ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ – ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΜΑΘΗΜΑ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

(8° εξ. Προπτυχιακού – 2° εξ. Μεταπτυχιακού - εαρινό εξάμηνο 2009-2010)

Υπεύθυνος Εργαστηρίων: Δρ. Ηλίας Φρέντζος

Εισαγωγή στη PostgreSQL - PostGIS Δο. Ηλίας Φοέντζος

1. Γενικά

Σκοπός του εργαστηρίου είναι η εξοικείωση των σπουδαστών με τη βάση δεδομένων ανοικτού PostgreSQL και την επέκταση PostGIS για υποστήριξη χωρικών λειτουργιών, καθώς και το (επίσης ανοικτού κώδικα) λογισμικό GIS, Quantum GIS. Το εργαστήριο έχει σαν στόχο την παρουσίαση των βασικών λειτουργιών της χωρικής βάσης δεδομένων και του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών. Λίγα λόγια για το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί:

Δημιουργία Γεωγραφικών Βάσεων Δεδομένων

Οι γεωγφαφικές βάσεις δεδομένων βασίζονται στην ύπαφξη ενός Συστήματος Διαχείφισης Βάσεων Δεδομένων που θα έχει δυνατότητες υποστήφιξης χωφικών τύπων (γεωμετφιών) όπως σημεία, γφαμμές και επιφάνειες. Ένα ΣΔΒΔ μποφεί να υποστηφίζει χωφικούς τύπους αυτόνομα ή να βασίζεται σε μία χωφική επέκταση για αυτό το σκοπό. Οι γεωγφαφικές βάσεις δεδομένων μποφεί να πεφιέχουν διανυσματικά (vector) ή ψηφιδωτά (raster) δεδομένα. Η συνήθης τακτική όμως είναι να εισάγονται στο ΣΔΒΔ μόνο τα διανυσματικά δεδομένα, ενώ τα raster αποθηκεύονται σε διάφοφες θέσεις στο σύστημα αφχείων (file system) του η/υ που υποστηφίζει τη λειτουφγία του Συστήματος Γεωγφαφικών Πληφοφοφιών. Στο μάθημα θα ασχοληθούμε εκτενώς με το ΣΔΒΔ PostgreSQL και την επέκταση χωφική PostGIS, τα οποία δεν έχουν τη δυνατότητα διαχείφισης raster δεδομένων.

Η υποστήριξη χωρικών τύπων από τις βάσεις δεδομένων βασίζεται στην ύπαρξη του τύπου δεδομένων geometry, ο οποίος χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει μια ποικιλία χωρικών δεδομένων. Η ύπαρξη επίσης χωρικής υποστήριξης σημαίνει ότι το ΣΔΒΔ πρέπει να υποστηρίζει διάφορα συστήματα προβολής και μετασχηματισμούς μεταξύ τους, χωρικούς τελεστές (π.χ. το αντικείμενο Α επικαλύπτεται με το αντικείμενο Β) συναρτήσεις (π.χ. υπολογισμός του εμβαδού μίας επιφανειακής οντότητας) και χωρικά ευρετήρια.

Όταν δημιουργείται μία Χωρική Βάση Δεδομένων, κάθε οντότητα με χωρική υπόσταση (π.χ. ένα σημείο ενδιαφέροντος), είναι μία εγγραφή σε έναν πίνακα που περιέχει όλα τα αντίστοιχα σημεία, ενώ μεταξύ των πεδίων του πίνακα υφίσταται και ένα ξεχωριστό πεδίο για τη γεωμετρία του αντικειμένου (π.χ. τη θέση του σημείου ενδιαφέροντος, η οποία δίνεται από τις συντεταγμένες του). Για να επανέλθουμε στο προηγούμενο παράδειγμα, ένας πίνακας με σημεία ενδιαφέροντος θα περιέχει τα εξής πεδία : id, name, type, geometry.

PostgreSQL (http://www.postgresql.org/): Το λογισμικό της Βάσης Δεδομένων PostgresSQL, είναι μία από τις δημοφιλέστερες, παγκοσμίως, **open source** βάσεις δεδομένων με ισχυρή **υποστήριξη τύπων γεωγραφικών δεδομένων** και μεγάλης κλίμακας εφαρμογές και κοινότητες. Η PostgreSQL λειτουργεί σε Windows (95 / 98 / ME / NT / 2000 / XP), Linux (RedHat / Mandrake / Suse), MacOS X. Παρέχονται γλώσσες προγραμματισμού και interfaces: Perl, Python, C/C++, Embedded SQL, Delphi/Kylix/Pascal, VB, ASP, Java, ODBC, JDBC κ.α. Η διαχείριση γίνεται κυρίως μέσω του PgAdmin III, αλλά και άλλες εφαρμογές τρίτων: (PgAccess , PhpPgAdmin, WinSQL). Το εργαστήριο είναι σχεδιασμένο για χειρισμό της βάσης δεδομένων μέσω κονσόλας, ενώ και η χρήση του PgAdmin III είναι ευπρόσδεκτη. Πρέπει να σημειωθεί ότι αν και η PostgreSQL

υποστηρίζει από μόνη της χωρικούς τύπους δεδομένων, αυτοί δεν ακολουθούν το πρότυπο OGC (Open GIS Consortium).

