

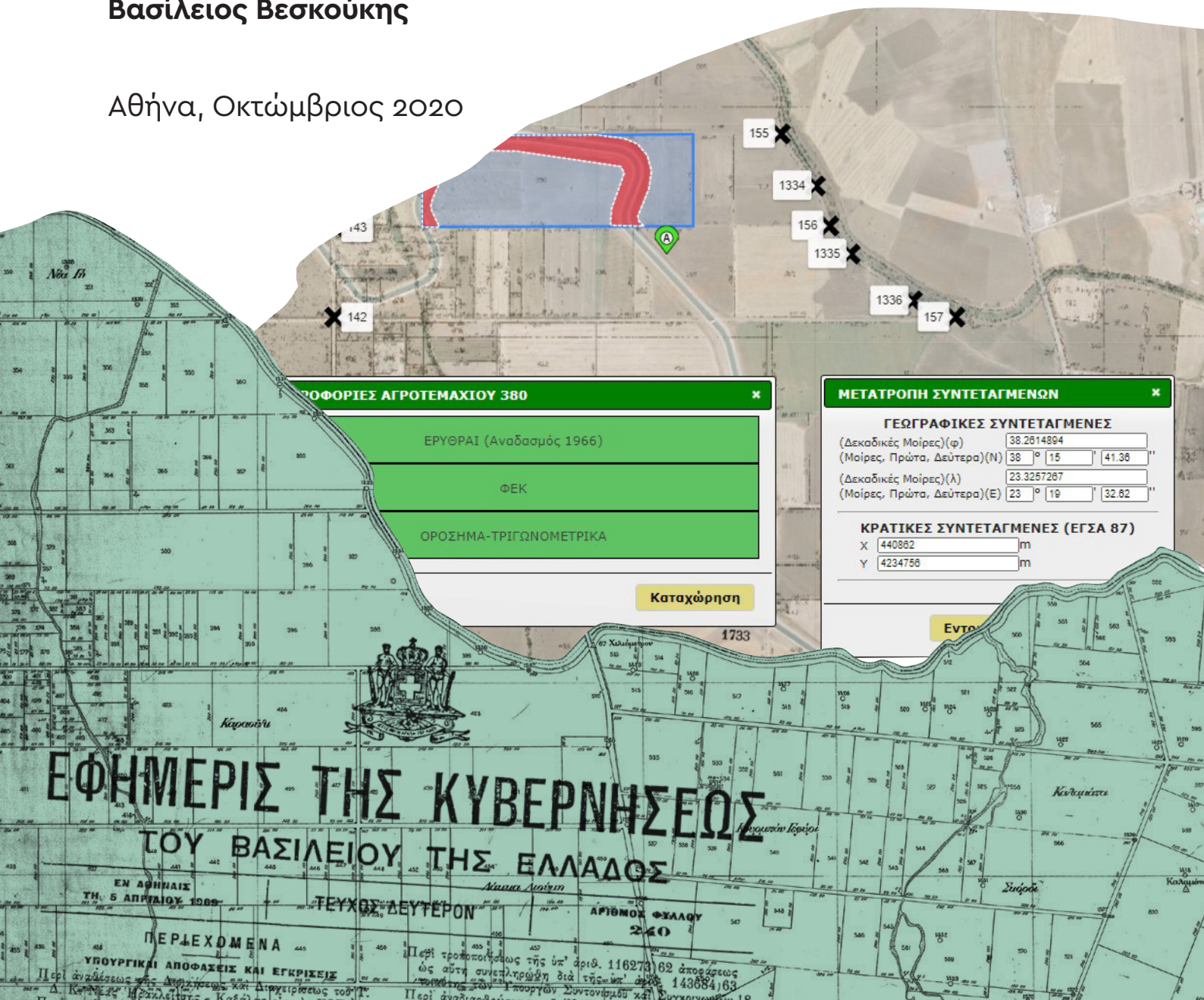


# ΑΝΑΠΤΥΞΗ WebGIS ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΗΣ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΑΚΙΝΗΤΩΝ ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

Διπλωματική Εργασία:  
Ιωάννης Γκιόκας

Επιβλέπων Καθηγητής:  
Βασίλειος Βεσκούκης

Αθήνα, Οκτώμβριος 2020





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΔΠΜΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ WebGIS ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ  
ΤΗΣ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΑΚΙΝΗΤΩΝ  
ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΙΩΑΝΝΗΣ Μ. ΓΚΙΟΚΑΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΒΕΣΚΟΥΚΗΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

---

Βασίλειος Βεσκούκης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

---

Γεώργιος Φώτης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

---

Νικόλαος Δουλάμης  
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2020

Ιωάννης Μ. Γκιόκας

Διπλωματούχος Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π

---

Copyright © Ιωάννης Μ. Γκιόκας, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνίου.

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο **«Ανάπτυξη WebGIS εφαρμογής για την υποστήριξη της οριοθέτησης αγροτικών ακινήτων με τεχνολογίες ανοικτού κώδικα»** εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Διεπιστημονικού Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ) «Γεωπληροφορική» του τμήματος Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, βασιζόμενη σε ελληνική και ξένη βιβλιογραφία, καθώς και σε πρωτογενή εμπειρική έρευνα.

Η συνεισφορά και η υποστήριξη κάποιων ανθρώπων για την υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί. Συγκεκριμένα, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή, κύριο Βασίλειο Βεσκούκη, για την τιμή που μου έκανε, να υποστηρίξει την ιδέα μου για την παρούσα εργασία και με τις πολύτιμες συμβουλές του, να καταλήξω στο καλύτερο δυνατό ποτέλεσμα.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υπάλληλους του Τμήματος Τοπογραφίας – Εποικισμού και Αναδάσμου/ Δνση Πολιτικής Γης της Π.Ε. Δυτικής Αττικής με έδρα την Ελευσίνα και ιδιαιτέρως την Προϊσταμένη του Τμήματος κα Ιωάννα Καρατσόλη, για τη χορήγηση των απαραίτητων δεδομένων για την εκπόνηση της εργασίας και τη διάθεση των απαραίτητων πληροφοριών. Επίσης, ευχαριστίες αξίζουν και στο προσωπικό του Αγροτικού Συνεταιρισμού Ερυθρών για την υποστήριξη και την έως σήμερα συνεργασία μας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση καθ' όλο το διάστημα των επαγγελματικών και ακαδημαϊκών μου υποχρεώσεων.



*Αφιερώνεται στον πατέρα μου, Μελέτιο Ι. Γκιόκα  
που έφυγε από κοντά μας στις 6/4/2014.*



**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	1
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	15
<b>2. ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΙΣΤΟΣ, ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ</b> .....	17
2.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.....	17
2.1.1. ΡΟΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΝΟΣ ΣΓΠ.....	19
2.1.2. ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	19
2.1.3. ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	23
2.1.4. ΔΟΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	24
2.1.5. ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ).....	27
2.2. ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΙΣΤΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ.....	31
2.2.1. ΠΥΛΩΝΕΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΙΣΤΟΥ.....	32
2.2.2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ.....	37
<b>3. ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ</b> .....	46
3.1. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ WEBGIS.....	46
3.1.1. ΠΕΛΑΤΗΣ (client).....	47
3.1.2. ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ (web server)	
ΚΑΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ (application server).....	49
3.1.3. ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗΣ ΧΑΡΤΩΝ (Map Server).....	50
3.1.4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	52
3.2. ΓΕΩΧΩΡΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ.....	56
3.2.1. Web Map Service (WMS).....	57
3.2.2. Web Feature Service (WFS).....	63
3.2.3. Web Coverage Service (WCS).....	65
3.2.4. Web Processing Service (WPS).....	67
3.2.5. Catalog Service for the Web (CSW).....	69
3.3. ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΤΟ.....	71



3.3.1. Geography Markup Language (GML).....	71
3.3.2. Keyhole Markup Language (KML).....	72
3.3.3. GeoJSON.....	73
<b>4. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ</b>	
<b>    ΚΑΙ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ WEBGIS.....</b>	<b>74</b>
4.1. Leaflet.....	75
4.2. OpenLayers.....	76
4.3. GXP.....	76
4.4. Εξυπηρετητές Χαρτών Ανοιχτού Κώδικα.....	78
4.4.1. GeoServer.....	78
4.4.2. Map Server.....	81
4.5. PostgreSQL/PostGIS.....	83
4.5.1. PostgreSQL.....	83
4.5.2. PostGIS.....	85
4.6. Quantum GIS.....	86
<b>5. ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ &amp; ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....</b>	<b>88</b>
5.1. Ο ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ.....	89
5.1.1. ΔΙΑΝΟΜΗ.....	90
5.1.2. ΑΝΑΔΑΣΜΟΣ.....	91
5.1.3. ΕΠΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	92
5.2. ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	93
<b>6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ WebGIS ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ</b>	
<b>    ΤΗΣ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΑΚΙΝΗΤΩΝ .....</b>	<b>94</b>
6.1. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	96
6.2. ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	97
6.2.1. ΣΔΧΒΔ.....	97
6.2.2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ GEOSERVER.....	99
6.2.3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ WEB SERVER.....	101
6.2.4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΙΕΠΑΦΗΣ ΤΟΥ ΠΕΛΑΤΗ (CLIENT).....	104
<b>7. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ WebGIS ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....</b>	<b>105</b>

<b>8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b> .....	114
<b>9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	116

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 2-1:</b> Συστατικά μέρη ενός ΣΓΠ.....	18
<b>Εικόνα 2-2:</b> Βασικές λειτουργίες ενός ΣΓΠ.....	18
<b>Εικόνα 2-3:</b> Διάγραμμα ροής επεξεργασίας διαμέσου ΣΓΠ.....	19
<b>Εικόνα 2-4:</b> Τα επικρατέστερα Δορυφορικά Συστήματα Εντοπισμού και οι αντίστοιχες χώρες προέλευσης και ελέγχου.....	21
<b>Εικόνα 2-5:</b> Τεχνητοί δορυφόροι που φέρουν τηλεπισκοπικούς δέκτες.....	22
<b>Εικόνα 2-6:</b> Κατηγορίες αρχέτυπων διανυσματικής δομής.....	25
<b>Εικόνα 2-7:</b> Βασικές τοπολογικές σχέσεις.....	25
<b>Εικόνα 2-8:</b> Απεικόνιση επιφάνειας με διαφορετική πυκνότητα κανάβου.....	26
<b>Εικόνα 2-9:</b> Σύγκριση vector και raster δομής.....	27
<b>Εικόνα 2-10:</b> Δίκτυο 98 μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS.....	29
<b>Εικόνα 2- 11:</b> Μεταφορά δεδομένων με το μοντέλο του TCP/IP.....	32
<b>Εικόνα 2- 12:</b> Μεταφορά δεδομένων με HTTP.....	33
<b>Εικόνα 2- 13:</b> Παράδειγμα κώδικα γραμμένο σε HTML.....	36
<b>Εικόνα 2- 14:</b> Κώδικας γραμμένος σε Javascript.....	39
<b>Εικόνα 2- 15:</b> Λειτουργία τεχνολογίας AJAX.....	40
<b>Εικόνα 2- 16:</b> DOM tree.....	42
<b>Εικόνα 2- 17:</b> Κώδικας XML.....	43
<b>Εικόνα 2- 18:</b> Κλήση αρχείου με αποστολή δεδομένων και διαχείριση δεδομένων επιστροφής με συνάρτηση \$.getJSON().....	44
<b>Εικόνα 2- 19:</b> Ενσωματωμένος κώδικας PHP μέσα σε αρχείο HTML.....	45
<b>Εικόνα 3- 1:</b> Αποστολή client αιτήματος.....	48
<b>Εικόνα 3- 2:</b> Στατιστικές χρήσεων web servers.....	49
<b>Εικόνα 3- 3:</b> Σύστημα με application server και Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων.....	50
<b>Εικόνα 3- 4:</b> HTTP ερώτημα στον map server.....	51
<b>Εικόνα 3- 5:</b> Απάντηση εφαρμογής σε αίτημα GetMap.....	59
<b>Εικόνα 3- 6:</b> Ορισμός παραμέτρων WMS σε θεματικό επίπεδο aerofotografies.....	60
<b>Εικόνα 3- 7:</b> Απάντηση αιτήματος GetFeatureInfo σε περιβάλλον εφαρμογής.....	62
<b>Εικόνα 3- 8:</b> Παράμετροι WFS αιτήματος.....	65
<b>Εικόνα 3- 9:</b> Σχήμα του WCS.....	67
<b>Εικόνα 3- 10:</b> Σχήμα του WPS κατά OGC.....	69

<b>Εικόνα 3- 11:</b> Σχήμα CSW αρχιτεκτονικής.....	70
<b>Εικόνα 3- 12:</b> Μετατροπή αρχείου σε .kml στο περιβάλλον του ArcMap.....	72
<b>Εικόνα 4- 1:</b> Θέση της GXP στο σχήμα μίας WebGIS εφαρμογής.....	77
<b>Εικόνα 4- 2:</b> Πηγές δεδομένων του Geoserver.....	79
<b>Εικόνα 4- 3:</b> Σύστημα αναφοράς σε Layer.....	80
<b>Εικόνα 4- 4:</b> Bounding Boxes ενός Layer.....	81
<b>Εικόνα 4- 5:</b> Εξαγωγή χαρτοσύνθεσης σε μορφή Map File.....	82
<b>Εικόνα 4- 6:</b> Περιβάλλον διαχείρισης PgAdmin 4.....	84
<b>Εικόνα 4- 7:</b> Πηγές Δεδομένων QGIS.....	87
<b>Εικόνα 5- 1:</b> Διανομή Γ.Σ. Δαριμαρίου (Δάφνης) έτους 1932.....	91
<b>Εικόνα 6-1:</b> Εντοπισμός αγροτεμαχίου Αναδασμού Ερυθρών στο ηλεκτρονικό σύστημα υποβολής δηλώσεων Κτηματολογίου.....	95
<b>Εικόνα 6- 2:</b> Κεντρική σελίδα της PostgreSQL για Windows.....	97
<b>Εικόνα 6- 3:</b> Wizard της PostgreSQL για επιλογή επέκτασης PostGIS.....	98
<b>Εικόνα 6- 4:</b> Περιβάλλον PostGIS.....	99
<b>Εικόνα 6- 5:</b> Κεντρική σελίδα Geoserver.....	100
<b>Εικόνα 6- 6:</b> Επιλογή μορφής διανυσματικών δεδομένων στο store.....	100
<b>Εικόνα 6- 7:</b> Ρύθμιση παραμέτρων διασύνδεσης Geoserver με τη βάση PostgreSQL.....	101
<b>Εικόνα 6- 8:</b> Περιβάλλον εγκατάστασης Wamp Server.....	102
<b>Εικόνα 6- 9:</b> Το menu του Wamp Server στη task bar των Windows.....	102
<b>Εικόνα 6- 10:</b> Αρχείο httpd.conf του Apache.....	103
<b>Εικόνα 6- 11:</b> Workflow δημιουργίας εφαρμογής WebGIS αποκλειστικά με opensource τεχνολογίες.....	104

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 2- 1:</b> Επίπεδα αφαίρεσης δεδομένων.....	23
<b>Πίνακας 2- 2:</b> Συστήματα αναφοράς EPSG.....	30
<b>Πίνακας 2- 3:</b> Σύγκριση μεθόδων GET και POST.....	35
<b>Πίνακας 3- 1:</b> Τελεστές σχεσιακών δομών.....	51
<b>Πίνακας 3- 2:</b> Τα 10 πιο δημοφιλή DBMS.....	54
<b>Πίνακας 3- 3:</b> Χρησιμοποιούμενα DBMS.....	55
<b>Πίνακας 3- 4:</b> Τοπολογικοί τελεστές κατά OGC.....	56
<b>Πίνακας 3- 5:</b> Παράμετροι αιτήματος GetCapabilities.....	58
<b>Πίνακας 3- 6:</b> Παράμετροι αιτήματος GetMap.....	60
<b>Πίνακας 3- 7:</b> Παράμετροι αιτήματος GetFeatureInfo.....	61
<b>Πίνακας 3- 8:</b> Επίπεδα υπηρεσίας WFS και τα αντίστοιχα αιτήματα.....	64
<b>Πίνακας 3- 9:</b> Σύγκριση εκδόσεων WFS και υποστηριζόμενων λειτουργιών.....	65
<b>Πίνακας 3- 10:</b> Τύποι γεωμετρίας σύμφωνα με το πρότυπο GeoJSON.....	73
<b>Πίνακας 4- 1:</b> Συστήματα για την ανάπτυξη γεωχωρικών εφαρμογών στο Web.....	88

.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι τεχνολογίες των WebGIS εξελίσσονται ραγδαία και καλύπτουν σήμερα ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Παράλληλα, η προσπάθεια για διαλειτουργικότητα των δεδομένων και των συστημάτων μεταφοράς και επεξεργασίας τους, έχει ως αποτέλεσμα τη προσφορά ενός μεγάλου όγκου υπηρεσιών και εφαρμογών για την κάλυψη των αναγκών των χρηστών. Η αξιοποίηση των γεωχωρικών δεδομένων και των γεωχωρικών υπηρεσιών διαδικτύου καθίσταται εφικτή, εξ' αιτίας των καθορισμένων προτύπων και προδιαγραφών που θέτουν ιδρύματα, οργανισμοί, πανεπιστήμια κ.α., όπως το Open Geospatial Consortium (OGC).

Ο αγροτικός τομέας δε θα μπορούσε, να μην αποτελεί πεδίο εφαρμογής για τις τεχνολογίες των WebGIS. Αναφορικά, είναι ευρέως γνωστή η προσπάθεια που γίνεται για την αύξηση της παραγωγικότητας των αγροτικών προϊόντων και της ποιότητας αυτών, προκειμένου να ικανοποιηθεί η αύξηση του πληθυσμού σε παγκόσμιο επίπεδο. Παράλληλα, η εκμετάλλευση της αγροτικής γης καθορίζει τη χρήση και την ποιότητα του νερού, στο πλαίσιο της προστασίας του περιβάλλοντος. Η εφαρμογή τεχνολογιών Διαδικτύου των Πραγμάτων [Internet of Things (IoT) technologies], η Έξυπνη Γεωργία και η Γεωργία Ακριβείας είναι τα σημερινά όπλα στα χέρια των επιστημών που ασχολούνται με το χώρο, προκειμένου να μελετηθούν τα διάφορα προβλήματα και να χαραχθούν οι πολιτικές για την αντιμετώπισή τους. Τα WebGIS αποτελούν σημαντικό μέρος αυτών των εφαρμογών, καθώς παρέχουν μεγάλες δυνατότητες στους χρήστες με μικρό έως μηδαμινό κόστος.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιδιώχθηκε, η υλοποίηση μίας εφαρμογής WebGIS η οποία θα βασίζεται πάνω στα πρότυπα του OGC και θα αξιοποιεί τις διαθέσιμες τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα. Απώτερος σκοπός της εφαρμογής είναι να υλοποιηθεί μία αυτοματοποιημένη διαδικασία για τη συγκέντρωση απαραίτητων γεωχωρικών δεδομένων, προκειμένου να υποστηριχθεί ένα από τα παραδοσιακά αντικείμενα του Αγρονόμου-Τοπογράφου Μηχανικού, όπως η οριοθέτηση αγροτικών ακινήτων.

Συγκεκριμένα, η αρχιτεκτονική της εφαρμογής ακολουθεί το μοντέλο client/server, με χρήση του JavaScript framework Leaflet. Ως εξυπηρετητής χαρτών χρησιμοποιήθηκε ο Geoserver και για τις ανάγκες του Συστήματος Διαχείρισης Χωρικών Βάσεων Δεδομένων η PostgreSQL με την επέκταση PostGIS για την υποστήριξη της γεωμετρικής πληροφορίας. Επίσης, εγκαταστάθηκε ο Wamp Server ο οποίος αποτελεί μία “στοίβα” λογισμικού που περιλαμβάνει τον Apache HTTP, τη server-side γλώσσα PHP και την γλώσσα βάσεων δεδομένων SQL.

**Λέξεις Κλειδιά:** WebGIS, διαλειτουργικότητα, OGC, γεωχωρικών δεδομένων, γεωχωρικών υπηρεσιών διαδικτύου, Διαδικτύου των Πραγμάτων, Έξυπνη Γεωργία, Γεωργία Ακριβείας, ανοιχτού κώδικα, JavaScript, Leaflet, Geoserver, PostgreSQL, PostGIS, Wamp Server, Apache HTTP, PHP, SQL.



## ***ABSTRACT***

WebGIS technologies have been rapidly developed and cover a broad range of applications. Today, there is a huge number of services and applications, in efforts to solve interoperability issues such as data transferring and processing, and cover all users' needs, as well. That could not be attainable without Open Geospatial Consortium (OGC) and other similar foundations, institutes, organizations etc. and their efforts to implement standards and technical specifications for geospatial data and geospatial web services.

WebGIS technologies have been applied to agricultural sector matters too. For instance, it is very popular the international effort for improving agricultural productivity and quality of products, on purpose to satisfy the population increase rate. Furthermore, use of water and its quality depends on agricultural exploitation. Spatial science provide modern solutions such as IoT technologies for agriculture, Smart Farming and Precision Agriculture in attempt to create decisions and solve cases like these.

In the context of the present thesis, we explored the OGC Standards for geospatial data and open source technologies developing a WebGIS application system. The ultimate purpose of this application is to develop a standard procedure for recovering geospatial data, in order to support agricultural parcel delineation, which is a classic working field for survey engineer.

In particular, the application follows client-server web architecture based on Leaflet JavaScript framework. Geoserver was installed as a map server and PostgreSQL for DBMS support. The installation included PostGIS adding extra types and support for geographic objects allowing location queries to be run in SQL. Moreover, the use of a software stack such as Wamp server was required, which consists of the web server Apache HTTP, PHP server-side language and SQL data base language.

**Key Words:** WebGIS, interoperability, OGC, geospatial data, geospatial web services, IoT technologies for agriculture, Smart Farming, Precision Agriculture, opensource, JavaScript, Leaflet, Geoserver, PostgreSQL, PostGIS, Wamp Server, Apache HTTP, PHP, SQL.





# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αγροτικός χώρος αποτελεί εδώ και αιώνες συστατικό στοιχείο του γεωγραφικού χώρου. Ειδικά για τη χώρα μας, συνέβαλε στη διαμόρφωση της κοινωνίας και τη δομή του πληθυσμού, καθόρισε την πορεία της οικονομίας στα πρώτα χρόνια δημιουργίας του ελληνικού κράτους και συνετέλεσε στον καθορισμό των πολιτικών για το μοντέλο ανάπτυξης της Ελλάδας. Είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι ένα από τα κύρια προβλήματα που είχε να αντιμετωπίσει ο πρώτος Κυβερνήτης της Ελλάδας Ι. Καπποδίστριας, ήταν η οργάνωση και η εκμετάλλευση του αγροτικού χώρου. Το γεγονός αυτό έδωσε και το έναυσμα για τις πρώτες προσπάθειες χαρτογράφησης της Ελλάδας. Αργότερα τα ζητήματα των Εθνικών Γαιών, το Θεσσαλικό Ζήτημα και η μεγάλη γαιοκτησία, η αγροτική μεταρρύθμιση καθόρισαν την ιστορία και την πορεία εξέλιξης του ελληνικού κράτους.

Η οριοθέτηση του αγροτικού χώρου υπήρξε και συνεχίζει να αποτελεί ένα από τα κύρια αντικείμενα για τον Αγρονόμο – Τοπογράφο Μηχανικό. Όλες οι διαδικασίες για την οργάνωση του αγροτικού χώρου οδήγησαν στην παραγωγή μίας ποικιλίας γεωχωρικών δεδομένων, τα οποία ο τοπογράφος μηχανικός καλείται να λάβει υπόψιν του, να τα επεξεργαστεί και να παράξει νέα γεωχωρικά δεδομένα, ώστε να αντιμετωπιστούν από απλά πρακτικά προβλήματα έως τη δημιουργία σύγχρονων εφαρμογών. Επιπλέον, η γραφειοκρατική οργάνωση της ελληνικής πραγματικότητας αναγκάζει το Μηχανικό, να αναζητά τις απαραίτητες πληροφορίες σε διαφορετικούς φορείς και πηγές. Λαμβάνοντας υπόψιν τη διασπορά στο χώρο των δημόσιων υπηρεσιών/ φορέων, οι οποίες είναι επιφορτισμένες για τη διάθεση αυτών των δεδομένων, η συγκέντρωση αυτών των στοιχείων είναι από μόνη της μία απαιτητική διεργασία.

Από τημ άλλη, η εξέλιξη των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ ή ΓΣΠ) , γνωστά πλέον διεθνώς ως Geographic Information Systems (GIS) και στη συνέχεια των WebGIS, καθώς και η ανάδειξη του επιστημονικού και τεχνολογικού πεδίου της Γεωπληροφορικής (Geoinformatics), προσφέρουν πλέον την ευελιξία και τη δυνατότητα ανάπτυξης κατάλληλων εφαρμογών, προκειμένου να δίδονται λύσεις σε μία πανσπερμία προβλημάτων για τους χρήστες δεδομένων του γεωγραφικού χώρου.

Έτσι, στην παρούσα διπλωματική εργασία προτείνεται μία αυτοματοποιημένη διαδικασία μέσω μίας WebGIS τεχνολογίας, προκειμένου ο τοπογράφος μηχανικός να συγκεντρώσει τα απαραίτητα δεδομένα και να προβεί στην οριοθέτηση του αγροτικού χώρου. Ως παράδειγμα εφαρμογής, παρουσιάζεται η ανάκτηση δεδομένων σε αναδασμό του ΟΤΑ Ερυθρών Αττικής. Συγκεκριμένα , προτείνεται η υλοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής, στηριζόμενης στη χρήση ελεύθερων λογισμικών και τεχνολογιών ανοιχτού κώδικα, τα οποία δεν προϋποθέτουν κόστος αγοράς και εκμεταλλεύονται τις σύγχρονες δυνατότητες επικοινωνίας μέσω διαδικτύου.

Αναλυτικότερα, στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάζεται το Διαδίκτυο και τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών. Συγκεκριμένα, αναλύονται οι πηγές των ΣΓΠ και οι δυνατότητές

τους. Στη συνέχεια, αναφέρονται οι πηγές χωρικών δεδομένων, οι δομές δεδομένων και τα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς. Επίσης, ο τρόπος ανάπτυξης δυναμικών ιστοσελίδων και οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η αρχιτεκτονική των WebGIS εφαρμογών. Επίσης, αναφέρονται τα πρότυπα γεωχωρικών υπηρεσιών και οι μορφές διανυσματικών δεδομένων διαδικτύου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζονται τα διάφορα εργαλεία και ελεύθερα λογισμικά που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των WebGIS εφαρμογών. Ιδιαίτερη μνεία γίνεται για τις χωρικές βάσεις δεδομένων, καθώς και τους εξυπηρετητές χαρτών ανοιχτού κώδικα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη αναφορά στην εξέλιξη του αγροτικού χώρου, τις εποικιστικές εκτάσεις και το Κτηματολόγιο.

Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφεται η σχεδίαση της διαδικτυακής εφαρμογής η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, αναλύονται τα επιμέρους συστήματα που συνθέτουν την εφαρμογή και ο τρόπος διασύνδεσης.

Στο έβδομο κεφάλαιο ακολουθεί μία συνοπτική επισκόπηση της εφαρμογής, προκειμένου ο αναγνώστης να αντιληφθεί το αποτέλεσμα της εργασίας και τις δυνατότητες της εφαρμογής.

Το όγδοο κεφάλαιο περιλαμβάνει συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης, με αφορμή την ανάπτυξη της εφαρμογής διατυπώνονται προτάσεις οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για μελλοντική έρευνα και εφαρμογές.

Στο ένατο κεφάλαιο καταγράφεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε, διεθνής και ελληνική, καθώς και οι διευθύνσεις των διαδικτυακών τόπων από τους οποίους αντλήθηκαν πληροφορίες.

## **2. ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΙΣΤΟΣ, ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

Επειδή κάθε φαινόμενο το οποίο λαμβάνει χώρα στον κόσμο χαρακτηρίζεται από τη γεωγραφική του θέση, ένας αναλυτής του φαινομένου και της πληροφορίας δεν μπορεί να παραλήψει τη χωρική διάσταση των δεδομένων. Η ανάπτυξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών αποτέλεσε ένα ισχυρό μέσο για τη μελέτη και ανάλυση περίπλοκων προβλημάτων, συνδυάζοντας τη χωρική και περιγραφική πληροφορία που συνοδεύουν τα δεδομένα τα οποία αντιπροσωπεύουν ένα φαινόμενο.

Ο συνδυασμός των τεχνολογιών του Διαδικτύου, του Παγκόσμιου Ιστού και των ΓΣΠ οδήγησε στη δημιουργία των Διαδικτυακών Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ή WebGIS, τα οποία απαντώνται στις μέρες μας ακόμα και στα κινητά τηλέφωνα (smartphones) και χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα των γεωγραφικών γνώσεων του χρήστη.

### **2.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

Τα συστήματα που διαχειρίζονται γεωγραφικές πληροφορίες έχουν λάβει κατά καιρούς διαφορετικές ονομασίες, ανάμεσά τους «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών» ή «Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα» ή «Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών». Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει επικρατήσει η ονομασία «Geographic Information Systems» ή GIS. Επίσης, ανάλογοι ορισμοί έχουν γραφτεί για να επεξηγήσουν το περιεχόμενο και τις λειτουργίες ενός ΓΣΠ.

Σύμφωνα με την U.S. Federal Interagency Coordinating Committee (1988) ένα ΣΓΠ είναι «ένα σύστημα υλικού, λογισμικού και διαδικασιών που σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει την καταγραφή, τη διαχείριση το χειρισμό, την ανάλυση, την αρθρωτική διάταξη και την απεικόνιση χωρικών δεδομένων προκειμένου να επιλυθούν πολύπλοκα προβλήματα σχεδιασμού και διαχείρισης» (Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling & Guptill, 1995). Στο Βιβλίο «περί ΚΤΗΜΑΤΩΝ ΛΟΓΟΣ και ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, Β' Τόμος» *Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι μία οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων (hardware), λογισμικών συστημάτων (software), χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά στο γεωγραφικό περιβάλλον* (Ζεντέλης, 2011).

