



Χωρικές Βάσεις Δεδομένων

Διδάσκοντες:

Αναστάσιος Ζαφειρόπουλος, Δρ. Μηχανικός ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ

Νικόλαος Μήτρου, Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ

Επικοινωνία: tzafeir@cn.ntua.gr



Προγραμματισμός Μαθημάτων

- Δευτέρα (13:00 – 15:00)
- Θεωρία και Εργαστηριακές Ασκήσεις
- Τελική βαθμολογία:
 - 50% αφορά τις εργαστηριακές ασκήσεις
 - 50% την τελική εξέταση
- Eclass (Helios):
<https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=2943>



Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)

- **Ορισμός:** Υπολογιστικά συστήματα και εργαλεία σχεδιασμένα για να υποστηρίζουν τη συλλογή, διαχείριση, επεξεργασία, ανάλυση, μοντελοποίηση και απεικόνιση δεδομένων που αναφέρονται στον **χώρο** (και μπορεί να μεταβάλλονται στον **χρόνο**)
- **Σημασία:** πλειονότητα (>80%;) των πολιτικών και οικονομικών αποφάσεων εμπλέκουν άμεσα ή έμμεσα **γεωγραφικές πληροφορίες**
- **Βασικό συστατικό:** Η Βάση Χωρικών Δεδομένων



Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)

- **Βασικές Λειτουργίες**

- Αναζήτηση σε συγκεκριμένες περιοχές
- Ανάλυση δεδομένων με βάση την τοποθεσία
- Ανάλυση γεωγραφικών περιοχών
- Ανάλυση ροών κίνησης
- Εύρεση κοντινότερων σημείων παρουσίας ή βέλτιστης δρομολόγησης
- Χωρική Ανάλυση

- **Αξιοποίηση Χωρικών Βάσεων Δεδομένων**

- Αποθήκευση, αναζήτηση, υποβολή ερωτημάτων, ανάκτηση δεδομένων



Διαστρωμάτωση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

1

Εφαρμογές

Κτηματολόγιο, διαχείριση ροών κίνησης, κ.α.

2

Αναλύσεις

Απεικόνιση και χωρική ανάλυση δεδομένων.

3

Χωρικά Δεδομένα

Ανάπτυξη, διαχείριση, και διασύνδεση χωρικών δεδομένων.

4

Χαρτογραφικό Υπόβαθρο

Ενσωμάτωση χαρτών, αεροφωτογραφίες.



Ενδεικτικές εφαρμογές GIS & ΒΧΔ

- Κτηματολόγια, δασολόγια, χρήσεις γης, ...
- Δίκτυα κοινής ωφέλειας
- Σχεδιασμός και ανάπτυξη μεταφορών
- Χωροθέτηση δραστηριοτήτων/υπηρεσιών
- Αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών
- Υπηρεσίες τελικού χρήστη (δρομολόγηση, εύρεση σημείων ενδιαφέροντος, ...)
- Κοινωνική δικτύωση
- ...



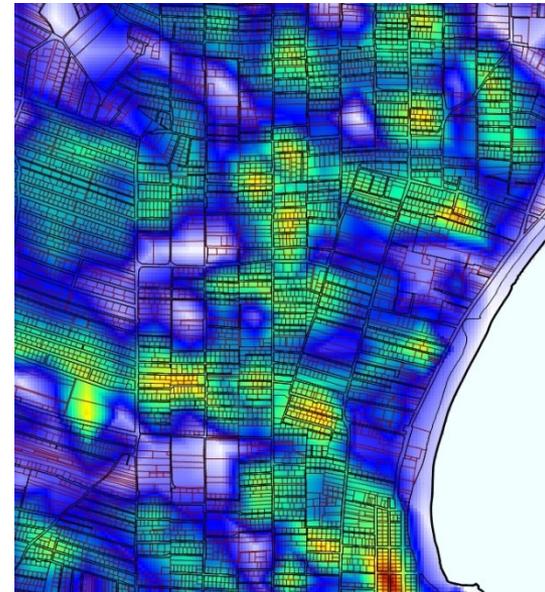
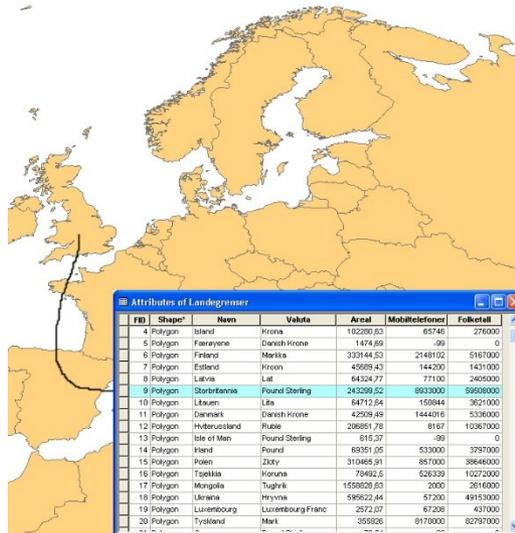
Ενδεικτικά Παραδείγματα

- <https://www.google.com/maps>
- <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-12.0/centery:25.0/zoom:4>
- <http://telematics.oasa.gr>
- <https://www.openstreetmap.org>
- <https://openlittermap.com/>
- <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- <http://www.opengeospatial.org/>
- <http://geodata.gov.gr/>
- <https://geo.rae.gr/>
- <http://mapsportal.ypen.gr/>
- <https://covid19.gov.gr/covid-map/>



Χωρικά Δεδομένα

- Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.



