



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΑΡΧΕΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ και ΣΓΠ

Μοντέλα και Δομές Χωρικών Δεδομένων

Θέματα Παρουσίασης

- Ανάγκη ανάπτυξης μοντέλων και δομών χωρικών δεδομένων
- Χαρακτηριστικά
 - Μετρητικών ιδιοτήτων
 - Τοπολογικών σχέσεων
- Μοντέλα δεδομένων
- Δομές δεδομένων

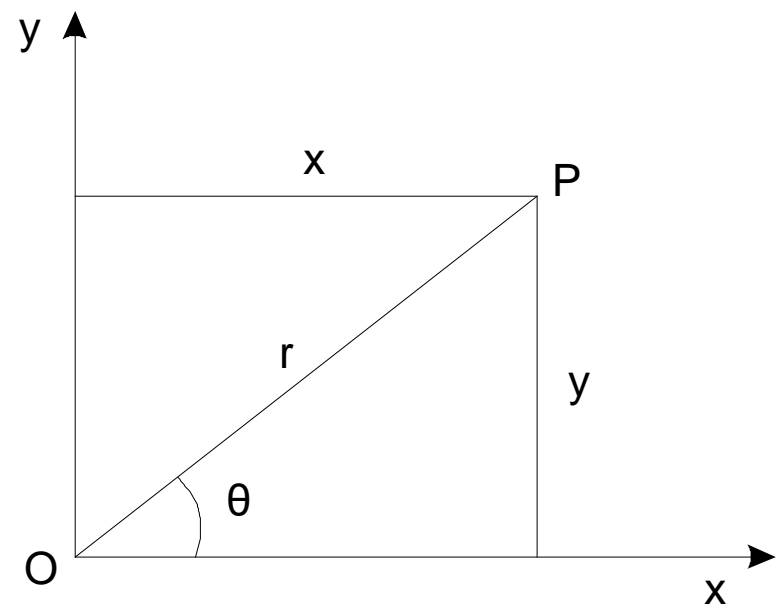
Ανάγκη Ανάπτυξης Μοντέλων και Δομών Χωρικών Δεδομένων

- Η **περιγραφή** των γεωγραφικών δεδομένων, η **σύνδεση** και **διαχείριση** γεωμετρικής πληροφορίας, η οποία αναφέρεται σε:
 - **μετρητικές ιδιότητες** :
 1. θέση
 2. προσανατολισμός
 3. σχήμα
 4. μέγεθος των γεωγραφικών αντικειμένων
 - **τοπολογικές σχέσεις** :
 1. συνδεσιμότητα και
 2. γειτνίαση των γεωγραφικών αντικειμένων

Χαρακτηριστικά των Μετρητικών Ιδιοτήτων - I

Η θέση και ο προσανατολισμός εκφράζονται σε σχέση με κάποιο σύστημα αναφοράς.

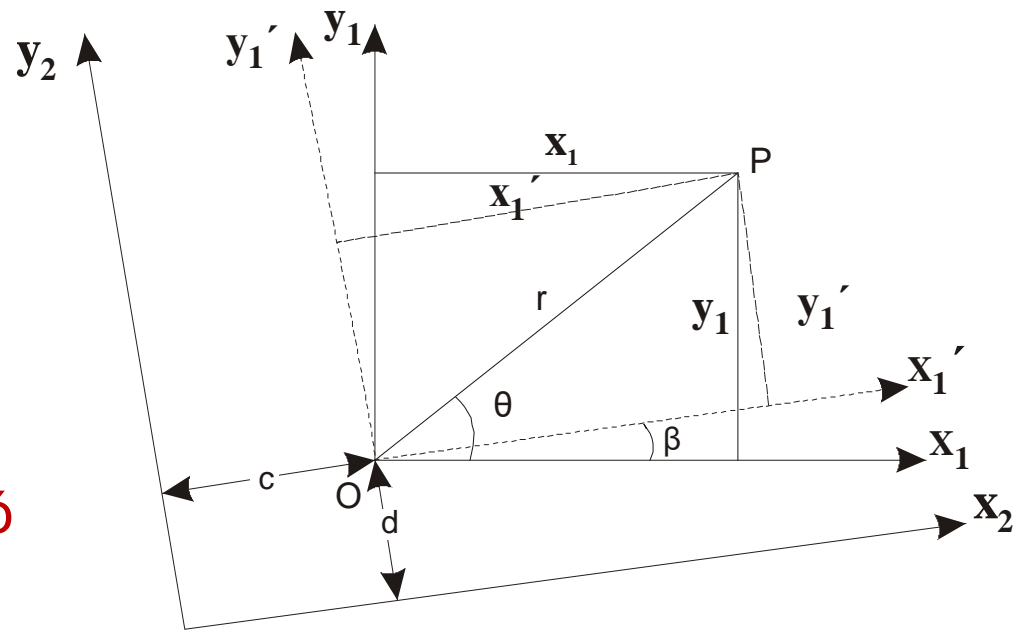
- Η θέση κάθε σημείου προσδιορίζεται από ένα ζεύγος συντεταγμένων
- Ο προσανατολισμός των πλευρών δίνεται από τη γωνία που σχηματίζουν με τον άξονα συντεταγμένων



Χαρακτηριστικά των Μετρητικών Ιδιοτήτων - II

Το σχήμα και το μέγεθος:

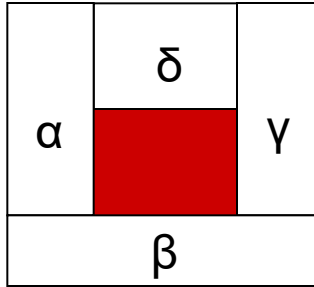
- προκύπτουν από το μήκος των πλευρών των γεωμετρικών στοιχείων και από τις γωνίες που σχηματίζουν οι πλευρές μεταξύ τους
- εκφράζονται ανεξάρτητα από το σύστημα συντεταγμένων - αμετάβλητα σε μετασχηματισμό του συστήματος συντεταγμένων που διατηρεί σταθερή την κλίμακα και τη γωνία μεταξύ των αξόνων



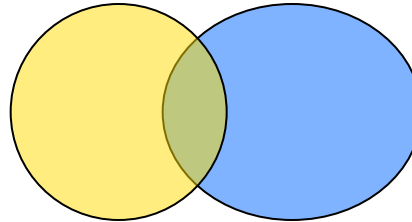
Χαρακτηριστικά των Τοπολογικών Σχέσεων

- ορίζονται ανεξάρτητα από τις μετρητικές ιδιότητες
- αμετάβλητες κάτω από οποιοδήποτε μετασχηματισμό του συστήματος συντεταγμένων
- αμετάβλητες κάτω από παραμορφώσεις

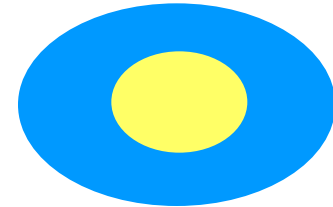
Τοπολογικές Σχέσεις



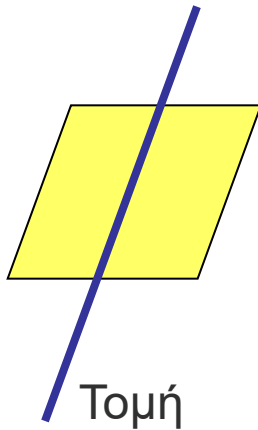
Γειννίαση



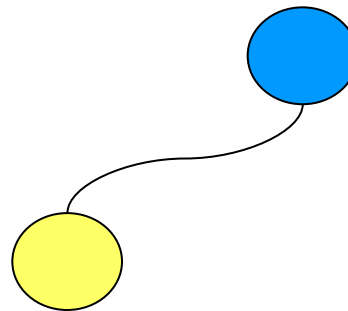
Επικάλυψη



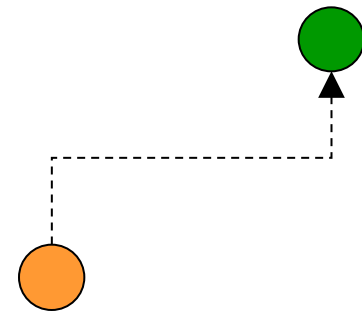
περιστοίχιση



Τομή



Σύνδεση



Αρχή - προορισμός

Ανάγκη Ανάπτυξης Μοντέλων

- Το Πρόβλημα:
 - Καθένας έχει δική του αντίληψη, για το χώρο και χρόνο με βάση το κοινωνικό περιβάλλον του και την εκπαίδευση του.
- Η Ανάγκη:
 - Ένα πληροφοριακό σύστημα, από μόνο του, δεν ξέρει τίποτα σχετικά με τα δεδομένα που περιέχει και διαχειρίζεται.
- Σκοπός:
 - πως τα δεδομένα ενός ΣΓΠ φέρουν τις πληροφορίες των χωρικών αντικειμένων-φαινομένων.

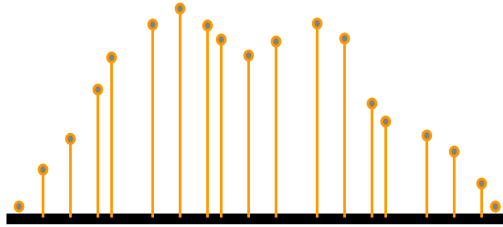
Ανάγκη Ανάπτυξης Μοντέλων

- Πριν τη συλλογή δεδομένων είναι απαραίτητη η διαδικασία της αντίληψης, κατανόησης και μοντελοποίησης των φαινομένων.
- Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας μοντελοποίησης είναι η νοητική σύνδεση αντικειμένων και φαινομένων με τα αντίστοιχα δεδομένα

Μοντέλα Δεδομένων - I

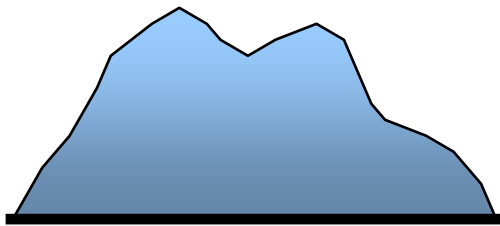
- Ορισμός:
 - τα μοντέλα δεδομένων είναι «συστήματα» που περιγράφουν τα δεδομένα.
 - ορίζουν το περιεχόμενο, τη δομή και το νόημα των δεδομένων.