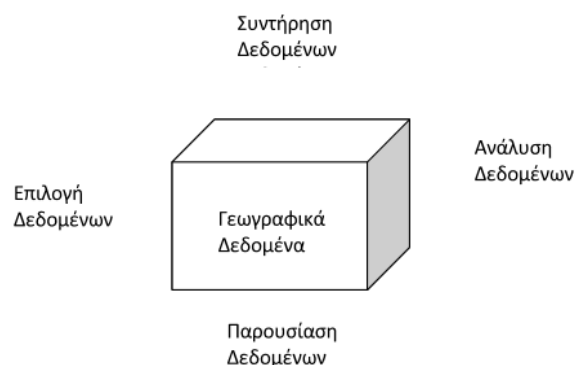
Τα συστατικά μέρη ενός ΣΓΠ είναι τα χωρικά δεδομένα (ψηφιακός χάρτης) και οι λογικοί τελεστές (εντολές). Το hardware αποτελείται από Η/Υ, γραφική οθόνη, δίσκους, ταινία, ψηφιοποιητή και plotter. Ένα ΣΓΠ χρησιμοποιεί μια βάση δεδομένων που ανταποκρίνεται σε μη προκαθορισμένους τρόπους ανάκτησης των πληροφοριών, προκειμένου να δοθούν απαντήσεις σε ερωτήσεις που αφορούν δεδομένα του γεωγραφικού χώρου (Ζεντέλης, 2011).



**Εικόνα 2-1: Συστατικά μέρη ενός ΣΓΠ**

(Πηγή: [www.esri.com](http://www.esri.com))

Ένα ΣΓΠ οφείλει να ικανοποιεί συγκεκριμένες λειτουργίες προκειμένου να αποτελεί το μέσο για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων που σχετίζονται με το γεωγραφικό χώρο. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι κυριότερες λειτουργίες, ενώ ανάλογα την εφαρμογή είναι δυνατό ένα ΣΓΠ να επιδέχεται περαιτέρω επεκτάσεις των βασικών λειτουργιών (Στεφανάκης, 2003).

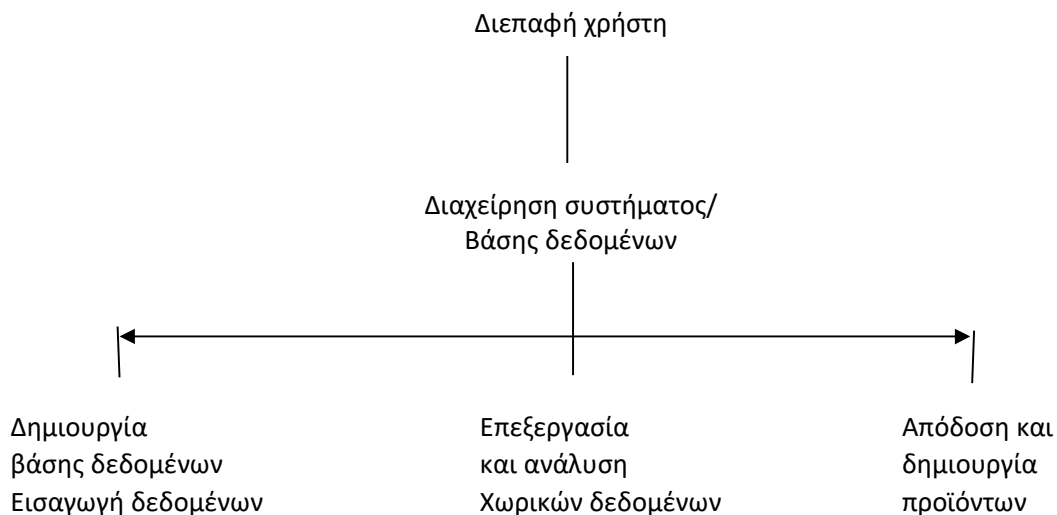


**Εικόνα 2-2: Βασικές λειτουργίες ενός ΣΓΠ**

(Πηγή: Στεφανάκης, 2003)

### 2.1.1 ΡΟΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΝΟΣ ΣΓΠ

Η βασική δομή ενός ΣΓΠ προϋποθέτει χειριστή - λογισμικό - βάση δεδομένων - δεδομένα. Η ροή ψηφιακών χωρικών δεδομένων μέσω ενός ΣΓΠ κατευθύνεται από το χειριστή, από μία εξωτερική ή εσωτερική συσκευή αποθήκευσης δεδομένων προς ένα επεξεργαστή υλικού. Το λογισμικό είναι προσπελάσιμο από τον επεξεργαστή, ενώ ο χειριστής επιλέγει τις λειτουργίες που πρέπει να εκτελεστούν. Η επιλογή επιτυγχάνεται μέσω ενός γραφικού περιβάλλοντος διεπαφής (*Graphic User Interface, GUI*).



**Εικόνα 2-3: Διάγραμμα ροής επεξεργασίας διαμέσου ΣΓΠ**

(Πηγή: Στοιχεία Χαρτογραφίας, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.)

### 2.1.2 ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ένα ΣΓΠ ενσωματώνει δεδομένα που προέρχονται από πολλές διαφορετικές πηγές και χρησιμοποιεί ποικίλες μεθόδους και τεχνολογίες διαχείρισής τους. Αυτή η ικανότητα ενσωμάτωσης δεδομένων από διαφορετικές πηγές σε μια κοινή Βάση Δεδομένων αποτελεί

ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας των ΣΓΠ. Η συλλογή και η συσχέτιση των δεδομένων οφείλουν να υπακούουν σε συγκεκριμένους κανόνες που καθορίζουν την αποτελεσματικότητα ενός ΣΓΠ (Κάβουρας, 2007). Οι κανόνες αυτοί είναι:

- **Το σύστημα αναφοράς.** Για τη δημιουργία της Βάσης Βεδομένων που θα υποδέχεται χωρικά δεδομένα, είναι απαραίτητος ο ορισμός του γεωδαιτικού Datum (ελλειψοειδές αναφοράς) και η επιλογή κατάλληλης προβολής για την αναπαράσταση των γεωγραφικών συντεταγμένων σε ένα επίπεδο χάρτη.
- **Η κλίμακα.** Μολονότι τα ψηφιακά δεδομένα είναι αναξέρτητα της κλίμακας, η αναφορά στην κλίμακα λειτουργεί ως δείκτης της ακρίβειας των δεδομένων. Όταν μια Βάση Δεδομένων περιλαμβάνει δεδομένα από διαφορετικές πηγές, χάνεται η πληροφορία για την αρχική ακρίβεια. Οπότε, κρίνονται ως αναγκαία:
  - α. Η ανάπτυξη μέτρων ακρίβειας και ελέγχων αξιοπιστίας
  - β. Η περιγραφή της πηγής και ακρίβειας των γεωγραφικών στοιχείων της Βάσης Δεδομένων.

Τα παραπάνω αποτελούν σημαντικά δεδομένα για τα ίδια τα δεδομένα και πλέον εμπίπτουν στον τομέα των Μεταδεδομένων (*Metadata*) τα οποία μαζί με τα δεδομένα και άλλες τεχνικές λεπτομέρειες χαρακτηρίζουν μία Βάση Δεδομένων από την οπτική της πληρότητας.

Οι πηγές των δεδομένων μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- **Πρωτογενείς**, όπου τα δεδομένα μετρούνται άμεσα
- **Δευτερογενείς**, όπου τα δεδομένα προέρχονται από υπάρχοντες χάρτες, άλλες Βάσεις Δεδομένων, πίνακες χαρακτηριστικών, δειγματοληψίες κλπ (Κάβουρας, 2007) .

Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότερες πρωτογενείς και δευτερογενείς πηγές των χωρικών δεδομένων:

- Τοπογραφικές μετρήσεις

Οι μετρήσεις που προκύπτουν από τοπογραφικές εργασίες προσδιορίζουν άμεσα ή έμμεσα τη θέση, είτε με συντεταγμένες είτε με γεωμετρικά στοιχεία. Τα δεδομένα προκύπτουν είτε μετά από επεξεργασία των μετρήσεων με ειδικά λογισμικά, είτε κατευθείαν από τους γεωδαιτικούς σταθμούς. Μεγάλη συνεισφορά στον προσδιορισμό της θέσης απέδωσε η τεχνολογία του Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (GPS) των ΗΠΑ αρχικά, και μετέπειτα τα συστήματα που υλοποίησαν και άλλες χώρες με την αποστολή δορυφόρων για γεωδαιτικούς σκοπούς (Global Navigation Satellite System - GNSS).



**Εικόνα 2-4: Τα επικρατέστερα Δορυφορικά Συστήματα Εντοπισμού και οι αντίστοιχες χώρες προέλευσης και ελέγχου (Πηγή: [www.globalpos.com](http://www.globalpos.com))**

- Υπάρχοντες χάρτες

Οι υπάρχοντες χάρτες είναι η κυριότερη πηγή δεδομένων για τα ΣΓΠ. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α. Τοπογραφικοί χάρτες οι οποίοι απεικονίζουν ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς, το σχήμα της γήινης επιφάνειας, υψόμετρα, καθώς και διακριτά στοιχεία, φυσικά ή τεχνητά.

β. Θεματικοί χάρτες οι οποίοι απεικονίζουν ανάλογα με την απεικόνιση τιμές σε προκαθορισμένες ζώνες, ζώνες με σταθερές δεδομένες τιμές και γραμμές ίσης τιμής ενός χαρακτηριστικού.

Το σύστημα αναφοράς και η κλίμακα ενός χάρτη σε αναλογική μορφή κρίνουν την ακρίβεια των δεδομένων που προκύπτουν από τη σάρωση, τη γεωαναφορά και την ψηφιοποίηση των δεδομένων που απεικονίζουν.

- Φωτογραμμετρία

Η φωτογραμμετρικές μέθοδοι αποτελούν οικονομικές λύσεις για την εξαγωγή οριζοντιογραφικών και υψομετρικών δεδομένων σε περίπτωση μεγάλων εκτάσεων που εργασίες υπαίθρου κρίνονται αντισυμβατικές. Στηρίζονται στην επεξεργασία εικόνων με



αναγκαία και ικανή επικάλυψη (στερεοζεύγη) τα οποία μοντελοποιούν την τρισδιάστατη πραγματικότητα μέσω της κεντρικής προβολής.

- Φωτοερμηνεία – Τηλεπισκόπηση

Οι δορυφορικές εικόνες αποτελούν σημαντική πηγή δεδομένων και μια από τις λίγες που είναι διαθέσιμες σε ψηφιακή μορφή. Κατάλληλοι αισθητήρες (cells) που βρίσκονται πάνω στους τηλεσκοπικούς δορυφόρους ανιχνεύουν την ανακλώμενη ηλεκτρονική ακτινοβολία και τα δεδομένα κωδικοποιούνται σε δισδιάστατο πίνακα ανάλογα με την ισχύ της ακτινοβολίας, ως τιμές φωτεινότητας. Οι σύγχρονοι δορυφόροι περιέχουν αισθητήρες με περισσότερα από ένα κανάλια. Κατάλληλοι συνδυασμοί των διαφορετικών καναλιών αποδίδουν καλύτερα τη φασματική υπογραφή των διαφόρων επιφανειών.



**Εικόνα 2-5: Τεχνητοί δορυφόροι που φέρουν τηλεπισκοπικούς δέκτες  
(Πηγή: [www.eijournal.com](http://www.eijournal.com))**

### 2.1.3 ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα ΣΓΠ επεξεργάζονται δεδομένα τα οποία περιλαμβάνουν θεματικές και χωρικές πληροφορίες. Η δόμηση και ανάλυση των γεωμετρικών πληροφοριών εξαρτάται από τα θεματικά δεδομένα και τη χρήση τους. Ένα σύνολο χωρικών δεδομένων αναπαριστά ένα συγκεκριμένο μοντέλο της γεωγραφικής πραγματικότητας. Πίσω από ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων βρίσκεται ένα εννοιολογικό μοντέλο μέσω του οποίου γίνεται η μοντελοποίηση της πραγματικότητας. Ως μοντελοποίηση θεωρούμε μία αφαιρετική διαδικασία που μας επιτρέπει τη σύλληψη και την αναπαράσταση συγκεκριμένων όψεων του πραγματικού κόσμου. Το εννοιολογικό μοντέλο δεδομένων βρίσκεται στο μέσο ενός συνόλου επιπέδων αφαίρεσης που κινούνται από την πραγματικότητα προς ένα φυσικό μοντέλο δεδομένων (Teory & Fry, 1982 & Reuquet, 1984).

<b>Πραγματικότητα</b>	Το σύνολο των φαινομένων, όπως ακριβώς εκδηλώνονται.
<b>Μοντέλο Εννοιολογικών Δεδομένων</b>	Οι ομάδες συστατικών στοιχείων και οι σχέσεις μεταξύ των συστατικών στοιχείων που αναφέρονται στα συγκεκριμένα φαινόμενα που θεωρούνται σχετικά με τις προβλεπόμενες ανάγκες. Ένα μοντέλο δεδομένων είναι ανεξάρτητο από συγκεκριμένα συστήματα ή δομές δεδομένων οι οποίες οργανώνουν και διαχειρίζονται τα δεδομένα.
<b>Μοντέλο Λογικών Δεδομένων</b>	Η λογική οργάνωση των συστατικών στοιχείων ενός μοντέλου δεδομένων και ο τρόπος με τον οποίο οι σχέσεις μεταξύ των συστατικών στοιχείων πρόκειται να οριστούν ρητά.
<b>Μοντέλο Φυσικών Δεδομένων</b>	Ομάδα κανόνων οι οποίοι καθορίζουν την υλοποίηση μιας δομής δεδομένων στο περιβάλλον ενός συστήματος Η/Υ.

**Πίνακας 2-1: Επίπεδα αφαίρεσης δεδομένων**  
(Πηγή: Στοιχεία Χαρτογραφίας, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.)

Τα δύο κυριότερα μοντέλα για την περιγραφή των γεωγραφικών δεδομένων και τη σύνθεση των θεματικών και γεωμετρικών πληροφοριών είναι:

- το μοντέλο πεδίων

- το μοντέλο **αντικειμένων**

Το μοντέλο **πεδίων** (field-based approach) θεωρεί τη γήινη επιφάνεια ως ένα χωρικό συνεχές και ομογενές μέσο. Οι τιμές χαρακτηριστικών που περιγράφουν το πεδίο θεωρούνται ως συναρτήσεις οι οποίες παίρνουν μία τιμή σε κάθε θέση του διδιάστατου χώρου, η αναπαράσταση ενός πεδίου σε μια γεωγραφική βάση δεδομένων απαιτεί την υποδιαίρεση του πεδίου είτε σε σημεία, είτε σε πεπερασμένα στοιχεία-κελιά με μορφή κανονικού κανάβου. Οπότε, οι τιμές των χαρακτηριστικών αποδίδονται σε κάθε σημείο ή κελί.

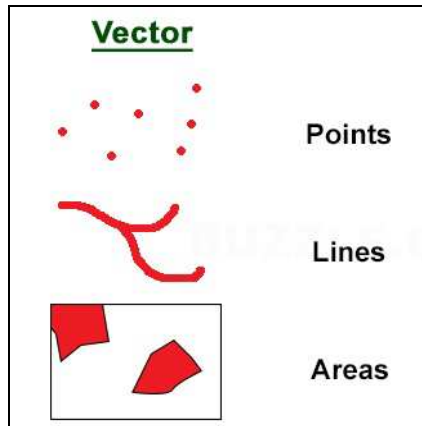
Το μοντέλο **αντικείμενων** (object-based approach) θεωρεί ότι ο γεωγραφικός χώρος αποτελείται από στοιχεία (features) ή αντικείμενα (objects) που έχουν γεωμετρική θέση και σχήμα και διάφορα θεματικά χαρακτηριστικά. Στο μοντέλο αντικειμένων, η σύνδεση της γεωμετρικής με τη θεματική πληροφορία γίνεται με τη βοήθεια ενός κωδικού (identifier) (Κάβουρας, 2004).

## 2.1.4 ΔΟΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Δύο είναι οι κύριες γεωμετρικές δομές που έχουν αναπτυχθεί για την υλοποίηση των μοντέλων χωρικών δεδομένων, η διανυσματική και η κανονικοποιημένη. Αν και οι δύο μπορούν να αναπαριστήσουν και τα δύο μοντέλα δεδομένων, η πρώτη συνδέεται με το μοντέλο αντικειμένων, ενώ η κανονικοποιημένη δομή με το μοντέλο πεδίων.

### Διανυσματική Δομή Δεδομένων

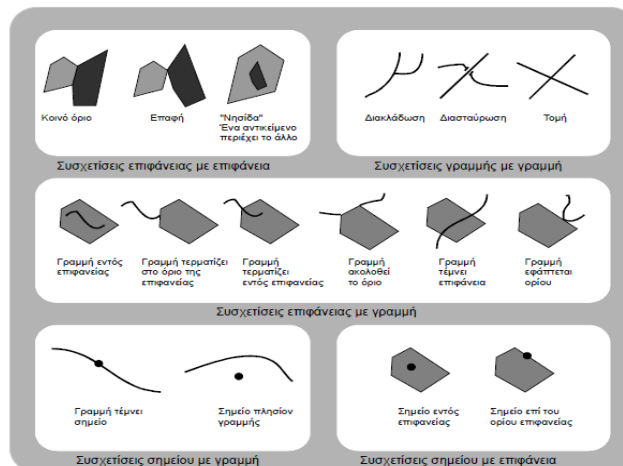
Σε μια μέθοδο περιγραφής της γεωγραφικής πραγματικότητας, ο κόσμος νοείται ως ένας χώρος κατειλημμένος από χωρικά στοιχεία διαφόρων τύπων-σημεία, γραμμές και επιφάνειες. Στη διανυσματική δομή δεδομένων (vector data structure) η βασική λογική μονάδα αντιστοιχεί σε μια γραμμή. Κάθε οντότητα του φυσικού κόσμου μπορεί να περιγραφεί στο διδιάστατο χώρο με ένα διατεταγμένο σύνολο συντεταγμένων. Αυτό το σύνολο, αναλόγως της κλίμακας μπορεί να είναι σημείο, γραμμή (τόξο) ή πολύγωνο τα οποία υλοποιούνται με ένα σύνολο κόμβων. Στο χώρο των τριών διαστάσεων προστίθονται οι επιφάνειες και οι όγκοι. Πρέπει να τονιστεί πως το διανυσματικό μοντέλο δεδομένων χρησιμοποιείται στα ΣΓΠ λόγω της ακριβούς φύσης της μεθόδου αναπαράστασης, της αποδοτικής του αποθήκευσης, της ποιότητας των χαρτογραφικών του προϊόντων και της διαθεσιμότητας λειτουργικών εργαλείων για εργασίες όπως η προβολή, η υπέρθεση και η ανάλυση χαρτών (Longley, Goodchild, Maguire, & Rhind, 2005).



**Εικόνα 2-6: Κατηγορίες αρχέτυπων διανυσματικής δομής**  
(Πηγή:<http://articlesfour.appspot.com>)

Τοπολογικές Σχέσεις

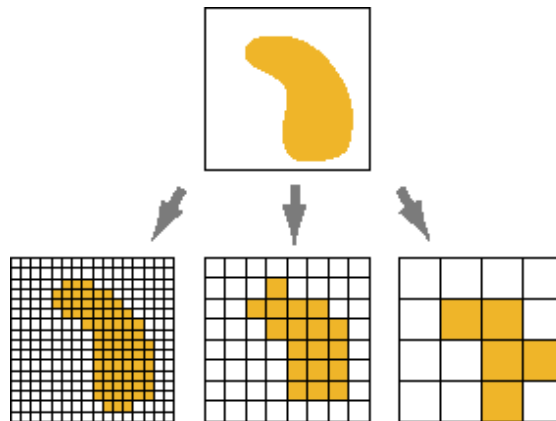
Οι σχέσεις μεταξύ των κόμβων, των τόξων και των πολυγώνων ονομάζονται τοπολογικές σχέσεις ή τοπολογία. Μπορεί να οριστεί ως η μαθηματική διεργασία της συνδεσιμότητας (connectivity) και της γειτνίασης (adjacency) των σημείων και γραμμών που καθορίζει τις χωρικές σχέσεις σε ένα ΣΓΠ. Η τοπολογική δομή στο διανυσματικό σύστημα προσδιορίζει με ακρίβεια πώς και πού τα σημεία και οι γραμμές ενός χάρτη συνδέονται μέσω των κόμβων (τοπολογικά σημεία συνένωσης). Η σειρά της συνδεσιμότητας ορίζει το σχήμα ενός τόξου ή ενός πολυγώνου (Κάβουρας, 2004). Σε ένα σύγχρονο ΣΓΠ, η τοπολογία εφαρμόζεται με ένα σύνολο κανόνων, στους οποίους τα δεδομένα που συλλέγονται στη χωρική βάση δεδομένων οφείλουν να υπακούουν και αποτελούν συστατικό μέρος της βάσης.



**Εικόνα 2-7: Βασικές τοπολογικές σχέσεις**  
(Πηγή: Molenaar, 1995)

Κανονικοποιημένη Δομή Δεδομένων

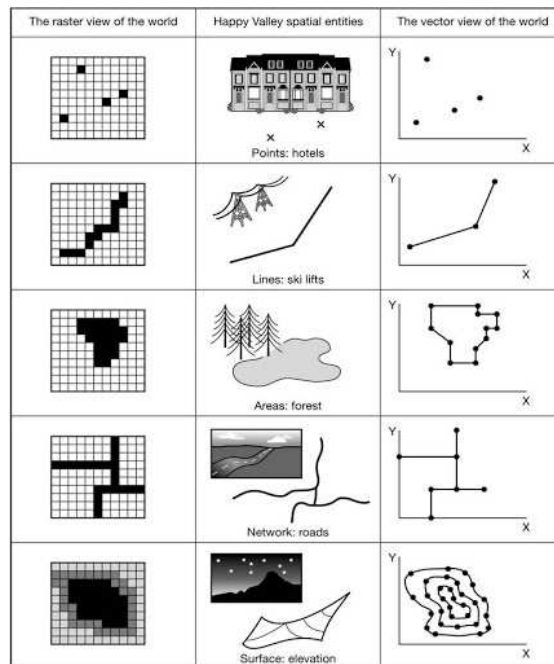
Η κανονικοποιημένη δομή δεδομένων (raster data structure) αντιλαμβάνεται το χώρο ως μωσαϊκή διαίρεση φατνίων-ψηφίδων (tessellation of cells), δηλαδή τοποθετεί και αποθηκεύει τα δεδομένα χρησιμοποιώντας ένα δισδιάστατο πίνακα ή ένα κάρναβο φατνίων (Κάβουρας, 2004). Συνηθίζεται η αναφορά σε ένα φατνίο να γίνεται με τον όρο φατνίο ή pixel= picture element. Το φατνίο αποτελεί τη μικρότερη γεωγραφική μονάδα, η οποία είναι δυνατόν να αντιπροσωπεύεται από μια κανονικοποιημένη δομή, ενώ ταυτοχρόνως το μέγεθός του καθορίζει και τη τελική ανάλυση της εικόνας (Escobar, Hunter, Bishop, & Zerger, 2008). Όσο η ανάλυση είναι υψηλότερη, τόσο περισσότερο πυκνός είναι ο κάρναβος και, συνεπώς, η απεικόνιση των γραφικών είναι περισσότερο λεπτομερής. Το χαρακτηριστικό αυτό αποτελεί και μία ένδειξη της κλίμακας της εικόνας. Η ψηφιδωτή δομή δεδομένων χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που το χωρικό φαινόμενο που αποτυπώνεται χαρακτηρίζεται ως συνεχής μεταβλητή (π.χ. το υψόμετρο του εδάφους, η κατανομή του θορύβου) ή σε περιπτώσεις που στο ΣΓΠ ενσωματώνεται μια δορυφορική εικόνα ή μια σαρωμένη αεροφωτογραφία. Οι ψηφιδωτές δομές δεδομένων έχουν περιορισμένες δυνατότητες σύνδεσης με περιγραφικά χαρακτηριστικά.



**Εικόνα 2-8: Απεικόνιση επιφάνειας με διαφορετική πυκνότητα κάρναβου**

(Πηγή: [www.esri.com](http://www.esri.com))

Τα σύγχρονα ΣΓΠ περιλαμβάνουν εργαλεία και μεθόδους με τα οποία η μία δομή δεδομένων μπορεί να μετατραπεί σε άλλη με κατάλληλους μετασχηματισμούς.



Εικόνα 2-9: Σύγκριση vector και raster δομής

(Πηγή: [www.newdesignfile.com](http://www.newdesignfile.com))

## 2.1.5 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ)

Ο κύριος σκοπός της Γεωδαισίας είναι ο προσδιορισμός του σχήματος και του μεγέθους της Γης. Για το σκοπό αυτό απαιτείται ένα δίκτυο από τριγωνομετρικά σημεία γνωστής σχετικής θέσης (και αν είναι δυνατό και απόλυτης) και ένα σύστημα αναφοράς τριών διαστάσεων, εφόσον τα σημεία αυτά βρίσκονται στο χώρο. Τα Γεωδαιτικά Συστήματα ορίζονται με τις συντεταγμένες που δίνονται σε ένα βασικό σημείο (φυσικό σημείο της γήινης επιφάνειας) το οποίο καλείται αφετηρία και το αζιμούθιο προς ένα δεύτερο σημείο. Οι τιμές αυτές, όταν συνδυαστούν με τις παραμέτρους του ελλειψοειδούς αναφοράς, ορίζουν το λεγόμενο γεωδαιτικό Datum. Ένα Σύστημα Αναφοράς υλοποιείται με τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των βασικών τριγωνομετρικών σημείων του εθνικού γεωδαιτικού δικτύου (Iης και IIας Τάξης) και εφαρμόζεται με την επιλογή μιας απεικόνισης για τον μετασχηματισμό των ελλειψοειδών συντεταγμένων ( $\phi$ ,  $\lambda$ ) σε επίπεδες ορθογώνιες συντεταγμένες ( $x, y$ ). Σχετικά με τη τρίτη διάσταση, στην Ελλάδα χρησιμοποιείται το Ελληνικό Σύστημα Υψομετρίας (Ε.Σ.Υ.) που χρησιμοποιεί τα ορθομετρικά υψόμετρα.

Κάθε χώρα υλοποιεί συγκεκριμένα συστήματα αναφοράς, ανάλογα με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της και τις απαιτούμενες εφαρμογές. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται από το 1995 περίπου, το ΕΓΣΑ '87 για τοπογραφικές και χαρτογραφικές εργασίες, ενώ παλαιότερα

χρησιμοποιήθηκε το ΠΕΓΣΑ. Στη ναυσιπλοΐα και την αεροπλοΐα χρησιμοποιείται το WGS 84 και για στρατιωτικούς σκοπούς το ED 50.

- ΕΓΣΑ '87

Το ΕΓΣΑ '87 χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές αναφοράς GRS 80 το οποίο χρησιμοποιείται και από το WGS 84, μετατοπισμένο ώστε να προσαρμόζεται καλύτερα στο γεωειδές της περιοχής της Ελλάδας. Συγκεκριμένα, η μετατόπιση είναι κατά  $\Delta X=+199,73\text{m}$ ,  $\Delta Y=74,030\text{ m}$  και  $\Delta Z=-246,018\text{ m}$ . Για το ΕΓΣΑ '87 έχει επιλεγεί για απεικόνιση η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή σε μία ζώνη, ώστε να υπάρχει ένα ενιαίο σύστημα για τον Ελληνικό χώρο. Ως κεντρικός μεσημβρινός επιλέχθηκε ο  $\lambda=24^\circ$  με κλίμακα  $K_0 = 0,9996$ , ώστε οι παραμορφώσεις στην ηπειρωτική Ελλάδα να είναι μικρές και στα άκρα να φτάνουν τα 1200 ppm, δηλαδή το 1:1000 περίπου. Τα  $x$  ξεκινούν από τα 500.000, ώστε να μην υπάρχουν αρνητικές τιμές και τα  $y$  από τον ισημερινό.

- ΠΕΓΣΑ

Το Παλιό Ελληνικό Σύστημα Αναφοράς ή ΠΕΓΣΑ υλοποιήθηκε το 1890 από την τότε Χαρτογραφική Υπηρεσία Στρατού. Χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές αναφοράς Bessel και ως απεικόνιση για την εφαρμογή του την επίπεδη ισαπέχουσα προβολή του Hatt. Σύμφωνα με αυτή την προβολή η Ελλάδα έχει χωριστεί σε 130 τραπέζια διαστάσεων  $30' \times 30'$ , κάθε ένα από τα οποία έχει δικό του ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων. Οι παραμορφώσεις στην προβολή είναι πολύ μικρές, της τάξης του 1:200.000. Τα τραπέζια αυτά αντιστοιχούν σε χάρτες 1:100.000 της Γ.Υ.Σ. από τα οποία προέρχονται τα Τοπογραφικά Διαγράμματα 1:5.000 που χορηγούνται στο κοινό από τον ίδιο φορέα. Για τη μετατροπή των συντεταγμένων από το σύστημα Hatt σε ΕΓΣΑ '87, η Γ.Υ.Σ. σε συνεργασία με το Ε.Μ.Π. και τον Ο.Κ.Χ.Ε., δημοσίευσε έντυπο προσδιορισμού Συντελεστών Μετατροπής Συντεταγμένων από το σύστημα Hatt στο ΕΓΣΑ'87.

$$X = A_0 + A_1 x + A_2 y + A_3 x^2 + A_4 y^2 + A_5 x y$$

$$Y = B_0 + B_1 x + B_2 y + B_3 x^2 + B_4 y^2 + B_5 x y$$

(X,Y) οι ζητούμενες συντεταγμένες στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ'87.

(x,y) οι γνωστές συντεταγμένες προς μετατροπή στο προβολικό σύστημα HATT.

$A_0 \rightarrow A_5$ ,  $B_0 \rightarrow B_5$  είναι οι πολυωνυμικοί συντελεστές μετατροπής οι οποίοι στη γενική μορφή, είναι υπολογισμένοι ανά φύλλο χάρτη κλίμακας 1:100.000.

