

Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Πληροφορικής

Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (Geographical Information Systems - GIS)

Γεωγραφικά Δεδομένα
(φύση των γεωγραφικών δεδομένων, γεωδαισία - γεωαναφορά)

Γιάννης Θεοδωρίδης, Νίκος Πελέκης, Ηλίας Φρέντζος

Εργαστήριο Πληροφοριακών Συστημάτων (InfoLab)

<http://infolab.cs.unipi.gr/>

Πειραιάς, 9/3/09

Περιεχόμενα

- Γεωγραφικά δεδομένα
 - Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
 - Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
 - Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων
- Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου
 - Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
 - Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου
- Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά
 - Σχήμα και μέγεθος της γης
 - Συστήματα αναφοράς
 - GPS

Περιεχόμενα

• Γεωγραφικά δεδομένα

- Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
- Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
- Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων

• Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου

- Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
- Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου

• Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά

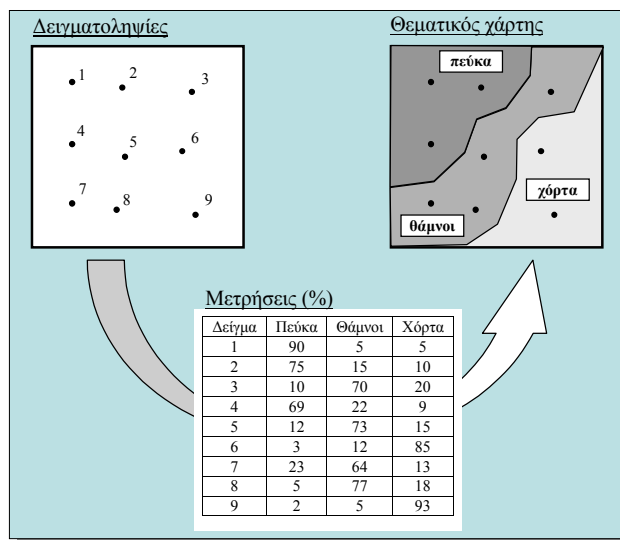
- Σχήμα και μέγεθος της γης
- Συστήματα αναφοράς
- GPS

Γεωγραφικές πληροφορίες

Τα **δεδομένα** αυτά καθαυτά έχουν μικρή αξία. Για να είναι χρήσιμα πρέπει να μετατραπούν σε **πληροφορίες**.

Ορισμός

Πληροφορίες είναι το αποτέλεσμα της οργάνωσης, παρουσίασης, ανάλυσης και ερμηνείας των δεδομένων με απώτερο στόχο την επίλυση ενός προβλήματος ή της κατανόησης μιας κατάστασης (ενός φαινομένου).



Κατηγορίες των γεωγραφικών δεδομένων

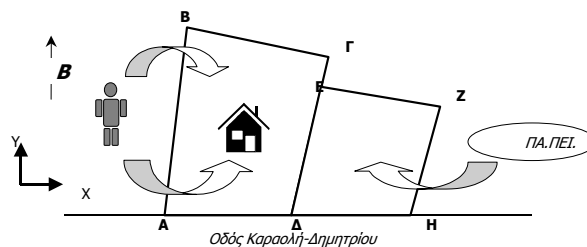
- Τα γεωγραφικά δεδομένα αποτελούν μια ειδική κατηγορία δεδομένων, τα οποία κατανέμονται στο *χώρο* και μεταβάλλονται στο *χρόνο*
 - κατανομή στο χώρο
αναφορά στις θέσεις του γεωγραφικού χώρου όπου αυτά συμβαίνουν ή περιγράφουν
 - μεταβολή στο χρόνο
 - αργή (π.χ. αλλαγή της ακτογραμμής, μεταβολή της κατανομής των ηλικιών)
 - γρήγορη (π.χ. μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου, μεταβολή της θερμοκρασίας, αλλαγή του μετώπου μιας πυρκαγιάς)
- κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες
 1. **Φυσικά αντικείμενα** (σπίτια, δρόμοι, λίμνες, δάση)
 2. **Διοικητικές μονάδες** (ιδιοκτησίες, νομοί, εθνικοί δρυμοί, στρατόπεδα)
 3. **Γεωγραφικά φαινόμενα** (θερμοκρασία, ατυχήματα, κατανομή πληθυσμών)
 4. **Παραγόμενες πληροφορίες** (επίπεδο φτώχειας, καταλληλότητα εδάφους)

Γεωγραφικές οντότητες

Για να καταστεί εφικτή η περιγραφή της σύνθετης πραγματικότητας γίνεται η θεώρηση: η πραγματικότητα συντίθεται από ένα σύνολο *διακριτών*, αλλά παράλληλα *αλληλοσχετιζόμενων μονάδων*, που καλούνται *οντότητες*.

Οντότητα ορίζεται κάθε μονάδα ή αντικείμενο με *φυσική* ή *εννοιολογική* υπόσταση

Παράδειγμα:



Διαστάσεις γεωγραφικών οντοτήτων

Κάθε οντότητα περιγράφεται από ένα σύνολο **γνωρισμάτων** (χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων), τα οποία προσδιορίζονται σύμφωνα με την εφαρμογή.

Παράδειγμα:

Σε μια εφαρμογή κτηματολογίου η *οντότητα κτίσμα* έχει τα *γνωρίσματα*: διεύθυνση, εμβαδόν, ημερομηνία κατασκευής ...

Τα *γνωρίσματα των γεωγραφικών οντοτήτων* ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες (*διαστάσεις γεωγραφικών οντοτήτων*):

1. **Ταυτότητα**
2. **Χωρική διάσταση**
3. **Θεματική διάσταση**



Ταυτότητα

Η διάσταση της **ταυτότητας** παρέχει ένα **μέσο αναφοράς** στις γεωγραφικές οντότητες.

- *αυθαίρετα ονόματα*
- *γεωγραφικά ονόματα*
- *αριθμητικοί κωδικοί*

Παραδείγματα:

Φυσικά πρόσωπα → ΑΑΤ

Ακίνητα → ΚΑΕΚ

Νομικά πρόσωπα → Μοναδική Επωνυμία

- Είναι σημαντικό το σύστημα ανάθεσης ταυτοτήτων να είναι *ακριβές, συνεπές* και *ικανό να εγγυηθεί τη μοναδικότητα των ταυτοτήτων*

Χωρική διάσταση

Η **χωρική** διάσταση περιλαμβάνει όλα τα γνωρίσματα που αφορούν στην περιγραφή των χωρικών χαρακτηριστικών των γεωγραφικών οντοτήτων και περιγράφουν:

- γεωγραφική θέση
τοποθέτηση και τον εντοπισμό των γεωγραφικών οντοτήτων
 - άμεση θέση (αναφορά σε ένα καρτεσιανό, προβολικό, γεωγραφικό σύστημα)
 - έμμεση θέση (διεύθυνση, π.χ. οδός, αριθμός, τ.κ.,...)
 - σχετική θέση (π.χ. βόρεια, εντός,...)
 - γεωμετρία
περιγραφή των βασικών γεωμετρικών στοιχείων των γεωγραφικών οντοτήτων
 - σχήμα (μορφή)
 - περίμετρος
 - εμβαδόν
 - όγκος
- συνήθως εξάγονται από τα γνωρίσματα της άμεσης θέσης
► συχνά αντιμετωπίζονται ως «θεματικά» δεδομένα

Χωρική διάσταση

- γραφικά χαρακτηριστικά
καθορισμός των γραφικών (χαρτογραφικών) συμβόλων που θα εφαρμοστούν για την απεικόνιση της οντότητας (χάρτη, ψηφιακό χάρτη)
 - τα σύμβολα είναι συνήθως τυποποιημένα και οργανώνονται σε βιβλιοθήκες συμβόλων
 - χωρικές σχέσεις
περιγραφή των συσχετίσεων των γεωγραφικών οντοτήτων οι οποίες πηγάζουν από τις σχετικές τους θέσεις (π.χ. βόρεια από, εντός, ...)
- είναι γενικά πολυάριθμες και σύνθετες

Θεματική διάσταση

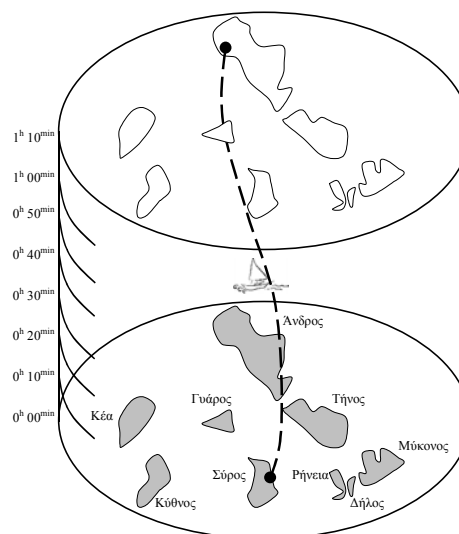
Η **θεματική** διάσταση περιλαμβάνει όλα τα *θεματικά* ή *μη-χωρικά* γνωρίσματα των γεωγραφικών οντοτήτων (π.χ. τύπος βλάστησης, όνομα δικαιούχου, κατηγορία οδού, ...)

- ▶ τα θεματικά γνωρίσματα που συνοδεύουν τις γεωγραφικές οντότητες είναι άμεσα συνδεδεμένα με την εφαρμογή
- ▶ διαφορά μεταξύ ταυτότητας και θεματικών γνωρισμάτων
- ▶ *δεδομένα πολυμέσων* (ήχος, εικόνες, δεδομένα video, ...)

Δυναμικές γεωγραφικές οντότητες

Όλες οι οντότητες των οποίων τα γνωρίσματα (χωρικά και/ή θεματικά) μεταβάλλονται στο *χρόνο*.

- ▶ για την περιγραφή συνηθίζεται η καταγραφή των χωρικών και θεματικών γνωρισμάτων στο χρόνο
- ▶ Η *μεταβολή της οντότητας* παίρνει διάφορες μορφές, οι οποίες εμπίπτουν σε δύο γενικές κατηγορίες που αφορούν
 1. στη *ζωή της* (υπαρξιακές μεταβολές)
 2. στη *κίνησή της* (μεταβολή στα χωρικά και θεματικά γνωρίσματα)



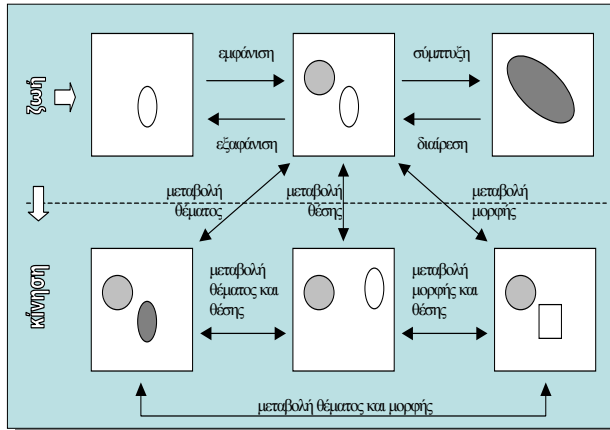
Ζωή και Κίνηση των γεωγραφικών οντοτήτων

Μεταβολή στη ζωή

- εμφάνιση – εξαφάνιση
- σύμπτυξη (συγχώνευση) με άλλες οντότητες
- διαίρεση (διάσπαση)

Κίνηση

- μετακίνηση (μεταβολή θέσης) με μεταβολή ή όχι της μορφής (γεωμετρίας)
- τα θεματικά γνωρίσματα μιας οντότητας δύναται να μεταβληθούν με ή χωρίς παράλληλη αλλαγή των χωρικών γνωρισμάτων



Περιεχόμενα

• Γεωγραφικά δεδομένα

- Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)

- Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων

- ψηφιδωτό, διανυσματικό

- Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων

• Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου

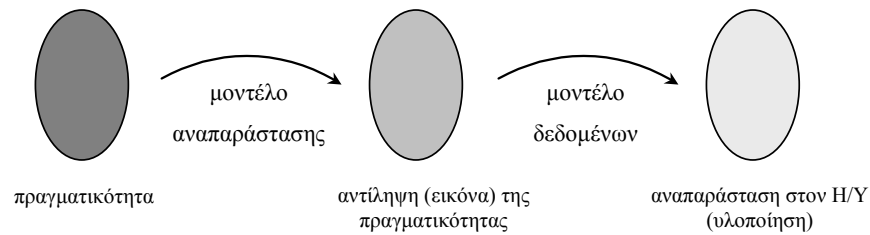
- Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
- Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου

• Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά

- Σχήμα και μέγεθος της γης
- Συστήματα αναφοράς
- GPS

Αναπαράσταση Γεωγραφικών Δεδομένων

- η αναπαράσταση της πραγματικότητας στον Η/Υ εμπλέκει ...
 - το μοντέλο αναπαράστασης και
 - το μοντέλο δεδομένων



