βασική Εξοικείωση με τα μέρη του λογισμικού GIS ArcGIS 9.x.

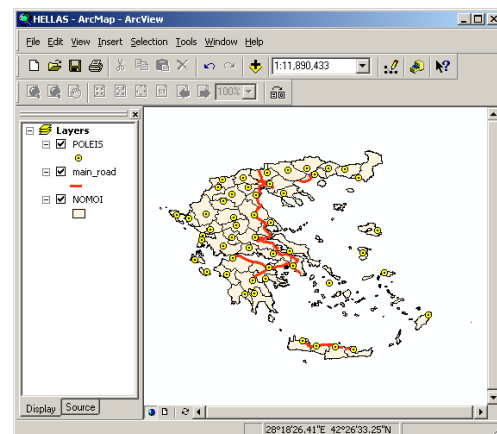
ArcMap

Στην τρέχουσα έκδοση του ArcGIS και συγκεκριμένα στον ArcMap παρέχεται η δυνατότητα αποθήκευσης της τρέχουσας κατάστασης μιας εργασίας. Τα αρχεία που δημιουργούνται έχουν κατάληξη *.mxd*. Τα αρχεία αυτά όταν εκτελούνται, ενεργοποιείται το *ArcMap*.



1. Επιλέξτε έναρξη > προγράμματα > ARCGIS. Με διπλό αριστερό κλικ στο εικονίδιο  ενεργοποιείται το ArcMap ... και δηλώστε ότι θα ενεργοποιηθεί ένας αποθηκευμένος χάρτη (*open an existing map*). Προσδιορίστε το αρχείο _____. Θα πρέπει να εμφανιστεί η παρακάτω εικόνα:

2. Δοκιμάστε την εργαλειοθήκη *Tools*: Εστιάστε στα δεδομένα. Αυξήστε τα όρια θέασης. Επαναφέρατε στα αρχικά όρια.



3. Προσθέστε δεδομένα (*File > Add Data*). Επιλέξτε το θεματικό επίπεδο _____.
4. Επιλογή συμβόλων ανά κατηγορία. Επιλέξτε με διπλό αριστερό κλικ από το υπόμνημα, το επίπεδο _____. Από το *Layer Properties* επιλέξτε *Symbolization*. Επιλέξτε *Categories>Unique Values*. Στο παράθυρο *Value Field* επιλέξτε το πεδίο “_____”. Πατήστε *Add All Values*. Πατήστε *Apply*. Πατήστε *OK*.
5. Αλλαγή συμβόλου. Η επιλογή των συμβόλων γίνεται τυχαία. Για να επιλέξω σύμβολο από τις διαθέσιμες συμβολοσειρές ακολουθώ τα εξής βήματα. Επιλέξτε με διπλό αριστερό κλικ από το υπόμνημα, το όνομα του επιπέδου _____. Από το *Layer Properties* επιλέξτε *Symbolization*. Με κλικ πάνω σε κάθε σύμβολο ενεργοποιείται η φόρμα *Symbol Selector*. Επιλέξτε - τροποποιήστε σύμβολο. Πατήστε *OK* και *Εφαρμογή*.
6. Προσθήκη επεξήγησης κατηγορίας-συμβόλου. Στο παράθυρο επιλογής συμβόλου (*Layer Properties > Symbolization*) κάτω από την στήλη *Label*, και πάνω στον κωδικό της κατηγορίας, γράψτε την επεξήγηση για το σύμβολο. Πατήστε *OK*.

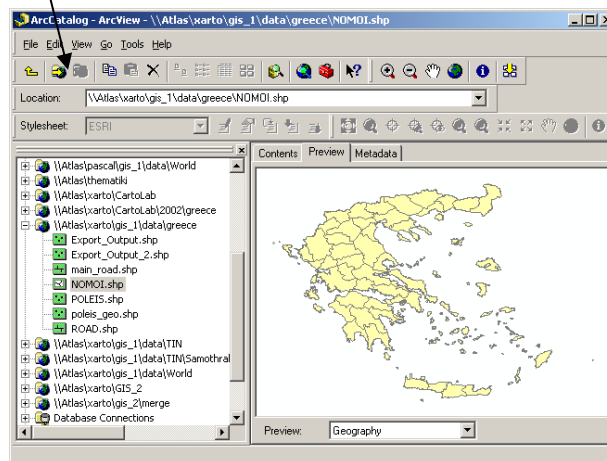
7. Μεταβείτε από την απλή παρουσίαση των γεωγραφικών δεδομένων, σε κατάσταση χαρτοσύνθεσης (*View>Layout View*). Δοκιμάστε την εργαλειοθήκη *Tools*:
 - Εστιάστε στα δεδομένα.
 - Αυξήστε τα όρια θέασης.
 - Επαναφέρατε στα αρχικά όρια.
 - Παρατηρήστε τις αλλαγές στην κλίμακα.

ArcCatalog

Το υποπρόγραμμα *ArcCatalog* είναι το τμήμα του ArcGIS που παρέχει όλα τα εργαλεία για να τη διαχείριση της γεωγραφικής και περιγραφικής πληροφορίας. Ενώ το *ArcMap* δίνει έμφαση στον ψηφιακό χάρτη, το *ArcCatalog* κυρίως διαχειρίζεται τα δεδομένα. Το *ArcCatalog* διαχειρίζεται εκτός από τα coverage, shape files αρχεία cad και αρχεία κανάβου (raster).

Συνδέσεις καταλόγων. Πολλές φορές αποφεύγουμε να εμφανίζουμε όλα τα περιεχόμενα ενός χώρου εργασίας αλλά επιθυμούμε να παρακολουθήσουμε που βρίσκονται τα γεωγραφικά δεδομένα με τα οποία εργαζόμαστε. Για τον λόγο αυτό από το *ArcCatalog* είναι δυνατή η δημιουργία συντομεύσεων στις συνδέσεις.

Πατήστε το κουμπί σύνδεσης.



Επιλέξτε τον κατάλογο της επιλογής σας.

Δώστε OK.

Έτσι δημιουργήσατε μια σύνδεση η οποία οδηγεί στο συγκεκριμένο κατάλογο.

Απλή Επισκόπηση δεδομένων (Preview). Στο περιβάλλον του *ArcCatalog* είναι δυνατόν να δούμε τόσο την χωρική όσο και την περιγραφική πληροφορία. Μας παρέχεται η δυνατότητα για γρήγορη επισκόπηση.

1. Από τον χώρο εργασίας της επιλογής σας, επιλέξτε από το παράθυρο του δένδρογράμματος ένα αρχείο.
2. Από το παράθυρο θέασης επιλέξτε *Preview*.
3. Από την επιλογή *Preview* επιλέξτε *Table*.
4. Από την επιλογή *Preview* επιλέξτε *Geography*.
5. Εστιάστε – μεγεθύνεται χρησιμοποιώντας τα εργαλεία.
6. Με το εργαλείο (*I = identify tool*) επιλέξτε μια οντότητα. Παρατηρήστε τις ιδιότητές της.

Δημιουργία χώρου εργασίας.

1. Επιλέξτε τον χώρο που επιθυμείτε να τοποθετήσετε τον νέο χώρο εργασίας.
2. Με δεξί κλικ στον ποντίκι επιλέξτε *New>Folder*.
3. Σημαδέψτε τον χώρο που δημιουργήσατε.
4. Με δεξί κλικ στον ποντίκι επιλέξτε *Rename*, μετονομάστε σε

Μεταφορά αρχείων.

Η μεταφορά αρχείων πραγματοποιείται όπως και με τον windows explorer. Ο *ArcCatalog* εργάζεται με τον ίδιο τρόπο αλλά μόνο για τα αρχεία με την γεωγραφική πληροφορία και για πίνακες με περιγραφική πληροφορία.

1. Σημαδέψτε ένα αρχείο.
2. Με δεξί κλικ στον ποντίκι επιλέξτε *Copy*.
3. Μετακινηθείτε σε άλλο χώρο εργασίας.
4. Με δεξί κλικ στον ποντίκι επιλέξτε *Paste*.

Ενέργεια:

Δημιουργήστε έναν κατάλογο εργασίας στον προσωπικό σας αποθηκευτικό χώρο, μετονομάστε τον σε GIS1 και αντιγράψτε σε αυτόν το επίπεδο των Νομών της Ελλάδας που απεικονίστηκε στο *ArcMap*.

Βιβλιογραφικές αναφορές

ESRI (2001). "Getting Started with ArcGIS". Bob Booth, Andy Mitchell.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι: www.esri.com

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2^ο : Τα γεωγραφικά δεδομένα.

Σκοπός

Σκοπός του εργαστηρίου αυτού είναι η εξοικείωση των σπουδαστών με τα είδη των δεδομένων ενός ΣΓΠ. Έτσι εισάγονται χωρικά και περιγραφικά δεδομένα διαφόρων τύπων στο λογισμικό ArcView, και εξετάζονται οι βασικές δυνατότητες επισκόπησης τους.

Γενικά

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ΣΓΠ είναι η δυνατότητα διαχείρισης ποικίλων γεωγραφικών πληροφοριών, οι οποίες συχνά οργανώνονται σε θεματικά επίπεδα. Μια από τις βασικές αρχικές αποφάσεις οι οποίες πρέπει να ληφθούν στα αρχικά στάδια υλοποίησης ενός ΣΓΠ, είναι ο καθορισμός των επιπέδων που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Υπενθυμίζονται ότι οι βασικές διαστάσεις των γεωγραφικών πληροφοριών είναι η χωρική, η χρονική και η θεματική. Σε αρκετές εφαρμογές η χρονική διάσταση θεωρείται αμετάβλητη (μικρός ρυθμός μεταβολής των άλλων δύο διαστάσεων στο χρόνο). Σε αυτό το εργαστήριο αρχικά θα γίνει εξερεύνηση των διαφόρων τύπων γεωγραφικών δεδομένων, κατόπιν θα καταδειχθούν παραδείγματα οργάνωσης αντιπροσωπευτικών γεωγραφικών δεδομένων και θα γίνει μια εισαγωγή στα βασικά μοντέλα χωρικών ψηφιακών δεδομένων: το διανυσματικό (vector) και το ψηφιδωτό (raster).

Τα γεωγραφικά δεδομένα

Κάθε λογισμικό ΣΓΠ διαχειρίζεται δεδομένα διαφόρων τύπων και προέλευσης, όπως για παράδειγμα ψηφιοποιημένους χάρτες, εικόνες Τηλεπισκόπησης, πίνακες περιγραφικών δεδομένων, τρισδιάστατα δεδομένα αναγλύφου κλπ. Έτσι και το λογισμικό ΣΓΠ ArcGIS της ESRI παρέχει τη δυνατότητα εργασίας με τέτοιου είδους δεδομένα.

Βήμα 1

Κάντε έναρξη του ArcCatalog και οδηγηθείτε στον κατάλογο

\...\GSI\ERGASTHRIA\2Data types\lab2 dATA\

Βήμα 2

Ο υποκατάλογος Images περιέχει ορισμένες ψηφιακές εικόνες. Κάντε μια γρήγορη επισκόπηση των εικόνων:

- ❖ ath_3_MAP.tif (τμήμα σαρωμένου χάρτη 1:10.000, της Αθήνας)
- ❖ gr_sat_attica%2Beuboea.jpg (δορυφορική εικόνα Αττικής)
- ❖ Greece_scanned map.bmp (σαρωμένος χάρτης Ελλάδας)
- ❖ sat.jpg (δορυφορική εικόνα μετεωρολογικού δορυφόρου)
- ❖ SPOT5FirstImage_Eulesis_b.tif (Ελευσίνα: Δορυφορική εικόνα του δορυφόρου SPOT)

(Σημειώστε τον τύπο αρχείου δίπλα από κάθε εικόνα. Π.χ Sar = εικόνα .JPEG).

Από το μενού help > ArcGIS Desktop help από τον κατάλογο Index επιλέγοντας *rasters, formats, supported*, εμφανίζεται λίστα με τις μορφές αρχείων κανάβου οι οποίες υποστηρίζονται από το ArcGIS.

Βήμα 3

Ο υποκατάλογος Thematic περιέχει περιγραφικές γεωγραφικές πληροφορίες με τη μορφή πίνακα. Δείτε τα περιεχόμενα του πίνακα main_seism (σεισμικά επίκεντρα κύριων σεισμών μετά το 1960).

Βήμα 4

Ο υποκατάλογος Vector περιέχει χωρικά δεδομένα διανυσματικού τύπου. Δείτε τα περιεχόμενα των παρακάτω θεματικών επιπέδων (shapefiles):

- ❖ herit_va (Αρχαιολογικοί χώροι)
- ❖ Landuse (χρήσεις γης περιοχής Λαυρεωτικής)
- ❖ Mainroad (Κύριο οδικό δίκτυο περιοχής Λαυρεωτικής)
- ❖ pnts_id
- ❖ Roads (Λεπτομερές οδικό δίκτυο περιοχής Λαυρεωτικής)
- ❖ Waste_pt (σημεία ταφής απορριμμάτων περιοχής Λαυρεωτικής)

Το ArcGIS διαχειρίζεται διανυσματικά δεδομένα διαφόρων τύπων (shapefiles, coverages, .dxf files, geodatabases)

Παρατήρηση: το εικονίδιο κάθε επιπέδου καταδεικνύει και τον τύπο των γεωγραφικών αντικειμένων τα οποία περιέχει.

Οργάνωση γεωγραφικών δεδομένων

Εκτελέστε το υποπρόγραμμα ArcMap. Ανοίξτε το χάρτη \\...\GIS\ERGASTHRIA\2Data types\lab2 dATA\Lavrio.mxd. Ο χάρτης αυτός περιέχει 3 θεματικά επίπεδα που αντιστοιχούν στο οδικό δίκτυο, τις χρήσεις γης, και τα σημεία με αρχαιολογικό ενδιαφέρον για τη χερσόνησο της Λαυρεωτικής.

Θυμηθείτε τις βασικές διαστάσεις των γεωγραφικών δεδομένων (χωρική, θεματική, περιγραφική). Σε αυτή την περίπτωση η χρονική θεωρείται αμετάβλητη. Εξετάστε τα χωρικά και τα θεματικά χαρακτηριστικά των διαφόρων γεωγραφικών οντοτήτων του χάρτη. Εστιάστε σε κάποιο σημείο του χάρτη και παρατηρείστε τις ετικέτες (Labels) με τη χρήση γης σε κάθε πολύγωνο.

Ποια είναι τα θεματικά χαρακτηριστικά που καταγράφονται για το επίπεδο LandUse;

Παρατηρείστε τις διαφορές μεταξύ των επιπέδων roads και main road.

Ποιο επίπεδο είναι πιο λεπτομερές; Τι καθορίζει ποιο από τα δύο επίπεδα θα χρησιμοποιήσουμε για μια εφαρμογή;

Στο επίπεδο Roads με τον κωδικό Code_tranq καταγράφεται η βαθμονόμηση κάθε δρόμου με βάση την ηχητική όχληση την οποία προκαλεί, σε μία κλίμακα από 1 - 3. (1:μεγάλη, 2:μέτρια, 3:μικρή).