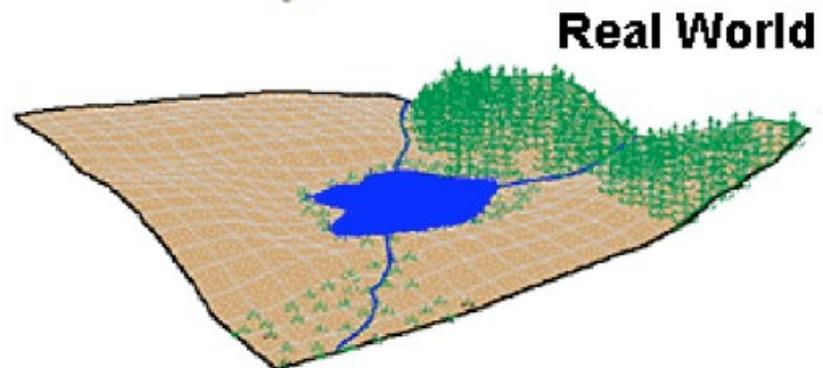
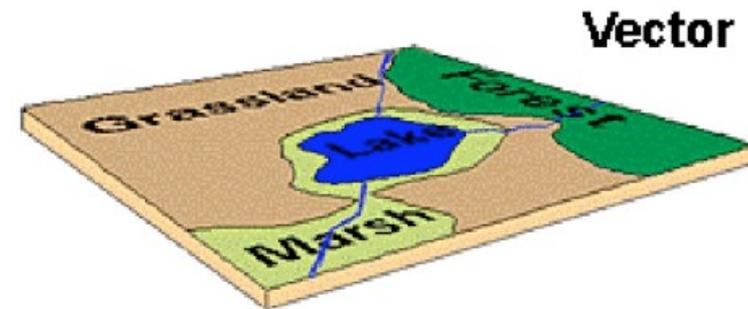
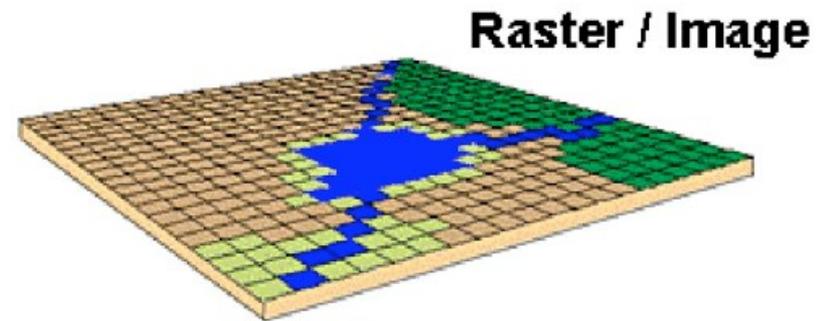
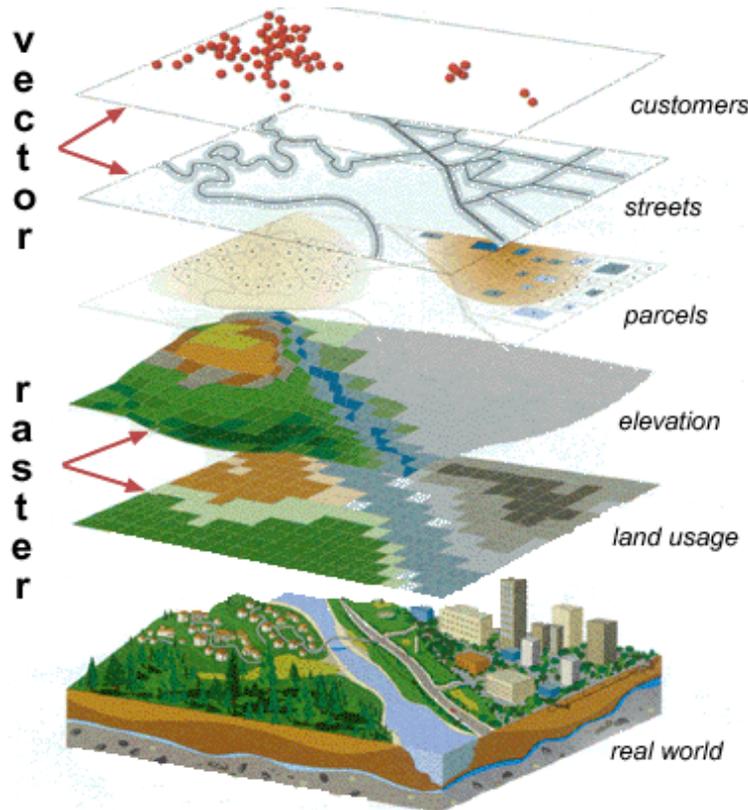


Δομές Χωρικών Δεδομένων

- **Διανύσματα (Vector).** Όλα τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρασταθούν με τρεις βασικούς τύπου γεωμετριών: σημεία, γραμμές, πολύγωνα
- **Ψηφιδωτά (Raster).** Η ψηφιδωτή δομή δεδομένων χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που το χωρικό φαινόμενο που αποτυπώνεται χαρακτηρίζεται ως συνεχής μεταβλητή (π.χ. το υψόμετρο του εδάφους, η κατανομή του θορύβου) ή σε περιπτώσεις που θέλουμε να ενσωματώσουμε μια δορυφορική εικόνα ή μια σαρωμένη αεροφωτογραφία.



Δομές Χωρικών Δεδομένων



Θα ασχοληθούμε με PostgreSQL και PostGIS, τα οποία δεν έχουν πλήρη δυνατότητα διαχείρισης raster δεδομένων (PostGIS 2.2 και πάνω).



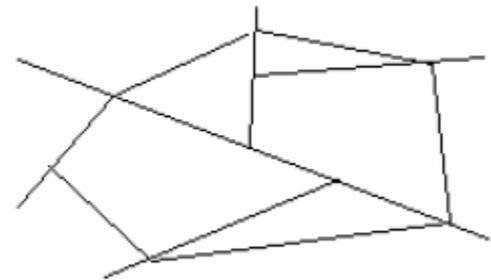
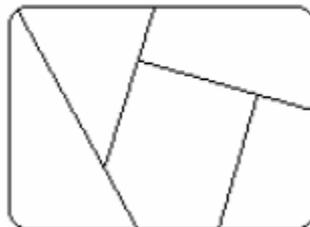
Vector vs Raster

- Οι δομές raster βασίζονται σε pixels ενώ τα vector σε συντεταγμένες.
- Σε ότι αφορά θέματα κλιμακωσιμότητας σε επίπεδο απεικόνισης, τα vector παρουσιάζουν πολύ καλύτερη συμπεριφορά.
- Οι δομές raster καταλαμβάνουν πολύ μεγαλύτερο όγκο δεδομένων σε σύγκριση με τα vector.
- Οι δομές raster είναι χρήσιμες για συνεχώς μεταβαλλόμενα δεδομένα (π.χ. θερμοκρασία, άνεμοι).



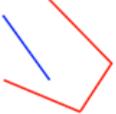
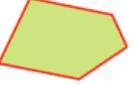
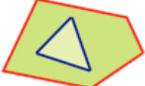
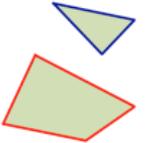
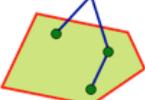
Τύποι Χωρικών Δεδομένων (vector)

- Μοντελοποίηση του χώρου και των αντικειμένων στον χώρο
 - Π.χ. διαχωρισμός ενός χάρτη σε κράτη, εμφάνιση ποταμών, πόλεων, διασύνδεση μεταξύ τους
 - Μοντελοποίηση μέσω σημείων, γραμμών και περιοχών
 - https://en.wikipedia.org/wiki/Well-known_text



