

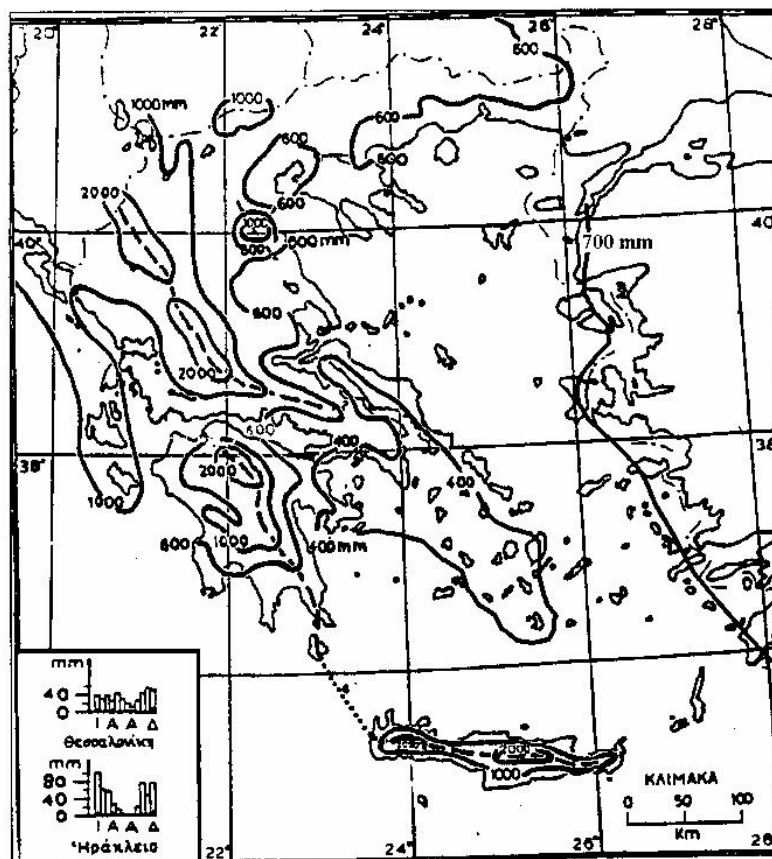


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ»

ΘΕΜΑ:

**ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ
ΤΥΠΙΚΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ORACLE SPATIAL 11G ΚΑΙ
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GOOGLE EARTH**

ΠΟΥΡΑΝΗΣ ΣΠΥΡΟΣ



Επιβλέπων καθηγητής: Τίμος Σελλής, καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2010

Ευχαριστίες

Με το πέρας της μεταπτυχιακής μου διατριβής ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο Δ.Π.Μ.Σ. “Γεωπληροφορική” και θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον καθηγητή μου κ. Τίμο Σελλή, για την εμπιστοσύνη του στην ανάθεση του θέματος που του είχα προτείνει καθώς και για τις συμβουλές, τις υποδείξεις και τη χρήσιμη και συνεχή καθοδήγησή του καθ’ όλη τη διάρκεια του εξαμήνου. Αποτελεί πραγματικό υπόδειγμα καθηγητή του Ε.Μ.Π. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ. Κώστα Πατρούμπα για την πολύτιμη βοήθεια και τη συνεχή υποστήριξή του σχετικά με την εφαρμογή και το χρόνο του που μου αφιέρωσε όσες φορές κι αν του τη ζήτησα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το συμφοιτητή μου, Κυριάκο Γεωργούση για όλη τη βοήθεια και την αμέριστη συμπαράσταση που μου προσέφερε καθ’ όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της. Θα ήθελα να αναφέρω ότι, αποτελεί πραγματικά ένα σωστό υπόδειγμα φοιτητή για το Ε.Μ.Π. Παράλληλα, οφείλω θερμές ευχαριστίες στον κ. Βασίλη Κωστόπουλο για την καθοδήγησή του σχετικά με τα ερωτήματα της κλιματικής βάσης και το χρόνο που αφιέρωσε για τις πολύτιμες συμβουλές και ιδέες του. Ευχαριστώ λοιπόν, τους προαναφερθέντες από καρδιάς. Δίχως τη βοήθεια αυτών η εργασία αυτή δεν θα είχε ολοκληρωθεί επιτυχώς.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, τον αδελφό μου, τη γιαγιά μου και το θείο μου για την άμεση συμπαράσταση και τη βοήθειά τους σε όλους τους τομείς, η οποία ήταν υποδειγματική. Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ και στον παππού μου, ο οποίος μου έδωσε το έναυσμα να φτάσω μέχρι εδώ και ο οποίος θα ήταν πολύ ευτυχισμένος να έβλεπε εμένα να παίρνω το τίτλο του μεταπτυχιακού αυτού. Τέλος, ευχαριστώ ιδιαίτερα την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την παροχή των πολύτιμων στοιχείων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της πρακτικής μου άσκησης, που χρησίμευσαν ως πηγή για την εφαρμογή.

ΘΕΡΜΕΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ ΠΡΟΣ ΟΛΟΥΣ...!!!

Σπύρος Πουράνης

12 ΙΟΥΛΙΟΥ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	σελ. 2
Περίληψη στην ελληνική γλώσσα.....	σελ. 5
Περίληψη στην αγγλική γλώσσα.....	σελ. 6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Υετός

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ. 8
1.1. Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.....	σελ. 9
1.2. Βροχή.....	σελ. 9
1.2.1 Τύποι βροχής.....	σελ. 10
1.3. Ημερήσια πορεία της βροχής στον ελλαδικό χώρο	σελ. 12
1.4. Ετήσια πορεία της βροχής στον ελλαδικό χώρο.....	σελ. 12
1.5. Γεωγραφική διανομή της βροχής στην Ελλάδα.....	σελ. 13
1.6. Μεταβλητότητα της βροχής.....	σελ. 15
1.7. Υδρολογικό έτος.....	σελ. 16
1.8. Τάσεις βροχόπτωσης στον ελλαδικό χώρο.....	σελ. 16
1.9. Συσχέτιση χειμερινής βροχόπτωσης και ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας στον ελλαδικό χώρο.....	σελ. 19
1.10. Radar καιρού.....	σελ. 21
1.11. Σκοπός της εργασίας.....	σελ. 23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Βάσεις Δεδομένων

2.1. Χωρικές Βάσεις Δεδομένων.....	σελ. 26
2.2. Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων.....	σελ. 27
2.2.1. Συστήματα Διαχείρισης χωρικών βάσεων δεδομένων.....	σελ. 28
2.2.2. Διαδικτυακές εφαρμογές οπτικοποίησης χωρικών δεδομένων.....	σελ. 29
2.3. Αρχιτεκτονική Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων.....	σελ. 30
2.4. Διαδικασία ανάπτυξης ενός Συστήματος Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων.....	σελ. 34
2.4.1. Εννοιολογικός σχεδιασμός.....	σελ. 36
2.4.2. Λογικός σχεδιασμός.....	σελ. 38
2.4.3. Φυσικός σχεδιασμός.....	σελ. 38
2.5. Η γλώσσα SQL.....	σελ. 39
2.5.1. Εντολές Γλώσσας Ορισμού Δεδομένων.....	σελ. 39
2.5.1.1 Βασικοί τύποι δεδομένων.....	σελ. 39
2.5.1.2 Σύνταξη εντολών ορισμού δεδομένων.....	σελ. 40
2.5.2. Εντολές Γλώσσας Χειρισμού Δεδομένων.....	σελ. 41
2.5.2.1 Σύνταξη εντολών χειρισμού δεδομένων.....	σελ. 42
2.5.2.1.1 Σύνταξη εντολών μεταβολής δεδομένων.....	σελ. 42
2.5.2.1.2 Σύνταξη εντολών ανάκτησης δεδομένων.....	σελ. 42
2.6. Πλεονεκτήματα Χωρικών Βάσεων Δεδομένων.....	σελ. 45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Υλοποίηση Βάσης Δεδομένων

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ.	48
3.1. Σχεδιασμός και υλοποίηση της βάσης δεδομένων.....σελ.	49
3.1.1. Εννοιολογικός σχεδιασμός.....σελ.	49
3.1.1.1 Περιγραφή οντοτήτων – συσχετίσεων.....σελ.	52
3.1.2. Λογικός σχεδιασμός.....σελ.	54
3.1.3. Φυσικός σχεδιασμός.....σελ.	55
3.2. Λύσεις ερωτημάτων SQL και αποτελέσματα στην Oracle.....σελ.	65
3.3. Νέες τεχνολογίες για τη δημοσιοποίηση χαρτογραφικού περιεχομένου στον Παγκόσμιο Ιστό.....σελ.	80
3.3.1. Εισαγωγή.....σελ.	80
3.3.2. Από την HTML στην XML και την GML.....σελ.	83
3.3.3. Προδιαγραφές του προτύπου GML.....σελ.	85
3.3.4. Πλεονεκτήματα της GML.....σελ.	87
3.3.5. Παραγωγή χάρτη μέσω της GML.....σελ.	90
3.3.6. Διαλειτουργικότητα και GML.....σελ.	92
3.3.7. Εξαγωγή χωρικών ερωτημάτων σε GML αρχεία.....σελ.	93
3.3.8. Μετατροπή των GML αρχείων σε KML αρχεία.....σελ.	100
3.3.8.1 Keyhole Markup Language (KML).....σελ.	100
3.3.8.2 Τεχνολογίες της Google στη διάχυση χαρτογραφικού περιεχομένου – Google Earth.....σελ.	104
3.3.8.3 Απεικόνιση των ερωτημάτων με χωρική πληροφορία σε περιβάλλον Google Earth.....σελ.	106

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Συμπεράσματα & Αξιολόγηση

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ.	123
--------------------------	-----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....σελ.	126
---	------------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....σελ.	129
-----------------------------	------------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....σελ.	147
-----------------------------	------------

Περίληψη

Αντικείμενο της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας αποτελεί ο σχεδιασμός μιας χωρικής βάσης κλιματικών δεδομένων με σκοπό την εισαγωγή σε αυτήν κλιματικών στοιχείων που αφορούν το ύψος βροχόπτωσης και τις ημέρες ύετου στον Ελλαδικό χώρο για μια δεδομένη χρονοσειρά που περιλαμβάνει 30 έτη. Στην κλιματική βάση εισάγονται στοιχεία (περιγραφικά και γεωμετρικά – χωρικά) που αφορούν 44 μετεωρολογικούς σταθμούς της Ελλάδας. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι στον ελληνικό χώρο για αυτήν την περίοδο. Παράλληλα, ελέγχθηκαν ως προς την ομοιογένεια κι ομοιομορφία όσον αφορά την κάλυψη ολόκληρου του ελλαδικού χώρου.

Η εργασία διαρθρώνεται σε τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, παρατίθενται κάποια γενικά στοιχεία σχετικά με τη συμπεριφορά της βροχόπτωσης στον ελλαδικό χώρο καθώς και στοιχεία που βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των ερωτημάτων που ακολουθούν καθώς και στην επιλογή του διαχωρισμού των μετεωρολογικών σταθμών σε γεωγραφικές περιοχές. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται αφενός η σημασία κι αφετέρου η διαδικασία σχεδιασμού των χωρικών βάσεων δεδομένων.

Τέλος, το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στη χωρική βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε στην παρούσα εργασία, περιγράφοντας αναλυτικά τα βήματα σχεδιασμού και υλοποίησής της, ακολουθώντας τα στάδια του εννοιολογικού σχεδιασμού από τον οποίο προκύπτει το διάγραμμα οντοτήτων – συσχετίσεων, του λογικού σχεδιασμού που καταλήγει στο σχεσιακό μοντέλο και του φυσικού σχεδιασμού με την υλοποίηση του σχήματος της βάσης. Κατόπιν, ακολουθεί η εισαγωγή των στοιχείων σε όλους τους πίνακες της βάσης με απλές εντολές INSERT και η διατύπωση ερωτημάτων σε SQL γλώσσα με τη χρήση της εντολής SELECT. Τέλος, έγινε εξαγωγή των αποτελεσμάτων από κάποια ερωτήματα που επιλέχθηκαν ενδεικτικά και αφορούν χωρική πληροφορία, σε αρχεία GML και η μετατροπή αυτών σε απλά αρχεία KML για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων τους σε περιβάλλον Google Earth.

Στόχος της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι η δημιουργία μιας κλιματικής βάσης δεδομένων που θα αποτελεί ένα εργαλείο παροχής πληροφοριών, περιγραφικής και γεωμετρικής μορφής, σχετικά με τη μελέτη της συμπεριφοράς του φαινομένου της βροχής στον ελλαδικό χώρο στο χώρο και το χρόνο με τη βοήθεια ερωτημάτων SQL με έναν βέλτιστο και κατανοητό τρόπο από το μέσο άνθρωπο καθώς και από εξειδικευμένους επιστήμονες και με τρόπο απλό και γρήγορο λόγω της πληθώρας των στοιχείων. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία από τη Διεύθυνση Κλιματολογίας-Εφαρμογών, Τμήμα Εφαρμογών Υδρομετεωρολογίας στο Ελληνικό Αττικής.

ABSTRACT

Object of this postgraduate paper is the planning of Spatial Database of climatic data aiming at the introduction of climatic data that concern the rainfall and the average days of precipitation in the Hellenic space for a given dataseries that includes 30 years. Data are imported in the climatic database (descriptive and geometric – spatial data) that concern 44 meteorological stations over Greece. The meteorological stations are uniformly distributed in the Greek space for this period. At the same time, they were checked as for the homogeneity and uniformity with regard to the cover of entire Hellenic space.

This work is structured in three chapters. In the first chapter, some general information is mentioned with regard to the behavior of rainfall over the Greek area as well as data which assist in the better understanding of SQL queries that follows. Besides, elements are given with regard to the choice of segregation of meteorological stations in geographic regions. The second chapter describes both the importance and the planning process of Spatial Databases.

Finally, the third chapter refers to the Spatial Database that was created on this paper, describing analytically both the steps of planning and the implementation about it, following the stages of conceptual planning by which arises the ER diagram. The conceptual planning includes the logical planning that lead to the relational model and the natural planning with the implementation of the database's schema. After that, both the import of data in all tables of database with simple command INSERT and the formulation of queries in SQL language follow with the use of command SELECT. Finally, export of results was carried out in GML files from some queries that were selected indicatively and concern spatial information. These files were converted to simple KML files in order to be represented in the environment of Google Earth.

The goal of the previously described application is the creation of climatic database that will constitute a tool of benefit of information, descriptive and geometric, with regard to the study of the behavior of rain in the Greek area in space and time with the assistance of queries SQL. It becomes with an optimum and comprehensible way from the common people as well as from specialised scientists, with a painless and quick way due to the abundance of data. The used data in this work derive from the Hellenic National Meteorological Service from the Address of Applied Climatology, Department of Applied Hydrometeorology in Elliniko.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1⁰

ΥΕΤΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ποσότητα και η κατανομή της βροχής (rain) στο χώρο και το χρόνο, ορίζουν τη διαθεσιμότητα και τη συμπεριφορά των υδατικών πόρων (πηγών, ποταμών, λιμνών και υπόγειων αποθηκών) και καθορίζουν τους όρους με τους οποίους χρησιμοποιούνται αυτοί από τον άνθρωπο. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνει κατανοητή, όσο το δυνατόν πληρέστερα, η συμπεριφορά των βροχοπτώσεων στο χώρο και το χρόνο πάνω από τον ελλαδικό χώρο.

Η βροχή είναι μια φυσική παράμετρος, η οποία μεταβάλλεται στο χώρο και το χρόνο και επηρεάζει διάφορους τομείς της ζωής του ανθρώπου. Στον ελλαδικό χώρο, όπως έχει προκύψει (Kabezidis, et al, 2004) τα τελευταία 20-30 χρόνια παρατηρείται μια στατιστικά σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων πάνω από τον ελλαδικό χώρο, ιδίως στη Δυτική, Κεντρική και Βόρεια Ελλάδα και στα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου. Ωστόσο, για την ολοκληρωμένη ερμηνεία αυτών των μεταβολών θα πρέπει να εξεταστεί η κατανομή της βροχόπτωσης στο χώρο και το χρόνο καθώς υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ αυτής της κατανομής, τόσο με τη γεωργία, όσο και με την απορροή και του ισοζυγίου του νερού. Έντονη απορροή στην Ελλάδα παρατηρείται κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμερινού εξαμήνου (Οκτώβριος-Απρίλιος), οπότε η βροχόπτωση υπερβαίνει την εξάτμιση και διαπνοή, εξαιτίας του μεγάλου ύψους βροχής και των χαμηλών θερμοκρασιών που σημειώνονται κατ' αυτή την περίοδο αυτής της περιόδου, ενώ την ξηρή περίοδο του έτους (Μάιος-Σεπτέμβριος) δεν υπάρχει απορροή εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και της υποχώρησης της βροχόπτωσης σε σχέση με την εξάτμιση και τη διαπνοή, οι οποίες υπερτερούν. Ως αποτέλεσμα αυτών αποτελεί η σωστή διαχείριση των αποθεμάτων νερού από τον άνθρωπο, ιδίως κατά τη θερινή περίοδο. Για τους λόγους αυτούς είναι σημαντική η μελέτη της κατανομής του φαινομένου της βροχής στον ελληνικό χώρο.

Είναι αξιοσημείωτο ότι η αποτίμηση της βροχομετρικής δαίτας πάνω από την Ελλάδα είναι αρκετά περίπλοκη επειδή παρουσιάζει ιδιαίτερα ανώμαλη συμπεριφορά, τόσο σε χωρική όσο και σε χρονική κλίμακα (Maheras and Anagnostopoulou, 2003). Είναι αποδεκτό ότι οι κύριοι φυσικοί και φυσικογεωγραφικοί παράγοντες που ελέγχουν τη χωρική διανομή της βροχόπτωσης πάνω από την Ελλάδα είναι: Η ατμοσφαιρική κυκλοφορία, η γεωμορφολογία (ανάγλυφο), η επιφανειακή διανομή θερμοκρασίας της θάλασσας στη Μεσόγειο, η υγρασία των αερίων μαζών που διασχίζουν τον ελλαδικό χώρο, τόσο πάνω από την ξηρά όσο και πάνω από το Ιόνιο και Αιγαίο Πέλαγος (Xorlaki et Al, 2000). Επιπλέον, η σύνθετη ορογραφία, οι κοιλάδες κατά μήκος των οποίων οι μάζες αέρα διοχετεύονται και ο μεγάλος αριθμός νησιών οδηγούν σε μια ακόμα χαμηλότερη προβλεψιμότητα της βροχόπτωσης και της ανώμαλης συμπεριφοράς που αυτή παρουσιάζει.

Ωστόσο, υπάρχουν κάποια σενάρια Κλιματικών αλλαγών που συνδέονται με τη βροχόπτωση στην περιοχή της Μεσογείου και ειδικότερα τη ΝΑ Μεσόγειο (IPCC, 2007). Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα σενάρια αυτά συμφωνούν στη ελάττωση του ετήσιου ύψους βροχής και την αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας. Συνέπεια αυτού θα είναι η επιμήκυνση της ξηρής περιόδου (εμφάνισης εντονότερης ξηρασίας από τα φυσιολογικά επίπεδα) με αποτέλεσμα πολλές περιοχές της Ελλάδας όπου τα ύψη βροχής είναι σχετικά χαμηλά, να τείνουν να ερημοποιηθούν (Αττική, Θεσσαλονίκη, Θεσσαλία, Ανατολική Πελοπόννησος).

1.1. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ

Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα είναι οι διάφορες μορφές υετού (precipitation) που αποφέρουν μετρήσιμη ποσότητα νερού, είτε υγρής, είτε στερεής φάσης, που φθάνουν από το νέφος στην κατώτερη ατμόσφαιρα (τροπόσφαιρα) στην επιφάνεια του εδάφους, δίχως να συμβεί το φαινόμενο της εξάτμισης. Με τον όρο «υετός» νοείται το σύνολο των υδατωδών ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, ιδίως κατακόρυφων, τα οποία φθάνουν στην επιφάνεια του εδάφους, σε υγρή ή στερεά μορφή και αποφέρουν μετρήσιμη ποσότητα νερού (βροχή, ψεκάδες βροχής, χιόνι, χαλάζι), ενώ με τον όρο «όμβρος» νοείται το σύνολο των υδατωδών ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχή, χιόνι) τα οποία φθάνουν στην επιφάνεια του εδάφους από νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης. Η δρόσος και η πάχνη αποτελούν οριζόντια ατμοσφαιρικά υδροαποβλήματα καθώς δημιουργούνται στο έδαφος με κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας.

1.2. ΒΡΟΧΗ

Στην περίπτωση κατά την οποία τα υδροσταγονίδια που υπάρχουν σε ένα νέφος ενώνονται μεταξύ τους ή μεγαλώνουν, σχηματίζουν πιο μεγάλες υδροσταγόνες εντός του νέφους. Αυτές οι υδροσταγόνες κατά την κάθοδό τους, εξαιτίας του βάρους τους, παρασύρουν κι άλλα υδροσταγονίδια, γίνονται ακόμη μεγαλύτερες και τελικά εγκαταλείπουν το νέφος. Αν φθάσουν στην επιφάνεια της γης χωρίς να εξατμιστούν δημιουργείται το φαινόμενο της βροχής (rain). Για τη δημιουργία του φαινομένου της βροχής από ένα νέφος παίζουν σημαντικό ρόλο τέσσερις παράγοντες:

1. Η ύπαρξη διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των γειτονικών στοιχείων του νέφους,
2. Η συνύπαρξη των τριών φάσεων του νερού στο νέφος,
3. Η ύπαρξη αναταρακτικών κινήσεων και
4. Η ύπαρξη ανομοιόμορφου ηλεκτρικού φορτίου στα στοιχεία του νέφους.

Η διάμετρος των σταγονιδίων της βροχής που φθάνουν έως την επιφάνεια της γης κυμαίνονται από 0,05 – 0,6 εκατοστά. Τα νέφη που δημιουργούν βροχόπτωση είναι οι σωρειτομελανίες (Cumulonimbus), οι στρωματοσωρείτες (Stratocumulus), τα μελανοστρώματα (Nimbostratus), τα στρώματα (Stratus) και τα υψιστρώματα (Altostratus). Η βροχή, ανάλογα με την έντασή της διακρίνεται από τους μετεωρολόγους σε:

1). *Ασθενής βροχή*, όταν το ύψος βροχής φθάνει τα 0,5 mm/h. Η βροχή αυτή της εντάσεως προέρχεται από στρωματοειδή νέφη με πάχος μικρότερο από 2 km.

2). *Μέτρια βροχόπτωση*, όταν το ύψος βροχής φθάνει τα 0,5 – 4 mm/h και

3). *Ισχυρή βροχόπτωση*, όταν το ύψος βροχής μέσα σε μισή ώρα είναι μεγαλύτερο από 4 mm/h. Αυτή η βροχόπτωση είναι απότομη σε μεγάλες σταγόνες και είναι δυνατόν να συνοδεύεται και από χαλάζι.

Τα καταιγιδοφόρα νέφη δίνουν ισχυρή βροχόπτωση που φθάνει και τα 15 mm ή και περισσότερα σε μια ώρα.

1.2.1. Τύποι βροχής

Κύρια αιτία για τη δημιουργία βροχής είναι η ανοδική κίνηση μιας αέριας μάζας. Κατά την άνοδό της μια αέρια μάζα, η οποία είναι ακόρεστη, ψύχεται αδιαβατικά, ενώ σε περίπτωση που η θερμοκρασία της φθάσει τη θερμοκρασία δρόσου του αέρα T_d ($T = T_d$), η αέρια μάζα αρχίζει και συμπυκνώνει τους υδρατμούς που περιέχει, γίνεται κορεσμένη και σχηματίζεται νέφος. Ανοδικές κινήσεις μιας αέριας μάζας σχηματίζονται, είτε με τη θέρμανσή της από την επιφάνεια του εδάφους, είτε από την ανοδική κίνηση στα ψυχρά και θερμά μέτωπα της θερμής αέριας μάζας, η οποία ψύχεται αδιαβατικά. Παράλληλα, αιτία ανοδικής κίνησης αποτελεί και κάποιο φυσικό εμπόδιο (ορογραφικό αίτιο). Οι βροχές, ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού των ανοδικών κινήσεων των αερίων μαζών χωρίζονται σε κατηγορίες που εμφανίζονται, είτε μεμονωμένα, είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους.

- **Βροχές κατακόρυφης μεταφοράς** (convective precipitation). Αυτές σχηματίζονται όταν στην ατμόσφαιρα επικρατούν ισχυρές ανοδικές κινήσεις, ιδίως λόγω ισχυρής θέρμανσης του εδάφους (Σχήμα 1.1α). Η ανομοιομορφή θέρμανση του εδάφους καθιστά θερμότερη την αέρια μάζα που βρίσκεται πάνω από αυτό, σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα, με αποτέλεσμα τη δημιουργία συνθηκών αστάθειας, οπότε η αέρια μάζα αρχίζει να ανέρχεται. Στη στάθμη συμπύκνωσης (LCL) δημιουργείται η βάση του νέφους, συνήθως τύπου Σωρείτη [Cumulus, Cu]. Σε περίπτωση που η αστάθεια της ατμόσφαιρας είναι έντονη και η υγρασία υψηλή, τότε σχηματίζεται ένα νέφος με μεγάλο όγκο, τύπου Σωρειτομελανία [Cumulonimbus, Cb] και η βροχή που προκαλεί έχει μεγάλη ένταση και συνήθως μικρή διάρκεια, ενώ ενδέχεται να συνοδεύεται και από χαλάζι.

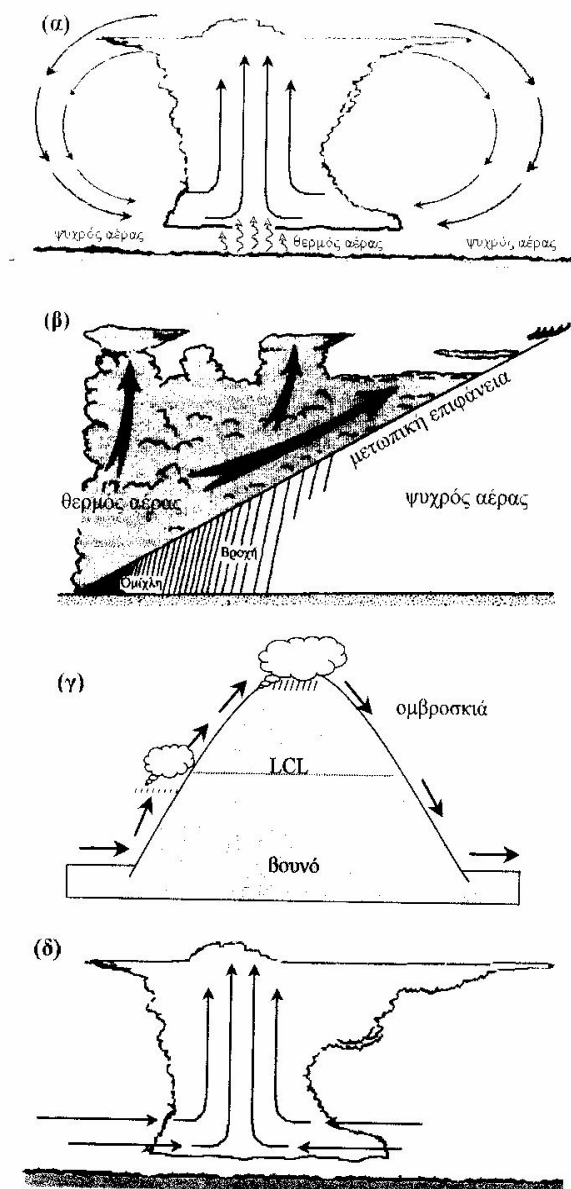
- **Κυκλωνικές ή μετωπικές βροχές** (frontal precipitation). Οι βροχές αυτές σχηματίζονται κατά την ανάμειξη ή εκτόνωση των αερίων μαζών που σημειώνεται κατά τις ανοδικές κινήσεις στα ψυχρά και θερμά μέτωπα, καθώς ο θερμός αέρας αναγκάζεται να ανέβει τη μετωπική επιφάνεια (Σχήμα 1.1β). Αυτές οι βροχοπτώσεις τείνουν να έχουν μεγάλη διάρκεια και έκταση και αρκετές φορές αποκτούν χαρακτηριστικά βροχών κατακόρυφης μεταφοράς. Οι μετωπικές βροχές πάνω από τον ελλαδικό χώρο παρουσιάζουν μέγιστη συχνότητα τη χειμερινή περίοδο καθώς η υφιστάμενη δραστηριότητα μετατοπίζεται νοτιότερα, με τη μετατόπιση του Πολικού Αεροχείμαρου (Jet Stream) προς το νότο με αποτέλεσμα να είναι συχνές οι υφέσεις αυτή την περίοδο.

- **Ορογραφικές βροχές ή βροχές ανάγλυφου** (orographic precipitation). Αυτές οι βροχές σχηματίζονται από τις ανοδικές κινήσεις που δημιουργούνται στις προσήνεμες πλευρές των ορέων (Σχήμα 1.1γ). Οι βροχές αυτής της κατηγορίας πέφτουν στην προσήνεμη πλευρά του βουνού (ομβροπλευρά) και η βροχόπτωση αυξάνεται με το υψόμετρο, έως τα 2500 m, περίπου. Πάνω από το ύψος αυτό η βροχή ελαττώνεται, εξαιτίας της ελάττωσης της αέριας μάζας σε υδρατμούς. Είναι αντιληπτό ότι τα ποσά βροχόπτωσης αυξάνονται στην περίπτωση κατά την οποία ο άξονας της οροσειράς είναι κάθετος στην κίνηση των αερίων μαζών κατά τη διέλευσή τους, ήτοι της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα στην Ελλάδα αποτελεί η οροσειρά της Πίνδου, καθώς στις δυτικές πλαγιές της δέχεται υψηλότερα ποσά βροχοπτώσεων και επειδή διατάσσεται εγκάρσια στην κίνηση των υγρών δυτικών, νοτιοδυτικών ανέμων, κατά τη χειμερινή περίοδο του έτους. Η ανατολικές κλιτύες της δέχονται, σταδιακά,

αρκετά χαμηλότερα ύψη βροχής και αποτελούν χαρακτηριστική περίπτωση ομβροσκιάς (rain shadow).

- **Οι βροχές σύγκλισης** (convective precipitation). Αυτές οι βροχές σχηματίζονται λόγω των ανοδικών κινήσεων που δημιουργεί η σύγκλιση των αερίων μαζών σε μια περιοχή (Σχήμα 1.1δ). Οι βροχές σύγκλισης δημιουργούνται στα κέντρα των χαμηλών βαρομετρικών συστημάτων και εμφανίζονται ιδιαίτερα στα χαμηλά γεωγραφικά πλάτη. Αυτή η κατηγορία τύπου βροχής δεν παρατηρείται πάνω από τον ελληνικό χώρο.

Οι προηγούμενοι τύποι βροχής εμφανίζονται είτε μεμονωμένα, είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους.



Σχήμα 1.1: Τύποι (4) και τρόπος δημιουργίας των βροχών (α) κατακόρυφης μεταφοράς, (β) μετωπικών βροχών, (γ) ορογραφικών και (δ) βροχών σύγκλισης. Πηγή: Φλόκας Απόστολος, Μαθήματα Μετεωρολογίας και κλιματολογίας.

Η βροχή αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες μετεωρολογικές παραμέτρους και παρουσιάζει μεγάλο πρακτικό ενδιαφέρον. Ιδιαίτερη σημασία για τη βροχή παρουσιάζει η ποσότητα του νερού που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους, το οποίο εκφράζεται με το ύψος βροχής. *Ύψος βροχής* ορίζεται το ύψος που θα έφθανε η στάθμη του νερού της βροχής πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια ή σε ένα σωλήνα εμβαδού 1m^2 , αποκλείοντας τους παράγοντες της διαπνοής, της απορρόφησης και της εξάτμισης και εκφράζεται σε mm βροχής. Το ύψος βροχής προσδιορίζεται από βροχόμετρα και τους βροχογράφους.

1.3. ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Η ημερήσια πορεία της βροχής παρουσιάζει τρεις τύπους:

- *Ο θαλάσσιος τύπος.* Αυτός σημειώνεται πάνω από θαλάσσιες περιοχές και παρουσιάζει ένα μέγιστο που σημειώνεται στη διάρκεια των νυχτερινών ή πρώτων πρωινών ωρών. Η θερμοκρασία του αέρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας δε μειώνεται αρκετά κατά τη διάρκεια της νύχτας, εξαιτίας της επαφής του με τη θερμότερη υποκείμενη υδάτινη επιφάνεια με αποτέλεσμα να υπάρχει μια σχετική αστάθεια για τη δημιουργία βροχής, οπότε και αποδίδεται το μέγιστο. Η νυχτερινή αυτή αστάθεια ενισχύει τις βροχοπτώσεις πάνω από τη θάλασσα ή και τις δημιουργεί σε περίπτωση που είναι έντονη. Στον ελλαδικό χώρο αστάθεια πάνω από τη θάλασσα δημιουργείται τη χειμερινή περίοδο όπου ψυχρές αέριες μάζες διέρχονται πάνω από τη θερμότερη θάλασσα.
- *Ο ηπειρωτικός τύπος.* Αυτός ο τύπος παρουσιάζει μέγιστο κατά τις πρώτες απογευματινές ώρες (μετά το μεσημέρι) εξαιτίας της θέρμανσης του εδάφους. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα αυτός ο τύπος εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου πάνω από τις ηπειρωτικές περιοχές.
- *Ο πολύπλοκος τύπος.* Αυτός ο τύπος παρουσιάζει κάποιες αποκλίσεις ή και συνδυασμό των δύο παραπάνω ημερήσιων τύπων βροχής. Μερικοί τύποι παρουσιάζουν και τους δύο τύπους μέγιστων (νυχτερινό, απογευματινό), ενώ άλλοι τύποι είναι δυνατό να εμφανίζουν θαλάσσιο τύπο το χειμώνα και ηπειρωτικό το καλοκαίρι, ιδίως σε παραθαλάσσιες περιοχές της βόρειας Ελλάδας (άνω των 39^0 βόρειου γεωγραφικού πλάτους).

1.4. ΕΤΗΣΙΑ ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Από μελέτες του Μαριολόπουλου η ετήσια πορεία της βροχής στην Ελλάδα διακρίνεται σε τέσσερις τύπους, εξαιτίας της ποικιλομορφίας του αναγλύφου (οριζόντιος και κατακόρυφος διαμελισμός), σύμφωνα με σχετικές μελέτες. Οι τύποι αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

- **Τύπος Α.** Ο τύπος αυτός χαρακτηρίζεται από απλή κύμανση του ύψους βροχής, το οποίο παρουσιάζει μέγιστο κατά τους χειμερινούς μήνες κι ελάχιστο κατά τους θερινούς μήνες (κυρίως Ιούλιο κι Αύγουστο). Σε αυτόν τον τύπο ανήκουν όλες οι νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας που βρίσκονται νότια του παραλλήλου των 39^0B , οι ακτές της Δυτικής Ελλάδας, η Πελοπόννησος καθώς και οι παράλιες και πεδινές περιοχές της Στερεάς Ελλάδας.

- **Τύπος Β.** Η ετήσια πορεία του ύψους βροχής σε αυτόν τον τύπο παρουσιάζει διπλή κύμανση, δηλαδή με δύο μέγιστα και δύο ελάχιστα. Το πρωτεύον μέγιστο παρουσιάζεται τη χειμερινή περίοδο (Νοέμβριος-Δεκέμβριος) και το δευτερεύον μέγιστο, κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο, το οποίο οφείλεται στην εκδήλωση θερμικών καταιγίδων εξαιτίας της θέρμανσης του εδάφους από την ηλιακή ακτινοβολία. Το πρωτεύον ελάχιστο εμφανίζεται κατά το δίμηνο Ιούλιο κι Αύγουστο και το δευτερεύον ελάχιστο κατά τους μήνες Ιανουάριο ή Φεβρουάριο έως Απρίλιο. Ο τύπος αυτός επικρατεί στην ορεινή και ανατολική Στερεά Ελλάδα, τη Θεσσαλία, τη Μακεδονία και τα νησιά που βρίσκονται βορειότερα του παραλλήλου των 39⁰B.
- **Τύπος Γ.** Ο τύπος αυτός παρουσιάζει τριπλή κύμανση. Το πρωτεύον μέγιστο στο ύψος βροχής εμφανίζεται το χειμώνα (Νοέμβριο-Δεκέμβριο), το δευτερεύον μέγιστο εμφανίζεται στις αρχές του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος) και το τριτεύον μέγιστο, στο δίμηνο Μαΐου - Ιουνίου. Το πρωτεύον ελάχιστο εμφανίζεται το δίμηνο Ιουλίου – Αυγούστου, το δευτερεύον ελάχιστο εμφανίζεται το φθινόπωρο (Οκτώβριος) και το τριτεύον ελάχιστο κατά τις αρχές της άνοιξης (Φεβρουάριο – Μάρτιο). Οι περιοχές επικράτησης του τύπου Γ βρίσκονται στα ορεινά της Μακεδονίας (με εξαίρεση την ορεινή Ροδόπη) και Θεσσαλίας καθώς και στις ηπειρωτικές πεδινές περιοχές της Μακεδονίας και της Θράκης.
- **Τύπος Δ.** Ο τύπος αυτός χαρακτηρίζεται από μια τάση ισοκατανομής της βροχής κατά τη διάρκεια του έτους καθώς εμφανίζει τέσσερα μέγιστα και ελάχιστα ετησίως. Ο τύπος Δ επικρατεί στα βόρεια ορεινά της Μακεδονίας και της Θράκης και κυρίως στην ορεινή Ροδόπη. Ωστόσο, χαρακτηρίζεται από μια προοδευτική ελάττωση της βροχόπτωσης στο καλοκαιρινό δίμηνο του Ιουλίου – Αυγούστου.

1.5. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στο σχήμα 1.2 παρουσιάζεται η γεωγραφική κατανομή του ετήσιου ύψους βροχής στην Ελλάδα (ισοϋέτιες καμπύλες). Από αυτόν τον βροχομετρικό χάρτη η γεωγραφική κατανομή του ετήσιου ύψους βροχής στην Ελλάδα (ισοϋέτιες καμπύλες) έχει ως εξής:

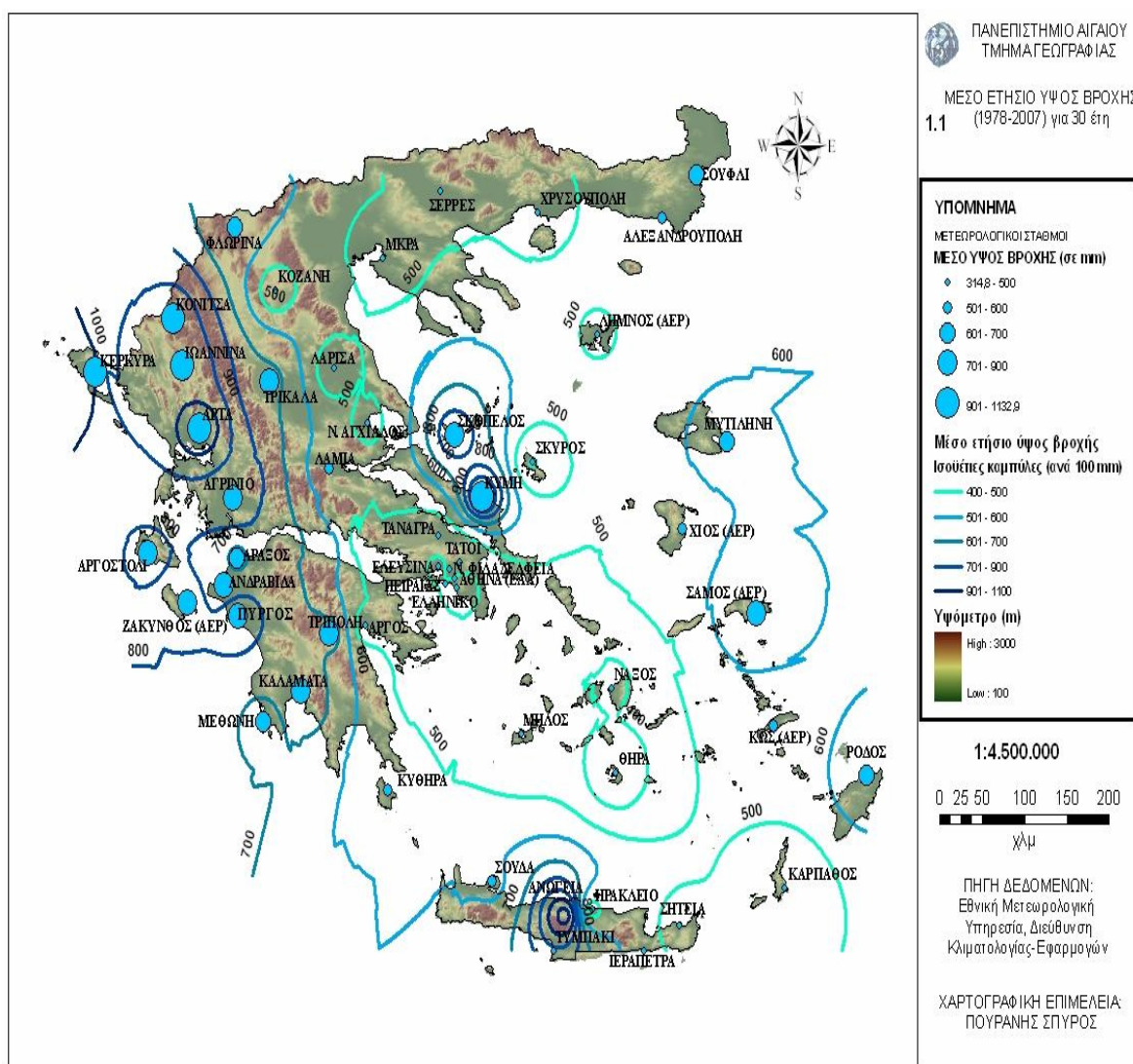
Τα μεγαλύτερα (ετήσια) ύψη βροχής σημειώνονται πάνω από τις ορεινές και τις δυτικές περιοχές, λόγω της επίδρασης του αναγλύφου. Η αύξηση του ύψους βροχής που παρατηρείται στις δυτικές περιοχές της Ελλάδας αποδίδεται στις κινούμενες υφέσεις από τα δυτικά προς τα ανατολικά, οι οποίες συναντούν αρχικά αυτές τις περιοχές, όπου κι εναποθέτουν τα μεγαλύτερα ύψη βροχής σε συνδυασμό με το ανάγλυφο, με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο (Πίνδος), όπου οι αέριες μάζες εγκλωβίζονται στην προσπάθειά τους να υπερπηδήσουν την οροσειρά της Πίνδου.

Στην υπήνεμη ηπειρωτική Ελλάδα εμφανίζονται μικρότερα ύψη βροχής από τη δυτική προσήνεμη εξαιτίας της ελάττωσης σε υδρατμούς των αερίων μαζών λόγω των καθοδικών κινήσεων που προκαλούνται.

Τα μικρότερα ύψη βροχής σημειώνονται πάνω από τις ανατολικές ακτές της Ελλάδας και στα νησιά του Κεντρικού και Νότιου Αιγαίου καθώς οι οροσειρές της Κρήτης και της ΝΑ Πελοποννήσου αποτελούν φραγμό για τους νότιους, υγρούς ανέμους, οι οποίες απαλλάσσουν μεγάλο μέρος των υδρατμών που αυτοί περιέχουν. Η Αττική (με εξαίρεση τη Βόρεια) και τα νησιά του Αργοσαρωνικού εμφανίζουν τα χαμηλότερα ύψη βροχής και τα νησιά του Αργοσαρωνικού να αποτελούν την πιο ξηρή περιοχή της Ελλάδας.

Στις ανοιχτές, προς Βορρά, πεδιάδες της Θεσσαλονίκης και των Σερρών σημειώνονται μικρά σχετικά, ύψη βροχής, εξαιτίας της επίδρασης των ξηρών και ψυχρών καταβατικών ανέμων, του Βαρδάρη και του Ρουπελιώτη, που πνέουν, αντίστοιχα στις παραπάνω περιοχές.

Παράλληλα, αξίζει να σημειωθεί ότι η οροσειρά της ελληνικής χερσονήσου, η οποία τη διασχίζει τη χώρα από Βορρά προς Νότο και η οποία εκτείνεται εγκάρσια προς τη διέλευση των κυκλωνικών συστημάτων, διαιρεί τον ελλαδικό χώρο σε δύο περιοχές, στα δυτικά διαμερίσματα τα οποία δέχονται τα μεγαλύτερα ύψη βροχής και στα ανατολικά διαμερίσματα που αποτελούν ομβροσκιά, με αποτέλεσμα να δέχονται χαμηλότερα ύψη βροχής. Επίσης, τα όρη της Εύβοιας, του Ολύμπου καθώς και οι βορειότερες οροσειρές δημιουργούν και μια δευτερεύουσα περίπτωση ομβροσκιάς – ομβροπλευράς στις ανατολικές περιοχές της Ελλάδας, όπου η ομβροσκιά εκτείνεται στα δυτικά και η ομβροπλευρά στα ανατολικά της περιοχής του άξονα της ανατολικής ηπειρωτικής και παράκτιας ελληνικής χερσονήσου.



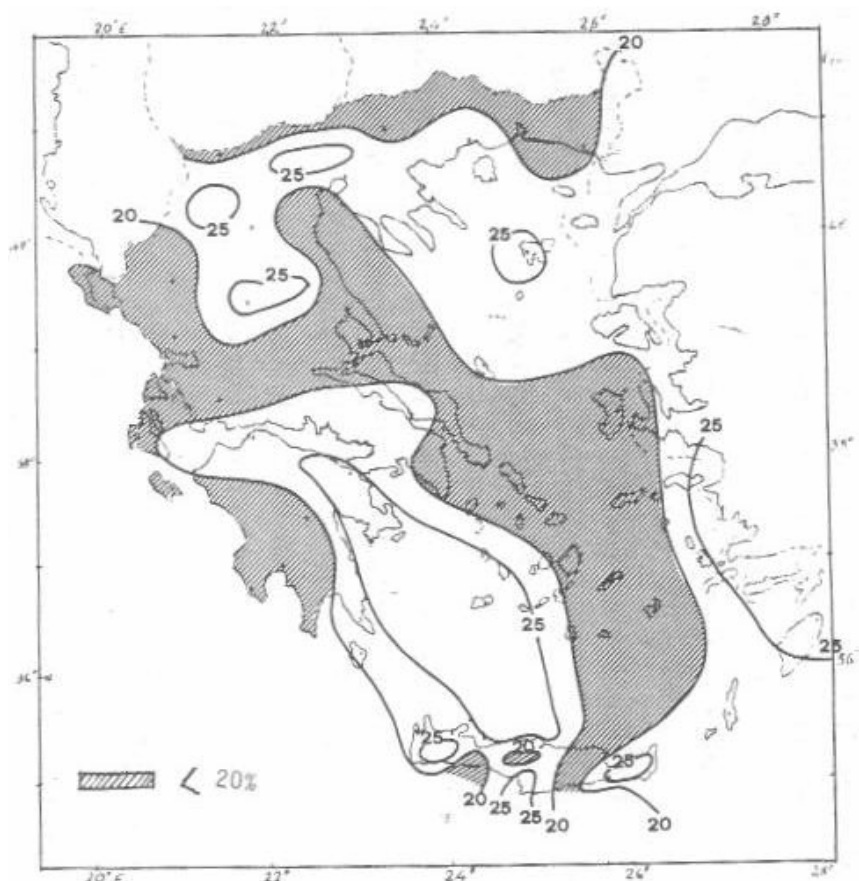
Σχήμα 1.2: Μέσες ισοϋέτιες καμπύλες πάνω από τον Ελλαδικό χώρο.

1.6. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ

Η απόκλιση των ετήσιων τιμών βροχής από το μέσο όρο των ετήσιων τιμών της βροχόπτωσης για μια μακρά χρονοσειρά (π.χ. 20-30 ετών) καλείται μεταβλητότητα της βροχής. Η μεταβλητότητα της βροχής αποτελεί μια σημαντική παράμετρο που δίνει πληροφορίες για τις ξηρές περιοχές στις οποίες οι μεγάλες αποκλίσεις προς τα κάτω από τη μέση τιμή του ύψους βροχής ενδέχεται να είναι σημαντικές και για μια μεγάλη χρονική περίοδο, προκαλώντας παρατεταμένη ξηρασία. Η μεταβλητότητα της βροχής μπορεί να εκφραστεί με το συντελεστή μεταβλητότητας (coefficient of variability), δηλαδή ισχύει $CV = 100 * \sigma / X \text{ mean}$, όπου:

- ✓ $X \text{ mean}$ = ο μέσος τιμή του ύψους βροχής της χρονοσειράς
- ✓ σ = η αντίστοιχη τυπική απόκλιση της $X \text{ mean}$

Στην Ελλάδα υπάρχει μεταβλητότητα σε ετήσιες και μηνιαίες τιμές του ύψους βροχής, γύρω από τη μέση τιμή αυτού για μια μεγάλη χρονική περίοδο. Αξίζει να σημειωθεί ότι το μέσο ετήσιο ύψος βροχής πάνω από τον ελλαδικό χώρο, έχει υπολογιστεί πως είναι ίσο με 823,1 mm (Φλόκας, 1997).



Σχήμα 1.3: Γεωγραφική κατανομή του συντελεστή μεταβλητότητας (CV) του μέσου ετήσιου ύψους βροχής πάνω από την Ελλάδα. Πηγή: Φλόκας Απόστολος, Μαθήματα Μετεωρολογίας και κλιματολογίας.

1.7. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ

Στις υδρολογικές μελέτες συνήθως χρησιμοποιείται ο όρος υδρολογικό έτος αντί του ημερολογιακού έτους, επειδή ανταποκρίνεται καλύτερα στη φυσική διαδοχή των εποχών σχετικά με τη μεταβολή των υδατικών αποθεμάτων.

Υδρολογικό έτος ορίζεται μια συνεχής 12μηνη περίοδος επιλεγμένη με τέτοιο τρόπο ώστε οι αλλαγές γενικά στα διαθέσιμα υδατικά αποθέματα να είναι ελάχιστες και τα εναπομείναντα αποθέματα υδάτινων πόρων στο τέλος της περιόδου αυτής να μειώνονται στο ελάχιστο (Παπαπέτρου, 2007).

Η περίοδος αυτή, για τις περιοχές του Βορείου Ημισφαιρίου με εύκρατο κλίμα, στις οποίες ανήκει και η Ελλάδα, ξεκινά τον Οκτώβριο κάθε έτους και τελειώνει το Σεπτέμβριο του επόμενου.

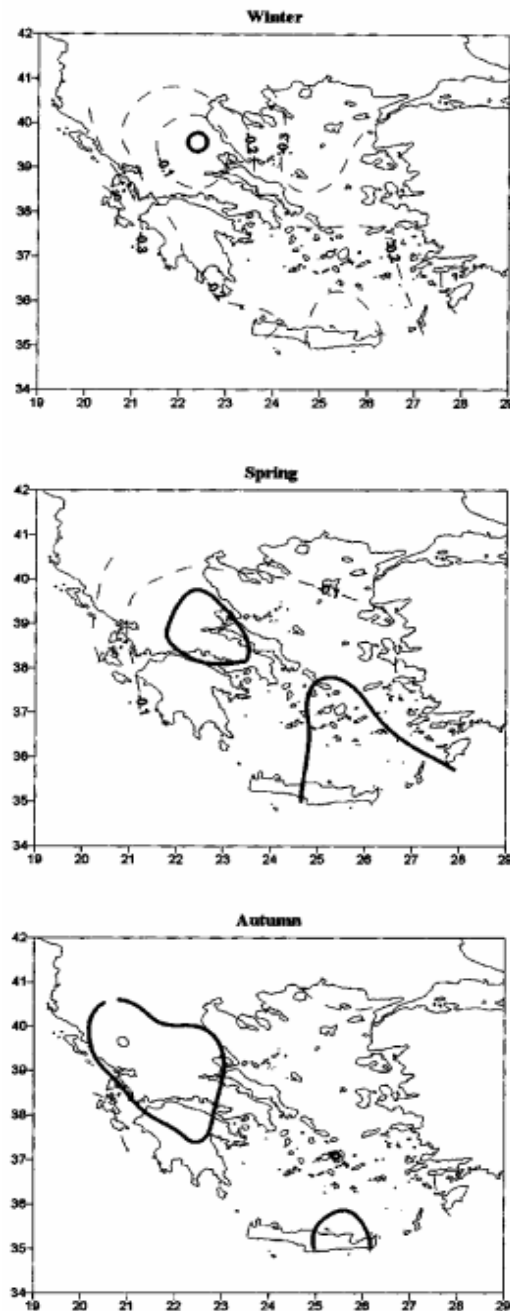
Διακρίνονται δύο περίοδοι:

- **Η υγρή περίοδος (Οκτώβριος - Απρίλιος)**, κατά την οποία σημειώνονται τα μεγαλύτερα ποσά ύετου στον Ελλαδικό χώρο με συνέπεια να υπάρχει αυξητική τάση των υδατικών αποθεμάτων και
- **Η ξηρή ή άνομβρη περίοδος (Μάιος - Σεπτέμβριος)**, κατά την οποία οι βροχοπτώσεις είναι κατά κανόνα μειωμένες και περιορίζονται κυρίως στις ηπειρωτικές και ορεινές περιοχές της Ελλάδας, ενώ παράλληλα υπάρχει αύξηση της εξατμισοδιαπνοής και της χρήσης των αποθεμάτων εδαφικής υγρασίας, με αποτέλεσμα τη μείωση στο ελάχιστο των αποθεμάτων νερού.

Με τον τρόπο αυτό ολοκληρώνεται ο ετήσιος κύκλος μεταβολής των υδατικών αποθεμάτων μιας ευρύτερης περιοχής.

1.8. ΤΑΣΕΙΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (RAINFALL TRENDS) ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

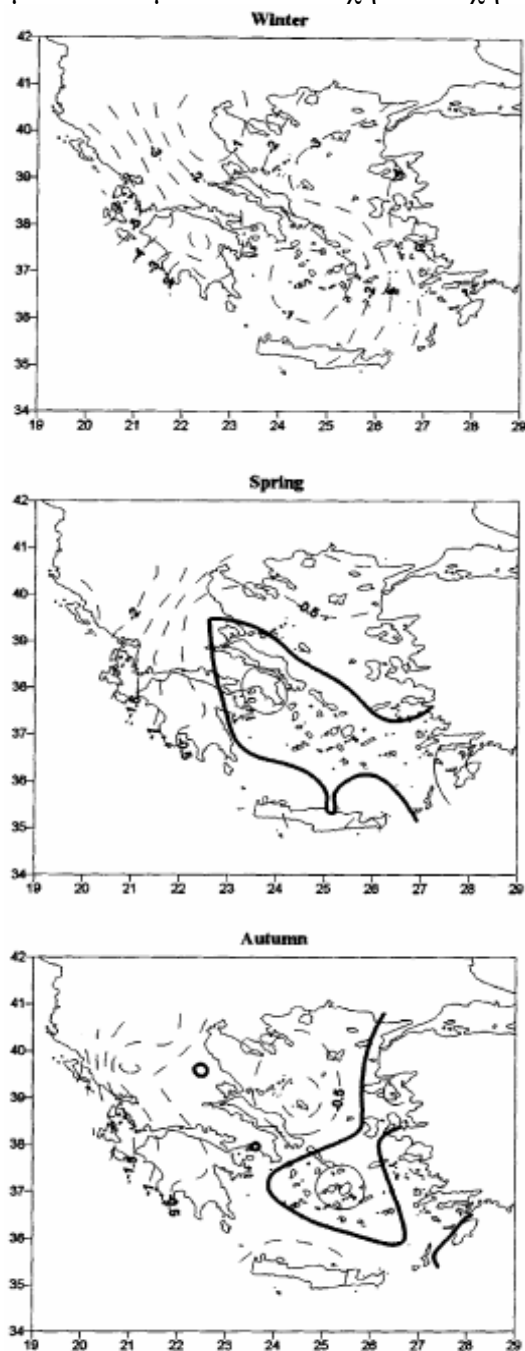
Η χωρική κατανομή των τάσεων βροχόπτωσης για τον αριθμό ημερών βροχής ανά εποχή συνοψίζεται στο σχήμα 1.4α. Σε γενικές γραμμές μπορεί να ειπωθεί ότι, σημαντικές αρνητικές τάσεις απεικονίζονται σαφώς το χειμώνα, ειδικότερα στα Επτάνησα, τις δυτικές ορεινές περιοχές, και το βορειοανατολικό Αιγαίο. Αρνητικές τάσεις, οι οποίες δεν είναι στατιστικά σημαντικές παρατηρούνται και στο Αιγαίο, ενώ θετικές τάσεις, μη στατιστικά σημαντικές παρατηρούνται στην κεντρική ηπειρωτική Ελλάδα. Για την άνοιξη, οι αρνητικές και θετικές τάσεις δεν είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ για το φθινόπωρο υπάρχουν μόνο αρνητικές τάσεις, όχι στατιστικά σημαντικές, στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας.