Μέχρι το 1973 εφαρμοζόταν αποκλειστικά η προβολή HATT. Από το 1973 το Υπουργείο Δημοσίων Έργων μελέτησε και εφήρμοσε στις χαρτογραφήσεις για τις ανάγκες του προγράμματος ΕΠΑ (Επιχείρηση Πολεοδομικής Ανασυγκρότησης) την Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή, η οποία είναι μια σύμμορφη απεικόνιση. Η χώρα απεικονίζεται σε 3 ζώνες των  $3^\circ$ , με κεντρικό μεσημβρινό αυτόν του Αστεροσκοπείου, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι

παραμορφώσεις στην προβολή. Οι παραμορφώσεις στα άκρα της κάθε ζώνης είναι μικρές, της τάξης του 1:10.000.

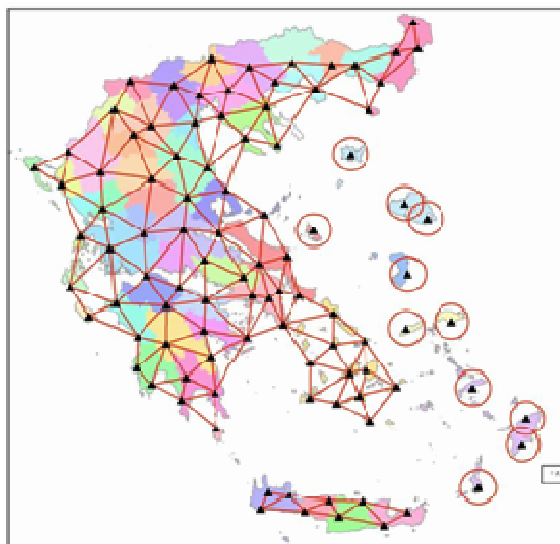
(Βέης, Μπιλλήρης, Παπαζήση, 2009)

- HEllenic POsitioning System (HEPOS)

Το Σύστημα Εντοπισμού HEPOS υλοποιήθηκε για την κάλυψη των αναγκών του Εθνικού Κτηματολογίου. Είναι ένα σύγχρονο σύστημα το οποίο επιτρέπει τον προσδιορισμό θέσης με υψηλή ακρίβεια αξιοποιώντας το υφιστάμενο παγόσμιο δορυφορικό σύστημα GPS και είναι αντίστοιχο με αυτά που λειτουργούν τα τελευταία χρόνια στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το HEPOS αποτελείται από ένα δίκτυο 98 μόνιμων δορυφορικών σταθμών αναφοράς και ένα Κέντρο Ελέγχου που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. Το Κέντρο Ελέγχου επεξεργάζεται τα στοιχεία των σταθμών αναφοράς και αποστέλλει στο χρήστη τα δεδομένα που χρειάζεται ένας ακριβής προσδιορισμός θέσης.

Οι υπηρεσίες που παρέχει το HEPOS διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες:

1. Υπηρεσίες «πραγματικού χρόνου», στις οποίες η θέση ενός σημείου προσδιορίζεται με ακρίβεια λίγων εκατοστών, κατά τη στιγμή της μέτρησης (τεχνικές RTK), είτε με ακρίβεια της τάξης του μισού μέτρου (τεχνικές DGPS).
2. Υπηρεσίες «μετεπεξεργασίας», όπου η θέση ενός σημείου προσδιορίζεται εκ των υστέρων (post processing) μετά από επεξεργασία μετρήσεων και τελική ακρίβεια επιπέδου μερικών χιλιοστών.



**Εικόνα 2-10: Δίκτυο 98 μόνιμων σταθμών**



**αναφοράς του HEPOS**  
(Πηγή: ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε)

Το HEPOS αποτελεί εφαρμογή του ETRS 89<sup>1</sup> στην Ελλάδα, χρησιμοποιώντας το ETRF 2005 την εποχή 2007.5. Η ονομασία του είναι HTRS07<sup>2</sup>. Ως ελλειψοειδές αναφοράς χρησιμοποιεί το GRS 80, ενώ η χαρτογραφική προβολή είναι η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή ενιαίας ζώνης ( $\lambda_0=24^\circ$ ) για όλη την Ελλάδα εκτός από το Καστελόριζο, όπου χρησιμοποιείται η μεσηβρινή ζώνη ( $\lambda_0=30^\circ$ ).

(ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε., HEPOS, 2009)

- European Petroleum Survey Group (EPSG)

Το EPSG ιδρύθηκε το 1985 ως επιστημονικός οργανισμός με αντικείμενο την εφαρμοσμένη Γεωδαισία και Χαρτογραφία. Επίτευγμα του συγκεκριμένου οργανισμού συνιστά η δημιουργία της μεγαλύτερης βάσης δεδομένων ελλειψοειδών, προβολών και συστημάτων αναφοράς. Το 2005 παρέδωσε τα σκήπτρα στην International Association of Oil and Gas Producers (OGP), η οποία και συνεχίζει το έργο του (Πισπιδίκης, 2014).

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται κάποιοι χρήσιμοι EPSG κωδικοί που αφορούν τόσο τα ελληνικά συστήματα αναφοράς όσο και το παγκόσμιο.

Κωδικοί EPSG	Συστήματα Αναφοράς
EPSG 4326	WGS 84
EPSG 4321	ΕΓΣΑ 87
EPSG 23034/5	ED 50 στα όρια το Ελλαδικού χώρου
EPSG 2100	Προβολή Transverse Mercator στα όρια του Ελλαδικού χώρου

<sup>1</sup> ETRS 89: European Terrestrial System 1989, αποτελεί το Ευρωπαϊκό σύστημα αναφοράς, το οποίο ορίστηκε προκειμένου αποφευχθεί ο δυναμικός χαρακτήρας του Συστήματος Αναφοράς ITRS (ισχύον παγκόσμιο σύστημα αναφοράς για γεωδαιτικές εργασίες).

<sup>2</sup> HTRS07: Hellenic Terrestrial System of 2007, αποτελεί την λοποίηση του ETRS89 στην Ελλάδα, η οποία εγκρίθηκε επίσημα τον Ιούνιο του 2010 από την αρμόδια επιτροπή EUREF (Ευρωπαϊκή Επιτροπή για τα συστήματα αναφοράς).

EPSG 900913	Προβολή Spherical Mercator που χρησιμοποιεί η Google στις εφαρμογές της.
-------------	--

**Πίνακας 2-2: Συστήματα αναφοράς EPSG  
(Πηγή: EPSG)**

Με την υλοποίηση του Συστήματος HEPOS, πολλές από τις ιδιωτικές εταιρείες που προμηθεύουν συστήματα GNSS στην ελληνική αγορά, ανέπτυξαν δικά τους δίκτυα μόνιμων σταθμών για την υποστήριξη των χρηστών των συστημάτων τους σε υπηρεσίες RTK και post processing.

## **2.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΙΣΤΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ**

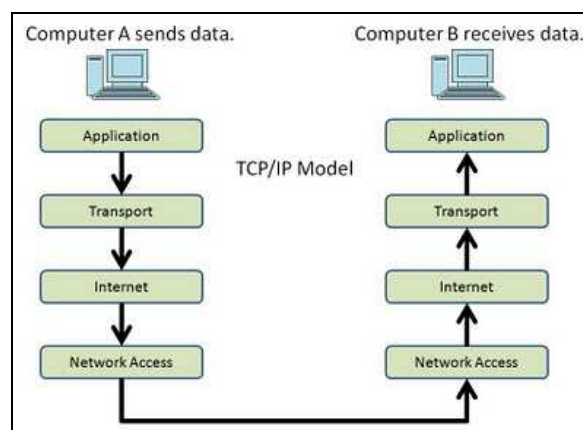
Ο Παγκόσμιος Ιστός (*World Wide Web* ή *www*) είναι ένα ανοιχτό σύστημα διασυνδεδεμένων πληροφοριών και πολυμεσικού περιεχομένου, που επιτρέπει στους χρήστες του Διαδικτύου να αναζητούν πληροφορίες μεταβαίνοντας από ένα έγγραφο (ιστοσελίδα) στο άλλο. Αφετηρία για την ανάπτυξη του παγόσμιου ιστού στάθηκε η ανάπτυξη της γλώσσας προγραμματισμού HTML (*HyperText Markup Language*) από το φυσικό Τιμ Μπέρνερς Λι.

Το 1980 ο φυσικός Τιμ Μπέρνερς Λι εργαζόταν στο CERN (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*) και προκειμένου να υλοποιήσει ένα σύστημα διαμοιρασμού εγγράφων στους ερευνητές του CERN, έθεσε τις βάσεις για τη δημιουργία της γλώσσας HTML, του φυλλομετρητή (ή browser) και το λογισμικό του εξυπηρετητή τα τέλη του 1990. Από κει και έπειτα, με την βελτίωση της γλώσσας ολοένα και περισσότερες ιστοσελίδες κατέκλεισαν το χώρο του Διαδικτύου.

Πολλές φορές, ο Παγκόσμιος Ιστός τείνει να συγχέεται με το Διαδίκτυο (*Internet*). Το Διαδίκτυο προϋπήρχε ως τεχνολογία του Παγκόσμιου Ιστού. Στα τέλη της δεκαετίας του 1960, οι ΗΠΑ, μέσα στη δίνη του Ψυχρού Πολέμου δημιούργησαν την υπηρεσία προηγμένων αμυντικών ερευνών ARPA (*Advanced Research Project Agency*) γνωστή ως DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*). Αποστολή της συγκεκριμένης υπηρεσίας ήταν να βοηθήσει τις στρατιωτικές δυνάμεις των ΗΠΑ να αναπτυχθούν τεχνολογικά και να δημιουργηθεί ένα δίκτυο επικοινωνίας το οποίο θα μπορούσε να επιβιώσει σε μια ενδεχόμενη πυρηνική επίθεση. Το δίκτυο αυτό αποτέλεσε το πρώτο είδος διαδικτύου και έγινε γνωστό ως ARPANET. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε το πρωτόκολλο επικοινωνίας "TCP/IP" το οποίο έμελε να παραμείνει ως μοναδικός κρίκος επικοινωνίας όλων των δικτύων που είχαν αναπτυχθεί μέχρι τότε, ώσπου το 1983 έγινε το μοναδικό πρωτόκολλο που ακολουθούσε το ARPANET.

Ο όρος Διαδίκτυο ξεκίνησε να χρησιμοποιείται ευρέως την εποχή που συνδέθηκε το ARPANET με το NSFNet και Internet σήμαινε οποιοδήποτε δίκτυο χρησιμοποιούσε το πρωτόκολλο TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). Η μεγάλη άνθιση του Διαδικτύου όμως, ξεκίνησε με την εφαρμογή της υπηρεσίας του Παγκόσμιου Ιστού που όπως προαναφέρθηκε είναι στην ουσία, η "πλατφόρμα", η οποία κάνει εύκολη την πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

Με τη βελτίωση του Διαδικτύου και του Παγκόσμιου Ιστού τα οποία αποτελούν τα μέσα μετάδοσης πληροφορίας και κυκλοφορίας των ιστοσελίδων, παρουσιάστηκε η ανάγκη για τη δυναμική απεικόνιση της πληροφορίας, εφόσον οι στατικές ιστοσελίδες δεν μπορούσαν πλέον να ικανοποιήσουν τους χρήστες του Διαδικτύου. Επιπλέον, ένα άλλο πρόβλημα το οποίο η υπάρχουσα τεχνολογία των γλωσσών προγραμματισμού δεν μπορούσε να καλύψει, ήταν η διαδραστική συμπεριφορά του χρήστη με τη σελίδα. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η ανάπτυξη διαδικτυακών γλωσσών προγραμματισμού, οι οποίες ανάλογα των αναγκών και του σκοπού της εκάστοτε εφαρμογής, διευκολύνουν τους προγραμματιστές παρέχοντας τα κατάλληλα εργαλεία για την ανάπτυξή τους.



**Εικόνα 2- 11: Μεταφορά δεδομένων με το μοντέλο του TCP/IP**  
(Πηγή: [www.dut-tuts.blogspot.gr](http://www.dut-tuts.blogspot.gr))

## 2.2.1 ΠΥΛΩΝΕΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΙΣΤΟΥ

Η Κοινοπραξία του Παγκοσμίου Ιστού (*World Wide Web Consortium* ή *W3C*) είναι η κύρια οργάνωση διεθνών προτύπων για το Παγκόσμιο Ιστό. Ιδρύθηκε και διευθύνεται μέχρι σήμερα από τον Tim Berners-Lee. Η κοινοπραξία αποτελείται από οργανώσεις-μέλη με σκοπό την

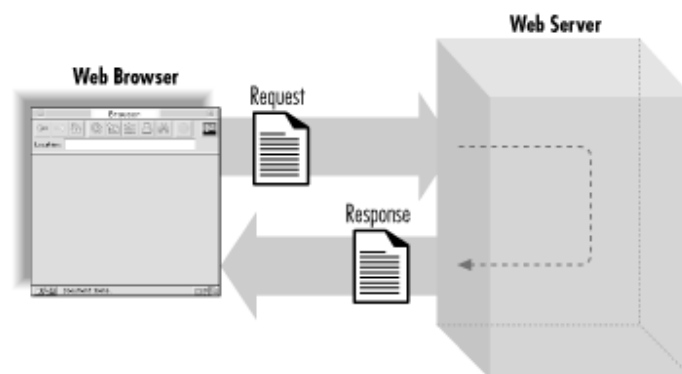
συνεργασία για την ανάπτυξη των προτύπων για τον Παγκόσμιο Ιστό. Το W3C προσπαθεί να επιβάλει τη συμβατότητα και τη συμφωνία μεταξύ των μελών του Παγκοσμίου Ιστού, στην υιοθέτηση των νέων προτύπων που ορίζονται από το W3C ([www.w3.org](http://www.w3.org)).

Οι πυλώνες πάνω στους οποίους στηρίζεται ο Παγκόσμιος Ιστός είναι το πρωτόκολλο HTTP, η γλώσσα προγραμματισμού HTML και οι διευθύνσεις URL.

- *HyperText Transfer Protocol ( HTTP ή HTTPS)*

Το Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένου ή HyperText Transfer Protocol (HTTP ή http) αποτελεί πρωτόκολλο επικοινωνίας για τη μεταφορά δεδομένων σύμφωνα με το μοντέλο client-server computing. Ένα σύστημα client-server είναι ένα σύστημα στο οποίο το δίκτυο ενώνει διάφορους υπολογιστικούς πόρους, ώστε οι πελάτες (clients) να μπορούν να ζητούν υπηρεσίες από έναν εξυπηρετητή (server), ο οποίος προσφέρει πληροφορίες ή επιπρόσθετη υπολογιστική ισχύ. Η διαδικασία που ακολουθούσε το αρχικό πρωτόκολλο ήταν η εξής:

- Σύνδεση στον εξυπηρετητή
- Ερώτηση προς τον εξυπηρετητή
- Απάντηση από τον εξυπηρετητή



**Εικόνα 2- 12: Μεταφορά δεδομένων με HTTP**

(Πηγή: [www.quora.com](http://www.quora.com))

Σήμερα χρησιμοποιεί πολύ περισσότερα χαρακτηριστικά τα οποία παρέχουν ακόμα και τη δυνατότητα στο πρόγραμμα-πελάτη να στέλνει δεδομένα στον εξυπηρετητή.

Το απλό πρωτόκολλο http δεν εγγυάται καμία ασφάλεια, ενώ το https χρησιμοποιείται στην πληροφορική για να δηλώσει μία ασφαλή δικτυακή σύνδεση http. Ένας σύνδεσμος (URL) που αρχίζει με το πρόθεμα https υποδηλώνει ότι θα χρησιμοποιηθεί κανονικά το πρωτόκολλο HTTP, αλλά η σύνδεση θα γίνει σε διαφορετική πόρτα (443 αντί 80) και τα δεδομένα θα ανταλλάσσονται κρυπτογραφημένα. Το σύστημα αυτό σχεδιάστηκε αρχικά από την εταιρία Netscape Communications Corporation για να χρησιμοποιηθεί σε sites όπου απαιτείται αυθεντικοποίηση χρηστών και κρυπτογραφημένη επικοινωνία. Σήμερα χρησιμοποιείται ευρέως στο διαδίκτυο όπου χρειάζεται αυξημένη ασφάλεια διότι διακινούνται ευαίσθητες πληροφορίες (πχ αριθμοί πιστωτικών καρτών, passwords κοκ) (R. Fielding & J. Reschke, 2014).

Το HTTP καθορίζει οχτώ μεθόδους αιτημάτων: GET, POST, HEAD, PUT DELETE, TRACE, OPTIONS και CONNECT, από τους οποίους πιο συχνά χρησιμοποιούνται η **POST** και η **GET**.

- ο Μέθοδος GET

Με τη μέθοδο GET οι πληροφορίες που υποβάλλονται από το χρήστη μέσω της φόρμας, επισυνάπτονται με την προς αίτηση σελίδα. Η τελευταία, χωρίζεται από τις πληροφορίες με το χαρακτήρα « ? ».

Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι περιορισμένη και στέλνει μέχρι 2028 χαρακτήρες. Επιπλέον, δε χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ευαίσθητων δεδομένων στον εξυπηρετητή ούτε μπορεί να στείλει δυαδικά δεδομένα, όπως μια εικόνα ή ένα έγγραφο.

```
http://web.gys.gr/portal/page?_pageid=33,36421&_dad=portal&_schema=PORTAL
```

- ο Μέθοδος POST

Με τη μέθοδο POST τα στοιχεία προς επεξεργασία εισάγονται μόνο στη σελίδα που έχει καθοριστεί στη φόρμα υποβολής. Δεν υπάρχει περιορισμός στο μέγεθος και στον τύπο των δεδομένων που υποβάλλονται, ενώ υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια στη μεταφορά των δεδομένων σε σύγκριση με τη μέθοδο GET.

```
POST/test/demo_form.php HTTP/1.1
Host: w3schools.com
name1=value1&name2=value2
```

	GET	POST
Ανανέωση/Πίσω	Αβλαβής ενέργεια.	Τα δεδομένα θα υποβληθούν ξανά με μήνυμα ειδοποίησης στον χρήστη.
Ασφάλεια	Δεν υπάρχει ασφάλεια. Τα δεδομένα αποστέλλονται ως μέρος του URL.	Εξαρτάται από το πρωτόκολλο HTTP.
Ορατότητα	Τα δεδομένα φαίνονται ως μέρος του URL.	Δεν εμφανίζονται τα δεδομένα.
Μέγεθος	Περιορίζεται από το μήκος περιορισμού του URL (2046 χαρακτήρες).	Δεν υπάρχει περιορισμός.
Τύπος Δεδομένων	Δεν αποστέλλονται δυαδικά δεδομένα.	Δεν υπάρχει περιορισμός.

**Πίνακας 2- 3: Σύγκριση μεθόδων GET και POST**  
(Πηγή: [www.w3schools.com](http://www.w3schools.com))

- Uniform Resource Locator (URL)

Ο όρος Uniform Resource Locator (URL) δηλώνει μία διεύθυνση ενός πόρου του Παγκόσμιου Ιστού. Όπως ακριβώς τα κτίρια και τα σπίτια έχουν διευθύνσεις, έτσι και οι ιστοσελίδες έχουν μοναδικές διευθύνσεις, ώστε να μπορούν να τις εντοπίζουν οι χρήστες. Στο Διαδίκτυο, αυτές οι διευθύνσεις ονομάζονται διευθύνσεις URL. Η διεύθυνση URL μιας ιστοσελίδας αποτελείται από ένα όνομα τομέα διαδικτύου (domain), μια κατηγορία τομέα διαδικτύου (".com") και, ορισμένες φορές, από άλλα στοιχεία, όπως ένας υποτομέας ("support") και μια διαδρομή ("/index"). Στην πλήρη του μορφή ένα URL συμπεριλαμβάνει το πρωτόκολλο μεταφοράς των δεδομένων (HTTP, HTTPS, FTP, MMS), καθώς και το όνομα ή την IP του Web Server. Προαιρετικά, ορίζεται και η θύρα επικοινωνίας, ενώ όταν παραλείπεται και χρησιμοποιείται το HTTP, παίρνει ως προκαθορισμένη (default) τιμή την 80. Στην περίπτωση του HTTPS ορίζεται η τιμή 443.

- Hypertext Markup Language (HTML)

Όπως προαναφέρθηκε, η HTML αποτελεί κύρια γλώσσα για την δημιουργία στατικών ιστοσελίδων. Σημειώνεται ότι οι φυλλομετρητές παρουσιάζουν το τελικό αποτέλεσμα μιας ιστοσελίδας, ερμηνεύοντας τον HTML κώδικα, που διαμορφώνεται μέσω βασικών κανόνων (tags: πχ <html>, <head>, <title>, <body>). Οι κανόνες καθορίζουν την αρχή και το τέλος μιας εντολής (Πισπιδίκης, 2014). Τα στοιχεία της HTML χρησιμοποιούνται για να κτίσουν όλους του ιστότοπους. Η HTML επιτρέπει την ενσωμάτωση εικόνων και άλλων αντικειμένων μέσα στη σελίδα, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εμφανίσει διαδραστικές φόρμες. Παρέχει τις μεθόδους δημιουργίας δομημένων εγγράφων (δηλαδή εγγράφων που αποτελούνται από το περιεχόμενο που μεταφέρουν και από τον κώδικα μορφοποίησης του περιεχομένου) καθορίζοντας δομικά στοιχεία για το κείμενο, όπως κεφαλίδες, παραγράφους, λίστες, συνδέσμους, παραθέσεις και άλλα. Μπορούν επίσης να ενσωματώνονται σενάρια εντολών σε γλώσσες όπως η Javascript, τα οποία επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ιστοσελίδων HTML.

```

<!DOCTYPE html>
html
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <meta charset="UTF-8" />
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
    <link rel="icon" href="GYS/img/AGROSE-BANNER2.png" type="image/x-icon">
    <title>ΓΕΩΧΩΡΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ ΚΤΗΜΑΤΟΓΡΑΦΗΣΗ</title>
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/mainbody.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/effectStart.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/effect.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/milisymbol.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/generic.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/accordion.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/checkbox.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/sliderv2.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/flightGalery.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/css/legend.css" />
    <link rel="stylesheet" href="GYS/Widgets/CircleSlider/jquery.lcnCircleRangeSelect.css" />
    <link href="GYS/Widgets/BrowserPrint/Leaflet.GraphicScale.min.css" rel="stylesheet">
    <link href="GYS/leaflet/leaflet.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
  
```

**Εικόνα 2- 13: Παράδειγμα κώδικα γραμμένο σε HTML**

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

## 2.2.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Σε ένα σύστημα Client – Server υπεύθυνος για την απάντηση στο αίτημα του client μέσω του HTTP είναι ο εξυπηρετητής διαδικτύου ή Web Server. Ο Server είναι η καρδιά του client-server συστήματος, αφού εκεί είναι αποθηκευμένες οι πληροφορίες και εκτελούνται όλες οι εργασίες, προκειμένου να ικανοποιηθούν τα αιτήματα ενός μεγάλου αριθμού πελατών. Αφού ο Web Server δεχθεί το αίτημα του client μέσω του HTTP, αναζητά στον σκληρό δίσκο που είναι αποθηκευμένα τα αρχεία που αναζητούνται μέσω του αιτήματος για να τα σερβίρει στο χρήστη.

Οι πιο δημοφιλείς Webservers που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι ο Apache HTTP και ο Internet Information Services (IIS). Ο πρώτος λειτουργεί σε Windows, Linux, Mac OS X και Unix. Είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα και επιτηρείται από το Apache Software Foundation.

Η αδυναμία του Web Server έγκειται στη διαχείριση μόνο στατικών δεδομένων. Την αδυναμία αυτή καλείται να υπερκεράσει ο εξυπηρετητής λογισμικών (Application Server). Το δυναμικό περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας επιστρέφεται από τον Application Server στον Web Server και αυτός με τη σειρά του σερβίρει στο χρήστη το περιεχόμενο της αναζήτησης του Application Server. Ο Application Server για να ικανοποιήσει το αίτημα που δέχεται από τον Web Server ανατρέχει είτε στη βάση δεδομένων του συστήματος, είτε σε κάποιον άλλον Server όπως ο Map Server στην περίπτωση χωρικών δεδομένων. Για την επικοινωνία όλων αυτών των συστατικών στα οποία βασίζεται η λειτουργία του Διαδικτύου και του Παγκόσμιου Ιστού, έχουν δημιουργηθεί μία ποικιλία από γλώσσες προγραμματισμού. Οι τεχνολογίες αυτές χρησιμοποιούνται από τους προγραμματιστές για την υλοποίηση διαδικτυακών εφαρμογών και ιστοσελίδων, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους.

### JavaScript

Η JavaScript είναι μία γλώσσα προγραμματισμού υπολογιστών, για σεναριοποίηση των διαδραστικών αποτελεσμάτων εντός των περιηγητών ιστού. Υποστηρίζεται από όλους τους δημοφιλείς περιηγητές, όπως οι Microsoft Internet Explorer (ξεκινώντας με την έκδοση 3.0), Firefox, Safari, Opera, Google Chrome, κτλ. Για να υλοποιήσει κάτι παρόμοιο με τη HyperCard της Apple – η οποία αναπτύχθηκε κυρίως για να συμβάλλει στη γρήγορη κατασκευή εφαρμογών – η Netscape ανέπτυξε τη LiveScript. Με το πέρασμα του χρόνου, η LiveScript μετονομάστηκε σε JavaScript. Όντας αρχικά μία γλώσσα από την πλευρά του πελάτη, η JavaScript αργότερα μετακόμισε στην πλευρά του εξυπηρετητή και έγινε με αυτόν τον τρόπο, μία πανταχού παρούσα γλώσσα.



Η JavaScript παρουσιάζει μια σειρά από πλεονεκτήματα, τα οποία την καθιστούν δημοφιλή ανάμεσα στους προγραμματιστές:

- Επεξεργασία από την πλευρά του πελάτη (client):

Αυτό σημαίνει ότι ο κώδικας εκτελείται από τον επεξεργαστή του χρήστη αντί του εξυπηρετητή διαδικτύου, εξοικονομώντας έτσι εύρος ζώνης και περιορίζοντας την υπερφόρτωση του εξυπηρετητή.

- Η εκμάθησή της είναι απλή:

Η σύνταξη αυτής της γλώσσας είναι παρόμοια με τα απλά Αγγλικά, καθιστώντας την εκμάθησή της ευκολότερη για τους προγραμματιστές.

- Εκτεταμένη λειτουργικότητα για ιστοσελίδες:

Οι προσθήκες τρίτων βοηθούν τους προγραμματιστές JavaScript να γράψουν αποσπάσματα κώδικα, τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθούν στις ιστοσελίδες, όπου χρειάζεται.

- Η υλοποίησή της είναι απλή:

Η δυνατότητα χρήσης της ίδιας γλώσσας στην κεντρική σελίδα που βλέπει ο χρήστης και στο διαχειριστικό τμήμα, καθιστά την εργασία των ομάδων προγραμματισμού ευκολότερη.

- Οικονομική γλώσσα:

Δεν απαιτεί κανέναν ειδικό μεταγλωττιστή ή συντάκτη. Το μόνο που χρειάζεται ένας προγραμματιστής, είναι ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου και έναν περιηγητή για να "τρέξει" τον κώδικα JavaScript.

- Σχετικά γρήγορη για τον τελικό χρήστη:

Δεν χρειάζεται πλέον οι επισκέπτες να συμπληρώσουν μία ολόκληρη φόρμα και να την υποβάλλουν, για να μάθουν πως υπάρχει κάποιο τυπογραφικό λάθος στο πρώτο πεδίο και ότι θα πρέπει να συμπληρώσουν ολόκληρη τη φόρμα ξανά. Με τη JavaScript, κάθε πεδίο μπορεί να επαληθεύεται καθώς συμπληρώνεται από τους χρήστες, γεγονός που παρέχει άμεση ανατροφοδότηση, όταν αυτοί κάνουν κάποιο λάθος.

- Περιηγητές με ενσωματωμένη JavaScript

Οι χρήστες του ιστότοπου δεν χρειάζονται ειδικό λογισμικό και λήψεις προγραμμάτων για να δουν τη JavaScript και έτσι, κάθε χρήστης έχει την ίδια εμπειρία.

```
var app;
Ext.onReady(function() {
    app = new gxp.Viewer({
        proxy : "/geoserver/rest/proxy?url=",
        portalConfig : {
            renderTo : document.body,
            layout : "border",
            width : 600,
            height : 400,
            border : false,
            items : [{
                xtype : "panel",
                region : "center",
                border : false,
                layout : "fit",
                items : ["map-viewport"]
            }, {
                id : "tree-container",
                xtype : "container",
                layout : "fit",
                region : "west",
                width : 200
            }
        ]
    });
},
```

**Εικόνα 2-14: Κώδικας γραμμένος σε Javascript**

**(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)**

Η Javascript δεν θα πρέπει να συγχέεται με τη Java, που είναι διαφορετική γλώσσα προγραμματισμού και με διαφορετικές εφαρμογές. Η χρήση της λέξης "Java" στο όνομα της γλώσσας έχει περισσότερη σχέση με το προφίλ του προϊόντος που έπρεπε να έχει και λιγότερο με κάποια πιθανή συμβατότητα ή άλλη στενή σχέση με τη Java. Ρόλο σε αυτήν τη σύγχυση έπαιξε το γεγονός, ότι η αμφότερες η Java και η Javascript έχουν δεχτεί σημαντικές επιρροές από τη γλώσσα C, ειδικά στο συντακτικό, ενώ και οι δύο είναι αντικειμενοστραφείς γλώσσες.