Μοντέλα Αναπαράστασης Πραγματικότητας

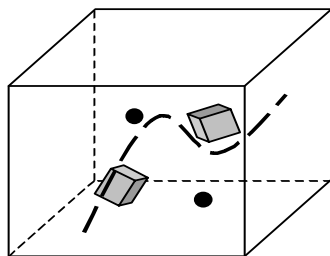
- Η μετάβαση από την πραγματικότητα στην αναπαράσταση αυτής με χρήση ενός μοντέλου είναι μονόδρομος. Οι λόγοι της αφαίρεσης:
 - Υποκειμενικότητα παρατηρητή
 - Ατέλειες τεχνικών συλλογής δεδομένων
 - Αδιάφορες λεπτομέρειες
 - Αδυναμία μοντέλου πλήρους αναπαράστασης

Μοντέλα Αναπαράστασης Χώρου

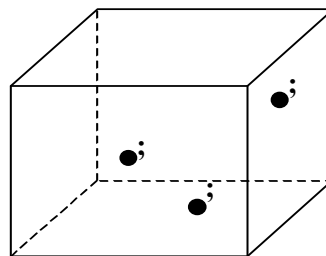
- Στατικός κόσμος...(αγνοείται η χρονική μεταβολή γεωγραφικών οντοτήτων)
- Απαντούν βασικές ερωτήσεις...
 - «Τι υπάρχει;»
 - «Πού βρίσκεται αυτό;»
- Αντίληψη του χώρου γίνεται με δύο προσεγγίσεις...
 - Χώρος σαν σύνολο διακριτών οντοτήτων
 - Χώρος σαν συνεχές πεδίο
- Αλληλοσυμπληρούμενες προσεγγίσεις
 - Καμία δεν υπερτερεί
 - Διαφορετικές γεωγραφικές εφαρμογές

Μοντέλα Αναπαράστασης Χώρου

- Ο χώρος θεωρείται κενός εκτός από τις περιοχές που καταλαμβάνονται από τις διακριτές οντότητες
- Ο χώρος θεωρείται σαν ένα συνεχές πεδίο, σε κάθε θέση του οποίου γνωρίσματα παίρνουν τιμές που εξαρτώνται από τη θέση

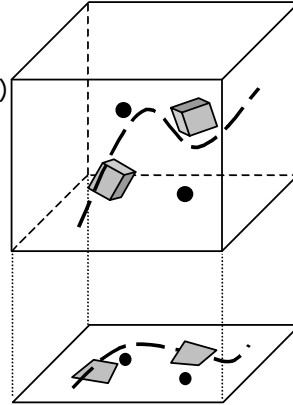


ή



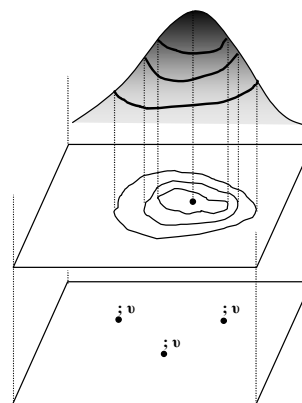
Ο Χώρος σαν σύνολο διακριτών οντοτήτων

- Ο χώρος που μας περιβάλλει έχει 3 διαστάσεις
- Για υπολογιστική απλούστευση τον περιγράφουμε στις 2 διαστάσεις (π.χ. προβολή)
- Διακριτές οντότητες
 - Σημειακές (μηδενικής διάστασης, π.χ. πηγάδι)
 - Γραμμικές (μονοδιάστατες, π.χ. δρόμος)
 - Επιφανειακές (διδιάστατες, π.χ. δάσος)
 - Σύνθεση των παραπάνω
- Μία οντότητα αναπαρίσταται διαφορετικά ανάλογα με την ανάλυση
 - π.χ. ένα αεροδρόμιο ως σημείο (μικρή ανάλυση), γραμμή (μεσαία), επιφάνεια (μεγάλη)



Ο Χώρος σαν συνεχές πεδίο

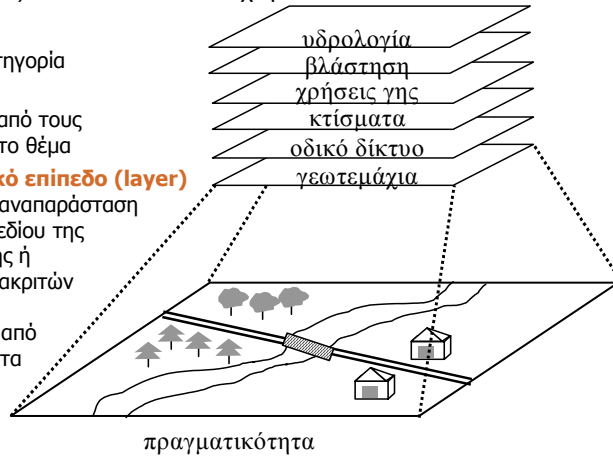
- Ο 3-διάστατος χώρος περιορίζεται σε ένα επίπεδο ή μια επιφάνεια πάνω στην οποία μελετάται η συμπεριφορά ενός φαινομένου (καταγράφονται οι τιμές των γνωρισμάτων)
- Παραδείγματα συνεχών πεδίων:
 - α) βλάστηση,
 - β) τύπος εδάφους,
 - γ) χρήση γης,
 - δ) υψόμετρο
- Οι τιμές μπορεί να μεταβάλλονται ομαλά μεταξύ γειτονικών σημείων (π.χ. υψόμετρο, εξαίρεση κρημνοί) ή απότομα (π.χ. χρήση γης)



Θεματικά επίπεδα

- Ο χώρος αντιμετωπίζεται σαν σύνολο υποχώρων
- Κάθε υποχώρος...

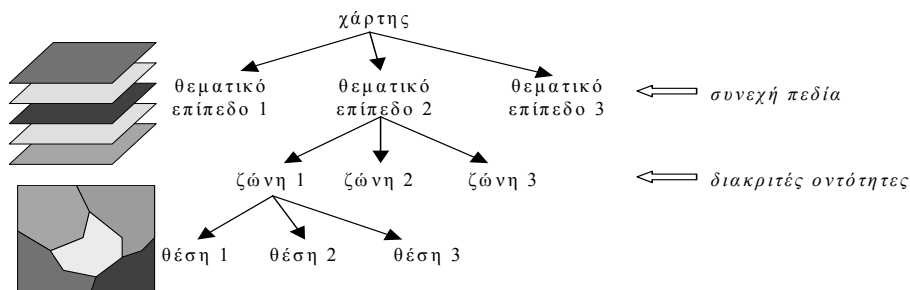
- φιλοξενεί μια κατηγορία δεδομένων και
- διαφοροποιείται από τους άλλους με βάση το θέμα
- καλείται **θεματικό επίπεδο (layer)** και αποτελεί μία αναπαράσταση ενός συνεχούς πεδίου της αυτής μεταβλητής ή μιας συλλογής διακριτών οντοτήτων που χαρακτηρίζονται από τα ίδια γνωρίσματα



- Οι επιμέρους υποχώροι μπορούν να επιτεθούν μεταξύ τους, δηλ. να συγκριθούν θέση προς θέση και οντότητα προς οντότητα, ώστε να προκύψουν συμπεράσματα συσχέτισης των γεωγραφικών δεδομένων

Μοντέλο Tomlin

- Τα γεωγραφικά δεδομένα συνθέτουν μια ιεραρχία. Στο υψηλότερο επίπεδο βρίσκεται ο χάρτης, ο οποίος αποτελεί μια βιβλιοθήκη θεματικών επιπέδων, που είναι αγκιστρωμένα σε ενιαίο σύστημα αναφοράς συντεταγμένων. Κάθε επίπεδο αντιστοιχεί σε θεματική ενότητα, και διαιρείται σε ζώνες (περιοχές), ενώ κάθε ζώνη συντίθεται από ένα σύνολο θέσεων με κοινή τιμή στο θεματικό γνώρισμα.

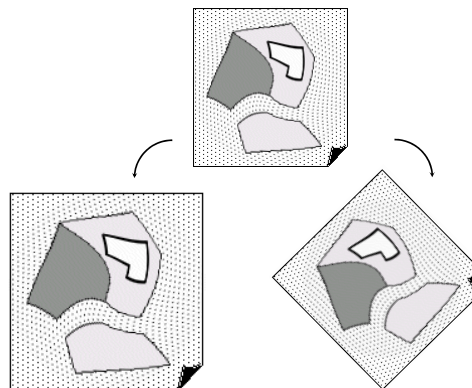


Χωρικές συσχετίσεις

- Αφορούν τις σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων
 - ... που πηγάζουν από τη θέση τους στο χώρο
- Κατηγορίες...
 - Τοπολογικές
 - π.χ., γειτνίαση, επικάλυψη, ...
 - Χωρικής διάταξης (κατεύθυνσης)
 - π.χ., βόρεια, νότια, μπροστά, πίσω, ...
 - Μετρητικές
 - π.χ., κοντά, μακριά, ...

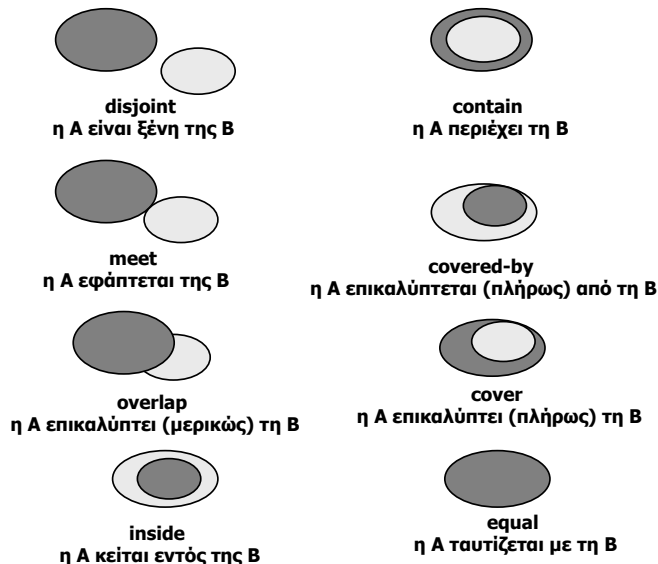
Τοπολογικές Σχέσεις...

- Αναλλοίωτες στους τοπολογικούς μετασχηματισμούς
 - Μεταφορά
 - Στροφή
 - Αλλαγή κλίμακας



Μοντέλα Αναπαράστασης Χώρου

- 8 τοπολογικές Σχέσεις (κατά Egenhofer)...



Μοντέλα Αναπαράστασης Χώρου

- Τοπολογικές Σχέσεις (κατά Egenhofer)...
 - βασίζονται στους πιθανούς συνδυασμούς μεταξύ περιμέτρου (Π) και εσωτερικού (E) των δύο αντικειμένων A και B

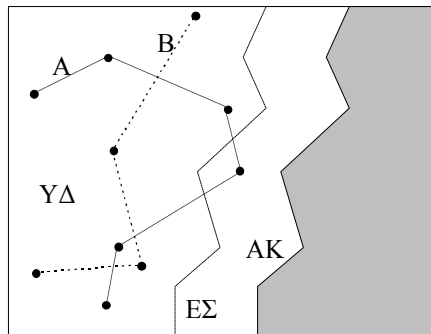
	$\Pi_A \cap \Pi_B$	$E_A \cap E_B$	$\Pi_A \cap E_B$	$E_A \cap \Pi_B$
disjoint	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
meet	$\neq \emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
overlap	$\neq \emptyset$	$\neq \emptyset$	$\neq \emptyset$	$\neq \emptyset$
inside	$\emptyset$	$\neq \emptyset$	$\neq \emptyset$	$\emptyset$
disjoint	$\emptyset$	$\neq \emptyset$	$\emptyset$	$\neq \emptyset$
meet	$\neq \emptyset$	$\neq \emptyset$	$\neq \emptyset$	$\emptyset$
overlap	$\neq \emptyset$	$\neq \emptyset$	$\emptyset$	$\neq \emptyset$
inside	$\neq \emptyset$	$\neq \emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$

Μοντέλα Αναπαράστασης Χωρο-Χρόνου

- Δυναμικός κόσμος... (οι γεωγραφικές οντότητες μεταβάλλονται στο χρόνο)
- Το μοντέλο πρέπει να είναι σε θέση να απεικονίσει:
 - τη θέση και τη μορφή των οντοτήτων στο χρόνο,
 - την κατάσταση που επικρατεί σε μια γεωγραφική περιοχή σε διαφορετικές χρονικές στιγμές,
 - την κατανομή των γεωγραφικών οντοτήτων σε διάφορες χωρικές και χρονικές κλίμακες (αναλύσεις)
- Χωρο-χρονικές εφαρμογές...
 - Πορείες πλοίων
 - Εξάπλωση δασικής πυρκαϊάς