Σχήμα 1.4α: Γεωγραφική κατανομή των τάσεων (ημέρες βροχής ανά εποχή) των εποχικών ημερών βροχής. Πηγή: Maheras et al, University of Thessaloniki.

Η χωρική διανομή των εποχιακών τάσεων του ύψους βροχής συνοψίζεται στο σχήμα 1.4β. Τα Επτάνησα, οι ορεινές περιοχές της δυτικής Ελλάδας, το βόρειο, το ανατολικό και νοτιοανατολικό Αιγαίο, χαρακτηρίζονται από μια σημαντική μείωση της χειμερινής βροχόπτωσης (ύψος βροχής κατά τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο, Φεβρουάριο). Την Άνοιξη αποκαλύπτονται τάσεις μείωσης στο ύψος βροχής στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρας και το φθινόπωρο παρουσιάζει αξιοσημείωτες τάσεις μείωσης της βροχόπτωσης στα Επτάνησα και τις ορεινές περιοχές της δυτικής Ελλάδας. Είναι εμφανές ότι η γενική τάση μείωσης των βροχοπτώσεων για σχεδόν ολόκληρη την ελληνική περιοχή

οφείλεται στη μείωση του αριθμού ημερών βροχής, ειδικά το χειμώνα. Εντούτοις, αυτή η σχέση ποικίλλει από σταθμό σε σταθμό και από εποχή σε εποχή.



Σχήμα 1.4β: Γεωγραφική κατανομή των γραμμικών τάσεων (mm/season) της εποχικής συνολικής βροχόπτωσης. Πηγή: Maheras et al, University of Thessaloniki.

1.9. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Η επιλογή της υγρής περιόδου (Νοέμβριος - Φεβρουάριος) για τη βροχόπτωση πάνω από τον ελλαδικό χώρο πραγματοποιείται επειδή η χειμερινή βροχόπτωση χαρακτηρίζεται από τα μεγαλύτερα ύψη βροχής (περίπου το 46% του ετήσιου συνόλου βροχοπτώσεων) στον ελλαδικό χώρο. Η βροχόπτωση της άνοιξης στην Ελλάδα επηρεάζεται περισσότερο από την αστάθεια της ατμόσφαιρας που οφείλεται στα αποκομμένα χαμηλά στην ανώτερη ατμόσφαιρα (Spanos et Al, 2003) καθώς επίσης και από τα μικρής κλίμακας τοπογραφικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα.

Η λεκάνη της Μεσογείου χαρακτηρίζεται από περίπλοκες ακτές και ανάγλυφο. Το σύστημα ξηράς - θάλασσας και οι παραλλαγές του ανάγλυφου μαζί με τις συχνές ψυχρές εισβολές πάνω από τη σχετικά θερμή θάλασσα κατά τη χειμερινή περίοδο, ευνοούν την κυκλογένεση σε συγκεκριμένες περιοχές, με τη σημαντικότερες περιοχές σχηματισμού να είναι ο κόλπος της Γένοβας, η υπήνεμη περιοχή των ορέων του Άτλαντα στο Μαρόκο, της νότιας Ιταλίας (περιοχή Ιονίου), της θάλασσας του Νότιου Αιγαίου, της περιοχής της Κύπρου και της Μαύρης Θάλασσας (Prezerakos & Flocas, 1997 Fotiadi et Al, 1999 Trigo et Al, 1999 Flocas, 2000). Οι τροχιές των υφέσεων που περνούν εγκάρσια ή πλησίον της ελληνικής χερσονήσου δεν επηρεάζουν κάθε ελληνική περιοχή με τον ίδιο τρόπο. Λόγω του περίπλοκου ανάγλυφου, η αποτελεσματικότητά τους στη δημιουργία της βροχής εξαρτάται από την κατεύθυνση της χαμηλότερης τροποσφαιρικής ροής, η οποία ρυθμίζει την υγρασία (υδρατμούς - water vapor), έναν σημαντικό παράγοντα για την εμφάνιση ύετου πάνω από μια συγκεκριμένη περιοχή.

Η χειμερινή βροχόπτωση πάνω από τη Δυτική Ελλάδα, τη Βόρεια Ελλάδα και τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου προκαλείται κυρίως από κυκλωνικά κέντρα (υφέσεις - depressions) που βρίσκονται πάνω από την Ιταλία, τον κόλπο της Γένοβας και τη βορειοδυτική Μεσόγειο. Η ΝΔ ροή που προκαλούν αυτές οι υφέσεις, σε συνδυασμό με τη δυναμική αστάθεια εξηγούν τα υψηλά ποσά βροχόπτωσης στις προσήνεμες περιοχές της δυτικής Ελλάδας και των νησιών του βόρειου και Ανατολικού Αιγαίου (Metaxas και Kallos, 1982). Οι υφέσεις που εισέρχονται στην Ελλάδα από τα δυτικά και κινούνται προς ΑΒΑ, δεν επηρεάζουν σημαντικά ή και καθόλου τις υπήνεμες περιοχές της ανατολικής ηπειρωτικής χώρας, της Κρήτης και των νότιων νησιών του Αιγαίου (Κυκλάδες).

Η χειμερινή βροχόπτωση πάνω από το κεντρικό και κυρίως το νότιο Αιγαίο και την Κρήτη προκαλείται από υφέσεις, οι οποίες συνοδεύονται από ΑΝΑ ανέμους πάνω από την ελληνική περιοχή και προκαλούν υψηλά ποσά βροχής πάνω από τη νοτιοανατολική ηπειρωτική χώρα, τα νησιά του Νότιου Αιγαίου και κυρίως πάνω από την Κρήτη, κατά τη διάρκεια της διάρκειάς τους.

Η χειμερινή βροχόπτωση στην ανατολική ηπειρωτική Ελλάδα, ανατολικά της οροσειράς της Πίνδου σχετίζεται από εναλλασσόμενη κυκλωνική δραστηριότητα μεταξύ της Τυνησίας και της θάλασσας του Βορείου Αιγαίου. Αυτή η ατμοσφαιρική κυκλοφορία σχετίζεται με την αντικυκλωνική κυκλοφορία που είναι συνεχής (επίμονη) πάνω από τα Βαλκάνια. Αυτή η συνοπτική κυκλοφορία οδηγεί στην κυριαρχία των ΒΑ ανέμων πάνω από τη βόρεια και κεντρική Ελλάδα, οι οποίοι προκαλούν μερικά ποσά βροχοπτώσεων στις προσήνεμες περιοχές της ανατολικής ηπειρωτικής χώρας και της Εύβοιας.

Στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 1.1) παρουσιάζεται το ποσοστό του ποσού της βροχόπτωσης που αποδίδεται σε κάθε ένα από τα τρία κέντρα στροβιλισμού – καλά

ανεπτυγμένες υφέσεις - (οι τιμές με sum πάνω από 50% έχουν υψηλό ποσοστό εμπιστοσύνης), σε διάφορους σταθμούς του ελλαδικού χώρου. Το W_1 ερμηνεύεται ως ποσοστό συμμετοχής στο ποσά βροχόπτωσης που προέρχονται από κέντρα στροβιλισμού πάνω από την Ιταλία και τη ΒΔ Μεσόγειο (Κόλπος Γένοβας, Τυρρηνική θάλασσα), το W_2 ερμηνεύεται ως ποσοστό συμμετοχής στα ποσά βροχής από κέντρα στροβιλισμού πάνω από τη Δυτική Κρήτη και το W_3 ερμηνεύεται ως ποσοστό συμμετοχής στο ποσό βροχόπτωσης από κέντρα στροβιλισμού (υφέσεις) οι οποίες εναλλάσσεται μεταξύ της Τυνησίας και του βόρειου Αιγαίου.

Πίνακας 1.1: Το ποσοστό του ποσού βροχόπτωσης για συγκεκριμένους μετεωρολογικούς σταθμούς της Ελλάδας, που αποδίδεται σε κάθε ένα από τα τρία κέντρα στροβιλώδους ροής W_1 , W_2 , W_3 (Lolis, 2003). Πηγή: Bartzokas et Al.

No.	Station	W_1 (%)	W_2 (%)	W_3 (%)	Sum (%)
1	Aghialos	15	29	10	54
2	Agrinio	83	7	0	90
3	Alexandroupoli	73	8	3	84
4	Araxos	78	3	2	83
5	Argostoli	70	12	0	82
6	Arta	93	0	0	93
7	Athens	20	29	3	52
8	Chios	57	19	2	78
9	Corfu	87	4	0	91
10	Florina	84	4	1	89
11	Heraklio	1	60	0	61
12	Ierapetra	3	58	1	62
13	Ioannina	90	2	0	92
14	Kalamata	49	10	0	59
15	Kavala	80	8	0	88
16	Kos	49	27	1	77
17	Kozani	86	3	1	90
18	Kythira	29	14	0	43
19	Lamia	20	17	22	59
20	Larissa	59	12	7	78
21	Lemnos	57	17	4	78
22	Methoni	45	14	3	62
23	Milos	13	46	0	59
24	Mytilini	66	15	2	83
25	Naxos	17	49	1	67
26	Pyrgos	60	5	3	68
27	Rodos	34	37	2	73
28	Samos	70	10	3	83
29	Serres	87	3	0	90
30	Sitia	3	58	1	62
31	Skyros	30	42	0	72
32	Souda	1	61	0	62
33	Tanagra	6	37	10	53
34	Thessaloniki	75	6	4	85
35	Trikala	38	3	23	64
36	Tripolis	64	10	1	75
37	Xanthi	87	3	0	90
38	Zakynthos	63	12	2	77

Παραδείγματος χάριν, στα Ιωάννινα (βορειοδυτική Ελλάδα), το 90% (από 92%) του ποσού βροχόπτωσης αποδίδεται στην πρώτη περίπτωση, ενώ στο Ηράκλειο (Κρήτη), το

60% (από 61%) του ποσού βροχόπτωσης αποδίδεται στη δεύτερη περίπτωση. Αυτό σημαίνει οι υφέσεις πάνω από την Ιταλία είναι σχεδόν αποκλειστικά αρμόδιες για τη χειμερινή βροχόπτωση στη βορειοδυτική Ελλάδα (που δε συμβάλλει στην βροχόπτωση στην Κρήτη), ενώ ο μέγιστος στροβιλισμός στη νοτιοδυτική Ελλάδα, δυτικά της Κρήτης είναι αρμόδιος για τη χειμερινή βροχόπτωση στην Κρήτη (που δεν συμβάλλει στην βροχόπτωση στη βορειοδυτική Ελλάδα). Για κάποιους άλλους σταθμούς, η βροχόπτωση επηρεάζεται σημαντικά από δύο ή ακόμα και από όλα τα κυκλωνικά κέντρα που επηρεάζουν τη χειμερινή βροχόπτωση στην Ελλάδα. Στην Αθήνα, για παράδειγμα το 29% της βροχόπτωσης σχετίζεται με τη δεύτερη περίπτωση (W_2), το 20% στην πρώτη (W_1), και το 3% στην τρίτη περίπτωση (W_3), κυκλωνικής δραστηριότητας. Αυτό σημαίνει ότι η βροχόπτωση της Αθήνας ελέγχεται κυρίως από τις υπήνεμες υφέσεις του Ατλαντα (Σαχαριανές) ωστόσο, επηρεάζεται σημαντικά από τις υφέσεις της βορειοδυτικής Μεσογείου.

1.10. RADAR ΚΑΙΡΟΥ

Η βροχή εκδηλώνεται σε περιοχές με έκταση από λίγα έως χιλιάδες χιλιόμετρα και διαρκούν από λίγα λεπτά (καταιγίδες) έως ημέρες (σε μέτωπα και τροπικούς κυκλώνες) ακόμη και μήνες (μουσώνες). Για το λόγο αυτό η παραδοσιακή μέθοδος για την εκτίμηση της βροχόπτωσης με την χρήση βροχόμετρων αλλά και η πιο σύγχρονη με την χρήση επίγειων radar, απαιτεί την ύπαρξη ενός πυκνού δικτύου για την κάλυψη μιας μεγάλης χερσαίας ή θαλάσσιας περιοχής. Τέτοιου είδους δίκτυο δεν υπάρχει στις θαλάσσιες περιοχές και στις περισσότερες απομακρυσμένες και απρόσιτες περιοχές. Καθώς το 70% περίπου της επιφάνειας της γης είναι καλυμμένο από ωκεανούς, οι μετεωρολογικοί δορυφόροι προσφέρουν πολύτιμα δεδομένα με βάση τα οποία μπορούμε να μετρήσουμε τη χωρική και χρονική κατανομή της βροχόπτωσης σε μεγάλες περιοχές και ιδιαίτερα πάνω από θαλάσσιες εκτάσεις. Οι μετρήσεις της βροχόπτωσης με δορυφορικούς αισθητήρες πραγματοποιούνται με τρεις μεθόδους: με τη μέθοδο κατωφλίου σε εικόνες στο υπέρυθρο κανάλι πολυφασματικών ραδιομέτρων, με εικόνες παθητικού ραδιόμετρου στη συχνότητα των μικροκυμάτων και με ενεργητικούς αισθητήρες ραντάρ. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι βασικές αρχές που διέπουν τα ραντάρ είναι η μετάδοση, η διάδοση, η σκέδαση και η λήψη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η λέξη ραντάρ σχηματίζεται από τα αρχικά των λέξεων Radio Detection And Ranging (Ραδιοανίχνευση και Αποστασιοποίηση).

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ραντάρ:

- A). RADAR ανίχνευσης κινούμενων στόχων, στηρίζεται στο φαινόμενο Doppler, συνεχούς εκπομπής, συνεχούς λήψης με ξεχωριστές κεραίες.
- B). Παλμικά RADAR ανίχνευσης σταθερών και κινούμενων στόχων χωρίς διάκρισης, στηρίζονται στο φαινόμενο της εναλλαγής κύκλων εκπομπής – λήψης με μια κεραία (την ίδια). [Πηγή: <http://gun.teipir.gr/DSAELAB/radar.htm>].

Το ραντάρ καιρού είναι ένα όργανο τηλεπισκόπησης που έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύει τα νέφη και τον υετό σε μακρινή απόσταση. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκπομπή ενός παλμού ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, μικρού μήκους κύματος (wavelength). Η ατμόσφαιρα γύρω από το ραντάρ σαρώνεται με την περιστροφή της

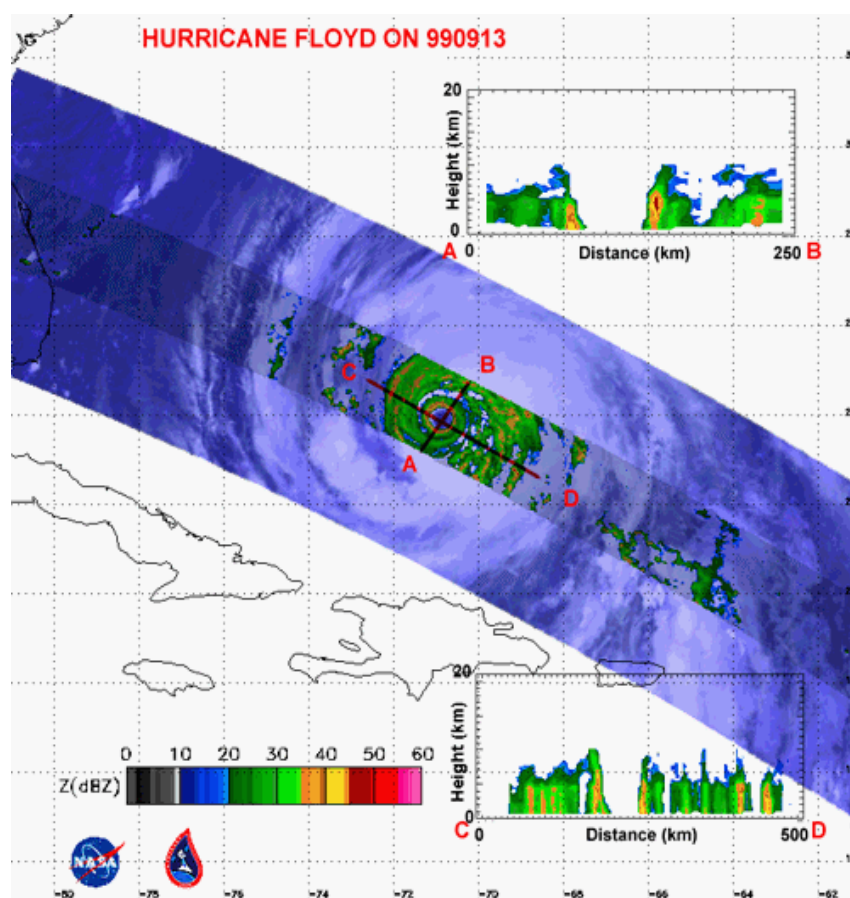
κεραίας οριζόντια και κατακόρυφα με διάφορες τεχνικές. Όταν ο εκπεμπόμενος παλμός σταματήσει, ο δέκτης δέχεται τα σήματα που διαχέονται από τα υδρομετέωρα ή γενικά από τους στόχους. Αυτό διαρκεί μέχρι την εκπομπή του επόμενου παλμού. Τα σήματα υφίστανται επεξεργασία από κατάλληλο επεξεργαστή, διορθώνονται τα λάθη και στη συνέχεια με κατάλληλο λογισμικό τροποποιούνται με σκοπό τη δημιουργία μετεωρολογικών και άλλων προϊόντων. [Πηγή: http://www.elga.gr/keme/center_6.html].

Ένα ραντάρ καιρού χρησιμοποιείται για να εντοπίσει τη βροχόπτωση, να υπολογίσει την κίνησή της, να εκτιμήσει τον τύπο βροχόπτωσης που εκδηλώνεται στο χώρο (βροχή, χιόνι, χαλάζι, κ.λπ.), και να προβλέψει τη μελλοντική θέση κι έντασή της. Τα σύγχρονα καιρικά ραντάρ είναι κυρίως τα ραντάρ Doppler, ικανά να μελετούν την κίνηση των σταγονιδίων βροχής καθώς και την έντασή της. Ο τύπος βροχόπτωσης υποδεικνύεται από το χρώμα - πράσινο είναι για τη βροχή, το ροζ είναι μία μείξη της βροχής, της παγωμένης βροχής (freezing rain), του χιονόνερου, ή/και του χιονιού, και το μπλε είναι χιόνι. Τα ψηφιακά συστήματα ραντάρ έχουν ικανότητες πολύ μεγαλύτερες σε σχέση με τους προκατόχους τους. Τα ψηφιακά συστήματα προσφέρουν τώρα την επίβλεψη και στενή παρακολούθηση μιας καταιγίδας. Αυτό παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να αποκτήσουν αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη και την κίνησή της. Οι καταιγίδες προσδιορίζονται αρχικά από το ραντάρ με το ταίριασμα των ακατέργαστων στοιχείων που λαμβάνονται από το ηχητικό παλμό του ραντάρ (radar pulse) σε κάποιο είδος προτύπου – γενετικού κώδικα (template), που προγραμματίζεται εκ των προτέρων στο σύστημα. Με την καταιγίδα προσδιορίζονται, η ταχύτητα, η απόσταση που καλύπτεται, η κατεύθυνση, και ο υπολογιζόμενος χρόνος άφιξης (Estimated Time of Arrival) της καταιγίδας. Όλα αυτά παρακολουθούνται και καταγράφονται σε μια θέση μνήμης του ραντάρ προκειμένου να χρησιμοποιηθούν αργότερα. Για να προσδιοριστεί μια καταιγίδα θα πρέπει προσδιορίζεται θα πρέπει να πληρεί τους ορισμούς μιας καταιγίδας, όπως προγραμματίζεται από τον κατασκευαστή. Διαφορετικά, οποιοδήποτε νέφος θα μπορούσε να αποδοθεί λανθασμένα ως μια καταιγίδα. Συνήθως μια καταιγίδα θα πρέπει να παρουσιάζει σημάδια της ανάπτυξής της. Η καταιγίδα θα πρέπει να έχει έναν πυρήνα ή ένα εντονότερο κέντρο που παρακολουθείται από τα ψηφιακά συστήματα ραντάρ εντοπισμού (radar tracking). [Πηγή: <http://www.intellicast.com/National/Radar/Current.aspx>].

Το πλέον σύγχρονο ραντάρ, ειδικά σχεδιασμένο για την εκτίμηση της βροχόπτωσης σε τρεις διαστάσεις, είναι το *Precipitation Radar (PR)* του δορυφόρου *TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission)*. Το PR έχει στο έδαφος οριζόντια διακριτική ικανότητα ίση περίπου με 4 km, κατακόρυφη 250 m και εύρος σάρωσης 220 km. Ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία του είναι η δυνατότητά του να δίνει την κατακόρυφη κατανομή της βροχόπτωσης και του χιονιού από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι σε ύψος περίπου 20 km (βλ. Σχήμα 1.5). Το *Precipitation Radar* έχει τη δυνατότητα ανίχνευσης εξαιρετικά μικρής έντασης βροχόπτωσης μέχρι και 0.7mm/hour. Σε ισχυρές βροχοπτώσεις, όπου η εξασθένηση του οπισκεδασζόμενου σήματος του ραντάρ είναι εξαιρετικά μεγάλη, εφαρμόζονται νέες μέθοδοι επεξεργασίας των δεδομένων οι οποίες βοηθούν στη διόρθωση του φαινομένου αυτού. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ανάπτυξη μικρού μήκους κύματος ραντάρ με κατευθυνόμενες κεραίες έλαβε χώρα κατά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, ενώ οι πρώτες μετρήσεις της βροχής με ραντάρ από τους Marshall et al. και Wexler το έτος 1947 (Φείδας Χαράλαμπος, 2001).

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι μέθοδοι εκτίμησης της βροχόπτωσης με δορυφορικές μετρήσεις απαιτούν επίγειες μετρήσεις για λόγους βαθμονόμησης.

Προβλέπεται ότι στο μέλλον για την μέτρηση της βροχόπτωσης θα χρησιμοποιούνται δορυφορικά δεδομένα σε συνδυασμό με επίγειες μετρήσεις και μοντέλα.



Σχήμα 1.5: Οριζόντια και κατακόρυφη κατανομή της ηχού του Precipitation Radar του δορυφόρου TRMM στον τροπικό κυκλώνα Floyd. Η κλίμακα της ηχού σε dB (decibell) αντιστοιχίζεται σε τιμές έντασης βροχόπτωσης (mm/hour) με βάση επίγειες μετρήσεις (βαθμονόμηση του ραντάρ). Πηγή: Φείδας Χαράλαμπος, 2001.

1.11. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι η παρακολούθηση των αποκλίσεων στο ύψος βροχής, τόσο από έτος σε έτος όσο και από δεκαετία σε δεκαετία κι αυτό επειδή εξαρτώνται από τη βροχή πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες (π.χ. καλλιέργειες) καθώς και ο εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα μιας περιοχής και οι υδάτινοι ταμιευτήρες που αποθηκεύουν το βρόχινο νερό. Αυτό έχει μεγάλη σημασία καθώς μεσολαβεί μια ξηρή περίοδος που πρέπει να υπάρχουν υδάτινα αποθέματα για άρδευση και ύδρευση και γενικότερα, η ζήτηση σε νερό αυξάνεται ενώ μειώνεται η προσφορά.

Σύμφωνα με τα όλα τα παραπάνω γίνεται φανερή η ανάγκη παρακολούθησης της τάσης (rainfall trend) που παρουσιάζει το ύψος βροχόπτωσης πάνω από τον ελλαδικό χώρο με τέτοιο τρόπο ώστε να καθίσταται δυνατή η εύκολη επεξεργασία των στοιχείων για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Παράλληλα, οι απλοί πολίτες χρειάζονται ένα εργαλείο πληροφόρησης με το οποίο θα μπορούν να ενημερώνονται για τη βροχομετρική

δραστηριότητα αλλά και τις τάσεις που παρουσιάζει η κατανομή της βροχόπτωσης τα τελευταία έτη.

Στη συγκεκριμένη υλοποίηση χρησιμοποιούνται οι χρονοσειρές των μέσων ετήσιων τιμών του ύψους βροχής για την περίοδο 1978-2007 για 44 μετεωρολογικούς σταθμούς προκειμένου να παρουσιαστούν οι δυνατότητες της εφαρμογής. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία που αφορούν τον αριθμό ημερών βροχής (υετού) χρησιμοποιείται η χρονοσειρά 1955-2003, λόγω έλλειψης στοιχείων στην κλιματική βάση δεδομένων της EMY DATCLIM από το 2004 έως το 2007.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.1. ΧΩΡΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (SPATIAL DATABASES)

Βάση δεδομένων καλείται μια συλλογή από δεδομένα που περιγράφουν οντότητες οι οποίες σχετίζονται μεταξύ τους. Παράδειγμα βάσης δεδομένων αποτελούν τα ονόματα, οι αριθμοί τηλεφώνων και οι διευθύνσεις τους μιας και είναι οντότητες που συνδέονται λογικά μεταξύ τους. Σε μια χωρική βάση δεδομένων υπάρχει και γεωμετρική (χωρική) πληροφορία που αναφέρεται σε ένα σύστημα συντεταγμένων το οποίο περιγράφει τη θέση των δεδομένων. Παράδειγμα χωρικής βάσης δεδομένων αποτελεί η βάση του Εθνικού Κτηματολογίου). Μια βάση δεδομένων, πρέπει να έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- I. Να αποτελεί μια λογική συλλογή από συσχετιζόμενα δεδομένα. Επομένως μια τυχαία συλλογή δεδομένων (για παράδειγμα, οι λέξεις σε κείμενο) δε μπορεί να θεωρηθεί σαν βάση δεδομένων.
- II. Να σχεδιάζεται, κατασκευάζεται και αποκτά δεδομένα για ένα συγκεκριμένο σκοπό που θα χρησιμοποιηθεί από ένα συγκεκριμένο σύνολο ανθρώπων.
- III. Να αναπαριστά κάποιο μικρόκοσμο, δηλαδή ένα υποσύνολο διαδικασιών και φαινομένων του πραγματικού κόσμου.

Οι χωρικές βάσεις δεδομένων αποτελούν τεχνολογίες αιχμής για την έρευνα στον τομέα των βάσεων δεδομένων. Με τη βοήθεια των χωρικών βάσεων δεδομένων είναι δυνατή η υλοποίηση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (Geographical Information Systems - GIS) είναι υπολογιστικά συστήματα ειδικά σχεδιασμένα για να υποστηρίξουν τη συλλογή, διαχείριση, επεξεργασία, ανάλυση, μοντελοποίηση και απεικόνιση δεδομένων που αναφέρονται στο χώρο και μεταβάλλονται στο χρόνο (Κουτσόπουλος, 2003). Είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στη χαρτογράφηση τόσο περιοχών όσο και διαφόρων δικτύων, όπως οδικών, τηλεφωνικών, υπολογιστικών, μετεωρολογικών, σεισμικού δικτύου κοκ. Οπότε, από πρακτικής άποψης το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων συνεχώς μεγαλώνει.

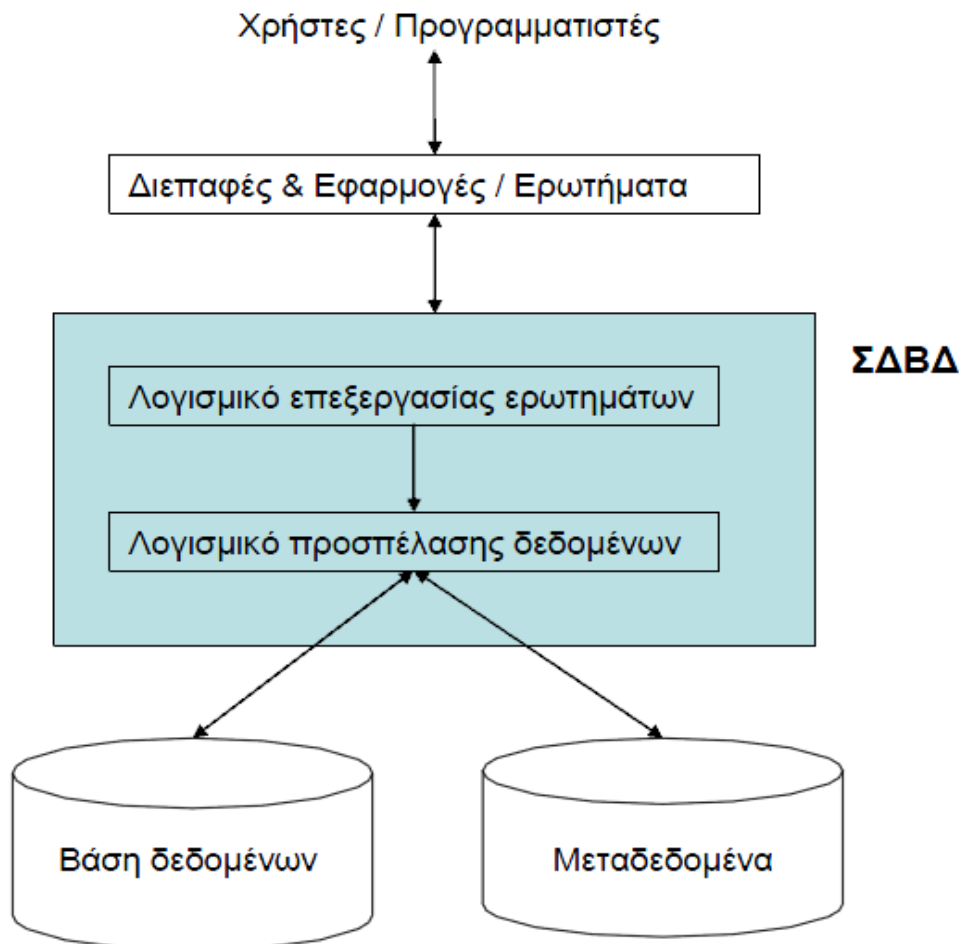
Μια χωρική βάση δεδομένων παρέχει στο χρήστη όσα υποστηρίζει και μια 'απλή' βάση δεδομένων, όμως προσφέρει επιπλέον τη δυνατότητα υποστήριξης και αποθήκευσης γεωμετρικών τύπων δεδομένων, όπως για παράδειγμα ένα σημείο στο χώρο (σημειακά δεδομένα), μια ευθεία (γραμμικά δεδομένα) ή και ένα πολύπλοκο γεωμετρικό σχήμα – πολύγωνο (επιφανειακά δεδομένα) ενός k – διάστατου χώρου (στην πράξη το ενδιαφέρον γίνεται μεγαλύτερο για την περίπτωση όπου $k=2$). Παράλληλα, από μια χωρική βάση δεδομένων υποστηρίζονται και οι χωρικές σχέσεις μεταξύ των δεδομένων (όπως για παράδειγμα, εάν ένα ευθύγραμμο τμήμα τέμνεται ή όχι με ένα πολύγωνο), των ιδιοτήτων τους (όπως για παράδειγμα, εάν ένα τετράγωνο έχει εμβαδό μεγαλύτερο από μια δοσμένη τιμή), καθώς και ορισμένων πράξεων με αυτά (όπως για παράδειγμα, η εύρεση της τομής δύο παραλληλογράμμων). Όλα τα παραπάνω ουσιαστικά, επιτυγχάνονται με τη σύγκριση των θέσεών τους. Τέλος, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένας αποδοτικός (efficient) τρόπος αναζήτησης και προσπέλασης των χωρικών τύπων δεδομένων όπως ακριβώς και στις 'απλές' βάσεις δεδομένων.

2.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS)

Για να υλοποιηθεί μια βάση δεδομένων απαιτείται η χρησιμοποίηση ενός Συστήματος Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ). Ουσιαστικά ένα ΣΔΒΔ αποτελεί ένα σύνολο λογισμικών (software) που χρησιμοποιούνται με σκοπό τη δημιουργία, οργάνωση και διαχείριση των βάσεων δεδομένων. Τα ΣΔΒΔ είναι γενικής χρήσης λογισμικά τα οποία έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν και να χειριστούν οποιασδήποτε μορφής βάσεις δεδομένων. Ένα ΣΔΒΔ διευκολύνει τις διαδικασίες (α) *ορισμού*, (β) *κατασκευής* – *δημιουργίας*, και (γ) *χειρισμού βάσεων δεδομένων για διάφορες εφαρμογές*.

Ο *ορισμός* μιας βάσης δεδομένων αφορά στην προδιαγραφή των τύπων, δομών και περιορισμών των δεδομένων που επρόκειτο να αποθηκευτούν στη βάση. Η *κατασκευή* – *δημιουργία* μιας βάσης δεδομένων αφορά στην αποθήκευση των δεδομένων σε κάποιο μέσο αποθήκευσης, όπως οι σκληροί μαγνητικοί δίσκοι, οπτικοί δίσκοι, ταινίες κοκ, το οποίο ελέγχεται από το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων. Ο *χειρισμός* μιας βάσης δεδομένων περιλαμβάνει λειτουργίες όπως η εισαγωγή, διαγραφή, αλλαγή, η ενημέρωση των δεδομένων της βάσης και η υποβολή ερωτήσεων για ανάκτηση δεδομένων μέσα από τη βάση.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που κάνει τα ΣΔΒΔ να διαφέρουν από απλά συστήματα διαχείρισης αρχείων είναι το γεγονός ότι στα πρώτα η βάση δεδομένων αποθηκεύει μαζί με τα δεδομένα και την ίδια την περιγραφή για τον ορισμό των δεδομένων. Αυτή η πληροφορία συνιστά τον κατάλογο δεδομένων – μεταδεδομένα (metadata) και αναφέρεται στο πως δομούνται τα αποθηκευμένα δεδομένα. Με άλλα λόγια, τα μεταδεδομένα αποτελούν τη σύνοψη ή περιγράφουν τα χαρακτηριστικά μιας συλλογής δεδομένων. Στις μέρες μας, τα ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα συνοδεύονται από μια σειρά μεταδεδομένων που δίνουν έμφαση σε όλες τις διαστάσεις των γεωγραφικών οντοτήτων που περιγράφουν αυτά. Στόχος των μεταδεδομένων αποτελεί η υποστήριξη του εκάστοτε χρήστη να εντοπίσει το σύνολο των δεδομένων που πληρεί τις ανάγκες της εκάστοτε εφαρμογής και να καθορίσει τις διαδικασίες της βέλτιστης αξιοποίησης των αντίστοιχων δεδομένων από τους χρήστες. Το απλουστευμένο σχήμα που ακολουθεί εκφράζει την θέση ενός ΣΔΒΔ ανάμεσα στους χρήστες και τα δεδομένα.



Σχήμα 2.1: Ένα απλοποιημένο περιβάλλον ΣΝΒΔ. Πηγή: Shroll 2003.

2.2.1. Συστήματα Διαχείρισης χωρικών βάσεων δεδομένων (Spatial Database Management System)

Σύστημα Διαχείρισης Χωρικών βάσεων δεδομένων (ΣΝΧΒΝ) είναι ένας όρος που μπορεί να αποδώσει την έννοια της συνδυαζόμενης συνεργαζόμενης χρήσης λογισμικών τα οποία διαχειρίζονται τη γεωμετρική δομή δεδομένων και το σχήμα της χωρικής βάσης. Η ανάπτυξη των Συστημάτων Χωρικών Βάσεων Δεδομένων τα τελευταία δεκαπέντε περίπου χρόνια έδωσε ώθηση σε μια νέα αντίληψη σχετικά με το ρόλο και τη χρήση των χωρικών πληροφοριών. Οι περισσότερες εφαρμογές στο πεδίο των χωρικών πληροφοριών απαιτούν την αποθήκευση μεγάλου όγκου αλφαριθμητικών και χωρικών δεδομένων.

Τα αντικειμενοσχεσιακά ΣΔΧΒΔ (Object Relational Database Management Systems - ORDBMS), εκμεταλλευόμενα την πρόοδο στα γενικής χρήσης ΣΔΒΔ παρέχουν την δυνατότητα αποτελεσματικής αποθήκευσης και διαχείρισης χωρικών αλλά και αλφαριθμητικών δεδομένων, ενώ μέσω της χρήσης χωρικών δεικτών επιτρέπουν την αποτελεσματική ανάκτηση δεδομένων και εκτέλεση ερωτημάτων σε αυτά. Επιπλέον, παρέχουν μηχανισμούς και διαδικασίες μέσω των οποίων εξασφαλίζεται η λογική ακεραιότητα και ασφάλεια των δεδομένων από καταστροφή. Τέλος, είναι εφικτή η σύνδεσή τους με άλλα συστήματα βάσεων δεδομένων σε ένα

τοπικό ή παγκόσμιο δίκτυο, ενώ παρέχουν κεντρική υποστήριξη πολλαπλών εφαρμογών. Τα χαρακτηριστικά αυτά καθιστούν τα Συστήματα Χωρικών Βάσεων Δεδομένων αναπόσπαστο τμήμα της αρχιτεκτονικής των υπολογιστικών συστημάτων κυβερνητικών, εμπορικών και εκπαιδευτικών εμπορικών οργανισμών.

Ένα σύγχρονο ΣΔΧΒΔ εμπεριέχει ιδιαίτερες μεθόδους επικοινωνίας με εξωτερικά λογισμικά και συστήματα λογισμικών, οι οποίες αποδίδονται σε δυνατότητες (π.χ. τοπολογικές σχέσεις), οπότε λειτουργούν ως αποθήκες χωρικών δεδομένων σε λογισμικά Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Στην περίπτωση αυτή περιορίζεται ο ρόλος των ΣΔΧΒΔ στην παροχή και μόνο ορισμένων στοιχείων. Από την άλλη, με τον τρόπο αυτό τα ΣΓΠ επεκτείνονται, αφού υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιούν δεδομένα από εξωτερικές πηγές – χωρικές βάσεις δεδομένων. Τα σύγχρονα συστήματα χωρικών δεδομένων σε επίπεδο λογισμικού βασίζονται στην αντικειμενοστραφή λογική δομικών λειτουργιών και επικοινωνίας (πχ ArcObjects, ArcSDE APIs, Oracle/PostgreSQL APIs) με τον έξω κόσμο. Συμπερασματικά λοιπόν, θα μπορούσε να λεχθεί ότι τόσο τα Συστήματα Χωρικών Βάσεων Δεδομένων όσο και τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών εξυπηρετούν αλληλοεξαρτώμενους στόχους. Η σύγχρονη τάση είναι η ενσωμάτωση και των δύο στην υποδομή διαχείρισης χωρικών πληροφοριών των διάφορων οργανισμών.

2.2.2. Διαδικτυακές εφαρμογές οπτικοποίησης χωρικών δεδομένων

Η σημασία των γεωγραφικών δεδομένων και πληροφοριών για την υποστήριξη αποφάσεων και στην αντιμετώπιση περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προβλημάτων σε διάφορα επίπεδα (τοπικό, εθνικό, παγκόσμιο) έχει ευρέως αναγνωριστεί. Η σημαντική πρόοδος κι εξέλιξη της τεχνολογίας έχει επηρεάσει τον τρόπο που διακινείται και μεταδίδεται η πληροφορία. Πιο συγκεκριμένα, η οπτικοποίηση δεδομένων και πληροφορίας γενικότερα σε πραγματικό χρόνο (real time), αποτελεί παγκόσμια τάση. Τα δεδομένα αυτά διαρκώς μεταβάλλονται οπότε κι απαιτείται η συνεχής ενημέρωσή τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η έννοια του χάρτη με την παραδοσιακή 'στατική' του μορφή, που χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο αιώνες πριν μέχρι και σήμερα ως μέσο μετάδοσης της πληροφορίας να αποκτά μια νέα διάσταση που σχετίζεται με τη δυναμική απεικόνιση δεδομένων σε διαδραστικό περιβάλλον (interactive environment) και σε πραγματικό χρόνο.

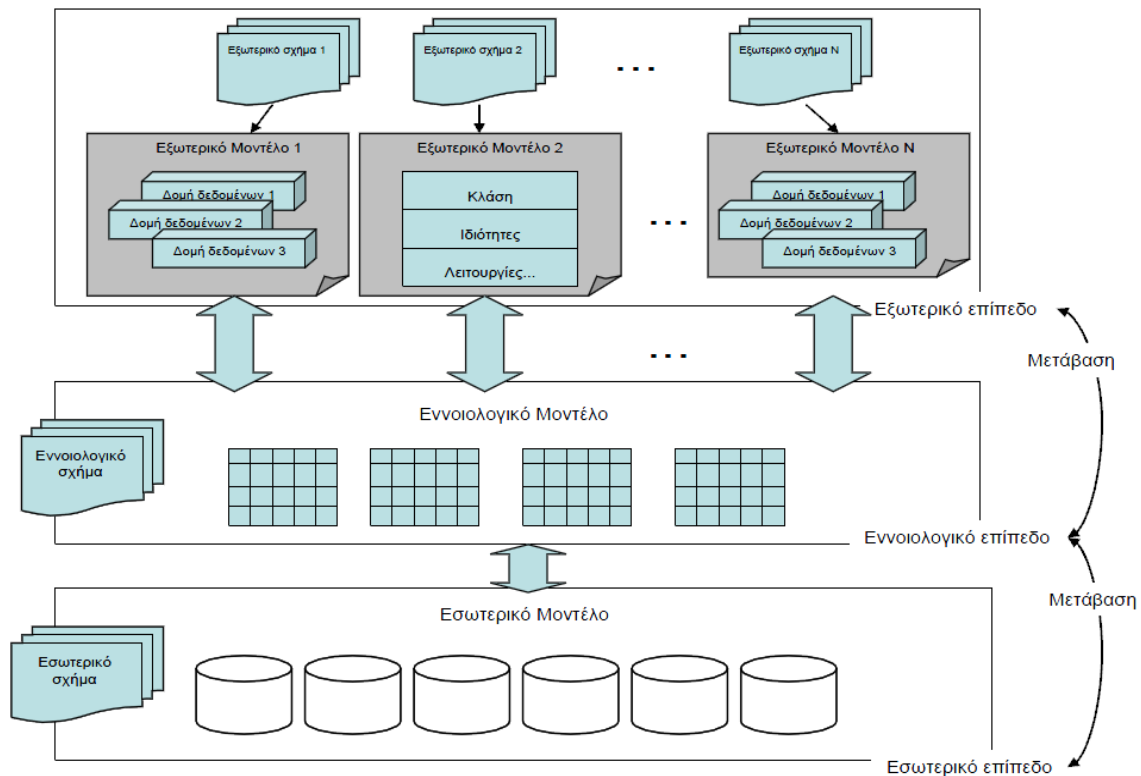
Η δυναμική οπτικοποίηση (dynamic visualization) τέτοιων δεδομένων ικανοποιείται μέσα από τον Παγκόσμιο Ιστό (World Wide Web). Ο Παγκόσμιος Ιστός αποτελεί σήμερα ένα ευρέως διαδεδομένο μέσο (widespread interface) για τη δημοσιοποίηση χαρτών. Η δημοσιοποίηση επιτυγχάνεται με πολλαπλούς τρόπους. Στην πιο απλή περίπτωση αφορά στατικούς χάρτες με περιορισμένη διαδραστικότητα καθώς και πιο σύνθετες αρχιτεκτονικές που μπορούν να οδηγήσουν στη δημοσιοποίηση χαρτών με υψηλή διαδραστικότητα και μεγάλη ευελιξία (flexibility) (Στεφανάκης, 2009). Οπότε, το διαδίκτυο παρέχει τη δυνατότητα εύκολης και άμεσης πρόσβασης σε έναν διαρκώς αυξανόμενο όγκο δεδομένων γενικότερα, αλλά και χωρικών δεδομένων ειδικότερα. Τα ΣΓΠ σε περιβάλλον διαδικτύου, αποτελούν ένα δυναμικό περιβάλλον αναζήτησης, πρόσβασης, ολοκλήρωσης και ανάλυσης δεδομένων με γεωγραφική αναφορά, παράγοντας δυναμικούς χάρτες. Η μη χρήση ενιαίων προτύπων για τη συλλογή, επεξεργασία κι απόδοση της χωρικής πληροφορίας έχει αποτέλεσμα την αδυναμία αξιοποίησης των δεδομένων που δημιουργούνται από συγκεκριμένο φορέα,

σε εφαρμογές άλλων φορέων. Η ανάπτυξη προτύπων για εφαρμογές ΣΓΠ στο διαδίκτυο υλοποιείται είτε από οργανισμούς ξεχωριστά, είτε από φορείς όπως το Open GIS Consortium (OGC). Το OGC ασχολείται με την ανάπτυξη προτύπων που έχει ως στόχο την κατά το δυνατόν πληρέστερη διαλειτουργικότητα στη χρήση και επεξεργασία της γεωγραφικής πληροφορίας, κυρίως από την άποψη της εφαρμογής (Τσούλος Λ. κ.ά.). Με τις διαδικτυακές εφαρμογές πραγματοποιείται η πρόσβαση στα δεδομένα και τις υπηρεσίες ενός GIS ή ενός συστήματος διαχείρισης χωρικών δεδομένων μέσω ενός φυλλομετρητή σελίδων. Η πρόσβαση είναι δυνατόν να αναφέρεται στη χρήση του διαδικτύου ή στη χρήση ενός τοπικού δικτύου. Σε κάθε περίπτωση, μια εφαρμογή διαδικτύου στηρίζεται στην αρχιτεκτονική πελάτη – εξυπηρετητή.

Η χρήση διαδικτυακών εφαρμογών για την οπτικοποίηση χωρικών δεδομένων έχει πολλά πλεονεκτήματα μεταξύ των οποίων είναι η δυνατότητα προσπέλασης, διαχείρισης, ανάλυσης κι απόκτησης των δεδομένων που ενδιαφέρουν τους χρήστες χωρίς να είναι απαραίτητο να αποκτήσουν κάποιο πακέτο λογισμικού GIS ή Συστήματος Διαχείρισης χωρικής βάσης δεδομένων, με απαραίτητη προϋπόθεση να διαθέτουν πρόσβαση στο διαδίκτυο, ενώ δεν είναι απαραίτητη η γνώση της δομής ή του χώρου αποθήκευσης των δεδομένων. Επιπλέον, η εφαρμογή αναπτύσσεται μόνο στον εξυπηρετητή ενώ οι πελάτες μπορούν να είναι απλοί επιτραπέζιοι υπολογιστές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μικρότερο κόστος λειτουργίας, συντήρησης και τυχόν αναβάθμισης της εφαρμογής.

2.3. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το ΣΔΒΔ δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να διαχειρίζονται και να αναζητούν τα δεδομένα που ενσωματώνονται σε αυτό, χωρίς να επηρεάζονται από τον τρόπο που τα δεδομένα αυτά είναι οργανωμένα στα φυσικά μέσα αποθήκευσης (δίσκους κ.λπ.). Παράλληλα, διαφορετικοί χρήστες είναι δυνατό να βλέπουν με διαφορετικούς τρόπους τα ίδια δεδομένα (αφενός για λόγους ευκολίας κι αφετέρου για λόγους ασφαλείας) και να διατυπώνουν ερωτήσεις σε διαφορετικές γλώσσες χειρισμού. Τη δεκαετία του 1970 η ομάδα μελέτης της ANSI/SPARC για συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (ΣΔΒΔ) πρότεινε μια ιδεατή αρχιτεκτονική η οποία αποτελείται από τρία επίπεδα. Ένας από τους κύριους στόχους ενός ΣΔΒΔ είναι να παρέχει μια αφηρημένη όψη των δεδομένων, αποκρύπτοντας από το χρήστη λεπτομέρειες σχετικά με την αναπαράσταση και την αποθήκευσή τους. Έτσι λοιπόν, σε ένα ΣΔΒΔ, τα δεδομένα αναπαριστώνται σε 3 επίπεδα αφαίρεσης (abstraction levels). Αυτά τα επίπεδα ονομάζονται εσωτερικό, εννοιολογικό ή ιδεατό και εξωτερικό. Οι ιδιότητες που προαναφέρθηκαν αποτελούν συνέπεια της αρχιτεκτονικής των τριών αυτών επιπέδων που ακολουθούν τα σημερινά ΣΔΒΔ και που εποπτικά παριστάνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα 2.2: Η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων ενός ΣΔΒΔ, ANSI/SPARC αρχιτεκτονική. Πηγή: Muller 99 και ιδία.

Εσωτερικό επίπεδο:

- Έχει ένα εσωτερικό σχήμα
- Περιγράφει τη δομή της φυσικής αποθήκευσης της ΒΔ
- Χρησιμοποιεί ένα φυσικό μοντέλο δεδομένων
- Περιγράφει λεπτομερώς την αποθήκευση των δεδομένων και τους δρόμους προσπέλασης

Εννοιολογικό επίπεδο:

- Έχει ένα εννοιολογικό σχήμα
- Περιγράφει τη δομή όλης της ΒΔ για μια κοινότητα χρηστών
- Αποκρύπτει τις λεπτομέρειες των φυσικών δομών αποθήκευσης
- Εστιάζει στην περιγραφή των οντοτήτων, τύπων δεδομένων, συσχετίσεων, πράξεων χρηστών και περιορισμών
- Υιοθετείται ένα υψηλού επιπέδου μοντέλο ή ένα μοντέλο υλοποίησης

Εξωτερικό επίπεδο:

- Περιλαμβάνει ένα πλήθος από εξωτερικά σχήματα ή όψεις χρηστών
- Κάθε σχήμα περιγράφει το μέρος της ΒΔ που ενδιαφέρει την εφαρμογή μιας ομάδας χρηστών και αποκρύπτει την υπόλοιπη ΒΔ
- Υιοθετείται ένα υψηλού επιπέδου μοντέλο ή ένα μοντέλο υλοποίησης για την περιγραφή του

Ο τρόπος σύμφωνα με τον οποίο τα δεδομένα μιας ΒΔ είναι οργανωμένα στους δίσκους των ΣΔΒΔ, αναφέρεται ως εσωτερική όψη (ή εσωτερικό σχήμα) της ΒΔ. Ανεξάρτητα με την εσωτερική όψη μιας ΒΔ, υπάρχει μια και μόνο λογική όψη (εννοιολογικό σχήμα) για αυτήν την ΒΔ. Η λογική όψη της βάσης δεν αλλάζει ακόμη κι όταν αποφασιστεί τα δεδομένα της ΒΔ να οργανωθούν με διαφορετικό τρόπο (π.χ. να χρησιμοποιηθούν Β – δένδρα ή άλλες δομές δεδομένων). Οι χρήστες μπορούν να βλέπουν την λογική όψη της βάσης μέσα από διαφορετικά πρίσματα. Η όψη που ο κάθε χρήστης βλέπει τη ΒΔ ονομάζεται εξωτερική όψη (ή εξωτερικό σχήμα). Οπότε, μια ΒΔ μπορεί να έχει πολλές εξωτερικές όψεις.

Το σχήμα μιας ΒΔ είναι το σύνολο των εννοιών που περιγράφουν τη δομή της βάσης, προσδιορίζεται κατά το σχεδιασμό της ΒΔ και είναι -σχεδόν πάντα- σταθερό. Οι ΒΔ μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου καθώς πληροφορία προστίθεται, αφαιρείται ή τροποποιείται. Το σύνολο της πληροφορίας το οποίο βρίσκεται αποθηκευμένο σε μια ΒΔ σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή λέγεται στιγμιότυπο (snapshot) της ΒΔ. Τα στιγμιότυπα σε μια δυναμική ΒΔ αλλάζουν συχνά.

Το ΣΔΒΔ πρέπει να μετασχηματίζει ένα αίτημα που προσδιορίζεται ως προς το εξωτερικό σχήμα σε ένα αίτημα ως προς το εννοιολογικό σχήμα και στη συνέχεια σε ένα αίτημα ως προς το εσωτερικό σχήμα, το οποίο θα προκαλέσει την επεξεργασία της αποθηκευμένης ΒΔ. Τα δεδομένα που εξάγονται από τη ΒΔ πρέπει να αναμορφωθούν ώστε να συμπίπτουν στην εξωτερική όψη του χρήστη (αντίστροφος μετασχηματισμός). Οι διαδικασίες μετασχηματισμού ερωτημάτων και αποτελεσμάτων μεταξύ επιπέδων καλούνται απεικονίσεις (mappings).

Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα που εξασφαλίζεται με την αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων είναι η φυσική ανεξαρτησία των δεδομένων, δηλαδή η δυνατότητα αλλαγής του σχήματος ενός επιπέδου χωρίς να αλλάζει το σχήμα του αμέσως υψηλότερου επιπέδου και αυτό επιτυγχάνεται με την κατάλληλη αλλαγή της αντίστοιχης απεικόνισης μεταξύ των επιπέδων. Επομένως, τα προγράμματα εφαρμογών και οι ερωτήσεις που διατυπώνονται από τους χρήστες δε χρειάζεται να αλλάξουν στην περίπτωση κατά την οποία τα δεδομένα της βάσης οργανωθούν με διαφορετικό τρόπο στα μέσα αποθήκευσης.

Το λογικό σχήμα και τα εξωτερικά σχήματα των ΒΔ που περιέχονται σε ένα ΣΔΒΔ διατυπώνονται με βάση κάποιο μοντέλο δεδομένων. Ένα μοντέλο δεδομένων (data model) είναι ένα σύνολο εννοιών για την περιγραφή των δεδομένων, των σχέσεων μεταξύ αυτών, τη σημασιολογία τους και τους περιορισμούς στους οποίους υπόκεινται. Ένα μοντέλο δεδομένων χαρακτηρίζεται από τον τρόπο αναπαράστασης των δεδομένων, τις ειδικές γλώσσες που διαθέτει για τον χειρισμό των δεδομένων αυτών και τους περιορισμούς δομής πάνω στα δεδομένα που αναπαριστά. Οπότε και τα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων μπορούν να χαρακτηριστούν ανάλογα με το μοντέλο που χρησιμοποιούν. Τα πιο διαδεδομένα συστήματα είναι το σχεσιακό μοντέλο στο οποίο τα δεδομένα αποθηκεύονται με τη μορφή πινάκων, το ιεραρχικό, στο οποίο σχετιζόμενες πληροφορίες οργανώνονται σε ιεραρχίες, το δικτυωτό, στο οποίο υπάρχουν συσχετισμένες εγγραφές που συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν αλυσίδες εγγραφών και πιο πρόσφατα το αντικειμενοστραφές μοντέλο στο οποίο η βάση δεδομένων οργανώνεται με τη μορφή συλλογής αντικειμένων. Από τα μοντέλα ΣΔΒΔ που υπάρχουν σε μεγάλη κυκλοφορία αυτή τη στιγμή, το πιο διαδεδομένο είναι το σχεσιακό λόγω της απλότητας του μοντέλου και της γλώσσας που διαθέτει για τη διατύπωση ερωτήσεων. Η συσχέτιση δεδομένων από διαφορετικούς πίνακες είναι

δυνατόν να συσχετιστούν μέσω των κοινών τιμών τους κάνοντας χρήση της λειτουργίας “join”.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Σχεσιακών Μοντέλων Δεδομένων είναι τα ακόλουθα:

- Η βάση δεδομένων παριστάνεται ως μια συλλογή από σχέσεις, όπου μια σχέση προσομοιάζει με έναν πίνακα ή ένα αρχείο εγγραφών.
- Κάθε γραμμή μιας σχέσης καλείται πλειάδα (tuple) και περιέχει τις τιμές των δεδομένων.
- Κάθε στήλη μιας σχέσης αποτελεί ένα γνώρισμα το όνομα του οποίου αναγράφεται στην πρώτη πλειάδα της σχέσης.
- Κάθε γνώρισμα παίρνει τιμές από ένα καθορισμένο πεδίο ορισμού (domain).

Τα βασικά χαρακτηριστικά μιας σχέσης είναι τα ακόλουθα:

Το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων βασίζεται εξ' ορισμού στις έννοιες των συνόλων, οπότε

- Κάθε πλειάδα σε μια σχέση είναι μοναδική, δηλαδή δεν υπάρχουν δύο πλειάδες στη βάση δεδομένων με τα ίδιες τιμές στα επιμέρους γνωρίσματα.
- Ο ελάχιστος αριθμός των γνωρισμάτων που ταυτοποιεί μια πλειάδα ονομάζεται κλειδί της πλειάδας.
- Κάθε τιμή σε μια σχέση είναι ατομική, με την έννοια ότι δε μπορεί να διασπαστεί στα πλαίσια του σχεσιακού μοντέλου.
- Επομένως το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων δε διαχειρίζεται άμεσα φωλιασμένες σχέσεις, σύνθετα ή πλειότιμα γνωρίσματα.
- Η διάταξη των πλειάδων δεν αποτελεί μέρος του ορισμού μιας σχέσης.