### Asynchronous Javascript (AJAX)

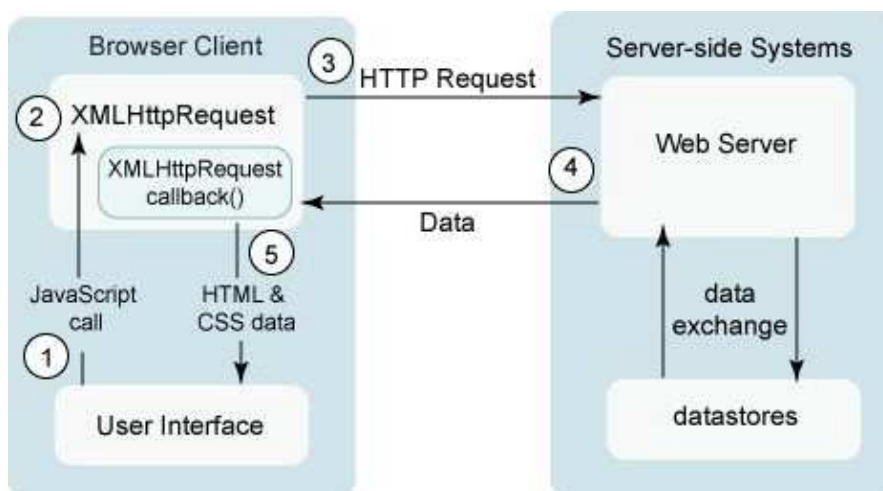
Μέχρι τα μέσα του 1990, οι περισσότερες ιστοσελίδες ήταν βασισμένες στην τεχνολογία HTML. Για κάθε εντολή του χρήστη, ο εξυπηρετητής ήταν αναγκασμένος να εμφανίσει μία νέα σελίδα. Αυτή η διαδικασία θεωρήθηκε μη αποτελεσματική, όπως αποδείχτηκε από την εμπειρία των χρηστών. Σε κάθε ανανέωση, η αρχική ιστοσελίδα που είχε μπροστά του ο χρήστης εξαφανιζόταν και μία καινούργια έπαιρνε τη θέση της προηγούμενης. Επίσης, ο browser έπρεπε να ξαναφορτώσει τη σελίδα, ακόμα και για μικρές ή ασήμαντες αλλαγές. Η διαδικασία αυτή είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του φόρτου εργασίας του server και καταπονούσε το δίκτυο, μειώνοντας τη συνολική επίδοση του server. Ο όρος AJAX επινοήθηκε από τον Jesse James Garret και χρησιμοποιείται για την περιγραφή μοντέρνων τεχνολογιών,

τεχνικών και μεθόδων, που δεν σχετίζονται απαραίτητα με τα συστατικά μέρη του AJAX (Pispidikis & Dimoroulou, 2015).

Οι τεχνολογίες που περιέχονται στο AJAX είναι οι εξής:

- (X)HTML και CSS
- JavaScript
- XML και XLSST
- Το XMLHttpRequest Object
- Document Object Model (DOM)

Η λειτουργία του AJAX βασίζεται στο αντικείμενο της JavaScript **XMLHttpRequest**. Το XMLHttpRequest Object χρησιμοποιείται για να ανταλλάσσονται δεδομένα με το server, να ανανεώνεται η σελίδα, να γίνεται αίτηση κάποιου δεδομένου από τον server χωρίς αυτό να γίνεται αντιληπτό από τους χρήστες. Αυτό το τελευταίο είναι το «Asynchronous», δηλαδή με το XMLHttpRequest Object ο περιηγητής (browser) και ο εξυπηρετητής διαδικτύου (webserver) ανταλλάζουν δεδομένα στο παρασκήνιο, χωρίς να το καταλαβαίνει ο χρήστης μέσω κάποιου γεγονότος, για παράδειγμα ανανέωση σελίδας. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η λειτουργία του AJAX:



Εικόνα 2-15: Λειτουργία τεχνολογίας AJAX

(Πηγή: [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net))

1. Ο χρήστης κάνει κάποιο request μέσα από τη διεπαφή της ιστοσελίδας, για παράδειγμα ζητάει κάποιο αποτέλεσμα από μία φόρμα αναζήτησης.
2. Με το που πατηθεί το «Submit» δημιουργείται από μία συνάρτηση JavaScript (function) το XMLHttpRequest Object και αφού δέχεται τα δεδομένα από τον χρήστη προωθεί το αίτημα στο Server, που βρίσκεται η βάση δεδομένων.
3. Για να μιλήσει με τη βάση δεδομένων εκτελεί ένα **asynchronous HTTP request** προς τη βάση.
4. Ο web server επιστρέφει τα δεδομένα στο XMLHttpRequestObject.
5. Όταν τα δεδομένα επιστρέψουν τότε το object ξεκινά ένα event. Το αποτέλεσμα του event προσδιορίζεται από τον **event handler** που ουσιαστικά είναι κώδικας που ορίζει την αντίδραση του XMLHttpRequest Object όταν αυτό παραλάβει τα δεδομένα.

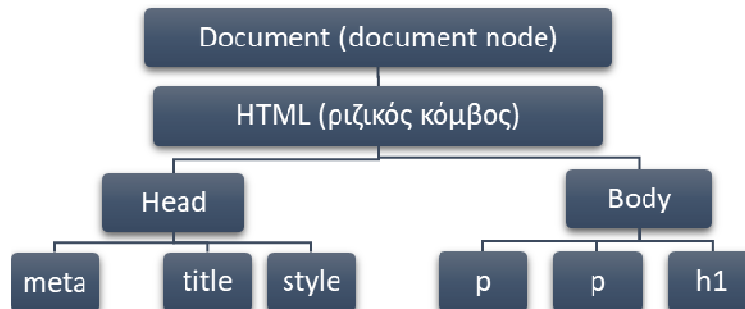
Όταν υλοποιείται μία AJAX εφαρμογή στην οποία υπάρχει Βάση Δεδομένων, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί και μία server-side γλώσσα προγραμματισμού με την οποία θα εκτελείται η επικοινωνία του server με τη Βάση Δεδομένων. Τέτοιες γλώσσες είναι οι **PHP, C#** και **JAVA**.

### Document Object Model (DOM)

Το Μοντέλο Αντικειμένου Εγγράφου της XML (*XML Document Object Model, DOM*) είναι μια προγραμματιστική διεπαφή (programming interface) για τα XML έγγραφα. Ορίζει τον τρόπο που μπορούμε να προσπελάσουμε και να χειριστούμε ένα XML έγγραφο. Σαν μια προδιαγραφή (specification) του W3C, ο αντικειμενικός στόχος του XML DOM είναι να παρέχει μια στάνταρτ προγραμματιστική διεπαφή σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών. Το XML DOM είναι σχεδιασμένο για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού και με οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα. Με το XML DOM μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα XML έγγραφο, να πλοηγηθούμε στη δομή του και να προσθέσουμε, τροποποιήσουμε ή διαγράψουμε τα στοιχεία του.

Το DOM είναι η παρουσίαση των στοιχείων που συνθέτουν μία ιστοσελίδα (γραφικά, text-boxes, παράγραφοι, κείμενα κλπ) με ιεραρχική βάση. Είναι βασικά ένας «τρόπος παρουσίασης» των ιστοσελίδων από τους browsers. Η δομή του εγγράφου αναπαρίσταται ως ένα δέντρο αποτελούμενο από στοιχεία (element nodes), κείμενο (Text node), ιδιότητες (Attribute node) και σχόλια (comment nodes). Η ρίζα του δέντρου είναι ένα document node, ενώ οι κόμβοι διέπονται από σχέσεις ιεραρχίας. Το πρώτο element node του δέντρου καλείται ριζικός κόμβος (root node) και κάθε στοιχείο, εκτός από το ριζικό, έχει ακριβώς έναν γονέα (parents). Τα στοιχεία που έχουν τον ίδιο γονέα είναι αδέρφια και απόγονοι του στοιχείου που αποτελεί τον γονέα τους (Marini, 2002). Στην εικόνα τα στοιχεία Head και Body είναι αδέρφια

μεταξύ τους, απόγονοι της HTML, ενώ τα παιδιά τους (child) είναι τα στοιχεία με τα οποία είναι ενωμένα.



**Εικόνα 2- 16: DOM tree**  
(Pispidikis & Dimopoulou, 2015)

### Extensible Markup Language (XML)

Η XML είναι μία γλώσσα σήμανσης, που περιέχει ένα σύνολο κανόνων για την ηλεκτρονική κωδικοποίηση κειμένων. Ορίζεται, κυρίως, στην προδιαγραφή XML 1.0 (XML 1.0 Specification), που δημιούργησε το World Wide Web Consortium, αλλά και σε διάφορες άλλες σχετικές προδιαγραφές ανοιχτών προτύπων. Η XML σχεδιάστηκε δίνοντας έμφαση στην απλότητα, τη γενικότητα και τη χρησιμότητα στο Διαδίκτυο. Είναι μία μορφοποίηση δεδομένων κειμένου, με ισχυρή υποστήριξη Unicode για όλες τις γλώσσες του κόσμου. Αν και η σχεδίαση της XML εστιάζει στα κείμενα, χρησιμοποιείται ευρέως για την αναπαράσταση αυθαίρετων δομών δεδομένων, που προκύπτουν για παράδειγμα στις υπηρεσίες ιστού. Υπάρχει μία ποικιλία διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών, που μπορούν να χρησιμοποιούν οπρογραμματιστές, για να προσπελαίνουν δεδομένα XML, αλλά και διάφορα συστήματα σχημάτων XML τα οποία είναι σχεδιασμένα για να βοηθούν στον ορισμό γλωσσών, που προκύπτουν από την XML.

Έως το 2009, έχουν αναπτυχθεί εκατοντάδες γλώσσες που βασίζονται στην XML, συμπεριλαμβανομένων του RSS, του SOAP και της XHTML. Προεπιλεγμένες κωδικοποιήσεις βασισμένες στην XML, υπάρχουν για τις περισσότερες σουίτες εφαρμογών γραφείου, συμπεριλαμβανομένων του Microsoft Office (Office Open XML), του OpenOffice.org (OpenDocument) και του iWork της εταιρίας Apple.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η εν λόγω γλώσσα διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στις χαρτογραφικές και γεωγραφικές εφαρμογές στον Παγκόσμιο Ιστό, δεδομένου ότι πολλά ευρέως διαδεδομένα πρότυπα, όπως οι γλώσσες GML, SVG, KML, X3D/VRML κ.α., βασίζονται σε αυτήν (Στεφανάκης, 2009).

```
<?xml version="1.0" encoding='UTF-8'?>
<painting>
  
  <caption>This is Raphael's "Foligno" Madonna, painted in
  <date>1511</date>-<date>1512</date>.</caption>
</painting>
```

**Εικόνα 2- 17: Κώδικας XML**

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

### JavaScript Object Notation (JSON)

Το JSON είναι ένα ελαφρύ πρότυπο ανταλλαγής δεδομένων. Είναι εύκολο για τους ανθρώπους να το διαβάσουν και γράψουν, ενώ για τις μηχανές να το αναλύσουν (parse) και να το παράγουν (generate). Είναι βασισμένο πάνω σε ένα υποσύνολο της γλώσσας προγραμματισμού JavaScript, Standard ECMA-262 Έκδοση 3η - Δεκέμβριος 1999. Το JSON είναι ένα πρότυπο κειμένου το οποίο είναι τελείως ανεξάρτητο από γλώσσες προγραμματισμού αλλά χρησιμοποιεί πρακτικές (conventions) οι οποίες είναι γνωστές στους προγραμματιστές της οικογένειας προγραμματισμού C, συμπεριλαμβανομένων των C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, και πολλών άλλων. Αυτές οι ιδιότητες κάνουν το JSON μια ιδανική γλώσσα προγραμματισμού ανταλλαγής δεδομένων εφαρμογών AJAX (Ecma International).

Το JSON χρησιμοποιείται συχνά για τη σειριοποίηση των δομών δεδομένων που αποστέλλονται μέσω ενός δικτύου, κυρίως μεταξύ ενός διακομιστή και μιας εφαρμογής στο διαδίκτυο, ως εναλλακτική λύση σε σχέση με την XML. Το JSON έχει το πλεονέκτημα έναντι της XML ότι οι σημασιολογικές πληροφορίες συμπεριλαμβάνονται μόνο μία φορά, ενώ η XML συνήθως έχει διπλά σύνολα αρχικών και τελικών ετικετών και ως εκ τούτου είναι πιο

ογκώδη. Ωστόσο, το JSON έχει έναν πιο αδύναμο φεμαλισμό για την επικύρωση της αξίας από την XML.

```
$.getJSON("test.php", {name:'Manos', age:39}, function(json) {
    alert("JSON Data: " + json.users[3].name);
});
```

**Εικόνα 2- 18: Κλήση αρχείου με αποστολή δεδομένων και διαχείριση δεδομένων επιστροφής με συνάρτηση \$.getJSON() (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)**

### Hypertext Preprocessor (PHP)

Η PHP είναι μια γλώσσα συγγραφής σεναρίων (scripting language) που ενσωματώνεται μέσα στον κώδικα της HTML και εκτελείται στην πλευρά του server (server-side scripting). Η ιστορία της PHP ξεκινά από το 1994, όταν ένας φοιτητής, ο Rasmus Lerdorf δημιούργησε χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού C ένα απλό script με όνομα php.cgi, για προσωπική χρήση. Το script αυτό είχε σαν σκοπό να διατηρεί μια λίστα στατιστικών για τα άτομα που έβλεπαν το online βιογραφικό του σημείωμα.

Η PHP αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες τεχνολογίες στο Παγκόσμιο Ιστό, καθώς χρησιμοποιείται από πληθώρα εφαρμογών και ιστότοπων. Η ευρύτητα στη χρήση της είναι απόρροια της ευκολίας που παρουσιάζει ο προγραμματισμός με αυτή αλλά και στο γεγονός πως είναι μια γλώσσα η οποία βρίσκεται σχεδόν σε κάθε διακομιστή. Διάσημες εφαρμογές που κάνουν εκτενή χρήση της PHP είναι το γνωστό Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου (*Content Management System*), **WordPress** και το **Drupal**.

Θεωρείται γλώσσα προγραμματισμού μιας και λειτουργεί ακριβώς ως μία τέτοια (έχει συνθήκες, μεταβλητές, επαναλήψεις-loops, συναρτήσεις, κλάσεις, κλπ). Ίσως το δυνατότερο και πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της PHP είναι η υποστήριξη που παρέχει σε μια ευρεία γκάμα από βάσεις δεδομένων. Απλοποιείται έτσι, η διαδικασία της δημιουργίας μιας ιστοσελίδας που να παρέχει υποστήριξη σε βάσεις δεδομένων. Υποστηρίζει τις εξής βάσεις δεδομένων :

Adabas D	dBase	Empress	FilePro	Informix	InterBase	mSQL
MySQL	Oracle	PostgreSQL	Solid	Sybase	Velocis	Unix dbm

Το μεγαλύτερο μέρος της σύνταξής της, η PHP το έχει δανειστεί από την C, την Java και την Perl και διαθέτει και μερικά δικά της μοναδικά χαρακτηριστικά. Ο σκοπός της γλώσσας είναι να δώσει τη δυνατότητα στους web developers να δημιουργούν δυναμικά παραγόμενες ιστοσελίδες.

```
<html>

  <head>

    <title> Παράδειγμα </title>

  </head>

  <body>

    <?php echo "ΣΥΣΤΗΜΑ
ΚΤΗΜΑΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ"; ?>

  </body>

</html>
```

**Εικόνα 2- 19: Ενσωματωμένος κώδικας PHP μέσα σε αρχείο HTML**

**(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)**

Μια σελίδα PHP περνά από επεξεργασία από ένα συμβατό διακομιστή του Παγκόσμιου Ιστού (π.χ. Apache), ώστε να παραχθεί σε πραγματικό χρόνο το τελικό περιεχόμενο, που είτε θα σταλεί στο πρόγραμμα περιήγησης των επισκεπτών σε μορφή κώδικα HTML ή θα επεξεργασθεί τις εισόδους δίχως να προβάλλει την έξοδο στο χρήστη, αλλά θα τις μεταβιβάσει σε κάποιο άλλο PHP script. Ο server θα πρέπει να είναι ρυθμισμένος για να επεξεργάζεται και να μεταγλωτίζει τον κώδικα PHP σε HTML που καταλαβαίνει το πρόγραμμα πελάτη. Ο διακομιστής Apache, που χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως σε συστήματα με τα λειτουργικά συστήματα GNU/ Linux, Microsoft Windows, Mac OS X υποστηρίζει εξ ορισμού την εκτέλεση κώδικα PHP, είτε με την χρήση ενός πρόσθετου (mod\_php) ή με την αποστολή του κώδικα προς εκτέλεση σε εξωτερική διεργασία CGI ή FCGI ή με την έλευση της php5.4 υποστηρίζονται η εκτέλεση σε πολυάσχολους ιστοχώρους, FastCGI Process Manager (FPM).

Ο συνδυασμός Linux/Apache/MySQL/PHP, που είναι η πιο δημοφιλής πλατφόρμα εκτέλεσης ιστοσελίδων είναι γνωστός και με το ακρωνύμιο LAMP. Παρόμοια, ο συνδυασμός \*/Apache/MySQL/PHP ονομάζεται \*AMP, όπου το πρώτο αρχικό αντιστοιχεί στην πλατφόρμα, στην οποία εγκαθίστανται ο Apache, η MySQL και η PHP (π.χ. Windows, Mac OS X).

([www.php.net](http://www.php.net))



### **3. ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

Τα διαδικτυακά Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών αποτελούν την εξέλιξη των ΣΓΠ. Ένα ΣΓΠ αποτελείται από τεχνολογίες οι οποίες επηρεάστηκαν από την εξέλιξη του Παγκόσμιου Ιστού και του Διαδικτύου. Παράλληλα, οι χρήστες των τελευταίων αναζητούν ολοένα και με ταχύτερους ρυθμούς εκτός από τις πληροφορίες, τη θέση που αυτές εντοπίζονται στο χώρο. Μία άλλη παράμετρος που συνέβαλε στην δημιουργία των WebGIS, είναι ότι οι καθημερινοί χρήστες στους προσωπικούς τους υπολογιστές, τα κινητά τηλέφωνα και τα tablet δεν εγκαθιστούν κάποιο εξειδικευμένο GIS λογισμικό, για την αναζήτηση και επεξεργασία της χωρικής πληροφορίας.

#### **3.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ WEBGIS**

Ουσιαστικά, μία WebGIS τεχνολογία είναι ένα GIS το οποίο εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η Web τεχνολογία. Είναι η μόνη τεχνολογία με την οποία μπορούν να δημιουργηθούν ιστοσελίδες με δυναμικούς χάρτες, καθώς τα συνηθισμένα πρωτόκολλα ανάπτυξης ιστοσελίδων (HTML, XML κλπ) δεν επιτρέπουν την δημιουργία σελίδων στον παγκόσμιο ιστό που να έχουν τα χαρακτηριστικά των κλασικών GIS.

Όπως τα περισσότερα συστήματα που υπάρχουν στο Διαδίκτυο, έτσι και ένα WebGIS συγκεντρώνει τις ιδιότητες ενός κλασικού client/server συστήματος. Ο client στέλνει αιτήσεις στον server που μπορεί να αφορούν δεδομένα, επιπλέον εργαλεία ή άλλα απαραίτητα κομμάτια. Ο server απαντάει στις αιτήσεις που παίρνει στέλνοντας δεδομένα που στη συνέχεια ο client τα παρουσιάζει στο χρήστη είτε όπως είναι, είτε αφού τα επεξεργαστεί.

Ένα WebGIS πρέπει επίσης να είναι ένα σύστημα αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Το internet από τη φύση του είναι ένα μέσο μετάδοσης κυρίως στατικής πληροφορίας. Οι περισσότεροι χάρτες που παρουσιάζονται στο web είναι στατικές εικόνες όπου ο χρήστης έχει ελάχιστες ή καθόλου δυνατότητες αναζήτησης περαιτέρω πληροφορίας, ενώ οι συνηθισμένες δυνατότητες των ΣΓΠ παρουσιάζονται σε πολύ περιορισμένη έκταση (π.χ. zoom in/out). Μια άλλη δυνατότητα του WebGIS είναι και αυτή της ανανέωσης των δεδομένων δυναμικά και για όλους τους χρήστες. Ανανεώνοντας τα δεδομένα στο server όλοι οι χρήστες έχουν αυτόματη πρόσβαση στα καινούρια δεδομένα. Χρήση αυτών των δυνατοτήτων μπορεί να γίνει και σε real-time εφαρμογές όπου τα δεδομένα ανανεώνονται σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η δυναμική φύση του WebGIS του δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησής του σε εφαρμογές συγκοινωνιακών

συστημάτων (παρουσίαση κυκλοφοριακών μετρήσεων, ατυχημάτων, κλπ), συστημάτων επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων, κ.ά.) (Π. Πραστάκος, Δημήτρης Κοτζίνος, ΕΔΚΑ 2010).

Υπάρχουν κάποια σημεία κλειδιά τα οποία πρέπει να χαρακτηρίζουν μία WebGIS τεχνολογία:

- Ο server κατέχει ένα URL , ώστε οι clients να μπορούν να τον προσπελάσουν στον ιστό.
- Οι clients στηρίζονται στις προδιαγραφές του πρωτοκόλλου HTTP, για να στείλουν τα αιτήματα στο server.
- Ο server ανταποκρίνεται στα αιτήματα που αφορούν GIS λειτουργίες και απαντούν στον client μέσω του HTTP.
- Το μορφότυπο της απάντησης που απαντά ο server μπορεί να είναι οποιαδήποτε μορφής, όπως σελίδα HTML, δυαδική εικόνα, XML ή JSON.

(www.esri.com)

Τρία είναι τα βασικά επίπεδα του σκελετού μιας εφαρμογής WebGIS. Το πρώτο επίπεδο είναι ο πελάτης (client), ενώ το δεύτερο αποτελείται από μία ομάδα εξυπηρετητών (server) και λογισμικών, που είτε λειτουργούν στον ίδιο server είτε σε διαφορετικούς. Τα λογισμικά ονομάζονται server-side λογισμικά και ουσιαστικά ενεργοποιούν τη δυνατότητα χρήσης των server-side διαδικτυακών γλωσσών προγραμματισμού (Java, PHP, Python κ.α). Ομάδα εξυπηρετητών αποκαλούμε τον εξυπηρετητή Διαδικτύου (web server) και τον εξυπηρετητή χαρτών (map server). Τέλος, το τρίτο επίπεδο αποτελείται από τον εξυπηρετητή δεδομένων, στον οποίο υπάρχει και η βάση δεδομένων.

### **3.1.1 ΠΕΛΑΤΗΣ (client)**

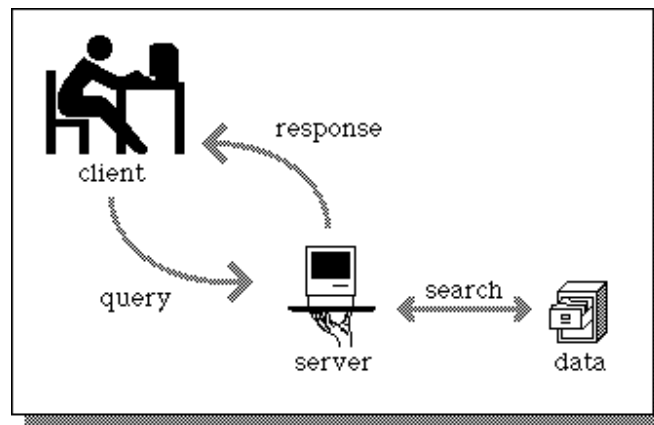
Ο client είναι ο αιτών των υπηρεσιών. Ως client χρησιμοποιείται το πρόγραμμα περιήγησης ή φυλλομετρητής (browser) του κάθε υπολογιστή και είναι απαραίτητος για την περιήγηση στο διαδίκτυο. Ο client αποστέλει τα αιτήματα του χρήστη στον web server και είναι αυτός που ξεκινάει πάντα την επικοινωνία. Για να επιτευχθεί αυτή η επικοινωνία είναι απαραίτητο να γίνει μέσω των client side γλωσσών προγραμματισμού όπως η JavaScript. Μέσω του HTTP ο client αποστέλλει το αίτημα του χρήστη στον web server. Ο web server απαντάει στον client με την ιστοσελίδα που έχει επιλέξει ο χρήστης.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υλοποίησης των WebGIS. Μπορούν να διαιρεθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα σχήματα υλοποίησης, σε αυτά που

- βασίζονται στο server (server-side) και
- σε αυτά που βασίζονται στον client (client-side).

Στα server-side WebGIS ο χρήστης ζητάει κάποια δεδομένα, η αίτησή του αυτή μεταβιβάζεται στο server, ο οποίος επιστρέφει ολοκληρωμένη την απάντηση - όλη η εργασία δηλαδή εκτελείται στον server.

Τα client-side WebGIS αξιοποιούν την υπολογιστική ισχύ του client, εκτελώντας εκεί τις περισσότερες διεργασίες και καταφεύγουν στο server μόνο για να ζητήσουν καινούρια γεωγραφικά δεδομένα ή για να κάνουν αναζήτηση σε κάποια βάση δεδομένων.



**Εικόνα 3- 1: Αποστολή client αιτήματος**

(Πηγή: [www.hitechtube.blogspot.gr](http://www.hitechtube.blogspot.gr))

Τα client-side WebGIS έχουν το χαρακτηριστικό ότι οι περισσότερες εργασίες εκτελούνται στο web browser στον υπολογιστή του χρήστη και από τον server ζητούνται μόνο νέα δεδομένα ή κάποια κομμάτια (modules) του client προγράμματος. Τα client προγράμματα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, σε αυτά τα οποία απαιτούν κάποια εγκατάσταση από την πλευρά του χρήστη και σε αυτά τα οποία όλες οι δυνατότητες βρίσκονται σε ένα πρόγραμμα (συνήθως γραμμένο σε Java) που εγαθίσταται στον υπολογιστή του χρήστη μέσω μιας HTML σελίδας. Το πρόγραμμα αυτό λέγεται applet και χάνεται όταν ο χρήστης αλλάζει site ή κλείνει τον web browser.

### 3.1.2 ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ (*web server*)

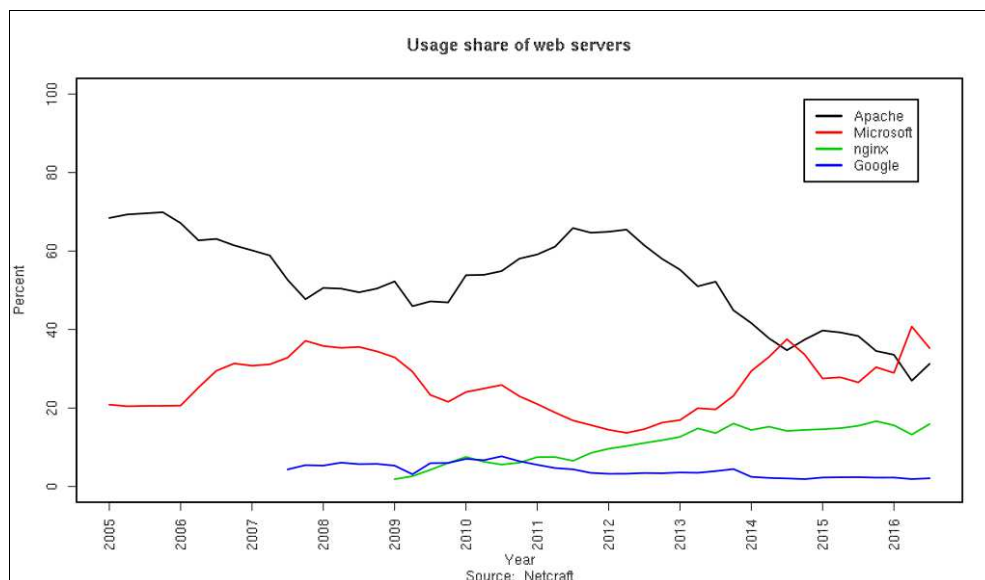
#### ΚΑΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ (*application server*)

##### Web server

Ο Server ή αλλιώς εξυπηρετητής ή διακομιστής, στην πιο απλή του μορφή είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής που τρέχει κατάλληλο λογισμικό ώστε να εξυπηρετεί τους χρήστες που συνδέονται με αυτόν για κάποιο σκοπό. Ο web server είναι ένα σύστημα το οποίο διεκπεραιώνει αιτήματα σύμφωνα με το πρωτόκολλο HTTP, το βασικό δικτυακό πρωτόκολλο για τη διάχυση πληροφοριών στο Παγκόσμιο Ιστό. Ο όρος μπορεί να αναφέρεται στο σύστημα συνολικά ή στο συγκεκριμένο λογισμικό που δέχεται και εποπτεύει τα HTTP αιτήματα.

Ο Server είναι η καρδιά του client-server συστήματος, αφού εκεί είναι αποθηκευμένες οι πληροφορίες και εκτελούνται όλες οι εργασίες, προκειμένου να ικανοποιηθούν τα αιτήματα ενός μεγάλου αριθμού πελατών. Αφού ο Web Server δεχθεί το αίτημα του client μέσω του HTTP, αναζητά στον σκληρό δίσκο που είναι αποθηκευμένα τα αρχεία που αναζητούνται μέσω του αιτήματος για να τα σερβίρει στο χρήστη.

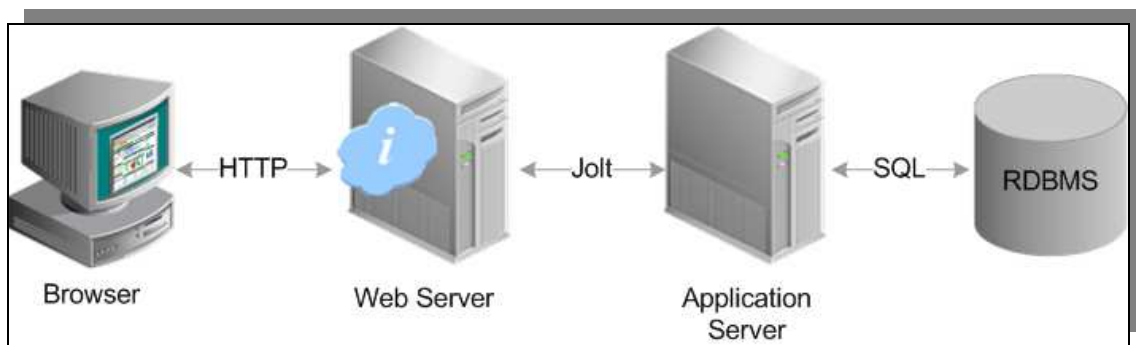
Οι πιο δημοφιλείς Webservers που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι ο Apache HTTP και ο Internet Information Services (IIS). Ο πρώτος λειτουργεί σε Windows, Linux, Mac OS X και Unix. Είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα και επιτηρείται από το Apache Software Foundation.