Κατηγορίες Φαινομένων



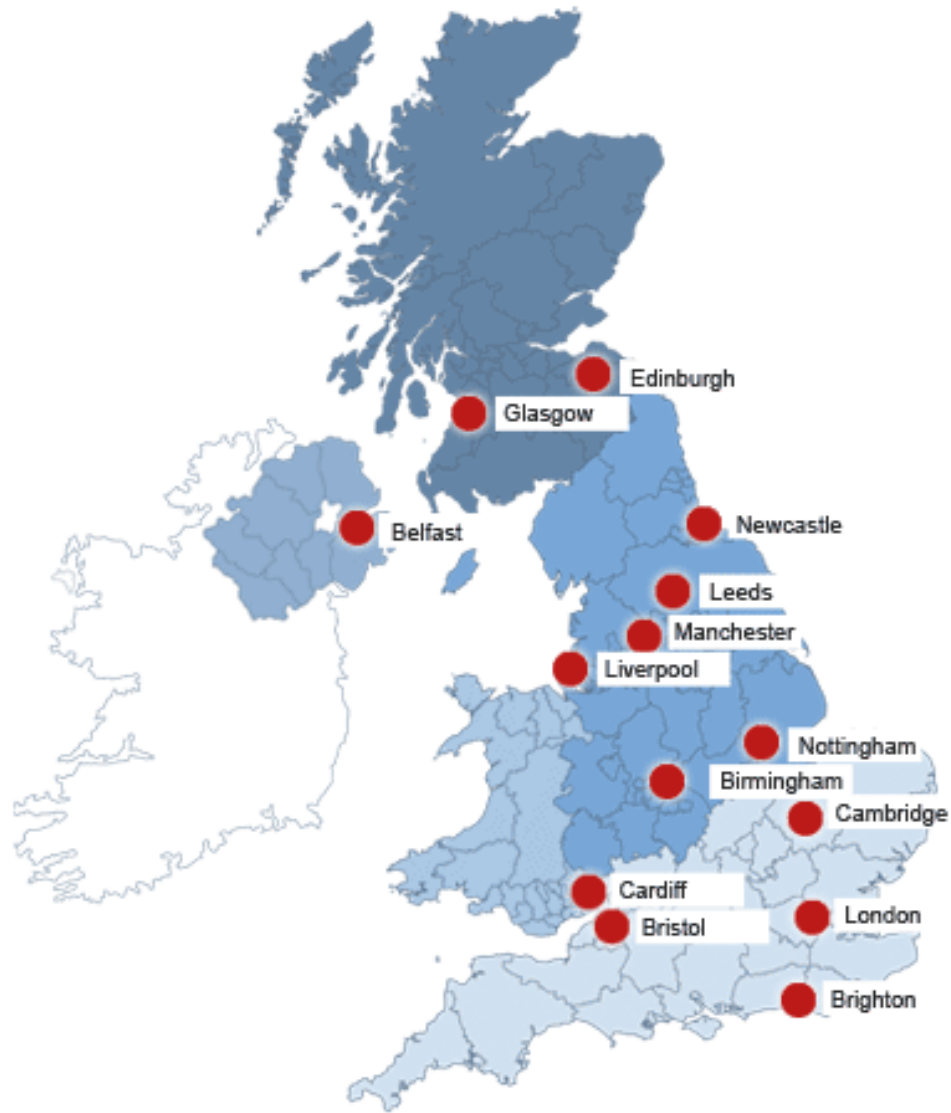
Διακριτά

Μεμονωμένες οντότητες σε συγκεκριμένες θέσεις – οι ενδιάμεσες επιφάνειες είναι κενές απ' αυτό το στοιχείο ή έχουν τιμή μηδέν, π.χ., μεμονωμένα κτήρια ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις.



Συνεχή

Καμία θέση δεν είναι κενή από το φαινόμενο που εξετάζεται, π.χ., κατηγορίες εδαφικής κάλυψης, θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης.



<http://www.bbc.co.uk/arts/powerofart/cities.shtml>

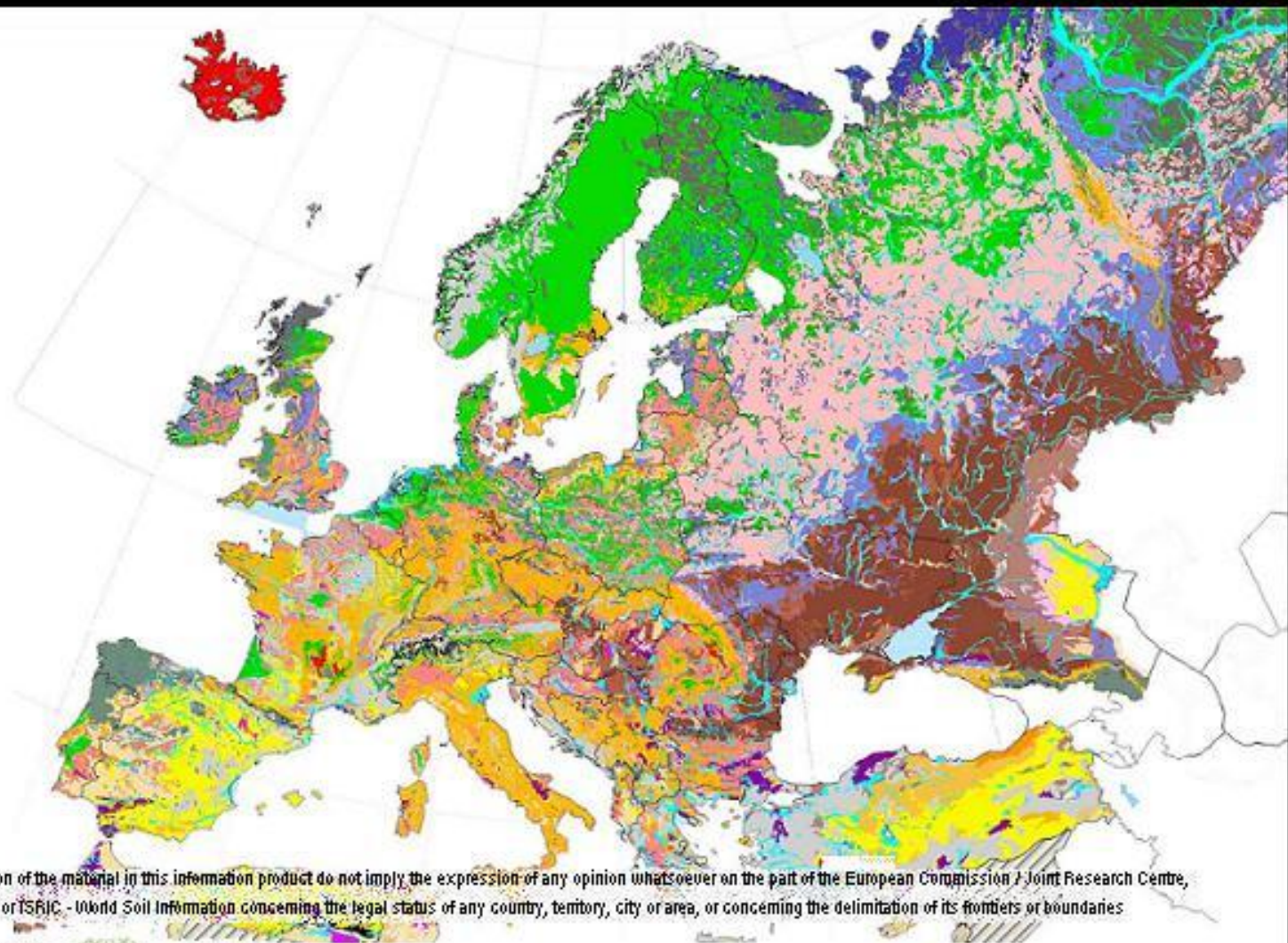
CLICK ON A CITY!



<http://www.dobberguides.com/>

SOIL MAPS OF EUROPE

European Digital Archive of Soil Maps – EuDASM



The designations employed and the presentation of the material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the European Commission / Joint Research Centre, the Institute for Environment and Sustainability or IESIC - World Soil Information concerning the legal status of any country, territory, city or area, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries



EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE-GENERAL
Joint Research Centre



ies
Institute for
Environment and
Sustainability



http://www.georelief.de/isotope/d/detail-4280000002198_big-1ffdfdfb.jpg

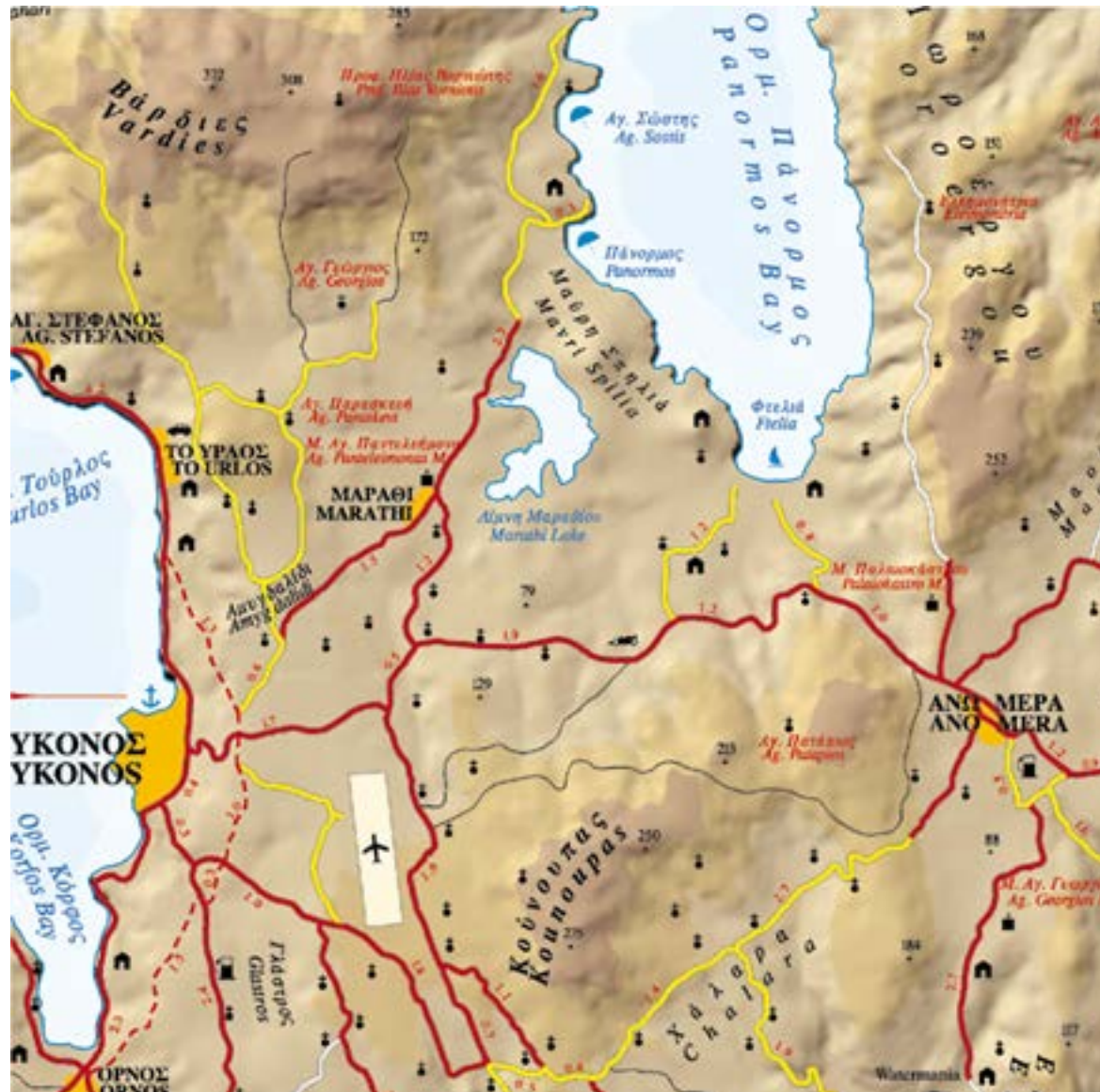
Είδη Μοντέλων

- Τα μοντέλα χωρικών δεδομένων διαχωρίζονται σε:
 - Μοντέλα αντικειμένων (Object Models)
 - Μοντέλα Πεδίων (Field Models)