Κριτήριο διάκρισης μεταξύ ΣΔΒΔ αποτελεί η περίπτωση κατά την οποία το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα μόνο χρήστη (single – user) ή από πολλούς χρήστες (multiuser) ταυτόχρονα. Πολλά συστήματα έχουν αναπτυχθεί για προσωπικούς υπολογιστές που από τη φύση τους είναι συστήματα ενός χρήστη μόνο, ενώ σε περιβάλλοντα πολλών ταυτόχρονων χρηστών (όπως π.χ. τράπεζες, αεροπορικές εταιρείες κ.λπ.) απαιτείται μεγάλη προσοχή για να μην υπάρχουν ταυτόχρονες αλλαγές των ίδιων δεδομένων. Για την αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων χρησιμοποιούνται συνήθως τεχνικές ‘κλειδώματος’ όπου κάθε ενέργεια στη βάση δεδομένων για να εκτελεστεί πρέπει να εξασφαλίσει αποκλειστικότητα (exclusiveness) στα δεδομένα τα οποία αλλάζει.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων παράλληλα διακρίνονται σε κατανεμημένα (distributed) και κεντροποιημένα (centralized). Σε ένα κεντροποιημένο σύστημα υπάρχει ένας υπολογιστής που χειρίζεται τη ΒΔ δεδομένων που περιέχει όλα τα δεδομένα και πολλοί χρήστες είναι δυνατόν να προσπελάσουν τα δεδομένα από διάφορα σημεία. Αντίθετα, σε ένα κατανεμημένο σύστημα η βάση δεδομένων μπορεί να είναι ‘μοιρασμένη’ γεωγραφικά σε διάφορα σημεία αλλά για το χρήστη να μην εμφανίζει καμία διαφορά από μια βάση δεδομένων που είναι κεντροποιημένη. Πρακτικά, είναι το σύνολο βάσεων δεδομένων με κοινά χαρακτηριστικά οι οποίες κατανέμονται σε ένα δίκτυο και αποθηκεύονται σε περισσότερους από έναν υπολογιστές. Για παράδειγμα, οι μεγάλες βάσεις δεδομένων τραπεζών κατανέμουν τις πληροφορίες για λογαριασμούς πελατών στα υποκαταστήματα για λόγους ταχύτητας αλλά και διαθεσιμότητας. Με αυτό το

τρόπο αν το κεντρικό σύστημα δε λειτουργεί τα επί μέρους υποκαταστήματα μπορούν να λειτουργήσουν ανεξάρτητα.

Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι τα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (ΣΔΒΔ) είναι πολύ μεγάλης σημασίας σε οποιοδήποτε σύγχρονο οργανισμό και για πολλές εφαρμογές. Σήμερα οι περισσότερες μεγάλες μηχανογραφημένες επιχειρήσεις και οργανισμοί στηρίζονται σε αυτή την τεχνολογία. Εγκαταλείπονται δηλαδή σταδιακά οι παλαιότερες μέθοδοι μηχανογράφησης που στηρίζονταν στη συγγραφή λογισμικού με παραδοσιακές γλώσσες για χειρισμό αρχείων και αντικαθιστώνται πλέον από εφαρμογές οι οποίες αναπτύσσονται σε υψηλότερου επιπέδου γλώσσες για βάσεις δεδομένων, τις λεγόμενες γνωστές Γλώσσες Τέταρτης Γενιάς. Οι γλώσσες τέταρτης γενιάς (4GLs) μπορούν να χρησιμοποιούν ένα περιβάλλον κειμένου (όπως οι τρίτης γενιάς) ή επιτρέπουν στον προγραμματιστή να δουλεύει σε ένα γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιώντας εργαλεία γραφικών.

Οι γλώσσες τέταρτης γενιάς είναι οι ακόλουθες:

- Visual Basic (VB)
- VisualAge

2.4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η πολυπλοκότητα των σημερινών εφαρμογών ΒΔ έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός Συστήματος Βάσεων Δεδομένων που υποστηρίζεται από μεθοδολογίες και εργαλεία (case tools). Σύμφωνα με τις περισσότερες μεθοδολογίες ανάπτυξης, τα στάδια της κατασκευής μιας ΒΔ είναι τα ακόλουθα:

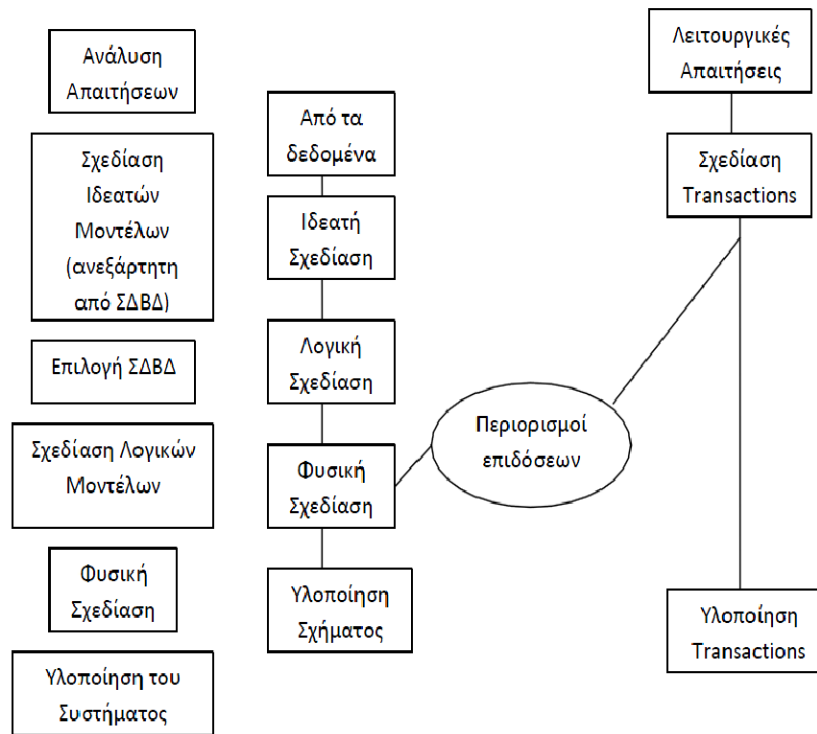
- Καθορισμός του συστήματος ΒΔ (σκοπός του συστήματος, χρήστες, απαιτήσεις των χρηστών).
- Σχεδίαση του συστήματος (ιδεατή, λογική και φυσική σχεδίαση της ΒΔ).
- Υλοποίηση της εφαρμογής (περιλαμβάνει την υλοποίηση της σχεδίασης της ΒΔ με τη γλώσσα ορισμού και χειρισμού δεδομένων του επιλεγμένου ΣΔΒΔ όπου θα τρέχει η ΒΔ).
- Εισαγωγή των δεδομένων (κατά το στάδιο αυτό τα πραγματικά δεδομένα φορτώνονται στις υλοποιημένες δομές δεδομένων είτε άμεσα είτε με την μετατροπή τους από υπάρχοντα αρχεία που είναι αποθηκευμένα τα δεδομένα).
- Έλεγχος και αξιολόγηση του συστήματος ΒΔ.
- Λειτουργία του συστήματος.
- Παρακολούθηση της λειτουργίας.
- Συντήρηση του συστήματος.

Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στην φάση της σχεδίασης του ΣΔΒΔ. Ο διττός στόχος της σχεδίασης αυτής είναι αφενός να ικανοποιήσει τις ανάγκες των χρηστών μιας εφαρμογής σε πληροφορίες, αποτυπώνοντας τις πληροφορίες αυτές σε κατάλληλες δομές δεδομένων κι αφετέρου να εξυπηρετήσει τις λειτουργικές απαιτήσεις και τις ανάγκες επίδοσης της εφαρμογής (χρόνος απόκρισης, χρόνος επεξεργασίας, απαιτήσεις σε μνήμη). Τέλος, τα στάδια της σχεδίασης ενός ΣΔΒΔ έχουν ως εξής:

- Συγκέντρωση και ανάλυση των απαιτήσεων των χρηστών.
- Σχεδίαση του ιδεατού σχήματος.

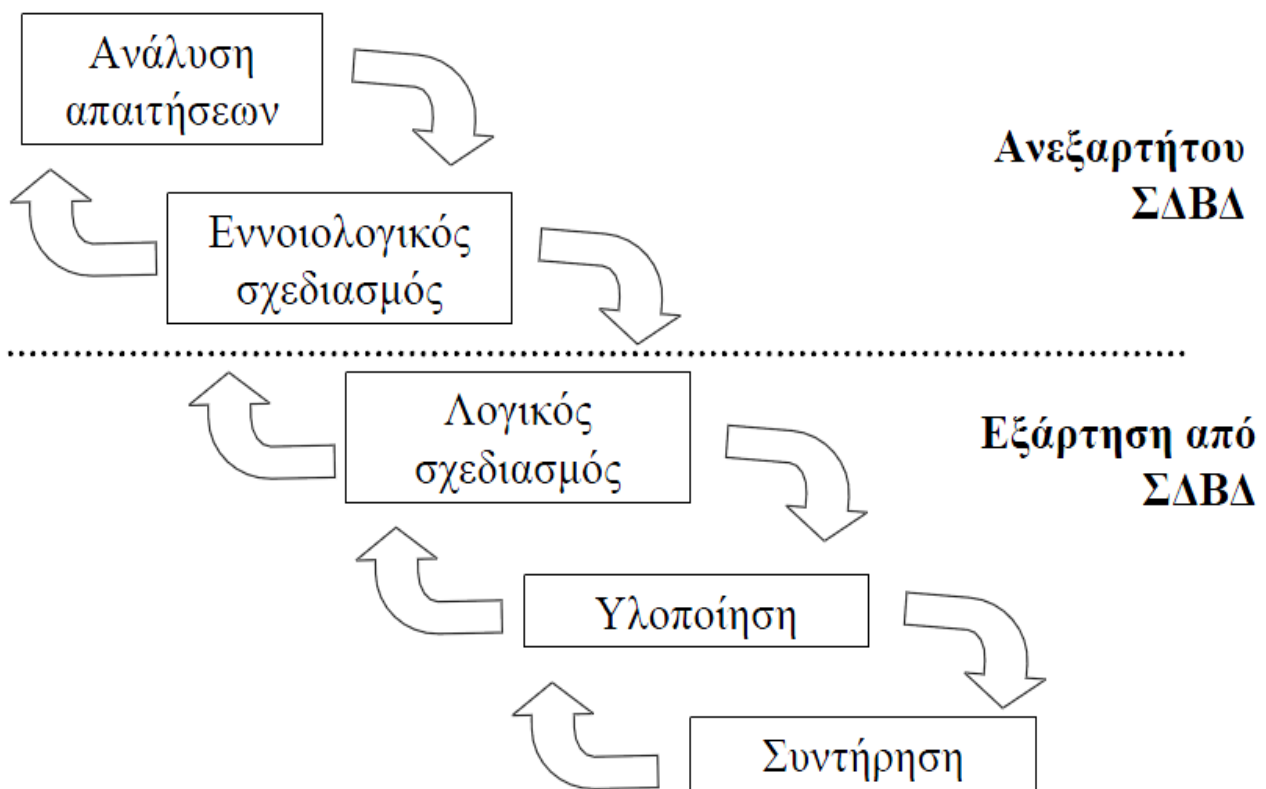
- Επιλογή του ΣΔΒΔ που θα χρησιμοποιηθεί.
- Λογική σχεδίαση.
- Σχεδίαση του φυσικού σχήματος.

Τα στάδια της σχεδίασης ενός ΣΔΒΔ παρουσιάζονται διαγραμματικά στο σχήμα που ακολουθεί:



Σχήμα 2.3: Στάδια σχεδίασης μιας εφαρμογής σε μια Βάση Δεδομένων.

Στο στάδιο δημιουργίας μιας βάσης δεδομένων και αφού έχει προηγηθεί η ανάλυση των απαιτήσεων για την κατασκευή της απαιτείται να γίνει ένα ιδεατό σχήμα της βάσης, το σχεσιακό μοντέλο και τέλος, η δημιουργία πινάκων και η εισαγωγή των δεδομένων και των μεταδεδομένων που αναφέρονται σε αυτούς. Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται σχηματικά ο κύκλος ζωής μιας βάσης δεδομένων.


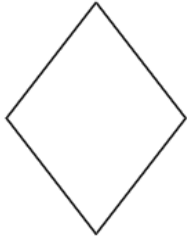
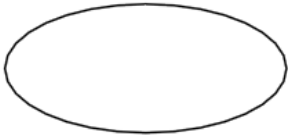


Σχήμα 2.4: Κύκλος ζωής μιας βάσης δεδομένων.

2.4.1. Εννοιολογικός σχεδιασμός

Στόχος της σχεδίασης του εννοιολογικού - ιδεατού σχήματος είναι η σαφής περιγραφή του περιεχομένου της βάσης δεδομένων, ανεξάρτητα από τον τρόπο υλοποίησης της. Το ιδεατό σχήμα αποτελεί την κοινή πλατφόρμα επικοινωνίας μεταξύ των μελλοντικών χρηστών, των σχεδιαστών, των αναλυτών και των προγραμματιστών της ΒΔ. Για το λόγο αυτό τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την ιδεατή σχεδίαση είναι εκφραστικά, απλά, χρησιμοποιούν λίγα δομικά στοιχεία και αναπαριστούν τα δεδομένα και τις συσχετίσεις τους με διαγράμματα ώστε να είναι εύκολα κατανοητά κι αντιληπτά. Το πιο διαδεδομένο σήμερα ιδεατό μοντέλο είναι το μοντέλο οντοτήτων συσχετίσεων (γνωστό ως Entity – Relationship model), το οποίο αποτελεί μια γραφική αναπαράσταση του μικρόκοσμου στον τυποποιημένο κόσμο των οντοτήτων και των μεταξύ τους σχέσεων (συσχετίσεις).

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός E-R μοντέλου απεικονίζονται στο σχήμα που ακολουθεί:

	ΟΝΤΟΤΗΤΑ
	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ
	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ/ΓΝΩΡΙΣΜΑ

Σχήμα 2.5: Βασικά χαρακτηριστικά ενός $E - R$ μοντέλου.

Οντότητα είναι κάθε αντικείμενο με φυσική ύπαρξη (π.χ. ένας μετεωρολογικός σταθμός) ή αντικείμενο εννοιολογικά υπαρκτό (π.χ. η μέτρηση του ύψους βροχής). Κάθε οντότητα έχει ιδιότητες που ονομάζονται γνωρίσματα τα οποία την περιγράφουν. Μια συγκεκριμένη οντότητα έχει μια τιμή για καθένα από τα γνωρίσματά της (π.χ. όνομα Μετεωρολογικού Σταθμού = “Αργοστόλι”. Ένα γνώρισμα μπορεί να είναι απλό (π.χ. όνομα) ή σύνθετο αν συντίθεται από άλλα επιμέρους γνωρίσματα. Επίσης, ένα γνώρισμα μπορεί να είναι μονότιμο όταν ανατίθεται μία τιμή ή πλειότιμο όταν ανατίθεται περισσότερες από μία τιμές σε αυτό. Επιπλέον, ένα γνώρισμα μπορεί να είναι αποθηκευμένο στη βάση δεδομένων ή να παράγεται από την επεξεργασία των δεδομένων της βάσης οπότε και στην περίπτωση αυτή καλείται παραγόμενο γνώρισμα. Οι τιμές κάποιου γνωρίσματος (ή γνωρισμάτων) προσδιορίζουν μία οντότητα μοναδικά, οπότε και δεν μπορεί να υπάρχουν δύο οντότητες με τις ίδιες τιμές στα γνωρίσματα κλειδιά.

Όλες οι οντότητες που περιγράφονται από το ίδιο σετ γνωρισμάτων συνιστούν ένα σύνολο οντοτήτων του ιδίου τύπου το οποίο καλείται τύπος οντοτήτων O . Η αναπαράσταση ενός τύπου οντοτήτων στο $E-R$ διάγραμμα γίνεται με το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, το οποίο αναγράφει το όνομα της οντότητας. Τα γνωρίσματα ενός τύπου οντοτήτων αναπαριστώνται με ελλείψεις, που αναγράφουν το όνομα τους. Η μορφή της έλλειψης διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του γνωρίσματος.

Οι οντότητες ενός ή περισσότερων τύπων οντοτήτων O_1, O_2, \dots, O_n μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός συνόλου συσχετίσεων. Το σύνολο των συσχετίσεων που αφορούν εννοιολογικά στην ίδια συσχέτιση, ορίζουν ένα τύπο συσχετίσεων Σ . Η αναπαράσταση ενός τύπου συσχετίσεων στο $E-R$ διάγραμμα πραγματοποιείται με τον ρόμβο, ο οποίος αναγράφει το όνομα του τύπου της συσχέτισης.

Το πλήθος των οντοτήτων που συμμετέχουν στη συσχέτιση καλείται βαθμός της συσχέτισης. Παράλληλα, ένας τύπος συσχετίσεων χαρακτηρίζεται από το λόγο πληθικότητας και από τον περιορισμό συμμετοχής. Ο λόγος πληθικότητας προσδιορίζει τον αριθμό των στιγμιότυπων μιας συσχέτισης στα οποία μπορεί να συμμετέχει κάθε οντότητα των επιμέρους τύπων οντοτήτων. Ο περιορισμός συμμετοχής ορίζει αν η ύπαρξη μιας οντότητας εξαρτάται από τη συσχέτιση της με μια άλλη οντότητα μέσω ενός τύπου συσχετίσεων Σ. Ολική (ή πλήρης) είναι η συμμετοχή μιας οντότητας όταν η ύπαρξή της στη βάση δεδομένων εξαρτάται από την ύπαρξη κάποιας συσχέτισης που τη συνδέει με μια άλλη οντότητα, ενώ όταν μπορεί να υπάρξει στη βάση ανεξαρτήτως τυχόν συσχετίσεων που μπορεί να τη συνδέουν με άλλες οντότητες, τότε η συμμετοχή της είναι μερική. Ο συμβολισμός της ολικής και μερικής συμμετοχής στο διάγραμμα Ο – Σ, επιτυγχάνεται με τη χάραξη της διπλής ή της απλής γραμμής αντίστοιχα μεταξύ του τύπου των οντοτήτων (ορθογώνιο παραλληλόγραμμο) με τον αντίστοιχο τύπο συσχετίσεων (ρόμβος). Κατά μήκος της γραμμής αναγράφεται ο αντίστοιχος λόγος πληθικότητας.

2.4.2. Λογικός σχεδιασμός

Μετά τη διαγραμματική αναπαράσταση του μοντέλου οντοτήτων – συσχετίσεων στη διαδικασία του εννοιολογικού σχεδιασμού ακολουθεί ο λογικός σχεδιασμός. Το πιο διαδεδομένο μοντέλο για τον λογικό σχεδιασμό, είναι το σχεσιακό μοντέλο, το οποίο εισηγήθηκε από τον Codd (1970) κι απαρτίζεται από μια συλλογή από σχέσεις, όπου μια σχέση μοιάζει με έναν πίνακα ή ένα αρχείο εγγράφων.

Κάθε γραμμή μιας σχέσης καλείται πλειάδα και περιέχει τα δεδομένα (τιμές γνωρισμάτων). Κάθε στήλη μιας σχέσης αποτελεί ένα γνώρισμα, το όνομα του οποίου αναγράφεται στην πρώτη πλειάδα (κεφαλίδα) της σχέσης. Κάθε πλειάδα σε μια σχέση είναι μοναδική, οπότε και δεν υπάρχουν δύο πλειάδες στη βάση με τις ίδιες τιμές στα επιμέρους γνωρίσματα.

Τέλος, τα γνωρίσματα που ταυτοποιούν μια οντότητα ονομάζονται γνωρίσματα κλειδιά. Πρωτεύον κλειδί καλείται το γνώρισμα ή ο συνδυασμός γνωρισμάτων που επιλέγεται για την ταυτοποίηση των πλειάδων της σχέσης (επιλέγεται αυτό με τα λιγότερα γνωρίσματα). Ξένο κλειδί καλείται κάθε γνώρισμα ή ο συνδυασμός γνωρισμάτων μιας σχέσης που έχει το ίδιο πεδίο ορισμού με το πρωτεύον κλειδί μιας άλλης σχέσης και χρησιμοποιείται ουσιαστικά ως ένας τρόπος σύνδεσης \square συσχετίσεων των σχέσεων (πινάκων) μεταξύ τους.

Γενικότερα, πίνακες κατασκευάζονται για κάθε οντότητα, για κάθε πλειότιμο γνώρισμα και για κάθε συσχέτιση M:N. Στη συσχέτιση M:N περιλαμβάνονται δύο κλειδιά, το πρωτεύον κλειδί κάθε μιας από τις εμπλεκόμενες οντότητες.

2.4.3. Φυσικός σχεδιασμός

Αφού κατασκευαστεί το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων (λογικός σχεδιασμός) ακολουθεί ο φυσικός σχεδιασμός με τη βοήθεια του οποίου δημιουργούνται οι πίνακες, εισάγονται σε αυτούς τα δεδομένα (με τη χρήση της εντολής INSERT) και τα μεταδεδομένα και δημιουργούνται χωρικά ευρετήρια με εντολές της γλώσσας SQL.

2.5. Η ΓΛΩΣΣΑ SQL (Structured Query Language)

Η γλώσσα SQL είναι η πιο δημοφιλής γλώσσα των σχεσιακών συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων κι αποτελεί πλέον πρότυπο (standard) για τα σχεσιακά ΣΔΒΔ. Βασίζεται στη σχεσιακή άλγεβρα, η οποία δανείζεται πολλά στοιχεία από τη μαθηματική θεωρία των συνόλων και είναι μια δηλωτική (declarative) γλώσσα (μη - διαδικαστική), στην οποία ο χρήστης περιγράφει τι θέλει και όχι πως αυτό θα ανακτηθεί από τη βάση δεδομένων. Το λογισμικό του συστήματος διαχείρισης ΒΔ (βελτιστοποιητής) αναλαμβάνει την εύρεση του τρόπου ανάκτησης των δεδομένων από τη βάση και πώς αυτά θα υπολογιστούν. Για την SQL υπάρχουν διάφορα διεθνή πρότυπα (ANSI/ISO 1986, 1992, 1999, 2003), ενώ η υλοποίησή της έχει μικρές διαφοροποιήσεις μεταξύ συστημάτων (Oracle, IBM DB2, MS SQL-Server, PostgreSQL κ.ά.) στην σύνταξη εντολών και σε επιμέρους δυνατότητες. Η γλώσσα SQL αποτελείται από δύο μέρη, τη γλώσσα ορισμού δεδομένων (DDL) και τη γλώσσα χειρισμού δεδομένων (DML) που περιλαμβάνουν βασικές εντολές της Standard SQL, οι οποίες ισχύουν κι εκτελούνται από όλα τα γνωστά συστήματα.

2.5.1. Εντολές Γλώσσας Ορισμού Δεδομένων (Data Definition Language)

Η γλώσσα ορισμού δεδομένων περιέχει ένα υποσύνολο εντολών (commands) της SQL που αποσκοπεί στην δόμηση της πληροφορίας εντός της βάσης και περιλαμβάνει εντολές οι οποίες αφορούν στη δημιουργία (ορισμό), τροποποίηση και διαγραφή *σχέσεων - πινάκων* (tables), στον ορισμό *κλειδιών* (keys), *εξωτερικών όψεων* (views) της ΒΔ και *δεικτών ή ευρετηρίων* (indexes) πάνω σε πεδία (γνωρίσματα) πινάκων για ταχύτερη προσπέλαση των δεδομένων καθώς και τυχόν *περιορισμών* (constraints) ή *σκανδαλιστών* (triggers). Με αυτόν τον τρόπο, υλοποιείται το σχήμα της σχεσιακής βάσης δεδομένων, χωρίς όμως τα περιεχόμενα, δηλαδή τις πραγματικές εγγραφές που αντιπροσωπεύουν τα στοιχεία των πινάκων.

2.5.1.1 Βασικοί τύποι δεδομένων

- *Αλφαριθμητικά (strings)* σταθερού ή μεταβαλλόμενου μεγέθους:
 - ♦ Ο *τύπος* CHAR(n) δηλώνει ένα αλφαριθμητικό που δεσμεύει n χαρακτήρες. Αν τυχόν η εισαγόμενη τιμή περιλαμβάνει λιγότερους από n χαρακτήρες, τότε οι υπόλοιποι συμπληρώνονται με κενά.
 - ♦ Ο *τύπος* VARCHAR(n) δηλώνει ένα αλφαριθμητικό μεταβλητού μεγέθους έως και n χαρακτήρες. Αν κάποιο πεδίο (π.χ. επώνυμο προσώπου) δηλωθεί ως VARCHAR(50), τότε μπορεί να αποθηκεύσει αλφαριθμητικά μεγέθους από 0 έως και 50 χαρακτήρες.
- *Λογικές (boolean)* τιμές δηλώνονται με τον *τύπο* BOOLEAN και μπορεί να είναι TRUE ή FALSE, ενώ σε ορισμένα συστήματα επιτρέπεται και η τιμή UNKNOWN.
- *Ακεραίους* αριθμούς, που δηλώνονται με τον *τύπο* INTEGER ή συντετμημένα INT. Ορισμένα συστήματα επιτρέπουν την δήλωση μικρών ακεραίων (μέχρι την τιμή 32767) με τον *τύπο* SMALLINT ή SHORTINT.
- *Πραγματικούς* αριθμούς, οι οποίοι αναπαρίστανται εσωτερικά με διάφορες μορφές:
 - ♦ Πραγματικοί αριθμοί κινητής υποδιαστολής δηλώνονται με τον *τύπο* FLOAT ή

REAL.

- ♦ Υψηλότερης ακρίβειας πραγματικοί μπορούν να δηλωθούν με τον *τύπο* DOUBLE.
- ♦ Παράλληλα, υπάρχει δυνατότητα ορισμού αριθμών με σταθερό πλήθος δεκαδικών ψηφίων, με τον *τύπο* DECIMAL(*n*, *d*), όπου *n* είναι το συνολικό πλήθος ψηφίων και *d* το πλήθος των ψηφίων μετά την υποδιαστολή.
- *Χρονικές τιμές*, που αποτελούν μια τυποποιημένη μορφή αλφαριθμητικών και αφορούν:
 - ♦ *Ημερομηνίες* που δηλώνονται με τον *τύπο* DATE,
 - ♦ *Χρονικές στιγμές* (σε ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα) που δηλώνονται με τον *τύπο* TIME.

2.5.1.2 Σύνταξη εντολών ορισμού δεδομένων¹

- Δημιουργία Πίνακα:
CREATE TABLE *όνομα_πίνακα* (
 όνομα_πεδίου1 τύπος_δεδομένων,
 όνομα_πεδίου2 τύπος_δεδομένων,
 ...
 όνομα_πεδίουN τύπος_δεδομένων);
- Δημιουργία δείκτη (ευρετηρίου):
CREATE INDEX *όνομα_ευρετηρίου*
ON *όνομα_πίνακα* (*όνομα_πεδίου1* [, *όνομα_πεδίου2*, ...]);

Αν χρησιμοποιηθεί η δήλωση CREATE *UNIQUE* INDEX, τα περιεχόμενα του αντίστοιχου πεδίου

(ή πεδίων) πρέπει να είναι μοναδικά, κάτι που ισοδυναμεί με δήλωση υποψήφιου κλειδιού.

- **Δημιουργία εξωτερικής όψews.** Οι εξωτερικές όψεις (views), δεν αποθηκεύονται στην βάση σε φυσικό επίπεδο (όπως συμβαίνει με τους πίνακες), ωστόσο είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται όπως οι κανονικοί πίνακες κατά την διατύπωση ερωτημάτων (queries).

CREATE VIEW *όνομα_όψεως* AS *δήλωση_ερωτήματος_με_SELECT* ;

- **Κατάργηση πίνακα**, οπότε και καταστρέφεται εντελώς η *δομή* και οι *εγγραφές* που τυχόν αυτός περιέχει:

DROP TABLE *όνομα_πίνακα* ;

- **Κατάργηση δείκτη (ευρετηρίου):**

DROP INDEX *όνομα_ευρετηρίου* [ON *όνομα_πίνακα*] ;

¹ Όπου υπάρχουν αγκύλες [...] στις συντακτικές διατυπώσεις, δηλώνουν *προαιρετικά* μέρη των εντολών τα οποία μπορούν να παραλείπονται αναλόγως της σημασιολογίας του ερωτήματος.

Αξίζει να σημειωθεί ότι για την κατάργηση ευρετηρίων σε διάφορα συστήματα βάσεων δεδομένων (λ.χ. Oracle, PostgreSQL), δεν είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός του σχετικού πίνακα με την δήλωση *ON όνομα_πίνακα*.

- **Κατάργηση εξωτερικής όψεως:**

`DROP VIEW όνομα_όψεως ;`

- **Τροποποίηση πίνακα.** Εφόσον ένας πίνακας έχει δηλωθεί, είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί επέμβαση στη δομή του με τους εξής τρόπους:

- ◆ **Προσθήκη επιπλέον πεδίων:**

`ALTER TABLE όνομα_πίνακα`

`ADD όνομα_νέου_πεδίου τύπος_δεδομένων;`

- ◆ **Διαγραφή υπάρχοντος πεδίου:**

`ALTER TABLE όνομα_πίνακα`

`DROP όνομα_υπάρχοντος_πεδίου;`

- ◆ **Αλλαγή τύπου δεδομένων υπάρχοντος πεδίου,** εφόσον ο νέος τύπος δεδομένων είναι συμβατός με τα υπάρχοντα περιεχόμενα, λ.χ. αύξηση μεγέθους αλφαριθμητικού από VARCHAR(30) σε VARCHAR(50).

`ALTER TABLE όνομα_πίνακα`

`ALTER όνομα_υπάρχοντος_πεδίου άλλος_τύπος_δεδομένων;`

- ◆ **Δήλωση πρωτεύοντος κλειδιού,** με προαιρετική ονομασία του σχετικού περιορισμού (constraint). Ομοίως, μπορούν να δηλωθούν και ξένα κλειδιά (foreign keys).

`ALTER TABLE όνομα_πίνακα`

`ADD [CONSTRAINT όνομα_περιορισμού] PRIMARY KEY (`
`όνομα_πεδίου);`

- ◆ **Δήλωση περιορισμών:**

`ALTER TABLE όνομα_πίνακα`

`ADD CONSTRAINT όνομα_περιορισμού CHECK (δήλωση_συνθήκης);`

- ◆ **Κατάργηση περιορισμών:**

`ALTER TABLE όνομα_πίνακα`

`DROP CONSTRAINT όνομα_περιορισμού ;`

2.5.2. Εντολές Γλώσσας Χειρισμού Δεδομένων (Data Manipulation Language)

Η γλώσσα χειρισμού δεδομένων περιέχει ένα υποσύνολο εντολών της SQL που στοχεύει στην συντήρηση (maintenance) ή ανάκτηση (retrieval) (εισαγωγή ή διαγραφή γραμμών – εγγραφών (tuples) ενός πίνακα, τροποποίηση δεδομένων σε μία ή περισσότερες εγγραφές, ενημέρωση εγγραφών) επιλεγμένων στοιχείων που βρίσκονται αποθηκευμένα σε μεμονωμένους πίνακες ή συνδυασμό πινάκων της ΒΔ. Επίσης στη γλώσσα χειρισμού δεδομένων ανήκουν και οι εντολές οριστικής καταχώρησης (επικύρωσης - ratification) ή ακύρωσης διεργασιών που έχουν εκτελεστεί πάνω στη ΒΔ. Πρόκειται για εντολές τύπου COMMIT και ROLLBACK οι οποίες δεν υποστηρίζονται από την MS-Access.

2.5.2.1 Σύνταξη εντολών χειρισμού δεδομένων

Οι εντολές χειρισμού δεδομένων περιλαμβάνουν δύο υποσύνολα (subsets) εντολών της γλώσσας SQL, τις εντολές μεταβολής δεδομένων και τις εντολές ανάκτησης δεδομένων.

2.5.2.1.1 Σύνταξη εντολών μεταβολής δεδομένων

Οι εντολές αυτές μεταβάλλουν την κατάσταση της βάσης δεδομένων, δηλαδή επιφέρουν αλλαγές στα περιεχόμενα των πινάκων της. Πρόκειται για πράξεις ενημέρωσης των τιμών ή των πλειάδων που φιλοξενούνται σε μια σχέση. Ειδικότερα, επιτρέπεται:

- **Εισαγωγή εγγραφών σε πίνακα**, δίνοντας προσοχή στην αντιστοιχία των πεδίων με τις τιμές:

INSERT INTO όνομα_πίνακα (όνομα_πεδίου1, ..., όνομα_πεδίουK)

VALUES (τιμή1, ..., τιμήK);

Οι τιμές που αφορούν αλφαριθμητικά ή ημερομηνίες θα πρέπει πάντοτε να περικλείονται μεταξύ ' και ' . π.χ. 'ΛΕΩΦ. ΠΑΡΝΗΘΟΣ 25' ή '12/12/1986' κλπ.

- **Διαγραφή εγγραφών από πίνακα**:

DELETE FROM όνομα_πίνακα [WHERE δήλωση_συνθήκης] ;

Σε περίπτωση που δεν προσδιορίζεται συνθήκη (δηλ. δεν υπάρχει WHERE δήλωση_συνθήκης), θα διαγραφούν όλα τα περιεχόμενα του πίνακα. Ωστόσο, η δομή του πίνακα (πεδία, κλειδιά, ευρετήρια κλπ.) παραμένει αμετάβλητη.

- **Ενημέρωση τιμών** (update) σε μεμονωμένα πεδία για εγγραφές που ήδη υπάρχουν:

UPDATE όνομα_πίνακα

SET όνομα_πεδίου1 = νέα_τιμή1 [, όνομα_πεδίου2 = νέα_τιμή2, ...]

[WHERE δήλωση_συνθήκης] ;

Σε περίπτωση που δεν προσδιορίζεται συνθήκη (δηλ. δεν υπάρχει WHERE δήλωση_συνθήκης), τότε η νέα τιμή θα καταχωρηθεί σε όλες τις εγγραφές του πίνακα για το αντίστοιχο πεδίο. Αν η συνθήκη δεν επαληθεύεται για καμία εγγραφή, τότε δεν θα μεταβληθεί απολύτως τίποτα.

2.5.2.1.2 Σύνταξη εντολών ανάκτησης δεδομένων

Η πιο συνηθισμένη μορφή αναζήτησης σε πίνακες, απλώς επιστρέφει τα περιεχόμενα των πεδίων που δηλώνονται, για όσες εγγραφές επαληθεύουν την (προαιρετική) συνθήκη επιλογής:

SELECT όνομα_πεδίου1 [, όνομα_πεδίου2, ...]

FROM όνομα_πίνακαA [, όνομα_πίνακαB, ...]

[WHERE δήλωση_συνθήκης] ;

Η ερμηνεία (αλλά και η εκτέλεση) μιας τέτοιας εντολής γίνεται έχει ως εξής:

Στον όρο FROM δηλώνονται ένας ή περισσότεροι πίνακες στους οποίους θα διενεργηθεί η αναζήτηση. Αν υπάρχουν πολλαπλοί πίνακες, τότε τα ονόματά τους χωρίζονται με κόμμα.

Η συνθήκη επιλογής (WHERE) αποτελείται από ένα ή περισσότερα *κατηγορήματα* (predicates). Αυτές οι *λογικές προτάσεις* συσχετίζουν πεδία μεταξύ τους ή πεδία με τιμές, χρησιμοποιώντας τελεστές όπως =, <> ή !=, >, <, >=, <=. Αν υπάρχουν πολλαπλά κατηγορήματα, συνδυάζονται μεταξύ τους με τους γνώριμους λογικούς τελεστές AND, OR και NOT, ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη.

Μετά την λέξη SELECT ακολουθεί ο κατάλογος των πεδίων που ζητείται να επιστραφούν από την αναζήτηση. Πρακτικά αυτά τα πεδία θα αποτελέσουν τις επικεφαλίδες των στηλών στην πινακοποιημένη μορφή όπου θα επιστραφούν τα αποτελέσματα. Εκτός από υπαρκτά πεδία πινάκων, είναι δυνατόν να οριστούν σύνθετες *εκφράσεις*, λ.χ. με *αριθμητικές* (με +, -, * κλπ.), *συναθροιστικές* (βλ. παρακάτω) ή άλλες *συναρτήσεις*, όπως Length() για αλφαριθμητικά ή Year() για ημερομηνίες κλπ.

Παράλληλα, υπάρχουν και κάποιες άλλες εντολές οι οποίες διευκολύνουν την αναζήτηση σε πίνακες, ταξινομούν τα δεδομένα ενός πίνακα με ταξινομημένη σειρά, ενώ κάποιες από αυτές ενδέχεται να απομονώνουν τα στοιχεία που επρόκειτο να επιστραφούν. Ειδικότερα επιτρέπεται:

- ***Απαλοιφή διπλοτύπων στα αποτελέσματα (duplicate elimination)***

Τα αποτελέσματα που επιστρέφονται από μια εντολή SELECT είναι πιθανόν να εμφανίζονται πολλαπλές φορές. Για παράδειγμα, ενδέχεται να ζητηθούν ορισμένα στοιχεία του πίνακα (π.χ. Μετεωρολογικοί Σταθμοί που πληρούν κάποιο κριτήριο) και να εμφανιστούν τόσες φορές όσες και οι εγγραφές όπου έχει καταγραφεί αυτή η τιμή. Για το λόγο αυτό, η χρήση του προσδιοριστικού DISTINCT απαλείφει *διπλότυπα* αποτελέσματα από το τελικό αποτέλεσμα.

- ***Ταξινόμηση αποτελεσμάτων (sorting)***

Τα περιεχόμενα ενός πίνακα δεν τηρούνται με ταξινομημένη σειρά. Ωστόσο, τα αποτελέσματα των αναζητήσεων είναι δυνατόν να παρουσιαστούν ταξινομημένα κατ' αύξουσα (ASC) ή κατά φθίνουσα (DESC) κατάταξη, βάσει των πεδίων που ορίζει ο χρήστης με χρήση του όρου ORDER BY. Η κατάταξη γίνεται σύμφωνα με την σειρά αναφοράς των πεδίων μετά το ORDER BY.

- ***Σύνδεση πινάκων (join)***

Η SQL παρέχει την δυνατότητα συνδυαστικής αναζήτησης στοιχείων από πολλαπλούς πίνακες, καθορίζοντας τα κριτήρια που ορίζουν την αντιστοιχία των πεδίων τους στον όρο WHERE. Επίσης, είναι δυνατόν να τίθενται πρόσθετα κριτήρια επιλογής σε κάποιους πίνακες. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι, προκειμένου να διακριθούν τα κοινά ονόματα των συσχετιζόμενων πεδίων, πρέπει να προταχθούν τα ονόματα των αντίστοιχων πινάκων, τα οποία για συντομία υποκαθίστανται με τα *ψευδώνυμα* (alias). Παράλληλα, είναι δυνατή η σύνδεση ενός πίνακα με τον εαυτό του (*self - join*), δίνοντας ψευδώνυμα στα δύο στιγμιότυπά του, οπότε τα χειριζόμεστε πλέον ως δύο διακριτούς πίνακες.

- **Ομαδοποίηση και συναθροιστικές συναρτήσεις (aggregation)**

Οι συναθροιστικές συναρτήσεις υπολογίζουν στατιστικά μεγέθη όπως: μέσος όρος (AVG), μέγιστο (MAX), ελάχιστο (MIN), άθροισμα (SUM) και πλήθος τιμών (COUNT) για ένα πεδίο ή μία έκφραση (τα οποία είναι συνήθως αριθμητικά). Πρόκειται για πράξεις υπολογισμού. Κατά τους υπολογισμούς τα MAX, MIN, και AVG αγνοούν τυχόν τιμές NULL, ενώ η συνάρτηση COUNT τις συμπεριλαμβάνει. Σε ορισμένες περιπτώσεις, κάποια ερωτήματα απαιτούν ομαδοποίηση των εγγραφών βάσει συνδυασμών των τιμών τους σε κάποια επιλεγμένα πεδία (*λίστα ομαδοποίησης*). Όταν οι εγγραφές διακριθούν σε ομάδες, είναι πιθανό να ζητηθεί ο υπολογισμός κάποιου στατιστικού μεγέθους σε *πεδίο συνάθροισης* για κάθε ομάδα χωριστά (το πεδίο συνάθροισης δεν συμπεριλαμβάνεται στην λίστα ομαδοποίησης). Για την σύνταξη τέτοιων ερωτημάτων έχει προβλεφθεί η χρήση του όρου GROUP BY, με τον οποίο προσδιορίζονται τα πεδία ομαδοποίησης.

Τέλος, υπάρχει ενδεχόμενο να τεθεί κάποιο κριτήριο επιλογής των ομάδων, βάσει της τιμής που επιστρέφει για καθεμιά η συναθροιστική συνάρτηση. Αυτό μπορεί να δηλωθεί με τον όρο HAVING, ο οποίος *προϋποθέτει* την ύπαρξη του GROUP BY. Ο όρος HAVING αφορά υπολογισμό μεγεθών τύπου MAX, MIN, AVG κλπ. για τις ομάδες και ελέγχει αν ικανοποιούν κάποιο κριτήριο. Στο HAVING μπορούν να συμπεριληφθούν γενικής μορφής συνθήκες που όμως αφορούν γνωρίσματα ομαδοποίησης (αλλά όχι άλλα πεδία, που κανονικά αναφέρονται στο WHERE). Παράλληλα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι συναθροιστικές συναρτήσεις δεν χρησιμοποιούνται ποτέ σε κριτήρια επιλογής με το WHERE.

- **Ένθετα υποερωτήματα (subqueries)**

Η συνθήκη επιλογής που τίθεται με το WHERE είναι δυνατόν να περιλαμβάνει άλλες δευτερεύουσες εντολές SELECT, οι οποίες ονομάζονται *ένθετα υποερωτήματα* (nested subqueries). Τα αποτελέσματα αυτών των υποερωτημάτων συμμετέχουν στον έλεγχο των κριτηρίων επιλογής για την κύρια εντολή SELECT. Αξίζει να σημειωθεί ότι απαιτείται προσοχή στην σύνταξη τέτοιων σύνθετων εντολών, διότι το αποτέλεσμα εντός ένθετου υποερωτήματος δεν είναι πάντοτε μια μεμονωμένη τιμή, αλλά ενδέχεται να περιλαμβάνει πολλά πεδία ή και πολλαπλές εγγραφές. Σε τέτοια περίπτωση στη συνθήκη επιλογής του κυρίου ερωτήματος, αντί της ισότητας “=” χρησιμοποιείται ο τελεστής IN.

- **Συνολοθεωρητικά ερωτήματα (Set-theoretic queries)**

Σε ορισμένες περιπτώσεις τα επιμέρους αποτελέσματα κάποιων ερωτημάτων ενδέχεται να συνδυαστούν σε έναν ενιαίο αποτέλεσμα. Πρακτικά, πρόκειται για πράξεις μεταξύ συνόλων κι αφορούν τις ακόλουθες συναρτήσεις:

- ♦ **Ένωση (UNION)**. Τα αποτελέσματα ενός ερωτήματος SELECT συνενώνονται με τα αποτελέσματα ενός άλλου SELECT. Αν χρησιμοποιηθεί η παραλλαγή UNION ALL, τότε διατηρούνται τυχόν διπλότυπα που προκύπτουν από την συνένωση των αρχικών συνόλων.
- ♦ **Τομή (INTERSECT)**, οπότε επιστρέφονται αποτελέσματα που υπάρχουν και στα δύο αρχικά σύνολα.
- ♦ **Διαφορά (MINUS - DIFFERENCE)**, η οποία υπολογίζει όλες τις εγγραφές που υπάρχουν στο πρώτο σύνολο και δεν υπάρχουν στο δεύτερο.

Για την εφαρμογή αυτών των τελεστών τα συνδυαζόμενα σύνολα θα πρέπει απαραίτητως να έχουν το ίδιο πλήθος πεδίων και τους ίδιους τύπους δεδομένων στα αντίστοιχα πεδία τους.

Γενική μορφή σύνταξης εντολών αναζήτησης:

Συνοπτικά, μια τυπική εντολή αναζήτησης και ανάκτησης δεδομένων από την σχεσιακή βάση έχει την γενική μορφή που ακολουθεί (οι αγκύλες [...] δηλώνουν προαιρετικά τμήματα της εντολής):

```
SELECT [ DISTINCT ] κατάλογος_με_ονόματα_πεδίων_ή_εκφράσεις  
FROM κατάλογος_με_ονόματα_πινάκων  
[ WHERE δήλωση_συνθηκών ]  
[ GROUP BY κατάλογος_με_ονόματα_πεδίων  
[ HAVING δήλωση_συναθροιστικών_συνθηκών ] ]  
[ ORDER BY κατάλογος_με_ονόματα_πεδίων [ ASC | DESC ] ];
```

2.6. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η δομή και λειτουργία των χωρικών βάσεων δεδομένων που αναφέρεται σε προηγούμενες παραγράφους, διαθέτει πολλά πλεονεκτήματα. Από την περιγραφή της δομής και λειτουργίας αυτών, προκύπτουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Δυνατότητα διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων.
- Μηχανισμοί ασφάλειας και τήρησης των στοιχείων (versioning)².
- Κεντρική υποστήριξη πολλαπλών εφαρμογών.
- Ομοιογενής τρόπος αποθήκευσης και προσπέλασης στοιχείων.
- Βελτιωμένες επιδόσεις (progresses) στην επεξεργασία των στοιχείων.
- Εύκολη η συσχέτιση με περιγραφικά δεδομένα.
- Ελάττωση των πλεοναζόντων δεδομένων, ελαχιστοποίηση απαιτήσεων σε χώρο αποθήκευσης καθώς και προβλημάτων στη διαδικασία ενημέρωσης των δεδομένων.
- Ανεξαρτησία των δεδομένων από τις εφαρμογές: Το σύστημα βάσης δεδομένων εκτός από τα δεδομένα της βάσης παρέχει και τον πλήρη ορισμό και τη δομή αυτών. Επιπλέον, η αλλαγή της δομής των αρχείων είναι εύκολη ενώ και η χρήση ή κατάργηση ευρετηρίων είναι απλή. Τέλος, οι λεπτομέρειες αποθήκευσης και διαχείρισης αρχείων αποκρύπτονται.
- Πολλαπλές όψεις των δεδομένων και λειτουργιών: Υποστηρίζεται η ταυτόχρονη πρόσβαση σε δεδομένα και λειτουργίες από πολλούς χρήστες κι επιπλέον διασφαλίζεται η εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στα δεδομένα.

Αντίθετα, στα παραδοσιακά προγράμματα επεξεργασίας αρχείων υπάρχει πλεονασμός στον ορισμό και την αποθήκευση των δεδομένων, ενώ καταβάλλεται επιπρόσθετος κόπος για τη διατήρηση κοινών δεδομένων σε ενημερωμένη μορφή.

2 Η τήρηση ιστορικού (versioning) σε βάσεις δεδομένων σχετίζεται με την καταγραφή των επεμβάσεων που γίνονται (εισαγωγή, διαγραφή ή ενημέρωση δεδομένων), έτσι ώστε η ακολουθία των συναλλαγών (transactions) να μπορεί να ανακτηθεί ανά πάσα στιγμή και – εφόσον χρειαστεί – να αναιρεθούν οι επεμβάσεις.

Ωστόσο, υπάρχουν κι οι εξής δυσκολίες:

- Εσωτερική αναπαράσταση γεωμετρίας.
- Διαχείριση χρονικής εξέλιξης των στοιχείων.
- Συσσώρευση όγκου δεδομένων (~Terabytes).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αφορά στο σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας βάσης δεδομένων σε περιβάλλον Oracle Spatial 11g, για τη διαχείριση δεδομένων που αφορούν το βροχομετρικό καθεστώς (regime of rain) στον Ελλαδικό χώρο για μια χρονοσειρά 30 ετών. Η Oracle Spatial παρέχει ένα αντικειμενο-σχεσιακό σχήμα με χρήση της SQL καθώς και λειτουργίες για την αποθήκευση, ανάκτηση, ενημέρωση και αναζήτηση συλλογών χωρικών δεδομένων – οντοτήτων σε μια βάση δεδομένων σε περιβάλλον Oracle.

Ειδικότερα, η Oracle Spatial αποτελείται από τέσσερα τμήματα:

- a. Το σχήμα (MDSYS) που καθορίζει την αποθήκευση, τη σύνταξη και τη σημασιολογία των γεωμετρικών τύπων δεδομένων που υποστηρίζει
- b. Μηχανισμό δεικτοδότησης χωρικών δεδομένων (spatial indexing) δηλ. τις χωρικές δομές δεδομένων που θα υποστηρίξουν την ανάκτηση χωρικών δεδομένων από τη βάση
- c. Ένα σύνολο τελεστών (operators) και συναρτήσεων (functions) για την διατύπωση χωρικών ή συνδυασμένων ερωτημάτων και
- d. Εργαλεία για τη διαχείριση του συστήματος της βάσης δεδομένων.

Πιο συγκεκριμένα, η Oracle Spatial υποστηρίζει δύο μηχανισμούς ή μοντέλα για την αναπαράσταση της γεωμετρίας: α) το σχεσιακό μοντέλο (relational model), και β) το αντικειμενο-σχεσιακό μοντέλο (object-relational model).

Το πρώτο οργανώνει τη γεωμετρία σε ένα πλήθος από σχέσεις (πίνακες), με προκαθορισμένα αριθμητικά πεδία (τύπου NUMBER). Στην ουσία πρόκειται για έναν πίνακα με συντεταγμένες σημείων. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει μια αναπαράσταση της γεωμετρίας (γραμμών και πολυγώνων) στο παραδοσιακό σχεσιακό μοντέλο, οι οποίες προκύπτουν από συσχετίσεις με τον πίνακα των σημείων (κορυφών). Το μοντέλο αυτό υποστηρίζεται από τις παλαιότερες εκδόσεις της σχεσιακής Oracle (πριν υιοθετηθεί το αντικειμενο-σχεσιακό μοντέλο), ενώ έχει εγκαταληφθεί πλέον στις τελευταίες εκδόσεις (υποστηριζόταν μέχρι την έκδοση 9.2), μιας και δεν υπάρχει ουσιαστικός λόγος χρήσης.

Το αντικειμενο-σχεσιακό μοντέλο βασίζεται στην αντικειμενο-σχεσιακή τεχνολογία, το οποίο έχει υιοθετηθεί στις τέσσερις τελευταίες εκδόσεις της Oracle (από έκδοση 8i) κι εφαρμόζεται σήμερα για την αναπαράσταση γεωμετριών στην Oracle Spatial. Σε αυτό το μοντέλο η γεωμετρία οργανώνεται σε πίνακα με ένα τύπο του συστήματος ο οποίος ονομάζεται MDSYS.SDO_GEOMETRY και φιλοξενεί σε ένα πεδίο τη γεωμετρία μιας συγκεκριμένης γεωγραφικής οντότητας. Η γεωμετρία αυτή αποθηκεύεται σαν ατομική τιμή στις σχέσεις (πίνακες) της βάσης δεδομένων, οπότε και υπάρχει μια εγγραφή (record) για κάθε γεωμετρική οντότητα. Το αντικειμενο-σχεσιακό μοντέλο βασίζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές ODBC/SQL του OpenGIS Consortium για χωρικές οντότητες 4 διαστάσεων το πολύ.

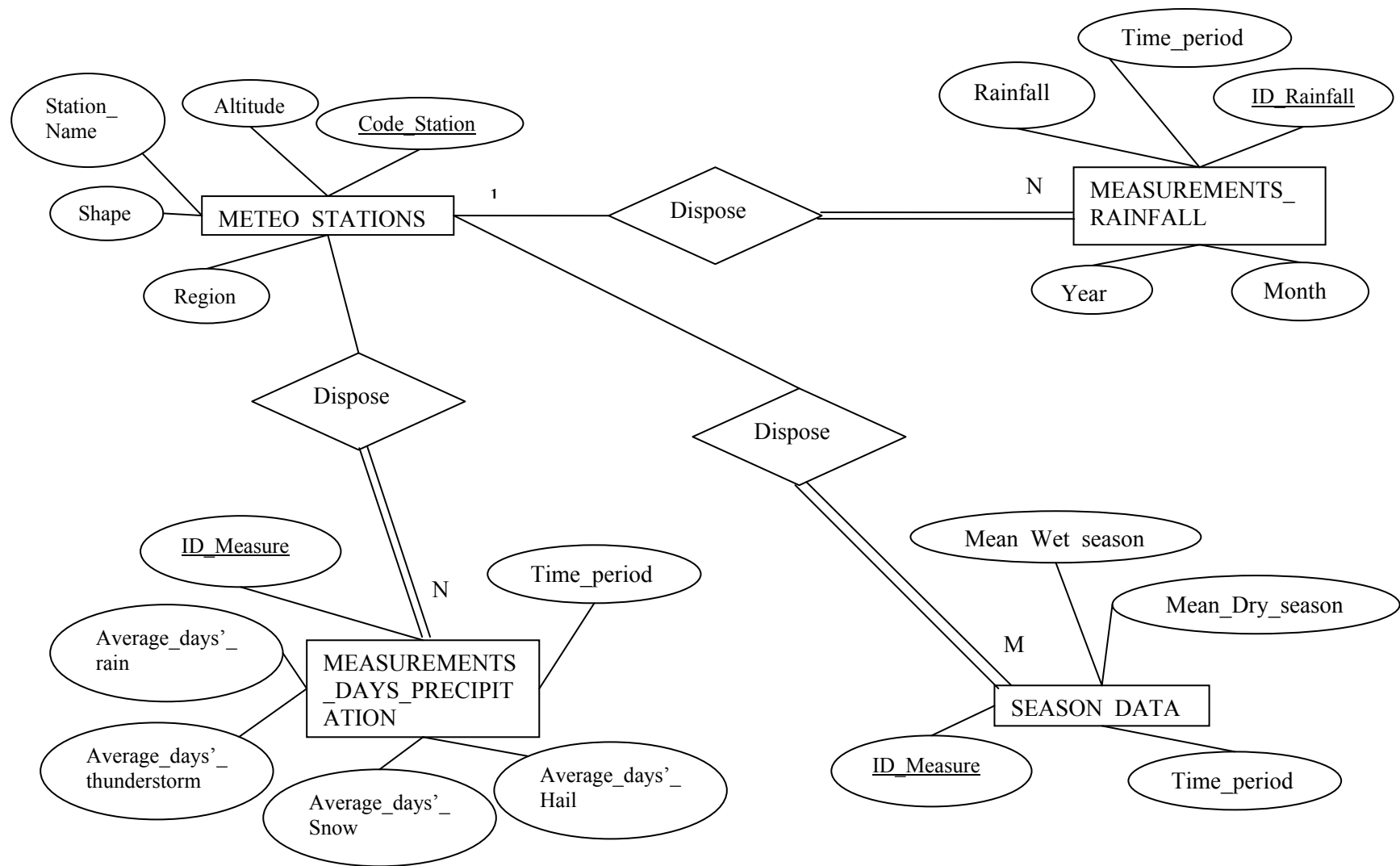
3.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1.1. Εννοιολογικός σχεδιασμός

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2, το πρώτο βήμα στο σχεδιασμό μιας βάσης δεδομένων είναι η υλοποίηση του εννοιολογικού σχεδιασμού.

Όσον αφορά τον εννοιολογικό σχεδιασμό της βάσης δεδομένων, οι μετεωρολογικοί σταθμοί, οι μετρήσεις για το μέσο ετήσιο ύψος βροχής, οι μετρήσεις του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών υετού (Precipitation) και οι μετρήσεις των εποχιακών δεδομένων αποτελούν τύπους οντοτήτων στο μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων, ενώ οι Meteo_Stations _dispose_ Measurements_Rainfall (μετεωρολογικοί σταθμοί διαθέτουν μετρήσεις μέσου ύψους βροχής), Meteo_Stations _dispose_ Measurements_Days_Precipitation (μετεωρολογικοί σταθμοί διαθέτουν μετρήσεις μέσου ετήσιου αριθμού ημερών υετού) και Meteo_Station _dispose_ Season_Data (μετεωρολογικοί σταθμοί διαθέτουν εποχικά δεδομένα) αποτελούν τύπους συσχετίσεων ανάμεσα στις τρεις αυτές οντότητες.

Αναφέρεται ότι και οι τέσσερις αυτές οντότητες αποτελούν σημειακούς πίνακες δεδομένου ότι αφορούν μετεωρολογικούς σταθμούς, που έχουν ένα ζεύγος συντεταγμένων (φ, λ). Οι οντότητες απεικονίζονται ως ορθογώνια παραλληλόγραμμα ενώ οι συσχετίσεις ως ρόμβοι στο μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων της βάσης που απεικονίζεται στο σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1: Εννοιολογικό μοντέλο κλιματικής βάσης δεδομένων.