**Εικόνα 3- 2: Στατιστικές χρήσεων web servers**  
(Πηγή: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

### Application Server

Η αδυναμία του Web Server έγκειται στη διαχείριση μόνο στατικών δεδομένων. Την αδυναμία αυτή καλείται να υπερκεράσει ο εξυπηρετητής λογισμικών (Application Server). Το δυναμικό περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας επιστρέφεται από τον Application Server στον Web Server και αυτός με τη σειρά του σερβίρει στο χρήστη το περιεχόμενο της αναζήτησης του Application Server. Ο Application Server για να ικανοποιήσει το αίτημα που δέχεται από τον Web Server ανατρέχει είτε στη βάση δεδομένων του συστήματος, είτε σε κάποιον άλλον Server όπως ο Map Server στην περίπτωση χωρικών δεδομένων.



**Εικόνα 3- 3: Σύστημα με application server και Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων**

(Πηγή: [www.networxsecurity.org](http://www.networxsecurity.org))

Ο application server λειτουργεί πίσω από ένα web server (πχ Apache ή Microsoft (IIS)) και (σχεδόν πάντα) μπροστά από μία SQL Βάση Δεδομένων, όπως PostgreSQL, MySQL, ή Oracle.

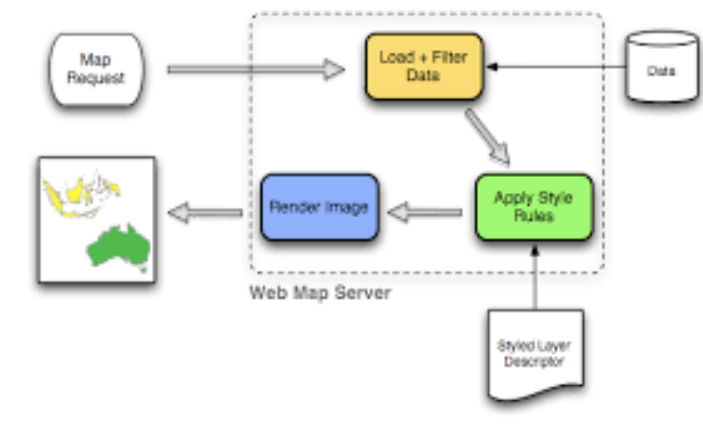
### **3.1.3 ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗΣ ΧΑΡΤΩΝ (Map Server)**

Ο εξυπηρετητής χαρτών ή Map Server καλείται ένα είδος Application Server που είναι εξοπλισμένος με το κατάλληλο λογισμικό, προκειμένου να διαχειρίζεται, να επεξεργάζεται και να οπτικοποιεί χωρικά δεδομένα. Ο map server αποτελεί την καρδιά των WebGIS συστημάτων και θα πρέπει να είναι διασυνδεδεμένος με κατάλληλη χωρική βάση δεδομένων που να

περιέχει τα δεδομένα σε τέτοια μορφή, ώστε να είναι δυνατή η παρουσίασή τους στο διαδίκτυο. Οι map servers που διατίθενται σήμερα είναι:

- Ανοιχτού κώδικα:
  - GeoServer
  - Mapnik
  - MapServer
  - MapGuide Open Source
  - World Wind Server
  - QGIS Server
  - GeoWebCache
  
- Εμπορικά Λογισμικά:
  - ArcGIS server
  - ArcIMS
  - GeoMedia
  - Oracle MapViewer
  - GeoWebPublisher
  - Autodesk's Infrastructure Map Serve

Οι πιο δημοφιλείς σήμερα map servers είναι ο Geoserver, ο MapServer και ο ArcGIS Server. Οι δύο πρώτοι αφορούν λογισμικά ανοιχτού κώδικα, ενώ ο τρίτος αφορά εμπορικό πακέτο και διατίθεται από την εταιρία Esri.



**Εικόνα 3- 4: HTTP ερώτημα στον map server  
(Πηγή: Mark de Blois, 2016)**

### 3.1.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

#### ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σε μία εφαρμογή που διαχειρίζεται δεδομένα, σημαντικός παράγοντας είναι η Βάση Δεδομένων που αποθηκεύονται αυτά. Ένα σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (ΣΔΒΔ) (database management system (DBMS)) αποτελείται από ένα σύνολο δεδομένων και προγράμματα πρόσβασης στα δεδομένα αυτά. Το σύνολο των δεδομένων καλείται βάση δεδομένων (database). Στόχος του ΣΔΒΔ είναι η εύκολη και γρήγορη χρήση και ανάκτηση των δεδομένων. Η διαχείριση των δεδομένων περιλαμβάνει:

- τον ορισμό δομών για τη αποθήκευση των δεδομένων
- τον ορισμό μεθόδων για τη διαχείριση των δεδομένων

Ο ορισμός της δομής της βάσης δεδομένων βασίζεται σε ένα μοντέλο δεδομένων το οποίο ορίζει τον τρόπο που περιγράφονται τα δεδομένα, οι σχέσεις τους, η σημασία τους και οι περιορισμοί πάνω στα δεδομένα αυτά.

#### Σύστημα Διαχείρισης Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων (RDBMS)

Ένα RDBMS είναι σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων, με επιπρόσθετο χαρακτηριστικό τη βάση του πάνω στο Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων. Πρόκειται για το βασικό μοντέλο επεξεργασίας δεδομένων. Μια σχεσιακή βάση δεδομένων αποτελείται από ένα σύνολο από πίνακες, καθένας εκ των οποίων έχει μοναδικό όνομα. Πίνακας καλείται μία δισδιάστατη δομή δεδομένων. Κάθε πίνακας (table) αποτελείται από στήλες (columns) με μοναδικά ονόματα. Μια γραμμή (row) του πίνακα παριστάνει μία σχέση (relationship) ανάμεσα σε ένα σύνολο από τιμές (Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών). Ουσιαστικά, το σχεσιακό μοντέλο χρησιμοποιεί την άλγεβρα πινάκων, για τη διαχείριση των δεδομένων.

Εργασία	Τύπος	Σχέση που προκύπτει
<b>Union (Ένωση)</b>	Binary	Επιστρέφεται συνδυασμός από τις δύο σχέσεις, αφού αποκλειστούν οι διπλές σειρές.
<b>Intersection (Τομή)</b>	Binary	Επιστρέφονται οι κοινές σειρές των δύο σχέσεων
<b>Difference (Διαφορά)</b>	Binary	Επιστρέφονται σειρές που υπάρχουν στην πρώτη σχέση αλλά όχι στην δεύτερη.
<b>Projection (Προβολή)</b>	Unary	Επιστρέφονται γραμμές που περιέχουν ορισμένες από τις ιδιότητες της αρχικής σχέσεις.
<b>Selection (Επιλογή)</b>	Unary	Επιστρέφονται σειρές από την αρχική σχέση οι οποίες ικανοποιούν ορισμένα κριτήρια επιλογής

<b>Product (Γινόμενο)</b>	Binary	Επιστρέφεται ακολουθία ιδιοτήτων από κάθε γραμμή της πρώτης σχέσης με κάθε γραμμή της δεύτερης σχέσης
<b>Join (Σύνδεση)</b>	Binary	Επιστρέφεται ακολουθία ιδιοτήτων γραμμών από την πρώτη σχέση με συνδυασμένες γραμμές από την δεύτερη σχέση.
<b>Composition (Σύνθεση)</b>	Binary	Συνδέει τις λειτουργίες σχεσιακής άλγεβρας σχηματίζοντας μία παράσταση σχεσιακής άλγεβρας
<b>Rename (Μετονομασία)</b>	Unary	Δίνει όνομα στα αποτελέσματα των παραστάσεων σχεσιακής άλγεβρας
<b>Assignment (Εκχώρηση)</b>	Unary	Εκχωρεί μέρη μιας παράστασης σχεσιακής άλγεβρας σε προσωρινές μεταβλητές.

Πίνακας 3- 1: Τελεστές σχεσιακών δομών

(Πηγή: Π. Αντωνιάδου, Λ. Σεκλιζιώτης, 2013)

Το σχεσιακό μοντέλο ορίζει τις εργασίες που επιτρέπονται σε μία σχέση ή σε μια ομάδα σχέσεων. Υπάρχουν ατομικοί (unary) και δυαδικοί (binary) τελεστές, καθένας από τους οποίους δίνει σαν αποτέλεσμα μια άλλη σχέση. Ο παρακάτω πίνακας περιγράφει τους επτά τελεστές που χρησιμοποιούνται για τον χειρισμό των σχεσιακών δομών. Οι δυαδικοί τελεστές απαιτούν δύο σχέσεις για να λειτουργήσουν ενώ οι ατομικοί μία (Π. Αντωνιάδου, Λ. Σεκλιζιώτης, 2013).

### SQL

Η SQL (Structured Query Language) αποτελεί σήμερα την πιο διαδεδομένη γλώσσα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων και είναι ορισμένη ως διεθνές πρότυπο. Η SQL παρέχει δυνατότητες για:

- τον ορισμό, τη διαγραφή και τη μεταβολή πινάκων και κλειδιών,
- τη σύνταξη ερωτήσεων (*queries*),
- την εισαγωγή, διαγραφή και μεταβολή στοιχείων,
- τον ορισμό όψεων (*views*) πάνω στα δεδομένα,
- τον ορισμό δικαιωμάτων πρόσβασης,
- τον έλεγχο της ακεραιότητας των στοιχείων,
- τον έλεγχο συναλλαγών (*transaction*).



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	
ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ	ΕΜΠΟΡΙΚΑ
PostgreSQL/ PostGIS	Oracle
MySQL	Microsoft SQL Server
SQLite	Microsoft Access
MongoDB	IBM Db2
Cassandra	
Redis	

Πίνακας 3- 2: Τα 10 πιο δημοφιλή DBMS

(Πηγή: [www.blog.jooq.org](http://www.blog.jooq.org))Συστήματα Διαχείρισης Χωρικών Βάσεων Δεδομένων (SDBMS)

Τα Spatial DBMS είναι λογισμικά τα οποία, επιπλέον των DBMS υποστηρίζουν κατάλληλους τύπους αναπαράστασης της χωρικής πληροφορίας [spatial abstract data types (ADTs)], ενώ προσφέρουν κατάλληλες επεκτάσεις στη γλώσσα ερωτημάτων, όπως η SQL. Σε φυσικό επίπεδο υποστηρίζουν εξειδικευμένα ευρετήρια χωρικής πληροφορίας, αλγορίθμους επεξεργασίας χωρικών ερωτημάτων, συγκεκριμένους κανόνες για τη βελτιστοποίηση επερωτήσεων σε πεδία δεδομένων.

Τα κύρια συστατικά ενός SDBMS είναι:

- η γλώσσα χωρικών ερωτήσεων (spatial query language) που υποστηρίζει χωρικούς τύπους δεδομένων (spatial data types)
- ειδικές οργανώσεις αρχείων και χωρικών ευρετηρίων (spatial indices)
- τεχνικές επεξεργασίας και βελτιστοποίησης χωρικών ερωτημάτων (spatial query processing & optimization)

(Καθ. Ι. Θεοδωρίδης, ΔΠΜΣ «Γεωπληροφορική», 2015)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	
ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ	ΕΜΠΟΡΙΚΑ
PostgreSQL/ PostGIS	Oracle Spatial
MySQL (Spatial Functions)	Microsoft SQL Server Spatial
	IBM Informix Spatial DataBlade +Geodetic DataBlade
	IBM Db2 Spatial Extender +Geodetic Management Feature

Πίνακας 3- 3: Χρησιμοποιούμενα RDBMS

(Πηγή: Θεοδωρίδης, 2015)

Σύμφωνα με το OGC<sup>3</sup>, μία γλώσσα χωρικών επερωτήσεων πρέπει να ενσωματώνει:

- τύπους χωρικών δεδομένων (points, linestrings, polygons)
- χωρικούς τελεστές (overlap, nearest, intersect κλπ).

Επίσης, οι προδιαγραφές του OGC καθορίζουν, ότι σε ένα μοντέλο χωρικών δεδομένων πρέπει να υποστηρίζονται τα παρακάτω συστήματα αναφοράς:

- Καρτεσιανές συντεταγμένες στο επίπεδο
- Γεωδαιτικές (γεωγραφικές) συντεταγμένες (λ.χ. WGS 84 lon,lat)
- Προβολικές συντεταγμένες
- Τοπικό σύστημα αναφοράς (λ.χ. σε CAD εφαρμογές)
- Ειδικό σύστημα αναφοράς ορισμένο από το χρήστη.

Μία σημαντική παράμετρος των ΣΓΠ γενικότερα, είναι η τοπολογία. Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα αρχιτεκτονικής των WebGIS, ένα SDBMS που υπακούει στο (αντικειμενό -) σχεσιακό μοντέλο (object-oriented), οφείλει να περιέχει λειτουργίες ελέγχου των τοπολογικών σχέσεων μεταξύ των γεωμετρικών τύπων των δεδομένων.

(Κ. Πατρούμπας, Διαλέξεις ΔΠΜΣ «Γεωπληροφορική», 2015)

<sup>3</sup> OGC: Το Open Geospatial Consortium είναι μία διεθνής, μη κερδοσκοπική κοινοπραξία, η οποία αριθμεί σήμερα πάνω από 500 μέλη, στα οποία περιλαμβάνονται εταιρείες, κρατικοί φορείς και πανεπιστήμια. Αποστολή του είναι ο καθορισμός ποιοτικών, κατάλληλων προτύπων και υπηρεσιών για την ανταλλαγή και επεξεργασία των γεωχωρικών δεδομένων ανάμεσα στους χρήστες.

ΤΟΠΟΛΟΓΙΚΟΙ ΤΕΛΕΣΤΕΣ	
<b>EQUALS</b>	Χωρική ισότητα
<b>DISJOINT</b>	Γεωμετρίες ξένες μεταξύ τους
<b>INTERSECTS</b>	Τέμνει
<b>TOUCHES</b>	Εφάπτεται
<b>CROSSES</b>	Διασταυρώνει
<b>WITHIN</b>	Κείται εντός
<b>CONTAINS</b>	Περικλείει
<b>OVERLAPS</b>	Επικαλύπτει
<b>RELATE</b>	Σχετίζεται

Πίνακας 3- 4: Τοπολογικοί τελεστές κατά OGC

(Πηγή: Κ. Πατρούμπας, 2015)

### 3.2 ΓΕΩΧΩΡΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Οι υπηρεσίες διαδικτύου ή όπως έχουν επικρατήσει διεθνώς Web Services, αναφέρονται σε αρθρωτές (ή τμηματοποιημένες) εφαρμογές οι οποίες μπορούν να διαχυθούν μέσω διαδικτύου. Οι καταναλωτές των εφαρμογών αυτών συνήθως είναι άλλες εφαρμογές του διαδικτύου, που επικοινωνούν μέσω του πρωτοκόλλου HTTP. Χρησιμοποιούν τα πρότυπα της τεχνολογίας XML, όπως το SOAP (Simple Object Access Protocol), WSDL (Web Services Description Language) και το UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) (Andersson, Greenspun & Grumet , 2006).

Ακολουθώντας την εξέλιξη των web services, εμφανίστηκε ένας αυξανόμενος αριθμός από γεωχωρικές υπηρεσίες διαδικτύου, οι οποίες σχεδιάστηκαν, προκειμένου να συνεργάζονται τα διαφορετικά συστήματα που επεξεργάζονται γεωγραφικές πληροφορίες. Οι γεωχωρικές υπηρεσίες διαδικτύου ή Geospatial Web Services άλλαξαν τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται, υλοποιούνται και αξιοποιούνται τα ΣΓΠ και οι εφαρμογές που διαχειρίζονται χωρικά δεδομένα.

Όπως και τα Web Services, έτσι και τα Geospatial Web Services (GWS), υπόσχονται τη διαλειτουργικότητα των ψηφιακών συστημάτων, βασισμένα σε διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα. Ο λόγος είναι, ότι μόνο ένας μικρός αριθμός χρηστών χρησιμοποιούσε τα GWS. Η προσπέλαση των χωρικών δεδομένων από την πλειοψηφία των χρηστών, γινόταν μέσω κατάλληλων λογισμικών ή με τη μεταφορά αντίστοιχων αρχείων, τα οποία είτε ήταν απλά σε

μορφή, είτε για να καταλήξουν στα χέρια των χρηστών, οι τελευταίοι έπρεπε να συνεργαστούν με ειδικούς στο είδος (Zhao, Yu & Di, 2007).

Τα GWS δημιουργήθηκαν για να υποστηρίξουν δυναμικά ερωτήματα ανταλλαγής γεωχωρικών πληροφοριών, ανάμεσα σε ετερογενή ψηφιακά περιβάλλοντα, δίκτυα και εφαρμογές, ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζουν την ευέλικτη επεκτασιμότητα (A. T. Kralidis, 2005). Πολλές φορές τα δεδομένα ήδη υπάρχουν, αλλά είτε είναι πολύπλοκο να βρεθούν, άλλοτε είναι ατεκμηρίωτα και το σημαντικότερο, είναι πιθανόν να είναι σε ασύμβατη μορφή. Συνεπώς, για να επιτευχθεί η εξοικονόμηση πόρων, να αυξηθεί η χρήση των δεδομένων και να επιτυγχάνονται καλύτερες διαδικασίες λήψης αποφάσεων, απαιτούνται προδιαγραφές στις οποίες οφείλουν να υπακούουν οι μορφές των χωρικών δεδομένων, ώστε να δοθεί λύση σε όλα τα παραπάνω.

Το OGC και το ISO/ TC211<sup>4</sup> αποτελούν τους σημαντικότερους φορείς που πρωταγωνιστούν στη διαδικασία του καθορισμού διεθνών προδιαγραφών, για τη δομή των γεωχωρικών δεδομένων και των υπηρεσιών διαδικτύου, προκειμένου να επικοινωνούν, να εκτελούνται προγράμματα και να μεταφέρονται δεδομένα μεταξύ διάφορων λειτουργικών μονάδων κατά τρόπο που απαιτείται από τον χρήστη να έχει λίγη ή καθόλου γνώση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των εν λόγω μονάδων (C. Dietz, 2010). Επιπλέον, η διαλειτουργικότητα των διάφορων συστημάτων συμβάλλει στο να ξεπεραστούν χρονοβόρες διαδικασίες μετατροπής, καθώς και εμπόδια εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων από διαφορετικές πηγές. Ως αποτέλεσμα της προσπάθειας που κατέβαλε το OGC, δημιουργήθηκαν τα πρότυπα WMS, WFS, WCS, WPS, CSW.

### **3.2.1 Web Map Service (WMS)**

Σύμφωνα με τον ορισμό του ISO 19128: 2005, ένα Web Map Service (WMS) παράγει δυναμικές προβολές γεωαναφερμένων εικόνων οι οποίες προκύπτουν από γεωχωρικά δεδομένα. Ως “προβολή”, το συγκεκριμένο ISO θεωρεί μία απεικόνιση της γεωγραφικής πληροφορίας με χρήση μορφότυπων ψηφιακής εικόνας, κατάλληλων για προβολή σε οθόνη ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η προβολή αυτή δεν αποτελείται από τα δεδομένα αυτά καθ’ αυτά, αλλά πρόκειται για την οπτικοποίησή τους, με format εικόνας τα οποία είναι ευρέως διαδεδομένα σε εφαρμογές διαδικτύου, όπως PNG, GIF, JPEG ή περιστασιακά, ως γραφήματα

---

<sup>4</sup> ISO/TC211: International Standard Organization/ Technical committee 211. Τεχνική επιτροπή για την εφαρμογή μίας δομημένης συλλογής από πρότυπα σε πληροφορίες που αναφέρονται σε αντικείμενα ή φαινόμενα, τα οποία συσχετίζονται σαφώς ή αφηρημένα με μία θέση του γεωγραφικού χώρου.

διανυσματικού τύπου δεδομένων σε μορφή αρχείων SVG (Scalable Vector Graphics) ή υπό μορφότυπου WebCGM (Web Computer Graphics Metafile).

Το WMS υποστηρίζει τρεις λειτουργίες:

- **GetCapabilities:** Επιτρέπει την ανάκτηση μεταδεδομένων
- **GetMap:** Επιστρέφει την προβολή
- **GetFeatureInfo:** Υποστηρίζει επιπλέον δυνατότητες για την ανάκτηση πληροφορίας από τα δεδομένα που οπτικοποιούνται από αιτήματα GetMap.

Οι προδιαγραφές υλοποίησης του WMS καθορίζουν τις εκδόσεις “**Basic WMS**” και “**Queryable WMS**”. Η πρώτη έκδοση υποστηρίζει τις λειτουργίες GetCapabilities και GetMap, ενώ η δεύτερη υποστηρίζει επιπλέον και τη λειτουργία GetFeatureInfo.

[Defence Geospatial Information Working Group (DGIWP), 2014]

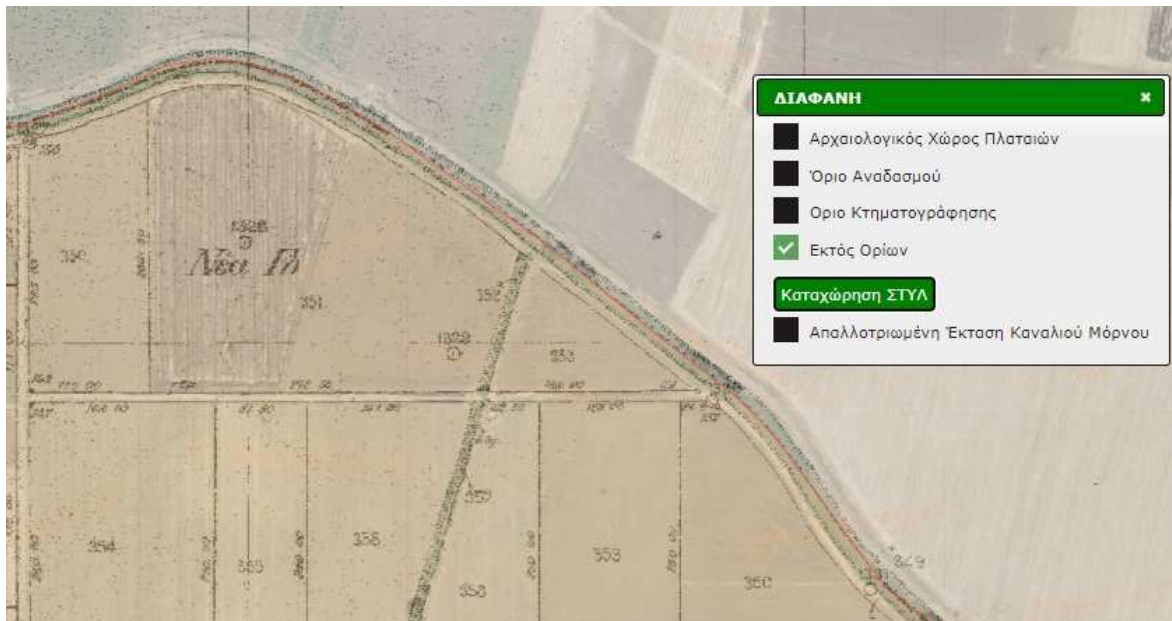
➤ Το αίτημα σε ένα πρότυπο WMS πρέπει να καθορίζεται και να είναι είτε της μορφής GetCapabilities είτε GetMap. Το πρώτο, χρησιμοποιείται για την απόδοση των μεταδεδομένων των χωρικών δεδομένων σε μορφή XML εγγράφου. Οι παράμετροι που καθορίζονται σε ένα αίτημα της μορφής GetCapabilities φαίνονται παρακάτω.

Request Parameter	OGC Mandatory /Optional	Description
<b>VERSION=version</b>	O	Request version
<b>SERVICE=WMS</b>	M	Service type (WMS)
<b>REQUEST=GetCapabilities</b>	M	Request name (GetCapabilities)
<b>FORMAT=MIME_type</b>	O	Output format of service metadata (text/xml)
<b>UPDATESEQUENCE=string</b>	O	Sequence number or string for cache control

**Πίνακας 3- 5: Παράμετροι αιτήματος GetCapabilities  
(Πηγή: DGIWG, 2014)**

Από τις εν λόγω παραμέτρους πρέπει υποχρεωτικά να ορίζεται η υπηρεσία (service) η οποία καθορίζει το πρότυπο που χρησιμοποιεί ο εξυπηρετητής χαρτών, καθώς και το είδος του αιτήματος.

Το αποτέλεσμα ενός αιτήματος με τη μορφή GetMap είναι μια προβολή εικόνας με γεωαναφορά (Πισπιδίκης, 2014). Προκειμένου να είναι πλήρες ένα τέτοιο αίτημα, θα πρέπει να περιλαμβάνει στοιχεία που αφορούν το αίτημα, το όνομα του θεματικού επιπέδου όπως έχει καταχωρηθεί στον εξυπηρετητή χαρτών, το στυλ του θεματικού επιπέδου, το σύστημα αναφοράς, τα όρια αναζήτησης και τελικώς το μέγεθος και το format της τελικής εικόνας που δημιουργείται (de la Beaujardiere, 2006).



**Εικόνα 3- 5: Απάντηση εφαρμογής σε αίτημα GetMap**

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Request Parameter	OGC Mandatory /Optional	Description
<b>VERSION=1.3.0</b>	M	Request version.
<b>REQUEST=GetMap</b>	M	Request name.
<b>LAYERS=layer_list</b>	M	Comma-separated list of one or more map layers.
<b>STYLES=style_list</b>	M	Comma-separated list of one rendering style per requested layer.
<b>CRS=namespace:identifier</b>	M	Coordinate reference system.
<b>BBOX=minx,miny,maxx,maxy</b>	M	Bounding box corners (lower left, upper right) in CRS units.
<b>WIDTH=output_width</b>	M	Width in pixels of map picture.
<b>HEIGHT=output_height</b>	M	Height in pixels of map picture.
<b>FORMAT=output_format</b>	M	Output format of map.
<b>TRANSPARENT=TRUE FALSE</b>	O	Background transparency of map (default=FALSE).
<b>BGCOLOR=color_value</b>	O	Hexadecimal red-green-blue color value for the background color (default=0xFFFFFF).
<b>EXCEPTIONS=exception_format</b>	O	The format in which exceptions are to be reported by the WMS (default=XML).
<b>TIME=time</b>	O	Time value of layer desired.
<b>ELEVATION=elevation</b>	O	Elevation of layer desired.
<b>Other sample dimension(s)</b>	O	Value of other dimensions as appropriate.

Πίνακας 3- 6: Παράμετροι αιτήματος GetMap

(Πηγή: DGIWG, 2014)

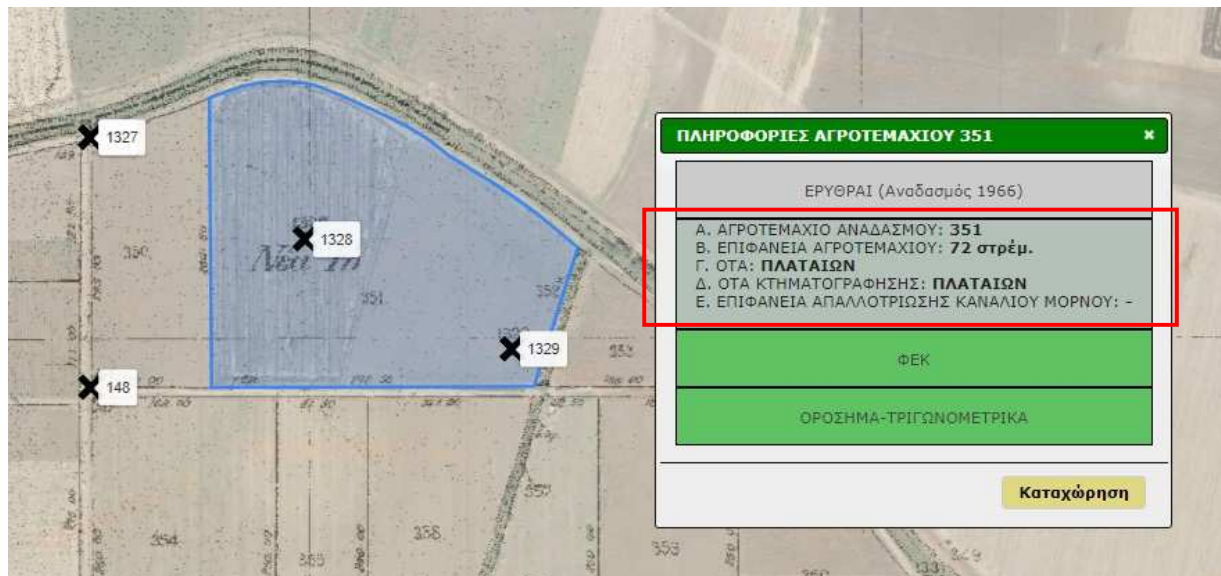
• Το αίτημα GetFeatureInfo αποτελεί προαιρετικό αίτημα για την αναζήτηση πληροφοριών των στοιχείων ενός χάρτη που παράγεται από την υπηρεσία WMS με βάση την τιμή του pixel (i,j) της εικόνας. Υποστηρίζεται μόνο για τα θεματικά επίπεδα (layers) για τα οποία έχει οριστεί το πεδίο {queryable="1" (true)} ή έχει κληρονομηθεί η ιδιότητα. Το WMS πρέπει να απαντήσει ανάλογα σε ένα ερώτημα του client προς κάποιο layer που δεν είναι queryable, με κατάλληλα δομημένη (XML) υπηρεσία (code = OperationNotSupported) (DGIWG, 2014).

Request Parameter	OGC Mandatory / Optional	Description
<b>VERSION=1.3.0</b>	M	Request version.
<b>REQUEST=GetFeatureInfo</b>	M	Request name.
<b>map request part</b>	M	Partial copy of the Map request parameters that generated the map for which information is desired.
<b>QUERY_LAYERS=layer_list</b>	M	Comma-separated list of one or more layers to be queried.
<b>INFO_FORMAT=output_format</b>	M	Return format of feature information (MIME type).
<b>FEATURE_COUNT=number</b>	O	Number of features about which to return information (default=1).
<b>I=pixel_column</b>	M	<i>i</i> coordinate in pixels of feature in Map CS.
<b>J=pixel_row</b>	M	<i>j</i> coordinate in pixels of feature in Map CS.
<b>EXCEPTIONS=exception_format</b>	O	The format in which exceptions are to be reported by the WMS (default=XML). Support of text/xml and text/html is mandatory.