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

Ο τύπος Geometry και ο μορφότυπος Well Known Text (WKT)

Ο τύπος Geometry του PostGIS περιέχει όλη τη γεωμετρία (τις συντεταγμένες) του κάθε αντικειμένου. Ο τύπος αυτός είναι γενικός και μπορεί να περιέχει χωρικά αντικείμενα των τριών συνηθέστερων κατηγοριών (σημείο, γραμμή, πολύγωνο), καθώς και συλλογές αυτών των αντικειμένων (δηλαδή πολλά πολύγωνα ή πολλά σημεία μαζί με κάποιες γραμμές κ.ο.κ.).

Η αναπαφάσταση του τύπου Geometry σε μοφφή πίνακα δε μποφεί να γίνει εύκολα αντιληπτή. Στην πφαγματικότητα, κάτι τέτοιο είναι σχεδόν αδύνατο να συμβεί, από τη στιγμή που οι γεωμετφίες αναπαφίστανται από δεκαεξαδικές μοφφές όπως η παφακάτω:

"010600002034080000010000000103000000100000007000008BC3E53F90901C416C1C75 73A103504109A69A955B901C412032DD7CB70350418B00E19E04911C419FDD48A3B90350419 B060D012B911C4166D1451AAB035041FC5482022B911C41178E9219AB03504173B28BD23E91 1C41AA125FB4A30350418BC3E53F90901C416C1C7573A1035041"

Γι αυτό το λόγο, το Open GIS Consortium προτείνει τη χρήση του μορφότυπου WELL-KNOWN TEXT (WKT) ο οποίος υποστηρίζεται από το PostGIS. Με το WKT μπορούν αναπαρασταθούν με έναν εύκολα αντιληπτό τρόπο, σημεία, γραμμές πολύγωνα καθώς και πολλαπλές γεωμετρίες (π.χ. πολυ-πολύγωνα) και συλλογές γεωμετριών. Το PostGIS παρέχει συναρτήσεις που μετατρέπουν το WKT (που μπορεί να διαβαστεί και να γίνει κατανοητό σχετικά εύκολα) σε γεωμετρίες τις παραπάνω μορφής (που δε μπορούν να είναι απευθείας κατανοητές από τους ανθρώπους) και αντίστροφα. Μάλιστα, γεωμετρίες που έχουν συναχθεί σύμφωνα με το WKT format μπορούν να δημιουργηθούν / αναπαρασταθούν σε οποιοδήποτε σύστημα είναι συμβατό με τις κατευθύνσεις που δίνονται από το OGC (π.χ. Oracle, DB2 κ.α.). Παρακάτω παρατίθενται μερικά παραδείγματα του WKT format:

- Σημείο: 'POINT(X Y)'
- Γραμμή: 'LINESTRING(X1 Y1, X2 Y2, ...)'
- Πολύγωνο: 'POLYGON((X1 Y1, X2 Y2, ..., X1 Y1), (Xn,Yn, Xn+1 Yn+1,..., Xn Yn))'

όπου Xi και Yi οι συντεταγμένες του κάθε σημείου του αντικειμένου. Παρατηρείστε ότι το κάθε πολύγωνο μπορεί να περιγράφεται από πολλές σειρές συντεταγμένων μέσα σε παρενθέσεις (X1 Y1, X2 Y2, .., X1 Y1) που αρχίζουν και τελειώνουν στο ίδιο σημείο. Από αυτές, η πρώτη σειρά είναι το εξωτερικό όριο του πολυγώνου, ενώ οι υπόλοιπες είναι πιθανά εσωτερικά όρια του πολυγώνου, ενώ οι υπόλοιπες είναι πιθανά εσωτερικά όρια του πολυγώνου.

Το πολύγωνο επίσης μπορεί να μην είναι απλό (δηλαδή να είναι αυτοτεμνόμενο - selfintersected). Π.χ. παρατηρήστε ότι μία αλλαγή στη σειρά των τεσσάρων σημείων στο παρακάτω σχήμα οδηγεί σε δύο εντελώς διαφορετικά πολύγωνα.



Επίσης, με το WKT format μπορούν να οριστούν και συλλογές αντικειμένων όπως παρακάτω:

• 'GEOMETRYCOLLECTION(POINT(X1 Y1),LINESTRING(x2 y2,x3 y3))'

Εκτός από τους παφαπάνω απλούς τύπους, υπάφχουν και οι πολλαπλοί τύποι MULTIPOINT, MULTILINESTRING, MULTIPOLYGON, που είναι απλές γενικεύσεις των πφοηγούμενων απλών τύπων και, π.χ., ο MULTIPOINT πεφιέχει πολλά σημεία.

Ο μετασχηματισμός μεταξύ γεωμετοιών και κειμενικής (WKT) μορφής των γεωμετοικών αντικειμένων γίνεται με τις συναρτήσεις GeomFromText και AsText με τις οποίες θα ασχοληθούμε στις επόμενες σελίδες.