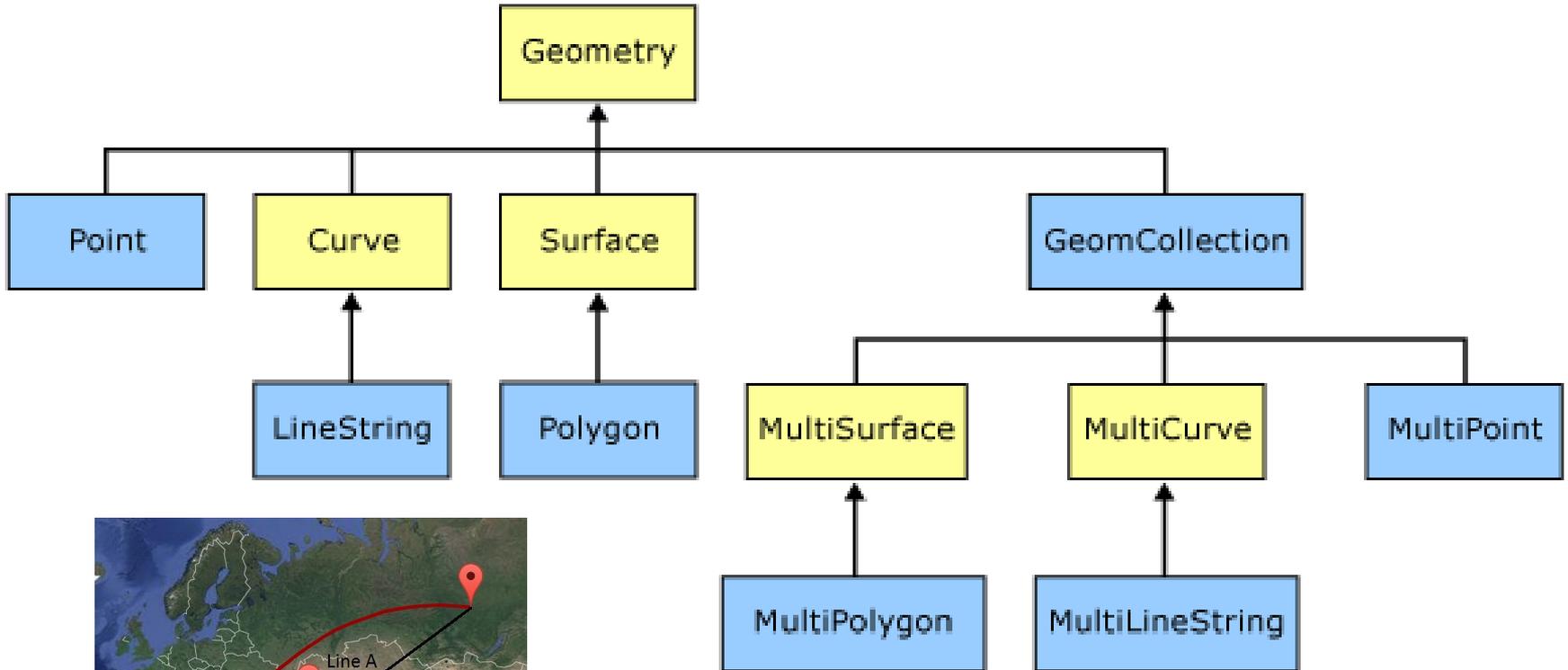


Τύποι Χωρικών Δεδομένων

<i>Geometry Type</i>	<i>WKT representation</i>
Point 	<code>POINT(3 7)</code>
Multipoint 	<code>MULTIPOINT(3 7, 4 2, 8 6)</code>
LineString 	<code>LINESTRING(1 2, 3 6, 9 4)</code>
MultiLineString 	<code>MULTILINESTRING((1 8, 4 4), (4 9, 8 5, 6 2, 1 4))</code>
Polygon 	<code>POLYGON((1 2, 6 1, 9 3, 8 5, 3 6, 1 2))</code>
Polygon (with hole) 	<code>POLYGON((1 2, 6 1, 9 3, 8 5, 3 6, 1 2), (3 3, 5 5, 6 2, 3 3))</code>
MultiPolygon 	<code>MULTIPOLYGON(((1 2, 6 1, 9 3, 3 6, 1 2)), ((4 9, 7 6, 9 8, 4 9)))</code>
GeometryCollection 	<code>GEOMETRYCOLLECTION(POINT(4 5), POINT(7 4), POINT(6 2), LINESTRING(4 5, 6 7, 7 4, 6 2), POLYGON((1 2, 6 1, 9 3, 8 5, 3 6, 1 2)))</code>



Τύποι Χωρικών Δεδομένων



Geometry and Geography types



Τελεστές Χωρικών Δεδομένων (1)

- **Ισότητας (exact match query):** Δοθέντος ενός αντικειμένου με μια γεωμετρία να βρεθούν όλα τα αντικείμενα με την ίδια γεωμετρία.
- **Σημείου (point query):** Δοθέντος ενός σημείου του κ-διάστατου χώρου, να βρεθούν όλα τα αντικείμενα που το περιέχουν.
- **Παραθύρου (window query):** Δοθέντος ενός κ-διάστατου παραθύρου, να βρεθούν όλα τα αντικείμενα που έχουν ένα τουλάχιστον κοινό σημείο με το παράθυρο.
- **Τομής (intersection query):** Δοθέντος ενός αντικειμένου να βρεθούν όλα τα αντικείμενα με τα οποία έχει κοινά εσωτερικά σημεία.



Τελεστές Χωρικών Δεδομένων (2)

- **Παθητικού Εγκλεισμού (enclosure query):** Δοθέντος ενός αντικειμένου να βρεθούν όλα τα αντικείμενα που το περιέχουν.
- **Ενεργητικού Εγκλεισμού (containment query):** Δοθέντος ενός αντικειμένου να βρεθούν όλα τα αντικείμενα που αυτό περιέχει.
- **Γειτνίασης (adjacent query):** Δοθέντος ενός αντικειμένου να βρεθούν όλα τα αντικείμενα με τα οποία δεν έχει κανένα κοινό εσωτερικό σημείο αλλά έχει κάποια κοινά εξωτερικά (τα αντικείμενα, δηλαδή, με τα οποία εφάπτεται κατά κάποιο τρόπο).