Πίνακας 3- 7: Παράμετροι αιτήματος GetFeatureInfo

(Πηγή: DGIWG, 2014)





**Εικόνα 3- 5: Απάντηση αιτήματος GetFeatureInfo σε περιβάλλον εφαρμογής**

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Η λειτουργία GetFeatureInfo σχεδιάστηκε, για να εφοδιάσει τον πελάτη ενός αιτήματος WMS με περισσότερες πληροφορίες για τα δεδομένα που οπτικοποιήθηκαν από προηγούμενα requests, που απέδωσαν οι άλλες δύο λειτουργίες του WMS. Η κανονική περίπτωση χρήσης για τη GetFeatureInfo, είναι ο χρήστης να έχει λάβει το αποτέλεσμα της εικόνας στην οθόνη του και με την επιλογή ενός pixel (i,j) σε αυτήν την εικόνα, να ανακτά επιπλέον πληροφορίες. Η βασική λειτουργία παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να προσδιορίσει για ποιο pixel ρωτάει, ποιο layer(s) θα ερευνηθεί και υπό ποιά μορφή θα επιστραφεί η απάντηση.

Επειδή το WMS θεωρείται “επιλήσμον” (ή “άνευ υπηκοότητας” – stateless<sup>5</sup>) πρωτόκολλο, το GetFeatureInfo αίτημα υποδεικνύει στο WMS την απεικόνιση που βλέπει ο χρήστης, συμπεριλαμβάνοντας τις περισσότερες από τις αρχικές παραμέτρους του GetMap αιτήματος (εκτός από τα VERSION και REQUEST). Από το περιεχόμενο των χωρικών πληροφοριών (BBOX, CRS, WIDTH, HEIGHT) στο GetMap αίτημα, μαζί με τις συντεταγμένες (i,j) του pixel που επέλεξε ο χρήστης, το WMS μπορεί να επιστρέψει επιπλέον πληροφορίες για τη συγκεκριμένη θέση.

Το WMS οπτικοποιεί τα δεδομένα σε δομή tiles (“πλακίδια”). Η δομή αυτή μπορεί να αποθηκευθεί στη κρυφή μνήμη (cache) του server και έτσι μειώνεται ο χρόνος παρουσίασης

<sup>5</sup> Stateless: Ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στο διαδίκτυο θεωρείται stateless, όταν δεν κρατάει καθόλου πληροφορίες για την κατάσταση του πελάτη (Βενιέρης, 2003). Το stateless πρωτόκολλο απαλλάσσει το server από την υποχρέωση να ανασύρει άλλες πληροφορίες οι οποίες επηρεάζουν την απάντηση στο αίτημα του πελάτη. Stateless πρωτόκολλο χαρακτηρίζεται το HTTP (Α. Γουγούσης, 2011).

των tiles σε περιοχές της εικόνας που ο χρήστης επανέρχεται. Επιπλέον, υποστηρίζει τη δυνατότητα της διαφάνειας (transparency) στα δεδομένα, οπότε είναι δυνατός ο συνδιασμός περισσότερων του ενός θεματικού επιπέδου και από διαφορετικούς servers.

(info@opengeospatial.org)

### **3.2.2 Web Feature Service (WFS)**

Η υπηρεσία WFS παρέχει μία διεπαφή η οποία επιτρέπει την ανάκτηση γεωχωρικών πληροφοριών ανεξάρτητα από τα συστήματα που διαχειρίζονται τα γεωγραφικά δεδομένα και τις δομές που αυτά αποθηκεύονται. Χρησιμοποιείται για την άμεση εκμετάλλευση των διανυσματικών δεδομένων, επιστρέφοντας τη γεωμετρία και τα χαρακτηριστικά αυτών. Σύμφωνα με το ISO 19142:2010 Web Feature Service / Open Geospatial Consortium Web Feature Service Interface Standard (WFS) 2.0 – With Corrigendum, παρέχεται η δυνατότητα της άμεσης και ενιαίας πρόσβασης στα χωρικά δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε ένα server. Οι χρήστες χρησιμοποιώντας το WFS μπορούν να διεκπεραιώσουν διαδικασίες, όπως:

- Ερωτήματα σε ένα σετ δεδομένων και ανάκτηση της πληροφορίας που το συνοδεύει, με βάση περιγραφικά ή χωρικά χαρακτηριστικά
- Αναζήτηση των χαρακτηριστικών των δεδομένων (ονόματα ή τύπους δεδομένων)
- Πρόσθεση δεδομένων σε μία υπάρχουσα δομή
- Αφαίρεση δεδομένων από μία δομή
- Ενημέρωση ενός σετ δεδομένων ή μίας ξεχωριστής οντότητας
- Απαγόρευση της τροποποίησης μίας δομής δεδομένων

Τα βασικά αιτήματα που περιέχει μια υπηρεσία WFS είναι της μορφής GetCapabilities, DescribeFeatureType, GetFeature, LockFeature και Transaction.

Επίπεδα WFS	Λειτουργίες και χαρακτηριστικά
<b>Simple WFS</b>	Ο server θα υλοποιήσει τις ακόλουθες λειτουργίες: <b>GetCapabilities, DescribeFeatureType, ListStoredQueries, DescribeStoredQueries, GetFeature operation</b> με την <b>StoredQuery</b> διαδικασία μόνο. Ένα αποθηκευμένο ερώτημα το οποίο θα ανακτά το id από μία οντότητα θα πρέπει να είναι διαθέσιμο. Επιπλέον, ο server θα προσαρμόζεται τουλάχιστον σε ένα από τα <b>HTTP GET, HTTP POST</b> ή <b>SOAP</b> .
<b>Basic WFS</b>	Ο server θα εφαρμόσει το <b>Simple WFS</b> όπως και το <b>Query action</b> για τις <b>GetFeature</b> και <b>GetPropertyValue</b> λειτουργίες. Servers οι οποίοι εφαρμόζουν αυτές τις κλάσεις θα πρέπει να υλοποιούν και την <b>minimum Spatial Filter</b> η οποία επιβάλλεται από το ISO 19143.
<b>WFS-T</b>	Ο server θα εφαρμόσει το <b>Basic WFS</b> και επιπλέον τη λειτουργία <b>Transaction</b> .
<b>Locking WFS</b>	Ο server θα εφαρμόσει το <b>Transactional WFS</b> και τουλάχιστον ένα από τα <b>GetFeatureWithLock</b> ή <b>LockFeature</b> αιτήματα.

Πίνακας 3- 8: Επίπεδα υπηρεσίας WFS και τα αντίστοιχα αιτήματα

(Πηγή: DGIWG, 2014)

Μέσω της GetCapabilities λαμβάνει ο χρήστης τα μεταδεδομένα των χωρικών δεδομένων σε μορφή XML εγγράφου. Με το DescribeFeatureType εμφανίζονται, σε μορφή GML πληροφορίες είτε για ένα θεματικό επίπεδο είτε για ένα συγκεκριμένο στοιχείο του θεματικού επιπέδου. Με το αίτημα GetFeature επιστρέφονται στον χρήστη τα πραγματικά διανυσματικά δεδομένα με τη γεωμετρία και τα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά. Πρέπει να σημειωθεί ότι το κύριο επιστρεφόμενο μορφότυπο που υποστηρίζει η WFS υπηρεσία είναι η GML. Παρόλα αυτά, ανάλογα με τον Map Server υποστηρίζονται επιπρόσθετα μορφές όπως Shapefile, JSON, JSONP και CSV (Open Source Geospatial Foundation, 2015).

Το αίτημα Transaction δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας, τροποποίησης και διαγραφής στοιχείων που έχουν δημοσιευθεί μέσω της υπηρεσίας WFS. Η υπηρεσία WFS που υποστηρίζει το συγκεκριμένο αίτημα ονομάζεται WFS-T (Web Feature Service-Transaction) (Πισπιδίκης, 2014). Τέλος, το LockFeature χρησιμοποιείται για την προστασία των στοιχείων από τις δυνατότητες του αιτήματος Transaction.

WFS 1.1.1	WFS 2.0
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. GetCapabilities</li> <li>2. DescribeFeatureType</li> <li>3. GetFeature</li> <li>4. GetGmlObject (optional)</li> <li>5. Transaction (optional)</li> <li>6. LockFeature (optional)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. GetCapabilities</li> <li>2. DescribeFeatureType</li> <li>3. GetPropertyValue</li> <li>4. GetFeature</li> <li>5. GetFeatureWithLock</li> <li>6. LockFeature</li> <li>7. Transaction</li> <li>8. CreateStoredQuery</li> <li>9. DropStoredQuery</li> <li>10. ListStoredQueries</li> <li>11. DescribeStoredQueries</li> </ol>

Πίνακας 3- 9: Σύγκριση εκδόσεων WFS και υποστηριζόμενων λειτουργιών

(Πηγή: Open Source Geospatial Foundation)

```
url : "/geoserver/geoApp/ows?service=WFS",
schema:/geoserver/geoApp/ows?service=WFS&version=1.0.0
&request=DescribeFeatureType&typeName=GeoIndex:agrotemaxia"
```

Εικόνα 3- 6: Παράμετροι WFS αιτήματος

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

### 3.2.3 Web Coverage Service (WCS)

Η υπηρεσία WCS υποστηρίζει την ψηφιακή ανάκτηση της πληροφορίας που περιέχουν γεωχωρικά δεδομένα με τη μορφή επιφάνειας, με τα οποία απεικονίζονται χωρο-χρονικά φαινόμενα. Ουσιαστικά, με την υπηρεσία αυτή παρέχεται η δυνατότητα πρόσβασης σε

δεδομένα κανονικοποιημένης (raster) δομής και της πληροφορίας που τα συνοδεύει. Τηλεσκοπικές απεικονίσεις, δορυφορικές εικόνες, ψηφιακές αεροφωτογραφίες, ψηφιακά μοντέλα εδάφους καθώς και φαινόμενα που μπορούν να αναπαρασταθούν από τιμές σε κάθε σημείο μέτρησης αποτελούν συνήθως δεδομένα τα οποία απεικονίζονται σε μορφές κανάβου σε μία διαδικτυακή υπηρεσία.

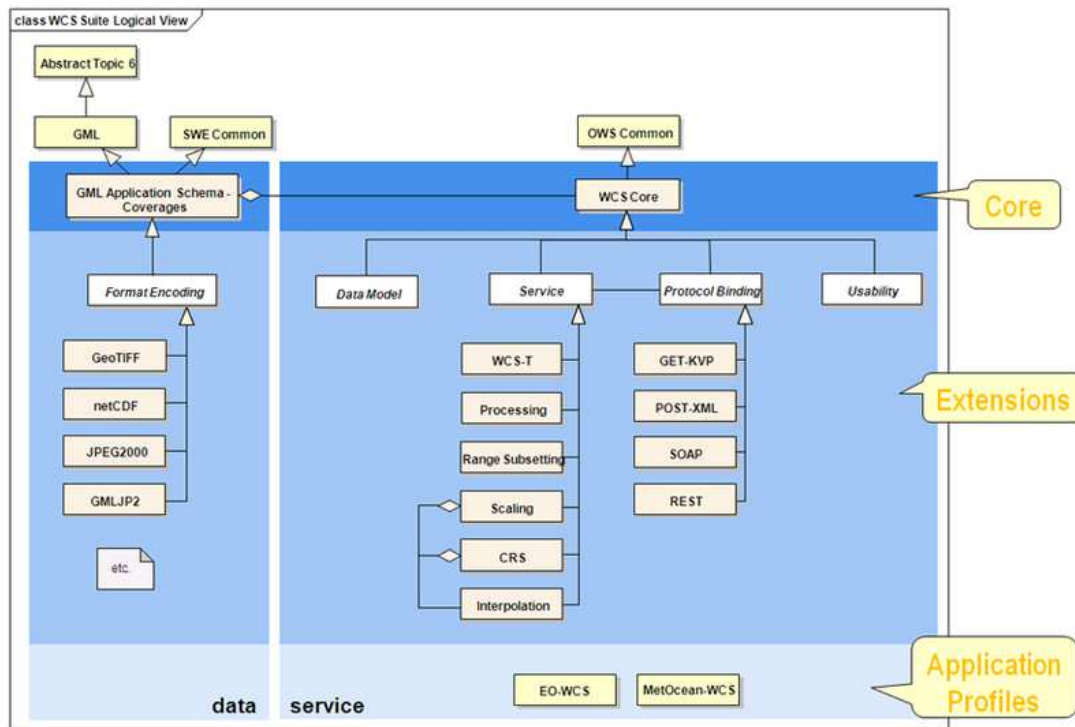
Το WCS μπορεί να συγκριθεί με τα OGC πρότυπα WMS και WFS. Όπως και με αυτές τις υπηρεσίες, ο πελάτης της WCS υπηρεσίας δύναται να διαλέξουν ανάμεσα στις πληροφορίες που βρίσκονται αποθηκευμένες σε ένα server, βάσει χωρικών περιορισμών ή/και άλλων περιγραφικών κριτηρίων.

Αντίθετα με το WMS, που χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση των δεδομένων, ως εικόνα από το server, η υπηρεσία WCS παρέχει επιπλέον δεδομένα, με συνδιασμό της λεπτομερούς περιγραφής τους. Επιπλέον, καθορίζει λεπτομερώς τη σύνταξη των αιτημάτων για αυτά τα δεδομένα και επιστρέφει τα δεδομένα στην αυθεντική τους μορφή (αντί για εικόνες), με την οποία είναι δυνατή η περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία τους.

Σε σύγκριση με το WFS, το οποίο χρησιμοποιείται για την ανάκτηση πληροφορίας σε διακριτά διανυσματικά δεδομένα, το WCS απευθύνεται για raster δεδομένα τα οποία απεικονίζουν ποικίλα χωρο-χρονικά φαινόμενα, κατανεμημένα σε μία επιφάνεια και συνήθως σχετίζονται με ένα (πιθανόν πολυδιάστατο) εύρος ιδιοτήτων.

Οι λειτουργίες οι οποίες παρέχονται, σύμφωνα με το σχήμα του WCS του OGC είναι:

- *GetCapabilities*: Η λειτουργία αυτή επιστρέφει τα μεταδεδομένα που αφορούν την υπηρεσία και την επιφάνεια.
- *DescribeCoverage*: Η DescribeCoverage επιστρέφει σε μορφή XML εγγράφου την πλήρη περιγραφή του αιτήματος κάλυψης.
- *GetCoverage*: Η λειτουργία αυτή επιστρέφει στον πελάτη του αιτήματος μίας συγκεκριμένης περιοχής, με συγκεκριμένες ιδιότητες το αποτέλεσμα, ως κατάλληλο τύπο εικόνας.



Εικόνα 3- 7: Σχήμα του WCS

(Πηγή: OGC)

### 3.2.4 Web Processing Service (WPS)

Σε πολλές περιπτώσεις, δεδομένα τα οποία έχουν γεωχωρική διάσταση, όπως και τα δεδομένα που συλλέγονται από αισθητήρες, δεν μπορούν να διαχυθούν στην αρχική τους μορφή στο διαδίκτυο. Προκειμένου τα δεδομένα αυτά να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά, θα πρέπει να υποβληθούν αρχικά σε κατάλληλη επεξεργασία. Το πρότυπο WPS του OGC παρέχει μία διεπαφή, η οποία απλοποιεί τις διαδικασίες απλών ή πολύπλοκων υπηρεσιών επεξεργασίας δεδομένων διαμέσου του διαδικτύου. Αν και το πρότυπο WPS σχεδιάστηκε από το OGC με γεωχωρική προσέγγιση, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και για μη χωρικές διεργασίες, σε ένα περιβάλλον διαδικτυακών υπηρεσιών.

Η διεπαφή του WPS παρέχει κανόνες για την τρόπο διαχείρισης των δεδομένων εισόδου και εξόδου (αιτήματα και απαντήσεις) σε μία υπηρεσία επεξεργασίας δεδομένων διαδικτύου. Καθορίζει τον τρόπο κλήσης της υπηρεσίας από τον πελάτη και τις δυνατότητες της απάντησης που επιστρέφει ως από το ερώτημα. Μπορεί να παρέχει απλούς ή πολύπλοκους

υπολογισμούς GIS, σε πελάτες ενός δικτύου, συμπεριλαμβανομένης της πρόσβασης σε προγραμματισμένους εκ των προτέρων υπολογισμούς και υπολογιστικά μοντέλα, τα οποία σχετίζονται με χωρικά δεδομένα (Schut & Whiteside, 2005).

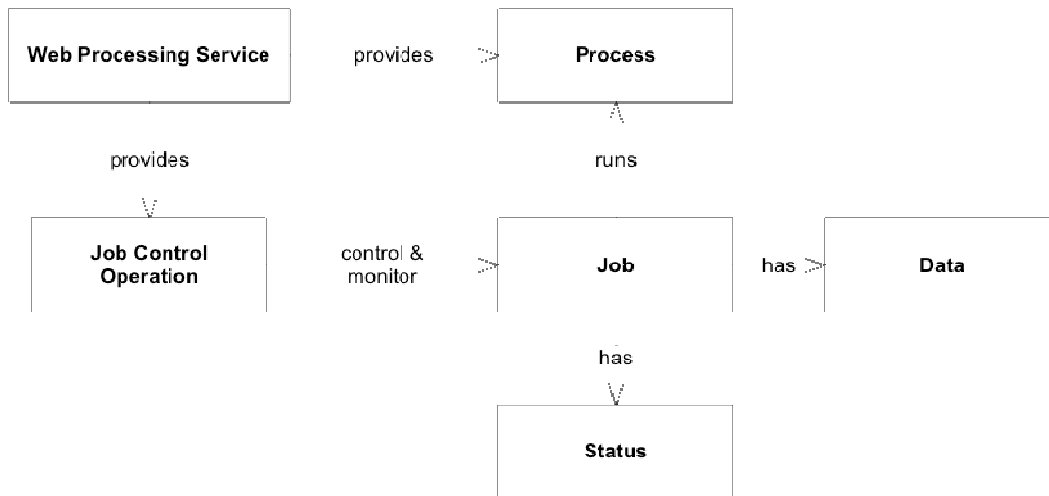
Το WFS υποστηρίζει την ταυτόχρονη εκτέλεση υπολογισμών μέσω των γνωστών πρωτοκόλλων διαδικτύου HTTP GET, HTTP POST και SOAP. Επίσης, ακολουθεί τις παρακάτω προδιαγραφές:

1. Ως δεδομένα εισόδου μπορούν να χρησιμοποιηθούν URL ή να ενσωματωθούν στο ερώτημα.
2. Ως δεδομένα εξόδου μπορούν να είναι προσπελάσιμες διευθύνσεις URL στον Ιστό ή να ενσωματώνονται στην απάντηση.
3. Για μία απλή απάντηση του server, όπως μία εικόνα σε μορφότυπο GIF, το WFS μπορεί να επιστρέψει κατευθείαν την εικόνα, χωρίς συνοδευτικό XML αρχείο.
4. Υποστηρίζει πολλαπλά μορφότυπα εισόδου και εξόδου.
5. Υποστηρίζει διαδικασίες οι οποίες απαιτούν μεγάλο χρόνο εκτέλεσης.
6. Υποστηρίζει SOAP και WSDL πρωτόκολλα.

Οι λειτουργίες οι οποίες παρέχονται, σύμφωνα με το σχήμα του WFS του OGC είναι:

- *GetCapabilities*: Με την αυτή τη μορφή αιτήματος λαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με την υπηρεσία WFS σε μορφή XML εγγράφου.
- *DescribeProcess*: Με την DescribeProcess δίνονται πληροφορίες σχετικά με τη διαδικασία που έχει επιλεγεί να εκτελεστεί. Σε μορφή XML περιέχονται πληροφορίες που αφορούν το όνομα της διαδικασίας, τα χωρικά δεδομένα εισόδου, τις παραμέτρους και τα format των δεδομένων εξόδου.
- *Execute*: Μέσω της Execute, εφαρμόζεται η διαδικασία των υπολογισμών στην πράξη, δίνοντας το τελικό αποτέλεσμα της επεξεργασίας των χωρικών δεδομένων εισόδου.

([info@opengeospatial.org](mailto:info@opengeospatial.org))



Εικόνα 3- 8: Σχήμα του WPS κατά OGC

(Πηγή: OGC)

### 3.2.5 Catalog Service for the Web (CSW)

Η υπηρεσία Catalog υποστηρίζει τη δυνατότητα δημοσίευσης και αναζήτησης μεταδεδομένων για τις γεωγραφικές πληροφορίες, τις υπηρεσίες και σχετικά αντικείμενα που διαχέονται στον Ιστό. Τα μεταδεδομένα παρουσιάζουν υπό μορφή καταλόγου τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των γεωχωρικών δεδομένων τα οποία μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενα ερωτήσεων και να χρησιμοποιηθούν για παρουσίαση και περαιτέρω επεξεργασία από τους χρήστες και τα λογισμικά.

Οι λειτουργίες που καθορίζονται από το πρότυπο CSW καθορίζονται ως εξής:

- *GetCapabilities*: επιτρέπει στους χρήστες του CSW να ανακτήσουν μεταδεδομένα από ένα server
- *DescribeRecord*: επιτρέπει στο χρήστη να αναζητήσει στοιχεία για τον τύπο του μοντέλου καταλόγου μεταδεδομένων που χρησιμοποιεί ο server. Το πρότυπο επιτρέπει την ανάκτηση μέρους ή συνολικά του μοντέλου που χρησιμοποιείται.
- *GetRecords*: αναζητά εγγραφές στα πεδία, επιστρέφοντας το ID των εγγραφών.
- *GetRecordById*: ανακτά την προκαθορισμένη παρουσίαση του καταλόγου μεταδεδομένων σύμφωνα με το κλειδί τους.



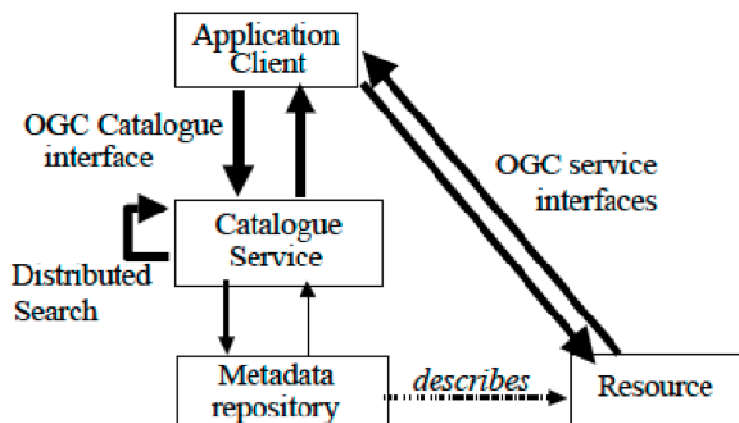
- *GetDomain*: χρησιμοποιείται για την απόκτηση χρονικών πληροφοριών σχετικά με το εύρος των τιμών των μεταδεδομένων ή των παραμέτρων των επερωτήσεων.
- *Harvest*: δημιουργεί ή ενημερώνει μεταδεδομένα ζητώντας από το server τη διάθεση από την πηγή τους
- *Transactional*: δημιουργεί ή μετασχηματίζει μεταδεδομένα προωθώντας τα μεταδεδομένα στο server.

Υπάρχουν δύο τύποι υπηρεσιών CSW: η CSW που είναι μόνο για ανάγνωση (read-only CSW) και η transactional CSW. Η πρώτη, υποστηρίζει μόνο την αναζήτηση και ανάκτηση μεταδεδομένων μέσω των αιτημάτων *GetCapabilities*, *DescribeRecord*, *GetRecords*, *GetRecordById*, και *GetDomain*. Αντιθέτως, η transactional CSW υποστηρίζει την ανάγνωση και γραφή των μεταδεδομένων, επιτρέποντας στους χρήστες να δημοσιεύουν, να επικαιροποιούν και να διαγράφουν τα μεταδεδομένα (Nebert, Whiteside, & Vretanos, 2007).

Τα αιτήματα του πελάτη μπορούν να κωδικοποιηθούν στις παρακάτω μορφές:

- GET με παραμέτρους URL
- POST με κωδικοποιημένη φόρμα απάντησης
- POST με μορφή XML απάντησης

(info@opengeospatial.org)



Εικόνα 3- 9: Σχήμα CSW αρχιτεκτονικής

(Πηγή: OGC)

### **3.3 ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΤΟ**

Η ανάπτυξη των τεχνολογιών διαδικτύου και του παγκόσμιου ιστού επέφεραν μία ποικιλία μορφών δεδομένων, για τα οποία έγινε αντιληπτό ότι δεν θα μπορούσαν να διαχυθούν εύκολα στους χρήστες. Οι χρήστες και οι προγραμματιστές των εφαρμογών θα έπρεπε να καταφύγουν στη συγγραφή σεναρίων (scripts), σε κωδικοποίηση (encode - write) και μετάφραση των δεδομένων (parse). Η λύση στο πρόβλημα δόθηκε από τη συμφωνία διεθνών προτύπων και προδιαγραφών, που στην περίπτωση των γεωχωρικών δεδομένων, πρωταρχικό ρόλο έχουν τα πρότυπα OGC. Οι πιο σημαντικές μορφές διανυσματικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι η GML, η KML και η GeoJSON.

#### **3.3.1 Geography Markup Language (GML)**

Η GML αποτελεί γραμματική της γλώσσας XML (Extensible Markup Language) και λειτουργεί ως επέκταση της XML στην περίπτωση των δεδομένων με γεωγραφικά και θεματικά χαρακτηριστικά. Η νεότερη έκδοση GML 3.2.1 υποστηρίζει πέραν των απλών γεωμετριών (Σημειακή, Γραμμική, Πολυγωνική), σύνθετες γεωμετρίες όπως κλειστές και αθροιστικές συλλογές απλών γεωμετριών (MultiPoint, MultiLineString, MultiPolygon), κανονικοποιημένες δομές (raster), τοπολογικές σχέσεις, χωρο-χρονικά δεδομένα, συστήματα αναφοράς συντεταγμένων, σύμβολα οπτικοποίησης κ.α. Οι προδιαγραφές της GML κατά OGC, συμμορφώνονται με τη διεθνή οδηγία ISO 19118 για τη μεταφορά και αποθήκευση των γεωχωρικών δεδομένων και την οδηγία ISO 19100, η οποία καθορίζει το πλαίσιο εννοιολογικής μοντελοποίησης των χωρικών και θεματικών χαρακτηριστικών των γεωχωρικών δεδομένων.

([info@opengeospatial.org](mailto:info@opengeospatial.org))

Τα τρία βασικά σχήματα της GML είναι:

- Geometry Schema
- Feature Schema
- Xlink Schema

Το έγγραφο μπορεί να επεκταθεί με το Application Schema το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες εξαρτώμενες από την εκάστοτε εφαρμογή.

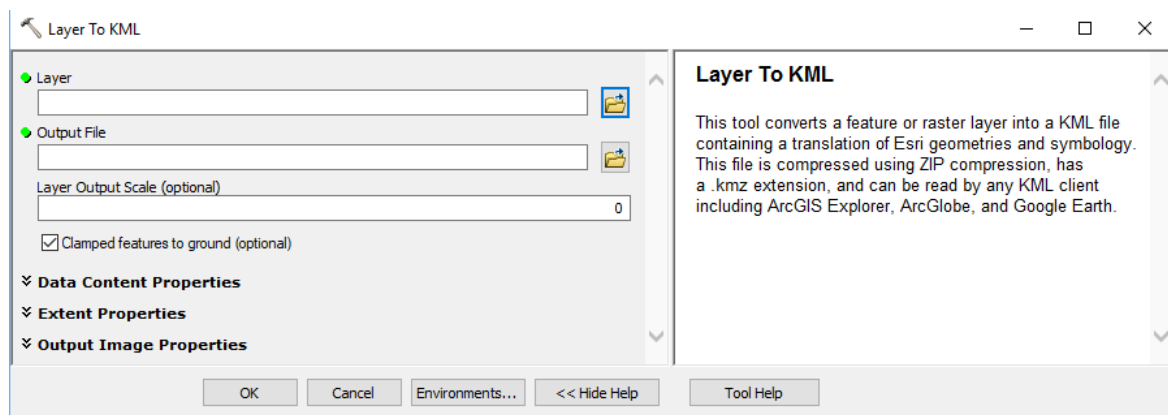
Η GML είναι η δημοφιλέστερη μορφή διάχυσης χωρικών δεδομένων στο Web με την υπηρεσία WFS και υποστηρίζεται από τους μεγαλύτερους εξυπηρετητές χαρτών όπως ο GeoServer και ο MapServer (Δ. Κλάδης, 2016).

### 3.3.2 Keyhole Markup Language (KML)

Η KML βασίζεται στις γενικές αρχές της γλώσσας XML, η οποία χρησιμοποιεί χαρακτήρες σήμανσης (tags) προκειμένου να καθορίσει την έναρξη και τη λήξη των διαφόρων ιδιοτήτων που περικλείει το αρχείο. Αποτελεί μέσο οπτικοποίησης των γεωγραφικών πληροφοριών πάνω σε ψηφιακούς χάρτες και εικόνες.

Αναφορικά, η KML γλώσσα αναπτύχθηκε από την εταιρεία Keyhole για χρήση στην εφαρμογή Keyhole Earth Viewer. Η εταιρεία εξαγοράστηκε το 2004 από τη Google. Η εν λόγω εφαρμογή είναι γνωστή σήμερα με το όνομα Google Earth. Έχει αναγνωριστεί ευρέως από τους χρήστες του Διαδικτύου και χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές για την εύρεση τοποθεσίας και πλοήγηση. Επιπλέον, τα αρχεία .kml ή .kmz (συμπίεσμένος τύπος kml) ενσωματώνονται στα γνωστά πακέτα GIS και παρέχεται η δυνατότητα μετασχηματισμού τους σε άλλες δομές χωρικών δεδομένων, όπως τα shapefiles. Η KML είναι συμπληρωματική στα περισσότερα πρότυπα του OGC συμπεριλαμβανομένης της GML, του WFS και του WMS (Πισπιδίκης, 2014).

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι η ιδιαιτερότητα που χαρακτηρίζει ένα KML αρχείο είναι το σύστημα αναφοράς των γεωμετρικών αντικειμένων. Συγκεκριμένα, το εν λόγω σύστημα είναι προκαθορισμένο στο WGS84 και, συνεπώς, οι συντεταγμένες πρέπει να δίνονται με γνώμονα αυτό (Wilson, 2008).