Υποστήριξη συστημάτων αναφοράς

Το PostGIS υποστηρίζει πλήθος Γεωγραφικών και Προβολικών συστημάτων συντεταγμένων κάθε ένα από τα οποία περιγράφεται από ένα SRID (από τα αρχικά Spatial Reference Identifier). Το SRID είναι ένας ακέραιος αριθμός (η ταυτότητα) που αντιστοιχεί στο σύστημα συντεταγμένων στο οποίο δίνονται οι συντεταγμένες του συγκεκριμένου αντικειμένου. Αναλυτικά, τα συστήματα συντεταγμένων που υποστηρίζονται από το PostGIS, μπορούν να βρεθούν μέσα στον πίνακα spatial_ref_sys μίας οποιαδήποτε βάσης δεδομένων του PostGIS. Για παράδειγμα, η βάση lab_spatial_db που θα δημιουργήσουμε μάθημα ενσωματώνει τον παρακάτω πίνακα (ο οποίος στην πραγματικότητα δημιουργείται κατά τη δημιουργία της βάσης όταν επιλέγουμε σαν πρότυπο της βάσης το template_postgis).



	Σύστημα Συντεταγμένων	Τύπος	Μονάδες μέτοησης	SRID
1	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ87)	Ποοβολικό	Μέτοα	2100
2	UTM Ζώνη 34 επί του WGS84	Ποοβολικό	Μέτοα	32634
3	UTM Ζώνη 35 επί του WGS84	Προβολικό	Μέτρα	32635
4	WGS84	Γεωγραφικό	Μοίρες	4326
5	Mercator Spheric	Γεωγραφικό	Μέτοα	900913

Ενδεικτικά αναφέφονται τα παφακάτω συστήματα συντεταγμένων μαζί με τα SRID τους:

Από τα παραπάνω συστήματα αναφοράς το (1) είναι το πλέον διαδεδομένο προβολικό σύστημα στον Ελλαδικό Χώρο (και το επίσημο κρατικό σύστημα αναφοράς), το WGS84 είναι το παγκόσμιο σύστημα που χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές WGS84 (και χρησιμοποιείται από τα GPS) και σε αυτό αναφέρονται συνήθως οι όροι «γεωγραφικό μήκος» και «γεωγραφικό πλάτος», τα (2) και (3) είναι Εγκάρσιες Μερκατορικές Προβολές επί του WGS84, ενώ το Mercator Spheric είναι μία προβολή επί μίας σφαίρας με περίπου τα ίδια χαρακτηριστικά με το WGS84 (χρησιμοποιεί ο μηχανισμός των tiles για τα Google Maps / Bing Maps.

Quantum GIS (QGis: http://qgis.org/): Είναι μία εφαφμογή ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία, τροποποίηση, ανάλυση και παρουσίαση των γεωγραφικών δεδομένων. Στο περιβάλλον λειτουργίας του QGis υπάρχει μια περιοχή εμφάνισης των χωρικών δεδομένων (map view), και μια περιοχή διαχείρισης του υπομνήματος (legent) στην οποία παρατίθενται τα ονόματα και τα σύμβολα των δεδομένων, περίπου με τον ίδιο τρόπο που αυτά παρουσιάζονται στο ArcGIS. Επίσης περιέχονται διάφορα εργαλεία και μενού επιλογών. Στο QGis κάθε εργασία αποθηκεύεται σε ένα αρχείο το οποίο καλείται qgis project (.qgs). Διπλό κλικ σε ένα αρχείο .qgs προκαλεί αυτόματη εκκίνηση του QGis. Το βασικό προτέρημα του QGis είναι ότι μπορεί να εισάγει, να οπτικοποιήσει, διαχειριστεί, τροποποιήσει – δημιουργήσει δεδομένα που περιέχονται σε μία βάση δεδομένων PostgreSQL, σύμφωνα με το πρότυπο της επέκτασης PostGIS. Το QGis δεν υποστηρίζει τα χωρικά δεδομένα που μπορεί να υπάρχουν στη PostgreSQL χωρίς το PostGIS

Τα δεδομένα για την εκτέλεση της άσκησης μπορούν αν βρεθούν στο παρακάτω URL: http://isl.cs.unipi.gr/courses/gis/lab/data/postgis_sample_data.zip

2. Δημιουργία πινάκων – ευρετηρίων

Η διαχεί
ριση της PostgreSQL γίνεται μέσω τριών τρόπων:

- PgAdminIII (γραφικό περιβάλλον)
- Command prompt
- SQL Shell ($\kappa o v \sigma \delta \lambda \alpha$ psql to postgres)

Στην πορεία του εργαστηρίου θα χρησιμοποιήσουμε και τους τρεις, όπου απαιτείται.

<u>**Βήμα 1**</u>^o: Θα ξεκινήσουμε από το SQL Shell για να δημιουργήσουμε μία καινούργια βάση δεδομένων. Επιλέξτε Start > Programs > PostgreSQL 8.4 > SQL shell (psql) και πληκτρολογήστε

```
SET ROLE postgres;
CREATE DATABASE lab_spatial_db
TEMPLATE=template_postgis
ENCODING='UTF8'
TABLESPACE=pg_default;
```

<u>Σημείωση:</u> κάθε SQL εντολή στην κονσόλα SQL Shell πρέπει να τελειώνει με το σύμβολο ; (semicolon)

Εναλλακτικά μποφείτε να δημιουφγήσετε τη βάση μέσω του PgAdmin. Από το **Start -> Programs -**> **PostgreSQL** ανοίξτε το πφόγφαμμα PgAdmin III. Στη δενδφική δομή που εμφανίζεται στην αφιστεφή πλευφά του παφαθύφου κάντε κλικ επάνω στο PostgreSQL Database Server και στο μενού που θα εμφανιστεί πατήστε το Connect όπως παφακάτω. Στο παφάθυφο που ζητάει password πληκτφολογήστε postgres και πατήστε το OK.