Μοντέλο Αντικειμένων

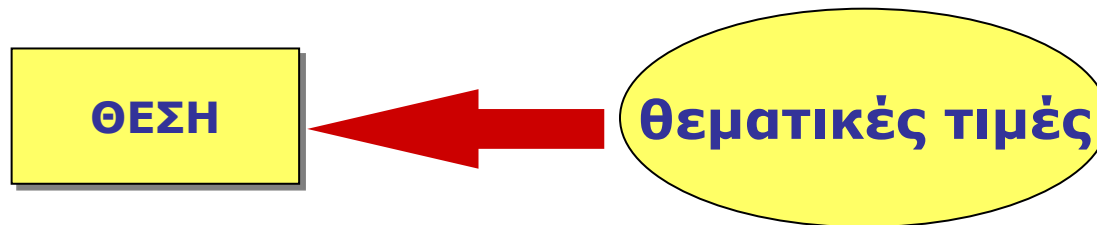
- Το μοντέλο αντικειμένων θεωρεί ότι ο γεωγραφικός χώρος αποτελείται από στοιχεία ή αντικείμενα
- Στο μοντέλο αντικειμένων, η σύνδεση της γεωμετρικής με τη θεματική πληροφορία γίνεται με τη βοήθεια ενός κωδικού



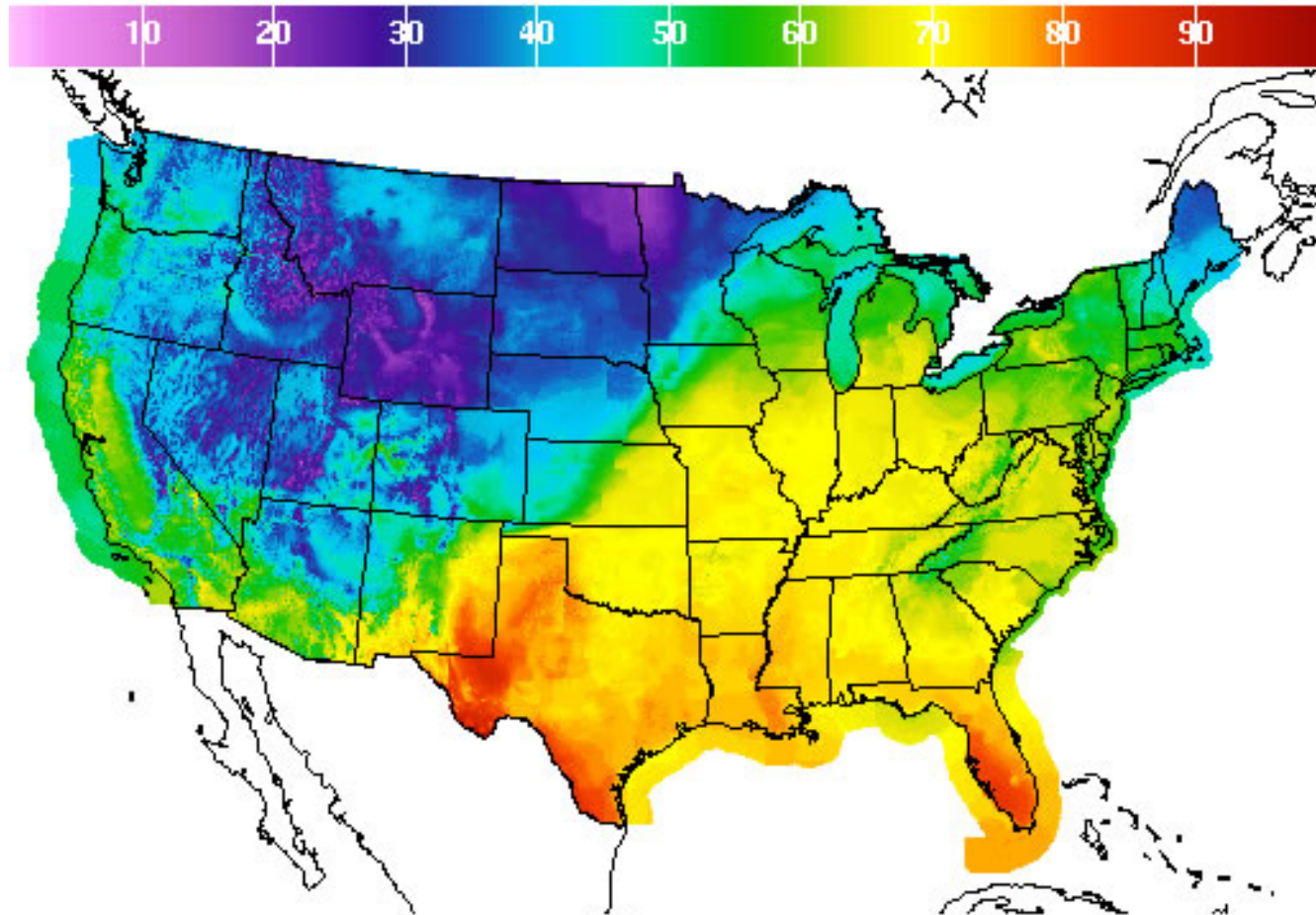


Μοντέλο Πεδίων

- Το μοντέλο πεδίων θεωρεί τη γήινη επιφάνεια ως ένα χωρικό συνεχές και ομογενές μέσο
- Το φαινόμενο που εξετάζεται παίρνει μια τιμή σε κάθε θέση του διδιάστατου χώρου.



Θερμοκρασία στις ΗΠΑ



High Temperature(F) Ending Wed Mar 07 2012 7PM EST
(Thu Mar 08 2012 00Z)

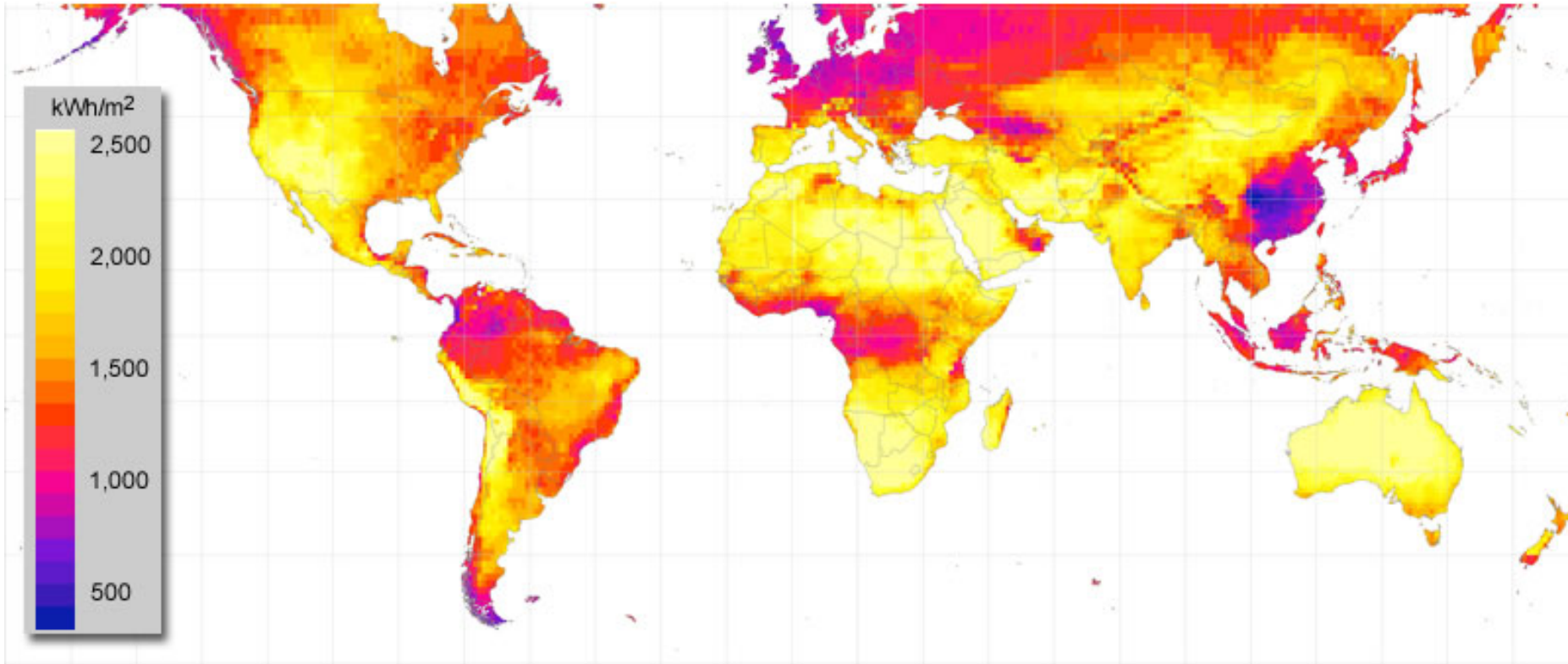
National Digital Forecast Database

18z issuance Graphic created-Mar 07 1:14PM EST



Εκπομπή ηλιακής ακτινοβολίας

Yearly sum of direct irradiance



<http://www.greenrhinoenergy.com/solar/radiation/empiricalevidence.php>

Δομές Χωρικών Δεδομένων - I

- «Συνδεδετικός κρίκος» μεταξύ του μοντέλου αντίληψης και περιγραφής του γεωγραφικού χώρου και του υπολογιστικού συστήματος
- Υλοποιούν τα μοντέλα δεδομένων
- Διαχειρίζονται μετρητικές ιδιότητες και τοπολογικές σχέσεις

Δομές Χωρικών Δεδομένων - II

- Στόχοι:
 - μεγαλύτερη εξοικονόμηση χώρου αποθήκευσης.
 - ταχύτερη προσπέλαση, επεξεργασία και ανάκτηση
- 2 κατηγορίες δομών χωρικών δεδομένων:
 - Κανονικοποιημένη (raster)
 - Διανυσματική (vector)
- Η κανονικοποιημένη συνδέεται περισσότερο με το μοντέλο πεδίων, ενώ η διανυσματική με το μοντέλο αντικειμένων