Στη συνέχεια ακολουθούν οι τέσσερις τύποι οντοτήτων, Meteo_Stations (Μετεωρολογικοί Σταθμοί), Measures_Days_Precipitation (μετρήσεις μέσου ετήσιου αριθμού ημερών νετού) και Measurements_Rainfall (μετρήσεις μέσου ύψους βροχής), Season_Data (εποχικά δεδομένα) με τα γνωρίσματά τους καθώς και πίνακες με την περιγραφή των πεδίων των πινάκων αυτών.

A. Meteo_Stations:

1. Κωδικός Σταθμού
2. Όνομα Σταθμού
3. Γεωγραφική Περιοχή
4. Υψόμετρο Σταθμού (από τη Μέση Στάθμη της Θάλασσας)
5. Γεωγραφικό Πλάτος (Latitude)
6. Γεωγραφικό Μήκος (Longitude)

Πίνακας 3.1: Περιγραφή πίνακα “Meteo_Stations”.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΕΔΙΟΥ	ΤΥΠΟΣ ΠΕΔΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Code_Station	Ακέραιος αριθμός (Integer)	Κωδικός μετεωρολογικού σταθμού (ΜΣ)
Station_Name	Κείμενο έως 50 χαρακτήρες, Varchar(50)	Όνομα μετεωρολογικού σταθμού
Region	Κείμενο έως 50 χαρακτήρες, Varchar(50)	Ομοιογενής Γεωγραφική Περιοχή που περιέχονται οι ΜΣ
Altitude	Αριθμοί έως 5 ψηφία, Number(5,1)	Μήνας
Shape	MDSYS.SDO_GEOMETRY	Συντεταγμένες ΜΣ

B. Measures_Days_Precipitation:

1. Κωδικός Μέτρησης
2. Κωδικός Μετεωρολογικού Σταθμού
3. Μέσος αριθμός ημερών βροχής
4. Μέσος αριθμός ημερών καταιγίδας
5. Μέσος αριθμός ημερών χιονιού
6. Μέσος αριθμός ημερών χαλάζης
7. Χρονική περίοδος μετρήσεων

Πίνακας 3.2: Περιγραφή πίνακα “Measures_Days_Precipitation”.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΕΔΙΟΥ	ΤΥΠΟΣ ΠΕΔΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ID_Measure	Ακέραιος αριθμός (Integer)	Κωδικός μέτρησης
Code_Station	Ακέραιος αριθμός (Integer)	Κωδικός ΜΣ
Average_days_rain	Αριθμοί έως 5 ψηφία, Number(5,1)	Μέσος αριθμός ημερών βροχής
Average_days_thunderstorm	Αριθμοί έως 4 ψηφία, Number(4,1)	Μέσος αριθμός ημερών καταιγίδας
Average_days_snow	Αριθμοί έως 4 ψηφία, Number(4,1)	Μέσος αριθμός ημερών χιονιού
Average_days_hail	Αριθμοί έως 3 ψηφία, Number(3,1)	Μέσος αριθμός ημερών χαλάζης
Time_Period	Κείμενο έως 9 χαρακτήρες, Varchar(9)	Χρονική περίοδος μετρήσεων

Γ. Measurements_Rainfall:

1. Κωδικός Μέτρησης
2. Κωδικός Μετεωρολογικού Σταθμού
3. Έτος
4. Μήνας
5. Ύψος βροχής

Πίνακας 3.3: Περιγραφή πίνακα “Measurements_Rainfall”.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΕΔΙΟΥ	ΤΥΠΟΣ ΠΕΔΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ID_Rainfall	Ακέραιος αριθμός (Integer)	Κωδικός μέτρησης
Code_Station	Ακέραιος αριθμός (Integer)	Κωδικός ΜΣ
Year	Ακέραιος αριθμός (Integer)	Έτος
Month	Κείμενο έως 11 χαρακτήρες, Varchar(11)	Μήνας
Rainfall	Αριθμοί έως 5 ψηφία, Number(5,1)	Ύψος βροχής

Δ. Season_Data

1. Κωδικός Μέτρησης
2. Κωδικός Μετεωρολογικού Σταθμού
3. Μέσο ύψος βροχής υγρής περιόδου
4. Μέσο ύψος βροχής ξηρής περιόδου
5. Χρονική περίοδος μετρήσεων

Πίνακας 3.4: Περιγραφή πίνακα “Season_Data”.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΕΔΙΟΥ	ΤΥΠΟΣ ΠΕΔΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ID_Measure	Ακέραιος αριθμός (Integer)	Κωδικός μέτρησης
Code_Station	Ακέραιος αριθμός (Integer)	Κωδικός ΜΣ
Mean_Wet_Season	Αριθμοί έως 5 ψηφία, Number(5,1)	Ύψος βροχής υγρής περιόδου
Mean_Dry_Season	Αριθμοί έως 5 ψηφία, Number(5,1)	Ύψος βροχής ξηρής περιόδου
Time_Period	Κείμενο έως 9 χαρακτήρες, Varchar(9)	Χρονική περίοδος μετρήσεων

3.1.1.1 Περιγραφή οντοτήτων – συσχετίσεων

A. Οντότητα Meteo_Stations.

Αναφέρεται στους μετεωρολογικούς σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ που είναι σε λειτουργία. Το πρωτεύον κλειδί αυτής της οντότητας είναι ο κωδικός του μετεωρολογικού σταθμού (Code_Station) ο οποίος χαρακτηρίζει τον κάθε σταθμό και είναι μοναδικός για τον εκάστοτε ΜΣ. Τα γνωρίσματα της συγκεκριμένης οντότητας είναι το όνομα του σταθμού, η γεωγραφική περιοχή που ανήκει (π.χ. Δυτική Ελλάδα, Βόρεια Ελλάδα, νησιά Αιγαίου), το υψόμετρο του ΜΣ καθώς και το πεδίο shape στο οποίο αποθηκεύονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες του εκάστοτε σταθμού. Όλα τα γνωρίσματα είναι μονότιμα, απλά και αποθηκευμένα στη βάση, δηλαδή δεν παράγονται από την επεξεργασία των δεδομένων της βάσης.

B. Οντότητα Measures_Days_Precipitation.

Αναφέρεται στις μετρήσεις του μέσου αριθμού ημερών υετού για όσους σταθμούς περιλαμβάνονται στην προηγούμενη οντότητα για δεδομένη χρονική περίοδο. Το πρωτεύον κλειδί αυτής της οντότητας είναι ο κωδικός της εκάστοτε μέτρησης (ID_Measure) κι είναι μοναδικός για κάθε μέτρηση. Τα γνωρίσματα αυτής της οντότητας είναι ο μέσος αριθμός ημερών βροχής, ο μέσος αριθμός ημερών καταιγίδας, ο μέσος αριθμός ημερών χιονιού, ο μέσος αριθμός ημερών με χαλάζι και ο κωδικός του

Μετεωρολογικού Σταθμού στον οποίο ανήκει η μέτρηση. Ομοίως, και στην οντότητα αυτή όλα τα γνωρίσματα είναι μονότιμα, απλά και αποθηκευμένα στη βάση.

Γ. Οντότητα Measurements_Rainfall.

Αναφέρεται στις μετρήσεις του ύψους βροχής ανά μήνα και για τα έτη 1978-2007 για όλους τους μετεωρολογικούς σταθμούς της οντότητας Meteo_Stations. Πρωτεύον κλειδί αυτής της οντότητας αποτελεί ο κωδικός της εκάστοτε μέτρησης (ID_Rainfall) κι είναι μοναδικός για κάθε μέτρηση. Τα γνωρίσματα αυτής της οντότητας είναι ο μήνας, το έτος, η τιμή του ύψους βροχόπτωσης για το μήνα του έτους και ο κωδικός του Μετεωρολογικού Σταθμού στον οποίο ανήκει η μέτρηση. Όλα τα γνωρίσματα αυτής της οντότητας είναι μονότιμα, απλά και αποθηκευμένα στη βάση.

Δ. Οντότητα Season_Data.

Αναφέρεται στις μετρήσεις των μέσων τιμών του ύψους βροχής υγρής περιόδου (Οκτώβριος – Απρίλιος) και ξηρής περιόδου (Μάιος – Σεπτέμβριος) για μια δεδομένη χρονική περίοδο, που είναι κοινή με αυτή της οντότητας Measurements_Rainfall (1978-2007) δεδομένου ότι οι μέσες τιμές έχουν υπολογιστεί για αυτήν την χρονοσειρά, που ήταν διαθέσιμα τα στοιχεία από την Ε.Μ.Υ. Πρωτεύον κλειδί της οντότητας αυτής είναι ο κωδικός της εκάστοτε μέτρησης (ID_Measure), ενώ είναι μοναδικός για κάθε μέτρηση. Τα γνωρίσματα της οντότητας αυτής είναι το μέσο ύψος βροχής υγρής περιόδου, το μέσο ύψος βροχής ξηρής περιόδου, η χρονική περίοδος των μετρήσεων αυτών και ο κωδικός των μετεωρολογικών σταθμών.

Η συσχέτιση Meteo_Stations _dispose_ Measurements_Days_Precipitation (μετεωρολογικοί σταθμοί διαθέτουν μετρήσεις μέσου ετήσιου αριθμού ημερών υετού) μεταξύ των οντοτήτων Meteo_Stations και Measurements_Days_Precipitation, έχει λόγο πληθικότητας 1:N, το οποίο σημαίνει ότι κάθε μετεωρολογικός σταθμός διαθέτει μετρήσεις που αντιστοιχούν στο μέσο αριθμό ημερών βροχής, καταιγίδας, χιονιού και χαλάζης. Παράλληλα, η συμμετοχή της οντότητας Meteo_Stations στη συσχέτιση είναι μερική διότι ένας μετεωρολογικός σταθμός ενδέχεται να μην διαθέτει για κάποιο μήνα μια τιμή που αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή του ετήσιου αριθμού ημερών υετού, ενώ η συμμετοχή της οντότητας Measurements_Days_Precipitation είναι ολική επειδή η τιμή του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών υετού αναφέρεται σε κάποιον μετεωρολογικό σταθμό.

Η συσχέτιση Meteo_Stations _dispose_ Measurements_Rainfall (μετεωρολογικοί σταθμοί διαθέτουν μετρήσεις μέσου ύψους βροχής) μεταξύ των οντοτήτων Meteo_Stations και Measurements_Rainfall, έχει λόγο πληθικότητας 1:N, που σημαίνει ότι κάθε μετεωρολογικός σταθμός έχει πολλές μετρήσεις που αφορούν το ύψος βροχής ανά μήνα και έτος. Επίσης, η συμμετοχή της οντότητας Meteo_Stations είναι μερική διότι ένας μετεωρολογικός σταθμός ενδέχεται να μην διαθέτει για κάποιο μήνα μια τιμή που αντιπροσωπεύει το ύψος βροχής, ενώ η συμμετοχή της οντότητας Measurements_Rainfall είναι ολική επειδή η τιμή του ύψους βροχής αναφέρεται σε κάποιον μετεωρολογικό σταθμό.

Η συσχέτιση Meteo_Station _dispose_ Season_Data (μετεωρολογικοί σταθμοί διαθέτουν εποχικά δεδομένα) μεταξύ των οντοτήτων Meteo_Stations και

Season_Data, έχει λόγο πληθικότητας 1:M, το οποίο σημαίνει ότι κάθε μετεωρολογικός σταθμός διαθέτει μετρήσεις που αντιστοιχούν στο μέσο ετήσιο ύψος βροχής υγρής και ξηρής περιόδου. Παράλληλα, η συμμετοχή της οντότητας **Meteo_Stations** στη συσχέτιση είναι μερική διότι ένας μετεωρολογικός σταθμός ενδέχεται να μην διαθέτει για κάποιο μήνα μια τιμή που αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή του ετήσιου ύψους βροχής υγρής και ξηρής περιόδου, ενώ η συμμετοχή της οντότητας **Measurements_Days_Precipitation** είναι ολική επειδή η τιμή του ετήσιου ύψους βροχής υγρής και ξηρής περιόδου αναφέρεται σε κάποιον μετεωρολογικό σταθμό.

3.1.2. Λογικός σχεδιασμός

Το δεύτερο βήμα στο σχεδιασμό μιας βάσης δεδομένων, μετά τον εννοιολογικό σχεδιασμό, είναι ο λογικός σχεδιασμός, το οποίο ουσιαστικά απεικονίζει το εννοιολογικό σχήμα της βάσης σε ένα υπολογιστικό σύστημα, ως ένα λογικό σχήμα. Αυτό είναι δυνατόν να υλοποιηθεί με άμεσο τρόπο σε ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (ΣΔΒΔ), ενώ αποκρύπτει τις λεπτομέρειες αποθήκευσης των δεδομένων. Παράλληλα, υπόκειται στις προδιαγραφές του αντίστοιχου λογικού μοντέλου. Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2, το πιο διαδεδομένο μοντέλο για τον λογικό σχεδιασμό είναι το σχεσιακό μοντέλο, το οποίο απαρτίζεται από μια συλλογή από σχέσεις, στο οποίο μια σχέση μοιάζει με έναν πίνακα ή ένα αρχείο εγγραφών.

Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί εκ νέου ότι, κάθε γραμμή μιας σχέσης καλείται πλειάδα (tuple) και περιέχει τα δεδομένα (τιμές γνωρισμάτων) και κάθε στήλη μιας σχέσης αποτελεί ένα γνώρισμα, το όνομα του οποίου αναγράφεται στην πρώτη πλειάδα (κεφαλίδα) της σχέσης. Κάθε πλειάδα σε μια σχέση είναι μοναδική, δηλαδή, δεν υπάρχουν δύο πλειάδες στη βάση με τις ίδιες τιμές στα επιμέρους γνωρίσματα.

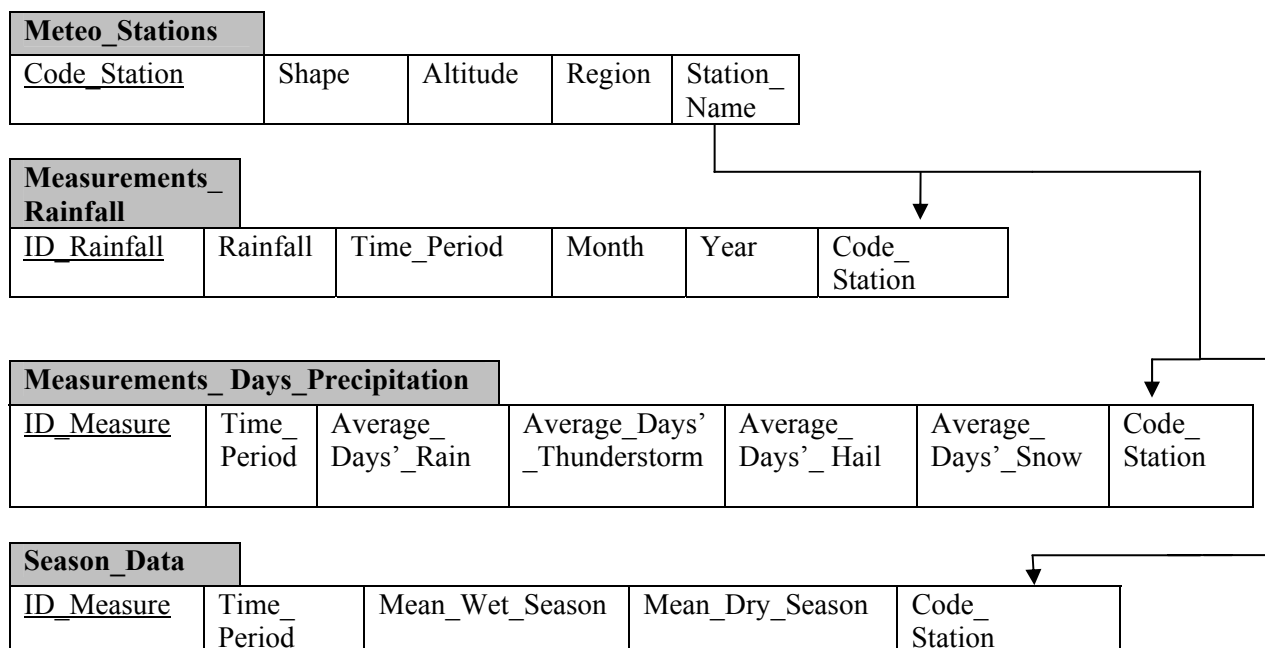
Όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα γνωρίσματα που ταυτοποιούν μια οντότητα ονομάζονται γνωρίσματα κλειδιά. Πρωτεύον κλειδί καλείται το γνώρισμα ή ο συνδυασμός γνωρισμάτων που επιλέγεται για την ταυτοποίηση των πλειάδων της σχέσης (επιλέγεται αυτό με τα λιγότερα γνωρίσματα). Ξένο κλειδί καλείται κάθε γνώρισμα ή ο συνδυασμός γνωρισμάτων μιας σχέσης που έχει το ίδιο πεδίο ορισμού με το πρωτεύον κλειδί μιας άλλης σχέσης και χρησιμοποιείται ουσιαστικά ως ένας τρόπος σύνδεσης – συσχέτισης των σχέσεων (πινάκων) μεταξύ τους.

Στην παρούσα εφαρμογή δεν υπάρχουν πλειότιμα γνωρίσματα, ούτε συσχετίσεις M:N, οπότε οι παραπάνω πίνακες προκύπτουν μονάχα από τις οντότητες. Με βάση, λοιπόν, το E-R Model προκύπτει ότι η βάση δεδομένων θα αποτελείται από τις σχέσεις που διακρίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3.5: Σχέσεις της βάσης δεδομένων, με τα πρωτεύοντα και δευτερεύοντα κλειδιά τους.

TABLE	PRIMARY KEY	FOREIGN KEY
Meteo_Stations	Code_Station	-
Measurements_Days_Precipitation	ID_Measure	Code_Station
Measurements_Rainfall	ID_Rainfall	Code_Station
Season_Data	ID_Measure	Code_Station

Το σχεσιακό σχήμα της κλιματικής βάσης δεδομένων, το οποίο προκύπτει με τη βοήθεια του μοντέλου οντοτήτων-συσχετίσεων είναι το ακόλουθο (Σχήμα 3.2):



Σχήμα 3.2: Σχεσιακό σχήμα βάσης δεδομένων.

3.1.3. Φυσικός σχεδιασμός

Το τρίτο βήμα στην κατασκευή μιας βάσης δεδομένων είναι ο φυσικός σχεδιασμός με τη βοήθεια του οποίου δημιουργούνται οι πίνακες (σχέσεις), εισάγονται σε αυτούς τα δεδομένα και τα μεταδεδομένα και στη συνέχεια δημιουργούνται χωρικά ευρετήρια (indexes). Όλα τα παραπάνω πραγματοποιούνται με εντολές της γλώσσας SQL.

Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας αυτής, για τις τέσσερις οντότητες Meteo_Stations, Measurements_Days_Precipitation, Measurements_Rainfall και Season_Data.

1^ο βήμα – Δημιουργία πινάκων

Για τη δημιουργία μίας νέας σχέσης χρησιμοποιείται η εντολή CREATE TABLE. Δίνεται ένα όνομα στον πίνακα που δημιουργείται και προσδιορίζονται τα γνωρίσματα και οι περιορισμοί του. Αρχικά ορίζονται τα γνωρίσματα της σχέσης και σε κάθε γνώρισμα εκχωρείται ένα όνομα, ένας τύπος δεδομένων (π.χ. NUMBER για αριθμό, VARCHAR2 για αλφαριθμητικό τύπο δεδομένων, INT για ακέραιο αριθμό) για τον προσδιορισμό του πεδίου τιμών και πιθανόν κάποιοι περιορισμοί γνωρισμάτων, όπως NOT NULL. Έπειτα, λαμβάνει χώρα ένας τύπος του συστήματος που ονομάζεται MDSYS.SDO_GEOMETRY, ο οποίος φιλοξενεί τη γεωμετρία μιας οντότητας, η οποία αποθηκεύεται σαν ατομική τιμή στις σχέσεις (πίνακες) της βάσης, σε μια νέα στήλη που δημιουργείται, η οποία έχει το όνομα shape. Μετά τον προσδιορισμό των γνωρισμάτων

και της γεωμετρίας, με την έκφραση PRIMARY KEY ορίζονται ένα ή περισσότερα γνωρίσματα που σχηματίζουν το πρωτεύον κλειδί της σχέσης, ενώ με την έκφραση FOREIGN KEY ορίζονται τα ξένα κλειδιά. Στη νέα έκδοση της Oracle (11g) ο ορισμός των ξένων κλειδιών, στον πίνακα στον οποίο πρόκειται να εισαχθούν, πραγματοποιείται ως εξής:

όνομα_πεδίου INTEGER REFERENCES όνομα_πίνακα(όνομα_πεδίου),

όπου το *όνομα_πεδίου* είναι αυτό του ξένου κλειδιού και στο *όνομα_πίνακα* δηλώνεται ο πίνακας του οποίου το ξένο κλειδί που εισέρχεται στην παραπάνω έκφραση αποτελεί πρωτεύον κλειδί για αυτόν.

Στην παρούσα βάση δεδομένων, οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των τεσσάρων πινάκων είναι οι ακόλουθες:

```
CREATE TABLE Meteo_Stations
(Code_Station INTEGER PRIMARY KEY,
Station_Name VARCHAR2(50) NOT NULL,
Region VARCHAR2(100) NOT NULL,
Altitude NUMBER (5,1) NOT NULL,
Shape MDSYS.SDO_GEOMETRY);
```

```
CREATE TABLE Measures_Days_Precipitation
(ID_Measure INTEGER PRIMARY KEY,
Average_days_rain NUMBER (5,1),
Average_days_thunderstorm NUMBER (4,1),
Average_days_snow NUMBER (4,1),
Average_days_hail NUMBER (3,1),
Time_Period VARCHAR2(9) NOT NULL,
Code_Station INTEGER REFERENCES Meteo_Stations(Code_Station));
```

```
CREATE TABLE Measurements_Rainfall
(ID_Rainfall INTEGER PRIMARY KEY,
year INTEGER,
month VARCHAR2(11),
Rainfall NUMBER(5,1),
Time_Period VARCHAR2(9) NOT NULL,
Code_Station INTEGER REFERENCES Meteo_Stations(Code_Station));
```

```
CREATE TABLE Season_Data
(ID_Measure INTEGER PRIMARY KEY,
Mean_Wet_Season NUMBER(5,1) NOT NULL,
Mean_Dry_Season NUMBER(5,1) NOT NULL,
Time_Period VARCHAR2(9) NOT NULL,
Code_Station INTEGER REFERENCES Meteo_Stations(Code_Station));
```


2^ο βήμα – Εισαγωγή εγγραφών στα πεδία των πινάκων

Τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή αυτή είναι στοιχεία διαθέσιμα μόνο με ειδική άδεια από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία εκ της Διευθύνσεως Κλιματολογίας-Εφαρμογών, Τμήμα Εφαρμογών Υδρομετεωρολογίας στο Ελληνικό Αττικής.

Η Oracle 11g υποστηρίζει αρκετά συστήματα αναφοράς σύμφωνα με τις προδιαγραφές OGC (κατάλογος EPSG), μεταξύ των οποίων και τα εξής:

Πίνακας 3.6: Συστήματα αναφοράς που υποστηρίζει η Oracle 11g.

SRID	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
NULL	UNSPECIFIED (μη προσδιορισμένο)
4326	WGS'84 (κατά EPSG)
8307	WGS'84 (πανόμοιου τύπου ορισμός από Oracle)
2100	ΕΓΣΑ'87 (GCS_GGRS_1987)

Οι συντεταγμένες των μετεωρολογικών σταθμών δόθηκαν από την ΕΜΥ στο σύστημα γεωαναφοράς (Spatial Reference System) γεωδαιτικών (γεωγραφικών) συντεταγμένων WGS'84 σε μοίρες και λεπτά (lat, long) και μετατράπηκαν σε μέτρα για την εισαγωγή τους στο πεδίο shape στο οποίο αποθηκεύονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες του εκάστοτε σταθμού. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί (Meteo_Stations) αντιπροσωπεύονται από σημεία, οι συντεταγμένες των οποίων καταγράφονται κάνοντας χρήση του λογισμικού Google Earth.

Ο τύπος αντικείμενου SDO_GEOMETRY υποστηρίζει από την Oracle κάθε γεωμετρική οντότητα η οποία τηρείται ως αντικείμενο, σε κάθε εγγραφή της οντότητας αυτής υπάρχει πεδίο τύπου SDO_GEOMETRY, ωστόσο το πρωτεύον κλειδί ενός πίνακα δεν μπορεί να οριστεί στο πεδίο τύπου SDO_GEOMETRY.

Στην Oracle 11g, η εντολή για την εισαγωγή των εγγραφών στους πίνακες της βάσης δεδομένων έχει την ακόλουθη μορφή (συστατικά του SDO_GEOMETRY:

```
INSERT INTO όνομα_πίνακα ( όνομα_πεδίου1, ..., όνομα_πεδίουK )  
VALUES ( τιμή1ης_στήλης, τιμή 2ης_στήλης, ..., τιμή Kης_στήλης),  
MDSYS.SDO_GEOMETRY (   
SDO_GTYPE NUMBER,  
SDO_SRID NUMBER,  
SDO_POINT SDO_POINT_TYPE,  
SDO_ELEM_INFO MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY(),  
SDO_ORDINATES MDSYS.SDO_ORDINATE_ARRAY() );
```

Στο σχήμα 3.3 περιγράφονται κάποιοι αποδεκτοί γεωμετρικοί τύποι SDO_GTYPE, που ορίζουν τον τύπο της γεωμετρίας.

Value	Geometry Type	Description
DL00	UNKNOWN_GEOMETRY	Spatial ignores this geometry.
DL01	POINT	Geometry contains one point.
DL02	LINE or CURVE	Geometry contains one line string that can contain straight or circular arc segments, or both. (LINE and CURVE are synonymous in this context.)
DL03	POLYGON or SURFACE	Geometry contains one polygon with or without holes, ¹ or one surface consisting of one or more polygons. In a three-dimensional polygon, all points must be on the same plane.
DL04	COLLECTION	Geometry is a heterogeneous collection of elements. COLLECTION is a superset that includes all other types.
DL05	MULTIPOINT	Geometry has one or more points. (MULTIPOINT is a superset of POINT.)
DL06	MULTILINE or MULTICURVE	Geometry has one or more line strings. (MULTILINE and MULTICURVE are synonymous in this context, and each is a superset of both LINE and CURVE.)
DL07	MULTIPOLYGON or MULTISURFACE	Geometry can have multiple, disjoint polygons (more than one exterior boundary), or surfaces (MULTIPOLYGON is a superset of POLYGON, and MULTISURFACE is a superset of SURFACE.)
DL08	SOLID	Geometry consists of multiple surfaces and is completely enclosed in a three-dimensional space. Can be a cuboid or a frustum.
DL09	MULTISOLID	Geometry can have multiple, disjoint solids (more than one exterior boundary). (MULTISOLID is a superset of SOLID.)

¹ For a polygon with holes, enter the exterior boundary first, followed by any interior boundaries.

Σχήμα 3.3: Αποδεκτοί γεωμετρικοί τύποι (SDO_GTYPE). Πηγή: Oracle Spatial Developer's Guide, 11g Release 1 (11.1).

Το SDO_GTYPE ορίζει τον τύπο της γεωμετρίας, αποτελείται από 4 ψηφία και έχει τη μορφή *dltt*, όπου:

d: αναφέρεται στη διάσταση του χώρου (2, 3 ή 4), π.χ. η τιμή 2003 σημαίνει 2-διάστατο πολύγωνο (03).

l: αφορά στη διάσταση που χρησιμοποιείται για τιμές μετρήσεων σε γεωμετρικά στοιχεία με γραμμική αναφορά (Linear Referencing System) και όταν δεν ορίζεται παίρνει την τιμή 0, π.χ. η τιμή 2302 σημαίνει ότι η 3η διάσταση κάθε κορυφής 2-διάστατης γραμμής (02) αντιστοιχεί στην τιμή μέτρησης (απόσταση από αφετηρία).

tt: προσδιορίζει τον τύπο της γεωμετρίας και παίρνει τιμές από 00 μέχρι 09.

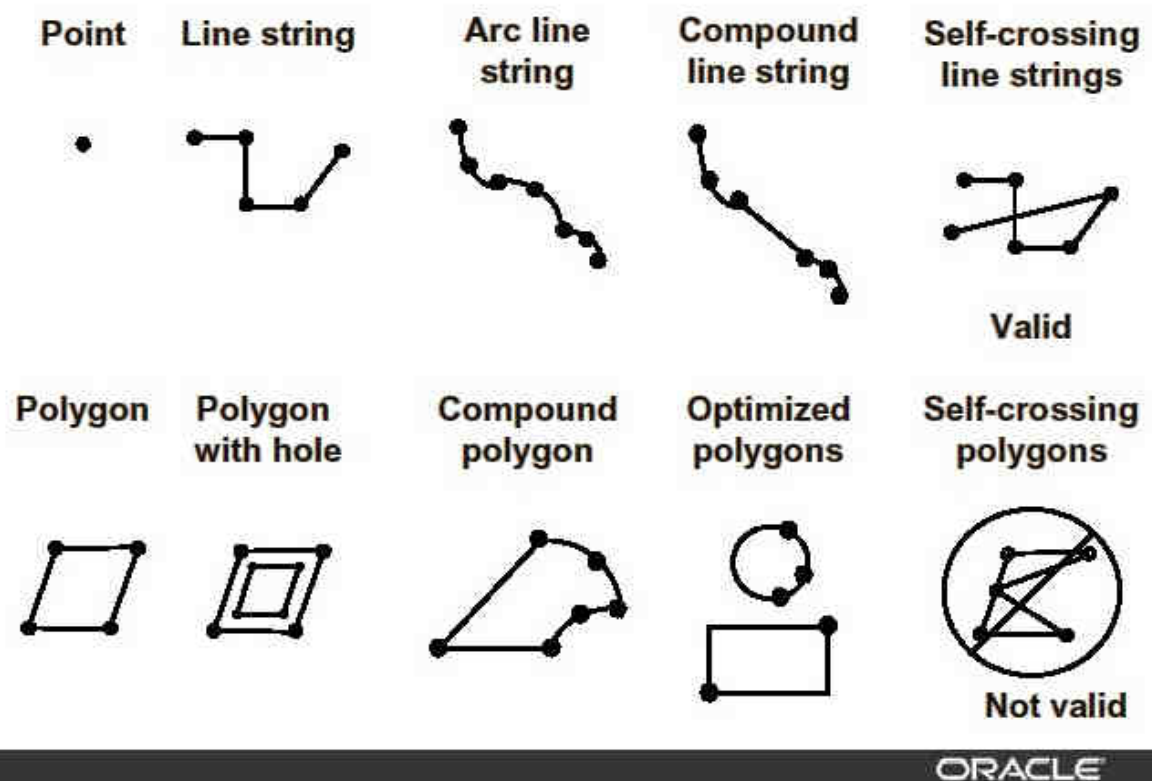
Πιο συγκεκριμένα οι τιμές αυτές συμβολίζουν:

00: άγνωστη γεωμετρία, αυτή η τιμή καταχωρείται όταν δεν έχει σημασία η γεωμετρία ενός χωρικού αντικειμένου

01: για σημειακά χωρικά αντικείμενα

02: για γραμμικά ή καμπύλα χωρικά αντικείμενα (γεωμετρία αλληλουχίας γραμμών)

03: για πολυγωνικά χωρικά αντικείμενα (γεωμετρία πολυγώνου με ή χωρίς οπές)
 04: για συλλογές χωρικών αντικειμένων (γεωμετρία που αποτελείται από ετερογενή χωρικά στοιχεία
 05: για multipoint (γεωμετρία πολλαπλών σημείων)
 06: για multiline ή multicurve (γεωμετρία με πολλαπλές αλληλουχίες γραμμών)
 07: για multipolygon (γεωμετρία πολλαπλών πολυγώνων)
 08: για solid (γεωμετρία χωρικών αντικειμένων 3D διαστάσεων)
 09: multisolid (γεωμετρία πολλαπλών αντικειμένων-υπερσυνόλου 3D διαστάσεων).
 Ο αριθμός d των διαστάσεων αντιστοιχεί στο πλήθος των συντεταγμένων για την αναπαράσταση κάθε κορυφής.



Σχήμα 3.4: Στοιχειώδεις τύποι χωρικών δεδομένων της Oracle Spatial. Πηγή: Oracle Spatial 9i Students guide 2001.

Στην περίπτωση των μετεωρολογικών σταθμών, χρησιμοποιείται το 2001 εφόσον οι σταθμοί (Meteo_Stations) περιγράφονται ως σημειακά αντικείμενα.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Oracle Spatial υποστηρίζει ένα μεγάλο πλήθος γήινων και εθνικών συστημάτων. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του OpenGIS Consortium υποστηρίζεται ο χειρισμός γεωμετρικών δεδομένων σε ποικίλα συστήματα αναφοράς:

- Καρτεσιανές συντεταγμένες στο επίπεδο
- Γεωδαιτικές (γεωγραφικές) συντεταγμένες (π.χ. σύστημα WGS84 συντεταγμένες σε lat/long)
- Προβολικές συντεταγμένες
- Τοπικό σύστημα αναφοράς (π.χ. σε CAD εφαρμογές)
- Ειδικό σύστημα αναφοράς ορισμένο από τον χρήστη,

ενώ υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής γεωαναφοράς για ολόκληρα επίπεδα ή και μεμονωμένες γεωμετρικές οντότητες.

Το SDO_SRID ορίζει το γεωγραφικό σύστημα αναφοράς των συντεταγμένων της γεωμετρίας της αντίστοιχης οντότητας και είναι αναγκαίο για τη σωστή ερμηνεία της γεωμετρίας. Όταν οι γεωμετρικές οντότητες δεν προσδιορίζονται από κάποιο γεωγραφικό σύστημα αναφοράς ή όταν πρόκειται για απλές καρτεσιανές συντεταγμένες, τότε παίρνει την τιμή NULL. Διαφορετικά, ανάλογα με το εκάστοτε γεωγραφικό σύστημα αναφοράς, παίρνει αριθμητικές τιμές, για παράδειγμα **8307** για το **WGS84** ή **2100** για το **ΕΓΣΑ '87**.

Στη συγκεκριμένη βάση επειδή πρόκειται για απλές καρτεσιανές συντεταγμένες χρησιμοποιείται η τιμή NULL.

Το πεδίο SDO_POINT αξιοποιείται μόνο στην περίπτωση αμιγών σημειακών θεματικών επιπέδων. Όταν ένα θεματικό επίπεδο περιέχει μη σημειακές γεωμετρίες τότε στο πεδίο αυτό ανατίθεται η τιμή NULL. Πιο συγκεκριμένα ορίζει έναν τύπο αντικειμένου με αριθμητικά γνωρίσματα X, Y, Z. Αυτές οι τιμές (και η Z αν συμπληρωθεί) θεωρούνται ως συντεταγμένες ενός σημειακού αντικειμένου. Η ειδική δομή αποθήκευσης σημείων SDO_POINT είναι πολύ αποδοτική όταν περιλαμβάνει μόνο σημειακά αντικείμενα. Χρησιμοποιείται μόνο όταν τα σύνολα SDO_ELEM_INFO και SDO_ORDINATES είναι NULL και το SDO_POINT είναι NOT NULL. Σε κάθε άλλη περίπτωση, η τιμή του SDO_POINT αγνοείται απ' την Oracle Spatial.

Το SDO_ELEM_INFO περιγράφει τη σύνταξη (format) των συντεταγμένων της γεωμετρίας που φιλοξενούνται στο επόμενο πεδίο SDO_ORDINATES και είναι ένα μεταβλητό σύνολο από τριάδες τιμών:

1. SDO_STARTING_OFFSET

δείχνει την θέση στο διατεταγμένο σύνολο SDO_ORDINATES όπου έχει αποθηκευτεί η πρώτη τιμή συντεταγμένων γι' αυτό το αντικείμενο.

2. SDO_ETYPE

φανερώνει τον τύπο του αντικειμένου, π.χ.:

- 1003: εξωτερικός δακτύλιος πολυγώνου (ανάστροφη φορά δεικτών ωρολογίου)
- 2003: εσωτερικός δακτύλιος πολυγώνου (κατά την φορά δεικτών ωρολογίου)

3. SDO_INTERPRETATION

- πραγματοποιεί ερμηνεία της ακολουθίας των συντεταγμένων
- το αντικείμενο στο SDO_ETYPE μπορεί να είναι σύνθετο (compound).

Το SDO_ORDINATES είναι ένας κατάλογος συντεταγμένων (array), μια μεταβλητού μήκους ακολουθία αριθμητικών τιμών (NUMBER), όπου αποθηκεύονται οι τιμές των συντεταγμένων που σχηματίζουν το περίγραμμα του χωρικού αντικειμένου. Αυτό το διατεταγμένο σύνολο τιμών ερμηνεύεται σε συνδυασμό με την πληροφορία στο SDO_ELEM_INFO.

Στη συνέχεια παρατίθενται κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα εισαγωγής εγγραφών για την κάθε οντότητα τα οποία καλύπτουν όλες τις περιπτώσεις τις οποίες συναντώνται για κάθε μια από αυτές.

A. Εισαγωγή εγγραφών στην οντότητα Meteo_Stations.

```
INSERT INTO Meteo_Stations VALUES (606,'ΣΕΡΡΕΣ','BOPEIA  
ΕΛΛΑΔΑ',34,MDSYS.SDO_GEOMETRY(2001, NULL,  
MDSYS.SDO_POINT_TYPE(23.57,41.07,NULL),NULL,NULL));
```

```
INSERT INTO Meteo_Stations VALUES (624,'ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ','BOPEIA  
ΕΛΛΑΔΑ',5,MDSYS.SDO_GEOMETRY(2001, NULL,  
MDSYS.SDO_POINT_TYPE(24.60,40.90,NULL),NULL,NULL));
```

```
INSERT INTO Meteo_Stations VALUES (627,'ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ','BOPEIA  
ΕΛΛΑΔΑ',2.5,MDSYS.SDO_GEOMETRY(2001, NULL,  
MDSYS.SDO_POINT_TYPE(25.92,40.85,NULL),NULL,NULL));
```

```
INSERT INTO Meteo_Stations VALUES (613,'ΦΛΩΡΙΝΑ','BOPEIA  
ΕΛΛΑΔΑ',689,MDSYS.SDO_GEOMETRY(2001, NULL,  
MDSYS.SDO_POINT_TYPE(21.40,40.78,NULL),NULL,NULL));
```

```
INSERT INTO Meteo_Stations VALUES (622,'ΜΙΚΡΑ','BOPEIA  
ΕΛΛΑΔΑ',4,MDSYS.SDO_GEOMETRY(2001, NULL,  
MDSYS.SDO_POINT_TYPE(22.96,40.53,NULL),NULL,NULL));
```

```
INSERT INTO Meteo_Stations VALUES (632,'ΚΟΖΑΝΗ','BOPEIA  
ΕΛΛΑΔΑ',625,MDSYS.SDO_GEOMETRY(2001, NULL,  
MDSYS.SDO_POINT_TYPE(21.83,40.28,NULL),NULL,NULL));
```

B. Εισαγωγή εγγραφών στην οντότητα Measures_Days_Precipitation.

```
INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (1,87.4,29.6,4.9,0.2,'1971-  
2003',606);
```

```
INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (2,82.4,33.5,4.7,0.2,'1984-  
2003',624);
```

```
INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (3,95.9,30,8.5,1.2,'1951-  
2003',627);
```

```
INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (4,85.2,16,27,0.3,'1961-  
2003',613);
```

```
INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (5,107.1,33,6.5,0.3,'1959-  
2003',622);
```

```
INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (6,90.7,29.3,19.2,0.4,'1955-  
2003',632);
```

```
INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (8,83.4,24.7,4.7,0.6,'1974-  
2003',650);
```

```
INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (9,119.8,42.4,6.6,1.5,'1956-  
2003',642);
```

```
INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (10,109.2,29.5,5.5,0.5,'1955-  
2003',648);
```

INSERT INTO Measures_Days_Precipitation VALUES (11,124.8,53.3,0.9,3.9,'1955-2003',641);

Γ. Εισαγωγή εγγραφών στην οντότητα Measurements_Rainfall³.

Οι εγγραφές, έτσι όπως εισήχθησαν σε αυτόν τον πίνακα στην Oracle παρουσιάζονται στο παράρτημα Α.

Δ. Εισαγωγή εγγραφών στην οντότητα Season_Data.

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (101,301.1,169.5,1978-2007,606);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (102,348.6,123.4,1985-2007,624);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (103,400.6,118.9,1978-2007,627);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (104,437.1,203.0,1978-2007,613);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (105,298.9,136.7,1978-2007,622);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (106,284.0,156.0,1978-2007,632);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (107,406.7,82.9,1978-2007,650);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (108,786.2,227.5,1978-2007,642);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (109,310.0, 122.7,1978-2007,648);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (110,851.9,162.1,1978-2007,641);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (111,576.7,136.8,1978-2007,645);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (112,362.1,115.0,1978-2007,665);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (113,944.0,148.2,1978-2007,654);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (114,583.2,39.2,1978-2007,667);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (115,348.2,49.0,1978-2007,684);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (116,443.6,114.5,1978-2007,675);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (117,741.9,148.4,1978-2007,672);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (118,399.6,73.2,1978-2007,699);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (119,706.5,74.5,1978-2007,685);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (120,599.8,73.2,1978-2007,687);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (121,393.7,66.0,1978-2007,715);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (122,317.3,46.6,1978-2007,718);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (123,354.9,56.2,1978-2007,701);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (124,296.5,46.1,1978-2007,717);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (125,671.3,73.1,1978-2007,682);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (126,328.7,42.4,1978-2007,716);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (127,779.6,63.2,1978-2007,719);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (128,665.0,36.5,1978-2007,723);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (129,797.4,85.9,1978-2007,707);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (130,399.9,69.1,1981-2007,724);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (131,606.8,125.8,1978-2007,710);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (132,370.6,20.0,1978-2007,732);

3 Για αυτή την οντότητα δίνονται σε παράρτημα όλες οι εγγραφές που έχουν εισαχθεί για ένα ΜΣ, αυτόν των Σερρών. Ομοίως έγινε εισαγωγή και για τους υπόλοιπους, σε σύνολο 15852 εγγραφών.

```

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (133,685.8,81.6,1978-2007,726);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (134,608.8,60.6,1978-2007,734);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (135,528.4,20.4,1982-2007,742);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (136,390.4,22.5,1978-2007,738);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (137,301.3,13.5,1978-2007,744);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (138,633.2,23.0,1978-2007,749);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (139,519.4,27.6,1978-2007,743);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (140,560.1,32.3,1978-2007,746);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (141,447.8,27.5,1978-2007,754);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (142,446.8,30.7,1978-2007,757);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (143,458.3,14.4,1978-2007,759);
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES (144,400.0,25.8,1978-2007,756);

```

3^ο βήμα – Ορισμός μεταδεδομένων

Ένα απαραίτητο βήμα πριν τη δημιουργία του χωρικού ευρετηρίου, είναι η εισαγωγή των μεταδεδομένων. Γίνεται για συνδυασμούς στηλών, εδώ π.χ. μεταξύ των στηλών 'METEO_STATIONS' και 'SHAPE', μια φορά για κάθε συνδυασμό. Τα μεταδεδομένα αυτά αφορούν στο το εύρος των τιμών των συντεταγμένων Longitude (λ) και Latitude (φ) καθώς και στην ανοχή (tolerance) και αξιοποιούνται από το σύστημα στη δημιουργία των χωρικών ευρετηρίων καθώς και στην εκτέλεση των χωρικών συναρτήσεων. Η ανοχή ορίζεται ως η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο σημείων ώστε αυτά να θεωρούνται διακριτά. Έτσι πραγματοποιείται εκτίμηση της ακρίβειας ή της ορθότητας των χωρικών δεδομένων. Η χρήση της παραμέτρου ανοχής, εκτός από τα μεταδεδομένα των χωρικών επιπέδων (αν είναι εξ αρχής γνωστή) πραγματοποιείται και σε χωρικές συναρτήσεις και τελεστές κατά την διατύπωση ερωτημάτων καθώς και για γεωδαιτικά δεδομένα που εκφράζεται στην αντίστοιχη μονάδα μέτρησης (λ.χ. σε μέτρα). Ο ορισμός των μεταδεδομένων στη βάση για τους μετεωρολογικούς σταθμούς έχει ως εξής:

```

INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES
('METEO_STATIONS', 'SHAPE',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY(SDO_DIM_ELEMENT('Longitude', -180, 180, 10),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Latitude', -90, 90, 10)),
8307);

```

4^ο βήμα – Δημιουργία χωρικών ευρετηρίων

Τα χωρικά ευρετήρια ή χωρικοί δείκτες (spatial indices) είναι μηχανισμοί που διευκολύνουν κι ελαττώνουν την αναζήτηση χωρικών αντικειμένων μέσα σε μία βάση δεδομένων, βασίζόμενοι σε χωρικά κριτήρια π.χ. τομή, επικάλυψη κ.α. γεωμετρικών οντοτήτων. Η χρησιμότητά τους γίνεται εμφανής για ερωτήματα παραθύρου ή/και ερωτήματα χωρικής σύνδεσης. Δεν είναι απαραίτητη η δημιουργία χωρικών ευρετηρίων σε περίπτωση που δεν υπάρχουν ερωτήματα παραθύρου και χωρικής σύνδεσης (π.χ. εγγύτερου γείτονα και ερώτημα εντός αποστάσεως), όπως και στην παρούσα βάση

δεδομένων των κλιματικών στοιχείων. Οπότε αυτό το βήμα μπορεί και να παραληφθεί. Παρ' όλα αυτά η εντολή για τη δημιουργία χωρικού ευρετηρίου στον πίνακα Meteo_Stations είναι η ακόλουθη:

```
CREATE INDEX Meteo_Stations_idx ON Meteo_Stations(shape)  
INDEXTYPE IS MDSYS.SPATIAL_INDEX;
```

Με την παραπάνω εντολή δημιουργείται ένα χωρικό ευρετήριο τύπου R-tree. Πρόκειται για την κύρια δομή δεικτοδότησης η οποία προϋποθέτει ιεραρχική υποδιαίρεση των δεδομένων σε κοντινές συστάδες.

5^ο βήμα – Έλεγχος γεωμετρίας

Στο τελευταίο βήμα, πραγματοποιείται έλεγχος της γεωμετρίας των δεδομένων που εισήχθησαν, όπως για παράδειγμα η γεωμετρία των σημείων (συντεταγμένες σημείων) των μετεωρολογικών σταθμών να είναι απαλλαγμένη από κάποια γεωμετρικά σφάλματα, όπως, για παράδειγμα, πολύ κοντινή απόσταση μεταξύ τους (σε απόσταση μικρότερη της ανοχής), ώστε οι συντεταγμένες τους να θεωρούνται ταυτόσημες.

```
SELECT MS.Code_Station,  
SDO_GEOM.VALIDATE_GEOMETRY_WITH_CONTEXT  
(MS.shape,0.005)  
FROM Meteo_Stations MS;
```

Η λειτουργία SDO_GEOM.VALIDATE_GEOMETRY_WITH_CONTEXT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αξιολογήσει τη συνοχή ενός απλού αντικειμένου γεωμετρίας ή όλων των αντικειμένων γεωμετρίας σε έναν εξειδικευμένο πίνακα χαρακτηριστικών, με παράμετρο ανοχής έτσι ώστε δύο αντικείμενα να μην ταυτίζονται ορίστηκε η τιμή 0.005.

Ο έλεγχος εγκυρότητας της γεωμετρίας που πραγματοποιήθηκε, έδειξε τα ακόλουθα αποτελέσματα. Παρουσιάζεται ένα δείγμα λόγω του πλήθους των στοιχείων.

Results: Script Output Explain Autotrace DBMS Output OWA Output		
	CODE_STATION	SDO_GEOM.VALIDATE_GEOMETRY_WITH_CONTEXT(MS.SHAPE,0.005)
1	606	TRUE
2	624	TRUE
3	627	TRUE
4	613	TRUE
5	622	TRUE
6	632	TRUE
7	650	TRUE
8	642	TRUE
9	648	TRUE
10	641	TRUE
11	645	TRUE
12	665	TRUE
13	654	TRUE
14	667	TRUE
15	684	TRUE
16	675	TRUE
17	672	TRUE
18	699	TRUE

Σχήμα 3.5: Αποτελέσματα της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων της γεωμετρίας των μετεωρολογικών σταθμών (δείγμα).

3.2. ΛΥΣΕΙΣ (SOLUTIONS) ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ SQL ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ORACLE

Η βασική μορφή της εντολής SELECT σχηματίζεται από τις τρεις προτάσεις SELECT, FROM και WHERE και έχει τη μορφή:

SELECT < λίστα γνωρισμάτων >

FROM < λίστα πινάκων >

WHERE < συνθήκη >

Όπου:

< λίστα γνωρισμάτων > είναι μία λίστα από ονόματα γνωρισμάτων που οι τιμές τους πρέπει να ανακτηθούν από την ερώτηση

< λίστα πινάκων > είναι μία λίστα από ονόματα πινάκων που απαιτούνται για την επεξεργασία της ερώτησης

< συνθήκη > είναι μία λογική έκφραση αναζήτησης που προσδιορίζει τις πλειάδες (κεφαλίδες μιας σχέσης) που πρέπει να ανακτηθούν από την ερώτηση.

Στη συνέχεια ακολουθούν τα ερωτήματα που συντάχθηκαν για τη συγκεκριμένη εργασία και κάποια αποσπάσματα από τις απαντήσεις που επιστρέφονται από την Oracle 11g, για όσα είναι δυνατόν, ενώ σε περίπτωση πληθώρας αποτελεσμάτων, αυτά παρουσιάζονται στο παράρτημα Α.

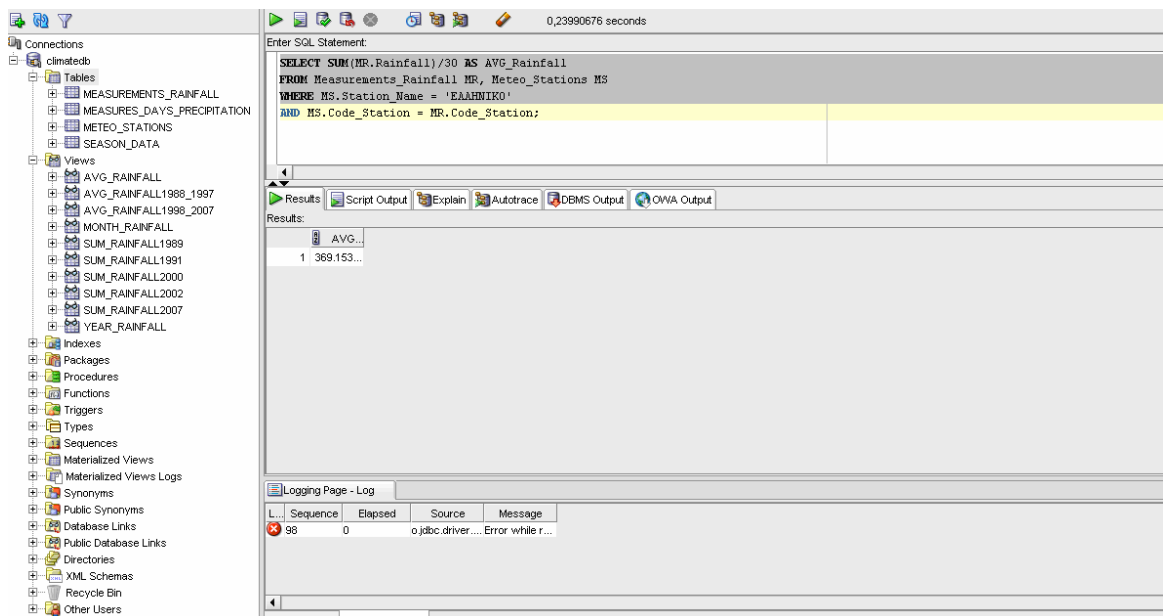
ΟΜΑΔΑ Α:

Ερώτημα 1:

Ποιο είναι το μέσο ετήσιο ύψος βροχής του Ελληνικού;

```
SELECT SUM(MR.Rainfall)/30 AS AVG_Rainfall
FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
WHERE MS.Station_Name = 'ΕΛΛΗΝΙΚΟ'
AND MS.Code_Station = MR.Code_Station;
```

Το μέσο ύψος βροχής ενός σταθμού υπολογίζεται με τη χρήση της συνάρτησης SUM, η οποία υπολογίζει το άθροισμα του ύψους βροχής των (12) μηνών για κάθε έτος και στη συνέχεια η τιμή αυτή διαιρείται με τον αριθμό 30, εφόσον τα έτη που περιέχονται σε αυτή την πλειάδα είναι τόσα (1978-2007). Έπειτα, γίνεται ένωση των δύο πινάκων που υπάρχουν τα δεδομένα για τους σταθμούς και του ύψους βροχής με τα πρωτεύοντα κλειδιά τους, με τον περιορισμό που μας δίνεται για το σταθμό του Ελληνικού.



Σχήμα 3.6: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 1 της ομάδας Α.

Ερώτημα 2:

Ποιος είναι ο μέσος ετήσιος αριθμός βροχής της Κοζάνης;

```
SELECT MDP.Average_days_rain
FROM Measures_Days_Precipitation MDP, Meteo_Stations MS
WHERE Station_Name = 'KOZANH'
AND MS.Code_Station = MDP.Code_Station;
```

0,19183472 seconds					
Enter SQL Statement:					
<pre> SELECT MDP.Average_days_rain FROM Measures_Days_Precipitation MDP, Meteo_Stations MS WHERE Station_Name = 'KOZANH' AND MS.Code_Station = MDP.Code_Station; </pre>					
Results Script Output Explain Autotrace DBMS Output OWA Output					
Results:					
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>AVERAGE_DAYS_RAIN</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>90.7</td></tr> </tbody> </table>			AVERAGE_DAYS_RAIN	1	90.7
	AVERAGE_DAYS_RAIN				
1	90.7				

Σχήμα 3.7: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 2 της ομάδας Α.

Ερώτημα 3:

Ποιο είναι ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών συνολικού υετού (ημέρες βροχής + ημέρες με χιόνι + ημέρες με χαλάζι) στη Μυτιλήνη;

```

SELECT MDP.Average_days_rain + MDP.Average_days_snow +
MDP.Average_days_hail
FROM Measures_Days_Precipitation MDP, Meteo_Stations MS
WHERE Station_Name = 'MYTIAHNNH'
AND MS.Code_Station = MDP.Code_Station;

```

Για τον υπολογισμό του μέσου αριθμού του συνολικού υετού θα πρέπει να γίνει πρόσθεση μεταξύ των πεδίων του μέσου αριθμού ημερών βροχής, μέσου αριθμού ημερών χιόνος και του μέσου αριθμού ημερών χαλάζης.

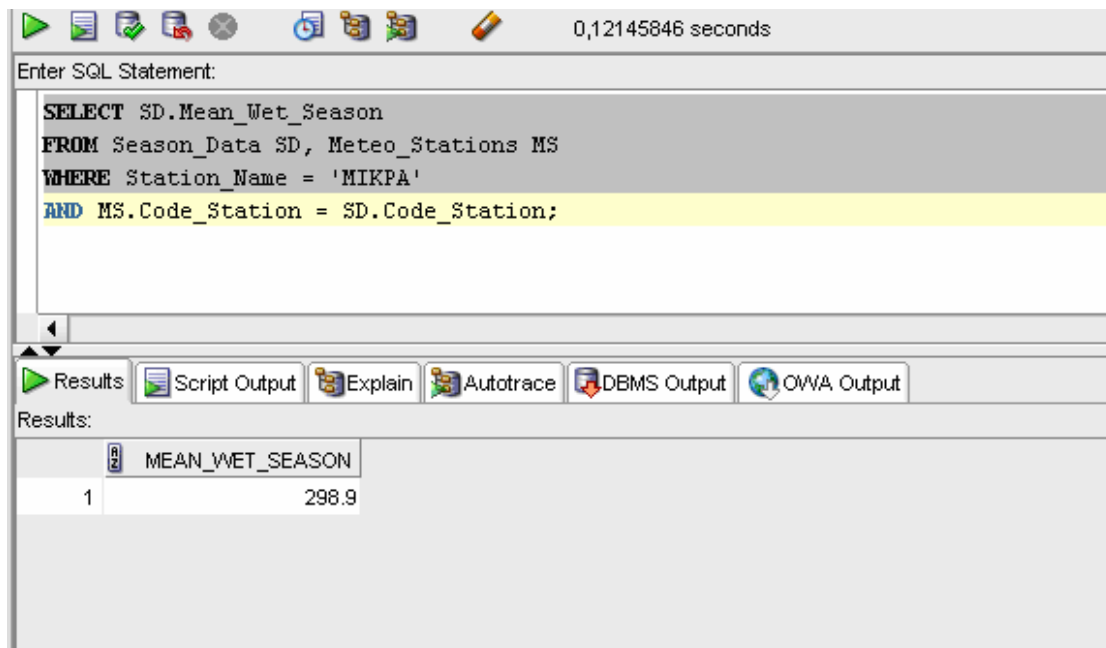
0,0750872 seconds					
Enter SQL Statement:					
<pre> SELECT MDP.Average_days_rain + MDP.Average_days_snow + MDP.Average_days_hail FROM Measures_Days_Precipitation MDP, Meteo_Stations MS WHERE Station_Name = 'MYTIAHNNH' AND MS.Code_Station = MDP.Code_Station; </pre>					
Results Script Output Explain Autotrace DBMS Output OWA Output					
Results:					
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>MDP.AVERAGE_DAYS_RAIN+MDP.AVERAGE_DAYS_SNOW+MDP.AVERAGE_DAYS_HAIL</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>88.4</td></tr> </tbody> </table>			MDP.AVERAGE_DAYS_RAIN+MDP.AVERAGE_DAYS_SNOW+MDP.AVERAGE_DAYS_HAIL	1	88.4
	MDP.AVERAGE_DAYS_RAIN+MDP.AVERAGE_DAYS_SNOW+MDP.AVERAGE_DAYS_HAIL				
1	88.4				

Σχήμα 3.8: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 3 της ομάδας Α.