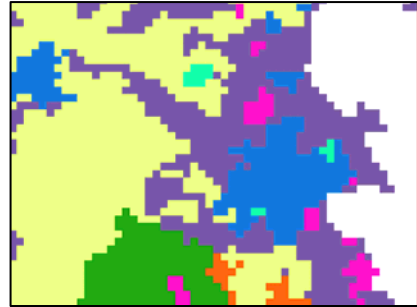
Σε ποια κατηγορία ανήκει αυτή η θεματική ταξινόμηση, και σε ποια η ταξινόμηση με βάση το μήκος length (στο επίπεδο mainroad);

Θυμηθείτε ότι στη φάση οργάνωσης ενός ΣΓΠ, πρέπει να απαντηθεί το βασικό ερώτημα:

Ποια δεδομένα θα ενταχθούν στο σύστημα και με ποιο βαθμό λεπτομέρειας;

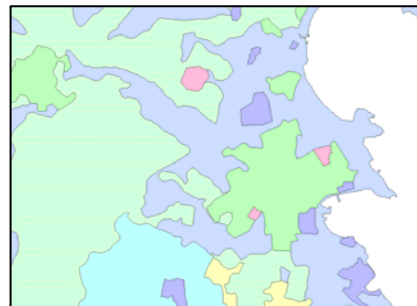
Διανυσματικά (Vector) - ψηφιδωτά (Raster) χωρικά δεδομένα: (Μια πρώτη γνωριμία)

Δημιουργήστε ένα νέο σύνολο δεδομένων (Data Frame) και προσθέστε σε αυτό το επίπεδο LandUse 3 από τον υποκατάλογο Raster. Το επίπεδο αυτό είναι ψηφιδωτής δομής. Εστιάστε αρκετά έως ότου μπορείτε να διακρίνετε τις ψηφίδες από τις οποίες αποτελείται.



Μετρήστε με το εργαλείο μέτρησης αποστάσεων το μέγεθος μιας ψηφίδας. Πόσα μέτρα είναι η κάθε πλευρά της;

Παραμένοντας στο ίδιο επίπεδο εστίασης ενεργοποιήστε το προηγούμενο σύνολο δεδομένων (data frame Vector) και παρατηρήστε τον τρόπο εμφάνισης των χρήσεων γης με τη διανυσματική μορφή.



Με ποιο τύπο δεδομένων απεικονίζονται με περισσότερη λεπτομέρεια οι χρήσεις γης;

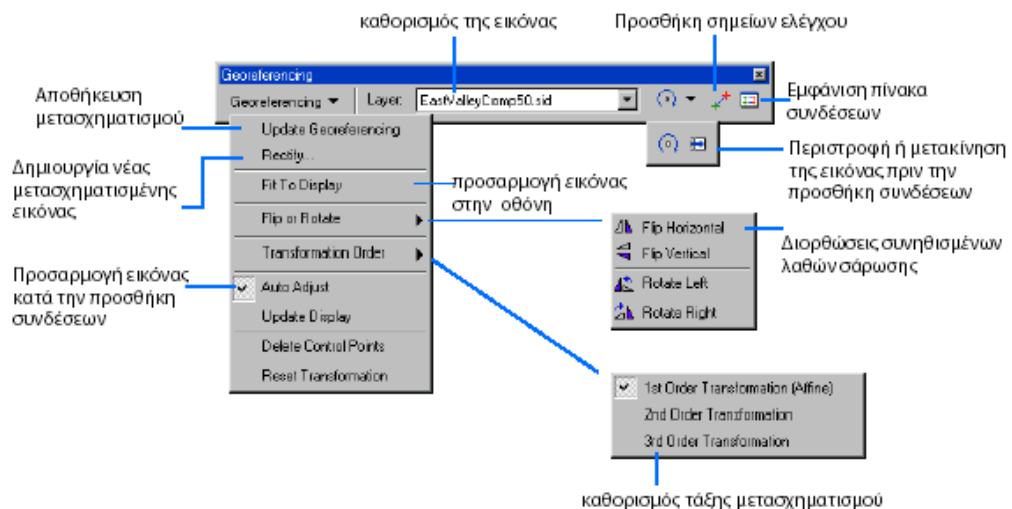
Σημείωση: Vector = γεωγραφικά αντικείμενα,
Raster = ψηφίδες του χώρου.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 3ο : ΓΕΩΑΝΑΦΟΡΑ ΕΙΚΟΝΑΣ

1. Εισαγωγή

Σκοπός του εργαστηρίου είναι η εξοικείωση με τη διαδικασία γεωαναφοράς ενός σαρωμένου χάρτη. Το εργαστήριο θα εκπονηθεί στο Εργαστήριο Γεωπληροφορικής με τη χρήση του λογισμικού GIS ArcGIS.

Να σημειωθεί ότι η γεωαναφορά σαρωμένου χάρτη, πολλές φορές αποτελεί το αρχικό στάδιο στη διαδικασία ψηφιοποίησης επί της οθόνης. Επίσης γίνεται μια αρχική εξοικείωση με τη μεθοδολογία ελέγχου της αξιοπιστίας των μετασχηματισμών. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα εργαλεία και οι επιλογές - στο ArcMap - που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση των παραπάνω.



2. Γενικά στάδια

Η μεθοδολογία της γεωαναφοράς εικόνας, μπορεί να συνοψισθεί στα παρακάτω γενικά στάδια:

1. Προσθήκη στο υποπρόγραμμα ArcMap της εικόνας η οποία αντιστοιχεί στο σαρωμένο χάρτη. (Προαιρετικά και του βοηθητικού θεματικού επιπέδου που θα χρησιμοποιηθεί σαν οδηγός για τη γεωαναφορά).
2. Κατάδειξη σημείων ελέγχου στην εικόνα για τα οποία γνωρίζουμε τις πραγματικές συντεταγμένες τους τις οποίες και εισάγουμε (άμεσα με πληκτρολόγηση ή έμμεσα με τη χρήση του βοηθητικού θεματικού επιπέδου).
3. Όταν επιτευχθεί ικανοποιητική ακρίβεια (έλεγχος του RMS error), αποθήκευση της πληροφορίας ακρίβειας γεωαναφοράς η οποία αναφέρεται στο αρχείο εικόνας.

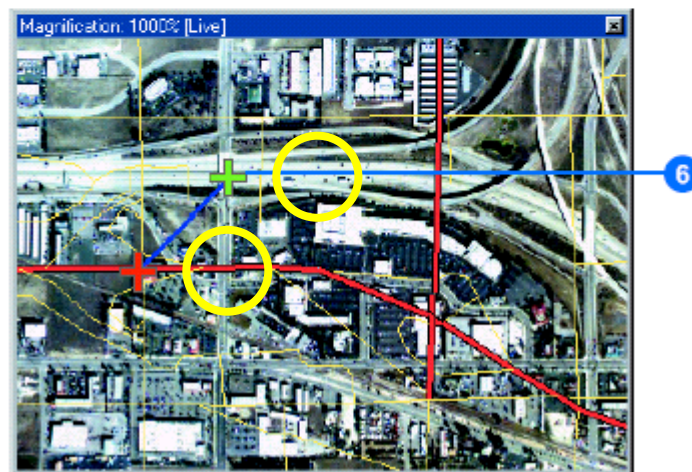
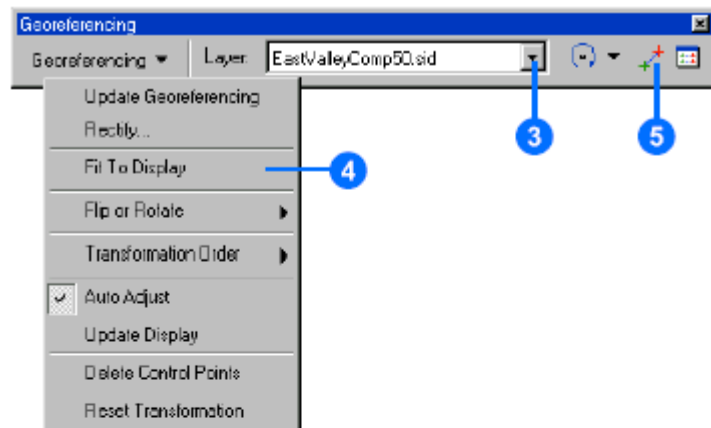
Σημειώνεται ότι για τις περισσότερες μορφές αρχείων εικόνας η πληροφορία γεωαναφοράς αποθηκεύεται σε ξεχωριστά αρχεία.

3. Διαδικασία Γεωαναφοράς

Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των βημάτων γεωαναφοράς:

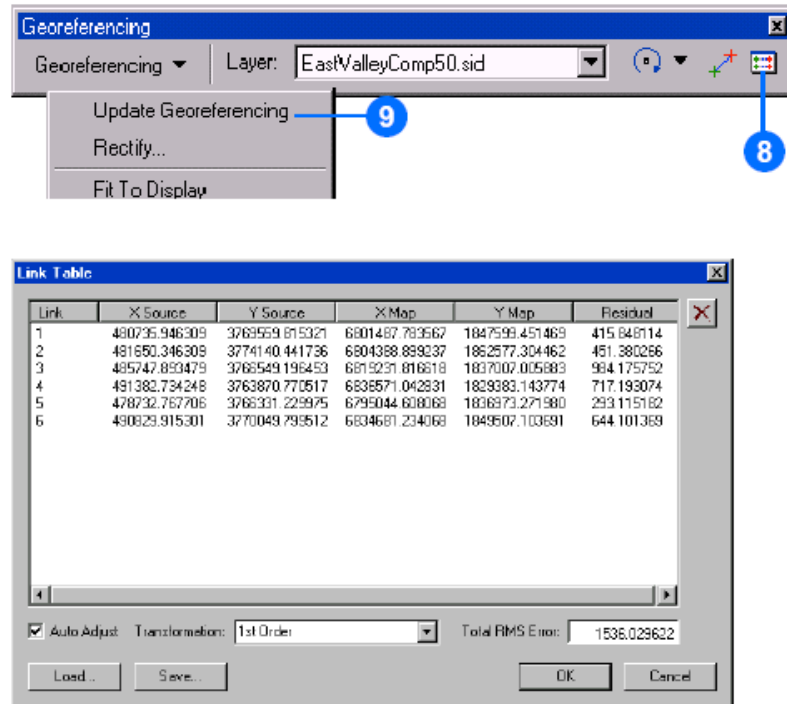
1. Έναρξη του ArcMap και προσθήκη του επιπέδου που αντιστοιχεί στην εικόνα την οποία θα γεωαναφέρουμε.
2. Στον πίνακα περιεχομένων, μετά από δεξί κλικ πάνω στο βοηθητικό αρχείο (αν χρησιμοποιείται) επιλέγουμε "zoom to layer".

3. Από τη μπάρα εργαλείων γεωαναφοράς (Georeference toolbar > layer) επιλογή του επιπέδου raster το οποίο θέλουμε να γεωαναφερθεί. Αν δεν εμφανίζεται την ενεργοποιούμε από το μενού Views>Toolbars>Georeferencing.
4. Επιλογή georeferencing > fit to display (προσαρμογή στην οθόνη). Με αυτή την επιλογή θα εμφανιστεί το αρχείο εικόνας στον ίδιο χώρο με το βοηθητικό αρχείο (αν χρησιμοποιείται). Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε τα εργαλεία μετακίνησης (shift) και περιστροφής (rotate) για την καλύτερη τοποθέτηση της εικόνας στην οθόνη.
5. Επιλογή του εργαλείου σημείων ελέγχου (control points).



6. Για την εισαγωγή ενός σημείου σύνδεσης (Link) κάνουμε κλικ τοποθετώντας το δείκτη του mouse πάνω σε μια γνωστή θέση στην εικόνα, και κατόπιν με δεξιά κλικ και επιλογή "input x,y" πληκτρολογούμε τις συντεταγμένες του σημείου. Σημειώνεται ότι μετά την εισαγωγή κάθε σημείου μπορούμε να επανέλθουμε στην αρχική εστίαση με την επιλογή "zoom to layer" από τον πίνακα περιεχομένων. Πολλές φορές είναι χρήσιμη η χρήση ενός παραθύρου μεγέθυνσης (Window > magnifier) για την ακριβέστερη εισαγωγή των συνδέσεων. Αν χρησιμοποιούμε βοηθητικό θεματικό επίπεδο αφού καταδείξουμε τα σημεία ελέγχου στην εικόνα τα καταδεικνύουμε και σε αυτό το επίπεδο. (ΠΡΟΣΟΧΗ: Έχει σημασία η σειρά με την οποία καταχωρούνται αυτά τα σημεία: πρώτα καταχωρούνται αυτά της εικόνας).

7. Προσθέστε τις κατάλληλες συνδέσεις ανάλογα με κάθε τάξη μετασχηματισμού (ελάχιστος αριθμός: 3 συνδέσεις για μετασχηματισμό 1ης τάξης, 6 για μετασχηματισμό 2ης και 10 για μετασχηματισμό 3ης).
8. Για την εκτίμηση της αξιοπιστίας του μετασχηματισμού επιλέξτε το εργαλείο View Link Table. Εδώ μπορεί να εξεταστεί το σφάλμα για κάθε σύνδεση και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMS Error). Όταν τα αποτελέσματα αυτά του ελέγχου είναι ικανοποιητικά, δηλ. εκτιμούμε ότι έχει επιτευχθεί ικανοποιητική ακρίβεια του μετασχηματισμού, σταματά η εισαγωγή των δεδομένων.
9. Επιλογή Georeference > Update Georeference για την αποθήκευση της πληροφορίας μετασχηματισμού.

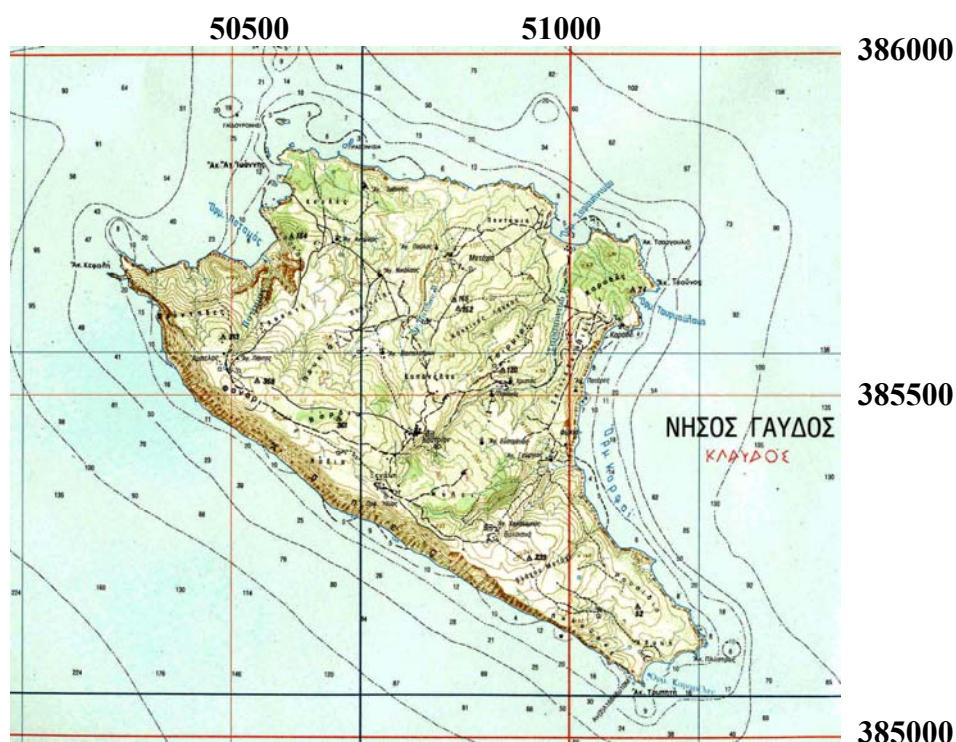


10. Για τον ακριβή καθορισμό των συνδέσεων με απ' ευθείας εισαγωγή από το πληκτρολόγιο, επιλέγουμε View Link Table, (από την μπάρα εργαλείων Georeferencing) και πληκτρολογούμε τις ακριβείς συντεταγμένες στις στήλες Xmap, Ymap.