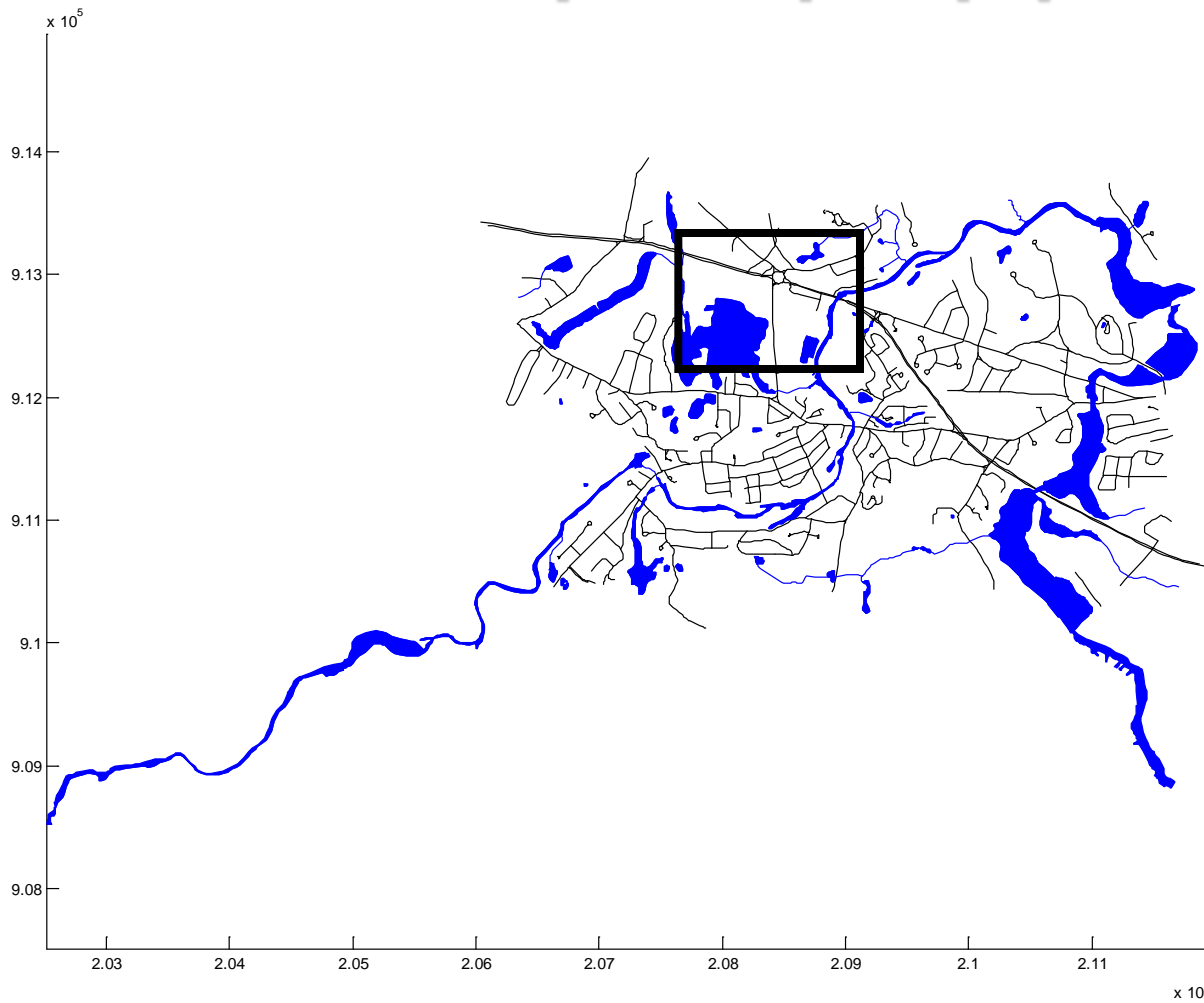
Διανυσματική Δομή

- Η βασική λογική μονάδα αντιστοιχεί σε μια γραμμή η οποία μπορεί να αναπαριστά
 - μια ισοϋψή καμπύλη,
 - ένα ποταμό,
 - ένα δρόμο,
 - το όριο μιας επιφάνειας ή
 - ένα γραμμικό τμήμα των παραπάνω.

Διανυσματική Δομή

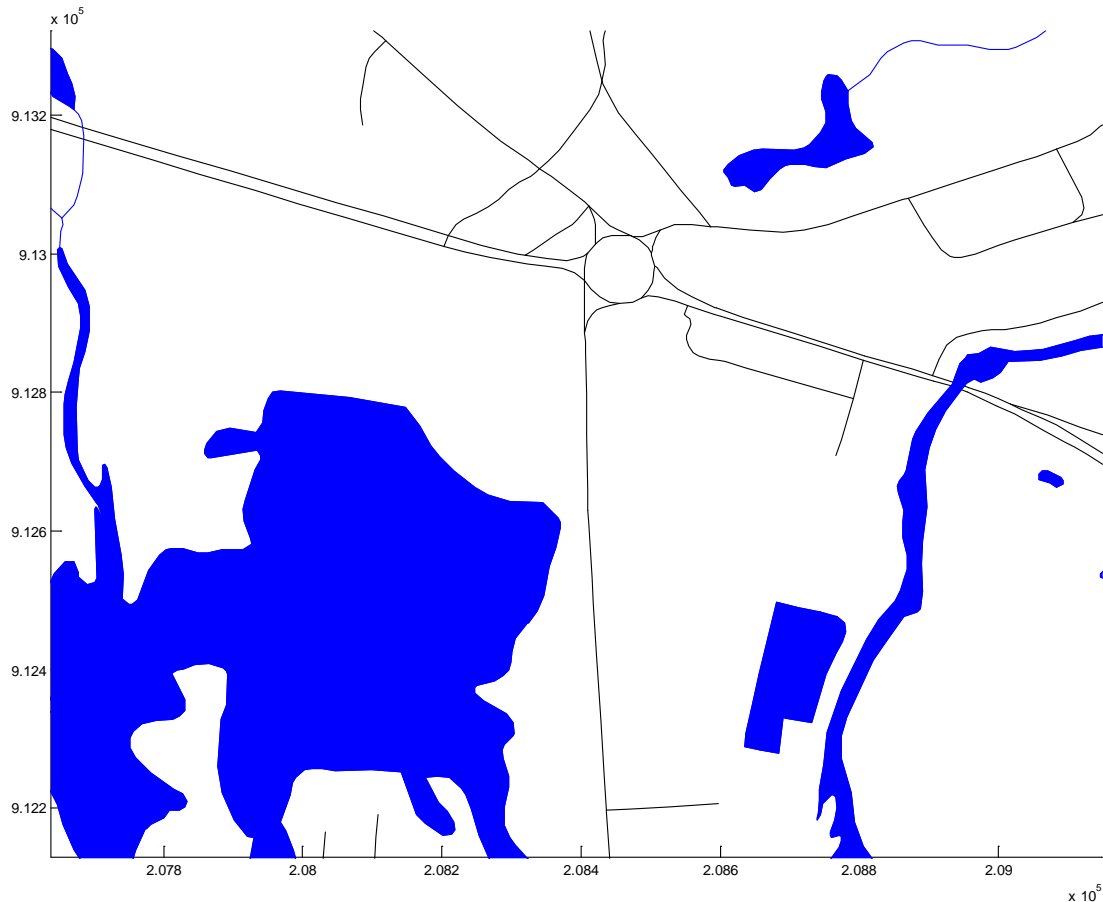
- Πλεονεκτήματα:
 - **Ακρίβεια** κατά την αναπαράσταση γεωγραφικών δεδομένων
 - **Οικονομία** σε χώρο αποθήκευσης
 - **Ποιότητα απεικόνισης** παρόμοια με αυτήν του αναλογικού χάρτη
 - Μεγάλη **ποικιλία λειτουργιών χωρικής ανάλυσης**

Διανυσματική Δομή



Παράδειγμα αναπαράστασης δεδομένων με διανυσματική δομή

Διανυσματική Δομή



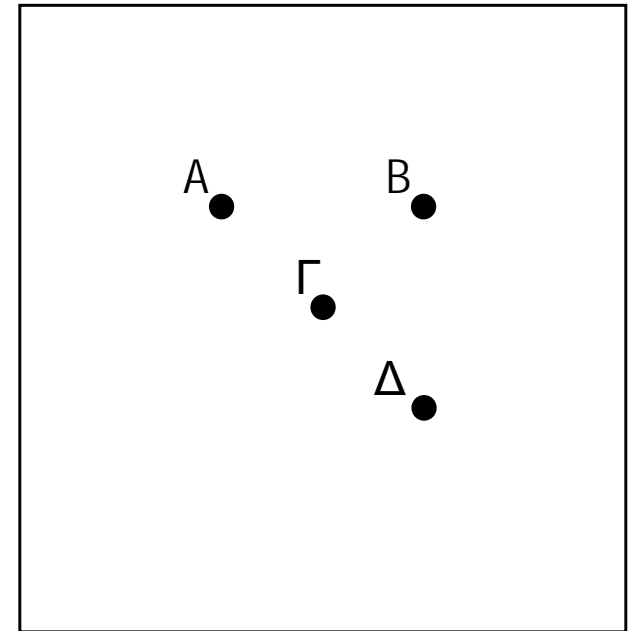
Αποτέλεσμα αλλαγής κλίμακας στα δεδομένα με διανυσματική δομή της προηγούμενης διαφάνειας: στη διανυσματική δομή μεγάλη μεγέθυνση δίνει καλύτερη θεώρηση των δεδομένων

Χωρικά ή Γεωμετρικά Αρχέτυπα

- Ένα διανυσματικό σύστημα, απεικονίζει τα δεδομένα ως σύνολα χωρικών αρχετύπων.
 - στα δισδιάστατα μοντέλα τα χωρικά αρχέτυπα είναι **σημεία, γραμμές και πολύγωνα**, ενώ
 - στα τρισδιάστατα χρησιμοποιούνται επιπλέον οι **επιφάνειες και οι όγκοι**.