Ερώτημα 4:

Ποιο είναι το μέσο ετήσιο ύψος βροχής υγρής περιόδου για τη χρονική περίοδο 1987-2007 στη Μίκρα;

```
SELECT SD.Mean_Wet_Season  
FROM Season_Data SD, Meteo_Stations MS  
WHERE Station_Name = 'MIKPA'  
AND MS.Code_Station = SD.Code_Station;
```

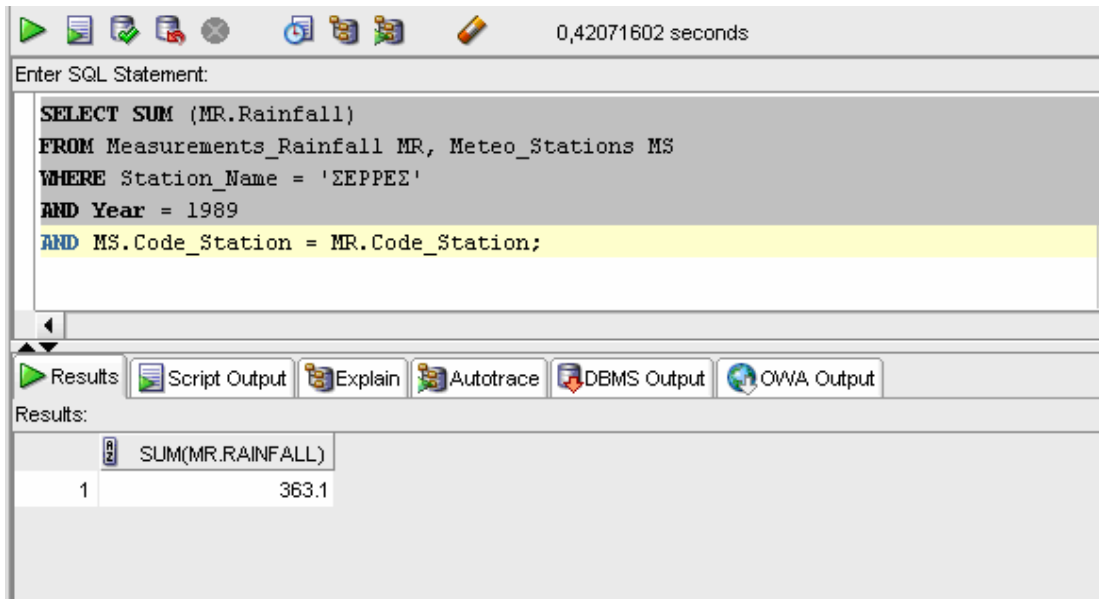


Σχήμα 3.9: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 4 της ομάδας Α.

Ερώτημα 5:

Ποιο είναι το ύψος βροχής κατά το έτος 1989-1990 στις Σέρρες;

```
SELECT SUM (MR.Rainfall)  
FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS  
WHERE Station_Name = 'ΣΕΡΡΕΣ'  
AND Year = 1989  
AND MS.Code_Station = MR.Code_Station;
```

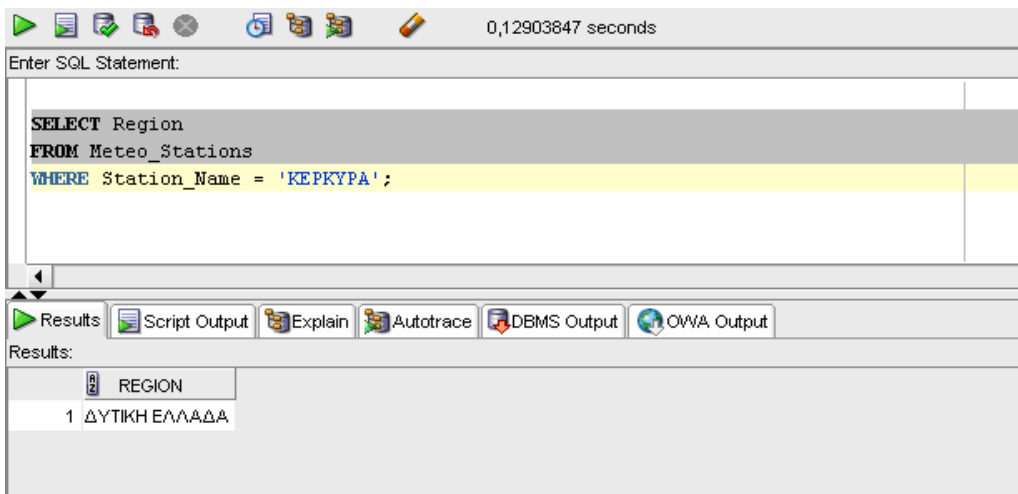


Σχήμα 3.10: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 5 της ομάδας Α.

Ερώτημα 6:

Σε ποια γεωγραφική περιοχή της Ελλάδας ανήκει ο μετεωρολογικός σταθμός της Κέρκυρας;

```
SELECT Region
FROM Meteo_Stations
WHERE Station_Name = 'ΚΕΡΚΥΡΑ';
```

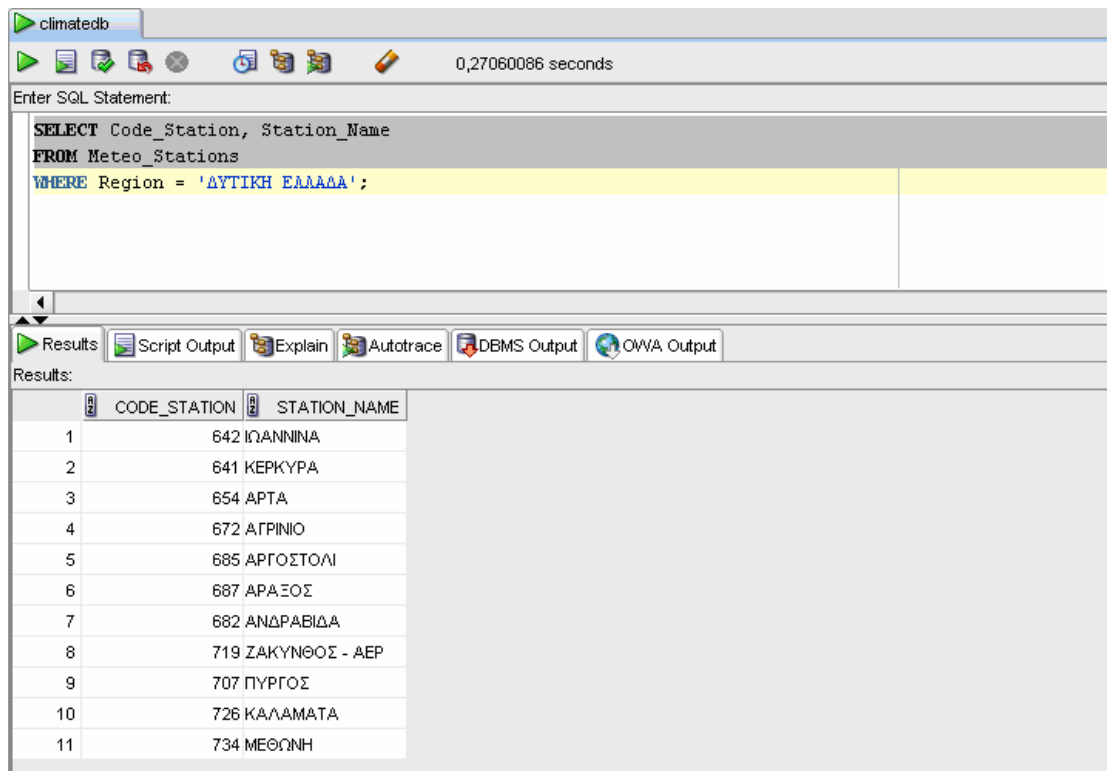


Σχήμα 3.11: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 6 της ομάδας Α.

Ερώτημα 7:

Ποιοι σταθμοί του δικτύου της ΕΜΥ περιέχονται στη γεωγραφική περιοχή της Δυτικής Ελλάδας;

```
SELECT Code_Station, Station_Name  
FROM Meteo_Stations  
WHERE Region = 'ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ';
```



The screenshot shows the climatedb interface with the SQL query entered and the results displayed. The results table has two columns: CODE_STATION and STATION_NAME. The data is as follows:

	CODE_STATION	STATION_NAME
1	642	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
2	641	ΚΕΡΚΥΡΑ
3	654	ΑΡΤΑ
4	672	ΑΓΡΙΝΙΟ
5	685	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
6	687	ΑΡΑΞΟΣ
7	682	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ
8	719	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ
9	707	ΠΥΡΓΟΣ
10	726	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
11	734	ΜΕΘΩΝΗ

Σχήμα 3.12: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 7 της ομάδας Α.

Ερώτημα 8:

Ποιός είναι ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών καταιγίδας ανά σταθμό;

```
SELECT MDP.Average_days_thunderstorm, Station_Name  
FROM Meteo_Stations MS, Measures_Days_Precipitation MDP  
WHERE MS.Code_Station = MDP.Code_Station  
ORDER BY Station_Name;
```

Τα αποτελέσματα αυτού του ερωτήματος βρίσκονται στο παράρτημα Α.

ΟΜΑΔΑ Β:

Ερώτημα 1:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το συνολικό ύψος βροχής του έτους 1989 ήταν κάτω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

- A). CREATE VIEW AVG_RAINFALL AS
SELECT SUM(MR.Rainfall)/30 AS AVG_Rainfall, MS.Station_Name
FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
GROUP BY MS.Station_Name
ORDER BY MS.Station_Name;
- B). CREATE VIEW SUM_RAINFALL1989 AS
SELECT SUM(MR.Rainfall) AS Sum_Rainfall, MS.Station_Name
FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
AND MR.YEAR = 1989
GROUP BY MR.Year, MS.Station_Name;
- Γ). SELECT S.Station_Name
FROM SUM_RAINFALL1989 S, AVG_RAINFALL V
WHERE S.Sum_Rainfall < V.AVG_Rainfall
AND S.Station_Name = V.Station_Name
GROUP BY S.Station_Name;

Δεδομένου ότι στην εντολή WHERE δεν εισέρχονται οι συναθροιστικές συναρτήσεις του τύπου SUM, AVG, MAX, MIN, COUNT παρά μόνο οι μοναδικές τιμές των πεδίων των εκάστοτε πινάκων, θα πρέπει με κάποιο τρόπο να αναζητηθεί μια διαφορετική προσέγγιση για να είναι δυνατή η σύγκριση μεταξύ των περιόδων που ζητούνται και οι οποίες ήδη εμπεριέχονται στον υπάρχοντα πίνακα του ύψους βροχής (Measurements_Rainfall). Έτσι, γίνεται δημιουργία κάποιων όψεων (views) εντός των οποίων δεσμεύονται κάποια στοιχεία για να έρθουν στην κατάλληλη μορφή με σκοπό να συγκριθούν μεταξύ τους. Οπότε για την επίλυση του ερωτήματος 1 της Ομάδας Β κατασκευάστηκαν δύο όψεις. Στην όψη AVG_RAINFALL αποθηκεύονται τα στοιχεία του μέσου ετήσιου ύψους βροχής όλης της 30ετίας (1978-2007) για όλους τους σταθμούς (όνομα σταθμού) από τους πίνακες Measurements_Rainfall (μετρήσεις) και Meteo_Stations (μετεωρολογικοί σταθμοί), αντίστοιχα. Στη δεύτερη όψη καταχωρούνται τα στοιχεία του συνολικού ύψους βροχής του έτους 1989 (άθροισμα και των 12 μηνών του έτους) από τους ίδιους πίνακες. Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται η σύγκριση μεταξύ των υπάρχοντων τιμών των πεδίων της όψης, που προέκυψαν από τους υπάρχοντες πίνακες της βάσης δεδομένων, κι όχι κάποιων τιμών των πεδίων από τους υπάρχοντες πίνακες που υπολογίζονται με τη χρήση συναρτήσεων SUM, AVG κοκ. Οπότε και με τον ίδιο τρόπο υπολογίστηκαν και τα άλλα 4 ερωτήματα της ίδιας ομάδας που ακολουθούν, με δημιουργία όψεων για τα έτη που απαιτούν τα

ερωτήματα, για τον υπολογισμό των συνολικού ύψους βροχής των ετών 2002, 2007, 1991 και 2000 αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα αυτού του ερωτήματος βρίσκονται στο παράρτημα Α.

Ερώτημα 2:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το συνολικό ύψος βροχής του έτους 2002 ήταν πάνω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

- A). CREATE VIEW SUM_RAINFALL2002 AS
SELECT SUM(MR.Rainfall) AS Sum_Rainfall, MS.Station_Name
FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
AND MR.YEAR = 2002
GROUP BY MR.Year, MS.Station_Name;
- B). SELECT S.Station_Name
FROM SUM_RAINFALL2002 S, AVG_RAINFALL V
WHERE S.Sum_Rainfall > V.AVG_Rainfall
AND S.Station_Name = V.Station_Name
GROUP BY S.Station_Name;

Τα αποτελέσματα αυτού του ερωτήματος βρίσκονται στο παράρτημα Α.

Ερώτημα 3:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το συνολικό ύψος βροχής του έτους 2007 ήταν κάτω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

- A). CREATE VIEW SUM_RAINFALL2007 AS
SELECT SUM(MR.Rainfall) AS Sum_Rainfall, MS.Station_Name
FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
AND MR.YEAR = 2007
GROUP BY MR.Year, MS.Station_Name;
- B). SELECT S.Station_Name
FROM SUM_RAINFALL2007 S, AVG_RAINFALL V
WHERE S.Sum_Rainfall < V.AVG_Rainfall
AND S.Station_Name = V.Station_Name
GROUP BY S.Station_Name;

Τα αποτελέσματα του ερωτήματος αυτού βρίσκονται στο παράρτημα Α.

Ερώτημα 4:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της EMY το συνολικό ύψος βροχής του έτους 1991 ήταν πάνω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

- A). CREATE VIEW SUM_RAINFALL1991 AS
SELECT SUM(MR.Rainfall) AS Sum_Rainfall, MS.Station_Name
FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
AND MR.YEAR = 1991
GROUP BY MR.Year, MS.Station_Name;
- B). SELECT S.Station_Name
FROM SUM_RAINFALL1991 S, AVG_RAINFALL V
WHERE S.Sum_Rainfall < V.AVG_Rainfall
AND S.Station_Name = V.Station_Name
GROUP BY S.Station_Name;

Τα αποτελέσματα του ερωτήματος αυτού βρίσκονται στο παράρτημα Α.

Ερώτημα 5:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της EMY το συνολικό ύψος βροχής του έτους 2000 ήταν κάτω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

- A). CREATE VIEW SUM_RAINFALL2000 AS
SELECT SUM(MR.Rainfall) AS Sum_Rainfall, MS.Station_Name
FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
AND MR.YEAR = 2000
GROUP BY MR.Year, MS.Station_Name;
- B). SELECT S.Station_Name
FROM SUM_RAINFALL2000 S, AVG_RAINFALL V
WHERE S.Sum_Rainfall < V.AVG_Rainfall
AND S.Station_Name = V.Station_Name
GROUP BY S.Station_Name;

Τα αποτελέσματα του ερωτήματος αυτού βρίσκονται στο παράρτημα Α.

ΟΜΑΔΑ Γ:

Ερώτημα 1:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της EMY το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 10ετίας 1998-2007 σημείωσε πτωτική τάση 10%, σε σχέση με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

```

A). CREATE VIEW AVG_RAINFALL1998_2007 AS
    SELECT SUM(MR.Rainfall)/10 AS AVG_Rainfall1998_2007, MS.Station_Name
    FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
    WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
    AND MR.YEAR >= 1998 AND MR.YEAR <= 2007
    GROUP BY MS.Station_Name
    ORDER BY MS.Station_Name;

B). SELECT G.Station_Name
    FROM AVG_RAINFALL1998_2007 G, AVG_RAINFALL V
    WHERE G.AVG_Rainfall1998_2007 <= V.AVG_Rainfall*0.9
    AND G.Station_Name = V.Station_Name
    GROUP BY G.Station_Name;

```

Για τους ίδιους λόγους δημιουργούνται, αντίστοιχα και για τα ερωτήματα της ομάδας Γ όψεις, για τη σύγκριση μεταξύ των τριών δεκαετιών της συνολικής 30ετίας 1978-2007, η οποία αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή του ύψους βροχής για την κάθε δεκαετία ξεχωριστά. Έτσι για το ερώτημα 1 δημιουργείται μια όψη για να οριστεί η μέση τιμή της δεκαετίας 1998-2007 με σκοπό να γίνει η σύγκριση μεταξύ της τιμής αυτής με την τιμή της 30ετίας 1978-2007, ενώ καθορίζονται και τα όρια των ετών που περιέχουν όλα τα έτη μεταξύ του 1998 και του 2007 στο WHERE. Αυτό γίνεται με τον Α τρόπο.

Στη συνέχεια για την εύρεση των σταθμών στους οποίους το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 10ετίας 1998-2007 σημείωσε πτώση κατά 10%, σε σχέση με τη μέση τιμή της περιόδου 1978-2007 λαμβάνουν χώρα οι ακόλουθες μαθηματικές πράξεις. Έστω ότι η μέση τιμή της 30ετίας είναι ίση με 100 mm, τότε έχουμε με την απλή μέθοδο των τριών:

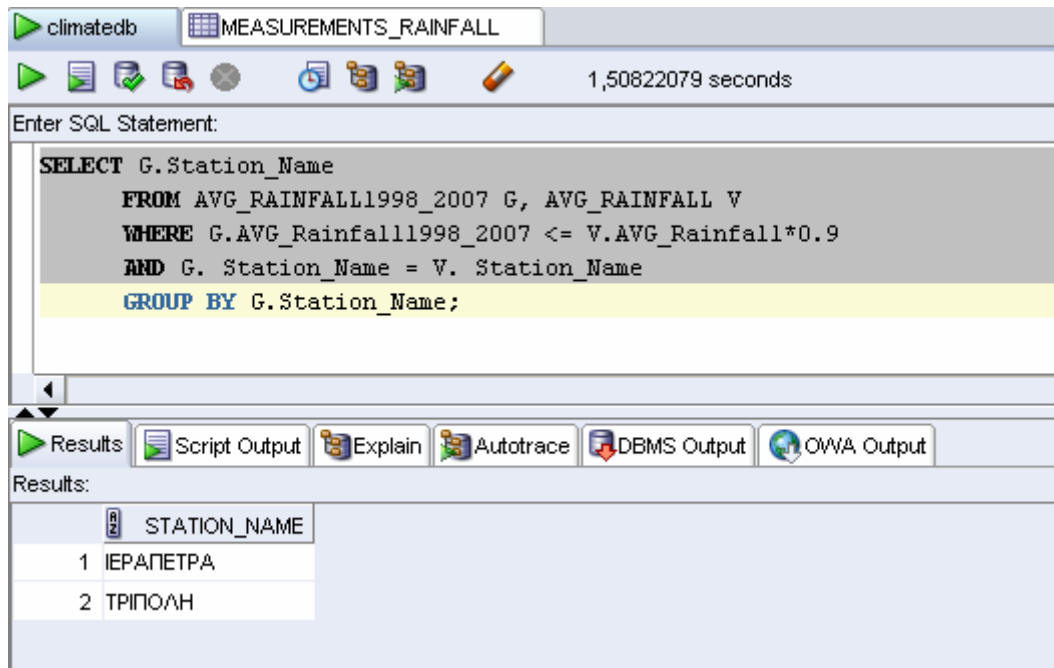
$X = (AVG_Rainfall1998_2007 / AVG_Rainfall) * 100$, όπου:

AVG_Rainfall είναι η μέση τιμή της 30ετίας και AVG_Rainfall1998_2007 είναι η μέση τιμή του ύψους βροχής της 10ετίας 1998-2007.

Έτσι προκύπτει η ανισότητα:

$100 - (AVG_Rainfall1998_2007 / AVG_Rainfall) * 100 \geq 10$
 $1 - AVG_Rainfall1998_2007 / AVG_Rainfall \geq 0.1$
 $-(AVG_Rainfall1998_2007 / AVG_Rainfall) \geq -0.9$
 $AVG_Rainfall1998_2007 / AVG_Rainfall \leq 0.9$
 $AVG_Rainfall1998_2007 \leq AVG_Rainfall * 0.9$

Έτσι η βάση δεδομένων μας επιστρέφει στα αποτελέσματα (results) τους σταθμούς που το ετήσιο ύψος βροχής κατά τη δεκαετία αυτή ήταν μικρότερο ή ίσο του 90% του μέσου ετήσιου ύψους βροχής της τριακονταετίας. Αυτό πραγματοποιείται με τον Β τρόπο.



Σχήμα 3.13: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 1 της ομάδας Γ.

Ερώτημα 2:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 10ετίας 1988-1997 σημείωσε πρωτική τάση 10%, σε σχέση με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978 - 2007;

- A). CREATE VIEW AVG_RAINFALL1988_1997 AS
 SELECT SUM(MR.Rainfall)/10 AS AVG_Rainfall1988_1997, MS.Station_Name
 FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
 WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
 AND YEAR>=1988 AND YEAR <= 1997
 GROUP BY MS.Station_Name
 ORDER BY MS.Station_Name;
- B). SELECT G.Station_Name
 FROM AVG_RAINFALL1998_2007 G, AVG_RAINFALL V
 WHERE G.AVG_Rainfall1988_1997 <= V.AVG_Rainfall*0.9
 AND G. Station_Name = V. Station_Name
 GROUP BY G.Station_Name;

The screenshot shows a SQL query execution window with the following SQL statement:

```
SELECT G.Station_Name
FROM AVG_RAINFALL1988_1997 G, AVG_RAINFALL V
WHERE G.AVG_Rainfall1988_1997 <= V.AVG_Rainfall*0.9
AND G.STATION_NAME = V.STATION_NAME
GROUP BY G.Station_Name;
```

The results are displayed in a table with the following data:

STATION_NAME
1 ΜΥΤΙΛΗΝΗ
2 ΚΕΡΚΥΡΑ
3 ΤΥΜΠΑΚΙ
4 ΗΡΑΚΛΕΙΟ
5 ΝΑΞΟΣ
6 ΠΥΡΓΟΣ
7 ΘΗΡΑ
8 ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
9 ΤΑΤΟΙ
10 ΑΓΡΙΝΙΟ
11 ΚΥΘΗΡΑ
12 Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ
13 ΣΗΤΕΙΑ
14 ΣΚΥΡΟΣ

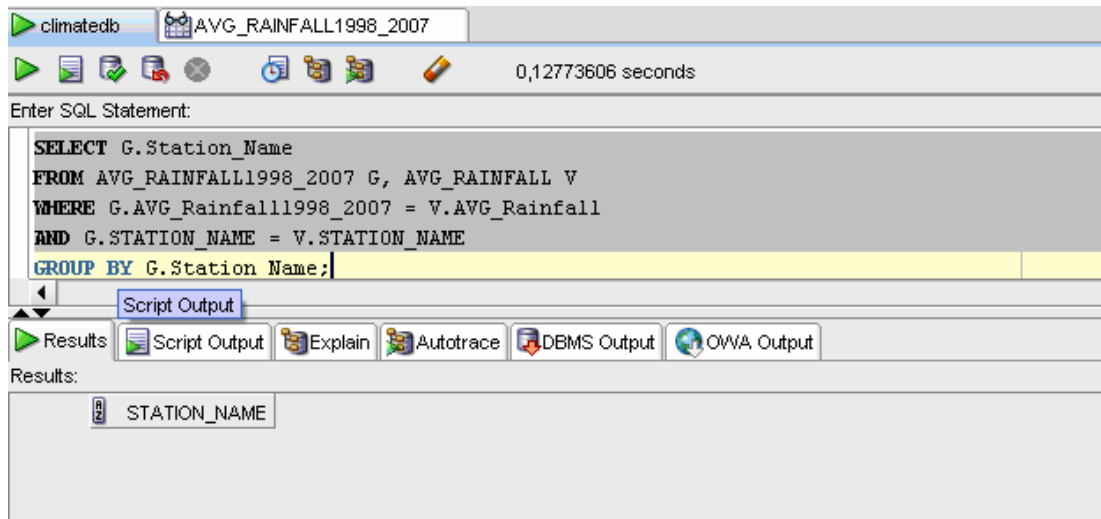
Σχήμα 3.14: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 2 της ομάδας Γ.

Ερώτημα 3:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ δεν υπάρχει τάση στο μέσο ετήσιο ύψος βροχής κατά την περίοδο 1998-2007 σε σχέση με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007 (πρακτικά παραμένει σταθερό);

```
SELECT G.Station_Name
FROM AVG_RAINFALL1998_2007 G, AVG_RAINFALL V
WHERE G.AVG_Rainfall1998_2007 = V.AVG_Rainfall
AND G.Station_Name = V.Station_Name
GROUP BY G.Station_Name;
```

Στο ερώτημα αυτό ζητείται να επιστραφούν οι σταθμοί στους οποίους δεν υπήρχε τάση στο ύψος βροχής, οπότε θα πρέπει να υπάρχει ισότητα μεταξύ των μέσων τιμών που θα βρίσκονται εντός της εντολής WHERE, πρακτικά θα είναι η ταύτιση της μέσης ετήσιας τιμής της δεκαετίας με αυτή της 30ετίας. Από το αποτέλεσμα της εκτέλεσης (execution) του ερωτήματος αυτού δεν υπάρχει κάποιο αποτέλεσμα εφόσον είναι πρακτικά αδύνατο να ταυτίζεται η μέση ετήσια τιμή της 30ετίας είτε με αυτή της δεκαετίας είτε με αυτή ενός έτους μόνο. Οπότε δεν επιστρέφονται οι σταθμοί, οι μέσες ετήσιες τιμές της 10ετίας των οποίων έχουν διαφορά με αυτή της 30ετίας ακόμη και 0,1 με 1mm, δηλ. πολύ μικρή.



Σχήμα 3.15: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 3 της ομάδας Γ.

ΟΜΑΔΑ Δ:

Ερώτημα 1:

Ποια είναι τα έτη με συνολικό ύψος βροχής πάνω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας σε όλη τη χώρα;

- A). CREATE VIEW Year_Rainfall AS
 SELECT MS.Station_Name, MR.Year, SUM(MR.Rainfall) AS Year_Rainfall
 FROM Measurements_Rainfall MR, Meteo_Stations MS
 WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
 GROUP BY MR.year, MS.Station_Name;
- B). SELECT YR.Year, V.Station_Name
 FROM Year_Rainfall YR, AVG_RAINFALL V
 WHERE YR.Year_Rainfall > V.AVG_Rainfall
 AND YR.Station_Name = V.Station_Name
 ORDER BY YR.Year, V.Station_Name;

Για την επίλυση κι εκτέλεση του ερωτήματος αυτού δημιουργείται μια όψη που περιέχει το συνολικό ύψος βροχής για κάθε έτος από τα 30 της χρονοσειράς καθώς και το όνομα του μετεωρολογικού σταθμού για την καλύτερη οπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων σχετικά με την αντιστοιχία μεταξύ τους. Οι λόγοι της δημιουργίας όψης επισημαίνονται στο ερώτημα 1 της ομάδας Β. Το ερώτημα αυτό επιστρέφει όλα τα έτη, το συνολικό ύψος βροχής των οποίων ήταν πάνω από τη μέση τιμή της περιόδου της 30ετίας (1978-2007) και τους σταθμούς της ΕΜΥ που συμβαίνει αυτό.

Για αυτό το ερώτημα παρατίθεται ένα δείγμα των αποτελεσμάτων καθώς δεν παρουσιάζονται στο παράρτημα λόγω της πληθώρας των εγγραφών (691).

climatedb AVG_RAINFALL1998_2007 0,25826663 seconds climatedb Help

Enter SQL Statement:

```
SELECT YR.Year, V.Station_Name
FROM Year_Rainfall YR, AVG_RAINFALL V
WHERE YR.Year_Rainfall > V.AVG_Rainfall
AND YR.Station_Name = V.Station_Name
ORDER BY YR.Year, V.Station_Name;
```

Results: Script Output Explain Autotrace DBMS Output OWA Output

Results:

	YEAR	STATION_NAME
1	1978	ΑΓΡΙΝΙΟ
2	1978	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ
3	1978	ΑΡΑΞΟΣ
4	1978	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
5	1978	ΕΛΕΥΣΙΝΑ
6	1978	ΕΛΛΗΝΙΚΟ
7	1978	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ
8	1978	ΘΗΡΑ
9	1978	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ
10	1978	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
11	1978	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
12	1978	ΚΕΡΚΥΡΑ
13	1978	ΚΟΖΑΝΗ
14	1978	ΚΥΘΗΡΑ
15	1978	ΛΑΜΙΑ
16	1978	ΛΑΡΙΣΑ
17	1978	ΛΗΜΝΟΣ - ΑΕΡ
18	1978	ΜΕΘΩΝΗ
19	1978	ΜΗΛΟΣ
20	1978	ΜΙΚΡΑ

Σχήμα 3.16: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 1 της ομάδας Δ (δείγμα).

Ερώτημα 2:

Ποιος είναι ο μήνας με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση για όλους τους ΜΣ της χώρας;

A). SELECT MS.Station_Name, MR.Month, MR.Year, MR.Rainfall
 FROM Meteo_Stations MS, Measurements_Rainfall MR
 WHERE MS.Code_Station = MR.Code_Station
 AND MR.Rainfall = (SELECT distinct MAX(MR1.Rainfall)
 FROM Measurements_Rainfall MR1
 WHERE MS.Code_Station = MR1.Code_Station)
 ORDER BY MS.Station_Name;

Το παραπάνω ερώτημα είναι μια περίπτωση όπου μέσα σε ένα ερώτημα (κύριο ερώτημα) είναι ‘φωλιασμένο’ ένα δεύτερο ερώτημα στο τμήμα της συνθήκης του κύριου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η απάντηση στο ‘φωλιασμένο’ ερώτημα είναι η τιμή της απολύτως μέγιστης τιμής για κάθε σταθμό του πίνακα Measurements_Rainfall, ενώ η χρήση της εντολής distinct πραγματοποιείται για την εξάλειψη τυχόν διπλότυπων εγγραφών. Σε περίπτωση που δεν υπήρχε το εμφωλευμένο ερώτημα τότε θα επέστρεφε όλες τις μέγιστες τιμές για κάθε μήνα για όλους τους σταθμούς (δηλ. 44 σταθμοί * 12 μήνες = 528 τιμές), αντί για 44 τιμές μόνο. Έτσι καλείται δύο φορές ο πίνακας Measurements_Rainfall, οπότε ενώνεται δύο φορές το κλειδί του πίνακα αυτού με αυτό του πίνακα Meteo_Stations.

Τα αποτελέσματα αυτού του ερωτήματος βρίσκονται στο παράρτημα Α.

Ερώτημα 3:

Ποιο είναι το έτος με τη α) μεγαλύτερη και β) μικρότερη βροχόπτωση για όλους τους ΜΣ της χώρας;

```
A). SELECT YR.Station_Name, YR.Year, YR.Year_Rainfall
FROM Year_Rainfall YR
WHERE YR.Year_Rainfall = (SELECT MAX(YR1.Year_Rainfall)
                        FROM Year_Rainfall YR1
                        WHERE YR1.Station_Name = YR.Station_Name)
ORDER BY YR.Station_Name;
```

Και αυτό το ερώτημα αποτελεί περίπτωση ένθετου ερωτήματος. Ωστόσο, επειδή το συνολικό ύψος βροχής για κάθε έτος έχει δεσμευτεί στην όψη Year_Rainfall θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί αυτή για την επίλυση αυτού του ερωτήματος, με όμοιο τρόπο με το προηγούμενο ερώτημα καλώντας δύο φορές τον ίδιο πίνακα (όψη).

Τα αποτελέσματα του παραπάνω ερωτήματος βρίσκονται στο παράρτημα Α.

```
B). SELECT YR.Station_Name, YR.Year, YR.Year_Rainfall
FROM Year_Rainfall YR
WHERE YR.Year_Rainfall = (SELECT MIN(YR1.Year_Rainfall)
                        FROM Year_Rainfall YR1
                        WHERE YR1.Station_Name = YR.Station_Name)
ORDER BY YR.Station_Name;
```

Τα αποτελέσματα του παραπάνω ερωτήματος βρίσκονται στο παράρτημα Α.

Ερώτημα 4:

Ποια είναι τα έτη με συνολικό ύψος βροχής κάτω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας στη γεωγραφική περιοχή της Δυτικής Ελλάδας;

```
SELECT DISTINCT YR.Year, MS.Station_Name
FROM Year_Rainfall YR, AVG_RAINFALL V, Meteo_Stations MS
WHERE YR.Year_Rainfall < V.AVG_Rainfall
AND YR.Station_Name = MS.Station_Name
AND YR.Station_Name = V.Station_Name
AND MS.Region = 'ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ'
ORDER BY YR.Year, MS.Station_Name;
```

Για την επίλυση κι εκτέλεση αυτού του ερωτήματος γίνεται σύγκριση μεταξύ τιμών των πεδίων του συνολικού ύψους βροχής κάθε έτους και του μέσου ετήσιου ύψους βροχής της 30ετίας, των όψεων Year_Rainfall YR και AVG_RAINFALL αντίστοιχα, ενώ η

πληροφορία της γεωγραφικής περιοχής (region) που υπάγονται κάποιοι σταθμοί λαμβάνεται από τον πίνακα των μετεωρολογικών σταθμών (Meteo_Stations) κι ενώνονται τα κλειδιά μεταξύ τους. Η χρήση της δεσμευμένης λέξης (keyword) της Oracle DISTINCT ενδεχομένως και να είναι περιττή, ωστόσο χρησιμοποιείται για να μην περιλαμβάνονται τυχόν διπλές εγγραφές.

Για αυτό το ερώτημα παρατίθεται ένα δείγμα των αποτελεσμάτων καθώς δεν παρουσιάζονται στο παράρτημα λόγω της πληθώρας των εγγραφών (138).

The screenshot shows a SQL query window with the following statement:

```

WHERE YR.Year_Rainfall < V.AVG_Rainfall
AND YR.Station_Name = MS.Station_Name
AND YR.Station_Name = V.Station_Name
AND MS.Region = 'ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ'
ORDER BY YR.Year, MS.Station_Name;

```

The results are displayed in a table with the following data:

YEAR	STATION_NAME
1983	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
1983	ΜΕΘΩΝΗ
1984	ΑΓΡΙΝΙΟ
1984	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ
1984	ΑΡΑΣΟΣ
1984	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
1984	ΑΡΤΑ
1984	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
1984	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
1984	ΚΕΡΚΥΡΑ
1984	ΠΥΡΓΟΣ
1985	ΑΡΑΣΟΣ
1985	ΑΡΤΑ
1985	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
1985	ΠΥΡΓΟΣ
1986	ΑΡΤΑ
1986	ΚΑΛΑΜΑΤΑ

Σχήμα 3.17: Αποτελέσματα τρεξίματος του ερωτήματος 4 της ομάδας Δ (δείγμα).

3.3 ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΟΠΟΙΗΣΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΣΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΤΟ

3.3.1. Εισαγωγή

Ο παγκόσμιος ιστός αποτελεί στις μέρες μας ένα ευρέως διαδεδομένο μέσο για τη δημοσιοποίηση χαρτών, η οποία πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους. Στην πιο απλή περίπτωση, η δημοσιοποίηση αφορά στατικούς χάρτες με περιορισμένη διαδραστικότητα. Ωστόσο, υπάρχουν και πιο σύνθετες αρχιτεκτονικές που αφορούν δημοσιοποίηση διαδραστικών χαρτών με εμπλουτισμένη λειτουργικότητα και μεγάλη ευελιξία. Στην περίπτωση αυτή η δημοσιοποίηση επιτυγχάνεται με την εισαγωγή εφαρμογών είτε στην πλευρά του εξυπηρετητή είτε στην πλευρά του πελάτη. Ο παγκόσμιος ιστός δημιουργήθηκε στο CERN (European Laboratory for Particle Physics) της Ελβετίας για τη διάχυση πληροφοριών μέσω του διαδικτύου στα τμήματα του ινστιτούτου. Ο παγκόσμιος ιστός προτείνει μια σειρά από νέα πρωτόκολλα για την

ανταλλαγή πληροφοριών, μεταξύ υπολογιστών που συνδέονται στο διαδίκτυο. Το 1994 οριστικοποιείται το πρωτόκολλο HTTP και η γλώσσα HTML κι έτσι ο παγκόσμιος ιστός παίρνει τη σημερινή του μορφή. Το πρωτόκολλο HTTP ορίζει τους κανόνες επικοινωνίας μεταξύ δύο H/Y σε μια αρχιτεκτονική πελάτη - εξυπηρετητή (client – server). Όταν δύο H/Y επικοινωνούν μεταξύ τους, ο ένας υποβάλλει αίτημα (στο ρόλο του πελάτη) με την εντολή GET του πρωτοκόλλου HTTP. Ο εξυπηρετητής που δέχεται το αίτημα, το αναγνωρίζει μέσω μιας εφαρμογής λογισμικού η οποία καλείται Web browser, έπειτα το επεξεργάζεται και στη συνέχεια ανταποκρίνεται ξανά μέσω του ίδιου λογισμικού, στον πελάτη με την εντολή PUT του πρωτοκόλλου HTTP. Παράλληλα, κατά την επικοινωνία δύο H/Y οι ρόλοι πελάτη-εξυπηρετητή ενδέχεται να εναλλάσσονται.

Το σύνολο των H/Y του διαδικτύου που επικοινωνούν κι ανταλλάσσουν πληροφορίες, βάσει του πρωτοκόλλου HTTP και της γλώσσας HTML, ορίζουν τον παγκόσμιο ιστό. Οπότε και ο παγκόσμιος ιστός αποτελεί ένα υποσύνολο του διαδικτύου. Καθώς η γλώσσα HTML (HyperText Markup Language) αποτελεί μια γλώσσα υπερκειμένων, που μορφοποιούνται στους φυλλομετρητές, ο παγκόσμιος ιστός πρακτικά είναι μια συλλογή από διασυνδεδεμένα κείμενα (υπερκείμενα), που είναι καταναμεμημένα στους H/Y σε ολόκληρο τον κόσμο και προσβάσιμα από παντού. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως οι H/Y που επικοινωνούν κι ανταλλάσσουν πληροφορίες στον παγκόσμιο ιστό μπορούν να βασίζονται σε διαφορετικές πλατφόρμες και λειτουργικά συστήματα (Apple, OS, Unix, Linux, MS Windows). Παρ' όλα αυτά οι πληροφορίες που ανταλλάσσονται είναι μορφοποιημένες σε κοινά αποδεκτές γλώσσες και μορφές (format) που μπορούν να οπτικοποιηθούν στους φυλλομετρητές (Web browsers) ή άλλα λογισμικά (π.χ. επεξεργαστές κειμένου, λογισμικά φύλλα κλπ), τα οποία διατίθενται σε εκδόσεις για όλα τα λειτουργικά συστήματα.

Οι φυλλομετρητές του Παγκόσμιου Ιστού, όπως για παράδειγμα οι MS Internet Explorer, Netscape, Mozilla FireFox, Google Chrome κ.ά. μπορούν άμεσα να οπτικοποιήσουν κείμενα HTML και αρχεία εικόνας GIF ή JPEG, ενώ με την εγκατάσταση λογισμικών τύπου plugin επεκτείνουν τις δυνατότητές τους και μπορούν να οπτικοποιήσουν κι άλλους τύπους αρχείων, όπως PDF, SVG, κ.ά.

Η γλώσσα XML (eXtensible Markup Language) αποτελεί σήμερα ένα ευρέως διαδεδομένο πρότυπο για την περιγραφή κι ανταλλαγή δεδομένων. Έχει αναπτυχθεί και συντηρείται από το W3C (World Wide Web Consortium), κι αποτελεί υποσύνολο ενός προτύπου κατά ISO (International Organization of Standards), της γλώσσας SGML (Standard Generalized Markup Language). Η επιτυχία της γλώσσας αυτής οφείλεται σε κάποια χαρακτηριστικά που είναι τα ακόλουθα και τα οποία αναλύονται παρακάτω: (α) είναι ανεξάρτητη από υλικό και λογισμικό, (β) διατίθενται δωρεάν, (γ) είναι αναγνώσιμη από τους χρήστες, (δ) είναι διαρκώς αναπτυσσόμενη, (ε) είναι επεκτάσιμη, και (στ) υποστηρίζεται από πληθώρα εφαρμογών και εργαλείων. Παράλληλα, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις χαρτογραφικές και γεωγραφικές εφαρμογές στον παγκόσμιο ιστό και κερδίζει συνεχώς έδαφος έναντι των άλλων προτύπων ανταλλαγής γεωγραφικών δεδομένων. Υπάρχουν πολλά ευρέως διαδεδομένα πρότυπα που βασίζονται στο πρότυπο της XML όπως οι γλώσσες GML (Geography Markup Language), SVG (Scalar Vector Graphics), KML (Keyhole Markup Language), RSS (Rich Site Summary), CML (Chemical Markup Language), X3D/VRML (Virtual Reality Markup Language) κ.ά.

Η χρήση της γλώσσας XML για τη δημιουργία και διαχείριση ψηφιακών δεδομένων επεκτείνεται συνεχώς, δεδομένου ότι μεταξύ των αναμφισβήτητων πλεονεκτημάτων της περιλαμβάνονται: η ευκολία στην ανταλλαγή δεδομένων και η αναγνωρισιμότητα και η υποστήριξη από τα σύγχρονα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ). Για την περιγραφή, διαχείριση και ανταλλαγή χωρικών/χαρτογραφικών δεδομένων έχει αναπτυχθεί μια γλώσσα που ακολουθεί το πρότυπο της XML, η GML (Geometry Markup Language), η οποία μπορεί να περιγράψει χωρικά/χαρτογραφικά δεδομένα, ενώ μπορεί εύκολα να επεκταθεί και να συμπληρωθεί.

Το Open GIS Consortium δημοσίευσε τη δεύτερη έκδοση της Geography Markup Language (GML 2.0), θέτοντας τα θεμέλια για την ανάπτυξη ενός Γεωχωρικού World Wide Web. Η GML είναι βασισμένη στο πρότυπο κωδικοποίησης XML για γεωγραφικές πληροφορίες που αναπτύχθηκε από το OGC και συντηρείται από τις ομάδες προγραμματιστών των μεγάλων εμπορικών πακέτων GIS και συστημάτων βάσεων δεδομένων. Παράλληλα, κληρονομεί όλα τα πλεονεκτήματα της γλώσσας XML.

Η γλώσσα GML βασίζεται στο μοντέλο περιγραφής του γεωγραφικού χώρου (abstract model of geography) που υιοθετεί το OGC. Σύμφωνα, λοιπόν με το μοντέλο αυτό, ο μικρόκοσμος της εκάστοτε εφαρμογής συντίθεται από οντότητες που καλούνται features. Κάθε οντότητα περιγράφεται από μια λίστα γνωρισμάτων (properties) και γεωμετριών (geometries).

Τα γνωρίσματα αφορούν στο όνομα (name), τον τύπο (type), την τιμή (value) και την περιγραφή (description) της οντότητας. Οι γεωμετρίες συντίθενται από απλά γεωμετρικά στοιχεία (geometry building blocks), όπως σημεία (points), γραμμές (lines), καμπύλες (curves), επιφάνειες (surfaces) και πολύγωνα (polygons). Στις αρχικές εκδόσεις οι γεωμετρίες ήταν δυσδιάστατες. Η τελευταία έκδοση υποστηρίζει τρισδιάστατες γεωμετρίες, καθώς και τοπολογικές σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων.

Γενικά, η GML παρέχει μια σειρά από αντικείμενα (gml objects) για την περιγραφή: των γεωγραφικών οντοτήτων (features), των συστημάτων συντεταγμένων κι αναφοράς (coordinate reference systems – CRS), της γεωμετρίας και της τοπολογίας (geometry/topology), του χρόνου (time), των μονάδων μέτρησης (units of measure) και των συμβόλων οπτικοποίησης (styles).

Οι γεωγραφικές οντότητες έχουν σαν υποκλάσεις (sub-types) τα θεματικά επίπεδα (coverages) και την παρατήρηση (observation). Ένα θεματικό επίπεδο φιλοξενεί μια συλλογή από οντότητες με κοινά γνωρίσματα. Μια παρατήρηση μοντελοποιεί την πράξη της παρατήρησης και ειδικότερα το χρόνο που έγινε αυτή και την τιμή της. Ένα σύστημα αναφοράς (reference system) παρέχει μια κλίμακα μέτρησης για την ανάθεση τιμών σε τοποθεσίες, χρόνους κλπ. Ένα σύστημα αναφοράς συντεταγμένων (CRS) αναφέρεται σε ένα γεωδαιτικό datum, το οποίο ορίζει το μέγεθος, το σχήμα της γης και το σύστημα συντεταγμένων (αφετηρία, άξονες, μονάδα μέτρησης). Ένα σύστημα αναφοράς χρόνου (temporal reference system) παρέχει τις μονάδες μέτρησης του χρόνου και την περιγραφή του χρονικού μήκους ή διάρκειας. Στην GML ακολουθώντας το πρότυπο ISO 8601, χρησιμοποιείται το γρηγοριανό ημερολόγιο (Gregorian Calendar with UTC) σαν προκαθορισμένο (default) σύστημα αναφοράς χρόνου.

Η γλώσσα GML έχει ως σκοπό να προωθήσει τη διαλειτουργικότητα των γεωχωρικών εφαρμογών παρέχοντας μια μέθοδο αποθήκευσης, ανταλλαγής κι

αναπαράστασης γεωγραφικών δεδομένων με ένα ανοιχτό, εύκαμπτο κι επεκτάσιμο τρόπο, ανεξάρτητο πλατφόρμας και προμηθευτή. Ένα κείμενο GML μπορεί να δημιουργηθεί είτε με το χέρι, είτε σε έναν κειμενογράφο (π.χ. MS notepad) ή σε έναν επεξεργαστή κειμένων XML. Επειδή η παραπάνω διαδικασία είναι ιδιαίτερος επίπονη, συνήθως η δημιουργία ενός κειμένου GML επιτυγχάνεται με τη χρήση αυτοματοποιημένων εργαλείων (προγράμματα), τα οποία μετατρέπουν υφιστάμενα αρχεία γεω-χωρικών δεδομένων άλλων μορφών (π.χ. shapefiles) σε μορφή GML. Πιο συγκεκριμένα, τα περισσότερα πακέτα λογισμικού GIS παρέχουν εργαλεία εξαγωγής κι αποθήκευσης των γεωγραφικών δεδομένων σε μορφή GML. Τα συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων με χωρικές (γεωγραφικές) επεκτάσεις (όπως η Oracle και η PostGIS), επίσης διαθέτουν εργαλεία (συναρτήσεις) αποθήκευσης γεω-χωρικών δεδομένων σε μορφή GML. Για παράδειγμα, η Oracle διαθέτει τη συνάρτηση SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY, η οποία μετατρέπει μια γεωμετρική οντότητα της βάσης σε τμήμα κειμένου GML που είναι συμβατό με τις προδιαγραφές του OGC.

Στο σημείο αυτό, είναι σημαντικό να γίνουν ορισμένες σαφείς διακρίσεις μεταξύ γεωγραφικών δεδομένων (που κωδικοποιούνται στην GML) και γραφικής ερμηνείας των δεδομένων όπως αυτά απεικονίζονται σε έναν χάρτη ή άλλης μορφής απόδοση. Τα γεωγραφικά δεδομένα είναι ανεξάρτητα από οποιαδήποτε συγκεκριμένη οπτικοποίηση (visualisation). Η ψηφιακή καταγραφή των χωρικών δεδομένων συνίσταται στη λήψη και οργάνωση των γεωμετρικών και περιγραφικών τους χαρακτηριστικών και είναι ανεξάρτητη από τον τρόπο με τον οποίο αποδίδονται ή συμβολίζονται. Με τον ίδιο τρόπο που η XML βοηθά να χωρίσει σαφώς το περιεχόμενο από την παρουσίαση μιας ιστοσελίδας, έτσι και η GML λειτουργεί στο χώρο της γεωγραφικών εφαρμογών και της χαρτογραφικής τους απόδοσης. Η XML αποτελεί μια μετα-γλώσσα που χρησιμοποιείται για την περιγραφή markup γλωσσών με στόχο την κωδικοποίηση δεδομένων σε κείμενο. Η GML ασχολείται με την αναπαράσταση του γεωγραφικού περιεχομένου των δεδομένων και συμβάλλει στη δημιουργία χαρτών. Για να συντεθεί ή να αποδοθεί ένας χάρτης μέσω της GML σε περιβάλλον διαδικτύου, απαιτείται η διαμόρφωση – ορισμός των GML στοιχείων σε μια μορφή η οποία να μπορεί να αποδοθεί σε έναν Web browser. Συνοψίζοντας, από τη στιγμή που η γλώσσα GML βασίζεται στην XML, αναπαριστά αποκλειστικά το περιεχόμενο των δεδομένων, ενώ δεν σχετίζεται καθόλου με τον τρόπο παρουσιάσής τους.

3.3.2. Από την HTML στην XML και την GML

Η GML 2.0 στηρίζεται στον εξελισσόμενο κόσμο της τεχνολογίας XML, μιας τεχνολογίας που έχει επηρεάσει σχεδόν κάθε τομέα επεξεργασίας της πληροφορίας. Η XML αποτελεί ένα σαφώς ορισμένο τρόπο για δόμηση, περιγραφή και ανταλλαγή δεδομένων. Η XML όπως και η HTML είναι βασισμένη σε απλό κείμενο και ως εκ τούτου μπορεί εύκολα να διαβαστεί και να γίνει κατανοητή από τον άνθρωπο. Με αυτό το δεδομένο, η XML μπορεί να συνδυάσει μια ευρεία ποικιλία ειδών δεδομένων συμπεριλαμβανομένου του κειμένου, των γραφικών, του ήχου, της φωνής κ.λπ. Αυτό σημαίνει ότι τα γεωγραφικά δεδομένα μπορούν να ενσωματωθούν μέσα σε ένα ευρύ φάσμα μη – γεωγραφικών ειδών δεδομένων, και να ενισχύσουν με τον τρόπο αυτό τη δυνατότητα πρόσβασης στη χωρική πληροφορία.

Η τεχνολογία XML έχει εξελιχθεί σε βαθμό ώστε να υπερβαίνει τους περιορισμούς της HTML. Παρά την ιδιαίτερη επιτυχία της, η HTML και το World Wide Web δε στερούνται ατελειών. Η HTML αναμειγνύει το περιεχόμενο και την παρουσίαση, ενώ η XML χωρίζει αυστηρά αυτά τα δύο. Το πρότυπο κωδικοποίησης XML ασχολείται μόνο με τη δομή των δεδομένων. Αυτό το απλό γεγονός την καθιστά ένα γενικό εργαλείο περιγραφής κάθε μορφής δεδομένων. Η GML επεκτείνοντας τη θεμελιώδη αυτήν ιδέα, εξειδικεύεται στην περιγραφή του γεωγραφικού περιεχομένου και τη διαμόρφωση της απόδοσης. Η HTML παρέχει μια απλή μορφή σύνδεσης μιας ιστοσελίδας με μια άλλη. Αυτός ο μηχανισμός σύνδεσης είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του Διαδικτύου. Η σύνδεση εδραιώνεται μέσω μιας άγκυρας (anchor) ή ενός σελιδοδείκτη (bookmark) που ενσωματώνεται στη σελίδα της πηγής. Πρέπει να σημειωθεί ότι μια τέτοια σύνδεση συνδέει μόνο δύο πόρους (resources) και υλοποιείται σε μια κατεύθυνση (source to target). Επισημαίνεται ότι η σύνδεση μέσω της HTML είναι ένας ‘χονδροειδής’ μηχανισμός καθόσον επιτρέπει σε κάποιον να ‘δείξει’ μόνο προς ‘πλήρεις’ ιστοσελίδες και μόνο σε συγκεκριμένα σημεία σε εκείνες τις ιστοσελίδες.

Αντίθετα η XML παρέχει ένα μηχανισμό σύνδεσης πολλαπλών πόρων μέσα από ένα σύνθετο σύνδεσμο. Οι συνδέσεις XML μπορούν επίσης να προσπελασθούν και από τις δύο κατευθύνσεις, επιτρέπει δε την κατασκευή ‘εκλεπτυσμένων’ (fine-grained) συνδέσμων. Εκεί όπου η HTML σύνδεση υποστηρίζει μόνο σύνδεση ιστοσελίδων, η XML μπορεί να συνδέσει ανεξάρτητα XML στοιχεία ή ακόμα και τμήματα στοιχείων. Αυτό έχει βαθιές επιπτώσεις στη δυνατότητα της GML να κατασκευάσει συνδέσμους μεταξύ χωρικών οντοτήτων. Οι λόγοι, επομένως, χρησιμοποίησης της XML είναι τόσοι, όσες και οι διαφορετικές μορφές δεδομένων που υπάρχουν και χαρακτηρίζεται από ορισμένες ιδιότητες καθολικού χαρακτήρα για το σύνολο των εφαρμογών:

- **Η XML είναι εύκολα αναγνώσιμη από ανθρώπους και μηχανές.**

Έως πρόσφατα, τα περισσότερα formats αποθήκευσης δεδομένων ήταν είτε κατάλληλα για ερμηνεία από προγράμματα λογισμικού (π.χ. dBase, GIF, κλπ.), είτε αναγνώσιμα από τον άνθρωπο (κείμενο ή αρχεία CSV) – αλλά όχι και τα δύο ταυτόχρονα. Η XML ορίζει ένα σύνολο κανόνων που καθιστούν τη μετάφραση από το σύστημα πολύ απλή, ικανοποιώντας με τον τρόπο αυτό και τις δύο ανάγκες, επειδή τα κωδικοποιημένα σε XML έγγραφα παραμένουν βασισμένα στο κείμενο και μπορούν εύκολα να διαχειριστούν από τον άνθρωπο. Η ευρεία χρήση του διαδικτύου επίσης απαιτεί οι τεχνολογίες να είναι επεκτάσιμες και κατανοητές.

- **Η XML είναι αντικειμενοστρεφής**

Ενώ το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων είναι ιδιαίτερα επιτυχές για την επεξεργασία πινάκων, ο χειρισμός άλλων ειδών δεδομένων, όπως το hypertext (δηλ. κείμενο με hyperlinks), δεδομένων πολυμέσων, γραφικών, μαθηματικών ή χημικών τύπων και ιεραρχικής πληροφορίας, δεν είναι τόσο ακριβής. Η XML είναι αντικειμενοστρεφής με την έννοια ότι είναι κατάλληλη να περιγράψει αντικείμενα του πραγματικού κόσμου ή οποιουδήποτε πεδίου ενός γενικευμένου προβλήματος, διαμορφώνοντας τις ιδιότητες όπως αυτές είναι, αντί να επιβάλει μια κανονικοποιημένη επανασύνδεση σε διάφορους πίνακες συνδεδεμένους μεταξύ τους με σχέσεις. Αυτό καθιστά τα αρχεία XML κατανοητά και ως εκ τούτου μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για σχεδιασμό και υλοποίηση εφαρμογών βασισμένων στην XML.

- **Η XML υιοθετείται ευρέως από τη βιομηχανία του λογισμικού**

Η XML είναι ενσωματωμένη στους browsers των υπολογιστών. Αποτελεί τη ‘lingua franca’ στο πλαίσιο ανάπτυξης του ηλεκτρονικού εμπορίου, ενδυναμώνοντας την παραγωγή χιλιάδων δικτυακών τόπων. Ένας βασικός παράγοντας στην επιτυχία του διαδικτύου ήταν η ευρεία υιοθέτηση του πρωτοκόλλου TCP/IP. Αυτό οδήγησε σε τεράστιους όγκους πωλήσεων και συνεπώς στη συνεχή μείωση των τιμών των components που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα. Η τεχνολογία XML είναι σήμερα εξαιρετικά διαδεδομένη και υιοθετείται από τη βιομηχανία του λογισμικού, γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερους όγκους και χαμηλότερες τιμές όσον αφορά components (συστατικά μέρη) λογισμικού.