Τελεστές Χωρικών Δεδομένων (3)



τελεστής σημείου



τελεστής παραθύρου



τελεστής παθ. εγκλεισμού



τελεστής ενεργ. εγκλεισμού



Χωρικές Βάσεις Δεδομένων

- Υποστήριξη Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (ΓΠΣ)
- Απλή Βάση Δεδομένων + Δυνατότητα για αποθήκευση Τύπων Χωρικών Δεδομένων
 - Σημείο, ευθεία, πολύπλοκο γεωμετρικό σχήμα
 - Σχέσεις μεταξύ των σχημάτων (τομή, σύγκριση εμβαδού κ.α.)
- Αποδοτικός τρόπος αναζήτησης και προσπέλασης των τύπων χωρικών δεδομένων



Βάσεις Δεδομένων (ΒΔ) - σύνοψη

Η διαδικασία μοντελοποίησης των τριών βημάτων



- Από τον πραγματικό κόσμο, απομονώνουμε τα χαρακτηριστικά που μας ενδιαφέρουν:
 - Αντικείμενα (objects)
 - Ιδιότητες ή χαρακτηριστικά (attributes)
 - Συμπεριφορά (behaviour)
- Τα χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος κωδικοποιούνται σε **δομές δεδομένων (ή κλάσεις)**
- Συλλέγονται δεδομένα και αποθηκεύονται σε **Βάσεις Δεδομένων**



Βάσεις Δεδομένων (ΒΔ) (συνέχεια)

Χαρακτηριστικά/πλεονεκτήματα ενός Συστήματος Διαχείρισης ΒΔ (DBMS)

- Γίνεται κεντρική διαχείριση των δεδομένων
 - Αποφυγή πλεονασμών
 - Συνέπεια και ευκολία στην επικαιροποίηση
 - Δυνατές οι συσχετίσεις δεδομένων
 - Κεντρικό σημείο αναζήτησης
- Ενιαία διεπαφή χρήστη, ανεξάρτητη του φυσικού στρώματος
- Μακροχρόνια διατήρηση των δεδομένων (preservation)
- Οικονομία πόρων (φυσικών και ανθρώπινων)



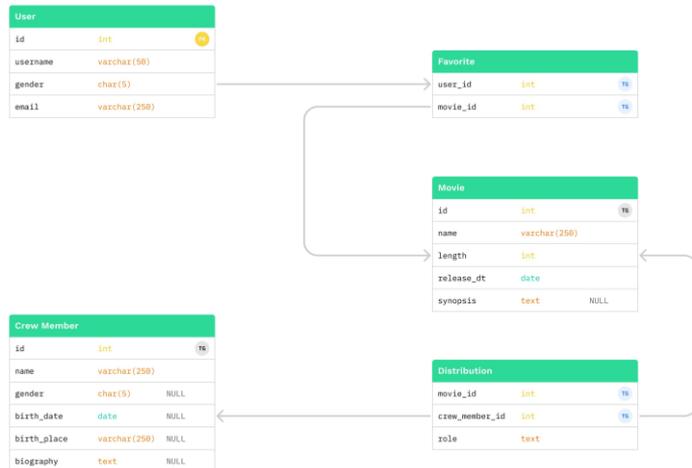
Κατηγορίες Χωρικών Βάσεων Δεδομένων

Κατηγορία	Χαρακτηριστικά	Χωρικά δεδομένα
Σχεσιακές βάσεις	<ul style="list-style-type: none">- Καθορισμός οντοτήτων και συσχετίσεων- Σχεσιακό μοντέλο με αυστηρό ορισμό πινάκων και πεδίων- Συσχέτιση ανάμεσα στα πεδία των πινάκων με χρήση δευτερευόντων κλειδιών	<ul style="list-style-type: none">- Επεκτάσεις για χωρικά δεδομένα (π.χ., PostGIS)- Καθορισμός γεωμετριών ή γεωγραφιών
Μη Σχεσιακές βάσεις - αποθήκευση δεδομένων με τη μορφή εγγράφων	<ul style="list-style-type: none">- Μη αυστηρή δομή αναπαράστασης ενός εγγράφου- Σύνθετη δομή δεδομένων- Αποφυγή καθορισμού πεδίων που δεν χρησιμοποιούνται σε όλα τα έγγραφα- Κλιμακωσιμότητα (η βάση δεδομένων μπορεί να υποστηρίζεται κατανομημένα από πολλούς εξυπηρετητές)	<ul style="list-style-type: none">- Υποστήριξη χωρικών δεδομένων (π.χ., GeoJSON format)
Μη Σχεσιακές βάσεις - αποθήκευση δεδομένων με τη μορφή γράφου	<ul style="list-style-type: none">- Καλύτερη απόδοση σε σχήματα με πολύπλοκες συσχετίσεις- Εύληπτη γραφική αναπαράσταση εννοιών και συσχετίσεων	<ul style="list-style-type: none">- Επεκτάσεις για χωρικά δεδομένα



Κατηγορίες Χωρικών Βάσεων Δεδομένων

Σχεσιακή βάση δεδομένων

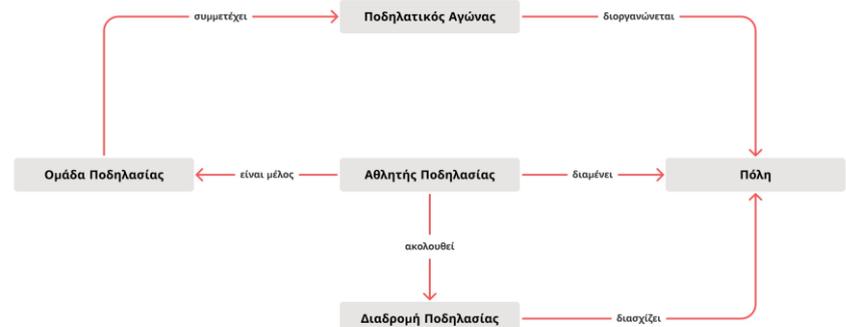


Μη σχεσιακή βάση δεδομένων - έγγραφα



Συλλογή 1

Συλλογή 2



Μη σχεσιακή βάση δεδομένων - γράφος



PostgreSQL

- Είναι μία από τις δημοφιλέστερες, παγκοσμίως, open source βάσεις δεδομένων με ισχυρή υποστήριξη τύπων γεωγραφικών δεδομένων και μεγάλης κλίμακας εφαρμογές και κοινότητες.
- Υποστηρίζει από μόνη της χωρικούς τύπους δεδομένων, ωστόσο αυτοί δεν ακολουθούν το πρότυπο OGC (Open GIS Consortium).
- Τύποι δεδομένων
 - Primitives: Integer, Numeric, String, Boolean
 - Structured: Date/Time, Array, Range, UUID
 - Document: JSON/JSONB, XML, Key-value (Hstore)
 - Geometry: Point, Line, Circle, Polygon
 - Customizations: Composite, Custom Types
- <https://www.postgresql.org/docs/online-resources/>
- <http://www.postgresqltutorial.com/>
- <https://www.enterprisedb.com/downloads/postgres-postgresql-downloads>



PostGIS

- Είναι μία επέκταση της PostgreSQL για να υποστηρίξει χωρικά δεδομένα, σύμφωνα με το πρότυπο του OGC.
- Παρέχει ειδικούς τελεστές για τη σύνταξη ερωτημάτων, λειτουργίες συνάθροισης επάνω σε χωρικά δεδομένα καθώς και χωρικές συναρτήσεις.
- Επιτρέπει την ανάθεση προβολικών συστημάτων στα χωρικά δεδομένα.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οπτικοποιηθούν τα δεδομένα μέσω ειδικών εφαρμογών όπως το Quantum GIS και ο Geo Server.
- PostGIS (<http://postgis.refractions.net/>)