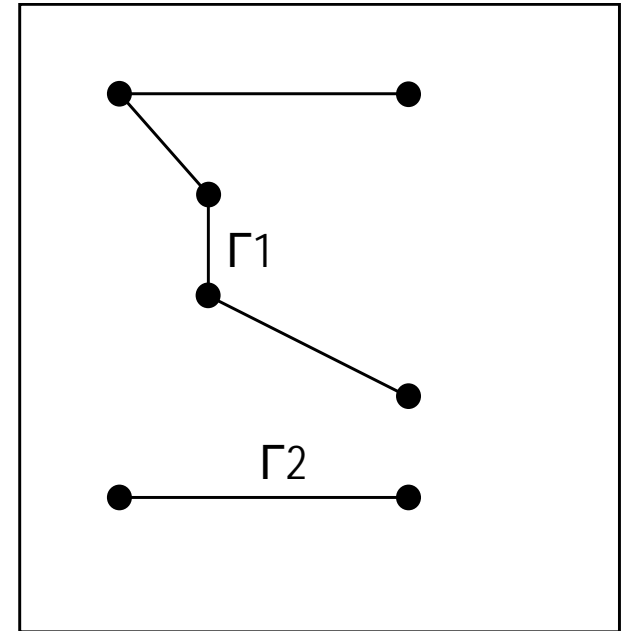
Χωρικά Αρχέτυπα - Σημεία

- Γραμμές μηδενικού μήκους - στοιχεία μηδενικής διάστασης
 - Αναπαριστούν
 - γεωγραφικές οντότητες με πολύ μικρό μέγεθος σε σχέση με την κλίμακα αναπαράστασης
 - συγκεκριμένες θέσεις στο χώρο
 - Στο δισδιάστατο χώρο, προσδιορίζονται μέσω ενός ζεύγους συντεταγμένων



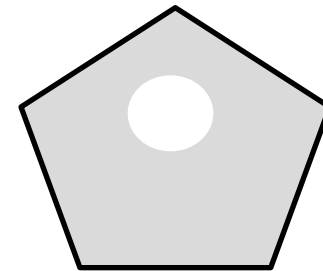
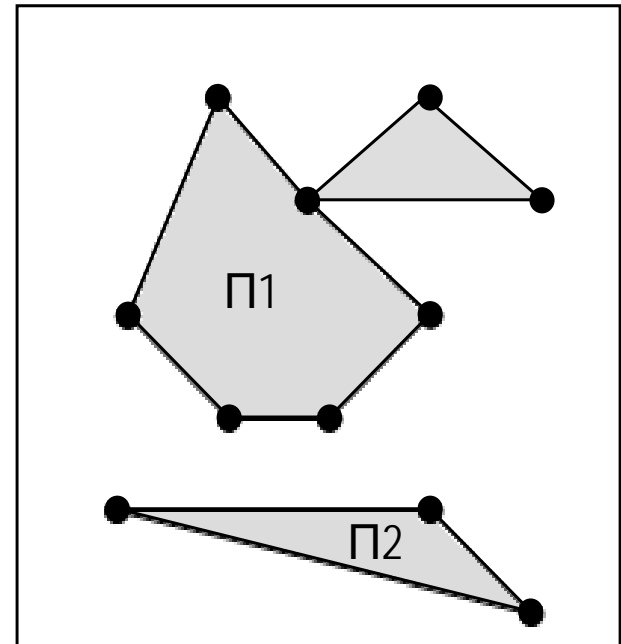
Χωρικά Αρχέτυπα - Γραμμές

- Στοιχεία μίας διάστασης
- Αποτελούνται από ένα σύνολο **διαδοχικών τόξων**
- Κάθε τόξο προσδιορίζεται από τις συντεταγμένες του σημείου αρχής και του σημείου τέλους του.

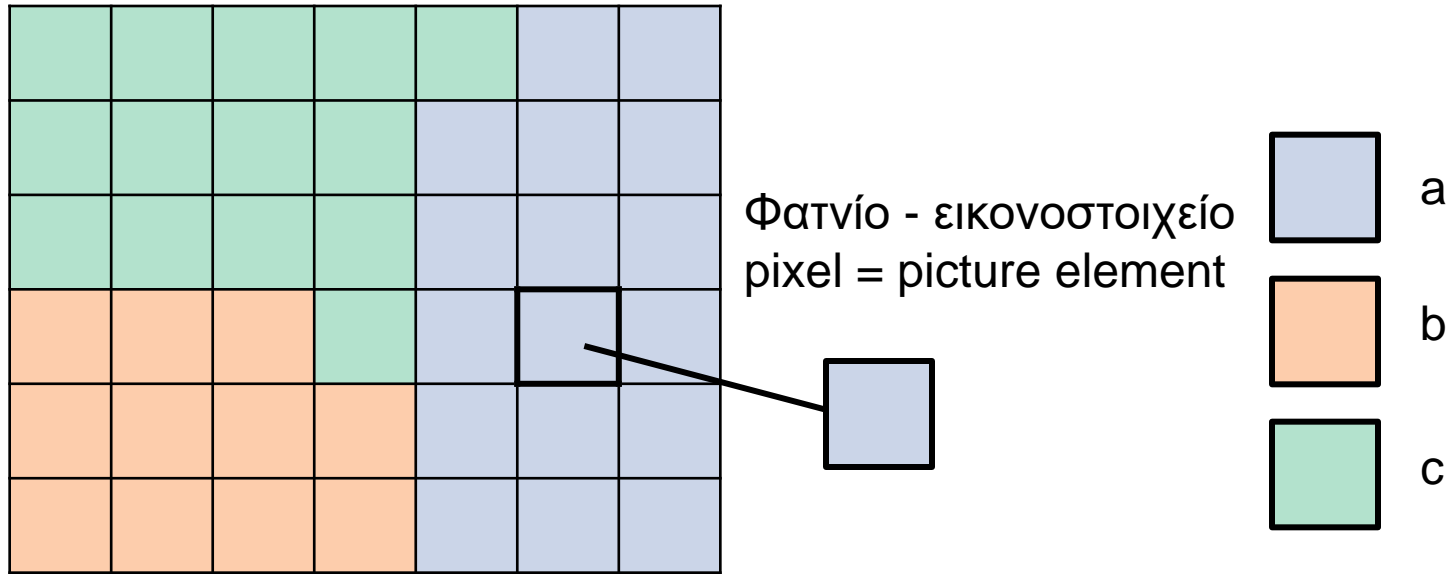


Χωρικά Αρχέτυπα - Πολύγωνα

- Στοιχεία δύο διαστάσεων
- Προσδιορίζονται από την κλειστή τεθλασμένη γραμμή που σχηματίζει το περίγραμμά τους.
 - Συμπαγή ή φέρουν «τρύπες» στο εσωτερικό τους
 - Απλά ή σύνθετα
 - Κυρτά ή μη κυρτά



Κανονικοποιημένη Δομή



Μωσαϊκή διαίρεση φατνίων (ομοιόμορφη κατανομή των φατνίων στο χώρο)

- Τοποθετεί και αποθηκεύει τα δεδομένα χρησιμοποιώντας ένα πίνακα ή ένα κάνναβο φατνίων
- Σε κάθε φατνίο αποδίδεται η τιμή ενός χαρακτηριστικού

Γεωμετρία Κανονικοποιημένης Δομής

m = συνολικός αριθμός στηλών ($m = 7$)

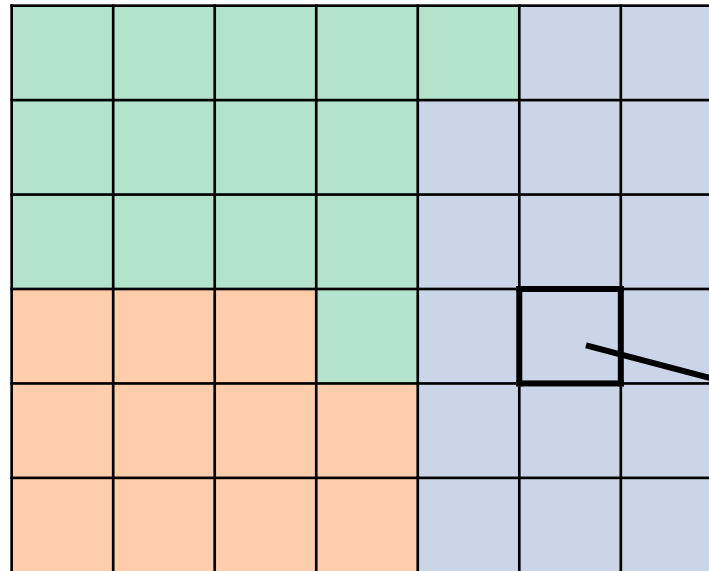
x_0, y_0

m

Αριθμός των
φατνίων =
 $n * m$

n

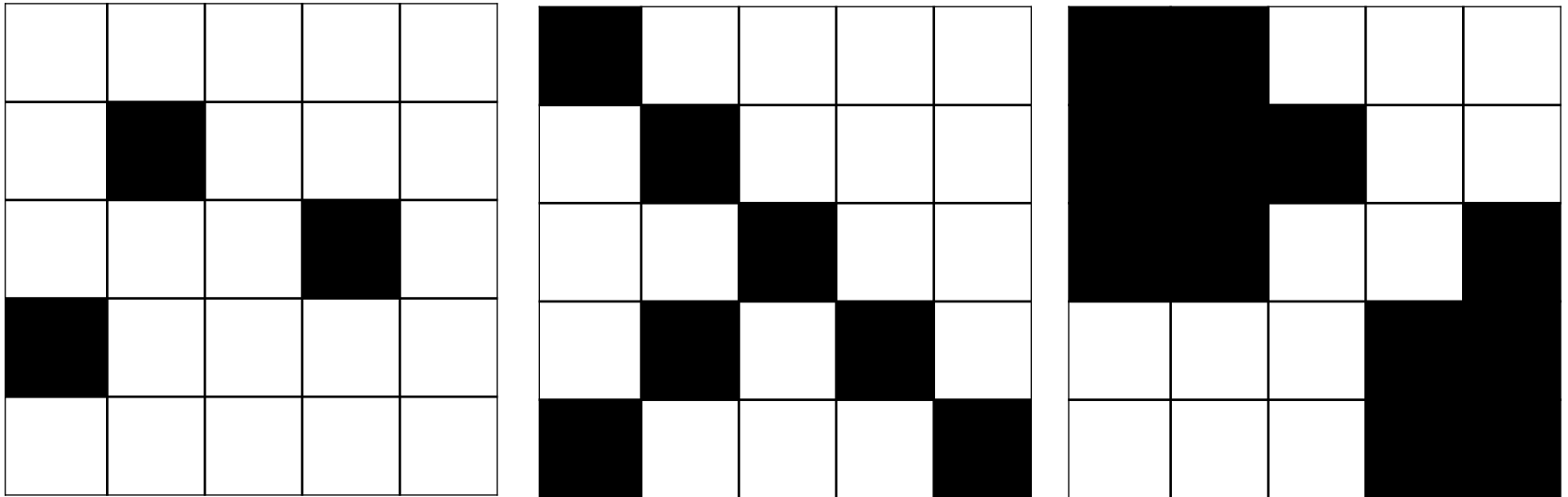
Θέση ενός φατνίου:
στήλη i , γραμμή j
ή (i, j)



n = συνολικός
αριθμός γραμμών
($n = 6$)

- Η αρχή των αξόνων είναι η πάνω αριστερή γωνία σε αντίθεση με τη διανυσματική όπου η αρχή των αξόνων είναι η κάτω αριστερή γωνία

Κανονικοποιημένη Δομή – Αναπαράσταση Γεωμετρικών Αρχετύπων



Σημειακά αντικείμενα: μοναδικά φατνία (κανένας από του γείτονες του να έχουν την ίδια τιμή)