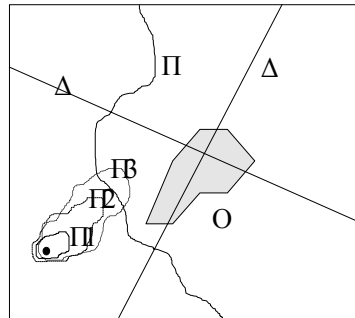
Μοντέλα Αναπαράστασης Χωρο-Χρόνου

- Πορείες πλοίων ...
 - Κινούμενα σημειακά αντικείμενα (x_i, y_i, t_i)
- Τυπικές ερωτήσεις
 - Μήπως το πλοίο A διέρχεται από το σημείο (X,Y);
 - Πότε το πλοίο A διέρχεται από το σημείο (X,Y);
 - Πού βρίσκεται το πλοίο τη χρονική στιγμή T;
 - Παραβίασε το A τα εθνικά σύνορα (ΕΣ);
 - Τέμνονται οι τροχιές των A και B;
 - Ποια η συντομότερη απόσταση του A από την ακτογραμμή (ΑΚ);



Μοντέλα Αναπαράστασης Χωρο-Χρόνου

- Εξάπλωση δασικής πυρκαγιάς
 - Μεταβαλλόμενες επιφάνειες ($geom_i, t_i$)
- Τυπικές ερωτήσεις
 - Μήπως η πυρκαγιά διέρχεται από το σημείο (X,Y) ;
 - Πότε η πυρκαγιά πέρασε από το σημείο (X,Y) ;
 - Ποια έκταση καίγεται τη χρονική στιγμή T ;
 - Ποια η καμένη έκταση τη χρονική στιγμή T ;
 - Πέρασε η πυρκαγιά το δρόμο Δ ή τον ποταμό Π ;
 - Ποια η βραχύτερη απόσταση από τον οικισμό O ;
 - Ποια η ταχύτητα του μετώπου τη χρονική στιγμή T ;

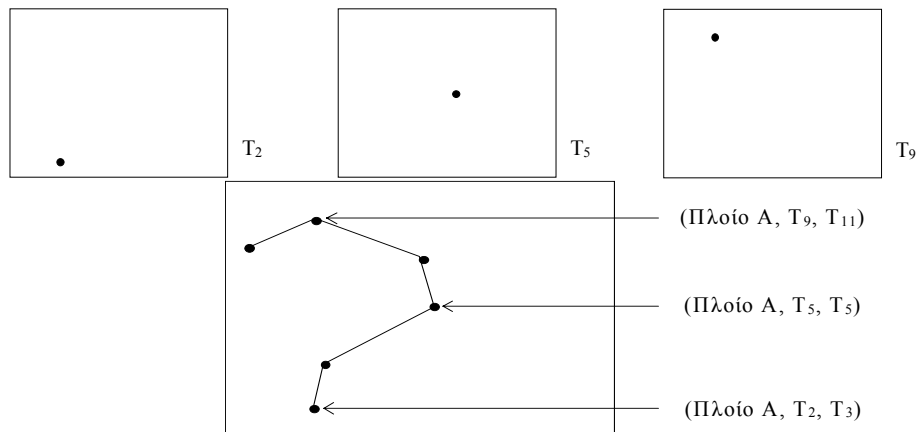


Μοντέλα Αναπαράστασης Χωρο-Χρόνου

- Οι χρονικές πληροφορίες αναπαριστώνται με χρονοσήματα (timestamps) ...
 - Χρονοσήμα στιγμής (απλή ταυτότητα χρόνου)
 - Χρονοσήμα διαστήματος (διάστημα χρόνου – απόλυτο διάστημα)
 - Χρονοσήμα γέφυρας (διάρκεια χρόνου – σχετικό διάστημα)
- Δύο προσεγγίσεις...
 - Ανάθεση χρονοσημάτων στα θεματικά επίπεδα (στιγμιότυπα)
 - Ανάθεση χρονοσημάτων στις τιμές των θέσεων κάθε επιπέδου (δυναμικές οντότητες)

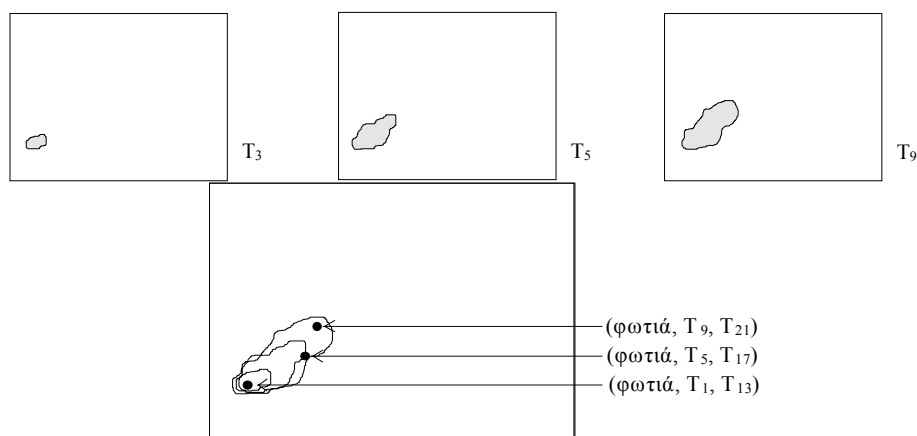
Μοντέλα Αναπαράστασης Χωρο-Χρόνου

- Δύο προσεγγίσεις...



Μοντέλα Αναπαράστασης Χωρο-Χρόνου

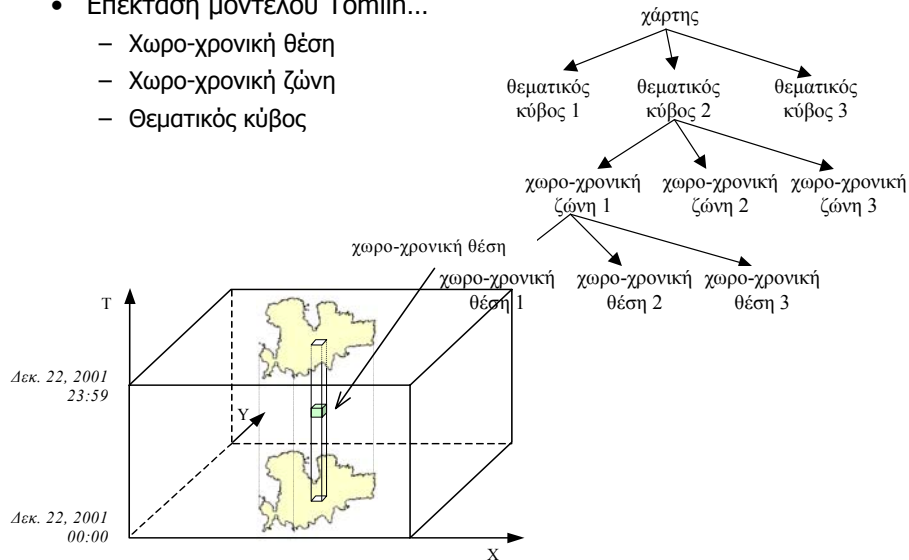
- Δύο προσεγγίσεις...



Μοντέλα Αναπαράστασης Χωρο-Χρόνου

- Επέκταση μοντέλου Tomlin...

- Χωρο-χρονική θέση
- Χωρο-χρονική ζώνη
- Θεματικός κύβος



Χρονικές Σχέσεις

- Τοπολογικές σχέσεις στον 1-διάστατο χώρο
- 13 σχέσεις (μεταξύ χρονικών διαστημάτων) κατά Allen...
 - Όλες (πλην της «ίσο») έχουν και τις συμμετρικές τους

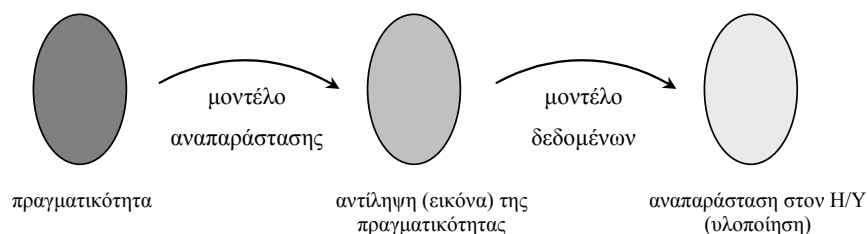
Χρονική Σχέση	Ορισμός
before A προηγείται του B	
equal A ταυτίζεται με το B	
meet A εφάπτεται με το B	
during A κατά τη διάρκεια του B	
intersect A τέμνει το B	
end A λήγει το B	
start A ξεκινά το B	

Περιεχόμενα

- Γεωγραφικά δεδομένα
 - Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
 - Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
 - Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων
- Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου
 - Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
 - Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου
- Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά
 - Σχήμα και μέγεθος της γης
 - Συστήματα αναφοράς
 - GPS

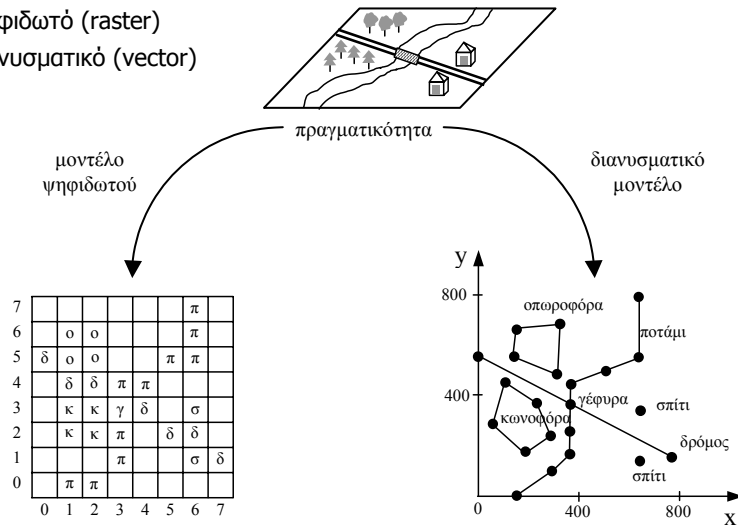
Μοντέλα Γεωγραφικών Δεδομένων

- Πώς θα αναπαρασταθεί η αντίληψή μας στον Η/Υ;
- Στον Η/Υ υπάρχει η απαίτηση της διακριτοποίησης των συνεχών φαινομένων



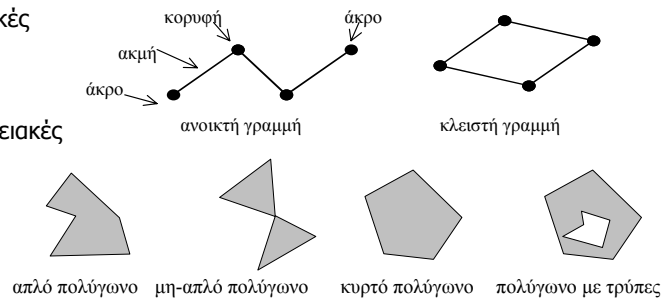
Μοντέλα Γεωγραφικών Δεδομένων

- Δύο βασικά μοντέλα...
 - Ψηφιδωτό (raster)
 - Διανυσματικό (vector)



Διανυσματικό μοντέλο

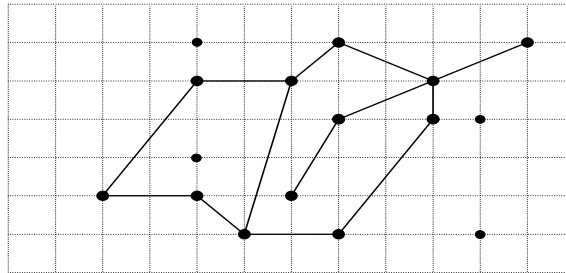
- Θεωρεί το γεωγραφικό χώρο σαν ένα σύνολο από οντότητες, τα οποία αναπαρίστανται με σημεία, γραμμές, πολύγωνα, επιφάνειες και όγκους. Κάθε αντικείμενο περιγράφεται από τα αντίστοιχα θεματικά, χρονικά κλπ. δεδομένα.
- Απλές διανυσματικές οντότητες
 - Σημειακές (θέση οντοτήτων των οποίων η μορφή δεν έχει σημασία ή πολύ μικρές οντότητες, αναπαρίστανται από ζεύγος προβολικών ή γεωγραφικών συντεταγμένων)
 - Γραμμικές
 - Επιφανειακές



Διακριτές γεωμετρικές βάσεις

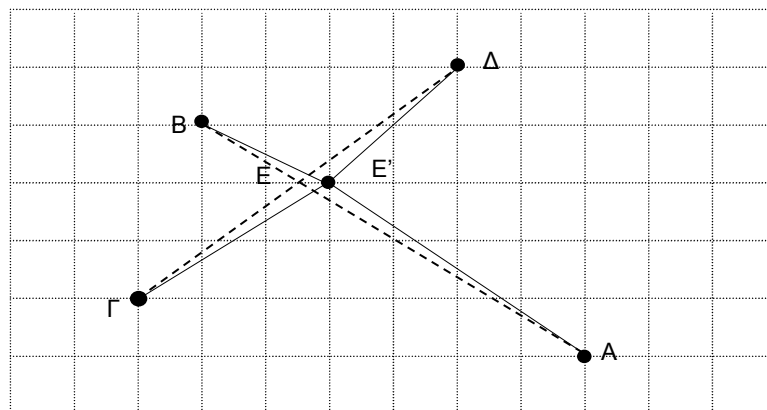
- Realms...