- **Η XML έχει γενικό χαρακτήρα**

Ένα άλλο ευρέως υιοθετημένο πρότυπο δεδομένων είχε στο παρελθόν ανάλογη επιτυχία, το πρότυπο ASCII (American Standard Code for Information Interchange), ο πρότυπος κώδικας για ανταλλαγή πληροφοριών. Το ASCII περιορίστηκε σε ένα ορισμένο αλφάβητο και σύστημα γραφής, με αποτέλεσμα να μην επιτρέπεται διαφορετικοί τύποι υπολογιστών και λειτουργικών συστημάτων να ανταλλάσσουν δεδομένα χωρίς περιορισμούς. Με την υιοθέτηση του Unicode 1.0 και της εξέλιξης του, η ιδέα του ASCII επεκτάθηκε για να καλύψει όλες τις γλώσσες και τα συστήματα γραφής που υπήρχαν. Σήμερα, θεωρείται δεδομένο ότι τα συστήματα διαβάζουν και επεξεργάζονται αρχεία κειμένου βασισμένα στο ASCII ή στο Unicode. Η XML βελτιώνει την προσέγγιση αυτή ακόμη περισσότερο, στηριζόμενη στο Unicode και καθορίζει ένα γενικό τρόπο περιγραφής δομημένων δεδομένων για όλους τους πιθανούς διαφορετικούς σκοπούς. Το σύνολο των αρχείων XML είναι εξ’ορισμού βασισμένα στο Unicode και μπορούν να αποθηκευτούν σε μαγνητικούς δίσκους ή να διαβιβαστούν μέσω δικτύου με διαφορετικές ‘κωδικοποιήσεις’ όπως είναι το ISO – 8859 – 1 ή το UTF – 8. Γι’αυτό συχνά αποκαλείται η XML ως ‘το ASCII του μέλλοντος’.

3.3.3. Προδιαγραφές του προτύπου GML

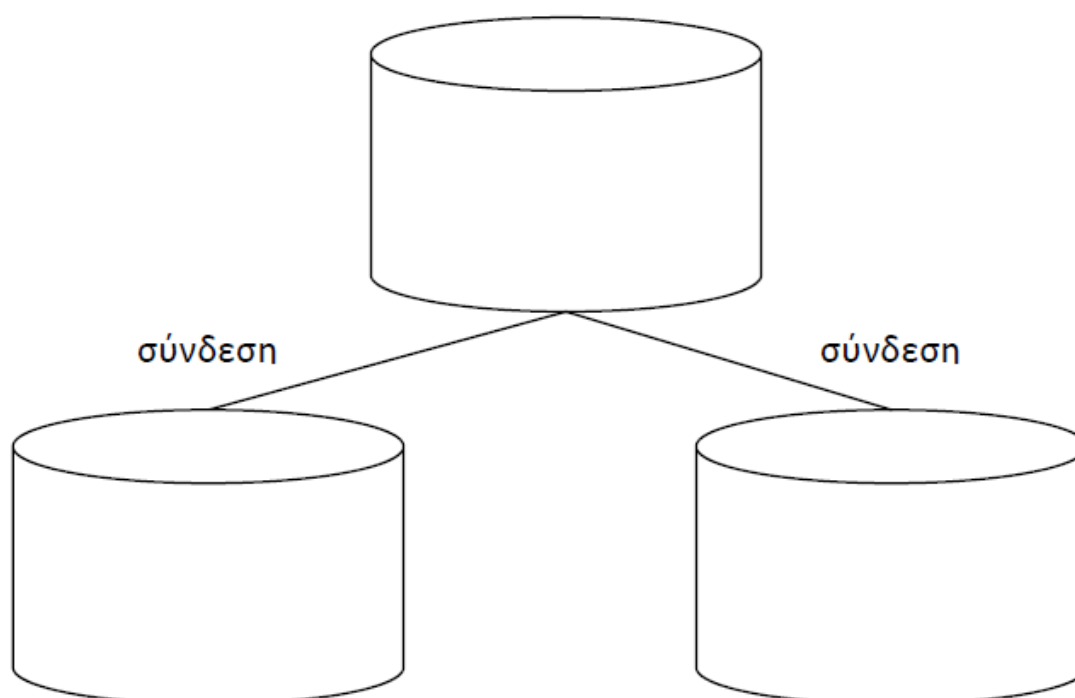
Σχετικά με την περιγραφή των σημαντικότερων χαρακτηριστικών της GML 2.0 για την κωδικοποίηση γεωγραφικής πληροφορίας, θα πρέπει να τονισθεί ότι η GML έως τώρα σχετίζεται με την XML κωδικοποίηση των θεωρημένων απλών αντικειμένων, τα οποία ορίζονται από το Open GIS Consortium ως δισδιάστατα αντικείμενα που αναπαριστούν φαινόμενα του πραγματικού κόσμου.

Η GML 2.0 είναι βασισμένη εξ’ολοκλήρου στο ‘Σχήμα’ XML. Ο όρος ‘Σχήμα’ όπως αναφέρεται στην XML, έχει την έννοια της ύπαρξης ενός αρχείου διάταξης. Η υιοθέτηση του ‘Σχήματος XML’ (XSD – XML Schema Definition) αποτελεί μια σημαντική πρόοδο για το λόγο ότι το ‘Σχήμα XML’ έχει ωριμάσει και έχει ενσωματώσει την υποστήριξη για την κληρονομικότητα των ειδών, την ενοποίηση καταμεμημένων σχημάτων και χώρους ονομάτων (namespaces). Επιπλέον, υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία εργαλείων και κωδικοποιητών / αποκωδικοποιητών που στηρίζουν το ‘XML Σχήμα’ και αναμένονται ακόμη περισσότεροι στο εγγύς μέλλον. Η ολοκλήρωση της τελευταίας έκδοσης GML ολοκληρώθηκε στις αρχές του 2003 και είναι λοιπόν σε θέση να μοντελοποιήσει σύνθετα γεωμετρικά σχήματα, θεματικές πληροφορίες, τοπολογικές σχέσεις, χωρο-χρονικά δεδομένα, κ.ά. Η χρήση XML schemes συμβάλει

στον καθορισμό της δομής και των χαρακτηριστικών των αρχείων GML. Τα XML schemes παρέχουν μεγάλο αριθμό τύπων δεδομένων και βοηθούν στη δημιουργία πολύπλοκων τύπων, χαρακτηριστικών και πινάκων GML. Όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως προδιαγράφονται σε τρία βασικά σχήματα. Τρία είναι τα βασικά XML σχήματα που παρέχονται από την GML: το `feature.xsd` που καθορίζει το μοντέλο ιδιοτήτων και την περιγραφή γενικών χαρακτηριστικών της γεωγραφικής οντότητας (π.χ. ID, name, description), το `geometry.xsd` που περιγράφει τα στοιχεία γεωμετρίας, και το `xlinks.xsd` που παρέχει τις XLink ιδιότητες που χρησιμοποιούνται για να εφαρμοστεί η λειτουργία της σύνδεσης των αντικειμένων μεταξύ τους. Τα τρία αυτά βασικά σχήματα εγγράφων παρέχουν τις δομές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ένα σχήμα εφαρμογής. Το σχήμα εφαρμογής δηλώνει τις γεωγραφικές οντότητες και τις ιδιότητες που καλύπτουν τις ανάγκες μίας συγκεκριμένης περιοχής ενδιαφέροντος, χρησιμοποιώντας λειτουργικά στοιχεία της GML. Αυτό αφορά τον ορισμό νέων ειδών τα οποία είτε έχουν ορισθεί ήδη μέσα στα GML σχήματα, είτε έχουν προέλθει άμεσα από την επέκταση υπαρχόντων ειδών που έχουν οριστεί στα σχήματα αυτά. Τα βασικά GML σχήματα παρέχουν ένα μετα – σχήμα, ή ένα θεμελιώδες σύνολο κλάσεων, από τις οποίες μπορεί να κατασκευαστεί ένα σχήμα εφαρμογής. Τα ορισμένα από τον χρήστη σχήματα εφαρμογής μπορούν να δηλώσουν στοιχεία ή/και να καθορίσουν είδη για να ονομάσουν και να διακρίνουν τις γεωγραφικές οντότητες και τις συλλογές γεωγραφικών οντοτήτων μεταξύ τους.

Σχετικά με τις δυνατότητες του XLink στο παρελθόν, ορισμένα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) παρείχαν υποστήριξη σχέσεων μεταξύ οντοτήτων αλλά η εκφραστική τους ικανότητα ήταν περιορισμένη και δεν ικανοποιούσαν σχέσεις που κατανέμονται στο Διαδίκτυο. Η GML 2.0 χρησιμοποιεί τις προδιαγραφές του XLink του XPointer για να εκφράσει σχέσεις μεταξύ χωρικών οντοτήτων. Αυτό σημαίνει ότι, τέτοιες σχέσεις μπορούν να εκφραστούν μεταξύ οντοτήτων στην ίδια βάση δεδομένων ή μεταξύ οντοτήτων σε περιβάλλον διαδικτύου. Επιπλέον, η GML 2.0 επιτρέπει να δομηθούν σχέσεις μεταξύ GML στοιχείων σε διαφορετικές βάσεις δεδομένων χωρίς οποιαδήποτε τροποποίηση των συμμετεχουσών βάσεων δεδομένων. Για να εδραιωθεί μια σχέση απαιτείται μία απλή πρόσβαση τύπου read.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται χώροι αποθήκευσης GML δεδομένων: μια από αυτές είναι μια βάση δεδομένων GML οδικών καθώς και μια βάση δεδομένων GML οντοτήτων με γέφυρες. Αυτές οι δύο βάσεις δεδομένων υποτίθεται ότι έχουν αναπτυχθεί και διατηρούνται από διαφορετικούς οργανισμούς και είναι φυσικά διαχωρισμένες. Η τρίτη βάση δεδομένων, αυτή των διασταυρώσεων γεφυρών, είναι ουσιαστικά μια βάση δεδομένων από συνδέσεις, που ορίζουν συνδέσμους μεταξύ των γεφυρών και των δρόμων που τις διασχίζουν. Σχέσεις στην GML 2.0 μπορούν οι ίδιες να αντιμετωπιστούν ως GML οντότητες και ως εκ τούτου να μπορούν να έχουν τις δικές τους ιδιότητες επιπλέον μεταξύ ξεχωριστών οντοτήτων. Ενώ η GML 2.0 μπορεί εύκολα να εκφράσει τις απλές δυαδικές σχέσεις χρησιμοποιώντας ευθύγραμμες κωδικοποιήσεις, μπορεί επίσης να εκφράσει σύνθετες σχέσεις που περιλαμβάνουν πολλαπλές κατανεμημένες πηγές. Όσον αφορά τα namespaces (χώροι ονομάτων), αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν διαφορετικά λεξιλόγια ή οικογένειες ειδών οντοτήτων. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κληρονομικότητα των ειδών και η υποστήριξη κατανεμημένων σχημάτων για να δομηθούν οικογένειες ειδών οντοτήτων, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί, χωρίς ενδεχόμενο για τυχόν συγκρούσεις στα ονόματα των ειδών των οντοτήτων.



Σχήμα 3.18: Η GML 2.0 υποστηρίζει κατανεμημένες σχέσεις μεταξύ οντοτήτων.

Δεδομένου ότι η GML είναι μια εφαρμογή της XML, μπορεί να οριστεί εύκολα σε ποικίλα format παρουσίασης συμπεριλαμβανομένων γραφικών vector και raster, κειμένου, ήχου και φωνής. Η παραγωγή γραφικών όπως είναι οι χάρτες είναι μια από τις πιο συνηθισμένες εφαρμογές της GML και αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ποικίλους τρόπους συμπεριλαμβανομένης της άμεσης απόδοσης από γραφικά applets ή του προσδιορισμού με την XML τεχνολογία γραφικών (π.χ. SVG ή X3D). Πρέπει να σημειωθεί ότι η GML δεν εξαρτάται από οποιαδήποτε συγκεκριμένη προδιαγραφή XML γραφικών.

Σε αυτό το σημείο επισημαίνεται ότι ενώ η HTML είναι σημαντική για την ανάπτυξη του Διαδικτύου ως μια συλλογή διασυνδεδεμένων ιστοσελίδων, η GML 2.0 θα κάνει δυνατή την ανάπτυξη ενός 'Γεω-χωρικού Διαδικτύου' ως συλλογή διασυνδεδεμένων γεωχωρικών οντοτήτων.

3.3.4. Πλεονεκτήματα της GML

Η GML είναι επεκτάσιμη (extensible) και βασισμένη στην XML, γεγονός το οποίο την καθιστά εύκολη στο χειρισμό, τη μετατροπή και την προσθήκη δεδομένων στο περιεχόμενό της. Η προσέγγιση αυτή αποτελεί σημαντική εξέλιξη στο χώρο των GIS και ιδιαίτερα των δικτυακών ΣΓΠ για τους ακόλουθους λόγους:

- **Παράγονται χάρτες καλύτερης ποιότητας**

Η GML κωδικοποιεί πληροφορίες για γεωγραφικές οντότητες ή αντικείμενα, οι οποίες μπορούν να παρουσιαστούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ανάλυσης. Κατά συνέπεια, οι χάρτες που παράγονται μέσω της GML εμφανίζονται ευκρινείς και ευανάγνωστοι. Οι χάρτες μπορούν επίσης να αποθηκευτούν τοπικά ως αρχεία, να σταλούν ως μήνυμα μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή να τυπωθούν.

- **Η GML εντάσσεται στο περιβάλλον του browser χωρίς πρόσθετο**

Όταν ένα αρχείο GML παραλαμβάνεται από τον χρήστη, μετατρέπεται σε ένα σύνολο σχεδιαστικών αντικειμένων και αποδίδεται ως χάρτης στον φυλλομετρητή. Συνήθως, ως γλώσσα σχεδίασης των αντικειμένων, χρησιμοποιείται η Scalable Vector Graphics (SVG). Εφόσον ο φυλλομετρητής υποστηρίζει διανυσματικά γραφικά, ο χάρτης μπορεί να εμφανιστεί χωρίς οποιοδήποτε πρόσθετο λογισμικό.

- **Διαμόρφωση του τρόπου σχεδίασης των χαρτών (map styling)**

Η GML καλύπτει μόνο το ‘περιεχόμενο’ του χάρτη (π.χ. τις γεωγραφικές οντότητες, τη γεωμετρία τους, το είδος και τις ιδιότητες τους), ωστόσο δεν παρέχει πληροφορίες για το πως τα χαρτογραφικά δεδομένα θα πρέπει να εμφανιστούν. Αυτό είναι ουσιαστικό όφελος επειδή οι χρήστες μπορούν να εμφανίσουν όπως επιθυμούν γεωγραφικά δεδομένα εφαρμόζοντας διαφορετικά ‘stylesheets’. Η επιλογή του stylesheet μπορεί να γίνει αυτόματα, ή να διατεθούν στους χρήστες επιλογές stylesheet που μπορούν αυτοί να χρησιμοποιήσουν.

- **Σύνθεση χαρτών που μπορούν να διορθωθούν (editable maps)**

Η εισαγωγή σχολίων σε χάρτες που βασίζονται σε GML και έχουν μεταφερθεί και αποδοθεί σε έναν browser είναι αρκετά απλή. Αφού γίνει η μετατροπή από GML σε SVG, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει γραφικά εργαλεία για να προσθέσει κείμενο – οποιασδήποτε γραμματοσειράς, μεγέθους και χρώματος – να επισημάνει γεωγραφικές οντότητες και να σχεδιάσει οποιοδήποτε σχήμα πάνω στον χάρτη. Ο χάρτης έπειτα θεωρείται αρχείο, το οποίο μπορεί να σταλεί ως μήνυμα μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή να εκτυπωθεί.

- **Δυνατότητες διασύνδεσης**

Ένα από τα οφέλη της GML είναι ότι μπορεί να ενσωματώσει συνδέσεις (links) που αναφέρονται σε γεωγραφικές οντότητες. Οι συνδέσεις αυτές μπορούν να είναι απλές URL διευθύνσεις, ή πιο περίπλοκες. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να συνδεθεί οποιαδήποτε Web διεύθυνση με μια γεωγραφική οντότητα. Όταν ένας χρήστης επιλέγει μια γεωγραφική οντότητα, μεταφέρεται στη συγκεκριμένη διεύθυνση. Αυτή η δυνατότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διατυπωθεί μια ερώτηση σχετική με τη γεωγραφική οντότητα ή για να μεταφέρει τον χρήστη σε μια νέα ιστοσελίδα.

- **Καλύτερη δυνατότητα αναζήτησης**

Πολλές φορές οι χρήστες θέλουν να είναι σε θέση καθώς επιλέγουν μια γεωγραφική οντότητα σε ένα χάρτη, να μάθουν περισσότερα για αυτήν. Για τους χάρτες τύπου GIF/JPG αυτό είτε δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί, είτε ο μηχανισμός αναζήτησης είναι αρκετά δύσκολος και περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της θέσης του εικονοστοιχείου

(pixel), τη μετατροπή σε γεωγραφικές συντεταγμένες και την έρευνα της απαιτούμενης οντότητας.

Η περιορισμένη ανάλυση του εικονοστοιχείου (pixel resolution) και οι 'ιδιαιτερότητες' των διαφορετικών browsers περιορίζουν συχνά την ακρίβεια αυτής της μεθόδου, που σημαίνει ότι ο χρήστης συνήθως δεν παίρνει πληροφορίες για την οντότητα που έχει επιλέξει. Αυτό το πρόβλημα δεν υφίσταται για τις γεωγραφικές οντότητες που βασίζονται σε GML. Όταν επιλέγεται μια οντότητα, προσδιορίζεται πάντοτε σαφώς αυτή και μόνο. Παράλληλα, με την ευκολία να <<ανοίγουν και να κλείνουν>> τα διαφορετικά θέματα (themes) γεωγραφικών οντοτήτων, είναι εύκολο να προσδιοριστούν γεωγραφικές οντότητες μέσα σε άλλες οντότητες.

- **Έλεγχος του περιεχομένου**

Επειδή η GML βασίζεται σε γεωγραφικές οντότητες, μπορεί να παρέχει μια λειτουργία επιλογής μέσω της οποίας επιτρέπεται στους χρήστες να μεταμορφώσουν μόνο τα είδη των γεωγραφικών οντοτήτων που θέλουν να εμφανίσουν σε χάρτες. Παράλληλα, το περιεχόμενο του χάρτη μπορεί να ελεγχθεί αφότου οι γεωγραφικές πληροφορίες έχουν παραδοθεί στον Web browser του χρήστη.

- **Κινούμενες γεωγραφικές οντότητες**

Αντικείμενα και γεωγραφικές οντότητες που μεταβάλλουν θέση στη διάρκεια του χρόνου, μπορούν να προσαρμοστούν σε GML, και να αποδοθούν ως κινούμενα γραφικά χρησιμοποιώντας την SVG⁴. Για παράδειγμα, εάν κάποιος επιθυμεί να παρουσιάσει την πορεία ενός αεροσκάφους, τότε οι θέσεις του σε διαφορετικές χρονικές στιγμές μπορούν να καταγραφούν σε GML ως ξεχωριστές γεωγραφικές οντότητες. Παράλληλα, η GML δίνει τη δυνατότητα καθορισμού της θέσης ενός αντικειμένου αλγοριθμικά. Στο αρχείο GML, έχοντας μια γεωγραφική οντότητα που αντιπροσωπεύει διαρροή πετρελαίου, θα μπορούσε κανείς να περιλάβει έναν αλγόριθμο διασποράς ως ιδιότητα αυτής της γεωγραφικής οντότητας.

- **Ανεξαρτησία περιβάλλοντος**

Η GML είναι ένα γεωγραφικό format ελεύθερης διάθεσης, το οποίο μπορεί να κωδικοποιεί τα περισσότερα είδη γεωγραφικών πληροφοριών. Με τη μορφή αυτή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γενικό format ανταλλαγής χωρικών δεδομένων. Στην πραγματικότητα, τα GML γεωγραφικά δεδομένα μπορούν να σταλούν σε οποιαδήποτε συσκευή διαθέτει ένα XML περιβάλλον διεπαφής (interface). Έτσι, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η GML για να σταλούν γεωγραφικά δεδομένα από ένα σύστημα GIS σε ένα άλλο ή να εμφανιστούν σε ένα κινητό τηλέφωνο νέας γενιάς ή σε έναν υπολογιστή χειρός.

Πέρα από τα αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα που προσφέρει η GML, υπάρχουν θέματα στα οποία προς το παρόν δεν έχει δώσει λύσεις. Για παράδειγμα, η 2^η έκδοση της GML δεν παρέχει τη δυνατότητα έκφρασης τοπολογικών σχέσεων. Επιβάλλεται να εισαχθούν νέες κλάσεις γεωμετρίας για την πληρέστερη περιγραφή των γεωχωρικών οντοτήτων. Δεν υπάρχει επίσης υποστήριξη για ιστορικά και χρονικά ίχνη (stamps)

4 Η Scalable Vector Graphics (SVG) είναι μια XML γλώσσα – πρότυπο που έχει αναπτυχθεί από το W3C με σκοπό την κωδικοποίηση και ανταλλαγή γραφικών στο Διαδίκτυο.

οντοτήτων, μονάδες μέτρησης, μεταδεδομένα και coverages. Ωστόσο, με την 3^η έκδοση της GML αυτά τα προβλήματα αναμένεται να ξεπεραστούν.

3.3.5. Παραγωγή χάρτη μέσω της GML

Η διαδικασία παραγωγής χάρτη μέσω της GML συντελείται σε δύο ξεχωριστά στάδια. Το πρώτο αφορά την κωδικοποίηση δεδομένων σε format GML από μια βάση χωρικών δεδομένων, ώστε να είναι σε θέση το γεωγραφικό περιεχόμενο να μεταφέρεται μεταξύ διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων. Το δεύτερο στάδιο σχετίζεται με τη διαμόρφωση – ορισμό του GML γεωγραφικού περιεχομένου και το μετασχηματισμό της γεωμετρίας των GML δεδομένων στο μέσο απόδοσης.

Η GML αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο στο χώρο των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών η οποία επρόκειτο να συμβάλει στην ευκολότερη και αποδοτικότερη αξιοποίηση βάσεων γεωγραφικών δεδομένων. Το όφελος που αναμένεται να προκύψει είναι η πλήρης αξιοποίηση τους σε εφαρμογές που ξεπερνούν τα όρια της χαρτογραφίας στην παραδοσιακή της μορφή. Ήδη σημαντικοί προμηθευτές χωρικών βάσεων δεδομένων διαμορφώνουν με τέτοιο τρόπο τα συστήματα διαχείρισης των προϊόντων τους, ώστε το αποτέλεσμα μιας αναζήτησης στη βάση χωρικών δεδομένων να είναι εκφρασμένο σε XML. Τα δεδομένα που προκύπτουν από μια τέτοια διαδικασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν έπειτα για τη σύνθεση χαρτών. Παράλληλα βρίσκονται σε πλήρη εξέλιξη, προγράμματα μετάφρασης σε GML για τα περισσότερα δημοφιλή formats GIS.

Η ερμηνεία των δεδομένων που είναι εκφρασμένα σε GML format και ο μετασχηματισμός τους σε ένα από τα γραφικά διανυσματικά formats δεδομένων πραγματοποιείται με τη βοήθεια της XSLT⁵. Η XML Transformation Language (XSLT) αποτελεί ένα XML format που έχει ως στόχο τη δημιουργία ενός γραφικού XML format παρουσίασης όπως το SVG, VML ή VRML, μέσω της χρησιμοποίησης γραφικών εργαλείων απόδοσης.

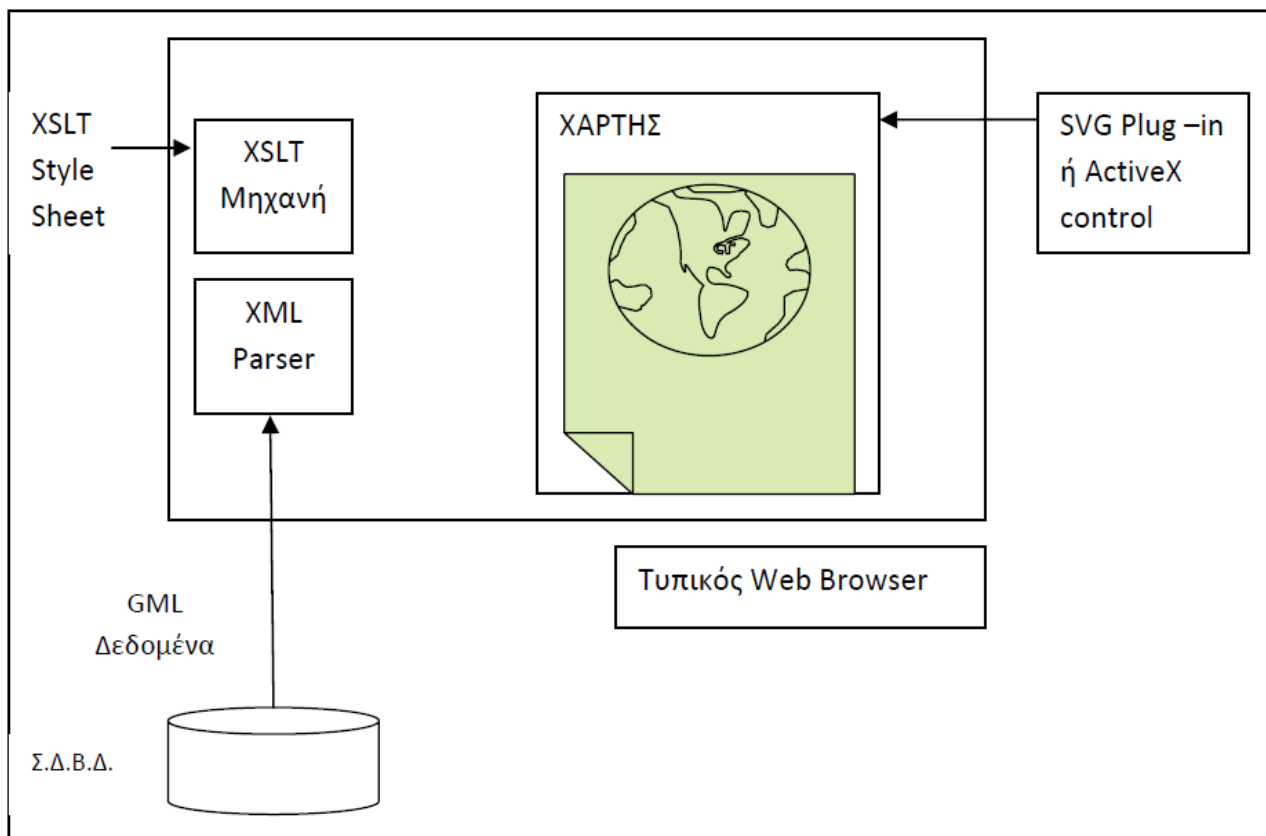
Για την απεικόνιση του περιεχομένου του παραγόμενου SVG αρχείου δύναται να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε browser μπορεί να απεικονίσει SVG αρχεία. Ορισμένα εργαλεία γραφικών διανέμονται ως plug – ins για πολλούς browsers (π.χ. ο SVG Viewer της Adobe) και άλλα είναι διαθέσιμα ως stand alone viewer ή code libraries (SVG και X3D). Υπάρχουν επίσης διαθέσιμοι στο διαδίκτυο και Java applet SVG viewers.

Κατά το στάδιο της επεξεργασίας των GML δεδομένων για την παραγωγή χαρτών, η XML τεχνολογία γραφικών (SVG, VML, VMRL κ.ο.κ) μπορεί να συνδυαστεί με γλώσσες προγραμματισμού (VB, VBScript, Java, C++, JavaScript) έτσι ώστε εκτός από την αυτοματοποίηση της διαδικασίας της απόδοσης του χάρτη σε περιβάλλον διαδικτύου, να προστεθούν επίσης λειτουργίες χωρικής ανάλυσης τις οποίες η τεχνολογία XML δε μπορεί να προσφέρει από μόνη της. Χρησιμοποιώντας την XSLT ή οποιαδήποτε άλλη γλώσσα προγραμματισμού έχει τη δυνατότητα κάποιος να μετασχηματίσει εύκολα την XML από μια μορφή σε μία άλλη. Με αυτό τον τρόπο

5 Η "eXtensible Stylesheet Language Transformation" είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που επιτρέπει στα XML έγγραφα να μετασχηματιστούν από ένα σχήμα σε άλλο ή σε εξ ολοκλήρου διαφορετικές μορφές, όπως HTML σελίδες, WML κάρτες, ή PDF αρχεία.

μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας ενιαίος μηχανισμός για να υποστηρίξει ένας πλήθος μετασχηματισμών από την απεικόνιση δεδομένων έως τις μετατροπές συντεταγμένων, τις χωρικές αναζητήσεις και τη γενίκευση. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα βήματα προς την παραγωγή χαρτών μπορούν να εκτελεστούν είτε στην πλευρά του χρήστη (client), είτε στον κεντρικό υπολογιστή (server).

Το σχήμα που ακολουθεί αναπαριστά τη διαδικασία μετασχηματισμού του GML περιεχομένου που λαμβάνεται από μια βάση χωρικών δεδομένων σε ένα από τα γραφικά διανυσματικά formats δεδομένων χρησιμοποιώντας μια ‘μηχανή (machine tool)’ XSLT με στόχο την παρουσίαση ενός χάρτη σε έναν τυπικό web browser.



Σχήμα 3.19: Επισκόπηση της διαδικασίας δημιουργίας GML χαρτών. **Πηγή:** Σπανάκη Μ. κ.ά., 2006.

Συνοψίζοντας, γίνεται φανερό ότι ο δρόμος προς τη δημιουργία χαρτών χρησιμοποιώντας το πρότυπο κωδικοποίησης GML και γενικότερα τις τεχνολογίες που βασίζονται στην XML είναι πλέον ανοιχτός. Η GML δείχνει μέχρι τώρα να ανταποκρίνεται στις προσκλήσεις και τις απαιτήσεις των εφαρμογών του διαδικτύου. Η ιδέα αυτή θα προχωρήσει περισσότερο όταν οριστικοποιηθούν τα πρότυπα και οι συναφείς τεχνολογίες που υποστηρίζουν τις διαδικασίες υλοποίησης εφαρμογών με GML.

3.3.6. Διαλειτουργικότητα (interoperability) και GML

Κλειδί στην διακίνηση της πληροφορίας είναι η διαλειτουργικότητα η οποία ορίζεται ως η δυνατότητα αυτόνομων, ετερογενών και διανεμημένων ψηφιακών οντοτήτων (πχ συστήματα, εφαρμογές, διαδικασίες, υπηρεσίες, δεδομένα κλπ) να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν ή να χρησιμοποιούνται παράλληλα, ανεξαρτήτως των διαφορών τους. Δύο είδη διαλειτουργικότητας είναι απαραίτητα για την αποδοτική διακίνηση της χωρικής πληροφορίας:

Η τεχνική διαλειτουργικότητα η οποία αναφέρεται στην δυνατότητα διαφορετικών συστημάτων γεωεπεξεργασίας να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν μέσω κοινών διεπαφών (interfaces).

Η εννοιολογική διαλειτουργικότητα η οποία αναφέρεται στα πρότυπα τα οποία υποστηρίζουν την ικανότητα ανθρώπων και συστημάτων να βρίσκουν και να χρησιμοποιούν χωρικά δεδομένα τα οποία παράγονται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους από διαφορετικούς ανθρώπους για διαφορετικούς σκοπούς (McKee, Pichler, 2003).

Στο OpenGIS Consortium βρίσκονται σε εξέλιξη προδιαγραφές που είναι κρίσιμες για την μελλοντική ανάπτυξη κατανεμημένων χωρικών συστημάτων. Αυτές περιλαμβάνουν κυρίως περιβάλλον διεπαφής (interface) για:

- Αναζήτηση γεω-χωρικών οντοτήτων
- Περιγραφή map styles
- Αναζήτηση και παραγωγή χαρτών
- Ορισμό και υποστήριξη μετασχηματισμών συντεταγμένων χωρικών οντοτήτων
- Αναζητήσεις χωρικής κωδικοποίησης και γεωγραφικών λεξικών
- Σχολιασμό εικόνων και χαρτών.

Κάθε μια από τις προδιαγραφές αυτές εξαρτάται από την ίδια την GML. Με τον τρόπο αυτό το πρότυπο GML, διαδραματίζει έναν κρίσιμο ρόλο στη βελτίωση της διαλειτουργικότητας. Η GML υποστηρίζει την διαλειτουργικότητα με διάφορους τρόπους. Συγκεκριμένα η GML παρέχει ένα γενικό πλαίσιο σχημάτων για έκφραση των χωρικών οντοτήτων. Στηριζόμενη στο “XML σχήμα”, παρέχει ένα ‘δεσμευμένο’ μοντέλο για έκφραση μιας χωρικής οντότητας σε ό,τι αφορά τις ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τη συγκεκριμένη οντότητα. Αυτό σημαίνει ότι είναι πρακτικά δυνατή η σύγκριση οντοτήτων εξετάζοντας τα αντίστοιχα σχήματα.

Η GML περαιτέρω υποστηρίζει τη διαλειτουργικότητα παρέχοντας ένα γενικό σύνολο GML ειδών γεωμετρίας. Ενώ δύο διαφορετικοί συντάκτες σχημάτων μπορούν για παράδειγμα να διαμορφώσουν το σχήμα ενός δρόμου με διαφορετικούς τρόπους, μπορούν να μοιραστούν τους ίδιους μηχανισμούς για την περιγραφή της γεωμετρίας και συνακόλουθα κάποιος μπορεί να ερμηνεύσει την αντιστοιχία μεταξύ των δύο σχημάτων.

Η παρουσία και χρήση της XML σε πολλά και διαφορετικά πεδία εφαρμογών έχει και άλλες επιπτώσεις στην GML. Με όλο και περισσότερους τύπους δεδομένων εκφραζόμενους σε XML, η δυνατότητα να συνδυαστούν και να συνδεθούν χωρικά δεδομένα με άλλους τύπους δεδομένων πλησιάζει προς την πραγμάτωσή της, γεγονός που αποτελεί έναν από τους μακρόπνοους στόχους της γεωγραφικής κοινότητας.

Τέλος, η GML 3.0 αναμένεται να προσφέρει πολλές βελτιώσεις διατηρώντας την συμβατότητα με τις προδιαγραφές της GML 2.0. Μερικές από τις βελτιώσεις που

αναμένονται, περιλαμβάνουν υποστήριξη τοπολογίας, νέες κλάσεις γεωμετρίας, γεγονότα, ιστορικά και χρονικά ίχνη (stamps) οντοτήτων, μονάδες μέτρησης, μεταδεδομένα, και coverages, γεγονός που θα δώσει ιδιαίτερη ώθηση προς την κατεύθυνση αξιοποίησης των ΣΓΠ όχι μόνο για γεωγραφικούς / χαρτογραφικούς σκοπούς, αλλά και για συμμετοχή στις νέες εξελισσόμενες τεχνολογίες του Διαδικτύου και την τηλεπικοινωνιών.

Συνοψίζοντας, η Geography Markup Language αποτελεί έναν νέο ισχυρό τρόπο κωδικοποίησης και επεξεργασίας των χωρικών πληροφοριών που χρησιμοποιούν την κωδικοποίηση XML. Παράλληλα, υπόσχεται πολύ περισσότερα πράγματα από ένα πρότυπο κωδικοποίησης. Η εγγενής μετατρεψιμότητά της και η δυνατότητα επέκτασης της GML θα ανοίξουν νέους ορίζοντες σε ό,τι αφορά τη διαχείριση γεωγραφικών πληροφοριών. Με τη σταδιακή υλοποίηση προδιαγραφών επέκτασης της χρήσης της GML σε συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, θα γίνει εφικτή η σύνθεση και αξιοποίηση ετερογενών βάσεων δεδομένων με πολλαπλά οφέλη για τα σύγχρονα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και τις εφαρμογές τους.

3.3.7. Εξαγωγή χωρικών ερωτημάτων σε GML αρχεία

Σχετικά με την εφαρμογή αυτή, παρουσιάζονται τα ερωτήματα με χωρική πληροφορία που διατυπώθηκαν σε SQL μορφή, τα οποία διατυπώνονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε τα αποτελέσματά τους να εξάγονται σε GML μορφή. Στη συνέχεια παρουσιάζονται η διατύπωση των ερωτημάτων αυτών σε GML μορφή κι έπειτα τα αποτελέσματά τους.

ΟΜΑΔΑ Α:

Ερώτημα 7:

Ποιοι σταθμοί του δικτύου της ΕΜΥ περιέχονται στη γεωγραφική περιοχή της Δυτικής Ελλάδας;

```
SELECT Station_Name AS GmlDescriptor,  
XMLTYPE(SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY(Meteo_Stations.shape)) AS  
GmlElements  
FROM Meteo_Stations  
WHERE Region = 'ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ';
```

Results	Script Output	Explain	Autotrace	DBMS Output	OVA Output
Results:					
GMLDESCRIPTOR	GMLELEMENTS				
1 ΙΩΑΝΝΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.85,39.67 </gml:coordinates></gml:Point>				
2 ΚΕΡΚΥΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">19.92,39.62 </gml:coordinates></gml:Point>				
3 ΑΡΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.03,39.17 </gml:coordinates></gml:Point>				
4 ΑΓΡΙΝΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.38,38.62 </gml:coordinates></gml:Point>				
5 ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.48,38.18 </gml:coordinates></gml:Point>				
6 ΑΡΑΞΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.42,38.13 </gml:coordinates></gml:Point>				
7 ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.28,37.92 </gml:coordinates></gml:Point>				
8 ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.9,37.78 </gml:coordinates></gml:Point>				
9 ΠΥΡΓΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.43,37.67 </gml:coordinates></gml:Point>				
10 ΚΑΛΑΜΑΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.1,37.07 </gml:coordinates></gml:Point>				
11 ΜΕΘΩΝΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.7,36.83 </gml:coordinates></gml:Point>				

Σχήμα 3.20: Εξαγωγή αποτελέσματος του ερωτήματος 7 της Α ομάδας σε αρχείο GML.

ΟΜΑΔΑ Β:

Ερώτημα 1:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το συνολικό ύψος βροχής του έτους 1989 ήταν κάτω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

```
SELECT MS.Station_Name AS GmlDescriptor,
XMLTYPE(SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY(MS.shape)) AS GmlElements
FROM SUM_RAINFALL1989 S, AVG_RAINFALL V, Meteo_Stations MS
WHERE S.Sum_Rainfall < V.AVG_Rainfall
AND S.Station_Name = V.Station_Name
AND V.Station_Name = MS.Station_Name
ORDER BY MS.Station_Name;
```

Results	Script Output	Explain	Autotrace	DBMS Output	OVA Output
Results:					
GMLDESCRIPTOR	GMLELEMENTS				
1 ΑΓΡΙΝΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.38,38.62 </gml:coordinates></gml:Point>				
2 ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.92,40.85 </gml:coordinates></gml:Point>				
3 ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.28,37.92 </gml:coordinates></gml:Point>				
4 ΑΡΑΞΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.42,38.13 </gml:coordinates></gml:Point>				
5 ΑΡΓΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.78,37.6 </gml:coordinates></gml:Point>				
6 ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.48,38.18 </gml:coordinates></gml:Point>				
7 ΑΡΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.03,39.17 </gml:coordinates></gml:Point>				
8 ΕΛΕΥΣΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.55,38.07 </gml:coordinates></gml:Point>				
9 ΕΛΛΗΝΙΚΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.75,37.9 </gml:coordinates></gml:Point>				
10 ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.9,37.78 </gml:coordinates></gml:Point>				
11 ΗΡΑΚΛΕΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.18,35.33 </gml:coordinates></gml:Point>				
12 ΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.43,36.42 </gml:coordinates></gml:Point>				
13 ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.73,35.0 </gml:coordinates></gml:Point>				
14 ΙΩΑΝΝΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.85,39.67 </gml:coordinates></gml:Point>				
15 ΚΑΛΑΜΑΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.1,37.07 </gml:coordinates></gml:Point>				
16 ΚΕΡΚΥΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">19.92,39.62 </gml:coordinates></gml:Point>				
17 ΚΟΖΑΝΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.83,40.28 </gml:coordinates></gml:Point>				
18 ΚΥΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.02,36.28 </gml:coordinates></gml:Point>				

Σχήμα 3.21: Εξαγωγή αποτελέσματος του ερωτήματος 1 της Β ομάδας σε αρχείο GML (δείγμα).

Ερώτημα 2:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το συνολικό ύψος βροχής του έτους 2002 ήταν πάνω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

```
SELECT MS.Station_Name AS GmlDescriptor,  
XMLTYPE(SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY(MS.shape)) AS GmlElements  
FROM SUM_RAINFALL2002 S, AVG_RAINFALL V, Meteo_Stations MS  
WHERE S.Sum_Rainfall > V.AVG_Rainfall  
AND S.Station_Name = V.Station_Name  
AND V.Station_Name = MS.Station_Name  
ORDER BY MS.Station_Name;
```

Results	Script Output	Explain	Autotrace	DBMS Output	OWA Output
Results:					
	GMLDESCRIPTOR	GMLELEMENTS			
1	ΑΓΡΙΝΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.38,38.62 </gml:coordinates></gml:Point>			
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.92,40.85 </gml:coordinates></gml:Point>			
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.28,37.92 </gml:coordinates></gml:Point>			
4	ΑΡΑΞΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.42,38.13 </gml:coordinates></gml:Point>			
5	ΑΡΓΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.78,37.6 </gml:coordinates></gml:Point>			
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.48,38.18 </gml:coordinates></gml:Point>			
7	ΑΡΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.03,39.17 </gml:coordinates></gml:Point>			
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.55,38.07 </gml:coordinates></gml:Point>			
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.75,37.9 </gml:coordinates></gml:Point>			
10	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.18,35.33 </gml:coordinates></gml:Point>			
11	ΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.43,36.42 </gml:coordinates></gml:Point>			
12	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.73,35.0 </gml:coordinates></gml:Point>			
13	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.85,39.67 </gml:coordinates></gml:Point>			
14	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.1,37.07 </gml:coordinates></gml:Point>			
15	ΚΕΡΚΥΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">19.92,39.62 </gml:coordinates></gml:Point>			
16	ΚΟΖΑΝΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.83,40.28 </gml:coordinates></gml:Point>			
17	ΚΥΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.02,36.28 </gml:coordinates></gml:Point>			
18	ΚΩΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">27.1,36.8 </gml:coordinates></gml:Point>			

Σχήμα 3.22: Εξαγωγή αποτελέσματος του ερωτήματος 2 της Β ομάδας σε αρχείο GML (δείγμα).

Ερώτημα 3:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το συνολικό ύψος βροχής του έτους 2007 ήταν κάτω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

```
SELECT MS.Station_Name AS GmlDescriptor,  
XMLTYPE(SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY(MS.shape)) AS GmlElements  
FROM SUM_RAINFALL2007 S, AVG_RAINFALL V, Meteo_Stations MS  
WHERE S.Sum_Rainfall < V.AVG_Rainfall  
AND S.Station_Name = V.Station_Name  
AND V.Station_Name = MS.Station_Name  
ORDER BY MS.Station_Name;
```

Results

Script Output

Explain

Autotrace

DBMS Output

OWA Output

Results:

	GMLDESCRIPTOR	GMLELEMENTS
1	ΑΓΡΙΝΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.38,38.62 </gml:coordinates></gml:Point>
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.92,40.85 </gml:coordinates></gml:Point>
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.28,37.92 </gml:coordinates></gml:Point>
4	ΑΡΑΞΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.42,38.13 </gml:coordinates></gml:Point>
5	ΑΡΓΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.78,37.6 </gml:coordinates></gml:Point>
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.48,38.18 </gml:coordinates></gml:Point>
7	ΑΡΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.03,39.17 </gml:coordinates></gml:Point>
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.55,38.07 </gml:coordinates></gml:Point>
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.75,37.9 </gml:coordinates></gml:Point>
10	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.18,35.33 </gml:coordinates></gml:Point>
11	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.73,35.0 </gml:coordinates></gml:Point>
12	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.85,39.67 </gml:coordinates></gml:Point>
13	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.1,37.07 </gml:coordinates></gml:Point>
14	ΚΥΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.02,36.28 </gml:coordinates></gml:Point>
15	ΚΩΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">27.1,36.8 </gml:coordinates></gml:Point>
16	ΛΑΜΙΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.4,38.85 </gml:coordinates></gml:Point>
17	ΛΗΜΝΟΣ - ΑΕΡ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.23,39.92 </gml:coordinates></gml:Point>
18	ΜΕΘΩΝΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.7,36.83 </gml:coordinates></gml:Point>

Σχήμα 3.23: Εξαγωγή αποτελέσματος του ερωτήματος 3 της Β ομάδας σε αρχείο GML (δείγμα).

Ερώτημα 4:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το συνολικό ύψος βροχής του έτους 1991 ήταν πάνω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

```
SELECT MS.Station_Name AS GmlDescriptor,
XMLTYPE(SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY(MS.shape)) AS GmlElements
FROM SUM_RAINFALL1991 S, AVG_RAINFALL V, Meteo_Stations MS
WHERE S.Sum_Rainfall < V.AVG_Rainfall
AND S.Station_Name = V.Station_Name
AND V.Station_Name = MS.Station_Name
ORDER BY MS.Station_Name;
```


Results	Script Output	Explain	Autotrace	DBMS Output	OWA Output
Results:					
	GMLDESCRIPTOR	GMLELEMENTS			
1	ΑΓΡΙΝΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.38,38.62 </gml:coordinates></gml:Point>			
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.92,40.85 </gml:coordinates></gml:Point>			
3	ΑΡΑΞΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.42,38.13 </gml:coordinates></gml:Point>			
4	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.48,38.18 </gml:coordinates></gml:Point>			
5	ΑΡΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.03,39.17 </gml:coordinates></gml:Point>			
6	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.9,37.78 </gml:coordinates></gml:Point>			
7	ΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.43,36.42 </gml:coordinates></gml:Point>			
8	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.85,39.67 </gml:coordinates></gml:Point>			
9	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.1,37.07 </gml:coordinates></gml:Point>			
10	ΚΕΡΚΥΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">19.92,39.62 </gml:coordinates></gml:Point>			
11	ΚΥΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.02,36.28 </gml:coordinates></gml:Point>			
12	ΚΩΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">27.1,36.8 </gml:coordinates></gml:Point>			
13	ΛΑΜΙΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.4,38.85 </gml:coordinates></gml:Point>			
14	ΜΕΘΩΝΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.7,36.83 </gml:coordinates></gml:Point>			
15	ΜΗΛΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">24.43,36.73 </gml:coordinates></gml:Point>			
16	ΜΙΚΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.96,40.53 </gml:coordinates></gml:Point>			
17	ΜΥΤΙΑΗΝΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">26.6,39.07 </gml:coordinates></gml:Point>			
18	ΝΑΞΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.38,37.1 </gml:coordinates></gml:Point>			

Σχήμα 3.24: Εξαγωγή αποτελέσματος του ερωτήματος 4 της Β ομάδας σε αρχείο GML (δείγμα).

Ερώτημα 5:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το συνολικό ύψος βροχής του έτους 2000 ήταν κάτω από το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

```
SELECT MS.Station_Name AS GmlDescriptor,
XMLTYPE(SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY(MS.shape)) AS GmlElements
FROM SUM_RAINFALL2000 S, AVG_RAINFALL V, Meteo_Stations MS
WHERE S.Sum_Rainfall < V.AVG_Rainfall
AND S.Station_Name = V.Station_Name
AND V.Station_Name = MS.Station_Name
ORDER BY MS.Station_Name;
```

Results

Script Output

Explain

Autotrace

DBMS Output

OWA Output

Results:

	GMLDESCRIPTOR	GMLELEMENTS
1	ΑΓΡΙΝΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.38,38.62 </gml:coordinates></gml:Point>
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.92,40.85 </gml:coordinates></gml:Point>
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.28,37.92 </gml:coordinates></gml:Point>
4	ΑΡΑΞΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.42,38.13 </gml:coordinates></gml:Point>
5	ΑΡΓΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.78,37.6 </gml:coordinates></gml:Point>
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.48,38.18 </gml:coordinates></gml:Point>
7	ΑΡΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.03,39.17 </gml:coordinates></gml:Point>
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.55,38.07 </gml:coordinates></gml:Point>
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.75,37.9 </gml:coordinates></gml:Point>
10	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.18,35.33 </gml:coordinates></gml:Point>
11	ΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.43,36.42 </gml:coordinates></gml:Point>
12	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.73,35.0 </gml:coordinates></gml:Point>
13	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.85,39.67 </gml:coordinates></gml:Point>
14	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.1,37.07 </gml:coordinates></gml:Point>
15	ΚΟΖΑΝΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.83,40.28 </gml:coordinates></gml:Point>
16	ΚΩΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">27.1,36.8 </gml:coordinates></gml:Point>
17	ΛΑΜΙΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.4,38.85 </gml:coordinates></gml:Point>
18	ΛΑΡΙΣΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.45,39.65 </gml:coordinates></gml:Point>

Σχήμα 3.25: Εξαγωγή αποτελέσματος του ερωτήματος 5 της Β ομάδας σε αρχείο GML (δείγμα).

ΟΜΑΔΑ Γ:

Ερώτημα 1:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 10ετίας 1998-2007 σημείωσε πτωτική τάση 10%, σε σχέση με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

```
SELECT MS.Station_Name AS GmlDescriptor,
XMLTYPE(SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY(MS.shape)) AS GmlElements
FROM AVG_RAINFALL1998_2007 G, AVG_RAINFALL V, Meteo_Stations MS
WHERE G.AVG_Rainfall1998_2007 <= V.AVG_Rainfall*0.9
AND G.Station_Name = V.Station_Name
AND V.Station_Name = MS.Station_Name
ORDER BY MS.Station_Name;
```

Results

Script Output

Explain

Autotrace

DBMS Output

OWA Output

Results:

	GMLDESCRIPTOR	GMLELEMENTS
1	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.73,35.0 </gml:coordinates></gml:Point>
2	ΤΡΙΠΟΛΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.4,37.53 </gml:coordinates></gml:Point>

Σχήμα 3.36: Εξαγωγή αποτελέσματος του ερωτήματος 1 της Γ ομάδας σε αρχείο GML.

Ερώτημα 2:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της EMY το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 10ετίας 1988-1997 σημείωσε πτωτική τάση 10%, σε σχέση με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007;

```
SELECT G.Station_Name AS GmlDescriptor,  
XMLTYPE(SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY(MS.shape)) AS GmlElements  
FROM AVG_RAINFALL1988_1997 G, AVG_RAINFALL V, Meteo_Stations MS  
WHERE G.AVG_Rainfall1988_1997 <= V.AVG_Rainfall*0.9  
AND G.Station_Name = V.Station_Name  
AND V.Station_Name = MS.Station_Name  
ORDER BY G.Station_Name;
```

Results	Script Output	Explain	Autotrace	DBMS Output	OWA Output
Results:					
	GMLDESCRIPTOR	GMLELEMENTS			
1	ΑΓΡΙΝΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.38,38.62 </gml:coordinates></gml:Point>			
2	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">20.48,38.18 </gml:coordinates></gml:Point>			
3	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.18,35.33 </gml:coordinates></gml:Point>			
4	ΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.43,36.42 </gml:coordinates></gml:Point>			
5	ΚΕΡΚΥΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">19.92,39.62 </gml:coordinates></gml:Point>			
6	ΚΥΘΗΡΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.02,36.28 </gml:coordinates></gml:Point>			
7	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">26.6,39.07 </gml:coordinates></gml:Point>			
8	Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">22.8,39.22 </gml:coordinates></gml:Point>			
9	ΝΑΞΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">25.38,37.1 </gml:coordinates></gml:Point>			
10	ΠΥΡΓΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">21.43,37.67 </gml:coordinates></gml:Point>			
11	ΣΗΤΕΙΑ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">26.1,35.2 </gml:coordinates></gml:Point>			
12	ΣΚΥΡΟΣ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">24.55,38.9 </gml:coordinates></gml:Point>			
13	ΤΑΤΟΙ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">23.78,38.1 </gml:coordinates></gml:Point>			
14	ΤΥΜΠΑΚΙ	<gml:Point srsName="SDO:" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"><gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">24.77,35.0 </gml:coordinates></gml:Point>			

Σχήμα 3.27: Εξαγωγή αποτελέσματος του ερωτήματος 2 της Γ ομάδας σε αρχείο GML.

Ερώτημα 3:

Σε ποιους σταθμούς του δικτύου της EMY δεν υπάρχει τάση στο μέσο ετήσιο ύψος βροχής κατά την περίοδο 1998-2007 σε σχέση με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της 30ετίας 1978-2007 (πρακτικά παραμένει σταθερό);

```
SELECT G.Station_Name AS GmlDescriptor,  
XMLTYPE(SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY(MS.shape)) AS GmlElements  
FROM AVG_RAINFALL1998_2007 G, AVG_RAINFALL V, Meteo_Stations MS  
WHERE G.AVG_Rainfall1998_2007 = V.AVG_Rainfall  
AND G.Station_Name = V.Station_Name  
AND V.Station_Name = MS.Station_Name  
GROUP BY G.Station_Name;
```

Δεν επιστρέφει αποτελέσματα δεδομένου ότι δεν υπάρχουν σταθμοί που να πληρούν τη συνθήκη που αναζητείται.

3.3.8. Μετατροπή των GML αρχείων σε KML αρχεία

3.3.8.1 Keyhole Markup Language (KML)

Η Keyhole Markup Language (KML) βασίζεται στη γλώσσα XML κι είναι μια γλώσσα περιγραφής δισδιάστατων χαρτών και τρισδιάστατων γεω-χωρικών αντικειμένων, ενώ αποτελεί την αντίστοιχη μορφή αρχείων που αναπτύχθηκε αρχικά από την εταιρεία Google με σκοπό να παρουσιάσει τη χωρική πληροφορία αυτών στους χάρτες και τις εικόνες των φυλλομετρητών γης (Earth browsers) στις εφαρμογές της Google, όπως το GoogleEarth, τα Google Maps και τα Google Maps for Mobile.