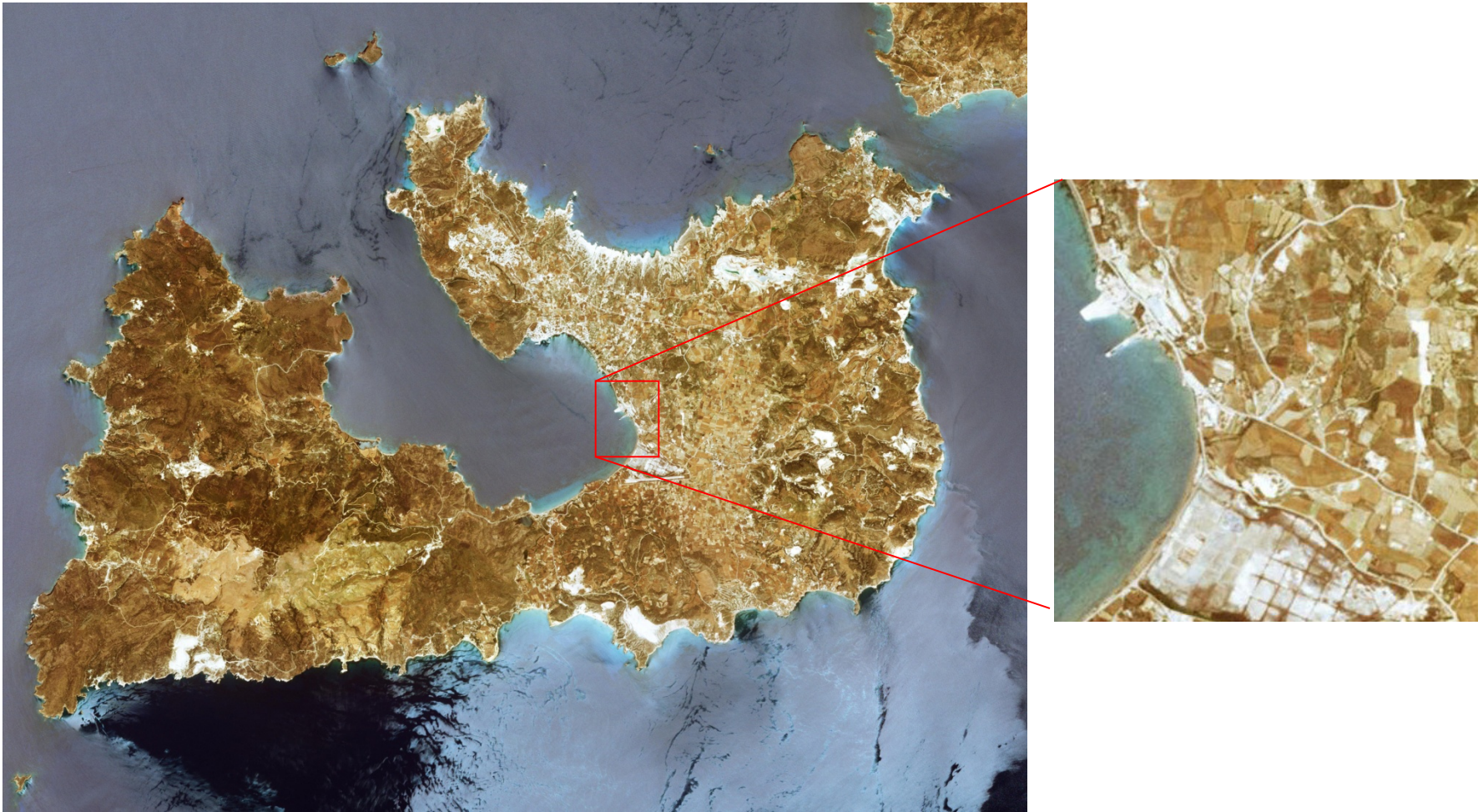
Γραμμικά αντικείμενα: σειρές γειτονικών φατνίων οποιασδήποτε διεύθυνσης

Πολυγωνικά αντικείμενα: συστάδες φατνίων ίδιας τιμής

Παραδείγματα γεωγραφικών δεδομένων κανονικοποιημένης δομής

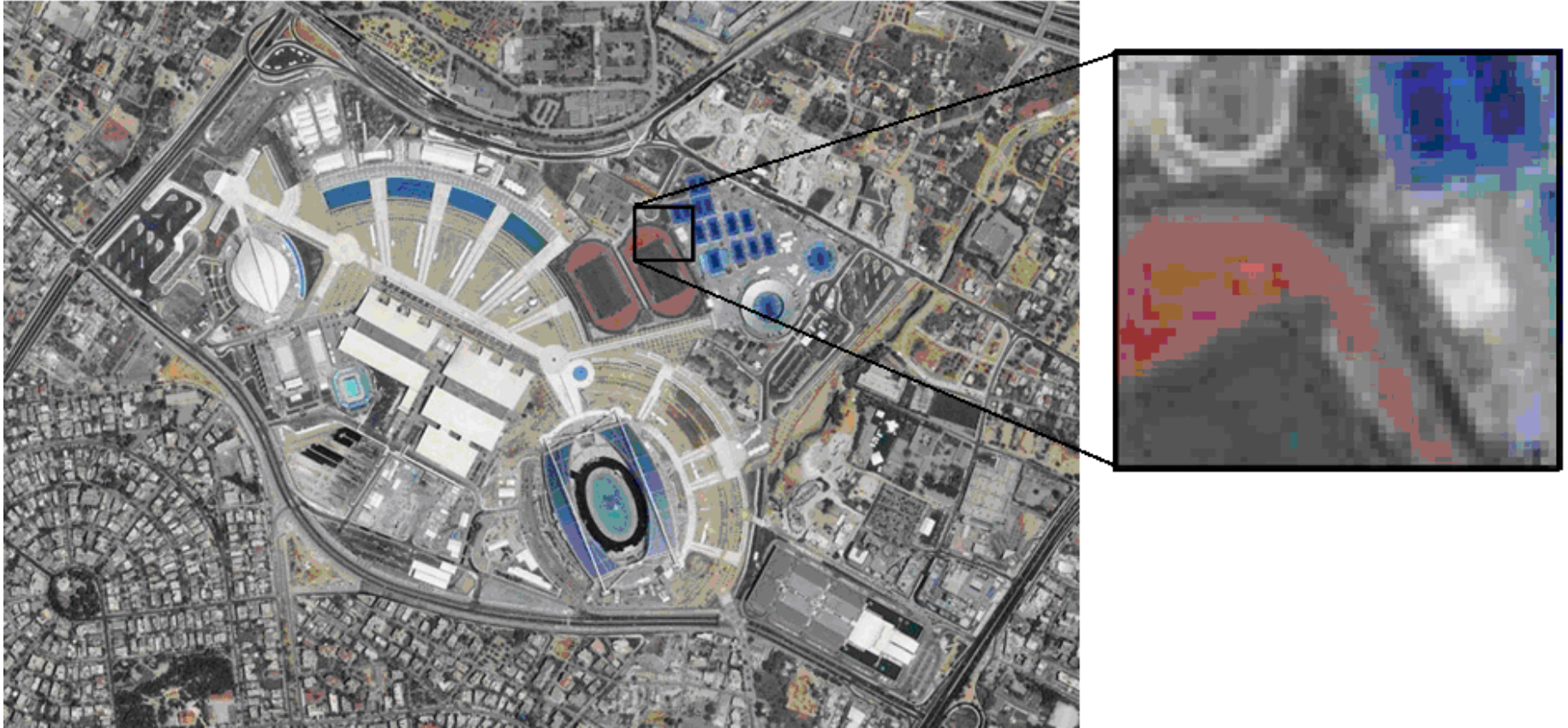
- Δορυφορικές εικόνες
- Αεροφωτογραφίες
- Ψηφιακά μοντέλα εδάφους
- Αποτέλεσμα σάρωσης αναλογικών χαρτών

Παραδείγματα - I



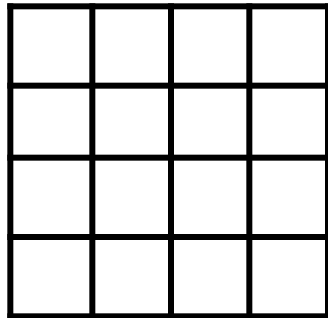
Δορυφορική εικόνα Μήλου (Πηγή: <http://www.mapmart.com/Samples.aspx>)

Παραδείγματα - II

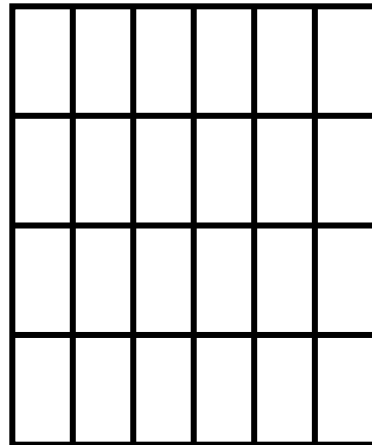


Αεροφωτογραφία περιοχής Ολυμπιακού Σταδίου (Πηγή: FotoArtMagazine, <http://www.airphotos.gr/>)

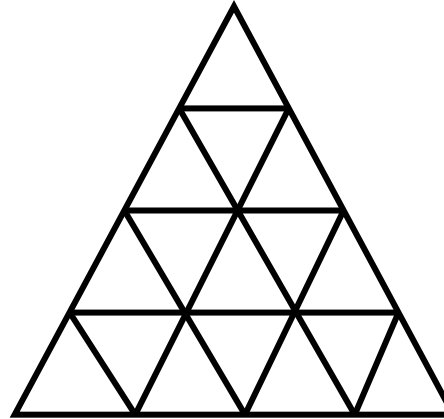
Σχήματα Φατνίων - I



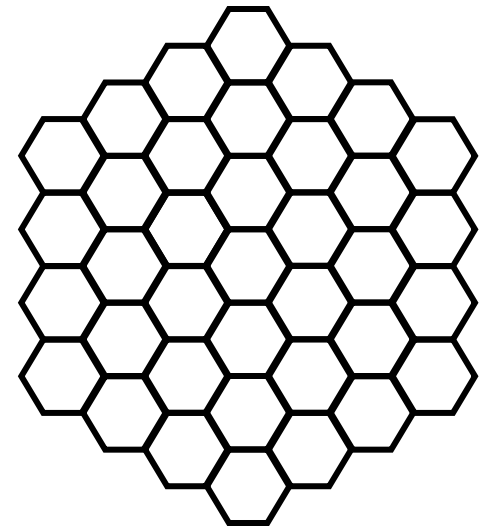
Τετραγωνικά



Ορθογώνια



Τριγωνικά



Εξαγωνικά

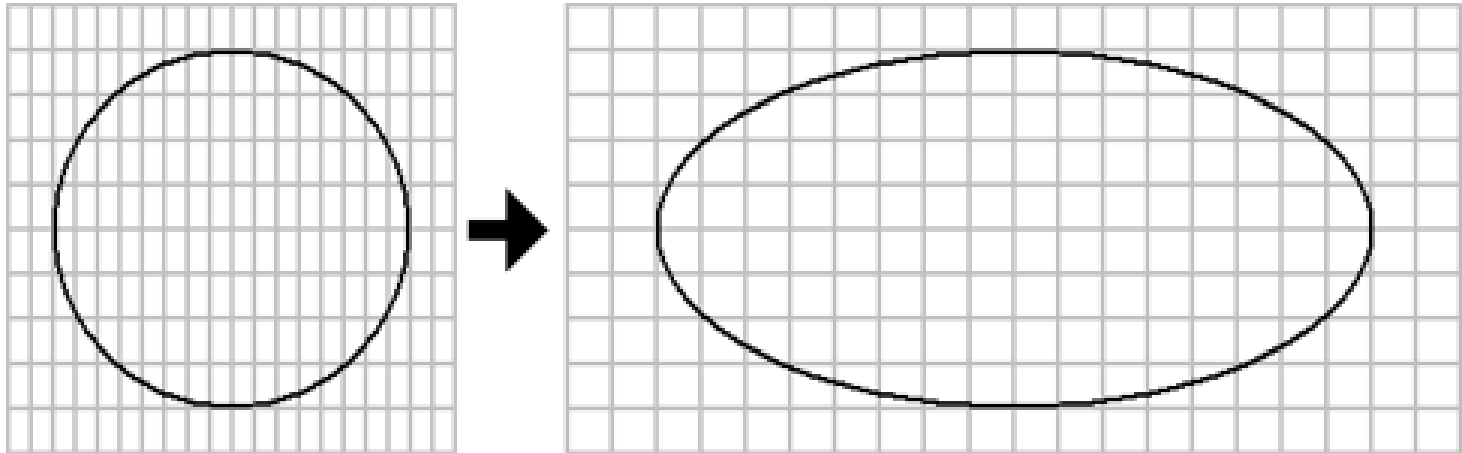
Αντιπροσωπευτικά σχήματα φατνίων κανονικοποιημένης δομής