Μη σχεσιακές βάσεις δεδομένων

- **MongoDB**
 - Αναπαράσταση δεδομένων που μπορεί να εξελίσσεται στο χρόνο
 - Δεν ακολουθείται αυστηρό σχήμα αναπαράστασης
 - [MongoDB Geospatial Queries](#)
- **Neo4j**
 - Αναπαράσταση δεδομένων με τη μορφή ενός γράφου
 - Αποδοτική μορφή αναπαράστασης για εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης – αρκετές συσχετίσεις ανάμεσα σε οντότητες με περιορισμένα χαρακτηριστικά
 - [Neo4j Spatial](#), <https://github.com/neo4j-contrib/spatial>



Βάσεις Δεδομένων (ΒΔ) (συνέχεια)

Οι Σχεσιακές Βάσεις Δεδομένων (Relational DB)

- Κωδικοποιούν τα δεδομένα σε **πίνακες**
 - **tables** ή **relations** (εξ ου και το όνομα **σχεσιακές**)
 - οι **στήλες** αντιστοιχούν σε **ιδιότητες (attributes)**
 - οι **εγγραφές (records)** αντιστοιχούν σε διαφορετικές φυσικές οντότητες (αντικείμενα, σχέσεις, ...) και διατρέχουν οριζόντια όλες τις στήλες
- Η αρχειοθέτηση και αποτελεσματική αναζήτηση γίνεται με τη βοήθεια των **πρωτεύοντων κλειδιών (primary keys)**
- Συσχετίζουν τους πίνακες (άρα και τις οντότητες που αυτοί αναπαριστούν) μέσω κοινών ιδιοτήτων που αναγορεύονται σε **δευτερεύοντα κλειδιά (foreign keys)**



Πεδία - Εγγραφές

Ένα **πεδίο(field)** αντιπροσωπεύει μια ειδική κατηγορία πληροφοριών σχετικά με τις εγγραφές

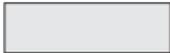
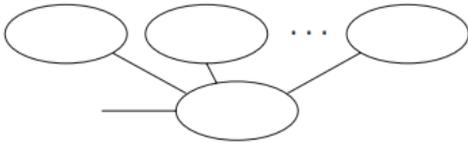
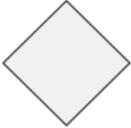
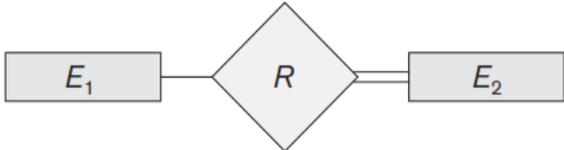
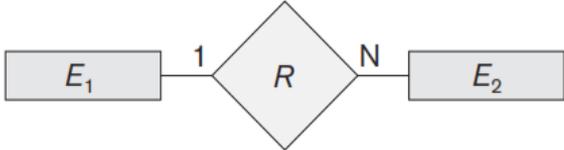
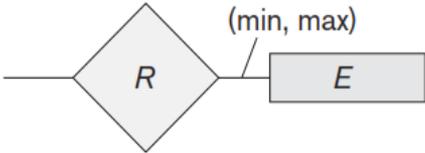
Επίθετο	Όνομα	Διεύθυνση	Τηλέφωνο
Αντρέου	Φάνη	Μακαρίου 7	24343411
Λαζάρου	Γιώργος	Κέρκυρας 22	24651214
Πέτρου	Λουκάς	Λευκωσίας 11	24682556

Μια **εγγραφή(record)** είναι μια ομάδα από λεπτομέρειες σχετικά με ένα συγκεκριμένο αντικείμενο του πίνακα



Μοντέλο Entities-Relationships (ER)

([1], chapter 7)

Symbol	Meaning	Symbol	Meaning
	Entity		Composite Attribute
	Weak Entity		Derived Attribute
	Relationship		Total Participation of E_2 in R
	Identifying Relationship		Cardinality Ratio 1: N for $E_1:E_2$ in R
	Attribute		Structural Constraint (min, max) on Participation of E in R
	Key Attribute		
	Multivalued Attribute		



Μοντέλο Entities-Relationships (ER) (συνέχεια)

([1], chapter 7)