- δύο βασικοί γεωμ. τύποι: { σημείο, ευθύγραμμο τμήμα }
- ένας κανάβος (grid) ορίζει τη χωρική ανάλυση (διακριτοποίηση)
 - κάθε σημείο αποτελεί κορυφή του κανάβου,
 - η αρχή και το τέλος κάθε ευθύγραμμου τμήματος αποτελούν σημεία του realm και κατ' επέκταση κορυφές του κανάβου,
 - δεν υφίσταται σημείο του realm εντός ενός ευθύγραμμου τμήματος
 - δύο ευθύγραμμα τμήματα του realm δεν τέμνονται ούτε επικαλύπτονται



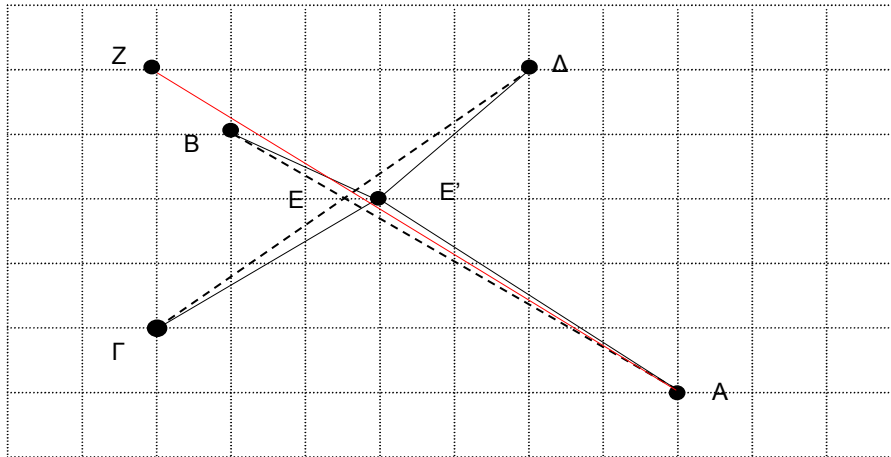
Διακριτές γεωμετρικές βάσεις

- Αν δύο ευθύγραμμα τμήματα τέμνονται, πρέπει να ορίσουν ένα νέο σημείο realm και πιθανόν να μετατοπισθούν
- Το νέο σημείο τομής τοποθετείται στην πλησιέστερη κορυφή του κανάβου



Διακριτές γεωμετρικές βάσεις

- Αυτή η διόρθωση μπορεί να οδηγήσει σε τοπολογικά προβλήματα

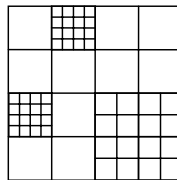
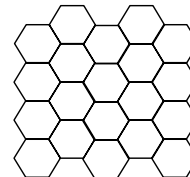
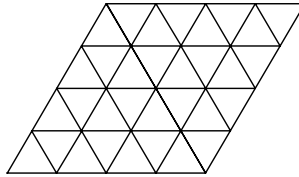
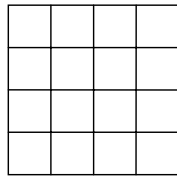


Μοντέλο ψηφιδωτού

- Κατάτμηση του χώρου σε μικρές μη επικαλυπτόμενες περιοχές (ψηφίδες ή κελιά)
- Κάθε ψηφίδα περιέχει τις τιμές των θεματικών-χρονικών δεδομένων που περιγράφουν το χώρο που καταλαμβάνει
- Αναλόγως το χώρο μελέτης ένα κελί αντιστοιχεί σε χώρο 2, 3 ή και περισσότερων διαστάσεων, το μέγεθός της είναι μεταβλητό, ενώ μπορεί να έχει σχήμα
 - κανονικό ή
 - ακανόνιστο

Ψηφίδες κανονικού σχήματος

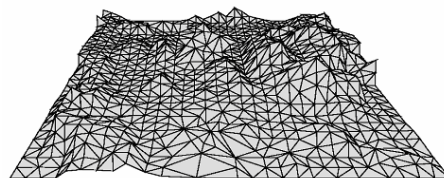
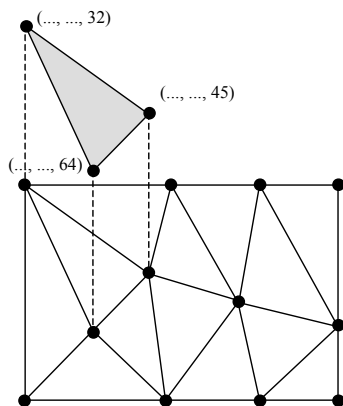
- τετραγωνικός, τριγωνικός, εξαγωνικός κανάβος



Μεταβλητή ανάλυση

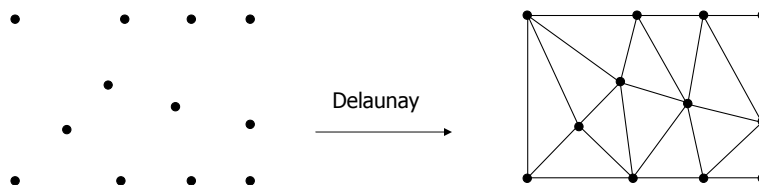
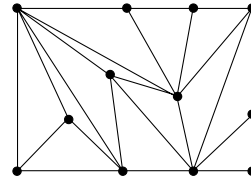
Ψηφίδες ακανόνιστου σχήματος

- Δίκτυα ακανόνιστων τριγώνων
- Πολύγωνα κατά Thiessen



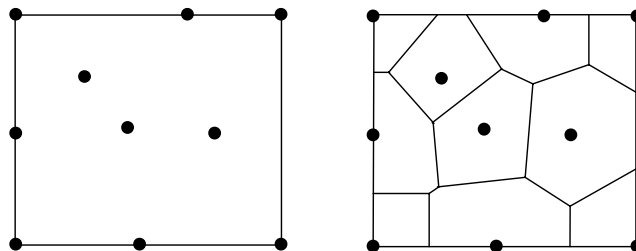
Δίκτυα ακανόνιστων τριγώνων

- Κατατέμνουν το χώρο με ένα σύνολο μη επικαλυπτόμενων τριγώνων από ένα σύνολο 2-διάστατων σημείων
- Π.χ. τριγωνισμός κατά Delaunay.
 - Ορισμός: Έστω σύνολο Σ από n σημεία στο επίπεδο. Τρία σημεία κ, λ, μ που ανήκουν στο Σ αποτελούν κορυφές ενός τριγώνου στον τριγωνισμό κατά Delaunay, αν ο περιγεγραμμένος κύκλος που ορίζουν δεν περικλείει άλλα σημεία του Σ
- Ο τριγωνισμός μεγιστοποιεί την ελάχιστη γωνία των τριγώνων



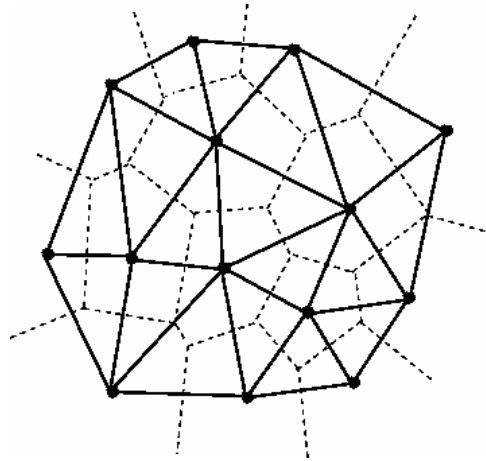
Πολύγωνα κατά Thiessen

- Ορισμός: Έστω σύνολο Σ από n σημεία στο επίπεδο. Ζητείται, για κάθε θέση του χώρου η εύρεση του πλησιέστερου σημείου του Σ . Αλλιώς ζητείται η κατάτμηση του χώρου σε n πολύγωνα. Κάθε πολύγωνο θα περικλείει ένα σημείο του Σ και όλες τις θέσεις του χώρου που βρίσκονται πιο κοντά στο σημείο αυτό από οποιοδήποτε άλλο σημείο του συνόλου.
- Παράδειγμα: Καθορισμός ζωνών που εξυπηρετούν 10 σχολεία ή κέντρα υγείας (κριτήριο εξυπηρέτησης η εγγύτητα)



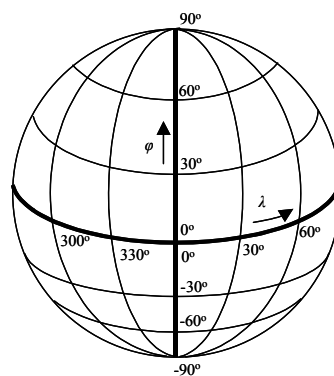
Τριγωνισμός Delauny και Πολύγωνα Thiessen

- Δυαδικότητα μεταξύ τους



Μοντέλα ψηφιδωτού για μη επίπεδες επιφάνειες

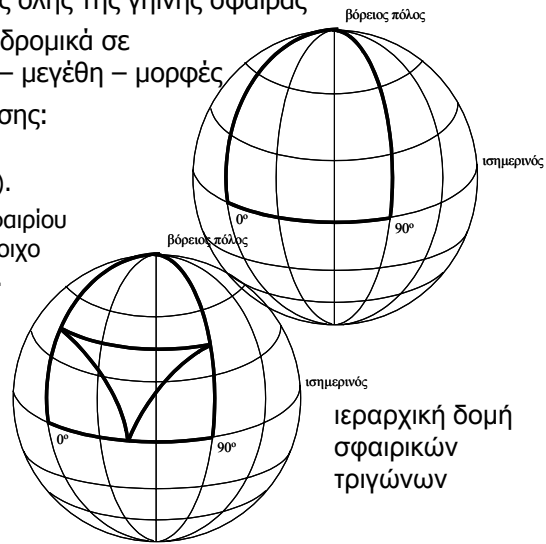
- Ο περιβάλλον χώρος μας που είναι η γη είναι καμπύλος, σφαιροειδής (ελλειψοειδής εκ περιστροφής)
- Δυο μοντέλα
 - γεωγραφικός κানাβος
 - ιεραρχική δομή σφαιρικών τριγώνων
- Ο γεωγραφικός κানাβος διαιρεί τη γήινη επιφάνεια σε καμπύλα τραπεζοειδή τμήματα, κάθε ένα από τα οποία ορίζεται από δύο διαδοχικούς μεσημβρινούς και δύο διαδοχικούς παράλληλους. Σημαντική παράμετρος το βήμα (ανάλυση) του κανάβου $\Delta\lambda$ και $\Delta\phi$ (στο παράδειγμα 30°)



γεωγραφικός κানাβος

Μοντέλα ψηφιδωτού για μη επίπεδες επιφάνειες

- Μοντέλο αναπαράστασης όλης της γήινης σφαίρας
- Κατατέμνει το χώρο αναδρομικά σε διαφορετικές αναλύσεις – μεγέθη – μορφές
- Πρώτο επίπεδο κατάτμησης:
 - 8 σφαιρικά τρίγωνα (4 για κάθε ημισφαίριο).
 - Τα τρίγωνα κάθε ημισφαιρίου μοιράζονται τον αντίστοιχο πόλο ως κοινή κορυφή. Οι άλλες δύο κορυφές κείνται επί του ισημερινού σε απόσταση 90° γεωγραφικού μήκους



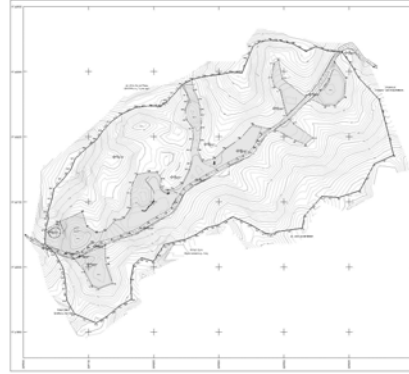
ιεραρχική δομή
σφαιρικών
τριγώνων

Περιεχόμενα

- Γεωγραφικά δεδομένα
 - Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
 - Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
 - Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων
- Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου
 - Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
 - Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου
- Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά
 - Σχήμα και μέγεθος της γης
 - Συστήματα αναφοράς
 - GPS