Η αποθήκευση των παραμέτρων μετασχηματισμού σε αρχείο (με τη μορφή .txt) υλοποιείται από την επιλογή Save όπου και καθορίζουμε το όνομα του αρχείου. Αντίστροφα η εφαρμογή των παραμέτρων αυτών σε αρχείο εικόνας γίνεται με την επιλογή Load και τον καθορισμό του αρχείου που αποθηκεύτηκε με την προηγούμενη ενέργεια.

Εργασίες:

Υλοποιήστε γεωαναφορά της εικόνας \\...\GIS\ERGASTHRIA\3_georef\Gavdos.jpg (σαρωμένος χάρτης, φύλλο N. Γαύδος, κλίμακα 1:50000, έκδοση ΓΥΣ, 1993) με βάση τις συν/νες σε ΕΓΣΑ 87 (πορτοκαλί κλίμακα) όπως καταγράφονται στο παρακάτω σχήμα, χρησιμοποιώντας τουλάχιστον 4 σημεία ελέγχου.



Σημειώστε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μετασχηματισμού.

(Αν υπολογιστεί μέσο τετραγωνικό σφάλμα $> 12.5\mu$, επαναλάβετε τη διαδικασία).

Αποθηκεύστε το αρχείο μετασχηματισμού, στον προσωπικό σας χώρο εργασίας, με το όνομα linkRMS.txt (όπου αντί για RMS καταγράψτε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μετασχηματισμού σε ακέραιο αριθμό).

Σε πόσα χιλιοστά επί χάρτου αντιστοιχεί αυτό το σφάλμα; _____

Επαναλάβετε τη γεωαναφορά χρησιμοποιώντας παράθυρο μεγέθυνσης (magnify viewer) στο οποίο έχετε ορίσει μεγέθυνση 1000% (από τις ιδιότητες - properties- του παραθύρου).

Πόσο είναι το RMSE που επιτύχατε σε αυτή την περίπτωση; _____

Τι διαφορές είχε με το προηγούμενο και πώς τις δικαιολογείτε;

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 4ο : Ψηφιοποίηση γεωγραφικών οντοτήτων.

Γενικά

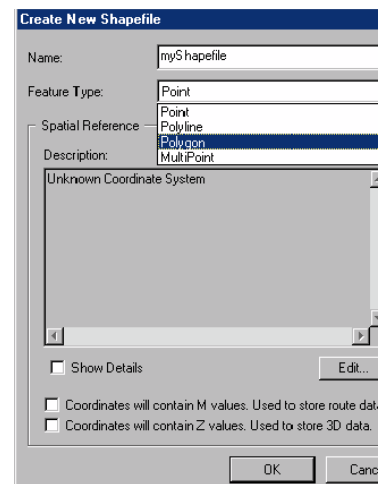
Μία βασική δυνατότητα την οποία παρέχουν τα λογισμικά GIS είναι η εισαγωγή δεδομένων με ψηφιοποίηση χάρτη. Όπως είναι γνωστό, η ψηφιοποίηση χάρτη υλοποιείται: α) με τη χρήση ψηφιοποιητή (digitizer) ή β) με τη χρήση σαρωτή, τη δημιουργία αρχείου σαρωμένου χάρτη και την ψηφιοποίηση με τεχνικές ψηφιοποίησης επί της οθόνης (on - screen digitizing) ή με αυτοματοποιημένες διαδικασίες αναγνώρισης στοιχείων στο χάρτη.

Στο παρόν εργαστήριο δίνεται έμφαση στη δημιουργία νέων θεματικών επιπέδων και την ψηφιοποίηση γεωγραφικών οντοτήτων. Ακόμη, αναπτύσσονται οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τις παραπάνω ενέργειες με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS.

Δημιουργία νέου θεματικού επιπέδου. (arcCatalog)

Η δημιουργία ενός νέου θεματικού επιπέδου στο ArcGIS υλοποιείται μέσα από το υποπρόγραμμα ArcCatalog. Μετά την εκκίνηση του ArcCatalog, δημιουργούμε σύνδεση στον κατάλογο που επιθυμούμε, επιλέγουμε από το μενού File>New>Shapefile, και αφού καθορίσουμε το όνομα και τον τύπο των οντοτήτων (feature type) που θα περιέχονται στο νέο shapefile, δίνοντας OK, δημιουργείται ένα νέο κενό θεματικό επίπεδο.

Σημείωση: Πριν ολοκληρωθεί η δημιουργία του νέου shapefile, με την επιλογή edit - select - Projected coordinate system - Greek Grid, μπορεί να οριστεί το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς EGSA 87.



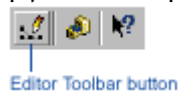
Προσθήκη οντοτήτων σε θεματικό επίπεδο - Ψηφιοποίηση

Η διαχείριση του νέου θεματικού επιπέδου που δημιουργήθηκε και η προσθήκη σε αυτό γεωγραφικών οντοτήτων υλοποιείται με τη χρήση του υποπρογράμματος ArcMap, με τα παρακάτω βήματα:

1. Έναρξη του ArcMap, με δημιουργία νέου χάρτη ή ενεργοποίηση χάρτη που έχει δημιουργηθεί προγενέστερα.
2. Δημιουργία νέου πλαισίου δεδομένων (data frame) καθορισμός του συστήματος αναφοράς του (Data Frame > Properties > Coordinate System > Predefined > Projected Coordinate System > National Grids > Greek Grid).
3. Προσθήκη σε αυτό του θεματικού επιπέδου που δημιουργήθηκε στον ArcCatalog, καθώς και του σαρωμένου χάρτη (αρχείο εικόνας), που θα χρησιμοποιηθεί σαν υπόβαθρο για την ψηφιοποίηση επί της οθόνης. Αν έχει

γίνει γεωαναφορά της εικόνας και έχει αποθηκευθεί το αρχείο γεωαναφοράς, μπορούμε να το φορτώσουμε από την επιλογή Georeferencing>View Link Table>Load.

4. Ενεργοποίηση της γραμμής εργαλείων διαμόρφωσης (Editor Toolbar Button)



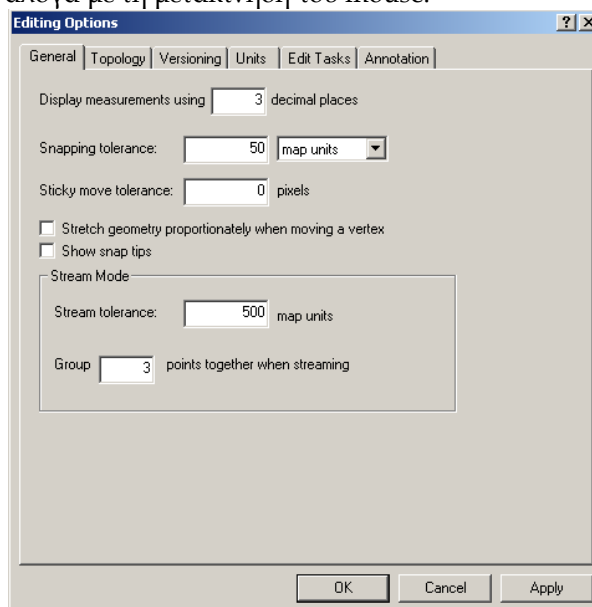
5. Από το μενού επιλογών Editor επιλογή start editing και καθορισμός ενέργειας (Task: Create New Feature), και θεματικό επίπεδο εργασίας (Target: το shapefile που δημιουργήθηκε)



6. Ψηφιοποίηση οντοτήτων με τη χρήση του εργαλείου σχεδίασης (sketch tool) και εισαγωγή - με κλικ του mouse - των σημείων που ορίζουν τη γεωμετρία αυτών των οντοτήτων.
7. Ολοκλήρωση της ψηφιοποίησης με διπλό κλικ ή F2.

Σημείωση: Σε περίπτωση λάθους με δεξί κλικ και επιλογή delete vertex διαγράφεται το τελευταίο σημείο.

Εναλλακτικά η ψηφιοποίηση μπορεί να υλοποιηθεί με συνεχή τρόπο (Stream mode), χωρίς να εισάγονται ένα προς ένα τα σημεία ψηφιοποίησης, αλλά με αυτόματη εισαγωγή τους ανάλογα με τη μετακίνηση του mouse.



Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει αρχικά από το μενού επιλογών Editor>Options>General, να καθοριστεί το βήμα αυτόματης εισαγωγής σημείων (stream tolerance), και κατόπιν υλοποιούμε τα βήματα που αναπτύχθηκαν παραπάνω και ψηφιοποιούμε τις γεωγραφικές οντότητες απλά με την μετακίνηση του mouse (τα σημεία ψηφιοποίησης εισάγονται αυτόματα) πάνω στις οντότητες που επιθυμούμε να ψηφιοποιηθούν.

Σημείωση:

- (1) Η μετάβαση από χειροκίνητη σε συνεχή εισαγωγή σημείων, γίνεται με την επιλογή (streaming, μετά από δεξί κλικ) ή το βοηθητικό πλήκτρο F8.
- (2) Για να μεταβούμε σε διαδικασία panning ενώ γίνεται ψηφιοποίηση stream mode, κρατάμε πατημένα τα πλήκτρα Cntr + C, μετακινούμαστε και κατόπιν τα απελευθερώνουμε.

Πρακτική εφαρμογή - Ψηφιοποίηση της Ν. Γαύδου με εναλλακτικές μεθοδολογίες.

1. Δημιουργία πολυγωνικών θεματικών επιπέδων που αναπαριστούν τη Ν. Γαύδο με τεχνικές ψηφιοποίησης επί της οθόνης. Ως υπόβαθρο ψηφιοποίησης να χρησιμοποιηθεί τμήμα σαρωμένου χάρτη (έκδοση ΓΥΣ 1993, κλίμακα 1:50000, αξιοποίηση αρχείου γεωαναφοράς εργαστηρίου 3). Η ψηφιοποίηση θα υλοποιηθεί αρχικά με χειροκίνητο τρόπο και με κατ' εκτίμηση χρήση σημείων. Κατόπιν η ψηφιοποίηση θα υλοποιηθεί και με την τεχνική Stream Mode με βήμα 50m και 500m αντίστοιχα. Έτσι θα δημιουργηθούν τα παρακάτω 3 shapefiles (στον προσωπικό χώρο εργασίας L:\ GIS_1\Lab4 του κάθε φοιτητή):

α. **CoastMAN** (manual digitizing), β. **Coast50** (stream mode 50m) και γ. **Coast500** (stream mode 500 m)

Σημείωση: Κατά την ψηφιοποίηση διατηρήστε σταθερή κλίμακα εμφάνισης της εικόνας (1: 25.000).

2. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Shapefile	Χρόνος ψηφιοποίησης (min)	Μέγεθος αρχείου .shp (Kb)
CoastMan		
Coast50		
Coast500		

3. Σε ποιο αρχείο απαντώνται τα σημαντικότερα σφάλματα θέσης;

4. Σε πραγματική εφαρμογή ψηφιοποίησης όλων των Ελληνικών νησιών ποια μεθοδολογία θα προτείνατε και γιατί; Σημειώνεται ότι θα χρησιμοποιηθούν παρόμοια υπόβαθρα με αυτό της Γαύδου.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 5ο : Οι ρυθμίσεις προ της ψηφιοποίησης – βήμα ψηφιοποίησης

Εισαγωγή

Σκοπός του εργαστηρίου είναι η εξοικείωση με τις ρυθμίσεις (“ανοχές”) που σχετίζονται με το βήμα ψηφιοποίησης και τον τρόπο με τον οποίο προσδιορίζονται στο λογισμικό ArcGIS 9.2..

Η φάση της διενέργειας αυτών των ρυθμίσεων, η οποία λαμβάνει χώρα πριν την έναρξη της ψηφιοποίησης, είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού βοηθά στον περιορισμό των λαθών ψηφιοποίησης και στην όσο το δυνατόν καλύτερη ψηφιακή αναπαράσταση της γεωμετρίας των γεωγραφικών δεδομένων.

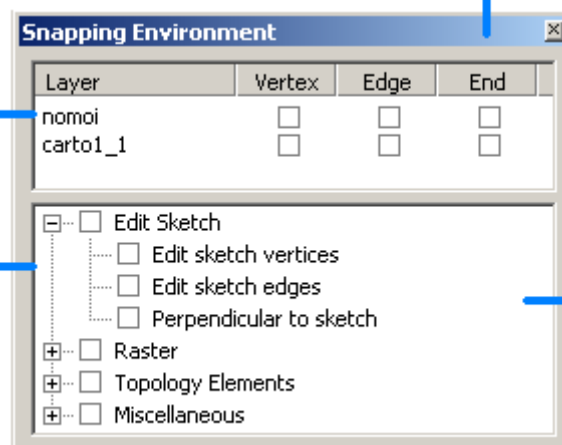
Το περιβάλλον “βήματος” ψηφιοποίησης (Snapping Environment)

Ενεργοποιείται από το μενού Editor> Snapping.

Εδώ εμφανίζονται τα θεματικά επίπεδα του χάρτη. Η προτεραιότητα – ανά θεματικό επίπεδο - εφαρμογής των ανοχών, εξαρτάται από τη θέση του θεματικού επιπέδου στη διπλανή λίστα. Η θέση αυτή μπορεί να αλλάξει με τη μετακίνηση (dragging) του επιπέδου.

Στο κάτω τμήμα του παραθύρου φαίνονται οι ιδιότητες ψηφιοποίησης για απλή σχεδίαση (sketch)

Μπορεί να διατηρηθεί το παράθυρο ανοιχτό, στη διάρκεια της εργασίας ψηφιοποίησης. Όλες οι αλλαγές εφαρμόζονται άμεσα.



Μαρκάρισμα του τύπου ανοχών ψηφιοποίησης για κάθε ένα επίπεδο.

Όταν χρησιμοποιούμε το περιβάλλον βήματος ψηφιοποίησης για τη δημιουργία ή την τοποθέτηση οντοτήτων σε ακριβείς θέσεις, σε σχέση με άλλες, πρέπει να επιλέξουμε με πιο τμήμα από τις υπάρχουσες οντότητες – κορυφή (vertex), πλευρά (edge), κόμβος λήξης (endpoint) - επιθυμούμε να συνενώνεται η οντότητα.

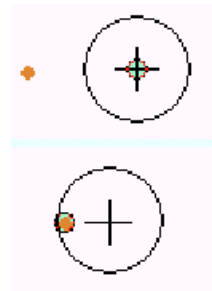
3. Καθορισμός του βήματος ψηφιοποίησης (snapping tolerance)

Το περιβάλλον ψηφιοποίησης βοηθά στη δημιουργία γεωγραφικών οντοτήτων η οποία λαμβάνει υπόψη οντότητες που προϋπάρχουν. Για παράδειγμα αν έχουμε σαν στόχο την ψηφιοποίηση ενός δρόμου ο οποίος έχει ως σημείο έναρξης τη διασταύρωσή του με έναν άλλο, θέλουμε ο δρόμος που ψηφιοποιούμε να ξεκινά ακριβώς από αυτό το σημείο διασταύρωσης. Με τις κατάλληλες προεπιλεγμένες ρυθμίσεις, τέτοιες εργασίες γίνονται εύκολα και με ακρίβεια. Ο καθορισμός του περιβάλλοντος αυτού προϋποθέτει τον προσδιορισμό της ανοχής βήματος ψηφιοποίησης (snapping tolerance) που γίνεται ως εξής:

1. Επιλογή Editor > Options
2. επιλογή General
3. επιλογή των μονάδων (pixels ή μονάδες χάρτη)
4. εισαγωγή της επιθυμητής ανοχής στην επιλογή snapping tolerance
5. επιλογή OK

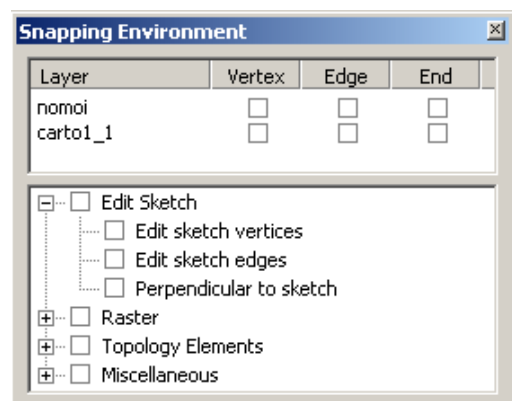
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Από αυτό το παράθυρο καθορίζονται ακόμη οι παράμετροι για την ψηφιοποίηση με αυτόματη εισαγωγή σημείων (Stream mode). Συγκεκριμένα καθορίζεται το βήμα (stream tolerance) εισαγωγής διανυσμάτων για την ψηφιοποίηση με ημιαυτόματο τρόπο καθώς το πλήθος των διανυσμάτων τα οποία βρίσκονται μεταξύ αυτών που τελικά αποθηκεύονται.