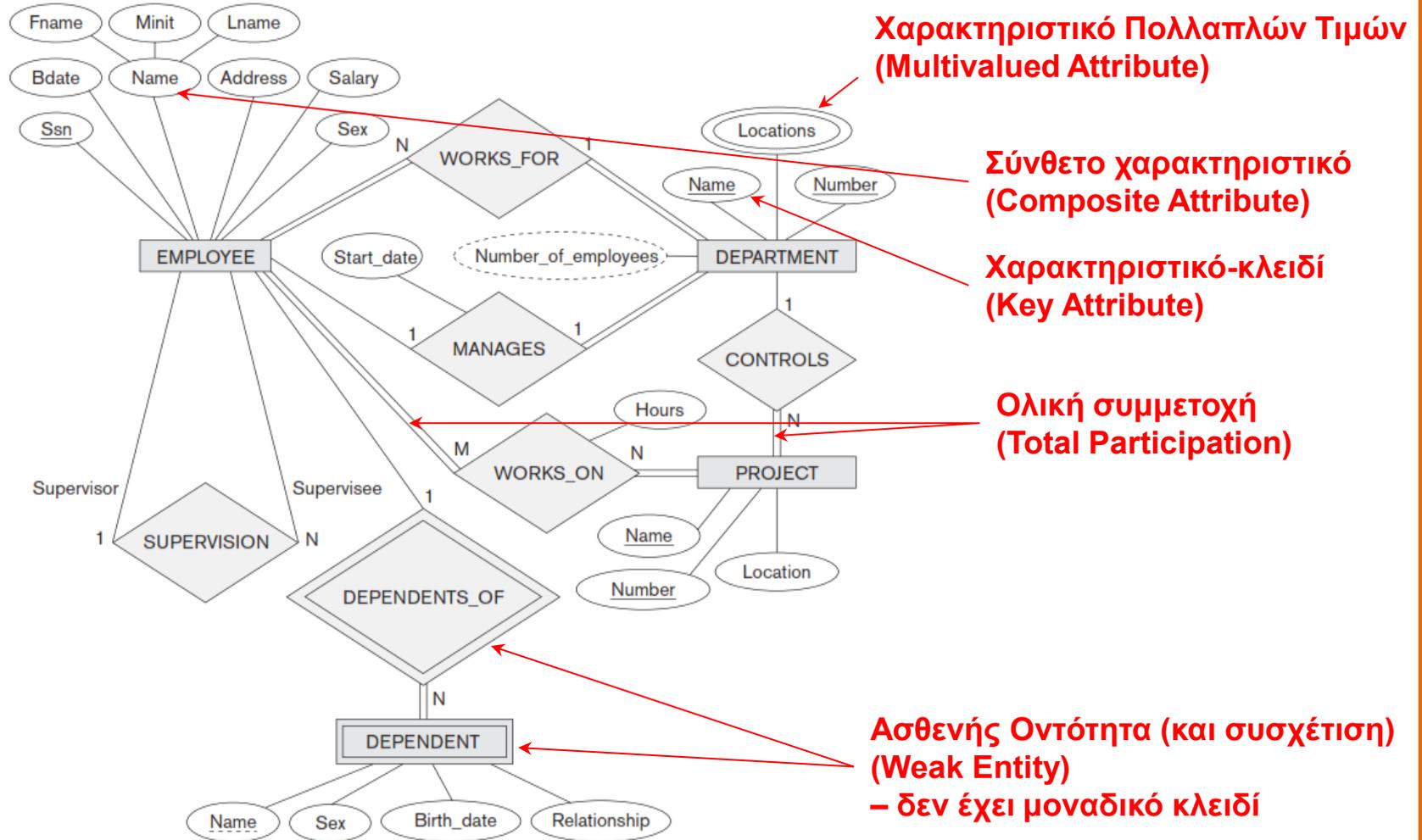


Figure 7.2

An ER schema diagram for the COMPANY database. The diagrammatic notation is introduced gradually throughout this chapter and is summarized in Figure 7.14.

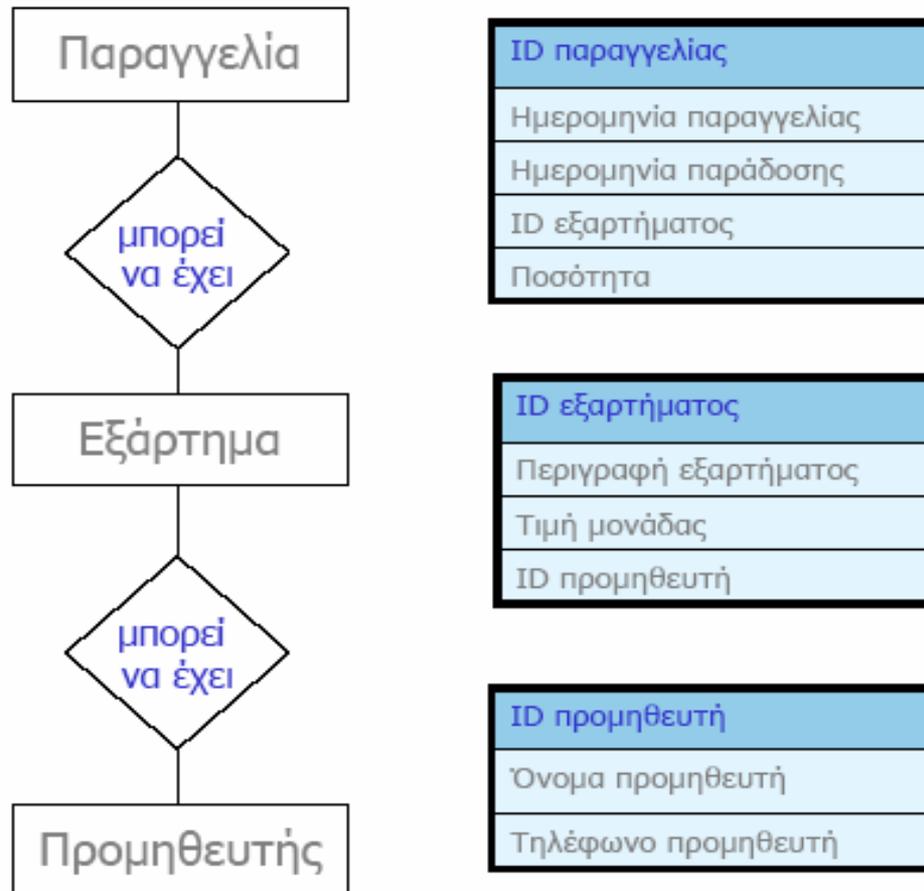


Βαθμοί Απεικόνισης

- **Ένα προς ένα:** μια οντότητα του A συσχετίζεται το πολύ με μια οντότητα του B και το αντίστροφο.
- **Ένα προς πολλά:** μια οντότητα του A συσχετίζεται με οποιονδήποτε αριθμό οντοτήτων του B. Μια οντότητα του B συσχετίζεται το πολύ με μια οντότητα του A.
- **Πολλά προς ένα:** Μια οντότητα του A συσχετίζεται το πολύ με μια οντότητα του B. Μια οντότητα του B συσχετίζεται με οποιονδήποτε αριθμό οντοτήτων του A.
- **Πολλά προς πολλά:** μια οντότητα του A συσχετίζεται με οποιονδήποτε αριθμό οντοτήτων του B και το αντίστροφο.



Διαγράμματα Οντοτήτων Συσχετίσεων (E-R)