🤫 pgAdmin III	
File Edit View Tools Help	
🖉 🥑 💼 🍡 🐼 🖃 📰 🔡	
Object browser X	
Servers (1) PostgreSQL Database S Refresh Connect Stop Service Delete/Drop Reports Properties	
Retrieving Server details Done.	0.00 secs

Μελετήστε το περιβάλλον εργασίας. Στα αριστερά του παραθύρου εμφανίζεται μία δενδρική μορφή με τις βάσεις δεδομένων (Databases) που αυτή τη στιγμή διαχειρίζονται από τη PostgreSQL. Το σύμβολο **postgis** σημαίνει ότι η βάση δεδομένων με όνομα postgis βρίσκεται στο δένδρο της PostgreSQL και είναι κλειστή, ενώ το σύμβολο **postgres** σημαίνει ότι είναι ανοιχτή.



Lab-PostGIS-2010.doc

Εργαστήριο PostGIS, Δρ. Ηλίας Φρέντζος 5

Για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων που θα φιλοξενήσει τα δεδομένα μας, κάντε κλικ για στον κόμβο = Databases (4) για να τον ενεργοποιήσετε (γίνεται μπλε), και στη συνέχεια δεξί κλικ και επιλέξτε το "New Database". Η νέα βάση που θα φτιάξουμε θα έχει όνομα lab_spatial_db, θα βασίζεται στο πρότυπο template_postgis και θα ακολουθεί την κωδικοποίηση UTF-8.

<u>Κάθε νέα χωφική βάση δεδομένων που δημιουργείται πρέπει να βασίζεται στο πρότυπο</u> template postgis, αλλιώς, δε θα λειτουργούν οι συναρτήσεις του PostGIS.

<u>Βήμα 2</u>^ο: Από το PgAdmin, συνδεθείτε στη βάση δεδομένων lab_spatial_db κάνοντας κλικ επάνω της, και επιλέξτε το κουμπί Execute arbitrary SQL Queries, το οποίο χοησιμοποιείται για τη σύνταξη και εκτέλεση sql ερωτημάτων



Όσα εφωτήματα εκτελεστούν παφακάτω μποφούν να εκτελεστούν μέσα από το πεφιβάλλον αυτού του Query Editor.

<u>Βήμα 3°</u>: Δημιουργία σχήματος με την ονομασία lab. Πληκτρολογήστε το παρακάτω

CREATE SCHEMA lab;

και πατήστε το πλήκτρο F5 (ή επιλέξτε το Execute από το μενού Query).

<u>Βήμα 4</u>: Δημιουργία πίνακα σημείων ενδιαφέροντος με την ονομασία landmarks:

```
CREATE TABLE lab.Landmarks(
landmark_id integer primary key,
landmark_name varchar(50),
landmark_geometry geometry);
```

Ποοσέξτε το geometry column το οποίο θα περιέχει όλη τη γεωμετρία του κάθε αντικειμένου. Ο τύπος geometry είναι γενικός και μπορεί να περιέχει χωρικά αντικείμενα των τριών τύπων (σημείο, γραμμή, πολύγωνο), καθώς και συλλογές αυτών των αντικειμένων. Αν δεν χρησιμοποιούσαμε το PostGIS αλλά απλή PostgreSQL, θα έπρεπε να ορίσουμε κάποιον από τους τύπους point, path, polygon

<u>Βήμα 5</u>°: Δημιουργία πίνακα δρόμων με την ονομασία roads:

```
CREATE TABLE lab.roads(
road_id integer primary key,
road_name varchar(50),
road_geometry geometry);
```

<u>Βήμα 6</u>: Δημιουργία πίνακα γεωτεμαχίων με την ονομασία parcels:

```
CREATE TABLE lab.parcels(
parcel_id integer primary key,
parcel_name varchar(50),
parcel_geometry geometry);
```

<u>Βήμα 7</u>: Δημιουργία πίνακα ζωνών με την ονομασία zones:

```
CREATE TABLE lab.zones(
zone_id integer primary key,
zone_name varchar(50),
zone_geometry geometry);
```

<u>Βήμα 8</u>^o: Δημιουργία πίνακα χωρικών αντικειμένων με χρήση των προτύπων του Open GIS Consortium. Πρώτα δημιουργήστε έναν πίνακα χωρίς χωρικά αντικείμενα:

```
CREATE TABLE lab.dummy(
dummy_id integer primary key,
dummy_name varchar(50));
```

Στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσουμε την AddGeometryColumn με Σύνταξη

```
AddGeometryColumn(<schema_name>,
<table_name>,
<column_name>,
<srid>, <type>,
<dimension>)
```

Το SRID είναι το σύστημα ποοβολής των δεδομένων. Το Ελληνικό σύστημα ποοβολής (ΕΓΣΑ'87) έχει SRID = 2100. Επομένως στη κονσόλα πληκτοολογήστε:

```
SELECT AddGeometryColumn('lab', 'dummy', 'dummy_geometry',
2100, 'GEOMETRY', 2);
```

Χǫησιμοποιώντας την AddGeometryColumn μποφούμε να καθοφίσουμε και άλλους τύπους εκτός από GEOMETRY (π.χ. LINESTRING). Αντίθετα, όταν δημιουφγώντας γεωμετφίες στο create table δε μποφούμε να καθοφίσουμε άλλον τύπο εκτός από το geometry και ούτε να οφίσουμε το σύστημα πφοβολής.