Για να δούμε την τρέχουσα ανοχή ψηφιοποίησης (snapping tolerance) αρκεί να πατήσουμε το πλήκτρο T ενώ χρησιμοποιούμε το εργαλείο σχεδίασης. Ο κύκλος γύρω από το δείκτη στο διπλανό σχήμα αναπαριστά την ανοχή ψηφιοποίησης. Όταν η θέση ενός σημείου (συμπαγής κουκίδα) είναι εκτός της ανοχής ψηφιοποίησης από μια νέα θέση που εισάγεται (πάνω σχήμα) τότε αυτή η νέα θέση εισάγεται ακριβώς στο σημείο που ορίζεται από την κενή κουκίδα στο κέντρο του σταυρονήματος. Αντίθετα στο κάτω τμήμα του σχήματος, φαίνεται η περίπτωση όπου η θέση ενός σημείου (συμπαγής κουκίδα) βρίσκεται εντός της ανοχής ψηφιοποίησης. Σε αυτή την περίπτωση η θέση του νέου σημείου μετακινείται από το κέντρο του σταυρονήματος και ταυτίζεται με το προϋπάρχον διάνυσμα.



Μπορεί να γίνει επιλογή του τμήματος της οντότητας (διάνυσμα - vertex, όριο - edge ή σημείο εκκίνησης ή λήξης - end) για το οποίο επιθυμούμε να εφαρμόζεται το βήμα ψηφιοποίησης με τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων βήματος ψηφιοποίησης (snapping properties) που γίνεται ως εξής:

1. από το μενού editor, επιλογή Snapping
2. Στο περιβάλλον snapping Environment που εμφανίζεται καθορισμός των ιδιοτήτων που επιθυμούμε.

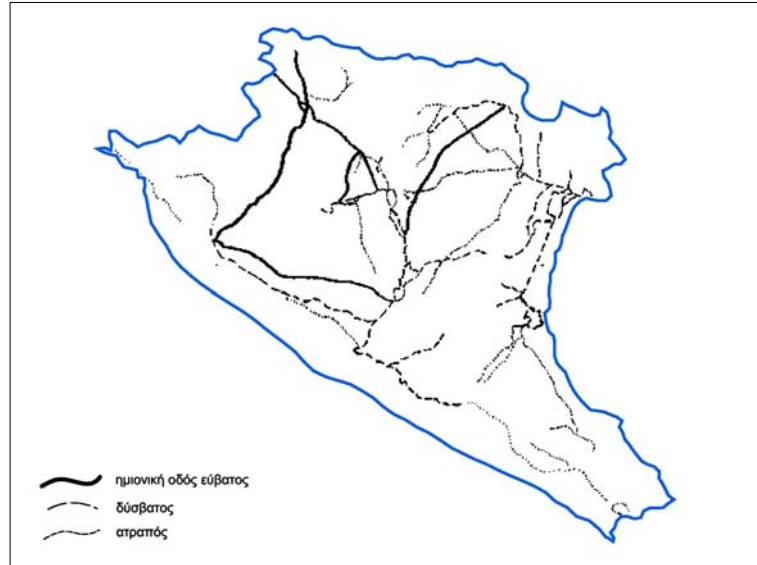


Σημειώνεται ότι από το παράθυρο αυτό μπορούμε να τροποποιήσουμε και την προτεραιότητα με την οποία θα εφαρμόζεται το περιβάλλον ανοχών ψηφιοποίησης για κάθε ένα επίπεδο δεδομένων απλά μετακινώντας το επιθυμητό επίπεδο στη λίστα των layers.

Εργασίες

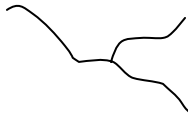
Αφού οριστούν οι κατάλληλες ανοχές ψηφιοποίησης ζητείται η ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου της Ν. Γαύδου (δημιουργία νέου shapefile: Gavdos_RD στον αποθηκευτικό χώρο κάθε φοιτητή), με την αξιοποίηση του σαρωμένου χάρτη 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού.

Συγκεκριμένα θα ψηφιοποιηθούν 3 κατηγορίες δρόμων όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην τήρηση των τοπολογικών σχέσεων μεταξύ των διαφορετικών γραμμικών οντοτήτων (δρόμοι). Έτσι το σημείο απ' όπου ξεκινά ένας δρόμος θα πρέπει να ταυτίζεται με αυτό στο οποίο καταλήγει ένας άλλος συνδεδεμένος με τον πρώτο.

ΣΩΣΤΟ



ΛΑΘΟΣ



ΛΑΘΟΣ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 6ο : Δημιουργία - διαμόρφωση περιγραφικών δεδομένων (attributes)

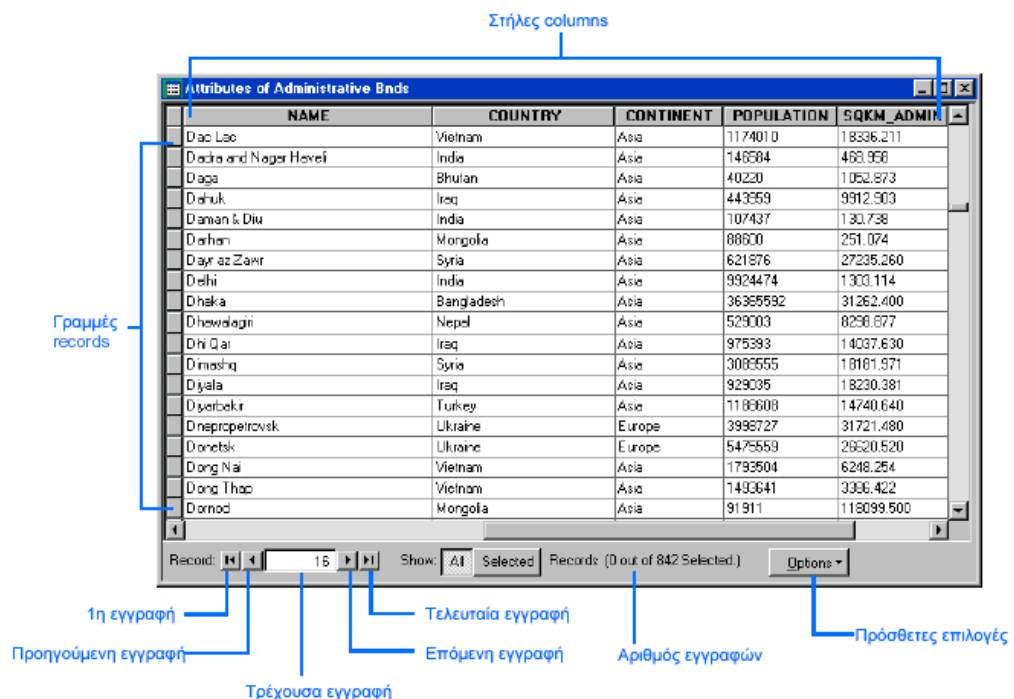
Εισαγωγή

Για την πληρέστερη ψηφιακή κωδικοποίηση των γεωγραφικών δεδομένων, εκτός από τη θέση, καταγράφονται και τα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά. Στο εργαστήριο αυτό παρατίθενται τεχνικές δημιουργίας και διαμόρφωσης των περιγραφικών δεδομένων μέσα από το λογισμικό ArcGIS 9.x.

Δημιουργία - ενημέρωση περιγραφών

Όπως έχει αναφερθεί σε κάθε διανυσματικό θεματικό επίπεδο τύπου shapefile, αντιστοιχεί ένας πίνακας περιγραφών (attribute table) ο οποίος περιέχει τα γνωρίσματα των γεωγραφικών οντοτήτων του. Η προσπέλαση στον πίνακα περιγραφών μπορεί να γίνει τόσο από το υποπρόγραμμα ArcCatalog (preview > table), όσο και από το ArcMap (shapefile- open attribute table).

Ο πίνακας αυτός περιέχει περιγραφικά στοιχεία που σχετίζονται με τις χωρικές οντότητες. Κάθε στήλη ή πεδίο (column) του πίνακα αντιστοιχεί σε έναν τύπο περιγραφής, ενώ οι γραμμές (records) αντιστοιχούν στις χωρικές οντότητες του θεματικού επιπέδου. Σε κάθε μια χωρική οντότητα αντιστοιχεί και μια εγγραφή στον πίνακα περιγραφών. Ο πίνακας περιγραφών, σε συνδυασμό με τη χωρική-γεωμετρική πληροφορία, αποτελούν τον πυρήνα ενός τέτοιου θεματικού επιπέδου πληροφοριών.

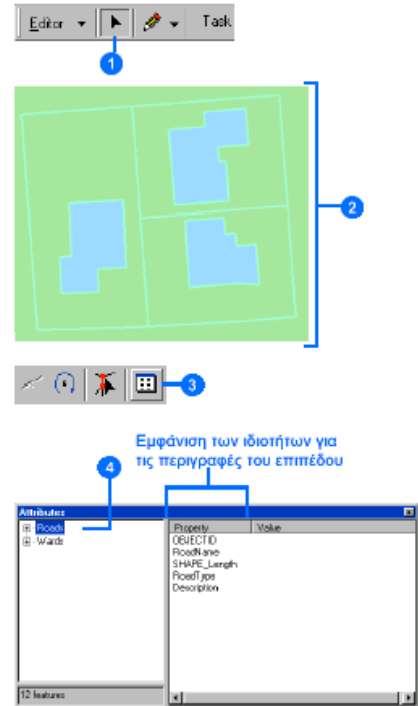
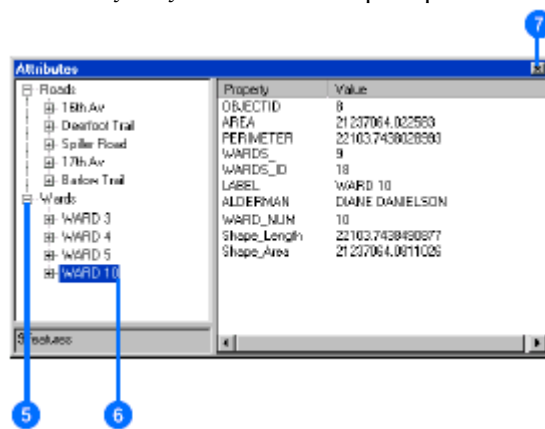


Μια αξιόπιστη τεχνική δημιουργίας νέου πεδίου (στήλης) σε πίνακα περιγραφών ενός shapefile υλοποιείται με τη χρήση του ArcCatalog: αφού εντοπιστεί το shapefile στο οποίο θα προστεθεί το νέο πεδίο από την Επιλογή Options> Add Field, και αφού προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά του νέου πεδίου, γίνεται η δημιουργία του. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η προσθήκη νέου πεδίου μπορεί να υλοποιηθεί και στο υποπρόγραμμα ArcMap χρησιμοποιώντας αντίστοιχες εντολές.

Με τις παραπάνω ενέργειες δημιουργούνται τα απαραίτητα νέα πεδία -με κενές καταχωρίσεις- στον πίνακα περιγραφών. Ακολουθεί η καταχώριση τιμών για κάθε οντότητα, ενέργεια που λαμβάνει χώρα στο ArcMap.

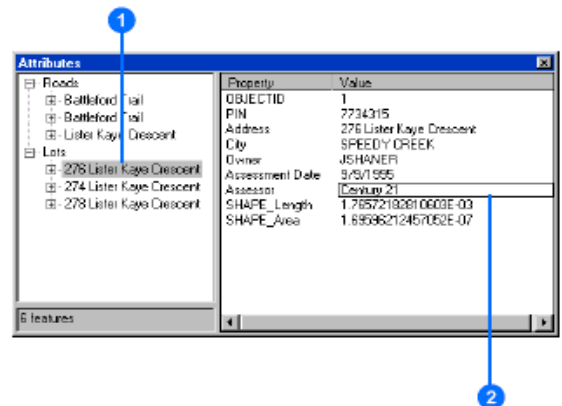
Μετά την προσθήκη, στο ArcMap, του θεματικού επιπέδου προς επεξεργασία, και αφού καθοριστεί η έναρξη διαδικασιών τροποποίησης (Editor > Start editing) οι τιμές των περιγραφικών δεδομένων διαχειρίζονται ως εξής:

1. Επιλογή του εργαλείου διόρθωσης (edit tool)
2. Επιλογή των οντοτήτων που θέλουμε να διαχειριστούμε
3. Κλικ στο εργαλείο εμφάνιση περιγραφών
4. Κλικ στο όνομα του επιπέδου που θα διαχειριστούμε, (εμφανίζονται οι ιδιότητες των περιγραφών του)
5. Διπλό κλικ στο όνομα του επιπέδου, για να εμφανιστούν τα πεδία για τις επιλεγμένες οντότητες του επιπέδου
6. Κλικ σε ένα πεδίο για να εμφανιστούν οι αντίστοιχες περιγραφές του. Σημειώνεται ότι η χωρική οντότητα αναβοσβήνει στο χάρτη.
7. έξοδος από αυτό το παράθυρο



Τέλος για την προσθήκη μιας συγκεκριμένης τιμής σε μία μεμονωμένη οντότητα εργαζόμαστε ως εξής:

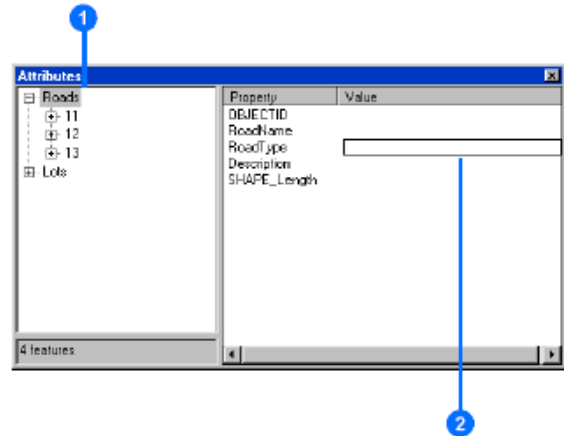
1. Κλικ στο επιθυμητό πεδίο της οντότητας για την οποία θα καταχωριστεί τιμή
2. Κλικ στη στήλη τιμών όπου θα εισαχθεί η τιμή
3. Εισαγωγή με πληκτρολόγηση κάποιας τιμής περιγραφών και πάτημα του πλήκτρου Enter



Έτσι η τιμή αυτή που πληκτρολογήθηκε και η οποία αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη επιλεγμένη οντότητα, προστίθεται στον πίνακα περιγραφών.