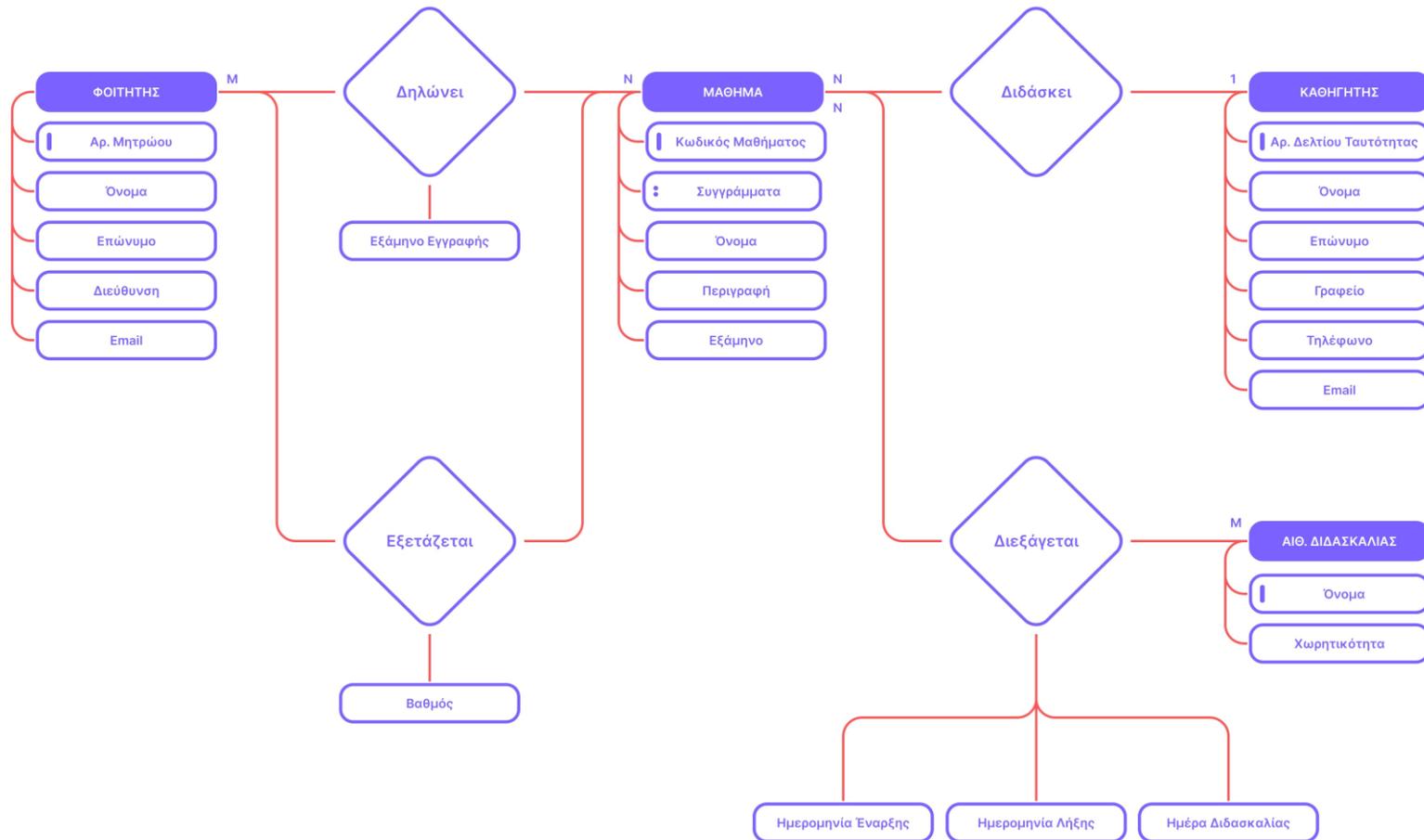


Παράδειγμα #1

- Σχεδιασμός μιας βάσης δεδομένων για το φοιτητολόγιο σε μια πανεπιστημιακή σχολή.
- Η γραμματεία της σχολής ενδιαφέρεται
 - να μπορεί να εκδώσει πιστοποιητικά και αναλυτικές βαθμολογίες για τους φοιτητές που είναι εγγεγραμμένοι στη σχολή,
 - να μπορεί να διαμορφώνει το εξαμηνιαίο πρόγραμμα διδασκαλίας.
- Στο πρόγραμμα διδασκαλίας, κάθε μάθημα ανατίθεται προς διδασκαλία στους διδάσκοντες καθηγητές, ενώ καθορίζεται και η αίθουσα διεξαγωγής του μαθήματος.