Σημείωση: το QGis δεν υποστηρίζει άλλους τύπους εκτός από geometry. Δεν υποστηρίζει επίσης την προσθήκη SRID στο κάθε πεδίο (αντίθετα, περιμένει να το βρει σε κάθε αντικείμενο)

<u>Βήμα 9</u>: Δημιουργία χωρικών ευρετηρίων GiST επάνω στους πίνακες landmarks, roads, parcels, zones

```
CREATE INDEX landmarks_spatial_index
ON lab.landmarks USING GIST(landmark_geometry);
CREATE INDEX roads_spatial_index
ON lab.roads USING GIST(road_geometry);
CREATE INDEX parcels_spatial_index
ON lab.parcels USING GIST(parcel_geometry);
CREATE INDEX zones_spatial_index
ON lab.zones USING GIST(zone_geometry);
```

Παλαιότερες εκδόσεις του PostGIS χρησιμοποιούσαν τα R-trees της PostgreSQL. Παρόλαυτά, από την έκδοση 0.6 και μετά τα R-trees έχουν αφαιρεθεί και η δεικτοδότηση των χωρικών δεδομένων του PostGIS γίνεται μέσω ενός σχήματος R-tree πάνω από GiST. Η τεκμηρίωση του PostGIS αναφέρει ότι η απόδοση του σχήματος αυτού σε σχετικά με τα R-trees της PostgreSQL είναι συγκρίσιμη. Επιπλέον, τα R-trees όπως είχαν υλοποιηθεί στη PostgreSQL είχαν τον περιορισμό ότι μπορούν να δεικτοδοτήσουν μόνο παραλληλόγραμμα (bounding boxes).

3. Εισαγωγή δεδομένων

<u>Βήμα 10</u>: Εισαγωγή δεδομένων στον πίνακα σημείων ενδιαφέ<u>φ</u>οντος με διαδοχικές εντολές insert:

```
INSERT INTO lab.landmarks
VALUES(1,'Landmark1',GeomFromText('POINT(468346 4198876)', 2100));
INSERT INTO lab.landmarks
VALUES(2,'Landmark2',GeomFromText('POINT(468518 4198644)', 2100));
```

<u>Βήμα 11</u>: Εισαγωγή δεδομένων στον πίνακα δρόμων με διαδοχικές εντολές insert:

```
INSERT INTO lab.roads
VALUES(1,'Roadl',GeomFromText('LINESTRING(469180 4199872, 469171
4199855)', 2100));
INSERT INTO lab.roads
VALUES(2,'Road2',GeomFromText('LINESTRING(468994 4199855, 469092
4199882)', 2100));
```

<u>Βήμα 12</u>: Εισαγωγή δεδομένων στον πίνακα ζωνών με διαδοχικές εντολές insert:

```
INSERT INTO lab.zones VALUES(1,'Zone1',GeomFromText('POLYGON((467646
4198420, 467734 4197970, 467962 4198009, 467882 4198464, 467646
4198420))', 2100));
INSERT INTO lab.zones VALUES(2,'Zone2',GeomFromText('POLYGON((467882
4198464, 467962 4198009, 468248 4198055, 468224 4198156, 468264 4198163,
468233 4198347,468199 4198522,467882 4198464,467882 4198464))', 2100));
```

<u>Βήμα 13</u>: Εισαγωγή δεδομένων στον πίνακα δρόμων και σημείων ενδιαφέροντος από ASCII αρχείο sql. Πρώτα θα διαγράψουμε τα περιεχόμενα των δύο πινάκων:

DELETE FROM lab.roads; DELETE FROM lab.landmarks;

Ανοίξτε το αρχείο roads.sql με έναν editor (π.χ. notepad) και παρατηρείστε τα περιεχόμενά του. Τι μπορείτε να πείτε για τη μορφή του αρχείου;

```
BEGIN;
INSERT INTO lab.landmarks
VALUES(1,'Landmark1',GeomFromText('POINT(462573 4199287)', 2100));
INSERT INTO lab.landmarks
VALUES(2,'Landmark2',GeomFromText('POINT(462740 4199054)', 2100));
...
COMMIT;
```

Για να εισάγουμε τα δεδομένα στη PostgrSQL, αρκεί να ανοίξουμε το αντίστοιχο sql αρχείο με τον sql editor και να το τρέξουμε κατά τα γνωστά.

<u>Βήμα 14</u>: Εισαγωγή δεδομένων από shape file (αρχείο του ArcGIS). θα χρησιμοποιήσουμε την παρακάτω εντολή που πρέπει να εκτελεστεί από το command prompt.

shp2pgsql -s 2100 [shapefile] [schema].[table] | psql -d [database] -U
[user]

Εκτελούμε το command prompt των windows (από το Start -> Run γράφουμε cmd) και πλοηγούμαστε στο directory. C:\Program Files\PostgreSQL\8.4\bin, όπου εκτελούμε την εντολή

shp2pgsql -s 2100 P:\postgis_lab_data\parcels.dbf lab.parcels_temp |
psql -d lab_spatial_db -U postgres



και πατήστε το Enter. Το σύμβολο | εμφανίζεται πατώντας Shift+\. Εφόσον σας ζητηθεί password πληκτοολογήστε postgres και αφήστε την εντολή να εκτελεστεί. Στο τέλος της εκτέλεσης της εντολής, η οθόνη που θα πάρετε θα πρέπει να είναι όπως παρακάτω:

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe	- 🗆 ×
INSERT Ø 1	
INSERT Ø 1	
INSERT Ø 1 INSERT Ø 1	
INSERT 0 1	
INSERT Ø 1	
INSERT Ø 1 INSERT Ø 1	
COMMIT	
C:\Program Files\PostgreSQL\8.4\bin>	-

Παρατηρήστε ότι η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται σε έναν πίνακα που ονομάζεται parcels_temp.