**Εικόνα 3- 10: Μετατροπή αρχείου σε .kml στο περιβάλλον του ArcMap**


(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

### 3.3.3 GeoJSON

Το GeoJSON αποτελεί πρότυπο κωδικοποίησης της γεωγραφικής πληροφορίας και αναπτύχθηκε το 2008. Βασίζεται στο πρότυπο μεταφοράς δεδομένων JSON (JavaScript Object Notation) το οποία σε σύγκριση με την XML, έχει μικρότερο μέγεθος για τα ίδια δεδομένα. Επίσης, διευκολύνει την ανάγνωση και την προσπέλαση των δεδομένων.

Η δομή του GeoJSON είναι αρκετά απλοϊκή και συντίθεται από ζεύγη χαρακτηριστικών και τιμών τα οποία συνθέτουν ένα GeoJSON αντικείμενο (object). Ένα GeoJSON αντικείμενο μπορεί να κωδικοποιεί μια γεωμετρία, ένα γεωγραφικό αντικείμενο (feature) το οποίο περιγράφεται από τη γεωμετρία και τις συντεταγμένες της σε ένα καθορισμένο σύστημα αναφοράς, ή μια συλλογή γεωγραφικών αντικειμένων (FeatureCollection). Όπως η GML, το GeoJSON υποστηρίζει όλα τα είδη απλών και σύνθετων γεωμετρικών δομών (MultiPoint, MultiLineString, MultiPolygon) αλλά και συλλογές γεωμετρικών αντικειμένων (Geometry Collection) (Δ. Κλάδης, 2016).

Γεωμετρία	Παράδειγμα	Παρατηρήσεις
Point 	<pre>{ "type": "Point", "coordinates": [30, 10] }</pre>	Οι συντεταγμένες αποτελούν μία θέση
Linestring 	<pre>{ "type": "LineString", "coordinates": [[30, 10], [10, 30], [40, 40] ] }</pre>	Οι συντεταγμένες αποτελούν πίνακα δύο ή περισσότερων θέσεων
Polygon  	<pre>{ "type": "Polygon", "coordinates": [[[30, 10], [40, 40], [20, 40], [10, 20], [30, 10]] ] }</pre> <pre>{ "type": "Polygon", "coordinates": [ [[35, 10], [45, 45], [15, 40], [10, 20], [35, 10]], [[20, 30], [35, 35], [30, 20], [20, 30]] ] }</pre>	Οι συντεταγμένες αποτελούν πίνακα συντεταγμένων που περιλαμβάνει τον πίνακα των Linestrings
MultiPoint 	<pre>{ "type": "MultiPoint", "coordinates": [ [10, 40], [40, 30], [20, 20], [30, 10] ] }</pre>	Οι συντεταγμένες αποτελούν πίνακα πολλαπλών θέσεων
MultiString 	<pre>{ "type": "MultiLineString", "coordinates": [ [[10, 10], [20, 20], [10, 40]], [[40, 40], [30, 30], [40, 20], [30, 10]] ] }</pre>	Οι συντεταγμένες καταγράφονται σε πίνακα που αποτελείται από δύο ή περισσότερους πίνακες Linestrings
MultiPolygon 	<pre>{ "type": "MultiPolygon",</pre>	Οι συντεταγμένες καταγράφονται

	<code>"coordinates": [ [ [[30, 20], [45, 40], [10, 40], [30, 20]] ], [ [[15, 5], [40, 10], [10, 20], [5, 10], [15, 5]] ] ] ]</code>	σε πίνακα που αποτελείται από δύο ή περισσότερους πίνακες Polygon
	<code>{ "type": "MultiPolygon", "coordinates": [[[[[40, 40], [20, 45], [45, 30], [40, 40]]],[[20, 35], [10, 30], [10, 10], [30, 5], [45, 20], [20, 35]], [[30, 20], [20, 15], [20, 25], [30, 20]]]]]</code>	

Πίνακας 3- 10: Τύποι γεωμετρίας σύμφωνα με το πρότυπο GeoJSON

(Πηγή: Πισπιδίκης 2014, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

## 4. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΚΑΙ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ WebGIS

Με τον όρο “λογισμικό ανοιχτού κώδικα” (open source software) εννοείται λογισμικό, του οποίου ο πηγαίος κώδικας διατίθεται σε τρίτο, προκειμένου να τον εξετάσει, να τον τροποποιήσει ή να τον ενισχύσει. Πολλές φορές, τείνει να συγχέεται με τον όρο “Ελεύθερο Λογισμικό”. Οι δύο έννοιες δεν είναι ταυτόσημες. Σύμφωνα με τον Ρίτσαρντ Στάλλμαν, ιδρυτή του Ιδρύματος Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation) και συνολικά της έννοιας του ελεύθερου λογισμικού, δεν είναι κάθε λογισμικό ελεύθερο μόνο και μόνο επειδή είναι ανοιχτού κώδικα (Opensource.com).

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990, ξεκινάει ένας διάλογος για τη χρήση τεχνολογιών ανοιχτού κώδικα σε εφαρμογές και λειτουργικά συστήματα. Χαρακτηριστικά, το 2001 ένα εξέχων στέλεχος της Microsoft δήλωνε: “*Η χρήση open source λογισμικού είναι καταστροφή της πνευματικής ιδιοκτησίας. Δεν μπορώ να φανταστώ τίποτα χειρότερο για τις εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού και για τις επιχειρήσεις στον τομέα της πνευματικών δικαιωμάτων*”. Από τότε, η χρήση του open source λογισμικού όχι μόνο απενοχοποιήθηκε στον τομέα της πληροφορικής, αλλά γνώρισε και μεγάλης άνθησης. Σύμφωνα με την αντιπροσωπευτική μελέτη της εταιρείας Standish Group, η υιοθέτηση open source λογισμικού, εξοικονόμησε στους καταναλωτές το ποσό περίπου των 60.000.000.000 δολαρίων ετησίως (Rothwell & Richard, 2008). Δημοφιλή παραδείγματα για open source λογισμικά είναι ο φυλλομετρητής Mozilla Firefox, το πακέτο εφαρμογών γραφείου LibreOffice, ο εξυπηρετητής του παγκόσμιου ιστού Apache ή ο πυρήνας λειτουργικού συστήματος Linux.

Η ανάπτυξη της open source τεχνολογίας δε θα μπορούσε να εξαιρέσει τον τομέα των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών και αργότερα των WebGIS. Από το 1982, το

Υπουργείο Άμυνας των Η.Π.Α. και το U. S. Army Corps of Engineers' Construction Engineering Research Laboratory (USA/CERL), διερεύνησε τη χρήση των GIS για εφαρμογές Τηλεπισκόπησης και διαχείρισης γης. Αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας ήταν το λογισμικό GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System) ([grass.osgeo.org](http://grass.osgeo.org)).

Από τότε, η ανάπτυξη εφαρμογών ανοιχτού κώδικα και ελεύθερου λογισμικού στην περίπτωση των γεωγραφικών πληροφοριών, ακολούθησε τη ραγδαία εξέλιξη του ευρύτερου τομέα της open source τεχνολογίας και των web εφαρμογών.

Παρακάτω αναφέρονται χαρακτηριστικές geospatial open source τεχνολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται σήμερα στην ανάπτυξη WebGIS εφαρμογών. Όπως περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο, κάποιες από τις τεχνολογίες αυτές, χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

## 4.1 Leaflet

Το Leaflet είναι ένα opensource Javascript API (Application Programming Interface) για τη δημιουργία φιλικών διαδουκτιακών χαρτογραφικών εφαρμογών για Η/Υ ή κινητά – ταμπλέτες.

Δημιουργήθηκε το 2011 αρχικά από τον Vladimir Agafonkin και σήμερα επιδέχεται επεξεργασία από πλήθος χρηστών. Υποστηρίζει όλους τους γνωστούς φυλλομετρητές, καθώς και τις πιο γνωστές πλατφόρμες όπως η HTML 5 και η CSS3. Η βιβλιοθήκη Leaflet προσφέρει τη δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών από χρήστες οι οποίοι δεν έχουν εξειδικευμένες γνώσεις GIS. Διακρίνεται από μικρό μέγεθος του πρωτογενή κώδικα, ταχύτητα, απλότητα και ευελιξία και λόγω αυτών των χαρακτηριστικών συγκρίνεται με το Google Maps API και το Bing Maps API. Το Leaflet ανταγωνίζεται τη βιβλιοθήκη OpenLayers σε χρήση από τους χρήστες των WebGIS εφαρμογών. Υποστηρίζει την πλειονότητα των διανυσματικών μορφών δεδομένων διαδικτύου, ενώ για τα υπόλοιπα έχουν αναπτυχθεί κατάλληλα plugins. Ο συνδυασμός Leaflet – Geoserver – PostgreSQL/PostGIS αποτελεί από τις πιο χρησιμοποιούμενες αρχιτεκτονικές για τις WebGIS εφαρμογές. Η ισχύουσα έκδοση είναι η Leaflet 0.7.7, η οποία δόθηκε σε χρήση το Νοέμβριο του 2013 και η τελευταία ενημέρωση πραγματοποιήθηκε 26 Οκτωβρίου 2015.

Η άδεια χρήσης της OpenLayers είναι η «Freembsb» ή «2-clause BSD License», η οποία αποτελεί την πιο απλοποιημένη έκδοση της άδειας BSD.

(<https://leafletjs.com>)

## 4.2 *OpenLayers*

Η βιβλιοθήκη OpenLayers αποτελεί open source τεχνολογία, για τη δημιουργία χαρτογραφικών εφαρμογών σε περιβάλλον WebGIS.

Η OpenLayers αποτελεί μία βιβλιοθήκη JavaScript για την απεικόνιση χαρτογραφικών δεδομένων σε όλους τους τύπους φυλλομετρητών (browsers). Προσφέρει ένα API (Application Programming Interface) για τη δημιουργία πλούσιων χαρτογραφικών εφαρμογών, παρόμοια με τις γνωστές πλατφόρμες Google Maps και Bing Maps. Υποστηρίζει όλους τους γνωστούς τύπους διανυσματικών δεδομένων διαδικτύου, όπως GML, KML, GeoJSON, GeoRSS, ενώ είναι εναρμονισμένη και με τα πρότυπα των γεωχωρικών υπηρεσιών του OGC (WMS, WFS, κλπ). Για την αμφίδρομη επικοινωνία με τους χωρικούς εξυπηρετητές η OpenLayers χρησιμοποιεί την τεχνολογία JavaScript/Ajax framework.

Η βιβλιοθήκη OpenLayers δημιουργήθηκε το 2005 από την εταιρεία MetaCarta. Από το Νοέμβριο του 2007 αποτελεί αντικείμενο του Open Source Geospatial Foundation. Σε σχέση με την αρχική της έκδοση, από την έκδοση 3 και μετά, τα πράγματα άλλαξαν ριζικά για τη χρήση της συγκεκριμένης γλώσσας. Η OpenLayers 3.0 προσέφερε νέες δυνατότητες για την απεικόνιση χάρτη δύο διαστάσεων. Επιπλέον, σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο, ώστε να παρέχονται εργαλεία για την απεικόνιση 3D δεδομένων ή για την εφαρμογή του WebGL API σε επόμενες εκδόσεις, εκμεταλλευόμενη τις δυνατότητες και τις τεχνολογίες που εισήγαγε η τελευταία έκδοση της HTML 5.

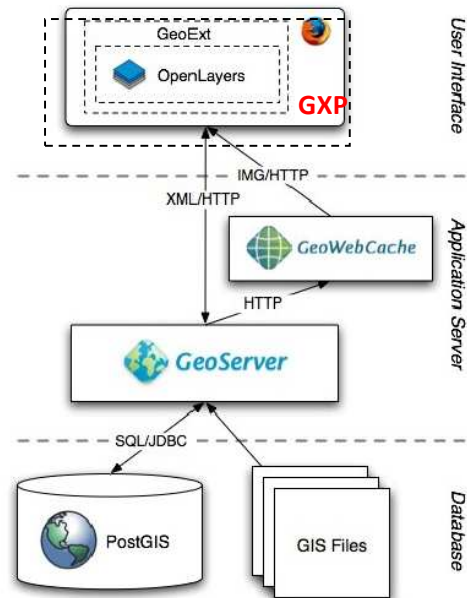
Η άδεια χρήσης της OpenLayers είναι η «Freebsb» ή «2-clause BSD License». Το Free Software Foundation (FSF) FreeBSD την χαρακτήρισε ως συμβατή με την άδεια GNU GPL (Κοντόπουλος, 2010).

## 4.3 *GXP*

Η GXP αποτελεί μία σχετικά νέα τεχνολογία ανάπτυξης διαδικτυακών χαρτογραφικών εφαρμογών. Είναι ένα υψηλού επιπέδου JavaScript SDK (Software Development Kit), βασισμένο σε μία τύπου -plugin αρχιτεκτονική, η οποία περιλαμβάνει τις τεχνολογίες OpenLayers, Ext JS και GeoExt.

Οι λόγοι που η GXP αναπτύχθηκε με γρήγορους ρυθμούς βασίζονται στην ανάγκη της δημιουργίας ενός ολοκληρωμένου SDK για τη δημιουργία διαδικτυακών χαρτογραφικών εφαρμογών, ενώ ταυτόχρονα θα έπρεπε να χαρακτηρίζεται από απλή και εύκολη σύνθεση για την υποστήριξη πολύπλοκων εφαρμογών. Επιπρόσθετα, η GXP καλύπτει τόσο τις ανάγκες των

νέων χρηστών, όσο και των προχωρημένων προγραμματιστών web εφαρμογών, ενώ διατίθεται στους χρήστες ελεύθερα σύμφωνα με την άδεια χρήσης GPLv3 License.



**Εικόνα 4- 1: Θέση της GXP στο σχήμα  
μίας WebGIS εφαρμογής  
(Πηγή: [www.opengeo.org](http://www.opengeo.org))**

Σημαντικές εφαρμογές του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης περιεχομένου OpenGeo Suite, όπως ο GeoExplorer, είναι δομημένες στην κορυφή της βιβλιοθήκης GXP, παρουσιάζοντας με αυτόν τον τρόπο τις δυνατότητες που προσφέρει η συγκεκριμένη τεχνολογία. Επίσης, παρέχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης όλων των γνωστών εμπορικών εφαρμογών, όπως το Bing Maps, Google Maps, MapQuest και το OpenStreetMap. Οι εφαρμογές που είναι δομημένες στη βιβλιοθήκη της GXP μπορούν να χρησιμοποιήσουν την πλατφόρμα του Google GeoCoder για αναζήτηση και να ενσωματώσουν γνωστές και οικείες στους χρήστες τεχνολογίες, όπως Google Street View και το Google Earth.

Μερικές από τις δυνατότητες που παρέχει είναι τα έτοιμα εργαλεία προσθήκης / αφαίρεσης θεματικών επιπέδων, η μέτρηση αποστάσεων / εμβαδών, η επεξεργασία θεματικών επιπέδων και τα χωρικά ερωτήματα σε θεματικά επίπεδα.

(<https://github.com/boundlessgeo/gxp>)



## **4.4** *Εξυπηρετητές Χαρτών Ανοιχτού Κώδικα*

Η τεχνολογία του εξυπηρετητή χαρτών αποτέλεσε τη λύση στην επικοινωνία μεταξύ του πελάτη (client) και της βάσης χωρικών δεδομένων σε μία εφαρμογή WebGIS. Τα αιτήματα του πελάτη για την οπτικοποίηση, επεξεργασία και διαχείριση της γεωγραφικής πληροφορίας ικανοποιούνται από ένα λογισμικό το οποίο περιλαμβάνει εργαλεία διαχείρισης των διαθέσιμων γεωμετρικών τύπων δεδομένων, καθώς και των σχέσεων μεταξύ τους για την ενέργεια χωρικών και περιγραφικών επερωτημάτων.

### **4.4.1** *GeoServer*

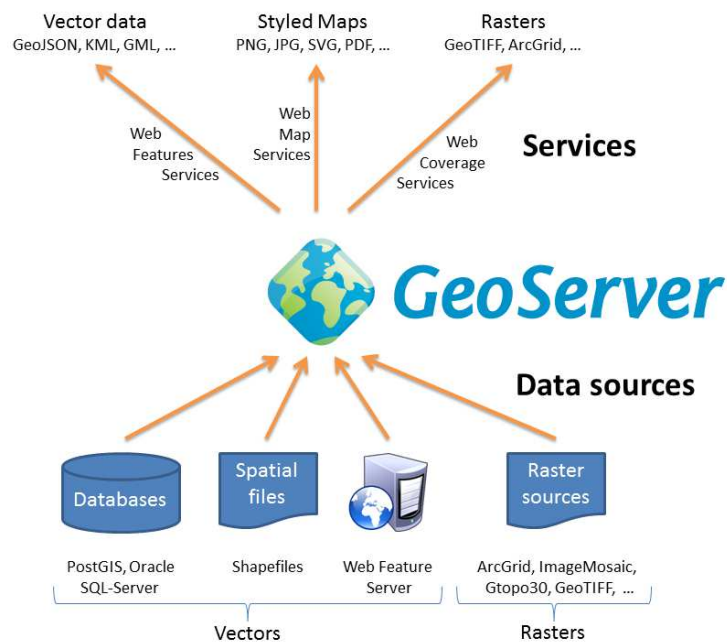
Ο GeoServer είναι ένας διαδικτυακός εξυπηρετητής ανοιχτού κώδικα, ο οποίος επιτρέπει την δημοσίευση χαρτών και χωρικών δεδομένων από πληθώρα προτύπων σε λογισμικά πελάτες όπως οι περιηγητές διαδικτύου και τα λογισμικά GIS. Ξεκίνησε το 2001 από τη μη κερδοσκοπική The Open Planning Project (TOPP) στη Ν. Υόρκη. Η εφαρμογή του Geoserver είναι γραμμένη στη server-side γλώσσα προγραμματισμού Java, βασισμένη στην ανοιχτή βιβλιοθήκη GeoTools.

Το πλεονέκτημα του Geoserver είναι η δυνατότητα εξυπηρέτησης δεδομένων από πολλαπλές πηγές:

- Μορφές διανυσματικών δεδομένων
  - Shapefiles
  - Βάσεις Δεδομένων PostGIS
  - Εξωτερικά WFS Layers
  - Java Properties files
- Μορφές κανονικοποιημένων δεδομένων
  - ArcGrid
  - GeoTiff
  - Gtopo30
  - ImageMosaic

- WorldImage
- Άλλες πηγές δεδομένων

Δυνατότητα διαχείρισης άλλων πηγών δεδομένων που διαχέονται σε μορφή υπηρεσιών WMS.



**Εικόνα 4- 2: Πηγές δεδομένων του Geoserver**

(Πηγή: <http://docs.geoserver.org>)

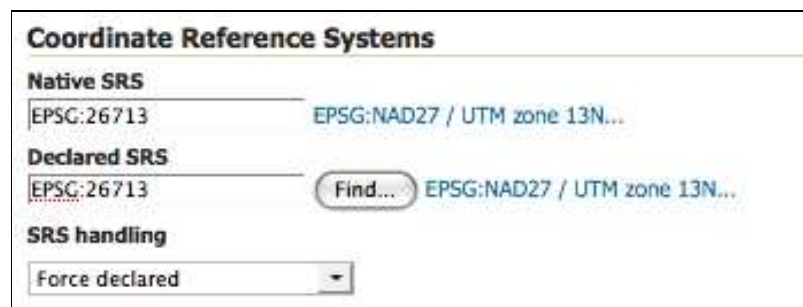
Για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας ο Geoserver μεταχειρίζεται τα δεδομένα σύμφωνα με τις επιταγές και τα πρότυπα του OGC και εξυπηρετεί όλους τους γνωστούς τύπους γεωχωρικών υπηρεσιών διαδικτύου WMS, WFS, WCS, WPS κλπ. Προσφέρει μία φιλική και εύχρηστη διεπαφή για λειτουργίες όπως είναι η απόδοση συμβολισμού στα δεδομένα, για την οποία εκμεταλλεύεται την γλώσσα SLD (Styled Layer Descriptor). Οπτικοποιεί τα δεδομένα με τη δημιουργία πλακιδίων (tiles) για γρήγορη ανάγνωση από τους χρήστες.

Το συγκριτικό πλεονέκτημα του GeoServer είναι ότι περιλαμβάνει μια ολοκληρωμένη Διεπαφή Λογισμικού REST (Representational State Transfer – REST API) για την ασύγχρονη διαχείριση δεδομένων και την εκτέλεση λειτουργιών σε πραγματικό χρόνο. Η υπηρεσία αυτή καθιστά τον GeoServer ιδανικό για την ανάπτυξη σύνθετων διαδικτυακών γεωχωρικών εφαρμογών όπου απαιτούνται ασύγχρονες τεχνικές διαχείρισης και επικοινωνίας μεταξύ των υπηρεσιών (Κλάδης, 2016).

Για την οργάνωση των δεδομένων ο Geoserver ακολουθεί μία ιεραρχική δομή. Κάθε κατηγορία δεδομένων από αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω, αποθηκεύονται στον Geoserver

υπό μορφή Layer ή Layer Group. Αυτά τα Layers βρίσκονται σε ένα store στο οποίο καθορίζεται ο τύπος δεδομένων που εισάγεται (shapefile, PostGIS κλπ). Σε ένα εικονικό “δοχείο” που ονομάζεται workspace, ομαδοποιούνται τα stores ανάλογα του σκοπού. Για την εισαγωγή των δεδομένων στο Geoserver ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία (δημιουργία workspace κοκ).

Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του Geoserver είναι η απόδοση συστήματος αναφοράς στα διάφορα Layers. Ο Geoserver περιλαμβάνει τη βιβλιοθήκη **EPSG** με όλα τα γνωστά συστήματα αναφοράς, ενώ δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας ενός νέου, όταν είναι γνωστοί οι παράμετροι του συγκεκριμένου συστήματος αναφοράς.



*Εικόνα 4- 3: Σύστημα αναφοράς σε Layer του Geoserver*

(Πηγή: <http://docs.geoserver.org> )

Ο καθορισμός του συστήματος αναφοράς των γεωχωρικών δεδομένων στο περιβάλλον του Geoserver πραγματοποιείται σε τρία βήματα:

- **Native SRS:** Καθορίζεται το γνήσιο σύστημα αναφοράς που φέρουν τα δεδομένα όπως αυτά εισάγονται στο store.
- **Declared SRS:** Καθορίζεται το σύστημα αναφοράς με βάση το οποίο ο Geoserver θα απεικονίζει δεδομένα στον client.
- **SRS Handling:** Επιλέγεται η μέθοδος διαχείρισης της προβολής των δεδομένων, όταν τα δύο παραπάνω συστήματα διαφέρουν.

Ένα ακόμα στοιχείο το οποίο απαιτείται κατά την εισαγωγή των δεδομένων στον Geoserver, είναι ο καθορισμός του εξωτερικού ορθογώνιου πολυγώνου (bounding boxes) που περιέχει τα δεδομένα. Αυτό μπορεί να καθοριστεί αυτόματα από τα δεδομένα και να μετασχηματιστεί και σε γεωγραφικές συντεταγμένες (φ,λ), όπως απαιτείται στη συνέχεια.

<b>Bounding Boxes</b>			
<b>Native Bounding Box</b>			
Min X	Min Y	Max X	Max Y
205,723.769268E	3,128,220.03826	794,276.2307314	9,329,005.18235
<a href="#">Compute from data</a> <a href="#">Compute from SRS bounds</a>			
<b>Lat/Lon Bounding Box</b>			
Min X	Min Y	Max X	Max Y
-98.7873478347	28.24707691014	-51.21265216527	84.00816352971
<a href="#">Compute from native bounds</a>			

**Εικόνα 4- 4: Bounding Boxes ενός Layer**

(Πηγή: <http://docs.geoserver.org> )

## 4.4.2 Map Server

Η υλοποίηση του Map Server ξεκίνησε αρχικά το 1994, ενώ η πρώτη έκδοση Map Server 1.0 εδόθηκε το 1997 και πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο συνεργασίας του Πανεπιστημίου της Μινεσότα (UMN) με τη NASA και το Τμήμα Φυσικών Πόρων της Μινεσότα (MNDNR), για την παροχή δορυφορικών εικόνων στο κοινό. Αποτελεί ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα, γραμμένο σε γλώσσα C και χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως για τη δημοσίευση γεωχωρικών δεδομένων στον Παγκόσμιο Ιστό.

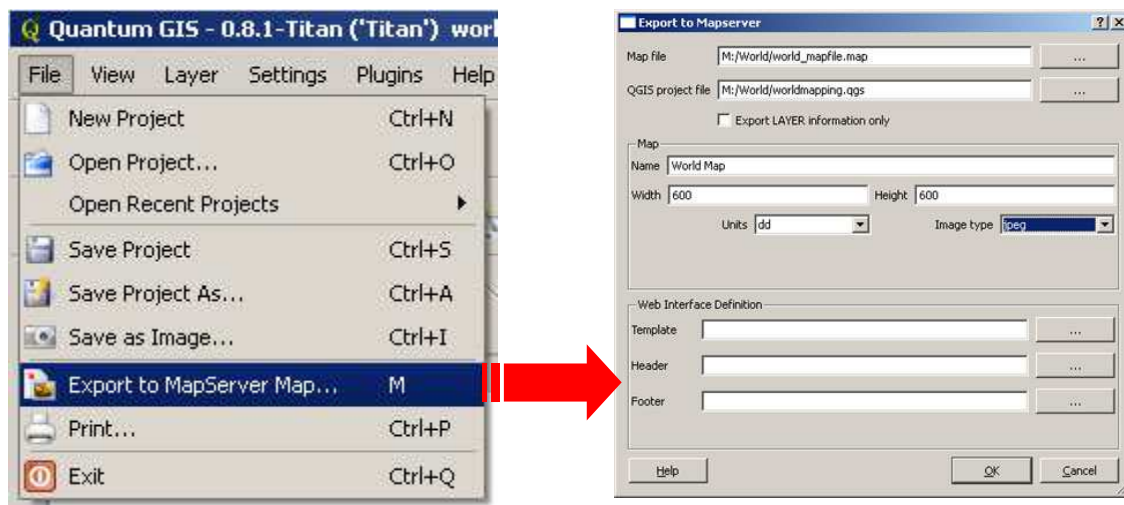
Ο MapServer είναι πλέον ένα λογισμικό του OSGeo, και αναπτύσσεται από έναν αυξανόμενο αριθμό προγραμματιστών (περίπου 20) από όλο τον κόσμο. Υποστηρίζεται από διάφορους οργανισμούς που παρέχουν πόρους για βελτιώσεις και συντήρηση, και κατευθύνεται εσωτερικά του OSGeo από την Επιτροπή Καθοδήγησης MapServer που αποτελείται από προγραμματιστές και άλλους συντελεστές (<https://live.osgeo.org>).

Η χρήση του Map Server διέπεται από την «MIT License». Η τελευταία, είναι μία από τις πιο φιλελεύθερες άδειες που υπάρχουν. Δημιουργήθηκε από το Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (MIT) και είναι συμβατή με τη GNU GPL. Η χρήση της συγκεκριμένης άδειας προσφέρει τη δυνατότητα αντιγραφής, τροποποίησης, συγχώνευσης, έκδοσης, διανομής, εκμίσθωσης ή πώλησης μέρους του λογισμικού, χωρίς οποιαδήποτε ευθύνη (Πισπιδίκης, 2014).

Η τελευταία έκδοση του Map Server είναι η 6.4.1. Υποστηρίζει όλες τις γνωστές πλατφόρμες Linux, Windows, Mac OS X, Solaris, κλπ και πλήθος προγραμματιστικών διεπαφών (API), όπως C, PHP, Python, Perl, Ruby, Java, και .NET .

Ο Map Server οργανώνει τα γεωχωρικά δεδομένα αρχεία τύπου map files τα οποία φέρουν την προέκταση .map. Το map file είναι αρχείο κειμένου ASCII που αποτελείται από ένα σύνολο αντικειμένων. Τα αντικείμενα αυτά, βάσει συγκεκριμένων παραμέτρων, καθορίζουν το χαρτογραφικό υπόβαθρο. Αναλυτικότερα, καθορίζουν τα όρια του χάρτη, τη περιοχή εύρεσης των δεδομένων, το μέρος όπου βρίσκεται η εξαγόμενη τελική εικόνα, τα θεματικά επίπεδα και τα στοιχεία που αφορούν την απεικόνιση και το συμβολισμό των επιπέδων (Πισπιδίκη, 2014).

Η διαλειτουργικότητα των εφαρμογών ανοιχτού κώδικα έχει φτάσει σε τέτοιο βαθμό, που είναι δυνατή η δημιουργία αρχείων map files ακόμα και μέσω του περιβάλλοντος του QGIS. Έτσι, οι χρήστες αυτών των εφαρμογών μπορούν πλέον, να υλοποιούν χαρτοσυνθέσεις εύκολα και απλά, σε ένα φιλικό περιβάλλον όμοιο με αυτό που προσφέρει το QGIS, και να τα σερβίρουν στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες, όπως η OpenLayers κλπ.



**Εικόνα 4- 5: Εξαγωγή χαρτοσύνθεσης σε μορφή Map File**

(Πηγή: <http://spatialhorizons.com>)

### MapServer versus GeoServer

Γενικά στον τομέα της πληροφορικής, η χρήση διάφορων ομοειδών λογισμικών είναι φυσικό να προκαλεί το ερώτημα ποιό είναι το καλύτερο. Έτσι και στην περίπτωση των εξυπηρετητών χαρτών προέκυψε ο διάλογος για την επικράτηση των δύο δημοφιλέστερων, του MapServer και του GeoServer. Όμως, όπως και στις υπόλοιπες περιπτώσεις, έτσι και σε αυτήν κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι ανάγκες της εκάστοτε εφαρμογής αναδεικνύουν τη χρήση του ενός έναντι του άλλου.

Συγκριτικά, ο MapServer φαίνεται να ανταποκρίνεται καλύτερα στη διαχείριση της υπηρεσίας WMS (ποιοτικότεροι χάρτες), ενώ ο GeoServer πραγματεύεται καλύτερα την WFS. Επιπλέον, ο GeoServer υποστηρίζει την WFS – T (Transactional), ενώ ο MapServer δεν παρέχει αυτή τη δυνατότητα. Μία άλλη διαφορά, είναι ο χρόνος ύπαρξης της κάθε πλατφόρμας, καθώς ο MapServer δημιουργήθηκε το 1996 οπότε θεωρείται πιο ώριμη τεχνολογία, ενώ ο GeoServer είναι νεότερο προϊόν (2003). Τα αποτελέσματα αυτά τεκμηριώθηκαν τεχνικά από τους Brock Anderson (Refractions Research, εταιρείας ανάπτυξης GIS εφαρμογών με εμπορικό και open source λογισμικό) και Justin Deoliveira (The Open Planning Project), οι οποίοι εκτέλεσαν παρόμοιες δοκιμές και έλεγξαν τις επιδόσεις των δύο servers με κοινά δεδομένα.