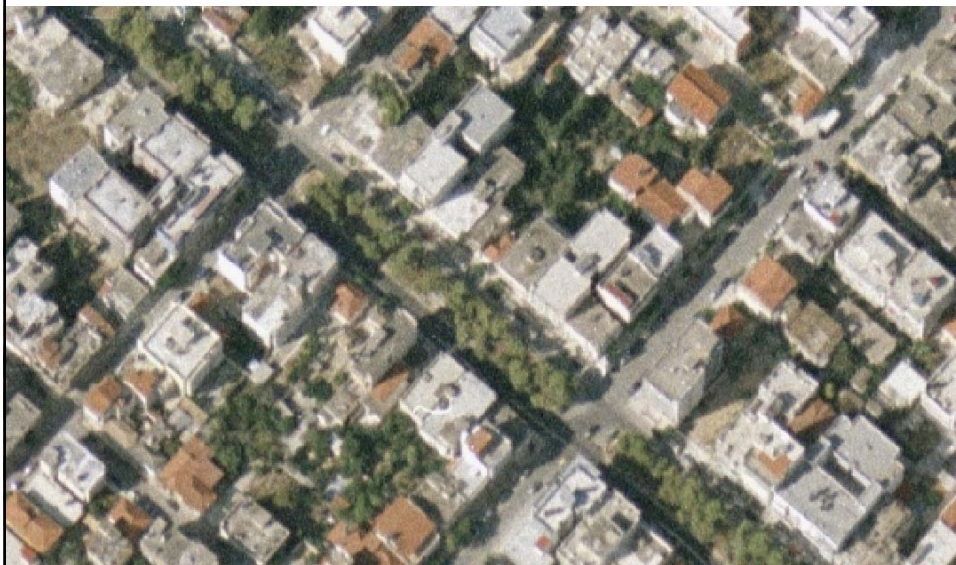
Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων

- Επίγειες μετρήσεις (τοπογραφία)



Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων

- Αεροφωτογραφίες και Δορυφορικές Εικόνες (φωτογραμμετρία)



Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων

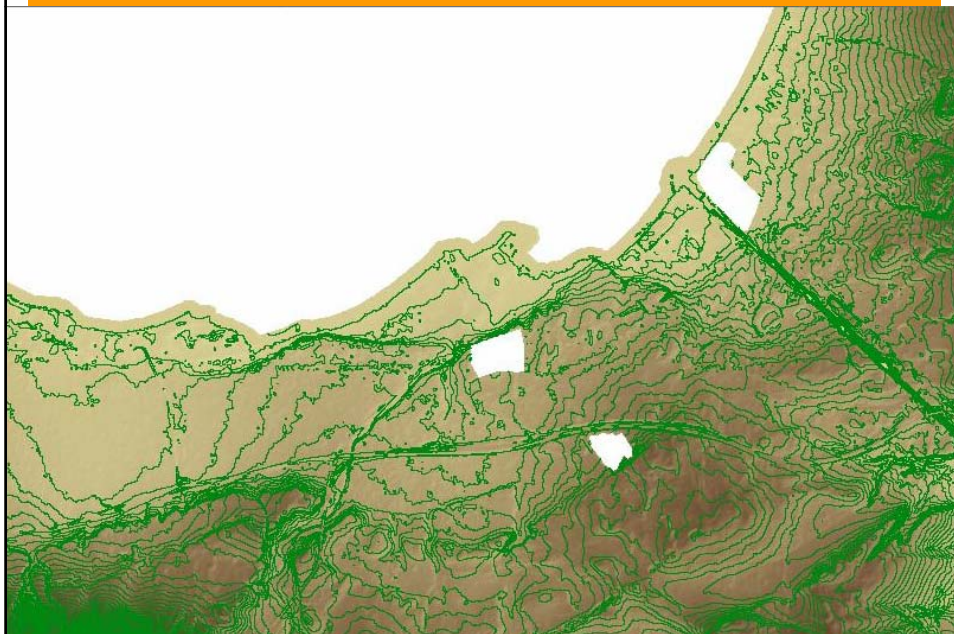
- Ψηφιοποίηση από υπάρχοντες χάρτες ή επί δορυφορικών εικόνων



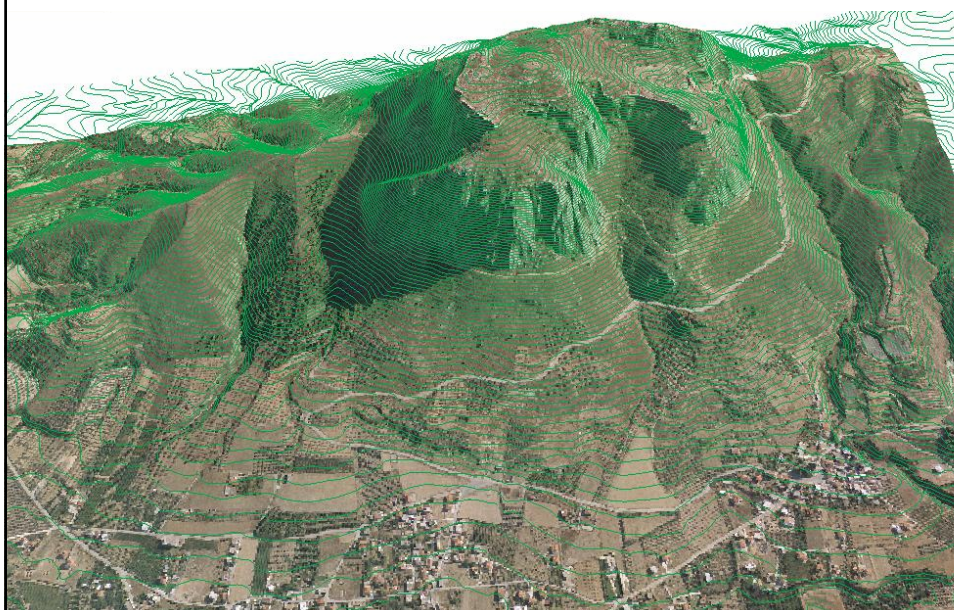
Ψηφιδωτά και διανυσματικά δεδομένα



Ψηφιδωτά και διανυσματικά δεδομένα



Ψηφιδωτά και διανυσματικά δεδομένα

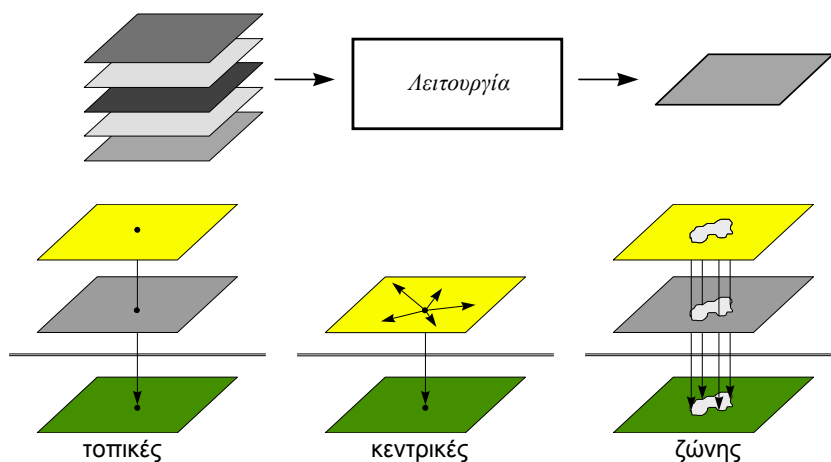


Περιεχόμενα

- Γεωγραφικά δεδομένα
 - Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
 - Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
 - Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων
- Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου
 - Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
 - Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου
- Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά
 - Σχήμα και μέγεθος της γης
 - Συστήματα αναφοράς
 - GPS

Λειτουργίες Ανάλυσης Χώρου

- Λειτουργίες κατά Tomlin ...

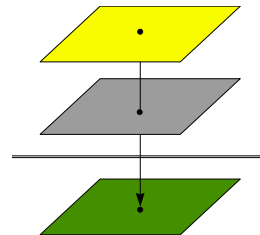


Λειτουργίες Ανάλυσης Χώρου

- Τοπικές λειτουργίες ...
 - Υπολογίζουν την τιμή του νέου επιπέδου σαν συνάρτηση των τιμών της ίδιας θέσης από τα επίπεδα εισόδου
 - Ταξινόμηση / κωδικοποίηση
 - Γενίκευση
 - Επίθεση

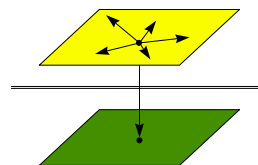
26	25	27	27
26	27	28	29
27	32	33	33
32	35	38	36

0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	1	1
1	1	1	1



Λειτουργίες Ανάλυσης Χώρου

- Κεντρικές λειτουργίες ...
 - Αφορούν σε θέσεις εντός γειτονιάς
 - Λειτουργίες γειτονιάς
 - Παρεμβολής / επιφάνειας
 - Σύνδεσης



Δυναμική
γειτονιά

Άθροισμα (+)

2	1	1	2
2	3	3	3
1	4	4	2
3	1	4	2

5	7	7	6
8	13	14	10
10	13	17	11
5	12	11	8

0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	1	0
0	0	0	0

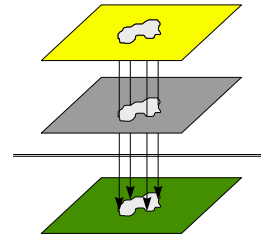
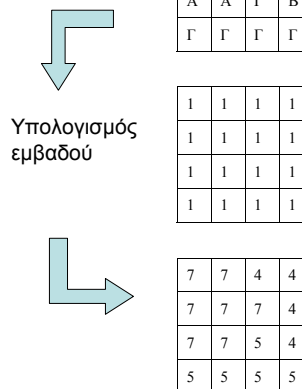
8	1	1	2
8	1	1	2
7	0	0	3
6	5	5	4

Στατική
γειτονιά

4	5	6
3	0	7
2	1	8

Λειτουργίες Ανάλυσης Χώρου

- Λειτουργίες ζώνης...
 - Αφορούν σε θέσεις εντός ζωνών
 - Λειτουργίες αναζήτησης
 - Λειτουργίες μέτρησης



Λειτουργίες Ανάλυσης Χώρου

Κατηγορίες Λειτουργιών	Παραδείγματα Λειτουργιών
Τοπικές Λειτουργίες	
• Ταξινόμηση & Κωδικοποίηση	επανα-κωδικοποίηση, επανα-ταξινόμηση
• Γενίκευση	γενίκευση, αφαίρεση
• Επίθεση (χωρική σύνδεση)	επίθεση, υπέρθεση, σύνδεση
Κεντρικές Λειτουργίες	
• Γειτονιάς	
– τοπολογικές	επικάλυψη, μη-επικάλυψη, γειτνίαση, εντός
– κατεύθυνσης	βόρεια, βόρειο-δυτικά, ίδιο επίπεδο
– μετρητικές (απόστασης)	κοντά, ζώνη buffer, διάδρομος, εκλέπτυνση
– εγγύτητας	εγγύτατος γείτονας, k-εγγύτατοι γείτονες
• Παρεμβολής & επιφανείας	
– τοπικά χαρακτηριστικά	γραμμική, με βάρη συναρτήσει της απόστασης
– πολύγωνα thiessen	πολύγωνα thiessen, διαγράμματα voronoi
– οπτικοποίησης	ισομετρικές καμπύλες, ψηφ. μοντ. Εδάφους
– τοπικά χαρακτηριστικά	υψόμετρο, κλίση, προσανατολισμός
• Σύνδεσης	
– δρομολογίου & χωροθέτησης	εύρεση βέλτιστου μονοπατιού – δρομολογίου
– οπτικού πεδίου	ορατότητα, οπτική επαφή, φωτισμός
Λειτουργίες Ζωνών	
• Αναζήτηση (χωρική επιλογή)	επέλεξε-από-όπου, σημείο-εντός-πολυγώνου
• Μέτρηση	απόσταση, εμβαδόν, περίμετρος, όγκος

Περιεχόμενα

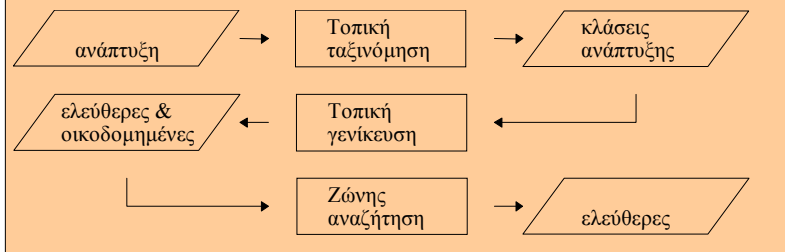
- Γεωγραφικά δεδομένα
 - Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
 - Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
 - Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων
- Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου
 - Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
 - Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου
- Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά
 - Σχήμα και μέγεθος της γης
 - Συστήματα αναφοράς
 - GPS