<u>Βήμα 15</u>[•]: Μεταφορά δεδομένων στον πίνακα γεωτεμαχίων και διαγραφή του προσωρινό πίνακα:

INSERT INTO lab.parcels (parcel_id,parcel_geometry)
SELECT gid, the_geom FROM lab.parcels_temp;

DROP TABLE lab.parcels_temp;

4. Εμφάνιση των δεδομένων

<u>Βήμα 16</u>: Εμφάνιση των δεδομένων σε μορφή πινάκων

SELECT * FROM lab.landmarks;

Μετατροπή κατά την εμφάνιση σε WKT format

SELECT landmark_id, landmark_name, AsText(landmark_geometry)
FROM lab.landmarks;

<u>Βήμα 17</u>[•]: Οπτικοποίηση των δεδομένων

Εκκινήστε την εφαρμογή Quantum GIS. Επιλέξτε Start > Programs > Quantum GIS Enceladus > Quantum GIS Enceladus.

Θα πρέπει καταρχήν να καθορίσουμε το σύστημα συντεταγμένων του project του Quantum GIS. Αυτό γίνεται από το μενού

Settings > Project Properties

Και στο ενεργοποιούμε το "Enable on the fly CRS transformation", ενώ αναζητούμε το ελληνικό σύστημα προβολής GGRS87 (ΕΓΣΑ87), με EPSG ID 2100 (το οποίο EPSG ID είναι ίδιο με το SRID του PostGIS). Αφού επιλέξουμε το σύστημα όπως στην παρακάτω εικόνα, πατάμε το ΟΚ.

Project P	roperties				?
General	Coordinate Reference System (CRS) Ident	ifiable layers			
🗶 Enable 'o	n the fly' CRS transformation				
Coordinate	Reference System		EPSG	ID	
	ETRS89 / TM Baltic93		25884	2112	_
	Egypt 1907 / Blue Belt		22991	1970	
	Egypt 1907 / Extended Purple Belt		22994	1973	
	Eavot 1907 / Purple Belt		22993	1972	
	22992	1971			
	Egypt Gulf of Suez S-650 TL / Red Belt	3355	1313		
	3460	1418			
	Fiji 1986 / Fiji Map Grid (deprecated)	3143	1105		
		3113	1076		
	GGRS87 / Greek Grid		2100	91	
	2003	4			
	Gulshan 303 / Bangladesh Transverse Mercator		3106	1069	-
+proj=tme +towgs84= Search —	rc +lat_0=0 +lon_0=24 +k=0.9996 +x_0=5000(-199.87,74.79,246.62,0,0,0,0 +units=m +no_d	00 +y_0=0 +ellps=Gl lefs	2580		
• EPSG	ID Name 2100			Find	
	GGRS87 / Greek Grid (EPS	iG : 2100)			
	WGS 84 (EPSG : 43	26)			
	ОК	Cancel Ap	ply	H	elp

Για να προσθέσουμε τα δεδομένα, που έχουμε αποθηκεύσει στο PostGIS, εκτελέστε την εντολή Layer > Add a PostGIS Layer > New Connection

Δώστε τις παφακάτω τιμές στα ζητούμενα πεδία: Name: lab_spatial_db host:localhost database:lab_spatial_db post:5432 (ή 5433, ανάλογα με την εγκατάσταση) username:postgres password: το password που έχετε οφίσει στην εγκατάστασή σας Ενεφγοποιείστε το Save Password και πατήστε το **Connect**. Στη συνέχεια, επιλέξτε και τα 5 Layer που εμφανίζονται και πατήστε το **Add.** Παρατηρείστε ότι το επίπεδο dummy δεν μπορεί να εισαχθεί (γιατί;)

Πατήστε το ΟΚ. Ο χάφτης της πεφιοχής πφέπει να έχει εμφανιστεί στο κυφίως παφάθυφο (map view)



<u>Βήμα 18</u>: Προσθέστε μία υπηρεσία Web Mapping Service εκτελώντας την εντολή

Layer > Add a WMS Layer > New Connection

Πατήστε το κουμπί New για να δημιουργήσουμε μία νέα σύνδεση, και δώστε τα παρακάτω στοιχεία:

Name: *infolab.wms* URL: *http://isl.cs.unipi.gr:8080/geoserver/wms*

όπως στην παρακάτω εικόνα, και πατήστε το οκ.