Από τον Απρίλιο 2008 κι εντεύθεν από πρόταση της εταιρείας Google, η KML αποτελεί ανοικτό πρότυπο του Open Geospatial Consortium (OGC) με επίσημη ονομασία OpenGIS® KML Encoding Standard. Το OGC είναι ένας μη κερδοσκοπικός διεθνής οργανισμός καθορισμού συναινετικών προδιαγραφών και τυποποιήσεων και κυριαρχεί σήμερα στην ανάπτυξη προδιαγραφών για γεωχωρικές υπηρεσίες και υπηρεσίες θέσης. Είναι μια διεθνής κοινοπραξία 376 εταιρειών, κυβερνητικών οργανώσεων και πανεπιστημίων. Σύμφωνα με το OGC, η KML είναι μια XML γραμματική, που χρησιμοποιείται για να μοντελοποιήσει και να αποθηκεύσει αναπαραστάσεις της γεωγραφικής πληροφορίας με σκοπό την παρουσίασή τους σε φυλλομετρητές της γήινης επιφάνειας, όπως είναι μια τρισδιάστατη εικονική σφαίρα, μια δισδιάστατη διαδικτυακή εφαρμογή ή δισδιάστατη mobile εφαρμογή. Η ισχύουσα αυτή τη στιγμή έκδοση του προτύπου είναι η 2.2, η οποία ιδρύθηκε από το OGC το Νοέμβριο του 2007 και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

Το πρότυπο KML μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις ακόλουθες εφαρμογές:

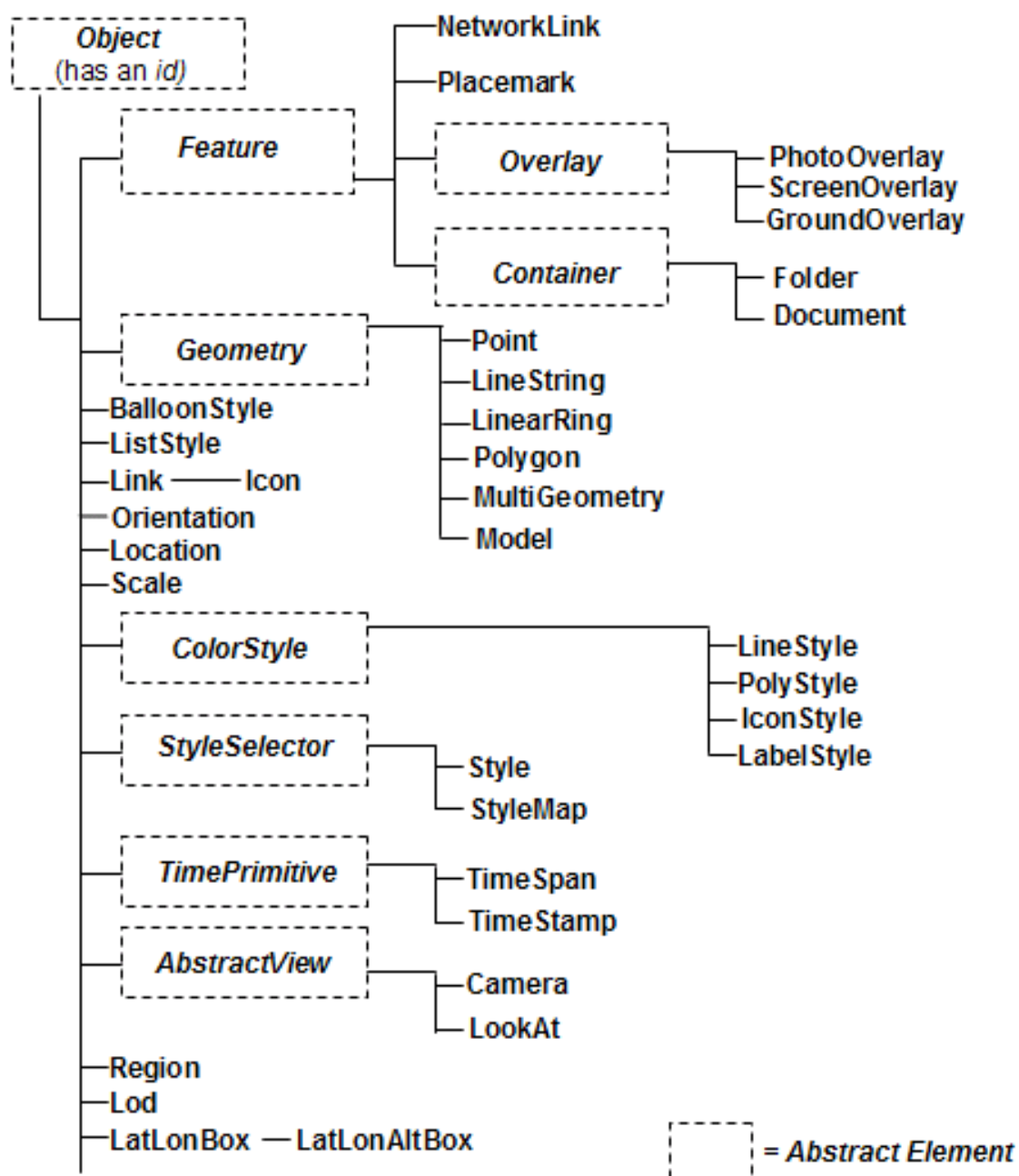
- Τον σχολιασμό της γήινης επιφάνειας.
- Τον ορισμό εικονιδίων και ετικετών (tags), που προσδιορίζουν συγκεκριμένες τοποθεσίες στην επιφάνεια του πλανήτη.
- Τον προσδιορισμό διαφορετικών οπτικών γωνιών λήψης, ώστε να προκύψουν μοναδικές απόψεις των δεδομένων του KML αρχείου.
- Τον προσδιορισμό εικόνων, που θα τοποθετηθούν ως επικαλύψεις πάνω στην επιφάνεια της γης.
- Τον ορισμό μορφοποίησης (στυλ), για την περιγραφή της απεικόνισης του KML αρχείου.
- Τη χρήση της γλώσσας HTML για την περιγραφή του KML αρχείου (υπερσυνδέσεις, ενσωματωμένες εικόνες).
- Την ιεραρχική οργάνωση και ομαδοποίηση των γεωγραφικών χαρακτηριστικών του KML αρχείου.
- Τη δυναμική προσπέλαση σε αρχεία KML από τοπικές ή απομακρυσμένες θέσεις δικτύου.
- Τον καθορισμό θέσεως και προσανατολισμού τρισδιάστατου αντικειμένου.

Η επεξεργασία ενός αρχείου KML πραγματοποιείται με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο ένας διαδικτυακός φυλλομετρητής επεξεργάζεται ένα HTML ή XML αρχείο. Όπως η HTML, έτσι και η KML στηρίζεται σε ετικέτες, που έχουν ονόματα και ιδιότητες που περιγράφουν διαφορετικούς τρόπους απεικόνισης. Συνεπώς, μπορεί να ειπωθεί πως εφαρμογές όπως το Google Earth αποτελούν ένα είδος φυλλομετρητή για αρχεία KML.

Στην έκδοση 2.2 το στοιχείο <object> έχει έξι επεκτάσεις στα ακόλουθα στοιχεία (σχήμα 16): Feature, Geometry, ColorStyle, StyleSelector, TimePrimitive και AbstractView. Το στοιχείο Geometry μπορεί να φιλοξενήσει τους τύπους γεωμετριών: Point, Line String, Linear Ring, Polygon, Multi Geometry και Model.

Ένα κείμενο KML δίνει έμφαση στην οπτικοποίηση αντικειμένων που αγκιστρώνονται πάνω στους χάρτες ή τις δορυφορικές εικόνες της Google. Περιγράφει σε δομή κειμένου XML σημεία (placemarks), πολυγωνικές γραμμές, πολύγωνα, εικόνες, τρισδιάστατα μοντέλα και ονοματολογία. Για κάθε ένα από τα παραπάνω δίνεται: (α) η θέση του στο γεωγραφικό χώρο (γεωγραφικές ή προβολικές συντεταγμένες), (β) οι παράμετροι του αντίστοιχου γεωγραφικού συμβόλου, καθώς και (γ) οι παράμετροι της θέσης παρατήρησης.

Το μοντέλο δεδομένων KML παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.28. Τα στοιχεία, που παρουσιάζονται με πλάγια γραμματοσειρά και βρίσκονται εντός των διαστιγμένων πλαισίων, αναφέρονται σε αφηρημένες έννοιες και δεν συμμετέχουν ουσιαστικά σε ένα KML αρχείο. Ωστόσο, αποτελούν ένα χρήσιμο τρόπο για ένα στοιχείο να αποτελέσει κατά τον προγραμματισμό, θεμέλιο για πολλαπλά παρόμοια στοιχεία που προκύπτουν από αυτό. Πρόκειται για μια αντικειμενοστραφή ιεραρχία, που ομαδοποιεί συσχετιζόμενα στοιχεία. Στο σχήμα που ακολουθεί τα στοιχεία στα δεξιά ενός κλαδιού του δένδρου είναι προεκτάσεις των στοιχείων στα αριστερά τους. Για παράδειγμα, το στοιχείο Placemark είναι ένας ιδιαίτερος τύπος του στοιχείου Feature. Περιλαμβάνει δε, όλα τα χαρακτηριστικά που ανήκουν στο στοιχείο Feature ενώ προσθέτει στο ίδιο και κάποια νέα χαρακτηριστικά.



Σχήμα 3.28: Το μοντέλο δεδομένων KML. Πηγή: Στεφανάκης, 2009.

Όπως διαπιστώνεται από το σχήμα, το μοντέλο της KML δεν περιγράφει μόνο τη γεωμετρία των διαφόρων γεωγραφικών στοιχείων, αλλά έχει και ετικέτες (tags) που περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο αυτά τα γεωγραφικά στοιχεία θα απεικονισθούν στην εκάστοτε εφαρμογή.

Ένα αρχείο KML μπορεί να δημιουργηθεί χειρωνακτικά σε έναν επεξεργαστή κειμένου, π.χ. Το MS Notepad ή σε έναν επεξεργαστή κειμένων XML, π.χ. το XML Spy, με κατάλληλη σύνταξη της γλώσσας XML σύμφωνα με το παραπάνω μοντέλο, αποθηκεύοντας το απλό κείμενο txt με κατάληξη .kml. ή .kmz (αν πρόκειται για συμπιεσμένο αρχείο – zipped KML). Εναλλακτικά, ένα αρχείο KML μπορεί να

παραχθεί μέσα από το γραφικό περιβάλλον (διεπαφή) της εφαρμογής GoogleEarth, ώστε να δομηθεί οπτικά η γεωγραφική πληροφορία.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα παράδειγμα αρχείου KML, που παρουσιάζει την πιο απλή μορφή ενός placemark περιέχει μόνο ένα σημείο (Point), το οποίο αναφέρεται στη θέση του placemark:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
  <Placemark>
    <name>Simple placemark</name>
    <description>Attached to the ground. Intelligently places itself
      at the height of the underlying terrain.</description>
    <Point>
      <coordinates>122.0822035425683,37.42228990140251,0</coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</kml>
```

Η δομή του παραπάνω αρχείου μπορεί να αναλυθεί ως εξής:

- Μια XML επιγραφή. Είναι η πρώτη γραμμή κώδικα σε κάθε αρχείο KML, όπου δηλώνονται η έκδοση γλώσσας XML (*version*) και η κωδικοποίηση των χαρακτήρων που χρησιμοποιούνται (*encoding*).
- Τη δεύτερη γραμμή σε κάθε αρχείο KML, όπου δηλώνεται το kml namespace, που σύμφωνα με το πρότυπο του OGC είναι "*http://www.opengis.net/kml/2.2*".
- Ένα αντικείμενο Placemark, που περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:
 - Μια ετικέτα ονόματος (*name*), που χρησιμοποιείται ως επιγραφή για το Placemark.
 - Μια ετικέτα περιγραφής (*description*), που εμφανίζεται σε στυλ balloon, όταν το Placemark επιλεγθεί στο περιβάλλον της εφαρμογής.
 - Μια ετικέτα με τη γεωμετρική πληροφορία ενός σημείου (*point*), που αναφέρεται στη θέση Placemark στην επιφάνεια της γης (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, προαιρετικά υψόμετρο).

Ένα άλλο αντικείμενο του προτύπου KML είναι το Network Link, το οποίο περιέχει ένα στοιχείο <Link>, στο οποίο φωλιάζει μια ετικέτα <href> (hypertext reference). Η ετικέτα αυτή φορτώνει ένα αρχείο, το οποίο μπορεί να βρίσκεται τοπικά στο δίκτυο αρχείων του υπολογιστή ή σε έναν απομακρυσμένο εξυπηρετητή και να είναι ένα αρχείο KML και μόνο. Στη πιο απλή μορφή του το Network Link παρέχει τη δυνατότητα να διαιρέσει κανείς ένα μεγάλο αρχείο KML σε μικρότερα, διαχειρίσιμα αρχεία στον ίδιο υπολογιστή. Πέρα, όμως, από τα στατικά αρχεία η ετικέτα <href> μπορεί να φορτώσει δυναμικά αρχεία, που παράγονται από κατάλληλο κώδικα (PHP) που εκτελείται σε έναν εξυπηρετητή. Χρησιμοποιώντας δε την ετικέτα του <viewFormat>, το Network Link έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει πληροφορίες του παραθύρου εστίασης BBOX ως εξής:

```
<viewFormat>BBOX=[bboxWest],[bboxSouth],[bboxEast],[bboxNorth]</viewFormat>
```

Αυτές οι ετικέτες του Network Link, η <href> και η <viewFormat> θα αποτελέσουν βασικά στοιχεία για την επικοινωνία του συστήματος της εφαρμογής.

Η δημοσιοποίηση των αρχείων KML μπορεί να γίνει μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, μεταφοράς αρχείων (ftp) ή με την ανάρτησή τους ως υπερσύνδεσμο σε ένα κείμενο HTML που δημοσιοποιεί ένας εξυπηρετητής.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και οι βιβλιοθήκες εργαλείων διαχείρισης γεωγραφικών και χαρτογραφικών δεδομένων διαθέτουν και τους αντίστοιχους μετατροπείς (π.χ. από KML σε shapefile) και με αυτόν τον τρόπο ο πελάτης μπορεί να οπτικοποιήσει και να διαχειριστεί το αρχείο KML στο λογισμικό της επιλογής του.

3.3.8.2 Τεχνολογίες της Google στη διάχυση χαρτογραφικού περιεχομένου – GoogleEarth

Η Google έχει αναπτύξει μια σειρά από τεχνολογίες κι εργαλεία για τη διάχυση χαρτογραφικού περιεχομένου στον Παγκόσμιο Ιστό. Η βάση δεδομένων της Google φιλοξενεί εικόνες και φωτογραφίες ολόκληρης της γης, που έχουν ληφθεί τα τελευταία τρία χρόνια κι ανανεώνονται κυκλικά με παράλληλη βελτίωση της ανάλυσής τους. Τα δεδομένα της βάσης προέρχονται κυρίως από τις συλλογές του εξυπηρετητή Google Maps της Google, εικόνες και φωτογραφίες της εταιρείας Keyhole, ενώ τα υψομετρικά στοιχεία ανακτώνται από τη NASA (Shuttle Radar Topography Mission). Οι πηγές αυτές εμπλουτίζονται διαρκώς. Ο εξυπηρετητής Google Maps είναι ένας εξυπηρετητής διάχυσης χαρτογραφικού περιεχομένου στον Παγκόσμιο Ιστό, που αναπτύχθηκε και συντηρείται από την Google. Αντίστοιχοι εξυπηρετητές έχουν αναπτυχθεί από τη Microsoft και τη Yahoo (e.g, Mapquest, Yahoo!Maps, etc). Ο εξυπηρετητής Google Maps παρέχει υψηλής ανάλυσης δορυφορικές εικόνες και αεροφωτογραφίες, διεθνή σύνολα δεδομένων σε επίπεδο δρόμων κι άλλες υπηρεσίες χαρτογραφικού περιεχομένου.

Η πρόσβαση, η ανάκτηση, και οπτικοποίηση του χαρτογραφικού περιεχομένου της Google μπορεί να γίνει με δύο εναλλακτικούς τρόπους μέσω του Παγκόσμιου Ιστού. Ο πρώτος τρόπος είναι με το λογισμικό Google Earth κι ο δεύτερος τρόπος γίνεται με ενσωμάτωση των δεδομένων σε εφαρμογές στον Παγκόσμιο Ιστό (web applications), που εκτελούνται στο φυλλομετρητή του πελάτη κι εφαρμόζουν άλλες τεχνολογίες, όπως τα JavaScripts. Και στις δύο περιπτώσεις ο εξυπηρετητής GoogleEarth αναλαμβάνει τη διεκπεραίωση των αιτημάτων του πελάτη.

Το λογισμικό Google Earth αποτελεί ένα ευρέως διαδεδομένο λογισμικό οπτικοποίησης χαρτογραφικού περιεχομένου στον Παγκόσμιο Ιστό. Προσφέρει υψηλής ποιότητας τρισδιάστατες οπτικοποιήσεις για τη Γη και το διάστημα, ανακτώντας πληροφορίες από τη βάση δεδομένων της Google, μέσω του εξυπηρετητή Google Earth. Παράλληλα, με τη βοήθεια άλλων προγραμμάτων (όπως το Google SketchUp) και τη γλώσσα KML, δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας πλούσιων γραφικών όπως κτηρίων και την αγκίστρωσή τους στο γεωγραφικό χώρο.

Το Google Earth είναι ένα λογισμικό, που εγκαθίστανται στον Η/Υ του πελάτη, παρέχει ένα πλήρες κι εύχρηστο περιβάλλον στο χρήστη, ενώ μεταβιβάζει τα αιτήματά του κι αποκρίνεται σε αυτά με την επικοινωνία που εγκαθιδρύει μέσω του Παγκόσμιου Ιστού με τον εξυπηρετητή Google Earth. Παράλληλα, το λογισμικό Google Earth έχει

τη δυνατότητα με την εγκατάσταση ενός plugin, να τρέξει εντός του browser του πελάτη (Στεφανάκης, 2009).

Το λογισμικό Google Earth έχει τη δυνατότητα να αιτηθεί και να ενσωματώσει τα δεδομένα που διαθέτουν εξυπηρετητές WMS ή WFS στον Παγκόσμιο Ιστό.

Το Google Earth αποτελεί μια εφαρμογή στην οποία υπάρχει ελεύθερη πρόσβαση στο Internet και οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να την ενσωματώσουν σε οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα όπως: Windows (2000/XP/Vista), Linux, MacOSX. Το γεγονός ότι υποστηρίζει όλα αυτά τα λειτουργικά συστήματα είναι ένα δείγμα του αριθμού των χρηστών ηλεκτρονικών υπολογιστών για τους οποίους είναι διαθέσιμο αλλά και χρήσιμο. Επίσης, το ευρύ φάσμα γλωσσών που υποστηρίζει συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση του αριθμού των χρηστών που το χρησιμοποιούν. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Google Earth είναι η τρισδιάστατη απεικόνιση της γήινης σφαίρας και οι δυνατότητες που προσφέρει στους χρήστες για πλοήγηση, εστίαση σε συγκεκριμένες περιοχές, αλλά και την πρόσβαση σε όλα τα σημεία της γης. Σε ότι αφορά το Google Earth, πρόκειται για ένα πρόγραμμα το οποίο αναπτύχθηκε το 2004 από την εταιρία Keyhole Inc που αργότερα αγοράστηκε από την Google. Το πρόγραμμα αρχικά έγινε γνωστό με το όνομα Earth Viewer, ενώ η μετονομασία σε Google Earth έγινε το 2005.

Διατίθεται σε μια δωρεάν έκδοση, η οποία υποστηρίζει βασικές λειτουργίες, όπως παρουσιάζονται παρακάτω και σε μια έκδοση με συνδρομή, η οποία προορίζεται για εμπορικούς σκοπούς και παρέχει ανώτερες υπηρεσίες.

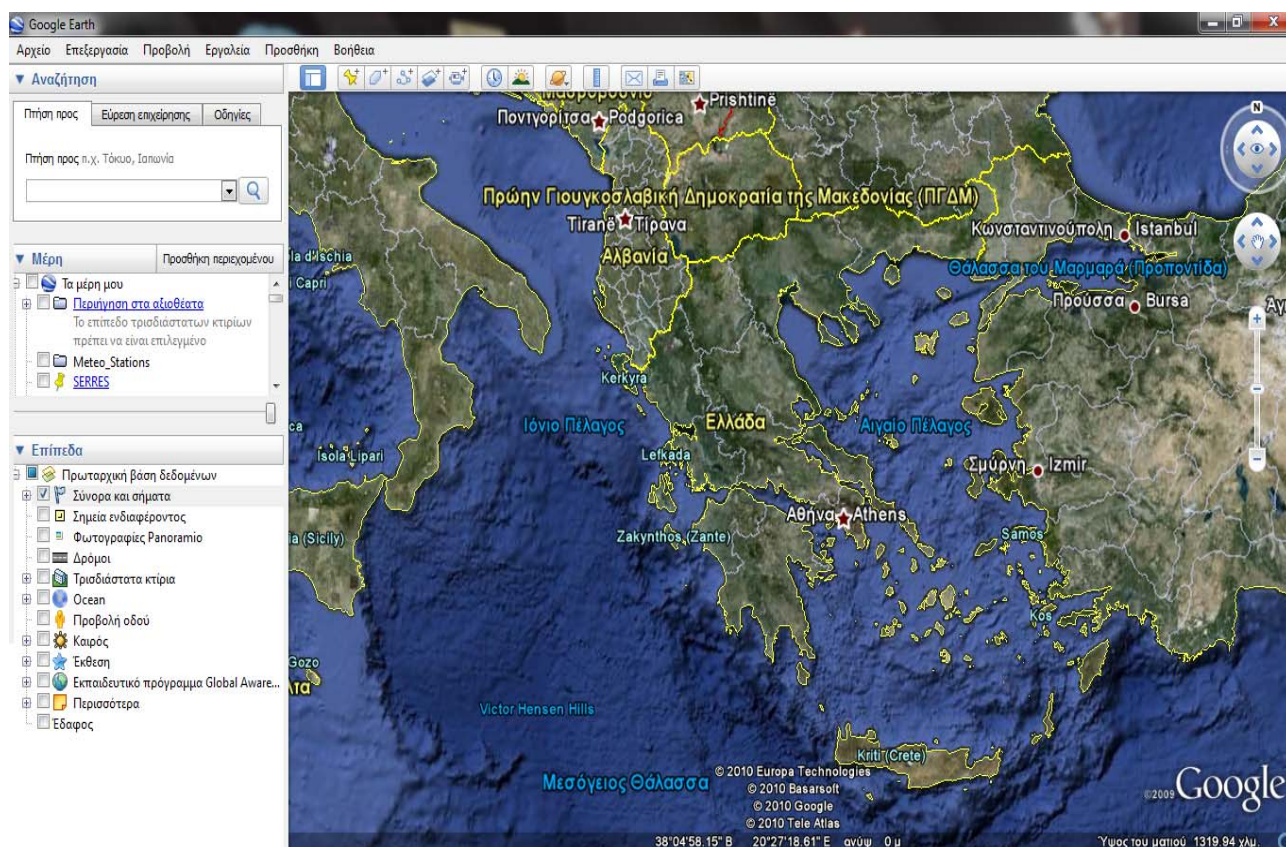
Η συγκεκριμένη εφαρμογή χαρτογραφεί τη γη χρησιμοποιώντας δορυφορικές φωτογραφίες, αεροφωτογραφίες, καθώς και GIS δεδομένα, όπως ψηφιακά μοντέλα εδάφους για την απόδοση της τρίτης διάστασης. Οι φωτογραφίες που χρησιμοποιεί το Google Earth αποκτήθηκαν σε διάφορες χρονολογίες, αλλά σε καμία περίπτωση δεν είναι παλαιότερες από τρία χρόνια. Η διαθέσιμη ανάλυση εξαρτάται από την τοποθεσία, αλλά για τις περισσότερες περιοχές (με εξαίρεση ορισμένα νησιά και τους ωκεανούς) είναι τουλάχιστον στα 15 μέτρα / pixel. Για την απεικόνιση του υποβάθρου το Google Earth χρησιμοποιεί την απλή κυλινδρική προβολή με το datum του γεωδαιτικού συστήματος WSG84. Στο σύστημα αναφοράς που προκύπτει έχει δοθεί ο κωδικός epsg:4326. Κάθε χωρική πληροφορία που εισάγεται στο Google Earth πρέπει να είναι εκφρασμένη στο σύστημα αυτό.

Πέρα από το σύνολο των φωτογραφιών, το Google Earth διαθέτει μια κύρια βάση με αποθηκευμένες πληροφορίες, οι οποίες απεικονίζονται σε επίπεδα (levels) κι αφορούν:

- Περιοχές γεωγραφικού ενδιαφέροντος (πόλεις, μνημεία, βουνά κτλ) σε συνδυασμό με ηλεκτρονικές εγκυκλοπαίδειες (Wikipedia).
- Οδικό δίκτυο
- Σύνορα και ονοματολογία χωρών
- Επιχειρήσεις
- Τρισδιάστατες απεικονίσεις κατασκευών
- Τρέχουσες καιρικές συνθήκες
- Εικόνα από το επίπεδο του δρόμου (street view)
- Φωτογραφίες από την υπηρεσία Panoramio κ.ά.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό, πως το Google Earth αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο, που βρίσκεται στη διάθεση κάθε χρήστη. Στη διαπίστωση αυτή συμβάλλει και η δυνατότητα εισαγωγής πληροφορίας στην εφαρμογή από την πλευρά του χρήστη, μέσω

του προτύπου της γλώσσας KML. Ουσιαστικά, το Google Earth αποτελεί τον φυλλομετρητή κάθε σωστά δομημένου KML αρχείου, ενώ υποστηρίζει το σύνολο των στοιχείων (elements) του μοντέλου δεδομένων της KML γραμματικής. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες της εφαρμογής να προσθέσουν τα δικά τους δεδομένα, τα οποία θα πρέπει να είναι εκφρασμένα σε αρχεία KML και βρίσκονται αποθηκευμένα στον τοπικό τους δίσκο. Παράλληλα, με την αποθήκευσή τους στο Google Earth Community, ένα online forum όπου οι χρήστες του Google Earth προσθέτουν τα δικά τους στοιχεία γεωγραφικού, εκπαιδευτικού ή τουριστικού περιεχομένου ή ακόμα και σε έναν ανεξάρτητο δημόσιο εξυπηρετητή (Web server), τα δεδομένα μπορούν να είναι προσβάσιμα και από άλλους χρήστες της εφαρμογής. Στο σχήμα 3.29 παρουσιάζεται μια άποψη της εφαρμογής Google Earth (έκδοση 5.2).

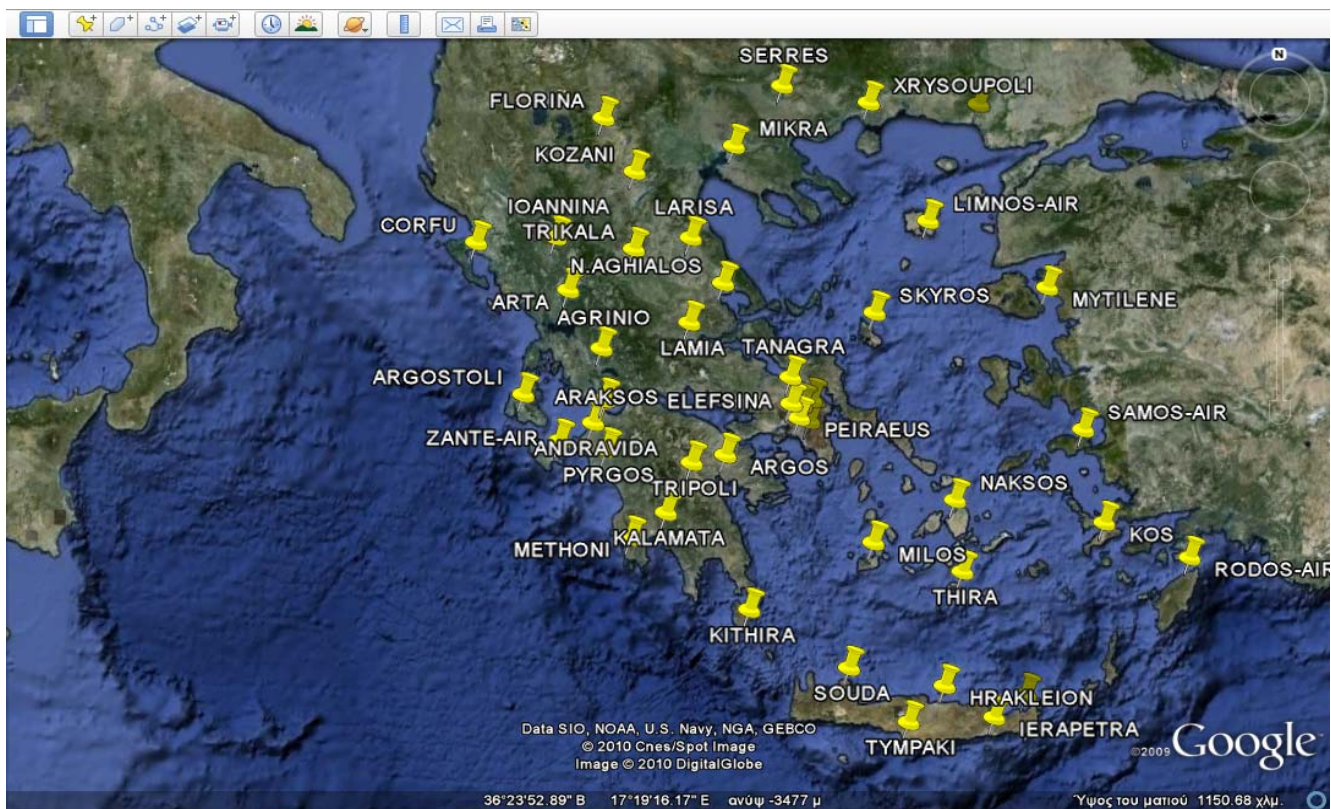


Σχήμα 3.29: Η εφαρμογή Google Earth.

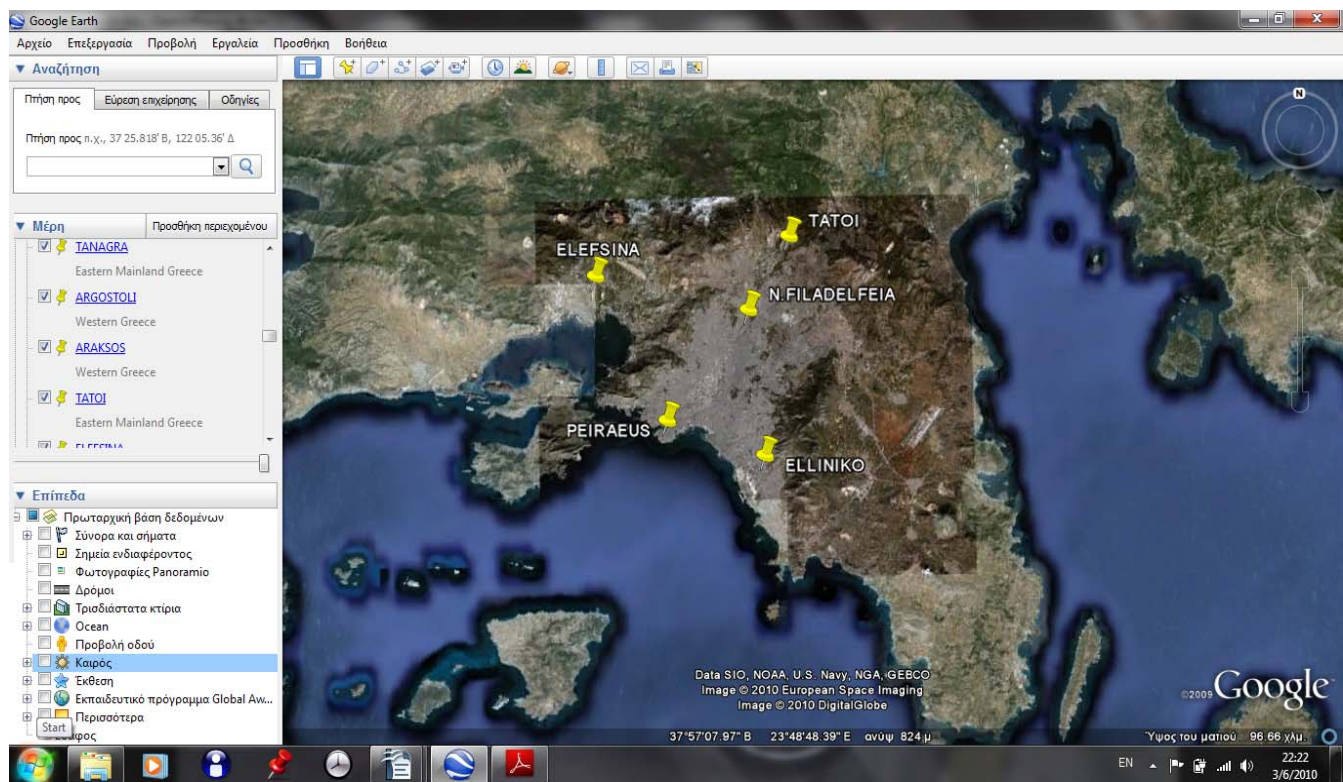
3.3.8.3 Απεικόνιση των ερωτημάτων με χωρική πληροφορία σε περιβάλλον Google Earth

Για τα ερωτήματα των οποίων τα αποτελέσματα εξήχθησαν προηγουμένως σε αρχεία GML, θα πρέπει στη συνέχεια για απεικόνισή τους στο Google Earth, αυτά τα GML αρχεία να μετατραπούν σε KML αρχεία.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το σύνολο των μετεωρολογικών σταθμών (Meteo_Stations) που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή, σε όλο τον ελληνικό χώρο και ειδικότερα στην Αττική χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Google Earth.



Σχήμα 3.30Α: Απεικόνιση όλων των μετεωρολογικών σταθμών της κλιματικής βάσης.



Σχήμα 3.30Β: Απεικόνιση των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής της Αττικής.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι, υπάρχει ένα πρόγραμμα για τη μετατροπή των GML αρχείων σε KML, το iSQL2KML.exe, το οποίο λειτουργεί μόνο για δεδομένα που προέρχονται από περιβάλλον iSQL*Plus (δηλαδή μέσω ιστοσελίδας) και όχι απ' το περιβάλλον της SQL*Plus, στο οποίο έλαβε χώρα η συγκεκριμένη εφαρμογή. Πάντως, η μετατροπή των στοιχείων από GML σε KML μπορεί να γίνει και με το χέρι, προφανώς για ενδεικτικά στοιχεία και όχι για μεγάλο όγκο δεδομένων, βασιζόμενοι στην kml δομή που παρατέθηκε στην παράγραφο 3.4.8.1 ως παράδειγμα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ερωτημάτων αφού μετατραπούν σε KML αρχεία και φορτωθούν από το λογισμικό Google Earth, στα οποία τα αποτελέσματά τους εξήχθησαν σε GML μορφή. Διακρίνεται η δομή του KML για όσα από τα ερωτήματα δεν είναι μεγάλη, η δομή για τα υπόλοιπα ερωτήματα βρίσκεται στο παράρτημα Β.

ΟΜΑΔΑ Α:

Ερώτημα 7:

Η δομή του kml αρχείου για την απεικόνιση του αποτελέσματος του ερωτήματος αυτού στο Google Earth είναι η ακόλουθη:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Document>
  <name>schema.kml</name>
  <Placemark>
    <name> IOANNINA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        20.85,39.67
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> CORFU</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        19.92,39.62
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> ARTA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
```

```

        <coordinates>
        21.03,39.17
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> AGRINIO</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
        21.38,38.62
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> ARGOSTOLI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
        20.48,38.18
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> ARAKSOS</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
        21.42,38.13
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> ANDRAVIDA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
        21.28,37.92
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> ZANTE-AIR</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
        20.9,37.78

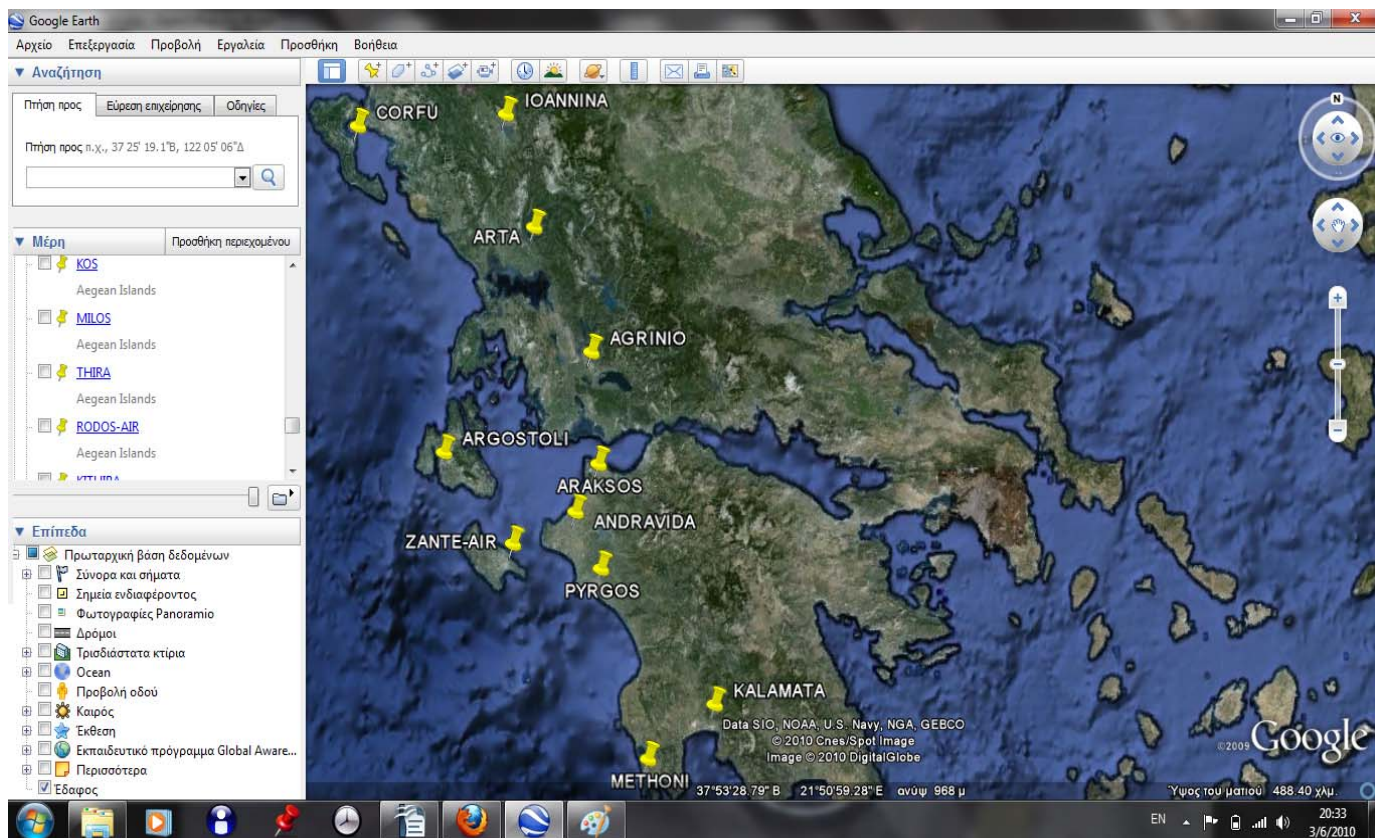
```

```

        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> PYRGOS</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
            21.43,37.67
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> KALAMATA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
            22.1,37.07
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> METHONI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
            21.7,36.83
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
</Document>
</kml>

```

Η απεικόνιση του παραπάνω kml αρχείου σε περιβάλλον Google Earth είναι:

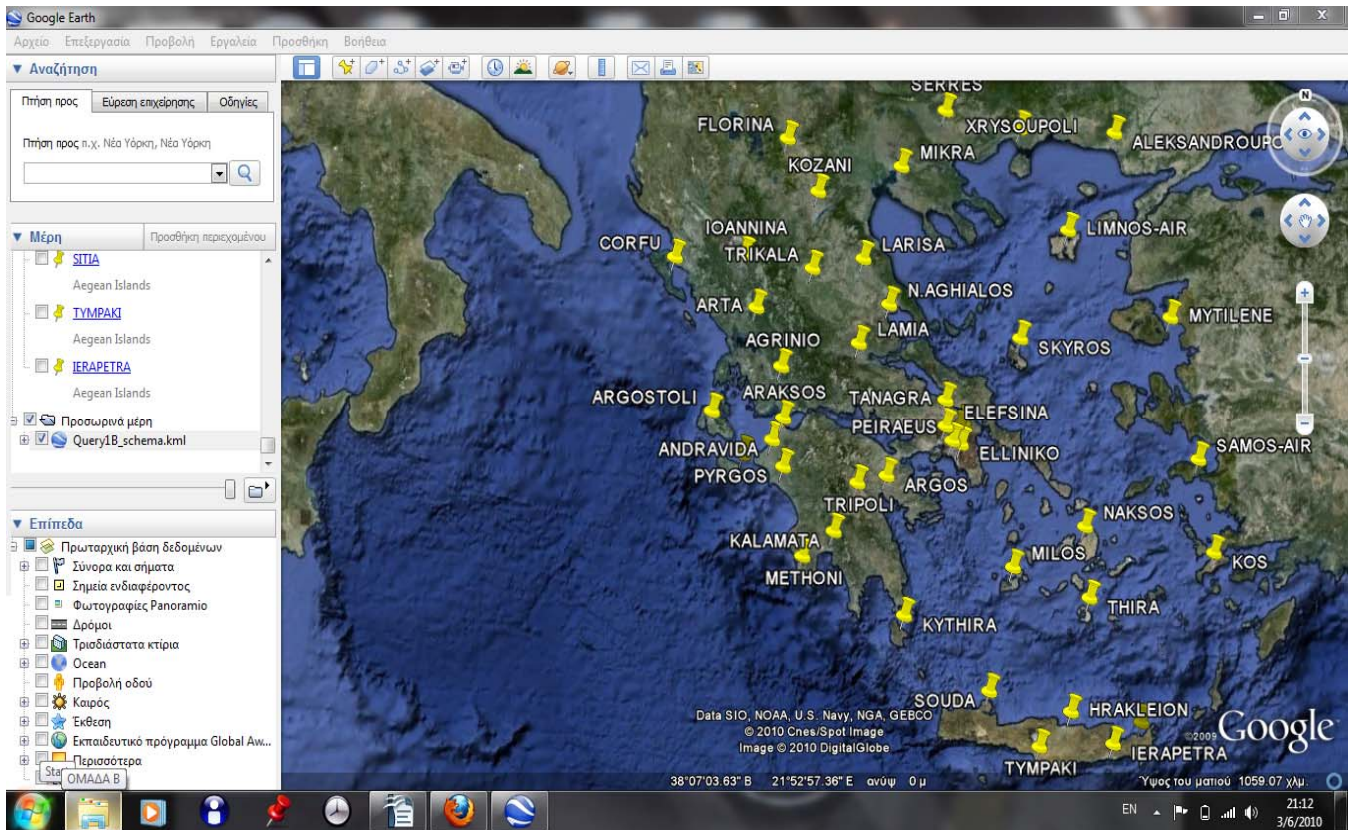


Σχήμα 3.31: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων του ερωτήματος 7 της Α ομάδας σε Google Earth.

ΟΜΑΔΑ Β:

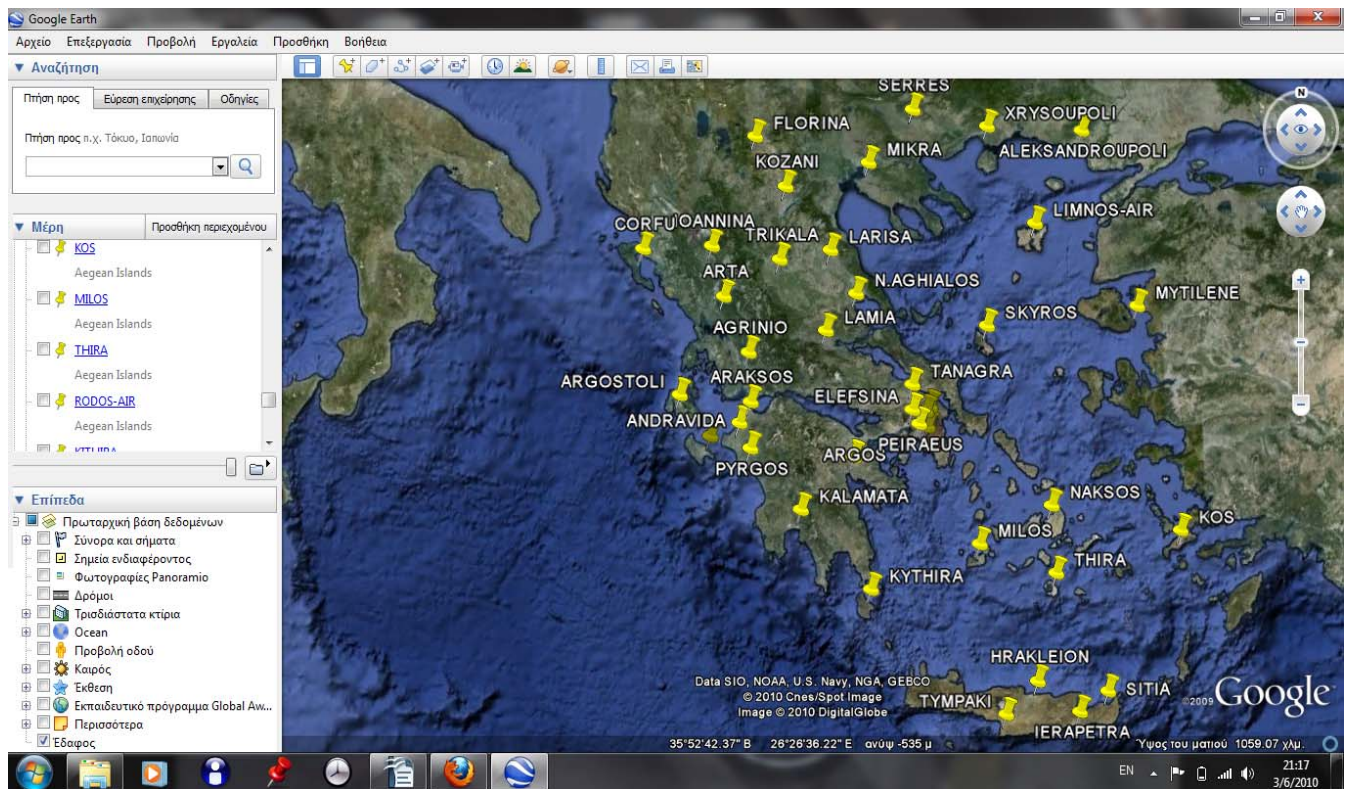
Ερώτημα 1:

Επειδή ολόκληρο το αποτέλεσμα είναι πολύ μεγάλο σε όλα τα ερωτήματα της ομάδας Β παρουσιάζονται μόνο τα αποτελέσματα των KML αρχείων σε περιβάλλον Google Earth για όλα τα ερωτήματα (ολόκληρα τα αποτελέσματα παρατίθενται στο παράρτημα Β).



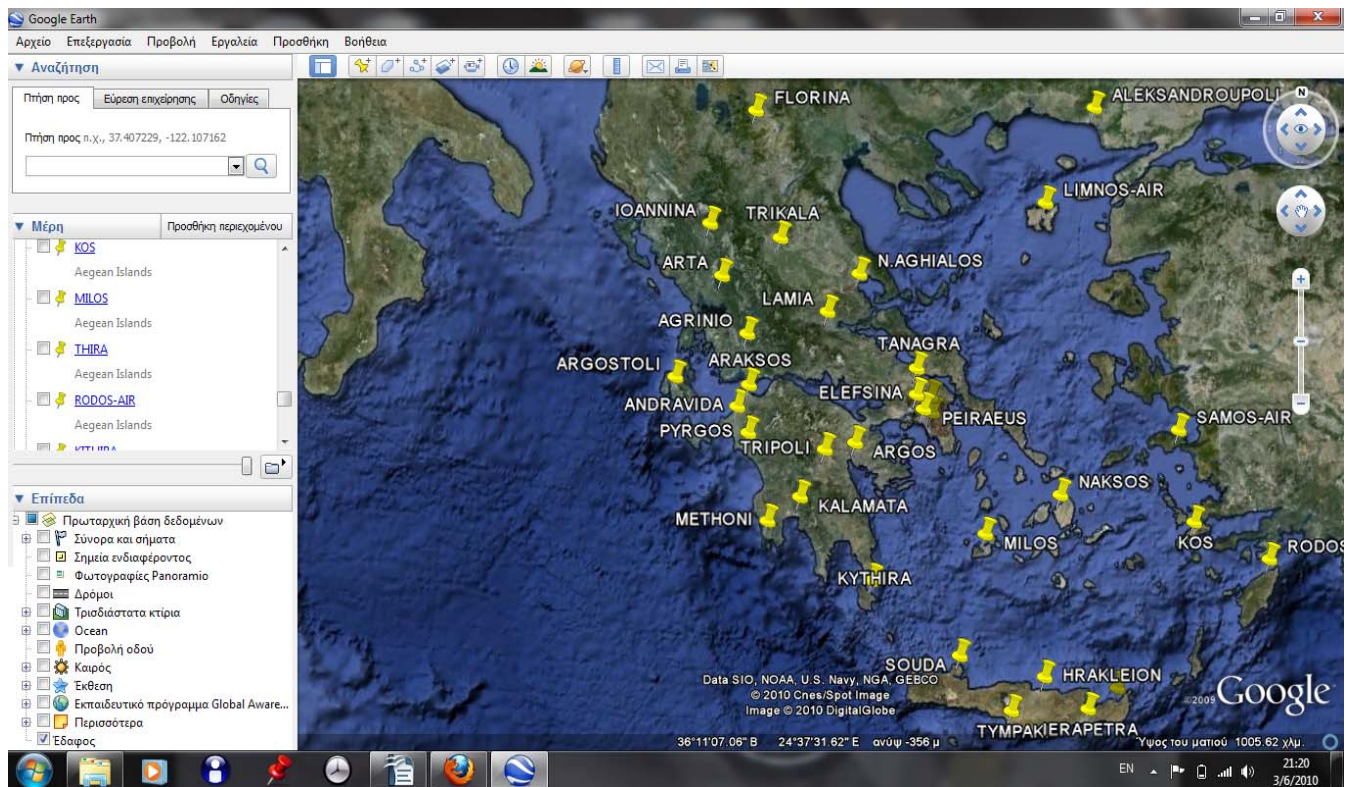
Σχήμα 3.32: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων του ερωτήματος 1 της Β ομάδας σε Google Earth.

Ερώτημα 2:



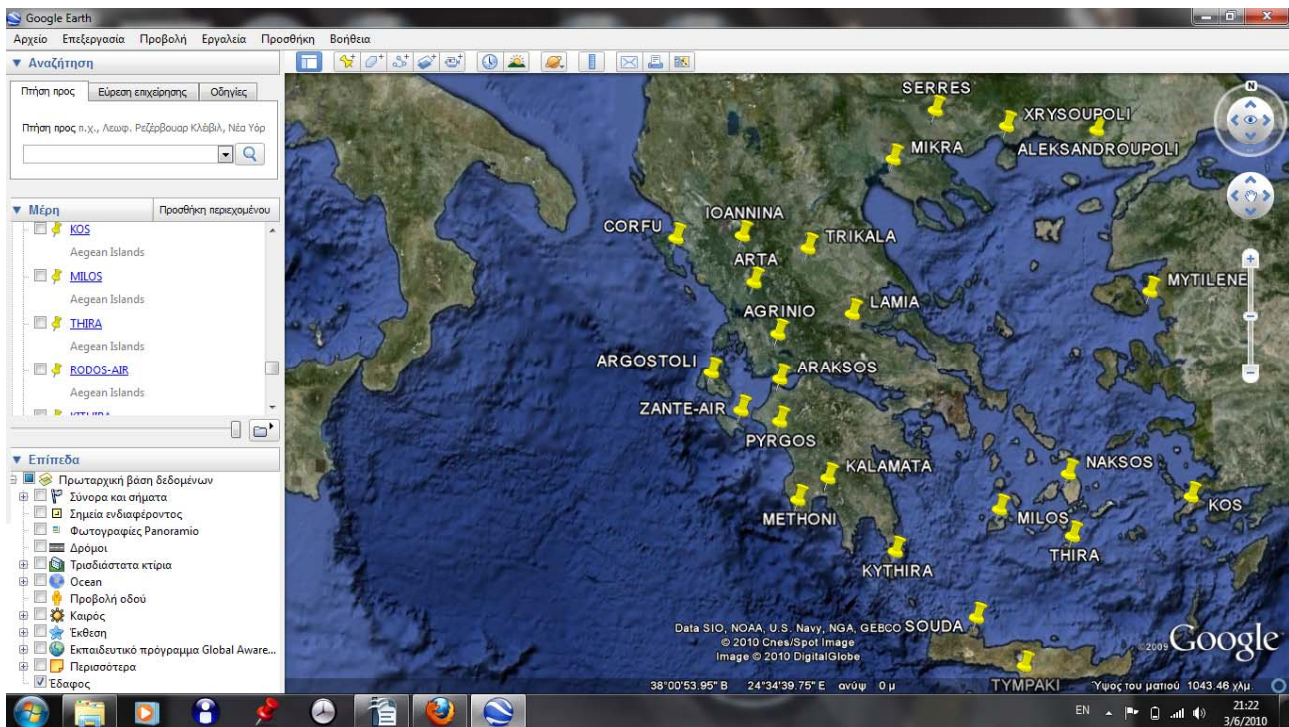
Σχήμα 3.33: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων του ερωτήματος 2 της Β ομάδας σε Google Earth.

Ερώτημα 3:



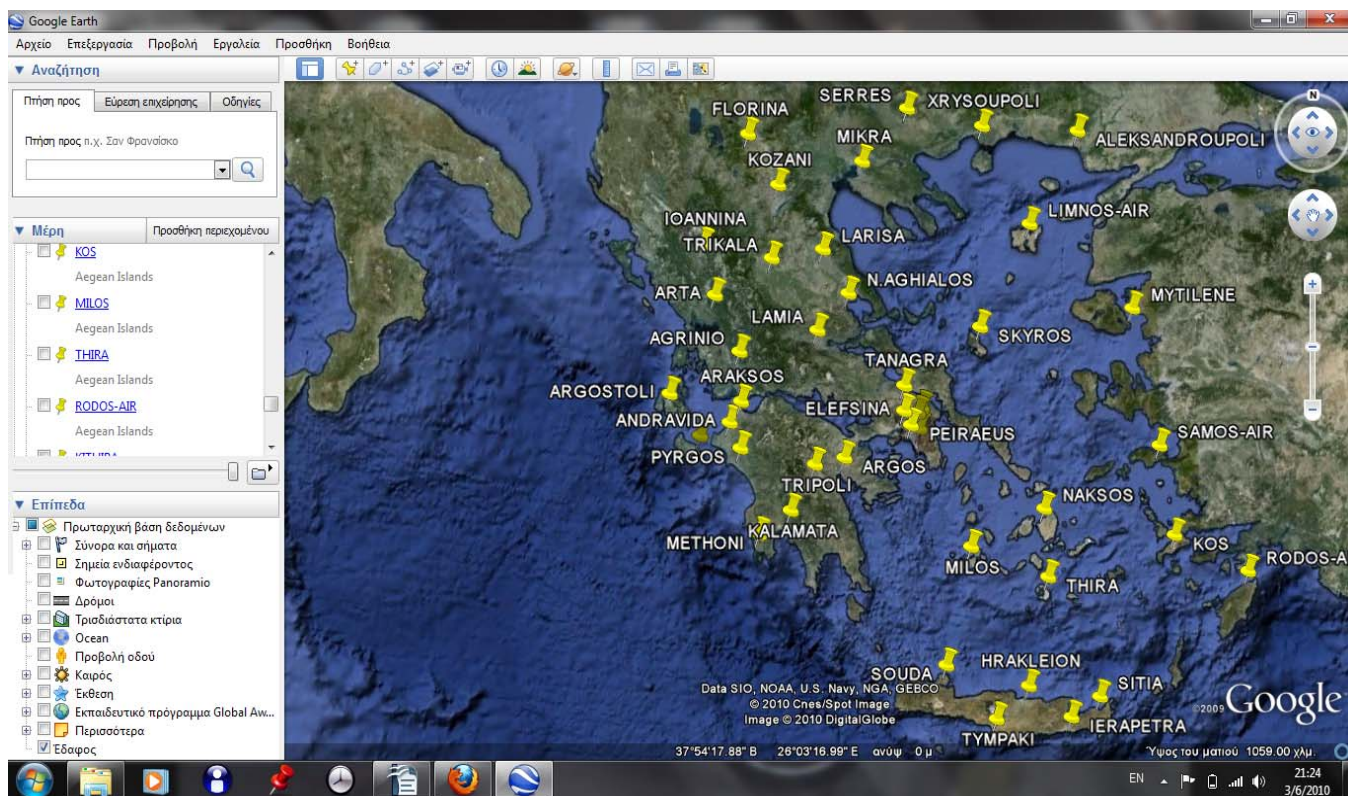
Σχήμα 3.34: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων του ερωτήματος 3 της Β ομάδας σε Google Earth.

Ερώτημα 4:



Σχήμα 3.35: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων του ερωτήματος 4 της Β ομάδας σε Google Earth.

Ερώτημα 5:



Σχήμα 3.36: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων του ερωτήματος 5 της Β ομάδας σε Google Earth.