Με ανάλογο τρόπο μπορεί να γίνει καταχώριση μιας τιμής σε όλες τις οντότητες ενός επιπέδου:

1. Κλικ στο επιθυμητό επίπεδο
2. Κλικ στη στήλη τιμών όπου θα εισαχθεί η επιθυμητή τιμή
3. Εισαγωγή με πληκτρολόγηση κάποιας τιμής περιγραφών και πάτημα του πλήκτρου Enter

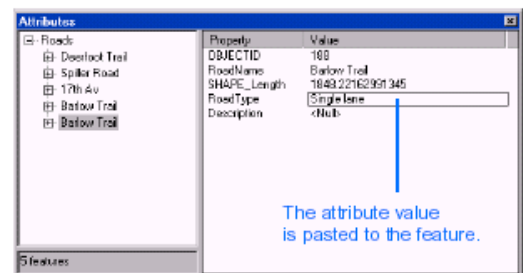
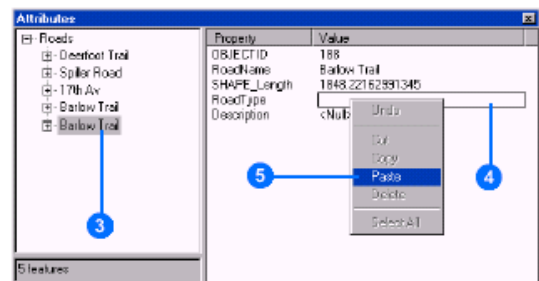
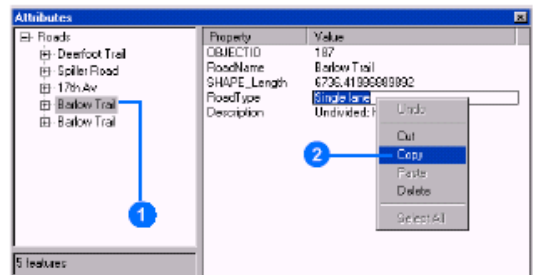


Έτσι η τιμή αυτή που πληκτρολογήθηκε καταχωρίζεται για όλες τις οντότητες του πίνακα περιγραφών.

Με παρόμοιο τρόπο λαμβάνουν χώρα και τροποποιήσεις σε ήδη υπάρχουσες καταχωρήσεις. Επίσης με ανάλογο τρόπο μπορούν να γίνουν αντιγραφές περιγραφών (χωρίς πληκτρολόγηση) από μια οντότητα σε μια άλλη, αφού γίνει start editing και επιλογή των οντοτήτων, ως εξής:

1. Κλικ πάνω στην οντότητα με περιγραφές που θέλουμε να αντιγραφούν
2. δεξί κλικ στην τιμή που θέλουμε να αντιγραφεί και επιλογή Copy
3. Κλικ πάνω στην οντότητα στη οποία θέλουμε να επικολλήσουμε τιμή
4. Κλικ εκεί που επιθυμούμε να επικολληθεί η αντιγραμμένη τιμή
5. δεξί κλικ και επιλογή Paste

Με αυτό τον τρόπο η τιμή της περιγραφής αντιγράφεται στη νέα οντότητα.



Ανάλογα μπορεί να γίνει αντιγραφή και επικόλληση όλων των τιμών περιγραφών από μία οντότητα σε μία άλλη (οι ενέργειες copy – paste γίνονται πάνω στις οντότητες στο αριστερό τμήμα του παραθύρου περιγραφών).

Εργασίες

Χρησιμοποιώντας το shapefile στο οποίο αναπαρίσταιται το οδικό δίκτυο της Ν. Γαύδου δημιουργήστε ένα νέο πεδίο (με όνομα Road_type) και καταχωρίστε σε αυτό τις παρακάτω τιμές για κάθε τύπο δρόμου.

Τιμή road_type	Περιγραφή
1	ημιονική οδός εύβατος
2	ημιονική οδός δύσβατος
3	ατραπός

Σχολιάστε τα πιθανά πλεονεκτήματα που έχει η καταχώριση κωδικών αντί για την καταχώριση της πλήρους περιγραφής.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 7ο: αξιοποίηση περιγραφικών δεδομένων (attributes)

Εισαγωγή

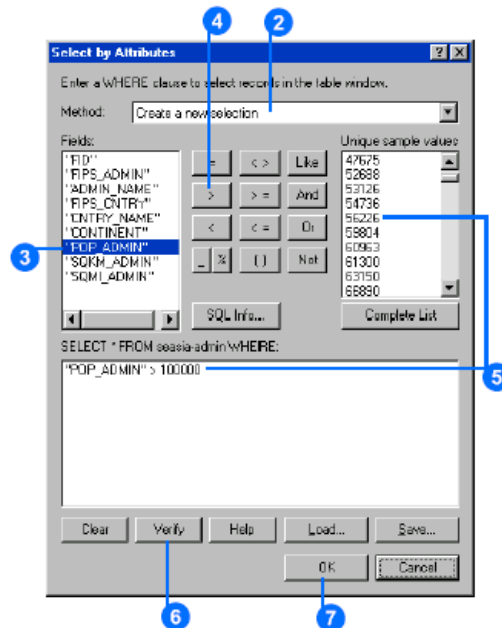
Η αξιοποίηση των περιγραφικών χαρακτηριστικών είναι μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες στο πλαίσιο ενός ΣΓΠ. Ταξινομήσεις, ομαδικές καταχωρίσεις τιμών και επιλογές με βάση ερωτήματα (queries) είναι μερικές χαρακτηριστικές τέτοιες λειτουργίες. Στο εργαστήριο αυτό παρατίθενται τεχνικές αξιοποίησης των περιγραφικών δεδομένων με χρήση του λογισμικού ArcGIS 9.x.

Επιλογές – ταξινομήσεις εγγραφών

Επιλογές εγγραφών από τον πίνακα μπορούν να γίνουν, είτε χειροκίνητα πατώντας τη στήλη στο αριστερό τμήμα του πίνακα (με το ctrl πατημένο μπορούν να γίνουν πολλαπλές επιλογές), είτε αξιοποιώντας υπάρχουσες περιγραφές, ως εξής:



1. Κλικ options από τον πίνακα περιγραφών και επιλογή select by attributes
2. Κλικ στην επιλογή Method και καθορισμός της επιθυμητής μεθόδου επιλογής
3. διπλό κλικ στο πεδίο που θέλουμε να βασιστεί η επιλογή
4. κλικ στη λογική λειτουργία
5. διπλό κλικ στην επιθυμητή τιμή από την επιλογή Unique value samples. Εναλλακτικά μπορεί αυτή η τιμή να εισαχθεί χειροκίνητα στο παράθυρο κειμένου, που βρίσκεται στο κάτω τμήμα.
6. κλικ verify για έλεγχο της σύνταξης
7. Κλικ OK

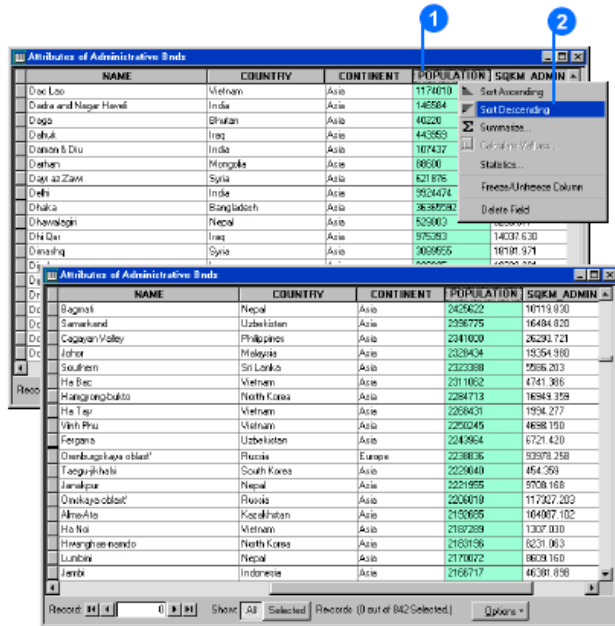


Έτσι η επιλογή μας σημειώνεται στον πίνακα περιγραφών.

Η επιλογή όλων των εγγραφών γίνεται από τον πίνακα εγγραφών με Options > Select All, ενώ κατάργηση των επιλεγμένων με Options > Clear All. Τέλος η αντιστροφή του συνόλου των επιλεγμένων οντοτήτων με Options > Switch Selection.

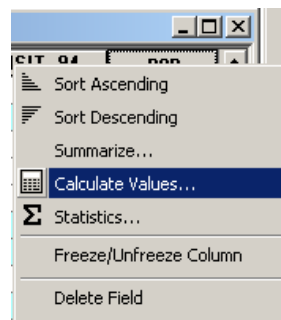
Στον πίνακα περιγραφών μπορούν να γίνουν αρκετές ακόμη χρήσιμες λειτουργίες. Μια από αυτές είναι και η ταξινόμηση (κατ' αύξουσα ή φθίνουσα σειρά) με βάση τα παρακάτω βήματα:

1. Κλικ στην επικεφαλίδα του πεδίου στο οποίο θέλουμε να γίνει ταξινόμηση τιμών
2. δεξί κλικ πάνω στην επικεφαλίδα και επιλογή αύξουσας (sort ascending) ή φθίνουσας (sort Descending) ταξινόμησης.



Το αποτέλεσμα είναι η άμεση ταξινόμηση των τιμών για τη συγκεκριμένη στήλη. Η λειτουργία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την επισκόπηση των ακραίων τιμών σε ένα πίνακα περιγραφών. Με ανάλογο τρόπο μπορούν να γίνουν ταξινομήσεις με πολλαπλές στήλες (επιλέγοντας στο βήμα 1 πολλά πεδία ενώ είναι πατημένο το πλήκτρο Ctrl). Έτσι οι εγγραφές ταξινομούνται πρώτα με βάση τις τιμές της στήλης που βρίσκεται πιο δεξιά στον πίνακα περιγραφών και κατόπιν γίνεται ταξινόμηση με βάση τις υπόλοιπες.

Επιπρόσθετα με τη επιλογή *calculate values* γίνεται αυτόματη καταχώριση τιμών σε πεδίο, είτε με άμεση εισαγωγή, είτε με αξιοποίηση ενός ή περισσότερων άλλων πεδίων.



Εργασίες

Αφού μεταφέρετε το shapefile \\...\GIS\ERGASTHRIA\Lab7\Nomoi.shp, στον προσωπικό σας χώρο, απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα, αξιοποιώντας τον πίνακα περιγραφών του:

1. Ποιοι είναι οι 5 νομοί με τη μεγαλύτερη και τη μικρότερη έκταση;

Μεγαλύτερη έκταση:

Μικρότερη έκταση:

2. Αφού δημιουργήσετε ένα νέο πεδίο (pop) στον πίνακα περιγραφών καταχωρίστε αυτόματα τον πληθυσμό για κάθε νομό και βρείτε τους 5 νομούς με το μεγαλύτερο και μικρότερο πληθυσμό.

Μεγαλύτερος πληθυσμός

Μικρότερος πληθυσμός

3. Ποιοι νομοί έχουν έκταση μεγαλύτερη από 1000 Km² και πληθυσμό μικρότερο από 100000 κατοίκους;

4. Σε ποιο επίπεδο ταξινόμησης κατατάσσεται η θεματική πληροφορία του πεδίου road_type; Είναι σωστό να ειπωθεί ότι δεν ανήκει στην ονομαστική αφού εμπεριέχει κάποιο βαθμό διαβάθμισης;

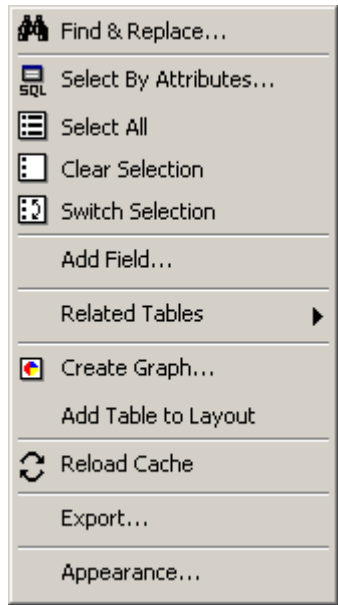
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 8ο : Δημιουργία συσχετίσεων μεταξύ πινάκων

Γενικά

Βασικός στόχος του Εργαστηρίου αυτού είναι η εκμάθηση δημιουργίας συσχετίσεων μεταξύ πινάκων καθώς και η αξιοποίηση τους σε περιβάλλον ArcMap. Με αυτό τον τρόπο αξιοποιούνται τα παραγόμενα από τον εννοιολογικό και φυσικό σχεδιασμό. Έτσι οι σπουδαστές αφού εξοικειωθούν με τις βασικές διαδικασίες δημιουργίας και διαχείρισης πινάκων σε περιβάλλον ArcMap, θα είναι σε θέση να δημιουργήσουν και να αξιοποιήσουν συσχετίσεις στο πλαίσιο ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών.

Οι πίνακες σε περιβάλλον ArcMap

Τα στοιχεία των πινάκων, έτσι όπως παρουσιάζονται στο περιβάλλον του ArcMap, παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα. Οι πίνακες περιγραφών θεματικού επιπέδου, δημιουργούνται αυτόματα κατά τη δημιουργία του επιπέδου σε περιβάλλον ArcCatalog. Στο ίδιο περιβάλλον και με παρόμοιο τρόπο ορίζεται και υλοποιείται και οποιοσδήποτε άλλος πίνακας. Οι λειτουργίες διαχείρισης των πινάκων φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.

Find and Replace: Εύρεση – αντικατάσταση τιμής πίνακα	
Select by attributes: Εύρεση με βάση ερώτημα (query)	
Select all: Επιλογή όλων των εγγραφών	
Clear selection: Καθάρισμα επιλεγμένων	
Switch selection: Αντιστροφή επιλογής	
Add field: Προσθήκη πεδίου	
Related tables: Συσχετισμένοι πίνακες	
Create Graph: Δημιουργία γραφήματος	
Add Table to layout: Προσθήκη πίνακα στη χαρτοσύνθεση	
Reload Cache: Ανανέωση λανθάνουσας μνήμης	
Export: Εξαγωγή πίνακα (ή τμήματός του) σε αρχείο	
Appearance: Τρόπος εμφάνισης του πίνακα	

Αξιοποίηση πινάκων - δημιουργία συνδέσεων

Στην άσκηση αυτή θα αξιοποιηθούν πίνακες περιγραφικών στοιχείων σε συνδυασμό με χωρικά δεδομένα στα οποία αυτοί αναφέρονται σε μια απλοποιημένη εφαρμογή κτηματολογικών δεδομένων.

Αρχικά δημιουργούνται οι πίνακες ΓΕΩΤΕΜΑΧΙΑ, ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ και ΔΙΚΑΙΟΥΧΟΙ με βάση το σχεδιασμό της ΒΔ. Η υλοποίηση αυτή μπορεί να γίνει είτε σε περιβάλλον Microsoft ACCESS, είτε από το ArcCatalog του ArcView.