Λειτουργίες Ανάλυσης Χώρου

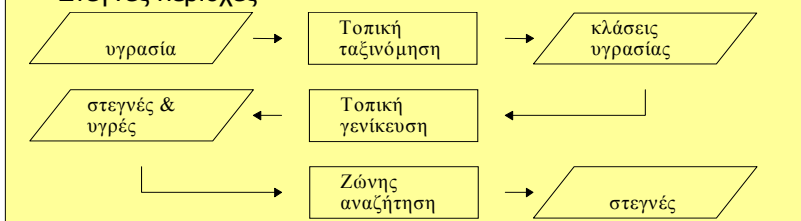
- Παράδειγμα χωροθέτησης...
 - «Εύρεση βέλτιστης περιοχής για ανέγερση οικιστικών εγκαταστάσεων»
 - Σύνολο {περιορισμών, ευκαιριών}
 - ελεύθερη περιοχή (δηλαδή, μη-οικοδομημένη),
 - στεγνό έδαφος,
 - επίπεδη και ομαλή τοποθεσία (π.χ., κλίση $< 10\%$),
 - εγγύτητα στο υπάρχον οδικό δίκτυο, και
 - νότιος προσανατολισμός της πλαγιάς (για αυξημένο ηλιασμό)
 - Τρία θεματικά επίπεδα...
 - Υψογραφία (ανάγλυφο)
 - Ανάπτυξη (υποδομές)
 - Υγρασία (εδάφους)
 - κι ένα τεχνητό επίπεδο...
 - Περιοχή (περικλείει όλες τις θέσεις της περιοχής μελέτης)

Λειτουργίες Ανάλυσης Χώρου

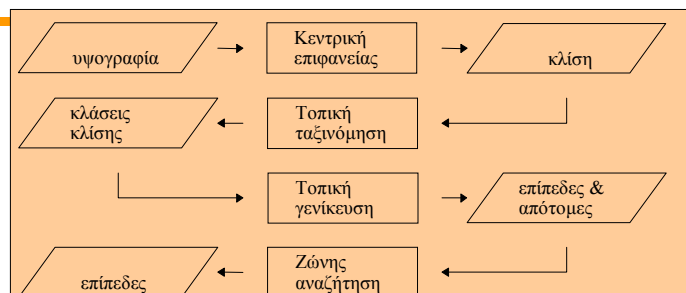
• Ελεύθερες περιοχές



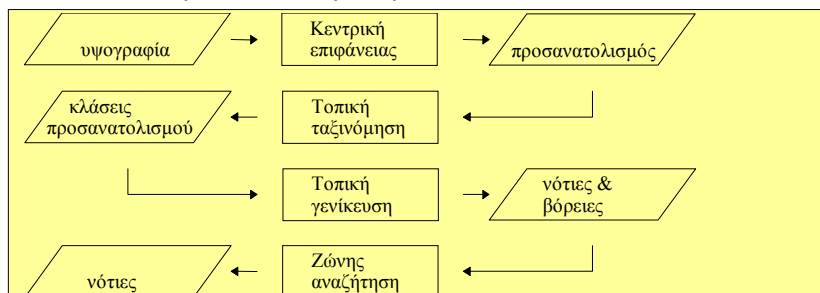
• Στεγνές περιοχές



• Επίπεδες

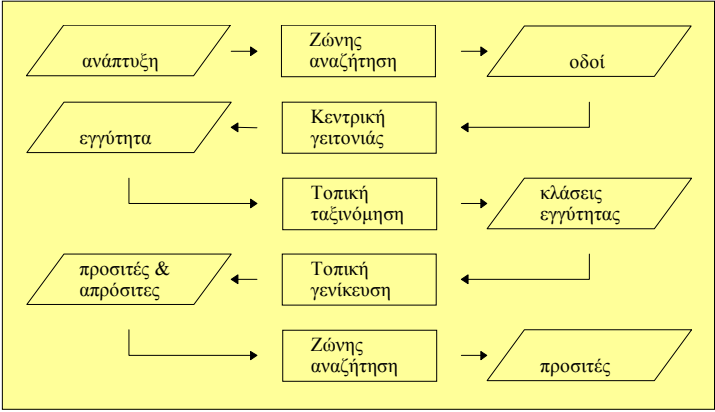


• Νότια προσανατολισμένες



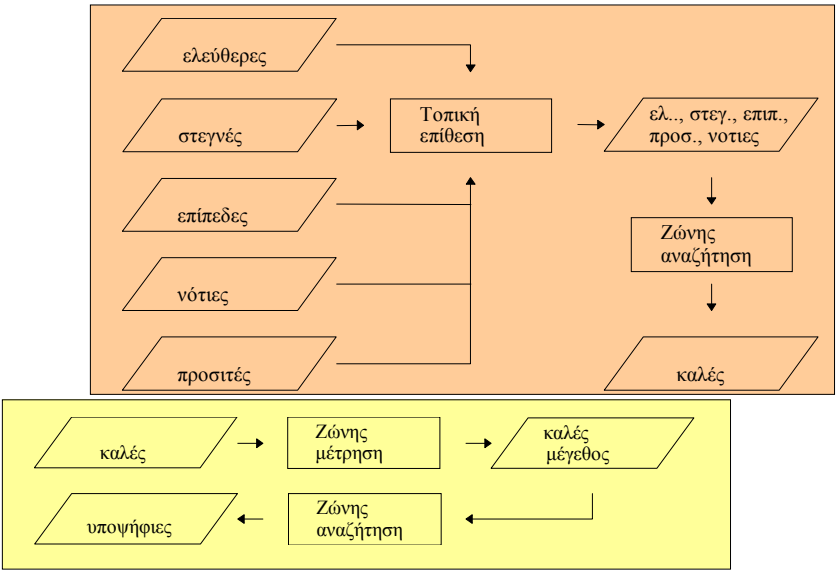
...

• Κοντά στο οδικό δίκτυο



...

• Τελική επιλογή

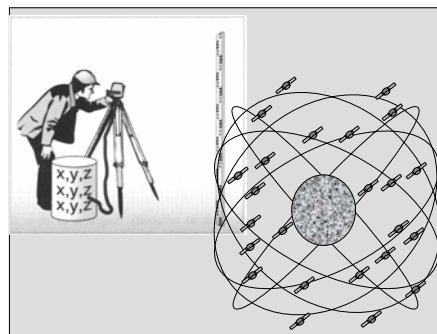


Περιεχόμενα

- Γεωγραφικά δεδομένα
 - Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
 - Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
 - Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων
- Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου
 - Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
 - Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου
- Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά
 - Σχήμα και μέγεθος της γης
 - Συστήματα αναφοράς
 - GPS

Εισαγωγή στη Γεωδαισία - Γεωαναφορά

- Γεωδαισία (γη + δαίω = μοιράζω)
 - είναι η επιστήμη που ασχολείται με:
 - το σχήμα,
 - το μέγεθος και
 - το πεδίο βαρύτητας της γης (ή τμημάτων αυτής)
 - καθώς και με τις μεταβολές τους στο χρόνο.
 - τα προβλήματα αντιμετωπίζονται με παρατηρήσεις, μετρήσεις, υπολογισμούς και σχεδιάσεις
 - εφαρμόζει επιστημονικές μεθόδους
 - υποστηρίζεται από κατάλληλα σχεδιασμένα όργανα



Ιστορική εξέλιξη της γεωδαισίας...

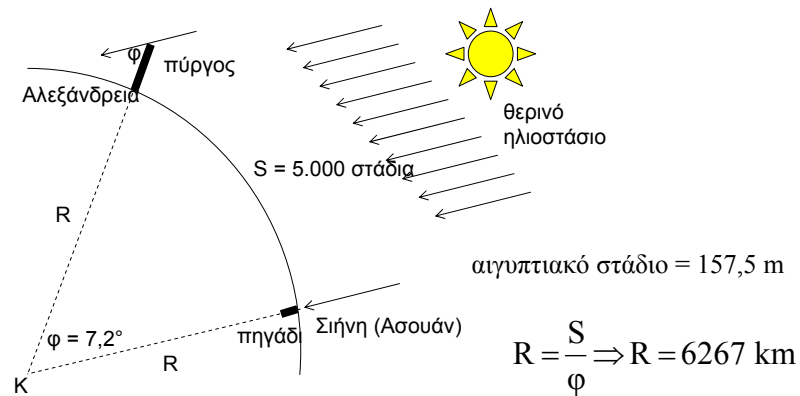
- Η γεωδαισία έχει τις ρίζες της στη αρχαιότητα...
 - το σχήμα της γης απασχόλησε τους ανθρώπους
 - οι Αιγύπτιοι για να εξασφαλίσουν τις ιδιοκτησίες τους από τις πλημμύρες του Νείλου έκαναν τις πρώτες γεωδαιτικές εργασίες
- Ερατοσθένης: ο πατέρας της γεωδαισίας
 - μέτρησε την ακτίνα της γης με πολύ μεγάλη ακρίβεια
- Η γεωδαισία αναπτύσσεται από τον 17ο αιώνα
 - από Ευρωπαίους αστρονόμους, μαθηματικούς, φυσικούς

Ιστορική εξέλιξη της γεωδαισίας...

- Ραγδαίες εξελίξεις μετά το 1950
 - τεχνολογική εξέλιξη των μικροκυμάτων και της ηλεκτρονικής
 - κατασκευή οργάνων μεγάλης ακρίβειας
 - εξέλιξη των Η/Υ
 - ανάπτυξη της τεχνολογίας των δορυφόρων
 - ανάπτυξη της φωτογραμμετρίας

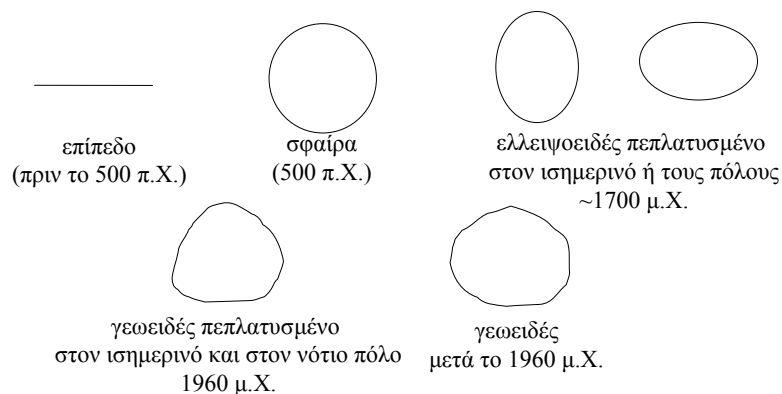
Ιστορική εξέλιξη της γεωδαισίας...

- Ερατοσθένης (276-192 π.Χ.): υπολογισμός της ακτίνας της γης



Ιστορική εξέλιξη της γεωδαισίας...

- Εξέλιξη της αντίληψης για το σχήμα της γης στους αιώνες

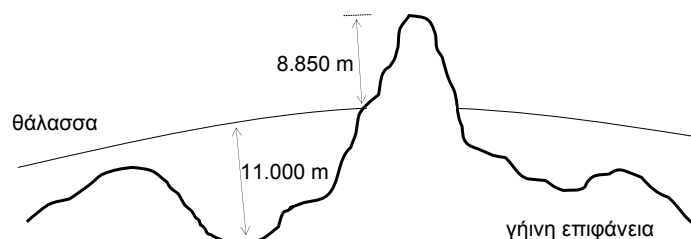


Περιεχόμενα

- Γεωγραφικά δεδομένα
 - Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
 - Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
 - Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων
- Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου
 - Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
 - Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου
- Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά
 - Σχήμα και μέγεθος της γης
 - Συστήματα αναφοράς
 - GPS

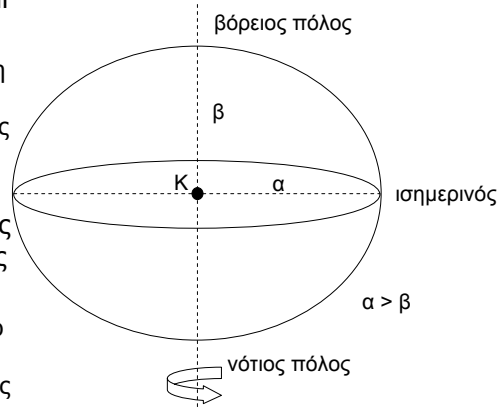
Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Φυσική επιφάνεια της γης
 - ακανόνιστο σχήμα με μεγάλες εδαφικές εξάρσεις (κορυφές ορέων μέχρι 9.000 μέτρα και βάθη ωκεανών μέχρι 11.000 μέτρα)
 - η διαφορά των σημείων αυτών είναι πολύ μικρή σε σχέση με τις διαστάσεις της γης



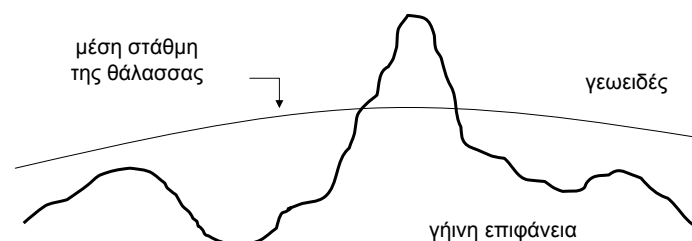
Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Η γη συνήθως αναπαρίσταται από ένα ελλειψοειδές
 - λόγω της περιστροφής, η γη έχει πάρει ένα σφαιροειδές πεπλατυσμένο στους πόλους σχήμα (ελλειψοειδές εκ περιστροφής)
- το πραγματικό σχήμα της γης διαφέρει από το ελλειψοειδές εκ περιστροφής
 - προσεγγίζεται καλύτερα από μια φανταστική επιφάνεια, την επιφάνεια του γεωειδούς



Σχήμα και μέγεθος της γης...