ΟΜΑΔΑ Γ:

Ερώτημα 1:

Η δομή του kml αρχείου για την απεικόνιση του αποτελέσματος του ερωτήματος αυτού στο Google Earth είναι η ακόλουθη:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Document>
  <name>Query1G_schema.kml</name>
  <Placemark>
    <name> IERAPETRA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        25.73,35.0
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
```

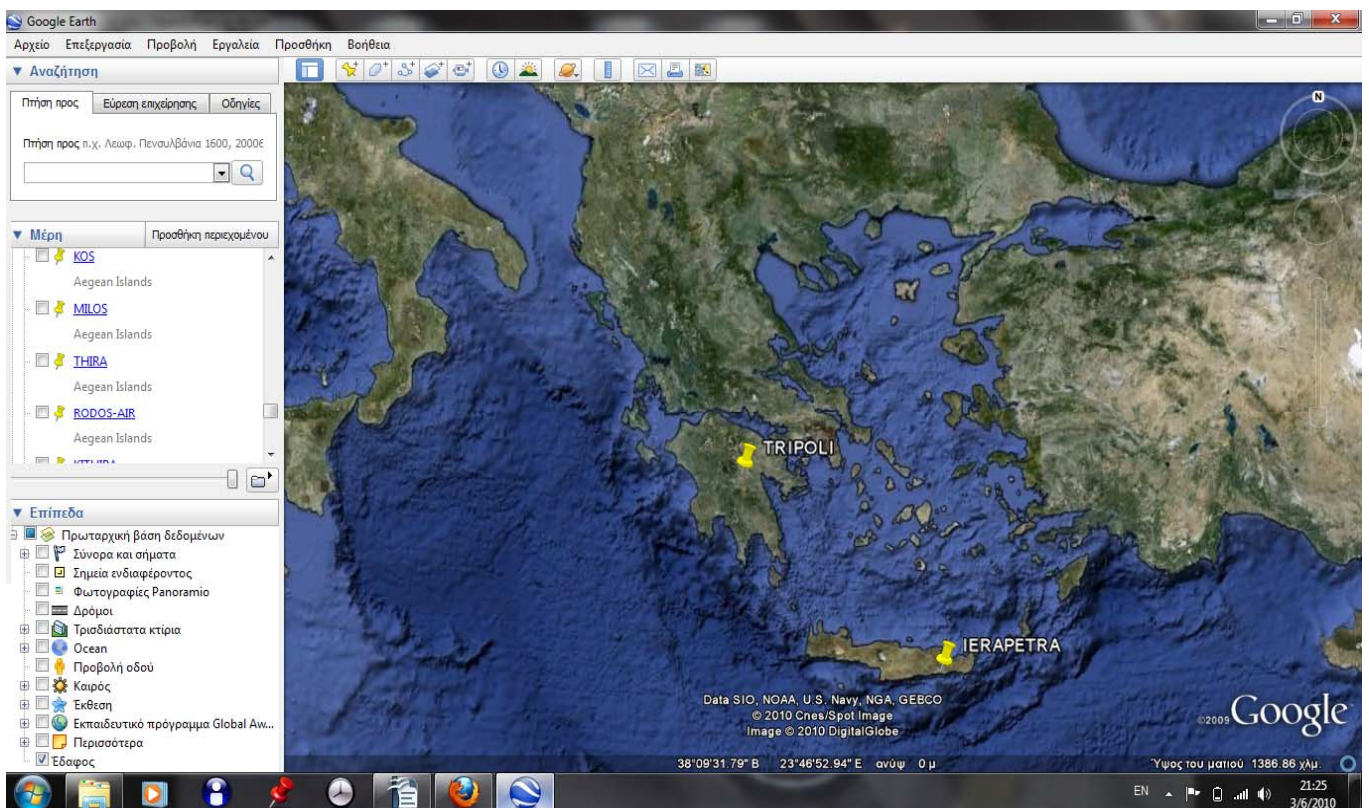


```

<Placemark>
  <name> TRIPOLI</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      22.4,37.53
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
</Document>
</kml>

```

Η απεικόνιση του παραπάνω kml αρχείου σε περιβάλλον Google Earth είναι:



Σχήμα 3.37: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων του ερωτήματος 1 της Γ ομάδας σε Google Earth.

Ερώτημα 2:

Η δομή του kml αρχείου για την απεικόνιση του αποτελέσματος του ερωτήματος αυτού στο Google Earth είναι η ακόλουθη:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Document>

```

```

<name>Query2G_schema.kml</name>
<Placemark>
  <name> AGRINIO</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      21.38,38.62
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> ARGOSTOLI</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      20.48,38.18
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> HRAKLEION</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      25.18,35.33
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> THIRA</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      25.43,36.42
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> CORFU</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      19.92,39.62
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>

```

```

<name> KYTHIRA</name>
<styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
<Point>
  <coordinates>
    23.02,36.28
  </coordinates>
</Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> MYTILENE</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      26.6,39.07
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> N.AGHIALOS</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      22.8,39.22
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> NAKSOS</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      25.38,37.1
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> PYRGOS</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      21.43,37.67
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> SITIA</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>

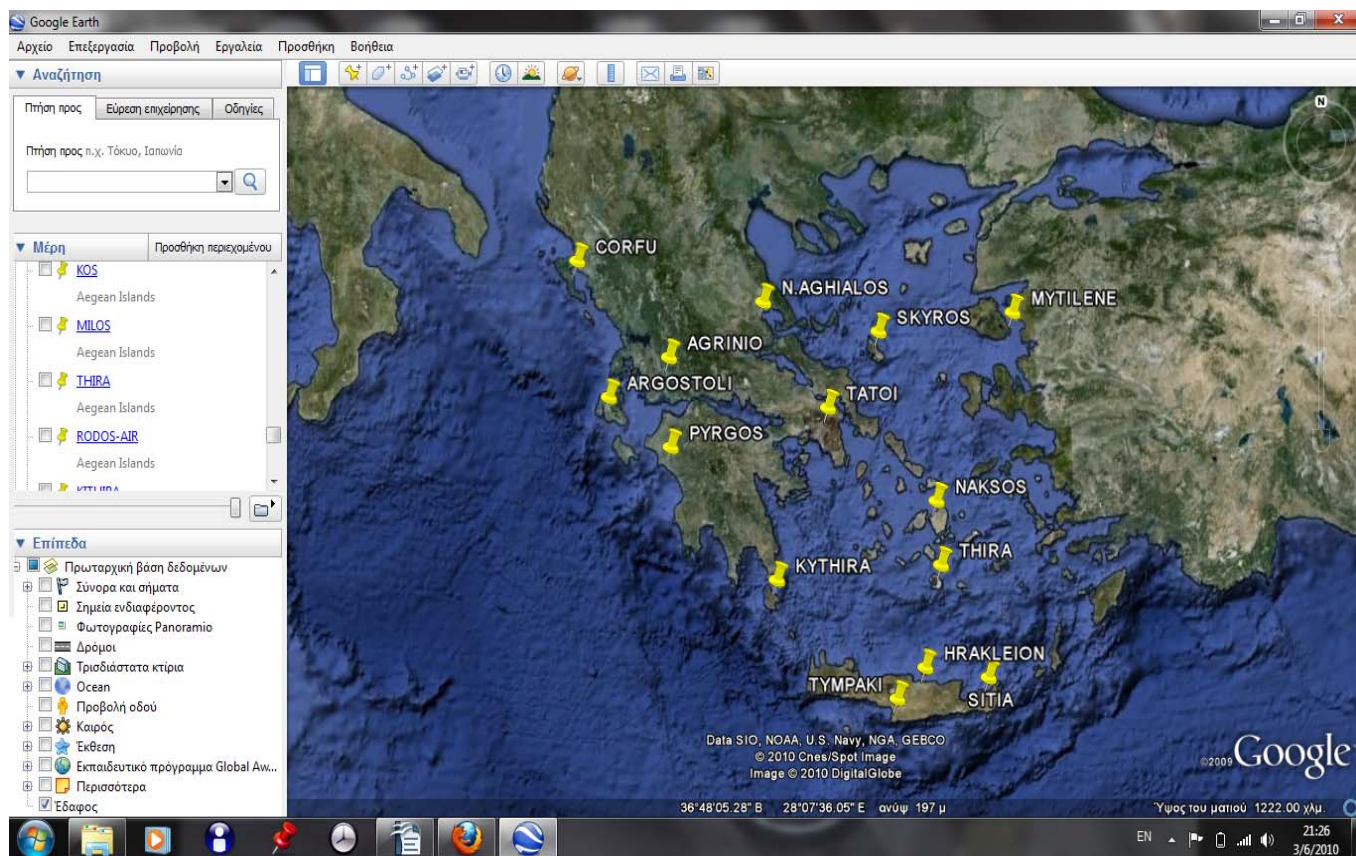
```

```

    <Point>
      <coordinates>
        26.1,35.2
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> SKYROS</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        24.55,38.9
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> TATOI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        23.78,38.1
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> TYMPAKI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        24.77,35.0
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```

Η απεικόνιση του παραπάνω kml αρχείου σε περιβάλλον Google Earth είναι:



Σχήμα 3.38: Απεικόνιση των αποτελεσμάτων του ερωτήματος 2 της Γ ομάδας σε Google Earth.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία αφορούσε στο σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας κλιματικής βάσης δεδομένων σε περιβάλλον Oracle Spatial 11g, για τη διαχείριση δεδομένων που αφορούν το βροχομετρικό καθεστώς (regime of rain) στον Ελλαδικό χώρο για μια χρονοσειρά 30 ετών (1978-2007). Η Oracle Spatial παρέχει ένα αντικείμενο – σχεσιακό σχήμα με χρήση της SQL καθώς και λειτουργίες για την αποθήκευση, ανάκτηση, ενημέρωση και αναζήτηση συλλογών χωρικών δεδομένων – οντοτήτων σε μια βάση δεδομένων σε περιβάλλον Oracle. Για την ανάπτυξη της εφαρμογής, λοιπόν, χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά Oracle Spatial 11g για την υλοποίηση της βάσης των κλιματικών στοιχείων και Google Earth για την οπτικοποίηση των ερωτημάτων που διατυπώθηκαν σε SQL μορφή.

Διαπιστώθηκε ότι το περιβάλλον της Oracle Spatial 11g παρέχει μια σχετικά μεγάλη ευκολία στη διαχείριση των χωρικών στοιχείων (γεωμετρίας), στη μετατροπή τους σε άλλα πρότυπα μέσα από το περιβάλλον αυτής, τα οποία αποτελούν νέες τεχνολογίες για εφαρμογές GIS και την απεικόνιση των στοιχείων αυτών στο λογισμικό Google Earth που αποτελεί ένα ευρέως διαδεδομένο λογισμικό οπτικοποίησης χαρτογραφικού περιεχομένου στον Παγκόσμιο Ιστό. Επιπλέον, υπάρχει υπάρχει πλήρη συνοχή και συνέπεια (consistency), πληρότητα (completeness), ασφάλεια (security) και δυνατότητα ενημέρωσης (update) της βάσης με εύκολο και γρήγορο τρόπο. Παράλληλα, η ταχύτητα στην επεξεργασία των δεδομένων παρέχει τη δυνατότητα ανάπτυξης εξειδικευμένων εφαρμογών.

Τα δεδομένα που εισήχθησαν στη βάση δεδομένων, παρασχέθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία που εδρεύει στο Ελληνικό Αττικής. Μέσω της εν λόγω εφαρμογής, ο χρήστης μπορεί να δει σε οπτικοποιημένη μορφή μέσω Google Earth τις απαντήσεις των χωρικών ερωτημάτων που προηγήθηκαν κι έτσι να πάρει αναλυτικές πληροφορίες για το βροχομετρικό καθεστώς πάνω από τον ελλαδικό χώρο (πληροφορία στο χώρο) υπό μορφή γραφικής πληροφορίας. Παρόμοιες δυνατότητες παρέχονται και από τη χρήση του Excel, κυρίως όμως για τη χρονική μεταβολή του ύψους βροχόπτωσης από έτος σε έτος κι από δεκαετία σε δεκαετία (πληροφορία στο χρόνο), η οποία λαμβάνεται κι από τη βάση δεδομένων που υλοποιήθηκε με πιο απλό και κατανοητό τρόπο. Οπότε, η χρονική μεταβολή του ύψους βροχόπτωσης μπορεί να αναζητηθεί μέσω ερωτημάτων SQL μέσα από τη βάση. Έτσι, από τους χάρτες του Google Earth λαμβάνεται πληροφορία για τη χωρική κατανομή του ύψους βροχής από έτος σε έτος ή από δεκαετία σε δεκαετία λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους που ορίζονται στο εκάστοτε ερώτημα, που είναι και το ζητούμενο. Για παράδειγμα, από τη μελέτη των οπτικοποιημένων αποτελεσμάτων του ερωτήματος 1 της ομάδας Β μέσω γραφικού περιβάλλοντος Google Earth, προκύπτει ότι το έτος 1989 ήταν ξηρότερο σε σχέση με τις μέσες ετήσιες τιμές του ύψους βροχής για την 30ετία σε όλους τους σταθμούς του δικτύου της ΕΜΥ, με μοναδική εξαίρεση το ΜΣ της Ρόδου, δηλ. η συνολική ετήσια βροχόπτωση για το 1989 (προκύπτει από το άθροισμα του ύψους βροχής όλων των μηνών του έτους για το σύνολο των ΜΣ) ήταν κάτω από την κανονική τιμή της 30ετίας για όλους τους σταθμούς, εκτός της Ρόδου, οπότε και το έτος 1989 ήταν ξηρό έτος για το σύνολο της χώρας.

Παράλληλα, αξίζει να σημειωθεί ότι η απεικόνιση των μετεωρολογικών σταθμών (ΜΣ) με έναν κύκλο πάνω από τον εκάστοτε ΜΣ ή οποιουδήποτε συμβόλου προσεγγίζει τον κύκλο κι αναφέρεται σε σημειακή πληροφορία, για παραμέτρους που

αφορούν τη βροχόπτωση, κρίνεται ότι προσεγγίζει καλύτερα και με πιο βέλτιστο τρόπο το φαινόμενο της βροχής πάνω από μια γεωγραφική περιοχή κι αυτό επειδή η βροχή δεν αποτελεί συνεχές φαινόμενο στο χώρο, όπως λ.χ. η θερμοκρασία, οπότε και η μεταβολή της ενδέχεται να είναι μεγάλη ακόμη και σε περιοχές που βρίσκονται στην ίδια γεωγραφική περιοχή, π.χ. Δυτική Ελλάδα. Αυτό δε σημαίνει, σαφώς, ότι η απεικόνιση του φαινομένου της βροχής, για παράδειγμα με τις ισοϋέτιες καμπύλες, είναι λάθος τρόπος απεικόνισης καθώς με τον τρόπο αυτό παρουσιάζεται μια καλύτερη οπτικοποίηση κι έτσι φαίνεται μια καλύτερη τάση της χωρικής κατανομής του.

Η τεχνολογία στους τομείς των βάσεων δεδομένων και των πληροφοριακών συστημάτων εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια και τα επιτεύγματά της επηρεάζουν άμεσα τους τομείς των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών.

Οι υπηρεσίες χαρτογραφικού περιεχομένου (web services for mapping) εμπλέκουν την επικοινωνία και διαλειτουργικότητα μεταξύ χαρτογραφικών εφαρμογών και την ανταλλαγή χαρτογραφικών δεδομένων μέσω του διαδικτύου. Αυτές οι υπηρεσίες καθώς και οι αντίστοιχες τυποποιήσεις έχουν αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να υιοθετούνται και να εφαρμόζονται εύκολα από τους χρήστες. Οι χρήστες λειτουργούν είτε ως καταναλωτές (στην πλευρά του πελάτη) είτε ως προμηθευτές (στην πλευρά του εξυπηρετητή). Σε κάθε περίπτωση, οι χρήστες δεν απαιτείται να γνωρίζουν πολλές τεχνικές λεπτομέρειες, ώστε να αξιοποιήσουν μια υπηρεσία.

Οπότε και η εξασφάλιση της διαλειτουργικότητας όπως για παράδειγμα, η δυνατότητα αξιοποίησης των KML αρχείων που κατασκευάστηκαν και από άλλους χρήστες για την αποδοτική διακίνηση της χωρικής πληροφορίας, είναι ιδιαίτερα σημαντική. Το πρότυπο KML παρέχει τις απαραίτητες προδιαγραφές για την αποθήκευση, μεταφορά κι απεικόνιση της χωρικής πληροφορίας σε φυλλομετρητές (browsers) της γήινης επιφάνειας, όπως το Google Earth. Το μοντέλο αντικειμένων του υποστηρίζει πληθώρα λειτουργιών, συμβάλλοντας στην ολοένα και αυξανόμενη χρήση του προτύπου από τους χρήστες του διαδικτύου. Ο χαρακτηρισμός του από την OGC ως ανοικτό πρότυπο απαιτεί από τους χρήστες την συμμόρφωση και την κωδικοποίηση της πληροφορίας σύμφωνα με το πρότυπο με αποτέλεσμα την ενιαία αντιμετώπιση της χωρικής πληροφορίας από διαφορετικά λογισμικά (φυλλομετρητές) ακόμη και χωρίς να γνωρίζουν ιδιαίτερες τεχνικές λεπτομέρειες προγραμματισμού.

Το λογισμικό Google Earth αποτελεί το πλέον κατάλληλο περιβάλλον απεικόνισης αρχείων KML ως φυλλομετρητής γήινης επιφάνειας, καθώς υποστηρίζει πλήρως το πρότυπο των αρχείων KML. Επιπλέον, με τη σύνταξη κατάλληλου προγραμματιστικού κώδικα το περιβάλλον αυτό είναι δυνατό να συνδεθεί με χωρικές βάσεις δεδομένων και να αντλήσει από αυτές δεδομένα για απεικόνιση. Πέρα από την δυνατότητα απεικόνισης KML αρχείων, το λογισμικό Google Earth διαθέτει και μια αποθήκη χωρικών και μη δεδομένων, που ενημερώνεται συνεχώς μέσα από την κοινότητα χρηστών του λογισμικού. Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, κατανοείται πλήρως η καταλληλότητα χρήσης αυτού του λογισμικού στα πλαίσια μιας διαδικτυακής εφαρμογής.

Τέλος, η παρούσα εφαρμογή, που πραγματεύεται τη διαχείριση δεδομένων που αφορούν το βροχομετρικό καθεστώς (regime of rain) στον Ελλαδικό χώρο κρίνεται ότι ικανοποιεί πλήρως τον στόχο σχετικά με τη μελέτη της συμπεριφοράς του φαινομένου της βροχής στο χρόνο και το χώρο, ο οποίος τέθηκε αρχικά. Βέβαια, η εφαρμογή θα μπορούσε με κατάλληλες διαδικασίες, οι οποίες όμως δεν είναι αντικείμενο της

συγκεκριμένης εφαρμογής οπότε και δεν αναλύονται, να διατεθεί στο διαδίκτυο και να αποτελεί ένα διαδικτυακά προσβάσιμο εργαλείο πληροφόρησης από οποιονδήποτε ενδιαφέρεται να ενημερωθεί για τη συμπεριφορά του φαινομένου της βροχής στο χώρο, δίχως να απαιτείται γνώση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται, ούτε των διεργασιών που εκτελούνται πίσω από την εφαρμογή. Παράλληλα, θα μπορούσαν ενδεχομένως να γίνουν τροποποιήσεις των χωρικών ερωτημάτων και καθορισμός των περιγραφικών δεδομένων προς απεικόνιση, ανάλογα με τους αποδέκτες της εφαρμογής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ahrens G. Donald (1998). *Βασικές αρχές μετεωρολογίας. Μία πρόκληση στην ατμόσφαιρα*. Δεύτερη έκδοση. Αθήνα (Περιστέρι): Ίων.
2. Αλεξόπουλος Ι., (2004). *Επαναπροσδιορισμοί στη γένεση γεωπληροφορίας μέσω της αναδόμησης πολεοδομικού συστήματος πληροφοριών στο αντικειμενοσχεσιακό χωρικό μοντέλο για την πόλη του Πύργου Ηλείας*. Μεταπτυχιακή εργασία, Ε.Μ.Π., Δ.Π.Μ.Σ. “Γεωπληροφορική”.
3. Βολιώτη Κ., (2008). *Χρήση Ανοικτών Προτύπων για τη Γεωγραφική Απεικόνιση Πράξεων Αναδασμού*. Μεταπτυχιακή εργασία, Ε.Μ.Π., Δ.Π.Μ.Σ. “Γεωπληροφορική”.
4. Γράβαλου Λ., Φείδας Χ., (2007). *Γεωγραφική κατανομή κλιματικών φαινομένων στον ελλαδικό χώρο για την χρονική περίοδο 1980-1996*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωγραφίας: Πτυχιακή Εργασία.
5. Μαρσέλη Κ., (2008). *Η αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας σε διαδικτυακό περιβάλλον ως εργαλείο για την τουριστική ανάπτυξη*. Εφαρμογή, Ζάκυνθος. Μεταπτυχιακή εργασία, Ε.Μ.Π., Δ.Π.Μ.Σ. “Γεωπληροφορική”.
6. Παλιατσός Α., Καμπεζίδης Χ., Νάστος Π., Καριοφύλλη Μ., Καστραντά Ε., (2004). *Η χωρική κατανομή των τάσεων των βροχοπτώσεων στον ελλαδικό χώρο*. 7^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Μυτιλήνη 14-17 Οκτωβρίου 2004.
7. Παπαπέτρου Άρτεμις (2007). *Υψη βροχής υδρολογικού έτους 2006-2007 στον Ελλαδικό Χώρο*. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Διεύθυνση Κλιματολογίας-Εφαρμογών, Τμήμα Εφαρμογών Υδρομετεωρολογίας: Ελληνικό, Αθήνα.
8. Πατρούμπας Κ., (2008). *Διδακτικές σημειώσεις στο μάθημα Χωρικές Βάσεις Δεδομένων*. Ε.Μ.Π., Αθήνα.
9. Πατρούμπας Κ., (2007). *Διδακτικές σημειώσεις στο μάθημα Υπολογιστικές Μέθοδοι στη Γεωπληροφορική*. Ε.Μ.Π., Αθήνα.
10. Πουράνης Σπύρος (2008). *Γεωγραφική κατανομή και συχνότητα εμφάνισης ύετου στον Ελλαδικό Χώρο*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Τμήμα Γεωγραφίας. Πτυχιακή Εργασία.
11. Σελλής Τ., (2006). *Διδακτικές σημειώσεις στο μάθημα Χωρικές Βάσεις Δεδομένων*. Ε.Μ.Π, Αθήνα.
12. Σελλής Τ. (1998). *Διδακτικές σημειώσεις στο μάθημα Υπολογιστικές Μέθοδοι στη Γεωπληροφορική*. Ε.Μ.Π., Αθήνα.

13. Σιαμά Ι., (2009). *Σχεδιασμός μιας χωρικής βάσης δεδομένων για τη διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών του δικτύου Natura 2000 και διατύπωση τυπικών χωρικών ερωτημάτων σε περιβάλλον Oracle Spatial 10g*. Μεταπτυχιακή εργασία, Ε.Μ.Π., Δ.Π.Μ.Σ. “Γεωπληροφορική”.
14. Σπανάκη Μ., Κοτζίνος Δ., Πραστάκος Π., Τσούλος Λ., (2006). *Χρήση GML για εφαρμογές Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών*. Ε.Μ.Π., Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα.
15. Στάθης Δ., (2004). *Ακραία γεγονότα βροχής και πλημυρογένεση στην Ελλάδα*. 7^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Μυτιλήνη 14-17 Οκτωβρίου 2004.
16. Στεφανάκης Ε., (2003). *Βάσεις Γεωγραφικών Δεδομένων και Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
17. Φλόκας Απόστολος (1997). *Μαθήματα Μετεωρολογίας και κλιματολογίας*. Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
18. Χριστοδουλάκης Σ., Μαχαίρας Π., (2004). *Οι τάσεις της βροχόπτωσης στην Κρήτη*. 7^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Μυτιλήνη 14-17 Οκτωβρίου 2004.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bartzokas A., Lolis C. & Metaxas D., (2003). *The 850 hpa relative vorticity centres of action for winter precipitation in the Greek area*. International Journal of Climatology 23: 813-828.
2. Chuck Murray (2007). *Oracle® Spatial, Developer's Guide 11g*. Release 1 (11.1), B28400-02.
3. Feeds H., Nouloupoulou Ch., Makrogiannis T., Bora-Senta E., (2007). *Trend analysis of precipitation time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955-2001*. Theoretical and Applied Climatology 87: 155-177.
4. Maheras P., Tolica K., Anagnostopoulou Chr., Vafiadis M., Patrikas I. & Flocas H., (2004). *On the relationship between circulation types and changes in rainfall variability in Greece*. International Journal of Climatology 24: 1695-1712.
5. McKee L., Pichler G., (2003). *Registries and e-Services: Final Report*, GINIE: Geographic Information Network in Europe.
6. Patroumpas Kostas (2006). *Mapping Geographic Data into XML-based formats*. Harokopio University of Athens Department of Geography. Athens.

7. Tolica K., Anagnostopoulou Chr., Maheras P. & Kutiel H., (2007). *Extreme precipitation related to circulation types for four case studies over the Eastern Mediterranean*. Advances in Geosciences 12: 87-93.
8. Tolica K., Maheras P., Vafiadis M., Flocas H. & Arseni-Papadimitriou A., (2007). *Simulation of seasonal precipitation and rain days over Greece: a statistical downscaling technique based on artificial neural networks (ANNs)*. International Journal of Climatology 27: 861-881.

Πηγές πληροφοριών στο διαδίκτυο:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Interoperability>

http://www.accuweather.com/us/radar/sir/us_/radar.asp

<http://gun.teipir.gr/DSAELAB/radar.htm>

http://www.elga.gr/keme/center_6.html

<http://www.intellicast.com/National/Radar/Current.aspx>

http://www.aegean.gr/culturaltec/kavakli/databases_winter_2009/slides/lecture2.pdf

http://hnms.gr/hnms/greek/index_html

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ

Δείγμα εισαγωγής εγγραφών στην οντότητα Measurements Rainfall (σύνολο 15.840).

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;1;1978;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;13.6;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;2;1978;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;36;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;3;1978;ΜΑΡΤΙΟΣ ;32.2;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;4;1978;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;59.6;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;5;1978;ΜΑΙΟΣ ;144.1;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;6;1978;ΙΟΥΝΙΟΣ;11.6;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;7;1978;ΙΟΥΛΙΟΣ;8.7;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;8;1978;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;41.7;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;9;1978;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;67.3;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;10;1978;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;40;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;11;1978;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;22.4;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;12;1978;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;56.1;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;13;1979;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;30.5;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;14;1979;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;55.4;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;15;1979;ΜΑΡΤΙΟΣ ;13;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;16;1979;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;83.6;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;17;1979;ΜΑΙΟΣ ;49.3;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;18;1979;ΙΟΥΝΙΟΣ;26.3;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;19;1979;ΙΟΥΛΙΟΣ;36.5;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;20;1979;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;43.3;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;21;1979;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;30.6;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;22;1979;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;105.4;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;23;1979;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;70.7;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;24;1979;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;39.8;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;25;1980;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;48.1;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;26;1980;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;7.6;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;27;1980;ΜΑΡΤΙΟΣ ;34.3;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;28;1980;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;26;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;29;1980;ΜΑΙΟΣ ;77.1;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;30;1980;ΙΟΥΝΙΟΣ;26.8;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;31;1980;ΙΟΥΛΙΟΣ;21.3;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;32;1980;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;9.1;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;33;1980;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;41.7;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;34;1980;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;72.6;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;35;1980;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;35.8;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;36;1980;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;60.1;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;37;1981;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;53.9;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;38;1981;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;54;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;39;1981;ΜΑΡΤΙΟΣ ;18;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;40;1981;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;17;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;41;1981;ΜΑΙΟΣ ;21.5;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;42;1981;ΙΟΥΝΙΟΣ;18.3;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;43;1981;ΙΟΥΛΙΟΣ;8.8;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;44;1981;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;40.4;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;45;1981;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;0.5;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;46;1981;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;41.2;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;47;1981;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;77;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;48;1981;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;71.6;606
INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;49;1982;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;23.7;606

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;50;1982;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;49;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;51;1982;ΜΑΡΤΙΟΣ ;51.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;52;1982;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;47.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;53;1982;ΜΑΙΟΣ ;16.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;54;1982;ΙΟΥΝΙΟΣ;8.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;55;1982;ΙΟΥΛΙΟΣ;47.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;56;1982;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;60.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;57;1982;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;0.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;58;1982;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;18.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;59;1982;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;66.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;60;1982;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;58.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;61;1983;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;15.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;62;1983;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;16.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;63;1983;ΜΑΡΤΙΟΣ ;11.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;64;1983;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;13.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;65;1983;ΜΑΙΟΣ ;30.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;66;1983;ΙΟΥΝΙΟΣ;116.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;67;1983;ΙΟΥΛΙΟΣ;30.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;68;1983;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;48.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;69;1983;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;15.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;70;1983;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;9.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;71;1983;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;71.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;72;1983;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;69.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;73;1984;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;62.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;74;1984;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;67.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;75;1984;ΜΑΡΤΙΟΣ ;70.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;76;1984;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;28;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;77;1984;ΜΑΙΟΣ ;9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;78;1984;ΙΟΥΝΙΟΣ;16.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;79;1984;ΙΟΥΛΙΟΣ;12.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;80;1984;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;16.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;81;1984;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;29.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;82;1984;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;83;1984;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;34.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;84;1984;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;19.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;85;1985;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;14.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;86;1985;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;31.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;87;1985;ΜΑΡΤΙΟΣ ;45.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;88;1985;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;15.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;89;1985;ΜΑΙΟΣ ;26;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;90;1985;ΙΟΥΝΙΟΣ;4.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;91;1985;ΙΟΥΛΙΟΣ;5.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;92;1985;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;15.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;93;1985;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;12.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;94;1985;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;4.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;95;1985;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;100.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;96;1985;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;8.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;97;1986;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;26.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;98;1986;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;110.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;99;1986;ΜΑΡΤΙΟΣ ;19.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;100;1986;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;9.9;606

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;101;1986;ΜΑΙΟΣ ;43.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;102;1986;ΙΟΥΝΙΟΣ;69.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;103;1986;ΙΟΥΛΙΟΣ;0;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;104;1986;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;6.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;105;1986;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;4.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;106;1986;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;19.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;107;1986;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;18.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;108;1986;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;16.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;109;1987;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;85;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;110;1987;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;50.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;111;1987;ΜΑΡΤΙΟΣ ;40.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;112;1987;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;69.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;113;1987;ΜΑΙΟΣ ;37.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;114;1987;ΙΟΥΝΙΟΣ;47;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;115;1987;ΙΟΥΛΙΟΣ;24.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;116;1987;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;50.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;117;1987;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;15.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;118;1987;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;53.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;119;1987;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;117.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;120;1987;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;45;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;121;1988;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;6.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;122;1988;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;77;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;123;1988;ΜΑΡΤΙΟΣ ;61.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;124;1988;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;21.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;125;1988;ΜΑΙΟΣ ;24.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;126;1988;ΙΟΥΝΙΟΣ;53.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;127;1988;ΙΟΥΛΙΟΣ;17.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;128;1988;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;2.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;129;1988;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;4.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;130;1988;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;12;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;131;1988;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;118.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;132;1988;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;63.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;133;1989;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;134;1989;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;1.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;135;1989;ΜΑΡΤΙΟΣ ;45.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;136;1989;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;24.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;137;1989;ΜΑΙΟΣ ;60.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;138;1989;ΙΟΥΝΙΟΣ;56.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;139;1989;ΙΟΥΛΙΟΣ;56.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;140;1989;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;7.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;141;1989;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;17.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;142;1989;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;24.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;143;1989;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;28.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;144;1989;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;39;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;145;1990;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;146;1990;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;6.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;147;1990;ΜΑΡΤΙΟΣ ;8.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;148;1990;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;41.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;149;1990;ΜΑΙΟΣ ;132.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;150;1990;ΙΟΥΝΙΟΣ;33.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;151;1990;ΙΟΥΛΙΟΣ;28.3;606

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;152;1990;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;24.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;153;1990;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;20.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;154;1990;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;54.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;155;1990;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;19.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;156;1990;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;90.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;157;1991;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;3.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;158;1991;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;39;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;159;1991;ΜΑΡΤΙΟΣ ;22.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;160;1991;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;56.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;161;1991;ΜΑΙΟΣ ;26.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;162;1991;ΙΟΥΝΙΟΣ;13.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;163;1991;ΙΟΥΛΙΟΣ;31.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;164;1991;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;96;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;165;1991;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;14.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;166;1991;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;20.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;167;1991;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;20.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;168;1991;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;20.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;169;1992;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;0.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;170;1992;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;2.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;171;1992;ΜΑΡΤΙΟΣ ;33.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;172;1992;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;68.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;173;1992;ΜΑΙΟΣ ;39.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;174;1992;ΙΟΥΝΙΟΣ;31.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;175;1992;ΙΟΥΛΙΟΣ;34.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;176;1992;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;1.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;177;1992;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;1.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;178;1992;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;43;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;179;1992;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;39.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;180;1992;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;40.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;181;1993;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;15.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;182;1993;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;19.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;183;1993;ΜΑΡΤΙΟΣ ;35.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;184;1993;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;20.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;185;1993;ΜΑΙΟΣ ;79.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;186;1993;ΙΟΥΝΙΟΣ;52.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;187;1993;ΙΟΥΛΙΟΣ;1.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;188;1993;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;13.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;189;1993;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;6.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;190;1993;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;16.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;191;1993;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;71.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;192;1993;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;41.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;193;1994;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;77.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;194;1994;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;48.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;195;1994;ΜΑΡΤΙΟΣ ;21;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;196;1994;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;44;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;197;1994;ΜΑΙΟΣ ;26.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;198;1994;ΙΟΥΝΙΟΣ;47.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;199;1994;ΙΟΥΛΙΟΣ;48.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;200;1994;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;201;1994;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;0;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;202;1994;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;41.3;606

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;203;1994;NOEMBPIOΣ;39.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;204;1994;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;67.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;205;1995;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;55.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;206;1995;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;16.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;207;1995;ΜΑΡΤΙΟΣ ;44.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;208;1995;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;24.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;209;1995;ΜΑΙΟΣ ;47;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;210;1995;ΙΟΥΝΙΟΣ;26.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;211;1995;ΙΟΥΛΙΟΣ;38;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;212;1995;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;58.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;213;1995;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;28.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;214;1995;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;215;1995;NOEMBPIOΣ;32.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;216;1995;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;108.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;217;1996;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;50.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;218;1996;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;89.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;219;1996;ΜΑΡΤΙΟΣ ;48.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;220;1996;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;34.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;221;1996;ΜΑΙΟΣ ;84.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;222;1996;ΙΟΥΝΙΟΣ;3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;223;1996;ΙΟΥΛΙΟΣ;6.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;224;1996;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;24.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;225;1996;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;58.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;226;1996;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;29.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;227;1996;NOEMBPIOΣ;52.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;228;1996;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;56;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;229;1997;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;33.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;230;1997;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;33;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;231;1997;ΜΑΡΤΙΟΣ ;29.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;232;1997;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;50.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;233;1997;ΜΑΙΟΣ ;8.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;234;1997;ΙΟΥΝΙΟΣ;46.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;235;1997;ΙΟΥΛΙΟΣ;31.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;236;1997;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;38.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;237;1997;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;3.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;238;1997;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;84.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;239;1997;NOEMBPIOΣ;30.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;240;1997;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;80.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;241;1998;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;33.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;242;1998;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;71.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;243;1998;ΜΑΡΤΙΟΣ ;13.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;244;1998;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;11;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;245;1998;ΜΑΙΟΣ ;54.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;246;1998;ΙΟΥΝΙΟΣ;59.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;247;1998;ΙΟΥΛΙΟΣ;1.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;248;1998;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;0;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;249;1998;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;25.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;250;1998;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;51.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;251;1998;NOEMBPIOΣ;127.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;252;1998;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;52.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;253;1999;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;32.1;606

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;254;1999;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;34.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;255;1999;ΜΑΡΤΙΟΣ ;47.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;256;1999;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;45.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;257;1999;ΜΑΙΟΣ ;54.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;258;1999;ΙΟΥΝΙΟΣ;86.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;259;1999;ΙΟΥΛΙΟΣ;39.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;260;1999;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;0.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;261;1999;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;17.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;262;1999;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;37.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;263;1999;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;44.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;264;1999;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;109.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;265;2000;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;7.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;266;2000;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;27;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;267;2000;ΜΑΡΤΙΟΣ ;9.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;268;2000;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;54.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;269;2000;ΜΑΙΟΣ ;33;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;270;2000;ΙΟΥΝΙΟΣ;59.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;271;2000;ΙΟΥΛΙΟΣ;11.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;272;2000;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;1.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;273;2000;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;12.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;274;2000;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;56.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;275;2000;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;6.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;276;2000;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;1.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;277;2001;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;66.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;278;2001;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;23.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;279;2001;ΜΑΡΤΙΟΣ ;25.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;280;2001;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;61.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;281;2001;ΜΑΙΟΣ ;50.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;282;2001;ΙΟΥΝΙΟΣ;9.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;283;2001;ΙΟΥΛΙΟΣ;46.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;284;2001;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;31.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;285;2001;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;17.0;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;286;2001;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;287;2001;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;9.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;288;2001;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;48.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;289;2002;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;20.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;290;2002;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;13.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;291;2002;ΜΑΡΤΙΟΣ ;69.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;292;2002;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;74.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;293;2002;ΜΑΙΟΣ ;27.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;294;2002;ΙΟΥΝΙΟΣ;43.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;295;2002;ΙΟΥΛΙΟΣ;105.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;296;2002;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;37;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;297;2002;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;80.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;298;2002;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;61;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;299;2002;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;65.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;300;2002;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;196.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;301;2003;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;69.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;302;2003;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;12.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;303;2003;ΜΑΡΤΙΟΣ ;2.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;304;2003;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;37.1;606

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;305;2003;ΜΑΙΟΣ ;68.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;306;2003;ΙΟΥΝΙΟΣ;39.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;307;2003;ΙΟΥΛΙΟΣ;11.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;308;2003;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;7.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;309;2003;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;9.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;310;2003;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;84;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;311;2003;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;20.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;312;2003;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;119.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;313;2004;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;52.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;314;2004;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;5.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;315;2004;ΜΑΡΤΙΟΣ ;24.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;316;2004;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;37.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;317;2004;ΜΑΙΟΣ ;34.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;318;2004;ΙΟΥΝΙΟΣ;42.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;319;2004;ΙΟΥΛΙΟΣ;3.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;320;2004;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;12.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;321;2004;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;66.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;322;2004;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;21.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;323;2004;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;56.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;324;2004;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;64.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;325;2005;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;34.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;326;2005;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;40.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;327;2005;ΜΑΡΤΙΟΣ ;28.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;328;2005;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;21;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;329;2005;ΜΑΙΟΣ ;59.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;330;2005;ΙΟΥΝΙΟΣ;32.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;331;2005;ΙΟΥΛΙΟΣ;35.8;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;332;2005;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;33.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;333;2005;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;75.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;334;2005;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;35.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;335;2005;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;45.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;336;2005;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;63.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;337;2006;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;23.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;338;2006;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;41.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;339;2006;ΜΑΡΤΙΟΣ ;53;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;340;2006;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;49.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;341;2006;ΜΑΙΟΣ ;34.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;342;2006;ΙΟΥΝΙΟΣ;66.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;343;2006;ΙΟΥΛΙΟΣ;27.1;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;344;2006;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;8.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;345;2006;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;34.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;346;2006;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;70.2;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;347;2006;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;23.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;348;2006;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;46.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;349;2007;ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ;20.4;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;350;2007;ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ;24.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;351;2007;ΜΑΡΤΙΟΣ ;25.7;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;352;2007;ΑΠΡΙΛΙΟΣ;19.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;353;2007;ΜΑΙΟΣ ;78.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;354;2007;ΙΟΥΝΙΟΣ;33.9;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;355;2007;ΙΟΥΛΙΟΣ;0;606

INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;356;2007;ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ;79.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;357;2007;ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ;110.6;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;358;2007;ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ;79.3;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;359;2007;ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ;69.5;606
 INSERT INTO Measurements_Rainfall VALUES;360;2007;ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ;;606

Πίνακας 12: Αποτελέσματα ερωτήματος 8 ομάδας Α.

Records	Average_Days_Thunderstorm	Station_Name
1	40.3	ΑΓΡΙΝΙΟ
2	30	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ
3	37.8	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ
4	42.9	ΑΡΑΞΟΣ
5	18.1	ΑΡΓΟΣ
6	33.2	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
7	35.3	ΑΡΤΑ
8	18.2	ΕΛΕΥΣΙΝΑ
9	22.2	ΕΛΛΗΝΙΚΟ
10	28.6	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ
11	25.6	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
12	10.5	ΘΗΡΑ
13	14.9	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ
14	42.4	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
15	40.9	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
16	53.3	ΚΕΡΚΥΡΑ
17	29.3	ΚΟΖΑΝΗ
18	19.3	ΚΥΘΗΡΑ
19	25.6	ΚΩΣ
20	22.9	ΛΑΜΙΑ
21	29.5	ΛΑΡΙΣΑ
22	24.7	ΛΗΜΝΟΣ - ΑΕΡ
23	47.5	ΜΕΘΩΝΗ
24	16.6	ΜΗΛΟΣ
25	33	ΜΙΚΡΑ
26	27.9	ΜΥΤΙΛΗΝΗ
27	21.3	Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ
28	15.9	Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ
29	22.3	ΝΑΞΟΣ
30	10.4	ΠΕΙΡΑΙΑΣ
31	29.9	ΠΥΡΓΟΣ
32	33.6	ΡΟΔΟΣ - ΑΕΡ
33	27.2	ΣΑΜΟΣ - ΑΕΡ
34	29.6	ΣΕΡΡΕΣ
35	19	ΣΗΤΕΙΑ
36	19	ΣΚΥΡΟΣ
37	23	ΣΟΥΔΑ
38	18	ΤΑΝΑΓΡΑ

39	0.1	ΤΑΤΟΙ
40	24.9	ΤΡΙΚΑΛΑ
41	32.4	ΤΡΙΠΟΛΗ
42	13.8	ΤΥΜΠΑΚΙ
43	16	ΦΛΩΡΙΝΑ
44	33.5	ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ

Πίνακας 13: Αποτελέσματα ερωτήματος 1 ομάδας Β.

Records	Station Name
1	ΑΓΡΙΝΙΟ
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ
4	ΑΡΑΞΟΣ
5	ΑΡΓΟΣ
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
7	ΑΡΤΑ
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ
10	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ
11	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
12	ΘΗΡΑ
13	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ
14	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
15	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
16	ΚΕΡΚΥΡΑ
17	ΚΟΖΑΝΗ
18	ΚΥΘΗΡΑ
19	ΚΩΣ
20	ΛΑΜΙΑ
21	ΛΑΡΙΣΑ
22	ΛΗΜΝΟΣ - ΑΕΡ
23	ΜΕΘΩΝΗ
24	ΜΗΛΟΣ
25	ΜΙΚΡΑ
26	ΜΥΤΙΛΗΝΗ
27	Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ
28	Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ
29	ΝΑΞΟΣ
30	ΠΕΙΡΑΙΑΣ
31	ΠΥΡΓΟΣ
32	ΣΑΜΟΣ - ΑΕΡ
33	ΣΕΡΡΕΣ
34	ΣΗΤΕΙΑ
35	ΣΚΥΡΟΣ
36	ΣΟΥΔΑ

37	ΤΑΝΑΓΡΑ
38	ΤΑΤΟΙ
39	ΤΡΙΚΑΛΑ
40	ΤΡΙΠΟΛΗ
41	ΤΥΜΠΑΚΙ
42	ΦΛΩΡΙΝΑ
43	ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ

Πίνακας 14: Αποτελέσματα ερωτήματος 2 ομάδας Β.

Records	Station Name
1	ΑΓΡΙΝΙΟ
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ
4	ΑΡΑΞΟΣ
5	ΑΡΓΟΣ
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
7	ΑΡΤΑ
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ
10	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
11	ΘΗΡΑ
12	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ
13	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
14	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
15	ΚΕΡΚΥΡΑ
16	ΚΟΖΑΝΗ
17	ΚΥΘΗΡΑ
18	ΚΩΣ
19	ΛΑΜΙΑ
20	ΛΑΡΙΣΑ
21	ΛΗΜΝΟΣ – ΑΕΡ
22	ΜΗΛΟΣ
23	ΜΙΚΡΑ
24	ΜΥΤΙΛΗΝΗ
25	Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ
26	Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ
27	ΝΑΞΟΣ
28	ΠΕΙΡΑΙΑΣ
29	ΠΥΡΓΟΣ
30	ΣΕΡΡΕΣ
31	ΣΗΤΕΙΑ
32	ΣΚΥΡΟΣ
33	ΤΑΝΑΓΡΑ
34	ΤΑΤΟΙ

35	ΤΡΙΚΑΛΑ
36	ΤΥΜΠΑΚΙ
37	ΦΛΩΡΙΝΑ
38	ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ

Πίνακας 15: Αποτελέσματα ερωτήματος 3 ομάδας Β.

Records	Station Name
1	ΑΓΡΙΝΙΟ
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ
4	ΑΡΑΞΟΣ
5	ΑΡΓΟΣ
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
7	ΑΡΤΑ
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ
10	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
11	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ
12	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
13	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
14	ΚΥΘΗΡΑ
15	ΚΩΣ
16	ΛΑΜΙΑ
17	ΛΗΜΝΟΣ – ΑΕΡ
18	ΜΕΘΩΝΗ
19	ΜΗΛΟΣ
20	Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ
21	Ν. ΦΙΛΑΕΛΦΕΙΑ
22	ΝΑΞΟΣ
23	ΠΕΙΡΑΙΑΣ
24	ΠΥΡΓΟΣ
25	ΡΟΔΟΣ - ΑΕΡ
26	ΣΑΜΟΣ - ΑΕΡ
27	ΣΗΤΕΙΑ
28	ΣΟΥΔΑ
29	ΤΑΝΑΓΡΑ
30	ΤΡΙΚΑΛΑ
31	ΤΡΙΠΟΛΗ
32	ΤΥΜΠΑΚΙ
33	ΦΛΩΡΙΝΑ

Πίνακας 16: Αποτελέσματα ερωτήματος 4 ομάδας Β.

Records	Station Name
1	ΑΓΡΙΝΙΟ
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ
3	ΑΡΑΞΟΣ
4	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
5	ΑΡΤΑ
6	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ
7	ΘΗΡΑ
8	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
9	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
10	ΚΕΡΚΥΡΑ
11	ΚΥΘΗΡΑ
12	ΚΩΣ
13	ΛΑΜΙΑ
14	ΜΕΘΩΝΗ
15	ΜΗΛΟΣ
16	ΜΙΚΡΑ
17	ΜΥΤΙΛΗΝΗ
18	ΝΑΞΟΣ
19	ΠΥΡΓΟΣ
20	ΣΕΡΡΕΣ
21	ΣΟΥΔΑ
22	ΤΡΙΚΑΛΑ
23	ΤΥΜΠΑΚΙ
24	ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ

Πίνακας 17: Αποτελέσματα ερωτήματος 5 ομάδας Β.

Records	Station Name
1	ΑΓΡΙΝΙΟ
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ
4	ΑΡΑΞΟΣ
5	ΑΡΓΟΣ
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ
7	ΑΡΤΑ
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ
10	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ
11	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
12	ΘΗΡΑ
13	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ
14	ΙΩΑΝΝΙΝΑ
15	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
16	ΚΟΖΑΝΗ
17	ΚΩΣ
18	ΛΑΜΙΑ
19	ΛΑΡΙΣΑ
20	ΛΗΜΝΟΣ - ΑΕΡ
21	ΜΕΘΩΝΗ
22	ΜΗΛΟΣ
23	ΜΙΚΡΑ
24	ΜΥΤΙΛΗΝΗ
25	Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ
26	Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ
27	ΝΑΞΟΣ
28	ΠΕΙΡΑΙΑΣ
29	ΠΥΡΓΟΣ
30	ΡΟΔΟΣ - ΑΕΡ
31	ΣΑΜΟΣ - ΑΕΡ
32	ΣΕΡΡΕΣ
33	ΣΗΤΕΙΑ
34	ΣΚΥΡΟΣ
35	ΣΟΥΔΑ
36	ΤΑΝΑΓΡΑ
37	ΤΑΤΟΙ
38	ΤΡΙΚΑΛΑ
39	ΤΡΙΠΟΛΗ
40	ΤΥΜΠΑΚΙ
41	ΦΛΩΡΙΝΑ
42	ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ

Πίνακας 18: Αποτελέσματα ερωτήματος 2 ομάδας Δ.

Records	Station_Name	Month	Year	Rainfall
1	ΑΓΡΙΝΙΟ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1985	385
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1980	254.5
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1990	365.6
4	ΑΡΑΞΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1990	341.1
5	ΑΡΓΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1998	342
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2002	403.6
7	ΑΡΤΑ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2005	396.4
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	2005	160.3
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	ΜΑΡΤΙΟΣ	1998	205.3
10	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1983	413.3
11	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1981	235.1
12	ΘΗΡΑ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1981	216.6
13	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	1986	268.2
14	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1981	390.3
15	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1990	418.3
16	ΚΕΡΚΥΡΑ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	2000	446.1
17	ΚΟΖΑΝΗ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	2007	160.8
18	ΚΥΘΗΡΑ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2003	297
19	ΚΩΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2002	375.1
20	ΛΑΜΙΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1994	345.1
21	ΛΑΡΙΣΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	1978	240.5
22	ΛΗΜΝΟΣ - ΑΕΡ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1990	246.6
23	ΜΕΘΩΝΗ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1990	345.6
24	ΜΗΛΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1981	260.1
25	ΜΙΚΡΑ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1985	179.1
26	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1997	347.7
27	Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1994	220.4
28	Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ	ΜΑΡΤΙΟΣ	1998	163.6
29	ΝΑΞΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1981	235.3
30	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	2005	153.5
31	ΠΥΡΓΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1979	451.7
32	ΡΟΔΟΣ - ΑΕΡ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	2004	316.1
33	ΣΑΜΟΣ - ΑΕΡ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	2001	442.2
34	ΣΕΡΡΕΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2002	196.5
35	ΣΗΤΕΙΑ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1981	309.9
36	ΣΚΥΡΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1981	290.6
37	ΣΟΥΔΑ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1981	516.1
38	ΤΑΝΑΓΡΑ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2001	224.6
39	ΤΑΤΟΙ	ΜΑΡΤΙΟΣ	1998	311.8
40	ΤΡΙΚΑΛΑ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1998	357.8
41	ΤΡΙΠΟΛΗ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1990	302
42	ΤΥΜΠΑΚΙ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1985	265.1
43	ΦΛΩΡΙΝΑ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1994	251.7

44	ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2002	202.2
----	------------	------------	------	-------

Πίνακας 19: Αποτελέσματα ερωτήματος 3 (Α) ομάδας Δ.

Records	Station Name	Year	Rainfall
1	ΑΓΡΙΝΙΟ	1981	1211.7
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	2005	905.9
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	1979	1005.3
4	ΑΡΑΞΟΣ	1996	930.1
5	ΑΡΓΟΣ	1998	637.8
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	2002	1084.4
7	ΑΡΤΑ	1987	1509.9
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	1978	491.7
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	2002	546.6
10	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ	1979	1155.6
11	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	2001	649.7
12	ΘΗΡΑ	1981	562.9
13	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	1986	673.8
14	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	1979	1475.9
15	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	1996	1082.3
16	ΚΕΡΚΥΡΑ	1979	1415.3
17	ΚΟΖΑΝΗ	1982	684.5
18	ΚΥΘΗΡΑ	2003	994.6
19	ΚΩΣ	1996	920
20	ΛΑΜΙΑ	1994	870.5
21	ΛΑΡΙΣΑ	1982	704.3
22	ΛΗΜΝΟΣ - ΑΕΡ	2002	934.1
23	ΜΕΘΩΝΗ	1986	107.
24	ΜΗΛΟΣ	2002	670.5
25	ΜΙΚΡΑ	1987	640.5
26	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	1981	927.6
27	Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ	1982	847
28	Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ	2002	675.5
29	ΝΑΞΟΣ	1981	656.2
30	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	2002	495.2
31	ΠΥΡΓΟΣ	1979	1685.8
32	ΡΟΔΟΣ - ΑΕΡ	1994	1112.5
33	ΣΑΜΟΣ - ΑΕΡ	1981	1046.9
34	ΣΕΡΡΕΣ	2002	794.8
35	ΣΗΤΕΙΑ	1986	760.4
36	ΣΚΥΡΟΣ	2002	879.5
37	ΣΟΥΔΑ	2003	977.2
38	ΤΑΝΑΓΡΑ	2002	775.6
39	ΤΑΤΟΙ	2002	812.7
40	ΤΡΙΚΑΛΑ	1982	1070.3
41	ΤΡΙΠΟΛΗ	2005	1046.5

42	ΤΥΜΠΑΚΙ	2002	720.1
43	ΦΛΩΡΙΝΑ	2002	1002.9
44	ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ	2002	812.7

Πίνακας 20: Αποτελέσματα ερωτήματος 3 (B) ομάδας Δ.

Records	Station Name	Year	Rainfall
1	ΑΓΡΙΝΙΟ	1989	388.6
2	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	1986	301.8
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	1989	325.6
4	ΑΡΑΞΟΣ	1992	419.4
5	ΑΡΓΟΣ	1989	211.9
6	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	1989	249
7	ΑΡΤΑ	2000	707.8
8	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	1989	170.3
9	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	1989	158.6
10	ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΑΕΡ	1992	397
11	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	1995	288.5
12	ΘΗΡΑ	1989	16.4
13	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	2006	209.4
14	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	2001	562.5
15	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	1989	288
16	ΚΕΡΚΥΡΑ	1992	510
17	ΚΟΖΑΝΗ	1996	231.8
18	ΚΥΘΗΡΑ	1989	271.8
19	ΚΩΣ	1992	199.7
20	ΛΑΜΙΑ	2000	328
21	ΛΑΡΙΣΑ	1989	227.9
22	ΛΗΜΝΟΣ - ΑΕΡ	1989	269.8
23	ΜΕΘΩΝΗ	1989	403
24	ΜΗΛΟΣ	2000	264.5
25	ΜΗΛΟΣ	2004	264.5
25	ΜΙΚΡΑ	2000	210
26	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	1989	246.3
27	Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ	2000	288.3
28	Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ	2000	142.6
29	ΝΑΞΟΣ	1990	205.8
30	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	1989	113.7
31	ΠΥΡΓΟΣ	1989	426.6
32	ΡΟΔΟΣ - ΑΕΡ	1990	310.7
33	ΣΑΜΟΣ - ΑΕΡ	2000	353
34	ΣΕΡΡΕΣ	2000	279.5
35	ΣΗΤΕΙΑ	1995	220.6
36	ΣΚΥΡΟΣ	1989	159.8
37	ΣΟΥΔΑ	1990	283.4
38	ΤΑΝΑΓΡΑ	1989	175.6

39	ΤΑΤΟΙ	2000	178
40	ΤΡΙΚΑΛΑ	1989	378
41	ΤΡΙΠΟΛΗ	2000	359.9
42	ΤΥΜΠΑΚΙ	1992	211.1
43	ΦΛΩΡΙΝΑ	1988	237.7
44	ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ	1991	267.3

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΔΕΙΓΜΑΤΑ KML ΑΡΧΕΙΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ
ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ

ΟΜΑΔΑ Β:

Ερώτημα 1 (δείγμα):

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Document>
  <name>Query1B_schema.kml</name>
  <Placemark>
    <name> AGRINIO</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        21.38,38.62
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> ALEKSANDROUPOLI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        25.92,40.85
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> ANDRAVIDA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        21.28,37.92
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> ARAKSOS</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        21.42,38.13
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> ARGOS</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        22.78,37.6
      </coordinates>
```

```

    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> ARGOSTOLI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        20.48,38.18
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> ARTA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        21.03,39.17
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```

Ερώτημα 2 (δείγμα):

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
  <Document>
    <name>Query2B_schema.kml</name>
    <Placemark>
      <name> ELEFSINA</name>
      <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
      <Point>
        <coordinates>
          23.55,38.07
        </coordinates>
      </Point>
    </Placemark>
    <Placemark>
      <name> ELLINIKO</name>
      <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
      <Point>
        <coordinates>
          23.75,37.9
        </coordinates>
      </Point>
    </Placemark>
    <Placemark>
      <name> ZANTE-AIR</name>
      <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>

```

```

    <Point>
      <coordinates>
        20.9,37.78
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> HRAKLEION</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        25.18,35.33
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> THIRA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        25.43,36.42
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> IERAPETRA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        25.73,35.0
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> IOANNINA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        20.85,39.67
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```

Ερώτημα 3 (δείγμα):

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Document>

```

```

<name>Query3B_schema.kml</name>
<Placemark>
  <name> KALAMATA</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      22.1,37.07
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> KYTHIRA</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      23.02,36.28
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> KOS</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      27.1,36.8
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> LAMIA</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      22.4,38.85
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> LIMNOS-AIR</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      25.23,39.92
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> METHONI</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>

```

```

        21.7,36.83
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```

Ερώτημα 4 (δείγμα):

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Document>
  <name>Query4B_schema.kml</name>
  <Placemark>
    <name> MILOS</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        24.43,36.73
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> MIKRA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        22.96,40.53
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> MYTILENE</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        26.6,39.07
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> NAKSOS</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        25.38,37.1
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```



```

<name> PYRGOS</name>
<styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
<Point>
  <coordinates>
    21.43,37.67
  </coordinates>
</Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> SERRES</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      23.57,41.07
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<Placemark>
  <name> SOUDA</name>
  <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>
      24.12,35.55
    </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
</Document>
</kml>

```

Ερώτημα 5 (δείγμα):

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Document>
  <name>Query5B_schema.kml</name>
  <Placemark>
    <name> TANAGRA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        23.55,38.32
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name> TATOI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>
        23.78,38.1

```

```

        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> TRIKALA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
            21.77,39.55
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> TRIPOLI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
            22.4,37.53
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> TYMPAKI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
            24.77,35.0
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> FLORINA</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
            21.4,40.78
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
<Placemark>
    <name> XRYSOUPOLI</name>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin_copy0</styleUrl>
    <Point>
        <coordinates>
            24.6,40.9
        </coordinates>
    </Point>
</Placemark>
</Document>
</kml>

```