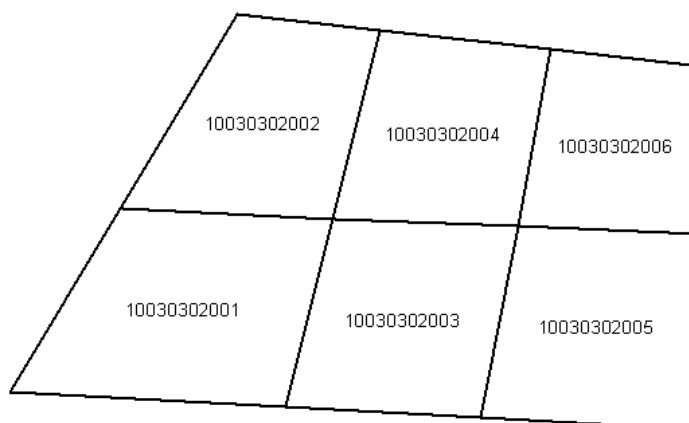
Οι πίνακες αυτοί έχουν την παρακάτω μορφή:

dikaiomata.dbf		
Καεκ	Δικαιωμα	Προσβα
10030302001	46135501	50
10030302001	46135502	50
10030302002	23011243	100
10030302003	27091715	100
10030302004	27091715	100
10030302005	52110712	30
10030302005	57391292	30
10030302005	80167251	40
10030302006	73127627	100

geot.dbf			
Καεκ	Area	Χιτsh	Διεγθinsi
10030302001	55871.46	ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ	AREOS 40
10030302002	42305.97	ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ	HRAS 12
10030302003	43899.56	ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ	AREOS 42
10030302004	39781.00	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ	HRAS 14
10030302005	46358.06	ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ	AREOS 44
10030302006	35079.70	KENO	HRAS 16

dikaiousxoi.dbf		
Code_ar	Επωνυμiα	Όνομα
46135501	PAYLOU	ANDREAS
46135502	EYTYXIOY	THALEIA
23011243	LALA	MARIA
27091715	MHTSOY	NIKOLAOS
52110712	NIKOLAOU	GEORGIOS
57391292	IDANNOY	ELENH
80167251	PAYLIDHS	KOSTAS
73127627	XARALAMBOYS	EYAGGELOS

Κατόπιν δημιουργείται το πολυγωνικό θέμα ΚΤΗΜ, στο οποίο ψηφιοποιούνται τα πολύγωνα όπως φαίνονται στο παρακάτω σχήμα και καταγράφεται σε ένα πεδίο ΚΑΕΚ του πίνακά τους ο κωδικός κάθε πολυγώνου.



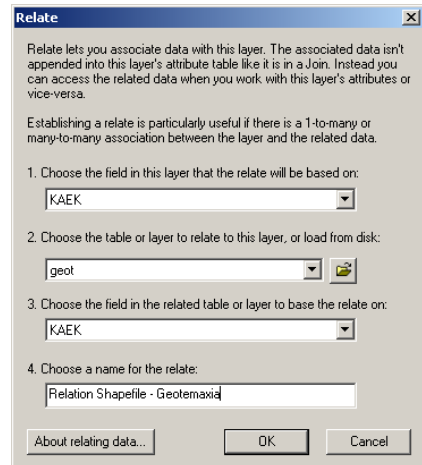
Καθορισμός των συνδέσεων

Ο καθορισμός συνδέσεων μεταξύ των πινάκων υλοποιείται ως εξής:

1. Εκκίνηση του ArcMap και προσθήκη του θέματος ΚΤΗΜ που έχει δημιουργηθεί στο προηγούμενο στάδιο.

2. Επιλογή (με δεξί κλικ) > Properties> Joins & Relates
3. Επιλογή Relate > Add
4. Επιλογή πεδίου βάσει του οποίου θα γίνει η συσχέτιση
5. Επιλογή συσχετιζόμενου πίνακα
6. Επιλογή πεδίου σύνδεσης
7. Ορισμός ονόματος συσχέτισης
8. OK
9. OK

Με παρόμοιο τρόπο καθορίζονται όλες οι απαραίτητες συνδέσεις



Σημείωση: Με την επιλογή “join” γίνεται ένωση των δύο πινάκων (με σχέση 1 προς 1) και μεταφορά πεδίων από τον ένα στον άλλο - βάση το κοινό τους πεδίο - ενώ με την επιλογή “relate” απλώς σύνδεσή τους (μπορεί να είναι και σύνδεση 1 προς πολλά).

Εμφάνιση αποτελεσμάτων σύνδεσης

Για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων της σύνδεσης ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

1. Άνοιγμα ενός πίνακα (π.χ δικαιούχος)
2. Επιλογή ενός δικαιούχου (είτε με το δείκτη επιλογή μιας εγγραφής, είτε με κάποιο ερώτημα, Options> Select by attributes).
3. Επιλογή Options > relate tables, προκαλεί αυτόματο άνοιγμα του πίνακα π.χ ΔΙΚΑΙΩΜΑ με επιλεγμένες τις εγγραφές που αντιστοιχούν στο δικαιούχο.
4. Από τον πίνακα ΔΙΚΑΙΩΜΑ με την επιλογή Options>Relate Tables επιλέγονται και οι αντίστοιχες εγγραφές σε όλους τους συσχετιζόμενους πίνακες.

Εργασίες

1. Κατασκευάστε ένα νέο Πίνακα με το όνομα THLEFONA και καταχωρίστε τις παρακάτω τιμές:

AT	THL
46135501	2109549151
46135502	2109549150
27091715	2101217191
27091715	2101223152
27091715	2102020121
80167251	2103030301
73127627	2103120711
23011243	2104849654

Στον πίνακα αυτό καταγράφονται οι τιμές του πλειότιμου γνωρίσματος «τηλέφωνα» για τους δικαιούχους. Κατόπιν δημιουργήστε τις απαραίτητες συνδέσεις με τους πίνακες που προϋπάρχουν στο σύστημα και περιγράψτε τα απαραίτητα βήματα.

2. Ποιο είναι το τηλέφωνο του ιδιοκτήτη με το μικρότερο σε έκταση ακίνητο; Καταγράψτε τα βήματα τα οποία κάνατε για να το προσδιορίσετε.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 9ο : Δημιουργία χωρικών δεδομένων από πίνακες περιγραφής σημειακών φαινομένων

Εισαγωγή

Πολλές φορές είναι διαθέσιμα περιγραφικά δεδομένα, με τη μορφή πινάκων, τα οποία αντιστοιχούν σε σημειακά γεωγραφικά αντικείμενα ή φαινόμενα και για τα οποία υπάρχει καταγραφή της γεωγραφικής αναφοράς τους. Η αξιοποίηση παρόμοιων πληροφοριών στο πλαίσιο ενός ΣΓΠ γίνεται με διάφορες τεχνικές.

Το εργαστήριο αυτό έχει ως βασικό στόχο την εξοικείωση με τη δημιουργία θεματικού επιπέδου σημειακών πληροφοριών από πίνακα περιγραφών μέσα από το λογισμικό ArcGIS 9.x. Επίσης παρουσιάζονται επιπρόσθετες δυνατότητες επιλογής δεδομένων τόσο με χωρικά όσο και με περιγραφικά (μη χωρικά) κριτήρια.

Δημιουργία θέματος με σημειακά συμβάντα

Για να δημιουργηθεί σημειακό θεματικό επίπεδο από πίνακα περιγραφών θα πρέπει στον τελευταίο να υπάρχουν δύο αριθμητικά πεδία τα οποία αναφέρονται στις συντεταγμένες (X, Y) για κάθε σημειακή οντότητα.

ID	YEAR	MONTH	DATE	DEPTH	MAG	F_LAT	L_LON	X_COORD	Y_COORD
10	1964	JUL	17.000000	150.000000	5.8	38.00	23.50	456101.19974	4205932.94819
20	1964	DEC	31.000000	150.000000	4.9	35.75	25.25	613016.90017	3956940.72076
411	1967	MAY	14.000000	50.000000	4.6	37.60	20.70	208660.74054	4166557.84834
652	1968	FEB	7.000000	150.000000	5.0	36.60	26.80	750460.92043	4054150.91896
968	1968	MAY	30.000000	100.000000	5.6	35.30	27.90	854669.30974	3913294.20342
1298	1968	DEC	25.000000	50.000000	4.8	34.80	24.20	518294.70876	3850882.32909
1482	1969	APR	24.000000	50.000000	4.8	36.30	28.70	922132.28254	4027486.96910
1530	1969	MAY	14.000000	50.000000	4.9	35.50	27.30	799341.47338	3933502.60540
1533	1969	MAY	15.000000	100.000000	4.8	35.10	28.00	864663.09087	3891458.95372
2802	1972	JAN	12.000000	50.000000	4.6	35.10	23.50	454429.55187	3884246.94154
2891	1972	MAR	21.000000	100.000000	4.7	34.70	28.90	948952.68566	3850719.67426

Παραπάνω φαίνεται τμήμα ενός πίνακα αυτού του τύπου, ο οποίος περιέχει στοιχεία για σεισμικά γεγονότα. Εκτός από τα ειδικά χαρακτηριστικά του κάθε σεισμού (ημερομηνία εκδήλωσης, βάθος, μέγεθος) καταγράφονται και οι συντεταγμένες του epicέντρου (X_COORD, Y_COORD σε μέτρα - ΕΓΣΑ 87 - και F_LAT L_LON σε δεκαδικές μοίρες). Οι συντεταγμένες αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν με τεχνική αυτοματοποιημένης εισαγωγής της θέσης των σημείων στο ArcGIS.

Αρχικά θα πρέπει να εισαχθεί ο πίνακας περιγραφών στο υποπρόγραμμα ArcMap. Σημειώνεται ότι σε πολλές περιπτώσεις τα διαθέσιμα δεδομένα δεν είναι άμεσα αξιοποιήσιμα από το ArcGIS, αλλά χρειάζεται να υποστούν μετασχηματισμό μορφής (π.χ. από τη μορφή κειμένου .txt στη μορφή .dbf).

Το επόμενο βήμα είναι η επιλογή Tools > Add XY Data με την οποία εμφανίζεται το παράθυρο στο οποίο καθορίζεται ο πίνακας που θα χρησιμοποιηθεί και προσδιορίζονται τα πεδία τα οποία περιέχουν τις συντεταγμένες (X,Y). Επιλέγουμε X_COORD ή Lon για το X και Y_COORD ή Lat για το Y. Επίσης με την επιλογή edit καθορίζεται το σύστημα αναφοράς για το σημειακό θεματικό επίπεδο που θα δημιουργηθεί.



Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία του shapefile με τα σημεία τοποθετημένα στις κατάλληλες θέσεις. Ο πίνακας περιγραφών του shapefile είναι ο ίδιος με τον αρχικό.

Εργασίες

1. Δημιουργία του shapefile με τα επίκεντρα σεισμών στην ελληνικό χώρο, με την αξιοποίηση του πίνακα \\aegean\chalkias\GIS\ERGASTHRIA\main_seism.dbf και αποθήκευση στο χώρο εργασίας L: κάθε φοιτητή.
2. Εύρεση των στοιχείων των επικέντρων (ημερομηνία, βάθος, μέγεθος, γεωγραφικές συντ/νες) με μέγεθος > 5.5 R που τοποθετούνται σε απόσταση < 50km από Ζάκυνθο.

Σημείωση:

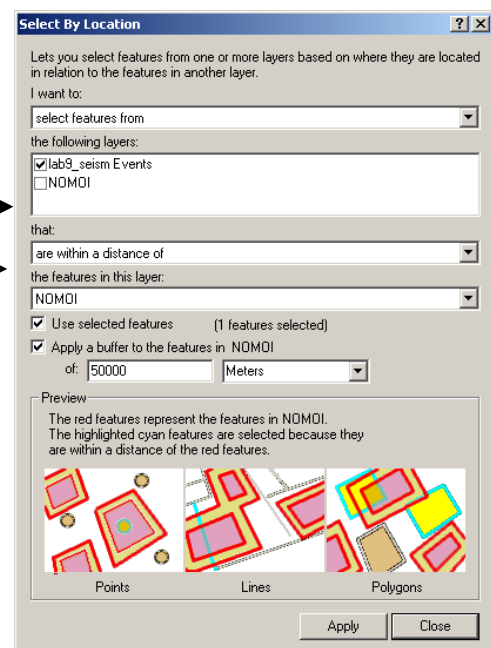
Αξιοποιείτε τις δυνατότητες επιλογών με χωρικά (Select > Select by location) ή θεματικά (Select by Attributes) κριτήρια. Ακολουθούν τα παράθυρα επιλογών που χρησιμοποιούνται για τις παραπάνω ενέργειες.

Επιλογή με βάση χωρικά κριτήρια

Επιλογή επιπέδων

Χωρικό κριτήριο

Συνθήκη



Επιλογή με βάση περιγραφικά κριτήρια

Μέθοδος επιλογής

Σύνταξη ερωτήματος

Παράθυρο ερωτήματος

Select by Attributes

Enter a WHERE clause to select records in the table window.

Method: Select from current selection

Fields:

- "OID"
- "ID"
- "YEAR"
- "MONTH"
- "DATE"
- "DEPTH"
- "MAG"
- "F_LAT"
- "L_LON"
- "X_COORD"

Unique sample values

- 4.8
- 4.9
- 5
- 5.1
- 5.2
- 5.3
- 5.4
- 5.5
- 5.6

SQL Info...

Complete List

SELECT * FROM lab9_seism_Features WHERE:

"MAG" > 5.5

Clear Verify Help Load... Save... Apply Close

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 10ο: Χωρικά δεδομένα μορφής κανάβου

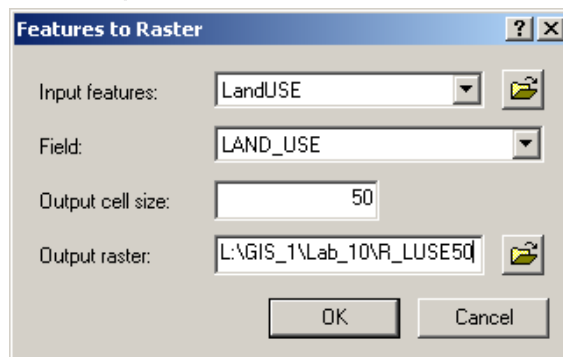
Εισαγωγή

Το εργαστήριο αυτό αποτελεί μια εισαγωγή στις διαδικασίες εμφάνισης και διαχείρισης δεδομένων κανάβου με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS. Επίσης αποσκοπεί στην εξοικείωση με τη μετατροπή σε μορφή κανάβου δεδομένων διανυσματικής μορφής. Τα παραπάνω υλοποιούνται με τη βοήθεια της επέκτασης (extension) Spatial Analyst, η οποία ενεργοποιείται μέσα στο υποπρόγραμμα ArcMap από την επιλογή Tools → Extensions → Spatial Analyst.

Δημιουργία δεδομένων κανάβου από διανυσματικά δεδομένα

Συχνά, δεδομένα κανάβου δημιουργούνται από διανυσματικά δεδομένα. Έτσι αρχικά θα δημιουργηθεί το επίπεδο των χρήσεων γης της Λαυρεωτικής με την αξιοποίηση του αντίστοιχου διανυσματικού επιπέδου.

1. σε περιβάλλον ArcMap προσθέστε από το \\...\GIS\ERGASTHRIA\2Data types\lab2 dATA\VECTOR\ το shapefile LandUse.
2. από τον πίνακα περιγραφών προσδιορίστε το πεδίο στο οποίο καταγράφεται η πληροφορία της χρήσης γης για κάθε πολύγωνο.
3. ενεργοποιήστε την επέκταση Spatial Analyst (Tools > Extensions > Spatial Analyst).
4. Επιλέξτε Spatial Analyst > Convert > Features to raster. Με την ενέργεια αυτή εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο στο οποίο προσδιορίζουμε το επίπεδο που θα μετατραπεί σε ψηφιδωτή μορφή, το πεδίο που θα χρησιμοποιηθεί για τη λήψη τιμών, το μέγεθος της ψηφίδας του παραγόμενου καθώς και το χώρο αποθήκευσης, και πατήστε OK.



Σημείωση: Εισάγετε τις τιμές που φαίνονται στο παραπάνω παράθυρο).