Servers Layer Order	Server Server Search			?
infolab.wms				-
Connect Net	w Edit	Delete	A	dd default servers
🤨 Create a new WM	IS connection			? 🛛
Connection details				
Name info	lab.wms			
URL http	o://isl.cs.unipi.gr:8080/geos	erver/wms		
If the WMS requir	es basic authentication, en	ter a user name an	d optional pas:	sword
If the WMS requir	res basic authentication, en	ter a user name ar Password	d optional pas	sword
If the WMS requir	es basic authentication, en	ter a user name an Password OK	d optional pass	sword Help
If the WMS require	es basic authentication, en	ter a user name an Password OK	d optional pass	sword Help
If the WMS requir User name Layer name WGS 84	es basic authentication, en	Password	d optional pass	sword Help

Στη συνέχεια επιλέξτε την υπηρεσία στην οποία συνδεθήκαμε, και πατήστε το connect, ώστε να εμφανιστούν όλοι οι χάρτες που διαθέτει η υπηρεσία. Επιλέξτε το greece όπως στην παρακάτω εικόνα και πατήστε το Add

Servers	Layer Or	rder Servi	er Sea	rch				
infolah wm								
	,					_		
Connect		New	Ec	lit Del	ete		Add default serve	ers
ID	∇	Name		Title		Abstract		
90		qwe		qwe		Layer-Group type la	iyer: qwe	
89		greece		greece		Layer-Group type la	iyer: greece	
88		cyprus		cyprus Marchatter / NV		Layer-Group type la	iyer: cyprus	
中 84		topp:tasmapi:	305	Tasmania weter	г Б	Tasmania water boo	la layout of Man lies	
± ⊡ - 80		topp:casmania	a_vv a_st	Tasmania state	ы h	Tasmania state hou	ndaries	
± 78		topp:tasmania	a_r	Tasmania roads		Main Tasmania road	5	
⊡-76		topp:tasmania	a_ci	Tasmania cities		Cities in Tasmania (a	actually, just the	-
⊡ - 73		sf:streams		Spearfish stream	ns	Sample data from G	RASS, streams,	Ę
P3 - 69		tonnistates		LISA Population		This is some census	data on the sta	Ľ
Image encod	ing) JPEG .eference	PNG O System (4457	TIFF availa	able)				
Layer name								
Layer name WGS 84							Change	
Layer name WGS 84						Add Clo	Change se Helj	p



Εξοικειωθείτε με:

- ενεργοποιήστε / απενεργοποιήστε τα θεματικά επίπεδα (layers)
- αλλάξτε τη σειρά εμφάνισης των θεματικών επιπέδων
- αναζητήστε τις γεωγραφικές συντεταγμένες των σημείων ενδιαφέροντος
- ζητήστε πληροφορίες για τα αντικείμενα
- αλλάξτε τα σύμβολα των οντοτήτων (χρώματα, τύπους γραμμών, κλπ.)
- ✓ αλλάξτε το zoom
- ✓ ανοίξτε το attribute table χρησιμοποιώντας το κουμπί 📃
- ✓ Επιλέξτε αντικείμενα στο σχέδιο με το και παρατηρείστε τι συμβαίνει στο attribute table.
- Δώστε κάποια κριτήρια για επιλογή δεδομένων στο επίπεδο roads πατώντας το κουμπί advanced στο attribute table

5. Εκτέλεση ερωτήσεων

Οι εφωτήσεις θα εκτελεστούν μέσω της κονσόλας εντολών ή στο PgAdminIII. Η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων όπου απαιτείται θα γίνει μέσω του QGis

<u>Βήμα 19</u>: Πραγματοποιήστε μία ερώτηση επιλογής με βάση ένα σημείο:

```
SELECT parcel_id
FROM lab.parcels
WHERE parcel_geometry && GeomFromText('POINT(468010 4198347)',2100);
```

Ο τελεστής && ελέγχει αν τέμνονται τα bounding boxes των χωρικών αντικειμένων Ανοίξτε το attribute table του θεματικού επιπέδου parcels στο QGis και εντοπίστε το σημείο και το parcel που επέστρεψε σαν απάντηση το query.

<u>Βήμα 20</u>: Πραγματοποιήστε μία ερώτηση επιλογής με βάση την απόσταση από σημείο:

SELECT *

Δοκιμάστε επίσης την παρακάτω ερώτηση

```
SELECT *
FROM lab.roads
WHERE Distance(GeomFromText('POINT(468010 4198347)',2100),road_geometry)
                      < 100;</pre>
```

Τι παρατηρείτε σε σχέση με τα αποτελέσματα των δύο ερωτήσεων;

Η πιο αποδοτική χρήση της χωρικής βάσης δεδομένων, γίνεται συνδυάζοντας ερωτήσεις με βάση την απόσταση και παράλληλο έλεγχο επικάλυψης των περιγεγραμμένων παραλληλογράμμων (bounding boxes). Ο έλεγχος με το περιγεγραμμένο παραλληλόγραμμο είναι πολύ πιο γρήγορος από τον αναλυτικό έλεγχο με βάση την απόσταση (λόγω του ότι χρησιμοποιείται το χωρικό ευρετήριο). Η συνάρτηση Expand() παρέχει έναν τρόπο ώστε να μεγαλώσει το περιγεγραμμένο παραλληλόγραμμο ενός αντικειμένου.