Σχήματα Φατνίων - II

- Ο κανονικός τετραγωνικός κάνναβος είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος.
- Το κύριο πλεονέκτημα του κανονικού εξαγωνικού καννάβου είναι ότι το κέντρο κάθε φατνίου ισαπέχει από το κέντρο όλων των γειτονικών φατνίων - Η ακτινική συμμετρία χρήσιμη για ακτινική αναζήτηση και λειτουργίες ανάκτησης.
- Ένα μοναδικό χαρακτηριστικό των τριγωνικών δικτύων, κανονικών και μη, είναι ότι δεν έχουν όλα τα τρίγωνα τον ίδιο προσανατολισμό - αναπαράσταση του εδάφους και άλλων τύπων επιφανειακών δεδομένων .

Σχήματα Φατνίων - III

- Ορθογώνια vs. τετραγωνικών φατνίων



Η παραμόρφωση ενός κύκλου που έχει δημιουργηθεί με ορθογώνια pixels (αριστερά) όταν αποδίδεται σε μια οθόνη υπολογιστή με τετράγωνα pixels (δεξιά)

Πηγή: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc294571.aspx>

Σχήματα Φατνίων - IV

- Εξαγωνικά vs. τετραγωνικών φατνίων

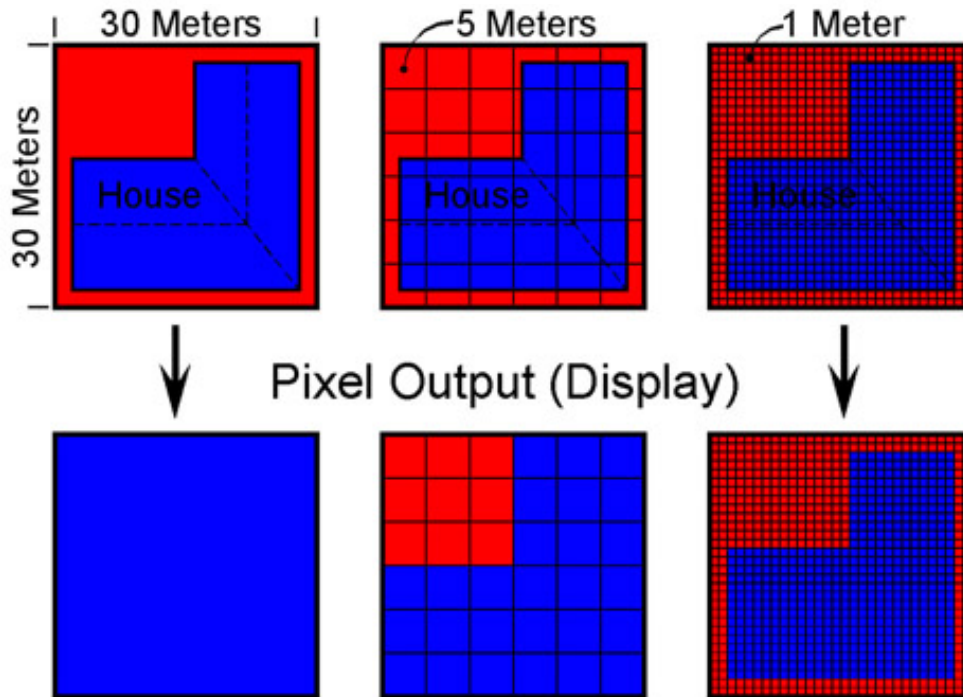


Η ίδια εικόνα με εξαγωνικά και τετραγωνικά φατνία
Πηγή: <http://intepid.com/posts/351>

Χωρική ανάλυση (1)

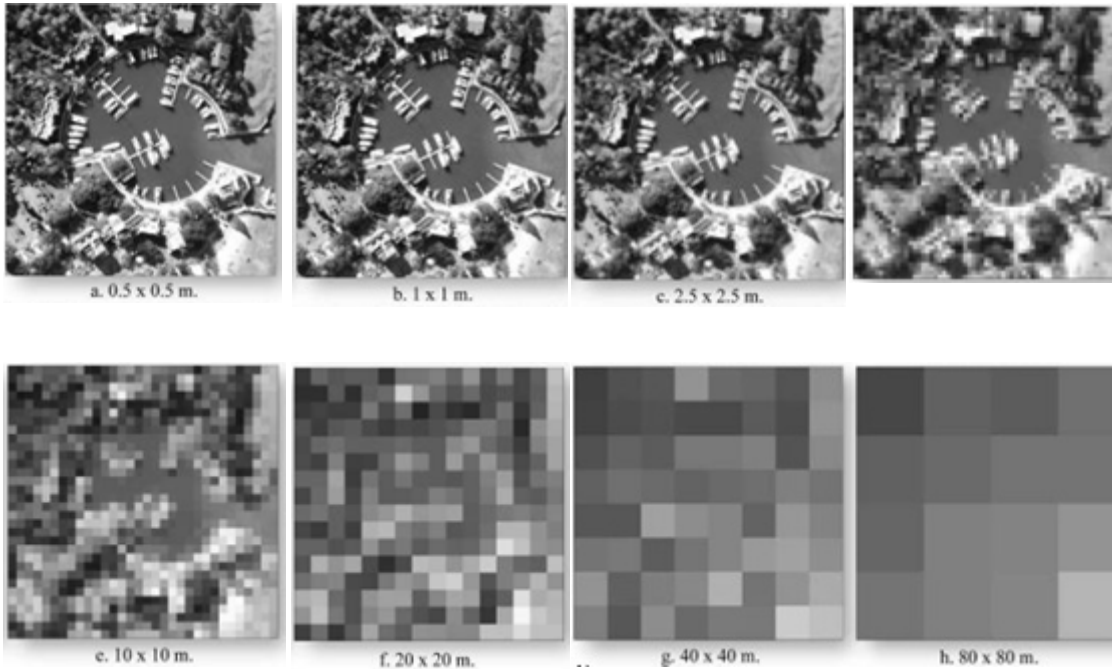
- Η χωρική ανάλυση (spatial resolution) είναι η ελάχιστη απόσταση για την οποία καταγράφεται κάποια αλλαγή του φαινομένου
- Η μικρότερη μονάδα καταγραφής είναι το φατνίο (pixel)
- Υψηλή χωρική ανάλυση = μεγάλη λεπτομέρεια = pixel μικρών διαστάσεων

Χωρική ανάλυση (2)



Η σημασία της χωρικής ανάλυσης

Χωρική ανάλυση (3)

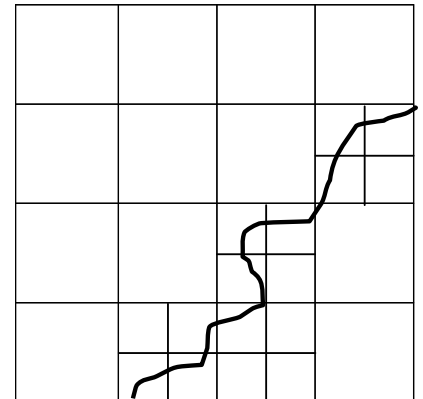


http://www.nateko.lu.se/Courses/NGEA05/Kurshemsida/F%F6rel%E4sningar/Vector_Structure.PDF

Χωρική ανάλυση (4)

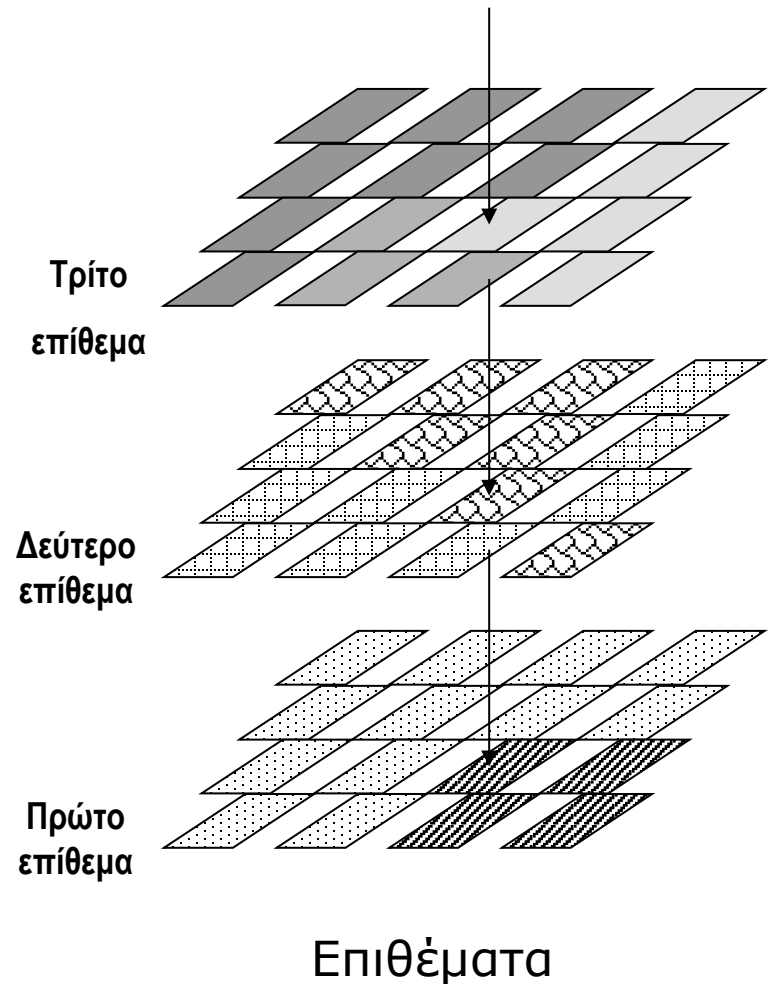
- Εξαρτάται από το μέγεθος φατνίων
 - Ποικίλει (από μικρότερη του τετραγωνικού μέτρου μέχρι και πολλαπλάσια του τετραγωνικού χιλιομέτρου)
 - Επειδή τα φατνία έχουν συγκεκριμένο μέγεθος και θέση, η κανονικοποιημένη δομή αναπαριστά τα φυσικά και ανθρωπογενή φαινόμενα με τετραγωνισμένα όρια
 - Επιλέγεται σε αρμονία με το μέγεθος των απεικονιζόμενων γεωγραφικών αντικειμένων
 - Μπορεί να είναι μεταβλητή, π.χ. για την ανάδειξη λεπτομερειών