Το αποτέλεσμα αυτών των ενεργειών είναι η δημιουργία του επιπέδου με τις χρήσεις γης σε μορφή κανάβου (R_LUSE50). Με δεξί κλικ πάνω σε αυτό το επίπεδο και επιλογή properties (ιδιότητες) μπορούμε να λάβουμε χρήσιμα στοιχεία σχετικά με αυτό το επίπεδο (π.χ τον αριθμό των στηλών και γραμμών του).

Από πόσες ψηφίδες αποτελείται το επίπεδο που δημιουργήθηκε (R_LUSE50);

Δημιουργήστε ένα δεύτερο επίπεδο ψηφιδωτού τόπου για τις χρήσεις γης (R_LUSE100) από την ίδια πηγή προσδιορίζοντας πλευρά κελιού ίση με 100 m. Από πόσες ψηφίδες αποτελείται το επίπεδο αυτό;

Ο υποδεκαπλασιασμός της διάστασης του κελιού σε τι μεταβολή του πλήθους των κελιών αντιστοιχεί;

Στη στήλη count του πίνακα περιγραφών του R_LUSE100 καταγράφεται το πλήθος των ψηφιδών για κάθε κατηγορία χρήσης γης.

Με βάση την παραπάνω πληροφορία υπολογίστε την έκταση (σε στρέμματα) των περιοχών οι οποίες έχουν χαρακτηριστεί ως «περιοχές δεύτερης κατοικίας», τόσο από το επίπεδο R_LUSE50 όσο και από το R_LUSE100. Που οφείλονται οι τυχόν διαφορές;

Από την επιλογή Spatial Analyst > Options> General προσδιορίστε το χώρο εργασίας (L:\GIS_1\Lab10) και την περιοχή η οποία θα αποτελεί το χωρικό όριο για κάθε υπολογισμό και η οποία ονομάζεται «χωρική μάσκα».

Σαν τέτοια περιοχή προσδιορίστε τα όρια του R_LUSE100.

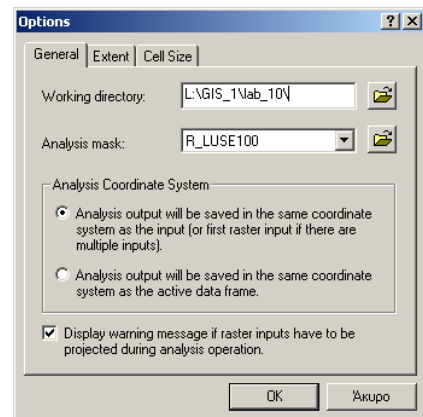
Κατόπιν μετατρέψτε τα shapefiles mainroad (κύριοι δρόμοι) και HIST_ARCH (κύριοι ιστορικοί και αρχαιολογικοί χώροι) σε μορφή κανάβου χρησιμοποιώντας κελί με πλευρά 100, φροντίζοντας να μεταφερθεί και η ταξινόμηση των επιπέδων αυτών.

Σημειώνεται στο επίπεδο mainroad οι κωδικοί 1 και 2 αντιστοιχούν σε βασικούς και δευτερεύοντες δρόμους, ενώ στο επίπεδο HIST_ARCH η τιμή TYPE = 8 αντιστοιχεί σε κλασσικές αρχαιότητες και η τιμή 9 σε ιστορικούς βιομηχανικούς χώρους. Έτσι δημιουργούνται τα R_ROAD100 και R_HIST100.

Ποιο σύνολο δεδομένων θεωρείται ότι είναι καταλληλότερο από αισθητικής πλευράς (αυτό με τα διανυσματικά δεδομένα ή με τα ψηφιδωτά δεδομένα και μέγεθος κελιού 100μ) για τη δημιουργία χάρτη κλίμακας 1: 100.000 με πληροφορίες για χρήση γης και οδικό δίκτυο της περιοχής; Δικαιολογήστε την απάντησή σας. (Σημείωση: δημιουργήστε τους δύο εναλλακτικούς χάρτες μέσα από το ArcMap)

Συμφωνείτε με την τοποθέτηση «σε εργασίες μετατροπής χωρικών δεδομένων από διανυσματική σε ψηφιδωτή μορφή η κλίμακα εργασίας προσδιορίζει το μέγεθος της ψηφίδας για το παραγόμενο ψηφιδωτό επίπεδο, ανεξάρτητα από την κλίμακα του αναλογικού χάρτη από τον οποίο προήλθε το διανυσματικό επίπεδο.»;

Αιτιολογήστε την απάντησή σας αναπτύσσοντας ένα παράδειγμα.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β :
ΒΑΣΙΚΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ GIS

absolute coordinates: απόλυτες συντεταγμένες.
absorption: απορρόφηση. [τηλεπισκόπηση].
abstraction: αφαίρεση
acceptance test: δοκιμασία αποδοχής. [πληροφορική].
access rights: δικαιώματα πρόσβασης
access time: χρόνος πρόσβασης [πληροφορική].
accuracy: ορθότητα ή πιστότητα
active remote sensing: ενεργητική τηλεπισκόπηση.
additive colors: προσθετικά χρώματα
address: διεύθυνση.
address matching: ταύτιση διευθύνσεων.
adjacency: γειτνίαση ή γειτονία.
aerial photography: αεροφωτογραφία
affine transformation: αφινικός μετασχηματισμός.
aggregation: συνένωση, συγχώνευση ή συνάθροιση.
AI (Artificial Intelligence): τεχνητή νοημοσύνη.
algorithm: αλγόριθμος. [μαθηματικά].
aliasing: κλιμακωτή απεικόνιση [χαρτογραφία].
alignement: στοίχιση
allocation: κατανομή, διανομή
alphanumeric: αλφαριθμητικός.
altimeter: αλτίμετρο.
altitude: υψόμετρο. [τοπογραφία, γεωδαισία].
altitude matrix: πίνακας υψομέτρων.
am/fm (automated mapping / facilitates management): συστήματα αυτοματοποιημένης χαρτογράφησης / διαχείρισης υπηρεσιών.
analog map: αναλογικός χάρτης.
analysis: ανάλυση.
animated map: κινούμενος χάρτης
annotation: ονοματολογία. [χαρτογραφία].
arc: τόξο
area: περιοχή.
arrangement: διευθέτηση.
array: σειρά, συστοιχία.
ascii: πρότυπο χαρακτήρων ascii.
aspatial data: χωρικά δεδομένα.
aspect: έκθεση, προσανατολισμός.
assembler: συναρμολογητής
asynchronous: ασύγχρονη.
atemporal data base: μη χρονική βάση δεδομένων.
atmospheric absorption: ατμοσφαιρική απορρόφηση
atmospheric window: ατμοσφαιρικό παράθυρο.
attributes: χαρακτηριστικά, ιδιότητες.
automated cartography: αυτοματοποιημένη χαρτογραφία.
automated digitizing: αυτοματοποιημένη ψηφιοποίηση.
automated feature recognition: αυτόματη αναγνώριση στοιχείων.
automated name placement : αυτόματη τοποθέτηση ονομάτων
AVHRR (advanced very high resolution radiometer): εξελιγμένο ραδιόμετρο υψηλής ευκρίνειας.
azimuth: αζιμούθιο.
azimuthal projection: αζιμουθιακή προβολή.

background processing: επεξεργασίες παρασκηνίου.
backup : αντίγραφο (ή αποθήκευση) ασφαλείας.
band: κανάλι (μπάντα)
bar scale (ή αλλιώς graphic scale και scale bar): γραφική κλίμακα.
base data: δεδομένα υποβάθρου.
base map: χάρτης υποβάθρου
batch processing: επεξεργασία δέσμης
bearing: κατεύθυνση - προσανατολισμός.
benchmark: μετροπρόγραμμα
Bezier curve: καμπύλη μπεζιέ.
Bit: δυαδικό ψηφίο [πληροφορική].
bitmap: δυαδική απεικόνιση
bivariate interpolation: διμεταβλητή παρεμβολή.
block encoding: κωδικοποίηση τετραγώνων.
boolean operators: τελεστές boolean [μαθηματικά].
boundary: όριο - περιθώριο.
bounding rectangle: περιβάλλον παραλληλόγραμμο
breakline: γραμμές διακοπής.
buffer: στοιχείο ενδιάμεσης μνήμης
buffer zone: περιμετρική ή περιβάλλουσα ζώνη.
bug: σφάλμα.
byte: ψηφιολέξη

CAD / CAM. (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing):
συστήματα CAD / CAM
cadastral map: χάρτης κτηματολογίου.
cadastre: κτηματολόγιο.
calibration: βαθμονόμηση.
candidate key: υποψήφιο κλειδί.
cartesian co-ordinates: καρτεσιανές συντεταγμένες
cartogram: χαρτόγραμμα.
cartography: χαρτογραφία.
cd-rom: οπτικός δίσκος.
cell: ψηφίδα, φατνίο ή κελί.
cellular automata: ψηφιδωτό αυτόματο.
center line: κεντρική γραμμή
centroid: κεντροειδές.
chain encoding: κωδικοποίηση αλυσίδας.
channel: κανάλι.
character: χαρακτήρας.
chart: γράφημα (δες και graph)
check plot: σχέδιο ελέγχου.
choropleth map: χωροπληθής χάρτης.
chroma (saturation): κορεσμός.
class: κατηγορία, κλάση.
classification: κατηγοριοποίηση.
clean data: διορθωμένα δεδομένα
client / server architecture: αρχιτεκτονική πελάτη / εξυπηρετητή.
clinometric map (slope map): χάρτης κλίσεων.
clipping: αποκοπή.
CMYK: μοντέλο χρώματος CMYK.
COGO (co-ordinate geometry) software: λογισμικό αναλυτικής γεωμετρίας.
color separation: διαχωρισμός χρώματος.
column: στήλη

command line: γραμμή εντολών.
 compass direction : διεύθυνση πυξίδας
 compilation: μεταγλώττιση.
 compiler: μεταγλωττιστής
 complementary colors: συμπληρωματικά χρώματα. [χαρτογραφία].
 complex: σύνθετο (πολύπλοκο) πολύγωνο.
 complex surface: σύνθετη (πολύπλοκη) επιφάνεια.
 Component Object Model (COM): μοντέλο COM.
 composite map: σύνθετος χάρτης
 compression: συμπίεση.
 compression index: δείκτης ή λόγος συμπίεσης
 computer graphics: γραφικά υπολογιστή
 conceptual model: εννοιολογικό μοντέλο.
 configuration: διαμόρφωση, ρύθμιση.
 conflation: συγχώνευση.
 connectivity: συνδετικότητα
 containment: περιεκτικότητα.
 contiguity: συνέχεια.
 continuous phenomena data: συνεχή φαινόμενα
 contour line: ισοϋψής καμπύλη.
 contour tagging: σήμανση ισοϋψών καμπυλών.
 contrast: αντίθεση
 control points: σημεία ελέγχου.
 conversion: μετατροπή.
 co-ordinate system: σύστημα συντεταγμένων
 correctness: ορθότητα
 correlation coefficient: συντελεστής συσχέτισης
 corridor: περιμετρική ζώνη
 coverage: κάλυψη (θεματικό επίπεδο).
 CPU (central processing unit): κεντρική μονάδα επεξεργασίας.
 critical points: κρίσιμα σημεία.
 cross hatching: διασταυρούμενη διαγράμμιση [χαρτογραφία].
 cross section: τοπογραφική τομή.
 cubic interpolation: κυβική παρεμβολή.
 cursor: δρομέας - δείκτης.
 currency: τρέχουσα κατάσταση
 curvature: καμπυλότητα
 curve fitting: προσαρμογή καμπύλης
 customization: παραμετροποίηση
 cut and fill: αποκομιδή και πλήρωση.
 cyberspace: κυβερνοχώρος

dangle arc: αιωρούμενο τόξο
 data: δεδομένα
 data capture: καταγραφή – σύλληψη δεδομένων
 data collection: συλλογή δεδομένων.
 data conversion: μετατροπή δεδομένων.
 data dictionary: λεξικό δεδομένων.
 data format: μορφή δεδομένων.
 data input: εισαγωγή δεδομένων
 data model: μοντέλο δεδομένων
 data quality: ποιότητα δεδομένων
 data set: σύνολο δεδομένων
 data structure: δομή δεδομένων

data transfer: μεταφορά δεδομένων
database: βάση δεδομένων.
DBMS (Database Management Systems): συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων
DATUM
Decision Support System (DSS): σύστημα υποστήριξης αποφάσεων
declination: μαγνητική απόκλιση
decimal degrees: δεκαδικές μοίρες
degree: μοίρα
Delaunay triangulation: τριγωνισμός Delaunay.
DEM (Digital Elevation Model) : ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων
densify: πυκνωση
desktop GIS: ΓΠΣ γραφείου
device: συσκευή.
DGPS (differential gps): διαφορικό σύστημα παγκόσμιου εντοπισμού θέσης.
dialogue box: πλαίσιο διαλόγου
differential correction: διαφορική διόρθωση.
DXF format: μορφή DXF
Digital image processing: ψηφιακή επεξεργασία εικόνας
digital mapping: ψηφιακή χαρτογράφηση.
digital: ψηφιακός.
digitizer: ψηφιοποιητής
digitizing tablet: πινακίδα ψηφιοποίησης
digitizing: ψηφιοποίηση ή διανυσματοποίηση
directed link: κατευθυνόμενος σύνδεσμος
Dirichlet Tesselation: ψηφιοποίηση Dirichlet
discrete phenomena: διακριτά φαινόμενα
dissolving: απαλειφή – απομάκρυνση ορίων
distributed system: κατανεμημένο σύστημα
dot map: χάρτης κουκίδων
dot matrix printer: εκτυπωτής / σχεδιογράφος ακίδας.
double precision: διπλή ακρίβεια.
drape: επικάλυψη
dpi (dots per inch): στιγμές ανά ίντσα
drum plotter: σχεδιογράφος τυμπάνου
drum scanner: σαρωτής τυμπάνου.
DTM (Digital Terrain Model): ψηφιακό μοντέλο εδάφους
dynamic map: δυναμικός χάρτης.
dynamic segmentation: δυναμική κατάτμηση

easting: τετμημένη.
edge: όριο.
edge detection: ανίχνευση ορίων.
edge matching: ταύτιση ορίων.
edit – editing: επεξεργασία
editor: επεξεργαστής;
electromagnetic energy: ηλεκτρομαγνητική ενέργεια (ΗΜΕ)
electromagnetic spectrum: ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (ΗΜΦ)
electrostatic plotter: ηλεκτροστατικός σχεδιογράφος.
ellipsoid: ελλειψοειδές
emulator: εξομοιωτής.
encoding: κωδικοποίηση.
entity: οντότητα.
entity class: τάξη οντοτήτων

Entity Relationship (ER) model: μοντέλο οντοτήτων συσχετίσεων (ΟΣ).
error: σφάλμα.

error propagation: διάδοση σφάλματος

euclidean distance: ευκλείδεια ή ευθεία απόσταση.

euclidean space: ευκλείδειος χώρος

expert systems: έμπειρα συστήματα ή συστήματα εμπειρογνώμονες.

extrapolation: (εξωτερική) παρεμβολή.

false colour: ψευδοχρωματισμός [τηλεπισκόπηση].

feature: στοιχείο

feature code: κωδικός στοιχείου.

field: πεδίο

file format: μορφή αρχείου.

file structure: δομή αρχείου

file: αρχείο.

filtering: φιλτράρισμα

flat file: επίπεδο αρχείο.

flatbed plotter: επίπεδος σχεδιογράφος

floating point: κινητή υποδιαστολή.

focal functions: εστιακές λειτουργίες.

format: μορφή

fractal: κλασματικός

FTP protocol: πρωτόκολλο FTP

fuzzy logic: ασαφής λογική.

gap: κενό.

generalization: γενίκευση

geocoding: γεωκωδικοποίηση.

geodesy: γεωδαισία.

geodetic datum: γεωδαιτικό datum

geographic information: γεωγραφική πληροφορία.

geospatial data: γεωδεδομένα

geoid: γεωειδές

geomatics: γεωματική

geometry: γεωμετρία

georeference system: σύστημα γεωαναφοράς

georeferenced data: δεδομένα με γεωαναφορά

geostationary satellite: γεωστάσιμος

geostatistics: γεωστατιστική

gis - geographical information system: Γεωγραφικό Πληροφοριακό

Σύστημα, Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών

global functions: γενικευμένες λειτουργίες

GPS (global positioning system): Σύστημα Παγκόσμιου Εντοπισμού Θέσης.

gradient analysis: ανάλυση κλίσης

graphic element: γραφικό στοιχείο

graphic tablet: πινακίδα ψηφιοποίησης γραφικών

graphical User Interface (GUI): γραφική διεπαφή

graticule: γεωγραφικός κάναβος

gray scale: κλίμακα διαβαθμίσεων του γκρι

grid: κάναβος.