Για να δείτε πως λειτουργεί η Expand() εκτελέστε την παρακάτω εντολή

```
CREATE VIEW lab.expand_test AS
SELECT landmark_id, Expand(landmark_geometry, 20) AS expanded_geometry
FROM lab.landmarks;
```

και από το QGIS επιλέξτε

Layer > Add a PostGIS Layer > New Connection

επιλέξτε τη σύνδεση στη PostgrSQL, πατήστε το connect και επιλέξτε το expand_test. Παρατηρείστε τη μορφή των δεδομένων. Προσέξτε επίσης ότι το View που δημιουργήσαμε έχει και ένα πεδίο που προέρχεται από πρωτεύον κλειδί (και επιπλέον συνεχίζει να είναι μοναδικό μέσα στο View). Αυτός είναι περιορισμός του Qgis (πρέπει να υπάρχει ένα πεδίο που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μοναδικό κλειδί).

<u>Βήμα 21</u>·· Πραγματοποιήστε μία ερώτηση επιλογής με μία περιοχή: Με περιοχή παραλληλόγραμμο:

και οι δύο παραπάνω ερωτήσεις επιστρέφουν το ίδιο αποτέλεσμα. Η πρώτη είναι πιο γρήγορη (ελέγχει μόνο τα bounding boxes με τον τελεστή &&), αλλά και λιγότερο ακριβής. Επιπλέον, χρησιμοποιεί τη λειτουργικότητα της PostgreSQL (και όχι PostGIS) επειδή περιέχει τη συνάρτηση box().

Με περιοχή πολύγωνο (τρίγωνο):

και

Παρατηρείστε ότι οι δύο ερωτήσεις δεν έχουν το ίδιο αποτέλεσμα. Γιατί συμβαίνει αυτό;

<u>Βήμα 22°:</u> Πραγματοποιήστε μία ερώτηση χωρικής σύνδεσης (σημείο – πολύγωνο):

```
SELECT landmark_id, landmark_geometry
FROM lab.landmarks, lab.parcels
WHERE landmark_geometry @ parcel_geometry;
```

προσέξτε ότι στα αποτελέσματα εμφανίζονται δύο εγγραφές με landmark_id=9. Αυτό συμβαίνει γιατί ο τελεστής @ χρησιμοποιεί τα bounding boxes και το αποτέλεσμα είναι προσεγγιστικό. Αντίθετα, η παρακάτω ερώτηση επιστρέφει ακριβή αποτελέσματα:

```
SELECT landmark_id, landmark_geometry
FROM lab.landmarks, lab.parcels
WHERE Contains(parcel_geometry,landmark_geometry);
```

<u>Βήμα 23 ·:</u> Πραγματοποιήστε μία ερώτηση χωρικής σύνδεσης (πολύγωνο - πολύγωνο):

```
SELECT parcel_id, parcel_geometry
FROM lab.parcels, lab.zones
WHERE Contains(zone_geometry,parcel_geometry) AND zone_name='Zone1'
```

Οπτικοποιήστε το αποτέλεσμα της εφώτησης δημιουργώντας ένα View (όπως στο βήμα 19).

<u>Βήμα 24</u>: Ερώτημα χωρικής αυτοσύνδεσης. "Επέλεξε όλα τα ζεύγη σημείων που απέχουν μεταξύ τους λιγότερο από 50 μέτρα"

```
SELECT L1.landmark_id, L1.landmark_geometry,
L2.landmark_id, L2.landmark_geometry,
distance(L1.landmark_geometry, L2.landmark_geometry)
FROM lab.landmarks L1, lab.landmarks L2
WHERE distance(L1.landmark_geometry, L2.landmark_geometry)<50
AND L1.landmark_id<>L2.landmark_id;
```

<u>Βήμα 25</u>[•]: Χρήση συναρτήσεων:
Εμβαδόν περιοχής

```
SELECT parcel_id,parcel_name,area(parcel_geometry) FROM lab.parcels;
```

Μήκος αξόνων

```
SELECT road_id,road_name,length(road_geometry)
FROM lab.roads
WHERE length(road_geometry)>100;
```

<u>Βήμα 26°:</u> Buffer χωρικών αντικειμένων

```
SELECT parcel_id,parcel_geometry,road_id
FROM lab.parcels, lab.roads
WHERE buffer(road_geometry,6) && parcel_geometry;
```

αλλά και

```
SELECT parcel_id,parcel_geometry,road_id
FROM lab.parcels, lab.roads
WHERE intersects(buffer(road_geometry,6),parcel_geometry);
```

Παρατηρήστε ότι ο χρόνος εκτέλεσης στη δεύτερη περίπτωση αυξάνεται δραματικά. Τι μπορούμε να κάνουμε ώστε να το βελτιώσουμε;

Ενεφγοποιήστε το QGis και βρείτε ποιοι δρόμοι έχουν id μεταξύ 1200 και 1300. Στη συνέχεια οπτικοποιήστε τα αποτελέσματα του παρακάτω View:

και εισάγετε το Layer στο QGis. Προσέξτε ότι έτσι μπορείτε να βρείτε ποιοι δρόμοι περνάνε μπροστά από ποια γεωτεμάχια.

<u>Βήμα 27°:</u> Συναθρίσεις:

```
SELECT ConvexHull(collect(landmark_geometry))
FROM lab.landmarks;
```

και

```
SELECT ConvexHull(collect(landmark_geometry))
FROM lab.landmarks
GROUP BY (landmark_id/10)::int;
```

οπτικοποίηση δε μποφούμε να κάνουμε λόγω των πεφιοφισμών του Qgis στο πεδίο id. Μποφούμε όμως να δημιουφγήσουμε έναν νέο πίνακα και να δείξουμε έτσι το αποτέλεσμα.

Τέλος