Παράδειγμα



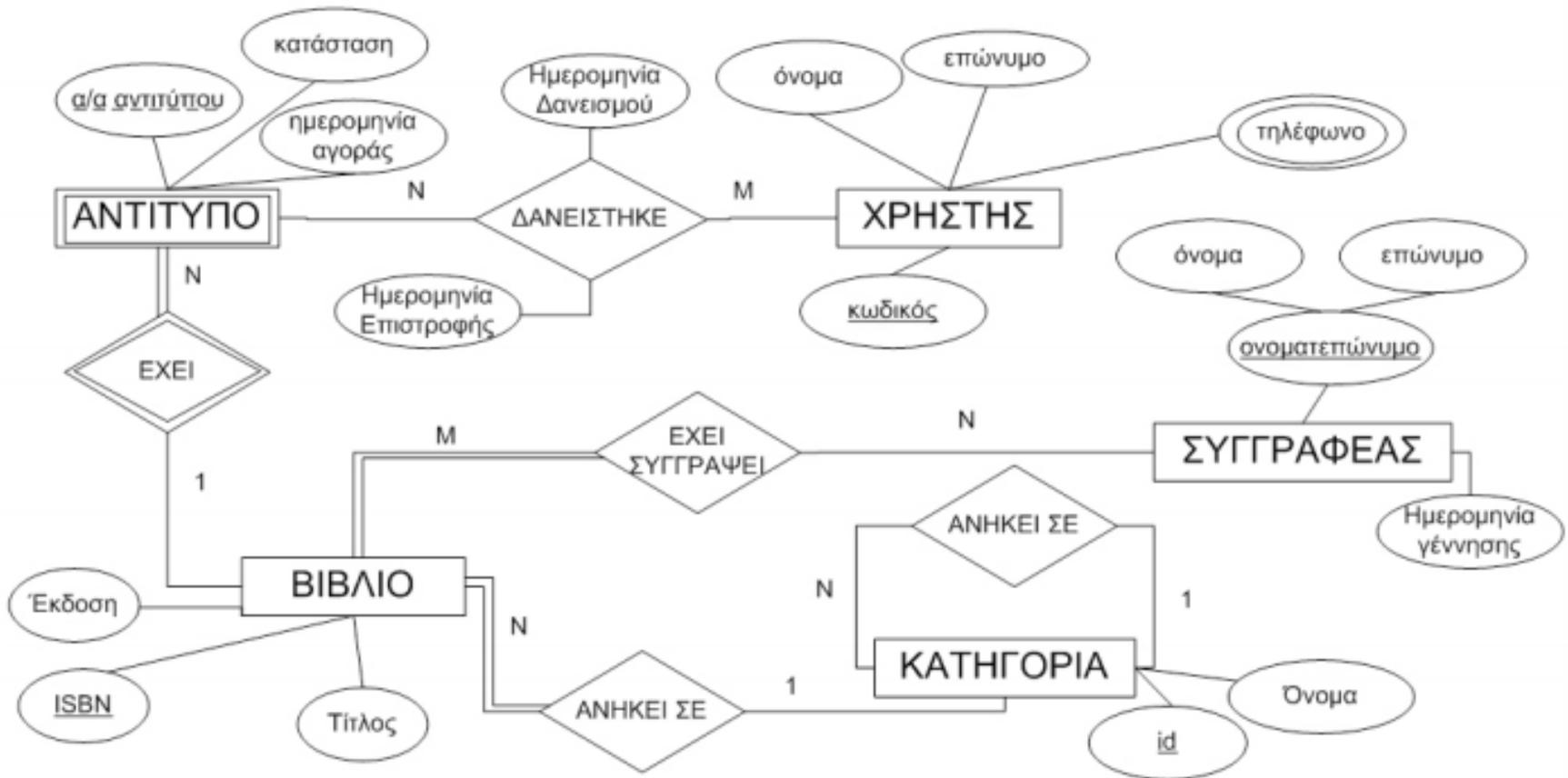


Παράδειγμα #2

- **Υλοποίηση μιας ΒΔ για τον κατάλογο μιας Βιβλιοθήκης.**
- Η βιβλιοθήκη διατηρεί πληροφορίες για τα **βιβλία** που έχει στην κατοχή της καθώς επίσης και για **συγγραφείς**. Κάθε βιβλίο πρέπει να έχει γραφτεί από κάποιον συγγραφέα του οποίου τα στοιχεία διατηρεί η βιβλιοθήκη.
- Η βιβλιοθήκη διατηρεί σύστημα ιεραρχικής κατηγοριοποίησης των βιβλίων της. Κάθε **κατηγορία** μπορεί να είναι υποκατηγορία μιας άλλης κτλ. Κάθε βιβλίο πρέπει να ανήκει σε κάποια κατηγορία.
- Κάθε βιβλίο έχει μοναδικό ISBN, η βιβλιοθήκη διατηρεί όμως **αντίτυπα** από κάθε βιβλίο, τα οποία δανείζει σε χρήστες.
- Οι **χρήστες** ανοίγουν λογαριασμό στη βιβλιοθήκη και λαμβάνουν έναν μοναδικό κωδικό.
- Οι χρήστες μπορούν να δανειστούν βιβλία.



Παράδειγμα





Παράδειγμα #3

- Να σχεδιαστεί βάση δεδομένων που να στοχεύει στην υποστήριξη λειτουργιών για τη διαχείριση έργων μιας εταιρείας, σύμφωνα με τα ακόλουθα:
 - η εταιρεία αποτελείται από τμήματα (π.χ., τεχνικό τμήμα, λογιστήριο, γραμματεία, διοίκηση). Σε κάθε τμήμα ανατίθεται ένας προϊστάμενος.
 - η εταιρεία έχει σύνολο εργαζομένων, όπου κάθε εργαζόμενος απασχολείται σε ένα τμήμα.
 - η εταιρεία έχει σύνολο πελατών για τους οποίους αναλαμβάνει και υλοποιεί έργα.
 - η εταιρεία διαχειρίζεται έργα, όπου σε κάθε έργο συμμετέχουν διάφοροι εργαζόμενοι. Η σύνθεση της ομάδας έργου ενδέχεται να αλλάζει ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
 - κάθε έργο έχει συγκεκριμένο προϋπολογισμό.
 - η υλοποίηση ενός έργου πιστοποιείται μέσω μιας σειράς παραδοτέων που ακολουθούν συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα (ημερομηνίες παράδοσης). Ένα παραδοτέο μπορεί να αποτελείται από μια αναφορά κειμένου, παράδοση λογισμικού, έκδοση πιστοποιητικού κ.α.
- Μας ενδιαφέρει να έχουμε εικόνα:
 - των εργαζομένων που απασχολούνται σε κάθε έργο ανά χρονική περίοδο,
 - των έργων που είναι ενεργά και των παραδοτέων που πρέπει να παραδοθούν για κάποια χρονική περίοδο,
 - τυχόν καθυστερήσεων στην παράδοση των παραδοτέων.



Quantum GIS

- Το Quantum GIS (QGIS) είναι ένα λογισμικό GIS ανοιχτού κώδικα, φιλικό στο χρήστη, όπου μπορεί να γίνει απεικόνιση, διαχείριση, επεξεργασία, ανάλυση και σύνθεση χαρτών.
- Υποστηρίζει πολλαπλά διανυσματικά, εικονιστικά πρότυπα αρχείων, πολλαπλούς τύπους βάσεων δεδομένων και αντίστοιχη λειτουργικότητα για αυτά.
- Συμβατό με τα πρότυπα του OGC (WMS,WFS)
- <http://www.qgis.org>
- https://docs.qgis.org/2.18/en/docs/training_manual/index.html



GeoServer

- Το GeoServer αποτελεί εργαλείο λογισμικού ανοικτού κώδικα για διαμοιρασμό χωρικών δεδομένων.
- Συμβατό με τα πρότυπα του OGC (WMS,WFS)
- Επιτρέπει την απεικόνιση πληροφορίας υλοποιώντας το πρότυπο Web Map Service (WMS) standard σε διαφορετικές αναπαραστάσεις (χρήση βιβλιοθήκης OpenLayers)
- Επιτρέπει το διαμοιρασμό και την επεξεργασία δεδομένων με βάση το πρότυπο Web Feature Service (WFS) (π.χ. ενσωμάτωση και αξιοποίηση από άλλες εφαρμογές)
- Συμβατότητα με δεδομένα που προέρχονται από Google Maps, Google Earth, Yahoo Maps, and Microsoft Virtual Earth.
- <http://geoserver.org/>



Διασυνδεδεμένα Χωρικά Δεδομένα

- Linked Data και Linked Geodata
- Το LinkedGeoData χρησιμοποιεί τη συλλογή δεδομένων του OpenStreetMap για τη δημιουργία χωρικής βάσης δεδομένων.
- Περισσότερες από 20 δισ. τριπλέτες (triples) RDF δεδομένων.
- Υποστηρίζεται διασύνδεση με Dbpedia (<https://wiki.dbpedia.org/>) και Geo Names (<http://www.geonames.org/>).
- <http://linkedgeodata.org/About>



Πρακτική εξάσκηση

- Εγκατάσταση PostgreSQL και PostGIS
- Εγκαταστήστε στον υπολογιστή σας **POSTGIS client** (π.χ. το **pgAdmin 4**)
- Αναπτύξτε τη βάση σας και πειραματιστείτε σύμφωνα με τα παραδείγματα και τις ασκήσεις που θα σας δοθούν
- Πειραματιστείτε γενικά στην SQL στην ιστοσελίδα <http://www.w3schools.com/sql/>
- <http://www.postgresqltutorial.com/>





Βιβλιογραφία

- [1] Elmasri, Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, 6th edition, Addison-Wesley, 2011, (μπορεί να βρεθεί και σε ηλεκτρονική μορφή)
- [1.a] “ **Θεμελιώδεις Αρχές Συστημάτων Βάσεων Δεδομένων, 7^η Έκδοση, ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ, 2016**
- [2] Clare Churcher, *Beginning Database Design – From Novice to Professional*, Apress 2007
- [3] Hector Garcia-Molina, Jeffrey Ullman, *Database Systems: The Complete Book*, Pearson Education, 2009, 2013
- [4] Jason Price, *Oracle Database 11g SQL*, Oracle Press, 2007
- [5] Hans-Petter Halvorsen, *Structured Query Language*, 2016,
<http://home.hit.no/~hansha/?tutorial=sql>
- [6] Unified Modeling Language® (UML®) Resource Page, <http://www.uml.org/>



Σύγγραμμα

Ζαφειρόπουλος, Α., & Μήτρου, Ν. (2025). *Χωρικές Βάσεις Δεδομένων* [Μεταπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.
<https://doi.org/10.57713/kallipos-1111>