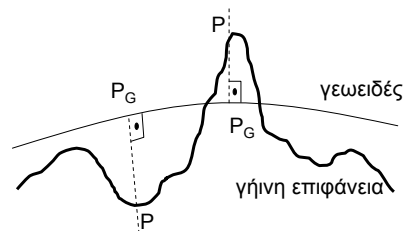
- Γεωειδές
 - το γεωειδές είναι ...
 - η επιφάνεια που σχηματίζεται αν φανταστούμε την επιφάνεια της θάλασσας, ηρεμούσα στη μέση στάθμη, να επεκτείνεται κάτω από τις ηπείρους



Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Γεωειδές (ορισμός)

- η ισοδυναμική επιφάνεια έλξης και περιστροφής της γης, που πλησιάζει τη μέση στάθμη της θάλασσας με ακρίβεια ± 1 m διορθωμένη από τις επιδράσεις των μεταβολών της πυκνότητας του νερού, των κυμάτων, των παλιρροιών και των ρευμάτων
- κάθετη στη διεύθυνση της βαρύτητας (την κατακόρυφο)
- αμφιμονοσήμαντη αντιστοιχία
κάθε σημείου P της γήινης
επιφάνειας με το σημείο P_G
του γεωειδούς



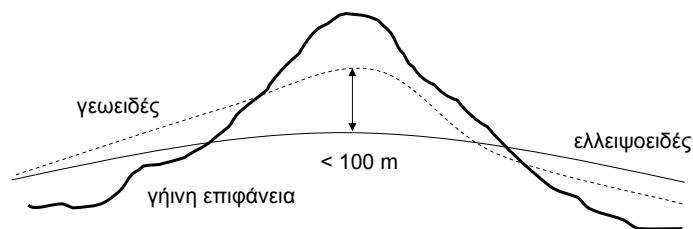
Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Γεωειδές και ελλειψοειδές

- η επιφάνεια του γεωειδούς προσδιορίζεται (σημείο προς σημείο) με:
 - γεωδαιτικές και αστρονομικές παρατηρήσεις,
 - μετρήσεις της βαρύτητας της γης, και
 - ανάλυση της κίνησης των τεχνητών δορυφόρων
- το γεωειδές είναι μια ακανόνιστη μη μαθηματική κυματοειδής επιφάνεια
- το γεωειδές δεν μπορεί να αναπαρασταθεί μαθηματικά

Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Γεωειδές και ελλειψοειδές
 - σε πρακτικές εφαρμογές το γεωειδές προσεγγίζεται
 - από ένα ελλειψοειδές εκ περιστροφής
 - μέγιστη αποχή μικρότερη των 100 m



Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Γεωειδές και ελλειψοειδές
 - ο προσδιορισμός των γεωμετρικών στοιχείων του ελλειψοειδούς που προσεγγίζει καλύτερα το γεωειδές αποτελεί βασικό πρόβλημα της γεωδαισίας

Ελλειψοειδή Παράμετροι	Bessel 1840	Hayford 1909	Krassowsky 1942	G.R.S. 67 1967	G.R.S. 80 1980
α	6.377.397,15	6.378.388,00	6.378.245	6.378.160.00	6.378.137
β	6.356.078,96	6.356.911,94	6.356.863	6.356.774,51	6.356.752
$f = (\alpha - \beta) / \alpha$	1 : 299,2	1 : 297,0	1 : 298,3	1 : 298,2	1 : 298,257

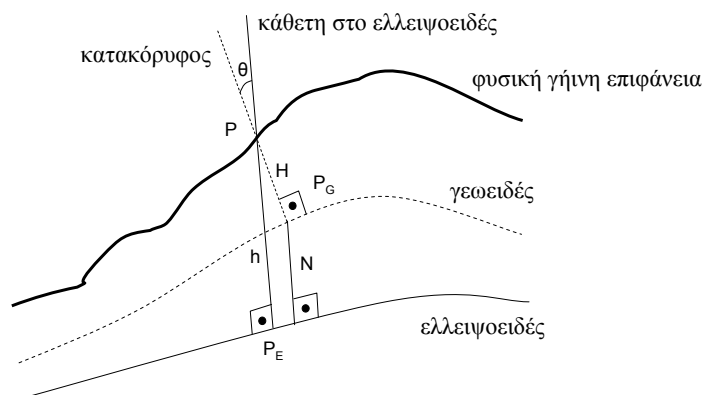
- πλάτυνση $f = 1:300$ σημαίνει ότι σε ομοίωμα του γήινου ελλειψοειδούς με ακτίνα ισημερινού $\alpha = 30$ cm, ο πόλος απέχει από το επίπεδο του ισημερινού $\beta = 29,9$ cm

Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Γεωειδές και ελλειψοειδές
 - υψόμετρο του γεωειδούς (N)
 - σε ένα σημείο καλείται η αποχή του γεωειδούς ως προς κάποιο ελλειψοειδές αναφοράς στο σημείο αυτό
 - υψόμετρο (H)
 - σε ένα σημείο καλείται η απόστασή του από το γεωειδές (μέση στάθμη της θάλασσας)
 - γεωμετρικό υψόμετρο (h)
 - καλείται το άθροισμα: $h = H + N$
 - απόκλιση της κατακόρυφου (θ)
 - η γωνία θ που σχηματίζει η κάθετη στο ελλειψοειδές και η κατακόρυφος (η κάθετη στο γεωειδές)

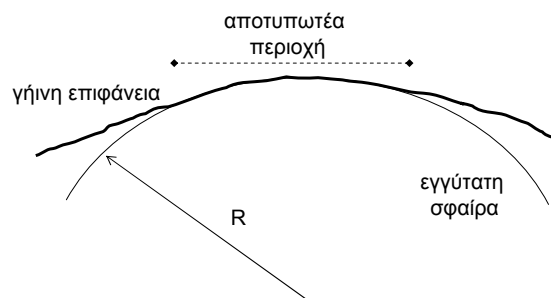
Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Γεωειδές και ελλειψοειδές



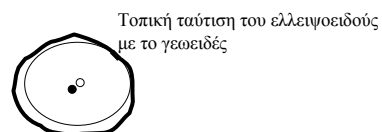
Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Προσέγγιση της επιφάνειας του γεωειδούς
 - περιοχές ακτίνας μέχρι 10 km η γη θεωρείται επίπεδη
 - περιοχές ακτίνας μέχρι 100 km η γη θεωρείται σφαιρική
 - η ακτίνα R της σφαίρας υπολογίζεται για τα διάφορα γεωγραφικά πλάτη
 - για τις πρακτικές εφαρμογές στην τοπογραφία χρησιμοποιείται η μέση ακτίνα της γης $R = 6371 \text{ km}$



Σχήμα και μέγεθος της γης...

- Προσέγγιση του γεωειδούς
 - περιοχές ακτίνας μεγαλύτερες των 100 km εφαρμόζεται το γήινο ελλειψοειδές
 - η επιλογή του ελλειψοειδούς γίνεται ανάλογα με την περιοχή
 - κάθε κράτος επιλέγει το ελλειψοειδές αναφοράς που προσεγγίζει καλύτερα το αντίστοιχο γεωειδές, ορίζοντας έτσι το γεωδαιτικό του σύστημα αναφοράς (γεωδαιτικό datum)
 - σε ένα τέτοιο ελλειψοειδές αναφοράς:
 - το κέντρο δε συμπίπτει με το κέντρο μάζας της γης,
 - ο μικρός άξονας εκλέγεται παράλληλος στον άξονα περιστροφής της γης με ακρίβεια καλύτερη του 1 ppm, και
 - επιδιώκεται η ταύτιση με το γεωειδές

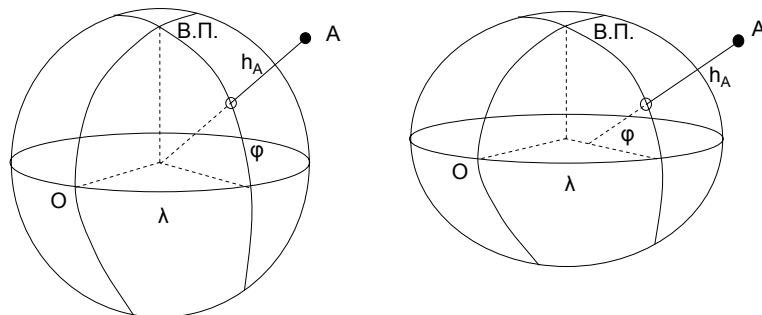


Συστήματα αναφοράς

- Σύστημα αναφοράς χώρου
 - μηχανισμός ορισμού θέσης ή περιγραφής ενός γεωμετρικού σώματος (π.χ., της γης)
 - αναγκαίος ο ορισμός
 - σημείου αρχής (origin)
 - διεύθυνσης αξόνων αναφοράς
 - γεωμετρικής έννοιας των μετρήσεων
 - μονάδων μέτρησης
 - δύο ή περισσότερες διαστάσεις

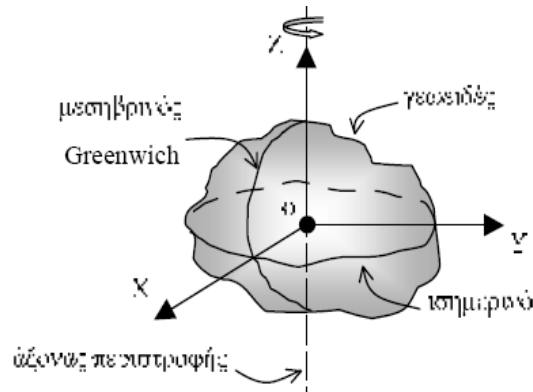
Ορισμός της θέσης σημείου...

- Σφαίρα ή ελλειψοειδές
 - η θέση περιγράφεται από τις γεωγραφικές συντεταγμένες (φ , λ) της προβολής του σημείου στην επιφάνεια αναφοράς και από το μήκος (h) της προβάλλουσας καθέτου



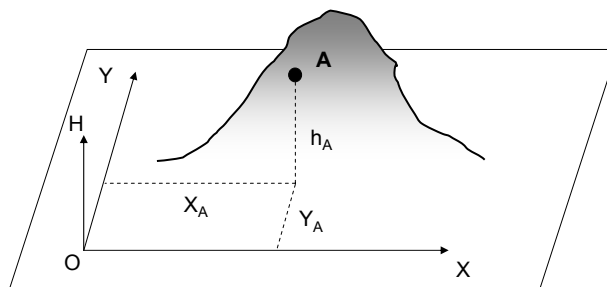
Ορισμός της θέσης σημείου...

- Γεωκεντρικό καρτεσιανό σύστημα αναφορά συντεταγμένων
 - Περιγράφει όλο το χώρο (γη-διάστημα)
 - Μη πρακτικό για εφαρμογές γήινης επιφάνειας



Ορισμός της θέσης σημείου...

- Επίπεδο
 - η θέση περιγράφεται από τις ορθογώνιες επίπεδες συντεταγμένες (οριζοντιογραφία) της προβολής του σημείου στο επίπεδο αναφοράς και από το μήκος της προβάλλουσας κατακορύφου (υψομετρία)
 - αν η αρχή συντεταγμένων O συμπίπτει με το σημείο επαφής του επιπέδου με το ελλειψοειδές, τότε ο άξονας Y είναι εφαπτόμενος του μεσημβρινού που διέρχεται από το O και κατευθύνεται στο γεωγραφικό βορά



Γεωμετρία ελλειψοειδούς εκ περιστροφής

- Παράμετροι ελλειψοειδούς
 - Οι άξονες: a (μεγάλος) και b (μικρός)
 - Η επιπλάτυνση f ,
 - Η 1^η εκκεντρότητα

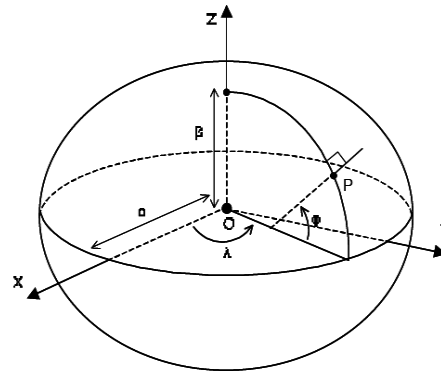
$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$$

- Η 2^η εκκεντρότητα

$$e' = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{b^2}}$$

- Εξίσωση ελλειψοειδούς

$$\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{a^2} + \frac{Z^2}{b^2} = 1$$



Γεωμετρία ελλειψοειδούς εκ περιστροφής

- Παρουσιάζει τρεις καμπυλότητες σε κάθε θέση P
 - Καμπυλότητα της μεσημβρινής τομής K_p