Μεταβλητή χωρική ανάλυση

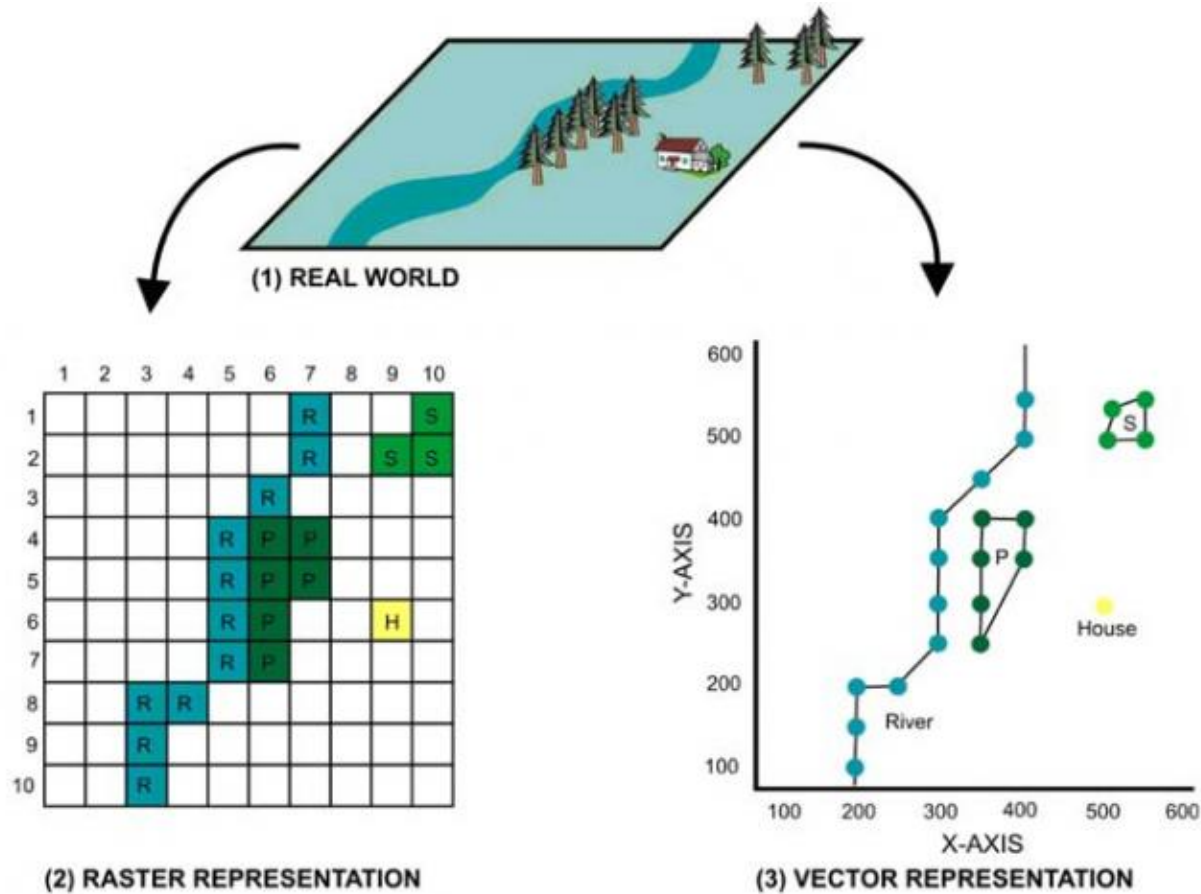


Θεματικά επίπεδα

- Περιορισμός:
 - Σε κάθε φατνίο αποδίδεται η τιμή ενός μόνο χαρακτηριστικού ή ιδιότητας δεδομένων
- Λύση:
 - Πολλά επίπεδα αναπαράστασης (πολλοί πίνακες φατνίων για την αναπαράσταση της ίδιας περιοχής)
 - Τα επίπεδα αυτά λέγονται επιθέματα ή θεματικά επίπεδα (layers)



Διαφορετικοί τρόποι αναπαράστασης της πραγματικότητας



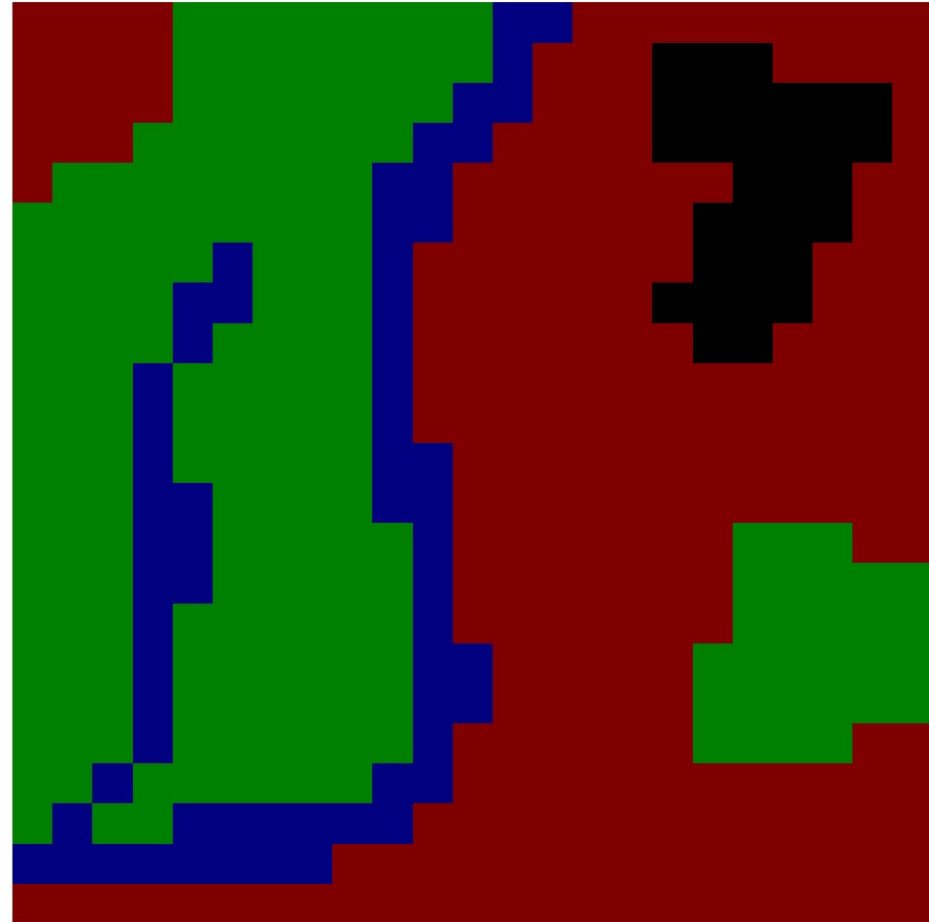
Διανυσματική δομή

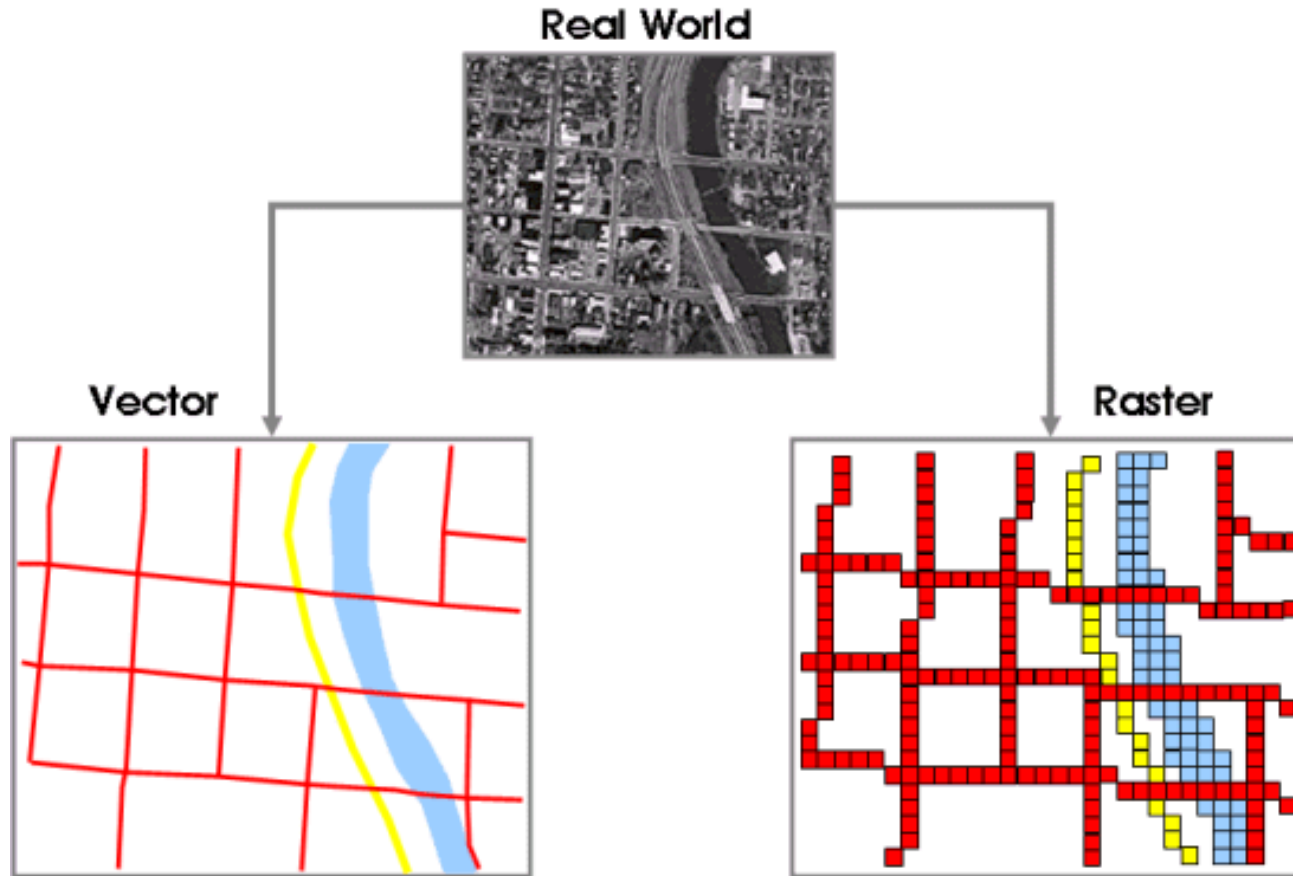
Εννοιολογικό μοντέλο =
αντικείμενα



Κανονικοποιημένη δομή

Εννοιολογικό μοντέλο =
πεδίο





Shih-Lung Shaw and Jean-Paul Rodrigue
(<http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch1en/meth1en/ch1m4en.html>)