Ground Control Point (GCP): επίγειο σημείο ελέγχου

GUI: γραφική διεπαφή
GIF: αρχείο GIF

hachure: διαγράμμιση
hard copy: έντυπο αντίγραφο
hardware: υλικό/εξοπλισμός
header: κεφαλίδα.
hextree: εξάδενδρο
hidden line removal: απόκρυψη γραμμών.
hierarchical database structure: ιεραρχική δομή βάσεων δεδομένων.
high level languages: γλώσσες υψηλού επιπέδου
highlighting: κατάδειξη
hillshading: σκίαση αναγλύφου
histogram: ιστόγραμμα.
hue: απόχρωση
hypsometry: υψομετρία
hypermedia: υπερμέσα

icon: εικονίδο
identity: ταυτοποίηση
IKONOS
image: εικόνα
image classification: ταξινόμηση (κατηγοριοποίηση) εικόνας
image enhancement: ενίσχυση εικόνας
image processing: επεξεργασία εικόνας
image rectification and restoration: αποκατάσταση εικόνας
import: είσοδος
index: ευρετήριο
information: πληροφορία
inheritance: κληρονομικότητα.
inkjet printer – plotter: εκτυπωτής – σχεδιογράφος έκχυσης μελάνης
input device:
input: είσοδος
integration: ενοποίηση (ολοκλήρωση) δεδομένων
interaction: αλληλεπίδραση
interactive system: διαδραστικό σύστημα.
interface: διεπαφή (διασύνδεση, διεπιφάνεια).
interior area: εσωτερική επιφάνεια.
Internet: διαδίκτυο
Interpolation: παρεμβολή
intersection: τομή
interval scale: διαστημική κλίμακα κατηγοριοποίησης
irradiance: ακτινοβολία.
island: νησίδα.
ISO
isochrone: ισόχρονη καμπύλη
isopleth map: ισοπληθής χάρτης.
item: πεδίο
Iterative procedure: επαναλαμβανόμενη διαδικασία
join: σύνδεση.
junction: διασταύρωση – σημείο σύνδεσης
justification: διευθέτηση.

key: κλειδί
keyboard: πληκτρολόγιο
Kriging: μέθοδος παρεμβολής Kriging

label: ετικέτα
land cover: κάλυψη γης.
landform: γεωμορφή
landmark: τοπόσημο
LANDSAT
large scale: μεγάλη κλίμακα
laser plotter: σχεδιογράφος laser.
latitude: γεωγραφικό πλάτος.
lattice: πλέγμα
layer: θεματικό επίπεδο.
layout: χαρτοσύνθεση
least – cost – path: διαδρομή ελάχιστου κόστους
legend: υπόμνημα
library: βιβλιοθήκη.
licence: άδεια (χρήσης λογισμικού)
light pen: φωτοδείκτης.
line following: παρακολούθηση γραμμής.
line in polygon operation: λειτουργία «γραμμή σε πολύγωνο»
line smoothing: εξομάλυνση γραμμής
line thinning: λέπτυνση γραμμής
line: γραμμή.
link: σύνδεσμος
LIS (land information systems):
local functions: τοπικές λειτουργίες
location – allocation: τοποθέτηση – διανομή.
log file: αρχείο ιστορικού
logical expression: λογική έκφραση
logical operator: λογικός τελεστής
longitude: γεωγραφικό μήκος.
look-up table: πίνακας αντιστοίχισης
loosely coupled models: μοντέλα χαλαρής σύνδεσης
low level language: γλώσσα χαμηλού επιπέδου
low pass filter: φίλτρο διέλευσης χαμηλών συχνοτήτων
loxodrome: λοξοδρομία

macro: μακρο-εντολή.
magnetic declination: μαγνητική απόκλιση
Manhattan distance: ορθή απόσταση (ή απόσταση Manhattan)
many to one relationship: συσχέτιση πολλά προς ένα
map composition: χαρτοσύνθεση
map generalization: γενίκευση χάρτη
map projection: χαρτογραφική προβολή
map scale: κλίμακα χάρτη
map: χάρτης.
mask: μάσκα
mass points: πλήθος σημείων
maximum likelihood:
menu: μενού

mercator projection: μερκατορική προβολή
merge: συνένωση
meridian: μεσημβρινός
metadata: μετα - δεδομένα.
METEOSAT: δορυφόρος METEOSAT
Minimum Mapping Unit (MMU): ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα (EXM)
model: μοντέλο
modeling: μοντελοποίηση.
modem: μόντεμ
module: δομικό στοιχείο.
monochromatic: μονοχρωματικός
morphology: μορφολογία
mosaic: μωσαϊκό
mouse: ποντίκι.
Multi Spectral Scanner (MSS): πολυφασματικός σαρωτής
multimedia: πολυμέσα.

nadir: ναδίρ.
name placement: τοποθέτηση ονομάτων
natural break classification: ταξινόμηση φυσικών ορίων.
NDVI: δείκτης βλάστησης κανονικοποιημένων διαφορών
nearest neighbour interpolation: παρεμβολής εγγύτερης γειτνίασης.
neatline: περίγραμμα
network database structure: δικτυακή δομή βάσεων δεδομένων
network: δίκτυο
nodata: μη-δεδομένα.
node: κόμβος.
noise: θόρυβος.
nominal scale: ονομαστική κλίμακα κατηγοριοποίησης
normalization: κανονικοποίηση.
North arrow: σύμβολο βορρά
northing: τεταγμένη
null value: έλλειψη τιμής.
numerical taxonomy: αριθμητική ταξινόμηση

object: αντικείμενο.
object class: κλάση (τάξη) αντικειμένων.
object oriented: αντικειμενοστραφής.
object oriented gis: αντικειμενοστραφές ΓΠΣ.
octree: οκτά-δενδρο.
one to many relation: συσχέτιση ένα προς πολλά.
one to one relation: συσχέτιση ένα προς ένα.
optimal path selection: επιλογή βέλτιστης διαδρομής ή μονοπατιού
ordinal scale (of classification): τακτική κλίμακα (κατηγοριοποίησης)
origin: αρχή συντεταγμένων.
orthodrome: ορθοδρομία ή μέγιστος κύκλος.
orthophotograph: ορθοφωτογραφία
orthophotomap: ορθοφωτοχάρτης.
output: έξοδος (και εξαγόμενο).
overlap: επικάλυψη.
overlay: υπέρθεση ή επίθεση.
overshoot: (αιωρούμενο τόξο).

package: πακέτο λογισμικού.
palette: παλέτα (χρωματολόγιο).
pan: μετακίνηση.
parallel of latitude: παράλληλος.
parallelepiped classifier: ταξινομητής παραλληλεπίπεδων.
parcel: γεωτεμάχιο.
passive sensor: παθητικός αισθητήρας
pattern detection (recognition): αναγνώριση προτύπων.
pen plotter: σχεδιογράφος πέννας-μελάνης.
peripheral: περιφερειακά.
perspective view: προοπτική όψη.
photogrammetry: φωτογραμμετρία.
photo-interpretation: φωτοερμηνεία
pit: μορφολογική κοιλότητα.
pixel: εικονοστοιχείο.
planar projection: επίπεδη προβολή
plotter: σχεδιογράφος
point in polygon operation: λειτουργία σημείο σε πολύγωνο.
point: σημείο.
pointer: δείκτης.
polar - coordinates: πολικές συντεταγμένες
polar orbiting satellite: δορυφόρος πολικής τροχιάς
polygon: πολύγωνο
polyline: σύνθετη γραμμή.
pop-up window: αναδυόμενο παράθυρο.
portability: φορητότητα.
positional accuracy: χωρική ορθότητα ή πιστότητα
precision: ακρίβεια
primary key: πρωτεύον κλειδί
program: πρόγραμμα.
protocol: πρωτόκολλο.
proximity analysis: ανάλυση εγγύτητας.
pseudo node: ψευδο-κόμβος.
ruck: ποντίκι ψηφιοποιητή.
pull-down menu: κυλιόμενο μενού.

quadtree: τετρά-δένδρο
qualitative data: ποιοτικά δεδομένα.
quantitative data: ποσοτικά δεδομένα.
query: ερώτημα.
query language: γλώσσα ερωτημάτων.

RADAR: ραντάρ
radiometer: ραδιόμετρο. [τηλεπισκόπηση].
radiometric resolution: ραδιομετρική διακριτική ικανότητα ή ραδιομετρική ανάλυση (ή ραδιομετρική ευαισθησία)
raster database: ψηφιδωτή βάση χωρικών δεδομένων.
raster map: ψηφιδωτός χάρτης.
raster to vector conversion: μετατροπή "ψηφιδωτών σε διανυσματικά" δεδομένα.
raster: ψηφιδωτή απεικόνιση ή απεικόνιση κανάβου.
Ratio scale (of classification): αλογική κλίμακα κατηγοριοποίησης

RDBMS (relational data base management system): σύστημα διαχείρισης
σχεσιακών βάσεων δεδομένων.
real - time system: σύστημα πραγματικού χρόνου.
record: εγγραφή.
rectification image: αναγωγή (εικόνας)
reference system: σύστημα αναφοράς.
reflectance: ανάκλαση.
region: περιοχή
regression: παλινδρόμηση
regression analysis: ανάλυση παλινδρόμησης
relational database: σχεσιακή βάση δεδομένων
relational join: σχεσιακή σύνδεση.
relative coordinates: σχετικές συντεταγμένες
relief shading: σκίαση αναγλύφου
Remote Sensing: Τηλεπισκόπηση
repeatability: επαναληψιμότητα.
resampling: επαναδειγματοσμός ή αναδειγματοληψία
resolution: ανάλυση – διακριτική ικανότητα.
RMS (root mean square) error: μέσο τετραγωνικό σφάλμα.
route system: σύστημα διαδρομών.
route: διαδρομή – πορεία.
row: σειρά
rubber sheeting: ελαστική παραμόρφωση ή ελαστικός μετασχηματισμός.
run length encoding (RLE): κωδικοποίηση μηκών

sampling: δειγματοληψία
saturation: κορεσμός
scale bar: γραφική κλίμακα.
scale: : κλίμακα
scanner: σαρωτής
scanning: σάρωση.
SEASAT: δορυφόρος SEASAT
semi-automated digitizing: ημιαυτόματη ψηφιοποίηση.
sensor: αισθητήρας
shaded relief map: χάρτης σκιασμένου αναγλύφου [χαρτογραφία].
shortest path: συντομότερη διαδρομή.
simulation: εξομοίωση.
single precision: απλή ακρίβεια
sink: σημείο ταπείνωσης αναγλύφου.
Silver polygon: επίμηκες πολύγωνο.
slope: κλίση
smoothing: εξομάλυνση
snapping (digitizing): βηματισμός (ψηφιοποίησης).
soft copy: προσωρινό αντίγραφο.
software: λογισμικό
spaghetti data: δεδομένα δομής σπαγγέτι.
spatial analysis: χωρική ανάλυση
spatial correlation: χωρική συσχέτιση.
spatial data: χωρικά δεδομένα.
Spatial Decision Support System: σύστημα υποστήριξης χωρικών
αποφάσεων.
spatial query: χωρικό ερώτημα.
spatial reference: χωρική αναφορά
spatial reference system: χωρικό σύστημα αναφοράς.

spatial resolution: χωρική διακριτική ικανότητα (ή χωρική ανάλυση)
spectral resolution: φασματική διακριτική ικανότητα (ή φασματική ανάλυση)
spectral response: φασματική απόκριση
spectral signature: φασματική υπογραφή
spheroid: σφαιροειδές
spike: προεξέχουσα γραμμή.
spline: εξομάλυνση.
SPOT
SQL (structural query language): δομημένη γλώσσα ερωτημάτων.
stereo plotter: στερεοαναγωγέας.
stereoscope: στερεοσκόπιο.
storage (of data): αποθήκευση δεδομένων.
stream mode digitizing: συνεχής ψηφιοποίηση
string: σειρά χαρακτήρων.
symbol: σύμβολο
symbolization: συμβολισμός.
sun-synchronous satellite: ηλιοσύγχρονος δορυφόρος.
surface model: μοντέλο επιφάνειας.
surface: επιφάνεια.
surveying: τοπογράφηση, αποτύπωση

table: πίνακας.
tablet: πινακίδα
tcp/ip: πρωτόκολλο TCP/IP
tessellation: κατάτμηση
thematic map: θεματικός χάρτης
Thiessen polygons: πολύγωνα Thiessen.
thinning: λέπτυνση γραμμής.
thresholding: μετασχηματισμός κατωφλίου.
Tiff: αρχείο εικόνας Tiff.
tightly coupled model: μοντέλο ισχυρής σύνδεσης
tile: τέμαχος.
TIN (triangulated irregular network): τριγωνικό ακανόνιστο δίκτυο.
tolerance: ανοχή.
topography: τοπογραφία
topological consistency: τοπολογική συνέπεια
topological map: τοπολογικός χάρτης
topological properties: τοπολογικές ιδιότητες.
topologically structured data: δεδομένα τοπολογικής δομής.
topology: τοπολογία
transfer format: μορφή μεταφοράς.
transformation: μετασχηματισμός.
transmission: μετάδοση
triangulation: τριγωνισμός
tuple: πλειάδα

undershoot node: αιωρούμενος κόμβος.
union: ένωση
update: ενημέρωση.
utility mapping: χαρτογράφηση υποδομών κοινής ωφελείας.
UTM: προβολή UTM Universal transverse Mercator

value: αξία
vector to raster conversion: μετασχηματισμός "διανύσματα σε ψηφίδες".
vector data model: διανυσματικό μοντέλο δεδομένων
vertex: κορυφή
viewshed map: χάρτης ορατότητας
virtual flight, virtual route: εικονική πτήση, εικονική διαδρομή
Voronoi polygon: πολύγωνο Voronoi
voxel: ογκοστοιχείο

weight: συντελεστής βαρύτητας ή βάρος
waveband: κανάλι
weeding: απομάκρυνση σημείων
weighted moving average:
WYSIWYG:
Window: παράθυρο
wireframe representation: πλεγματική αναπαράσταση
workspace: περιοχή (χώρος) εργασίας.

XML: γλώσσα XML
X Windows

Zero: σημείο μηδενικών συντεταγμένων
Zero meridian: μηδενικός μεσημβρινός
Zonal functions: λειτουργίες ζώνης
Zoom in / zoom out: μεγέθυνση /σμίκρυνση
zenith: ζενίθ
zenithal projection: ζενίθεια προβολή
z- value: τιμή z