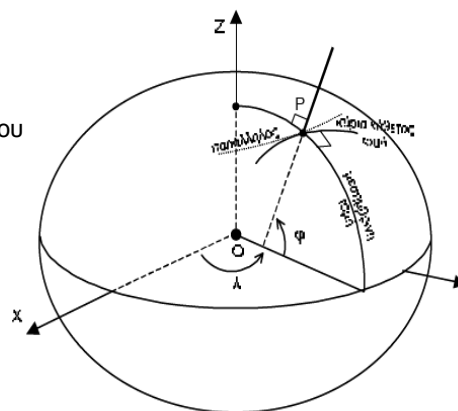
$$K_p = -\frac{a(1-e^2)}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 \phi}}$$

- Καμπυλότητα του παράλληλου κύκλου που περνάει από το P, K_r

$$K_r = \frac{a^2 \cos^2 \phi}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 \phi}}$$

- Καμπυλότητα της κύριας κάθετης τομής K_N στη μεσημβρινή τομή

$$K_N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 \phi}}$$



Μετασχηματισμός Γεωδαιτικών σε Καρτεσιανές Συντεταγμένες

- Για τη μετατροπή των (ϕ, λ, h) συντεταγμένων σε (X, Y, Z) εφαρμόζουμε:

$$X = (K_N + h) \cos \phi \cdot \cos \lambda$$

$$Y = (K_N + h) \cos \phi \cdot \sin \lambda$$

$$Z = [K_N(1 - e^2) + h] \sin \phi$$

- Για τον αντίστροφο μετασχηματισμό χρησιμοποιούμε τις εξής σχέσεις:

$$\tan \lambda = \frac{Y}{X}$$

$$\tan \phi = \frac{Z + e^2 K_N \sin \phi}{\sqrt{X^2 + Y^2}}$$

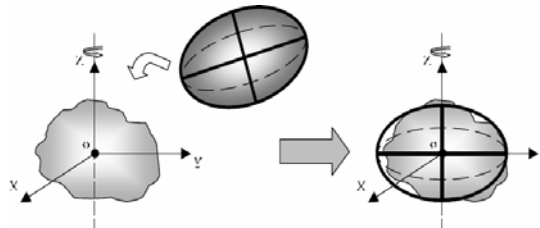
$$h = \begin{cases} X \sec \lambda \cdot \sec \phi - K_N \\ Y \cos \phi \cdot \sec \lambda \cdot \sec \phi - K_N \end{cases}$$

Περιεχόμενα

- Γεωγραφικά δεδομένα
 - Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
 - Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
 - Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων
- Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου
 - Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
 - Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου
- Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά
 - Σχήμα και μέγεθος της γης
 - Συστήματα αναφοράς
 - GPS

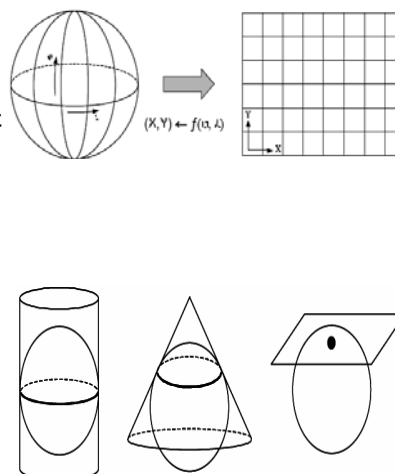
Γεωδαιτικά Συστήματα Αναφοράς (ΓΣΑ)

- Για λόγους πρακτικότητας, εισάγονται τα ΓΣΑ (γεωδαιτικά datums)
 - Κατακόρυφο datum (υψομετρικές μετρήσεις) – αρχή αναφοράς υψομέτρων και βαθών το γεωειδές (ΜΣΘ)
 - Οριζοντιογραφικό datum (επιφανειακές μετρήσεις) – προσαρμογή μαθηματικού στερεού (ελλειψοειδές εκ περιστροφής) επί της γης
- Γήινα έναντι τοπικών datums
 - Ελαχιστοποίηση διαφοράς γεωειδούς ελλειψοειδούς συνολικά ή τοπικά



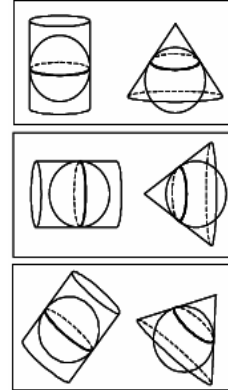
Χαρτογραφικές προβολές

- Αναφέρονται στο μετασχηματισμό των χαρακτηριστικών της γήινης επιφάνειας σε μια επίπεδη επιφάνεια προβολής
- Παράδειγμα: Έστω η γη μια γυάλινη σφαίρα και όλα τα χαρακτηριστικά της σχεδιασμένα με μελάνι. Τότε αν στο κέντρο της υπήρχε πηγή φωτός, τυλίγοντάς την με ελαστικό φύλλο θα προβάλαμε τα χαρακτηριστικά της πάνω σε αυτήν την επιφάνεια
- Μη ακριβής προβολή καθώς η σφαιρική αυτή επιφάνεια είναι *μη-αναπτυκτική σε επίπεδο* (για να αναπτυχθεί υπεισέρχονται παραμορφώσεις)
- Υπάρχουν *αναπτυκτές σε επίπεδο* επιφάνειες, όπως ο κύλινδρος και ο κώνος



Κατηγορίες Χαρτογραφικών προβολών ανάλογα με...

- Φύση επιφάνεια προβολής
 - Επίπεδες ή αζιμουθιακές, κωνικές, κυλινδρικές
- Σχέση επιφάνεια προβολής – γης
 - Εφαπτομενικές, τέμνουσες ή πολυεπίπεδες
- Θέση επιφάνειας προβολής σε σχέση με τη γη
 - Αλλάζοντας τη θέση μεταφέρεται η περιοχή με την ελάχιστη παραμόρφωση
 - Κανονικές (άξονες παράλληλοι), εγκάρσιες (άξονες κάθετοι), πλάγιες
- Χαρακτηριστικά της προβολής
 - Ισοδύναμες (εμβαδόν), ισαπέχουσες (μήκη), σύμμορφες



Συστήματα απεικονίσεων

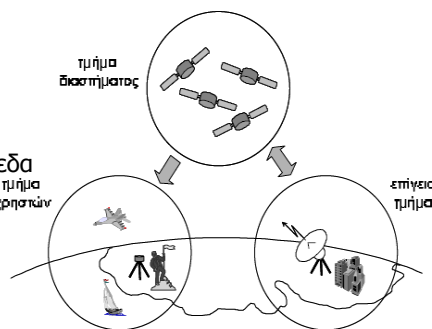
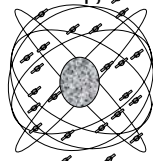
- Ο όρος σύστημα απεικόνισης αντιστοιχεί σε ένα σύστημα αναφοράς. Αξιοποιείται σε γεωδαιτικές, χαρτογραφικές εργασίες για προσδιορισμό της θέσης αντικειμένων. Στην Ελλάδα εφαρμόζονται κυρίως τα εξής τέσσερα:
 - Hatt – πλάγια αζιμουθιακή ισαπέχουσα σε ελλειψοειδές
 - UTM-6° – εγκάρσια σύμμορφη μερκατορική προβολή σε ελλειψοειδές
 - ΕΜΠ-3° – ίδιο με το UTM-6° εφαρμοσμένο σε άλλο ελλειψοειδές
 - ΕΓΣΑ'87 – ίδιο με τα προηγούμενα δύο εφαρμοσμένο σε άλλο ελλειψοειδές. Επίσημο γεωδαιτικό σύστημα της χώρας

Περιεχόμενα

- Γεωγραφικά δεδομένα
 - Αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - μοντέλα αναπαράστασης χώρου (και χρόνου)
 - Μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων
 - ψηφιδωτό, διανυσματικό
 - Πηγές και παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων
- Λειτουργίες ανάλυσης Χώρου
 - Τοπικές λειτουργίες, Κεντρικές λειτουργίες και Λειτουργίες Ζώνης
 - Παράδειγμα λειτουργίας ανάλυσης χώρου
- Εισαγωγή στη Γεωδαισία – Γεωαναφορά
 - Σχήμα και μέγεθος της γης
 - Συστήματα αναφοράς
 - GPS

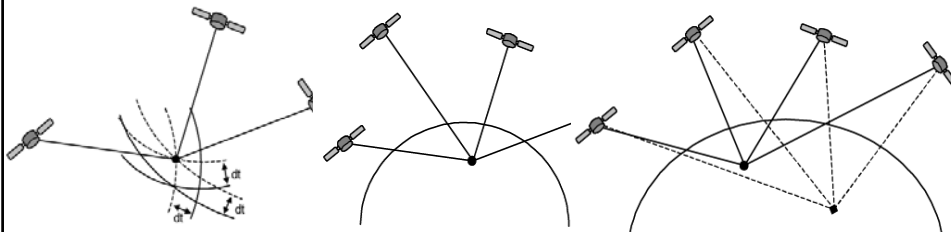
Το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης - GPS

- Το Global Positioning System GPS βασίζεται στις αρχές λειτουργίας των παθητικών δορυφορικών συστημάτων ναυσιπλοΐας και παρέχει πληροφορίες θέσης και ταχύτητας, σε παγκόσμια κλίμακα, ανεξαρτήτων καιρικών συνθηκών, 24 ώρες το 24ωρο, σε απεριόριστο αριθμό χρηστών
- Ακρίβεια στιγμιαίου εντοπισμού θέσης $\sim 10\text{m}$, και της στιγμιαίας ταχύτητας $\sim 0.03 \text{ m/sec}$
- Λειτουργικά τμήματα
 - Χρηστών
 - Επίγειο – ελέγχει το διαστημικό
 - Διαστήματος – βέλτιστη κάλυψη γης με 4-24 δορυφόρους σε 6 τροχιακά επίπεδα με γωνία κλίσης 55° ως προς ισημερινό



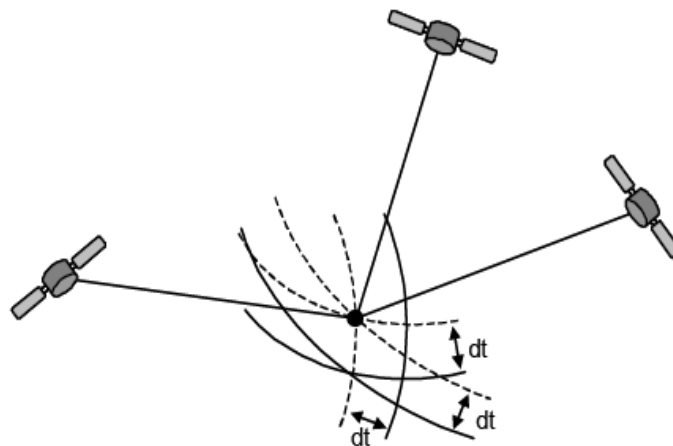
Μέθοδοι εντοπισμού θέσης με το GPS

- Βασίζεται στη μέτρηση τουλάχιστον 4 αποστάσεων από ισάριθμους δορυφόρους
- Η μέτρηση της απόστασης δέκτη-δορυφόρου επιτυγχάνεται με την ευθυγράμμιση του κώδικα που εκπέμπει ο κάθε δορυφόρος με τον κώδικα που παράγει ο δέκτης
- Οι μετρήσεις συνδυάζονται με τις γνωστές θέσεις των δορυφόρων, δημιουργώντας 4 εξισώσεις που δίνουν τα (X,Y,Z,dt)
- Δύο μέθοδοι: (Απλός – με 3 δορυφόρους, εισάγει λάθος dt ή 4 δορυφόρους) και (σχετικός – χρησιμοποιείται δεύτερος δέκτης γνωστών συντεταγμένων)



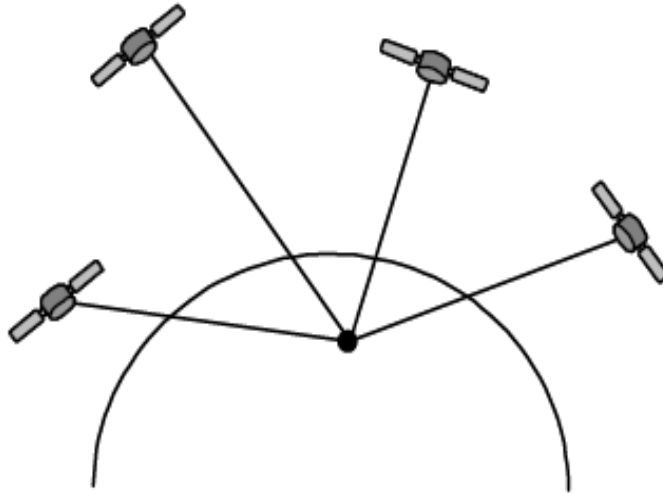
Μέθοδοι εντοπισμού θέσης με το GPS

- Απλός (3 δορυφόροι)



Μέθοδοι εντοπισμού θέσης με το GPS

- Απλός (4 δορυφόροι)



Μέθοδοι εντοπισμού θέσης με το GPS

- Διαφορικός (απαιτείται σταθμός αναφοράς)