([www.fernandoquadro.com](http://www.fernandoquadro.com))

## **4.5 PostgreSQL/PostGIS**

### **4.5.1 PostgreSQL**

Η PostgreSQL αποτελεί ένα ανοιχτού κώδικα αντικείμενο – σχεσιακό σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (objectrelational database management system - ORDBMS). Ξεκίνησε ως σχέδιο από το 1986 στο Πανεπιστήμιο του Μπέρκλεϋ των Η.Π.Α. Το 1994 προστέθηκε διερμηνέας γλώσσας SQL από τους Andrew Yu και Jolly Chen με νέα ονομασία Postgres95 . το 1996, για λόγους προβολής και προκειμένου να αναδειχθεί η σχέση της με τη γλώσσα SQL, μετονομάστηκε σε PostgreSQL με έκδοση 6.0.

Η PostgreSQL καλύπτει όλο το φάσμα των βασικών λειτουργικών συστημάτων, στα οποία περιλαμβάνονται το Linux, το UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI, IRIX, MAC OS X, Solaris, Tru64) και τα Windows. Περιλαμβάνει τους περισσότερους τύπους δεδομένων INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL και TIMESTAMP. Επίσης, υποστηρίζει την αποθήκευση μεγάλων δυαδικών αντικειμένων (binary), όπως εικόνες, ήχοι ή βίντεο.

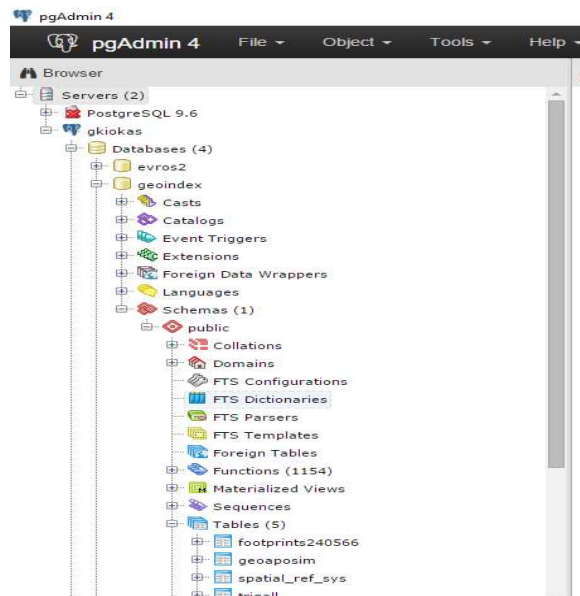
Αν και παρέχει υποστήριξη της χρήσης γλώσσας SQL, προκειμένου να καλύψει τις αδυναμίες της δεύτερης έχουν ενσωματωθεί επιπλέον δυνατότητες:

- Η διαδικαστική γλώσσα PL/pgSQL που είναι εξ' ορισμού ενσωματωμένη στην PostgreSQL και είναι αντίστοιχη της γλώσσας PL/SQL που χρησιμοποιείται στο εμπορικό σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων Oracle
- Οι γλώσσες σεναρίου (scripting languages) PL/Lua, PL/LOLCODE, PL/Perl, pHPHP, PL/Python, PL/Ruby, PL/sh, PL/Tcl, PL/Scheme, PL/Java, PL/R
- Οι προγραμματιστικές γλώσσες C και C++.

(N. Κολιός, 2009)

Η διαχείριση της PostgreSQL γίνεται μέσω της πλατφόρμας PgAdmin ανάλογα με την ισχύουσα έκδοση, καθώς και άλλες εφαρμογές τρίτων: (PgAccess , PhpPgAdmin, WinSQL). Η χρήση της PostgreSQL διέπεται από την άδεια «PostgreSQL license», σύμφωνα με την οποία οι χρήστες μπορούν να προβούν σε οποιαδήποτε ενέργεια σε σχέση με τον κώδικα, και επιπρόσθετα σε μεταπώληση του εκτελέσιμου προϊόντος χωρίς τον πηγαίο κώδικα (source code). Τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης άδειας, η οποία είναι παρόμοια με τις «BSD» και «MIT license» , κατατάσσουν την PostgreSQL ανάμεσα στα πιο ευέλικτα και φιλικά RDBMS . Ως εκ τούτου, αναγνωρίζει σήμερα ευρείας ανταπόκρισης σε εφαρμογές εμπορικού και μη τύπου και θεωρείται από τους χρήστες ιδιαίτερα δημοφιλείς και αξιόπιστη.

([www.postgresql.org](http://www.postgresql.org))



**Εικόνα 4- 6: Περιβάλλον διαχείρισης PgAdmin 4**

**(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)**

## 4.5.2 PostGIS

Τις αδυναμίες της PostgreSQL στη διαχείριση της γεωγραφικής πληροφορίας, ήρθε να καλύψει η ανάπτυξη της επέκτασης λειτουργιών PostGIS. Η PostGIS επεξεργάζεται τα γεωχωρικά δεδομένα σύμφωνα με τα πρότυπα του OGC. Υποστηρίζονται 2D, 3D, 4D χωρικές οντότητες καθώς και συστήματα γραμμικής αναφοράς (Κ. Πατρούμπας, 2015). Παρέχει ειδικούς τελεστές για τη σύνταξη ερωτημάτων, λειτουργίες συνάθρισης επάνω σε χωρικά δεδομένα καθώς και χωρικές συναρτήσεις. Επιτρέπει επίσης την ανάθεση προβολικών συστημάτων στα χωρικά δεδομένα. Τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οπτικοποιηθούν τα δεδομένα μέσω ειδικών εφαρμογών όπως το Quantum GIS και ο Geo Server (Φρέντζος, 2009-10).

Οι επιπλέον δυνατότητες που προσφέρει η PostGIS στην PostgreSQL συνοψίζονται ως εξής:

- Προσθέτει γεωμετρικά χαρακτηριστικά στους συνηθισμένους τύπους των βάσεων δεδομένων (π.χ. varchar, integer, date).
- Προσθέτει νέες χωρικές συναρτήσεις για αναζήτηση και ανάκτηση χρήσιμων πληροφοριών σε σχέση με τη γεωγραφική συσχέτιση των δεδομένων (π.χ. ST\_Distance(geometry, geometry).
- Προσθέτει έναν μηχανισμό ευρετηρίου (indexing) για την εκτέλεση ερωτημάτων με χωρικούς περιορισμούς ώστε να επιστρέφουν εγγραφές πολύ γρήγορα από μεγάλους πίνακες δεδομένων.

### Well Known Text (WKT)

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

Εκτός από τους απλούς τύπους (POINT, LINESTRING, POLYGON), υποστηρίζονται και πολλαπλοί τύποι MULTIPOINT, MULTILINESTRING, MULTIPOLYGON, που είναι απλές γενικεύσεις των προηγούμενων απλών τύπων (π.χ. ο MULTIPOINT περιέχει πολλά σημεία).



Το PostGIS υποστηρίζει πλήθος Γεωγραφικών και Προβολικών συστημάτων συντεταγμένων κάθε ένα από τα οποία περιγράφεται από ένα SRID (Spatial Reference Identifier). Το SRID είναι ένας ακέραιος αριθμός (ταυτότητα) που αντιστοιχεί στο σύστημα συντεταγμένων στο οποίο δίνονται οι συντεταγμένες του συγκεκριμένου αντικειμένου. Αναλυτικά, τα συστήματα συντεταγμένων που υποστηρίζονται από τη PostGIS, μπορούν να βρεθούν μέσα στον πίνακα `spatial_ref_sys` μίας οποιαδήποτε βάσης δεδομένων της PostGIS.

(Φρέντζος, 2009-10)

Η αρχιτεκτονική της PostGIS στοχεύει στην ελαχιστοποίηση απαιτούμενων πόρων υπολογιστικής ισχύος και μνήμης. Η χρήση γεωμετρικών στοιχείων με χαμηλές απαιτήσεις φυσικής μνήμης επιτρέπει την διατήρηση μεγάλου όγκου δεδομένων από την φυσική μνήμη στην υπολογιστική μνήμη (RAM) με αποτέλεσμα την ταχύτερη εκτέλεση των ερωτημάτων.

## 4.6 Quantum GIS

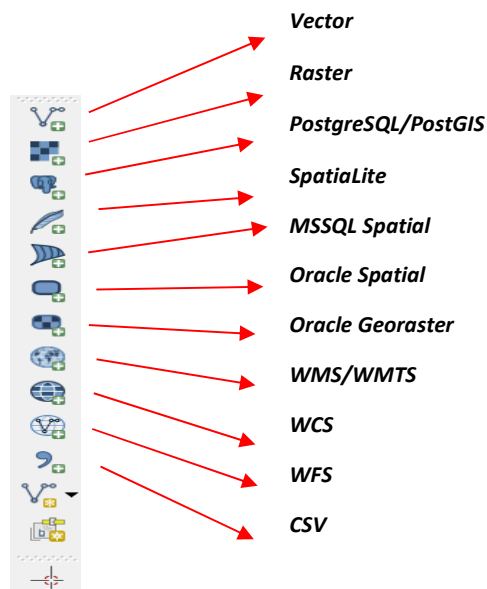
Το Quantum GIS ή QGIS αποτελεί σήμερα μία από τις πιο δημοφιλείς πλατφόρμες για ανάγκες εφαρμογών GIS σε περιβάλλον γραφείου. Είναι open source και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία, τροποποίηση, ανάλυση και παρουσίαση των γεωγραφικών δεδομένων. Η ανάπτυξη του ξεκίνησε από το 2002 και είναι γραμμένο σε γλώσσα C++ και Python.

Το QGIS αποτελεί επίσημο πρόγραμμα του Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Τρέχει σε Linux, Unix, Mac OS X και Windows και υποστηρίζει πολλές μορφές γεωγραφικών δεδομένων (διανυσματικών και ψηφιδωτών) και μορφές βάσεων δεδομένων. Έχει αρκετές λειτουργικές δυνατότητες που αυξάνονται με τις νεότερες εκδόσεις που είναι συνεχείς. Το χαρακτηριστικό αυτό του QGIS, είναι ο λόγος που μία μεγάλη ομάδα από χρήστες και προγραμματιστές έχει συγκεντρωθεί γύρω από την ανάπτυξη του συγκεκριμένου συστήματος. Οι νέες εκδόσεις καλούνται να βελτιώσουν τις επιδόσεις των προηγούμενων, να διορθώσουν τα σφάλματα, ενώ ταυτόχρονα προστίθενται νέα εργαλεία που ενσωματώνονται στη βασική πλατφόρμα με μορφή plugins.

Ως πηγή δεδομένων για το QGIS, εκτός από τις βασικές μπορούν να λειτουργήσουν όλοι οι γνωστοί τύποι γεωχωρικών δεδομένων, γεγονός που δικαιολογεί την ευρεία αποδοχή των χρηστών. Ειδικότερα, αξιοποιεί τις μορφές διαδικτυακών γεωχωρικών υπηρεσιών του OGC WMS, WFS, WCS. Παρέχει τη δυνατότητα διασύνδεσης με συστήματα βάσεων δεδομένων, όπως η Oracle και η PostgreSQL/ PostGIS κ.α. Επιπλέον, οι πρόσφατες εκδόσεις παρέχουν τη δυνατότητα εξαγωγής των χαρτοσυνθέσεων που διαμορφώνονται στο περιβάλλον του QGIS,

σε μορφότυπο κατάλληλο για ανάγνωση από τον Map Server. Για τους προχωρημένους χρήστες, παρέχεται και η δυνατότητα σύνταξης σεναρίων (Scripts) σε κονσόλα Python που είναι ενσωματωμένη στη πλατφόρμα του QGIS.

Η χρήση του QGIS καλύπτεται από την άδεια GNU GPL. Το ενδιαφέρον των χρηστών του Quantum GIS βρίσκεται σε τέτοιο επίπεδο που και ένας άπειρος χρήστης μπορεί να βρει παραδείγματα και εγχειρίδια χρήσης του λογισμικού σε μεγάλο αριθμό στο Διαδίκτυο.



**Εικόνα 4- 7: Πηγές Δεδομένων QGIS**

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Map Servers	Map APIs-Frameworks	Mapping CMS	Spatial Database Systems	SDI Services
Geoserver	OpenLayers	ArcGIS Online	PostgreSQL / PostGIS	GeoNetwork
Map Server	Leaflet	MapBox	Oracle Spatial	GeoNode
ArcGIS for Server	GeoExt	Carto	Microsoft SQL Server Spatial	CKAN
Mapnik	Mapfish	OpenGeo Suite	IBM DB2	GeOrchestra
	Geomajas	MangoMap	Spatialite	easySDI
	MapBender	Cartaro	TerraLib	

Πίνακας 4- 1: Συστήματα για την ανάπτυξη γεωχωρικών εφαρμογών στο Web

(Πηγή: Δ. Κλάδης, 2016)

## 5. ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ & ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Ο αγροτικός χώρος αποτελούσε και αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ανθρώπινη κοινωνία. Ειδικά για την Ελλάδα που διακρίνεται από ιδιαίτερη μορφολογία, ο αγροτικός χώρος αποτέλεσε πηγή επιβίωσης για τον πληθυσμό και κινητήριο οικονομικός παράγοντας. Η απόκτηση αγροτικής ιδιοκτησίας δημιούργησε ιδιαίτερη κουλτούρα γενικά για την προστασία της ακίνητης περιουσίας στην ελληνική κοινωνία. Σήμερα, η αγροτική παραγωγή αντιμετωπίζει μια σειρά από σημαντικές προκλήσεις:

- Ο πληθυσμός του πλανήτη αυξάνεται ραγδαία όντας σήμερα στα 7 δις κατοίκους με πρόβλεψη να προστεθεί άλλο ένα δισεκατομμύριο μέχρι το 2024. Συνεπώς τίθεται άμεσα το θέμα της επάρκειας ποιοτικής αλλά και έν γένει τροφής.
- Εξάντληση των φυσικών πόρων. Έντονη ερημοποίηση παρατηρείται στον χάρτη της Ευρώπης.
- Μόνο το 3% του νερού στην γή χαρακτηρίζεται ως φρέσκο, ενώ από αυτό το 70% χρησιμοποιείται στην γεωργία. Υπολογίζεται ότι το 2025 ο μισός πληθυσμός του πλανήτη θα αντιμετωπίζει έλλειψη νερού.
- Η ενέργεια είναι ένας καθοριστικός παράγοντας που προσδιορίζει τις μεθόδους, το κόστος αλλά και την εν γένει ανάπτυξη της αγροτικής δραστηριότητας. Φαινόμενα της νέας τάσης είναι η εκμετάλλευση περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών, βαθείς γεωτρήσεις νερού,

αλόγιστη χρήση εις βάρος του περιβάλλοντος και της καλλιεργήσιμης γης, των εναλλακτικών πηγών ενέργειας, κ.α.

- Οι έντονες κλιματικές αλλαγές που παρατηρούνται όλο και πιο συχνά σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Πλημμύρες, ξηρασίες, αύξηση θερμοκρασίας, άνοδος της στάθμης της θάλασσας, θερμότερα και ξηρότερα καλοκαίρια, διάβρωση του εδάφους και άλλα κλιματικά φαινόμενα επηρεάζουν δραματικά την αγροτική παραγωγή σε επίπεδο ποιότητας, ποσότητας αλλά και είδους καλλιέργειας.

Τα παραπάνω προβλήματα σχετίζονται με τη σπατάλη των πόρων στη γεωργία, την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, την κακή διαχείριση του αρδευτικού νερού, την έλλειψη εστιασμένης αντιμετώπισης των ασθενειών που ταλανίζουν επί χρόνια τον αγροτικό κόσμο και μειώνουν δραματικά τα κέρδη του ([www.gaiasense.gr](http://www.gaiasense.gr)).

Η αντιμετώπιση των συγκεκριμένων ζητημάτων απαιτούν σύγχρονες λύσεις, τις οποίες προσφέρει η σημερινή τεχνολογία όπως προγράμματα Smart Farming και IoT με εφαρμογή στον αγροτικό τομέα. Οι εφαρμογές των WebGIS δε θα μπορούσαν να λείπουν από το τοπίο, καθώς η ανάγκη για χαρτογράφηση, επεξεργασία και οπτικοποίηση των δεδομένων που σχετίζονται με τον αγροτικό τομέα είναι επιτακτική.

## **5.1 Ο ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ**

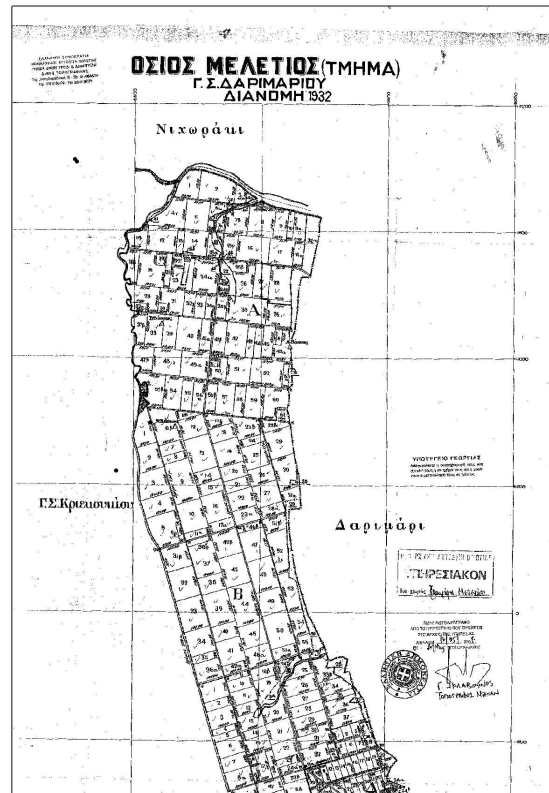
Ως αγροτικός χώρος ορίζεται θετικά ο χώρος που προσδιορίζεται για αγροτική εκμετάλλευση της γης, ενώ αρνητικά ορίζεται εκείνος που δεν είναι ούτε αστικός ούτε δασικός αρνητικά (Ζεντέλης, 2011). Συνεπώς, ο αγροτικός χώρος αποτελείται από το αμιγές και το μη αμιγές τμήμα. Στο μη αμιγές τμήμα περιλαμβάνονται είτε οι περιοχές που καλύπτονται από κάθε μορφής οριοθετημένες και θεσμοθετημένες ζώνες, είτε οι περιοχές όπου το εγκεκριμένο Γ.Π.Σ επιτρέπει τη δόμησή τους. Επίσης, εντάσσονται οι περιοχές εκτός σχεδίου, οι οποίες αναπτύσσονται νόμιμα σύμφωνα με τις ισχύουσες προϋποθέσεις. Στο αμιγές τμήμα περιέχονται οι περιοχές του μη αστικοποιημένου χώρου, οι οποίες χρησιμοποιούνται προς αγροτική εκμετάλλευση (Ζεντέλης, 2011). Οι τελευταίες, αποτελούνται από τμήματα γης που ονομάζονται αγροτεμάχια, ενώ μέρος αυτών είναι τα κληροτεμάχια, τα οποία αποτελούν το γεωργικό κλήρο που παραχωρήθηκε από το ελληνικό δημόσιο σε ακτήμονες καλλιεργητές.

Τα κληροτεμάχια αποδίδονται (στο παρελθόν) στους έλληνες ακτήμονες υπό τις παρακάτω μορφές:

- Διανομή
- Αναδασμός
- Εποικιστικές εκτάσεις

### **5.1.1 ΔΙΑΝΟΜΗ**

Με τη διανομή γης γινόταν η παραχώρηση σε ακτήμονες καλλιεργητές τίτλων κυριότητας επί κρατικής ή απαλλοτριωμένης έκτασης. Κύρια αιτία της σύνταξης διανομών υπήρξε η αποκατάσταση των προσφύγων της Μικρασιατικής καταστροφής του 1922. Οι διανομές διακρίνονται σε διανομές οικοπέδων σε συνοικισμούς (κλίμακα: 1:1.000) και σε διανομές κληροτεμαχίων σε αγροτικές εκτάσεις (κλίμακα 1:5.000). Η διανομή έχει ως αποτέλεσμα γεωτεμάχια τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τα όρια, το σχήμα, την επιφάνεια, την παραγωγικότητα και τη δυνατότητα διοικητικού ελέγχου. Η διαμόρφωση των αγροτεμαχίων γίνεται είτε με συστηματική είτε με φυσική διανομή. Στην πρώτη περίπτωση, η διανομή βασίζεται σε κανονικοποιημένη και σχετικά ομοιόμορφη κατάτμηση της γης σε συνήθως μεγάλες επιφάνειες, με απώτερο σκοπό την ευκολότερη, καλύτερη και παραγωγικότερη εκμετάλλευση του αγροτικού χώρου. Στη δεύτερη περίπτωση, έχουμε τη φυσική διανομή της αγροτικής γης, η οποία προέκυψε ιστορικά από διαδοχικές κατατμήσεις, απ' την οποία τα όρια των αγροτεμαχίων προέκυψαν αυθαίρετα ή αντιπροσωπεύουν φυσικά χαρακτηριστικά, όπως ρέματα ή κορυφογραμμές (Ζεντέλης, 2011). Οι διανομές διακρίνονται σε οριστικές, προσωρινές και συμπληρωματικές, ενώ κάθε μία χαρακτηρίζεται από την εποχή που υλοποιήθηκε.



**Εικόνα 5-1: Διανομή Γ.Σ. Δαριμαρίου (Δάφνης) έτους 1932  
(σε γεωγραφική συνέχεια του Αναδασμού Ερυθρών)  
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)**

## 5.1.2 ΑΝΑΔΑΣΜΟΣ

Αναδασμός ονομάζεται η διαδικασία, κατά την οποία η αρμόδια κρατική αρχή αποσπά όλες τις έγγειες ιδιοκτησίες ενός καθορισμένου τόπου από τους ιδιοκτήτες τους, χαράσσει νέα όρια στο εσωτερικό τους και τελικά επαναδιανέμει μεταξύ των πρότερων ιδιοκτητών, με νέους τίτλους κυριότητας και με τη μορφή ενός ενιαίου τεμαχίου. Αποτελεί μια μέθοδο που εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο σε αγροτικές περιοχές, με σκοπό τον εξορθολογισμό και την τόνωση της γεωργικής παραγωγής.

Ο αναδασμός στην Ελλάδα άρχισε να τίθεται σε εφαρμογή από τις αρχές της δεκαετίας του 1950. Μέσω του αναδασμού επιτυγχάνεται η ποιοτική αναβάθμιση του αγροτικού βίου, αμβλύνεται το φαινόμενο της αστικοποίησης, δημιουργείται ανταγωνιστική γεωργία και ευδοκμεί η αγροτική γη. Επιπρόσθετα πλεονεκτήματα αυτής της πράξης εφαρμογής είναι η

μείωση του κόστους παραγωγής αλλά και η αύξηση της παραγωγικότητας και του γεωργικού εισοδήματος. Με αυτό τον τρόπο επιλύονται τα χρόνια προβλήματα ιδιοκτησίας που ταλανίζουν τον αγροτικό κλήρο. Επιπλέον, οι γεωργικές μονάδες λειτουργούν εύρυθμα, οι καλλιέργειες αναδιαρθρώνονται και εκμηχανίζονται. Ο αναδασμός οφείλει να γίνεται υπό σωστές προϋποθέσεις και συγκεκριμένα με την εκούσια βούληση των δικαιούχων, ώστε να μη λάβει χαρακτηριστικά απαλλοτρίωσης. Είναι επιτακτική ανάγκη να συμμετέχουν ενεργά τόσο οι δικαιούχοι όσο και οι αγρότες. Ο αναδασμός αποτελείται από δύο είδη: απ' τον εκούσιο-προαιρετικό, κατά τη διάρκεια του οποίου υποβάλλονται αιτήσεις και απ' τον υποχρεωτικό-αναγκαστικό, ο οποίος επιβάλλεται για την εκτέλεση εγγειοβελτιωτικών έργων και για κτήματα των οποίων η διανομή δεν έχει οριστικοποιηθεί. Επίσης, ο υποχρεωτικός αναδασμός διενεργείται σε παραμεθόριες περιοχές. Για τη διενέργεια αναδασμού εκδίδεται απόφαση του Νομάρχη της οικείας περιφέρειας, η οποία δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως υπό μορφή ΦΕΚ. Ωστόσο, αναδύονται και κάποια μειονεκτήματα αυτού του μέτρου, όπως είναι η χρονοβόρα διαδικασία, η μη τήρηση των κτηματολογικών δεδομένων, η μη βιωσιμότητα του κλήρου, καθώς η ιδιοκτησία τείνει να επανα-κατακερματιστεί στα όρια των πολεοδομικών περιορισμών, και η απροθυμία των ιδιοκτητών να εγκατασταθούν στα νέα αγροτεμάχια.

(Πηγή: Μάρκου,2009)

### **5.1.3 ΕΠΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ**

Στις εποικιστικές εκτάσεις ανήκουν οι δύο παραπάνω κατηγορίες. Επιπλέον, στις εποικιστικές εκτάσεις ανήκουν:

1. Κοινόχρηστες και διαθέσιμες δασικές εκτάσεις του αγροτικού κώδικα, οι οποίες έχουν παραμείνει στην αρμοδιότητα της διεύθυνσης γεωργίας, περιέρχονται με πράξη του νομάρχη, μετά από κοινή έκθεση ενός δασολόγου και ενός γεωπόνου, που υπηρετούν στις αντίστοιχες διευθύνσεις γεωργίας και δασών της νομαρχίας, στη διαχείριση της δασικής υπηρεσίας, εφόσον καλύπτονται μερικά ή ολικά από δάσος δρυός (εκτός πρίνου και αριάς), πεύκης, ελάτης, οξιάς, πλατάνου, σκλήθρου και καστανιάς και δεν είναι απαραίτητες για την κτηνοτροφία. Οι τοπικές δασικές υπηρεσίες έχουν υποχρέωση μετά τη δημοσίευση της πράξης του νομάρχη να θέσουν τις εκτάσεις αυτές σε δασοπονική διαχείριση και εκμετάλλευση ως δημόσια δάση.

2. Όσες από τις εκτάσεις της προηγούμενης παραγράφου μεταβιβάστηκαν σε Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης υπάγονται στη διαχείρισή τους σύμφωνα με τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας.

3. Δημόσιες εποικιστικές εκτάσεις που παραχωρήθηκαν για αποκατάσταση ακτημόνων γεωργών, οι οποίες κατά την έναρξη ισχύος του νόμου αυτού καλύπτονται σε ποσοστό τουλάχιστον είκοσι πέντε τοις εκατό από τα δασοπονικά είδη της παραγράφου 1, διατηρούν το δασικό χαρακτήρα ως προς την καλυπτόμενη έκταση και οι δικαιούχοι τους τις διαχειρίζονται σύμφωνα με τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας. Για την υπόλοιπη έκταση ή για ολόκληρη την έκταση, αν δεν συντρέχουν οι προϋποθέσεις του προηγούμενου εδαφίου, εφαρμόζονται οι διατάξεις της αγροτικής νομοθεσίας.

(Πηγή: [www.nomoskorpio.gr](http://www.nomoskorpio.gr))

## 5.2 ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Σύμφωνα με τον Ζεντέλη (2011), ως Κτηματολόγιο ορίζεται: «ένα γενικό, με αποδεικτική ισχύ και δημόσιου χαρακτήρα σύστημα χωρικών πληροφοριών, για την καταγραφή, την προστασία και τη διαχείριση των εμπραγμάτων δικαιωμάτων των εντός και εκτός συναλλαγής ακινήτων, των οποίων καταγράφει τις κτηματολογικές πληροφορίες».

Η Διεθνής Ομοσπονδία Τοπογράφων (International Federation of Surveyors - FIG) έδωσε έναν ορισμό για το Κτηματολόγιο το 1995. Σύμφωνα με την FIG (1995) «το Κτηματολόγιο συνιστά τον πυρήνα του συστήματος διαχείρισης γης και ορίζεται ως ένα διαρκώς ενήμερο σύστημα πληροφοριών γης, με βάση το γεωτεμάχιο που περιέχει καταγραφές δικαιωμάτων, περιορισμών και ευθυνών. Συνήθως περιλαμβάνει γεωμετρική περιγραφή των γεωτεμαχίων η οποία συνδέεται με άλλες καταγραφές που περιγράφουν την φύση των εγγραφών, την κυριότητα ή τον έλεγχο αυτών και συχνά την αξία του γεωτεμαχίου και τις βελτιώσεις του».

Το Κτηματολόγιο συνιστά θεμελιώδης βάση για τη λήψη αποφάσεων και τη σωστή διακυβέρνηση. Στην Ελλάδα το Κτηματολόγιο αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά εν εξελίξει αναπτυξιακά έργα με σκοπό την αξιόπιστη καταγραφή της περιουσίας των πολιτών και του κράτους. Το Κτηματολόγιο στην ολότητα του, ως εκσυγχρονισμένο σύστημα καταγραφής, καταχώρισης και διακίνησης εμπραγμάτων δικαιωμάτων και ως μία ολοκληρωμένη, αυτοματοποιημένη και διαρκώς ενημερωμένη πληροφοριακή υποδομή ανοιχτή στον απλό πολίτη, στον επενδυτή και σε κάθε άνθρωπο που ζει σε μια κοινωνία και παίρνει αποφάσεις και κατά επέκταση για όλη τη χώρα, συνιστά από τις μεγαλύτερες διοικητικές μεταρρυθμίσεις της χώρας.



## **6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ WebGIS ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ**

### **ΤΗΣ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΑΚΙΝΗΤΩΝ**

Παρ' όλο που οι διαδικασίες υλοποίησης διανομών και αναδασμών πραγματοποιήθηκαν με γεωδαιτικές – τοπογραφικές μεθόδους, υφίσταται ακόμα το πρόβλημα εφαρμογής τίτλων ακινήτων και διαγραμμάτων. Η εφαρμογή πάνω στο έδαφος ορίων ακινήτων των οποίων οι περιγραφές στα σχετικά έγγραφα είναι είτε ατελείς, είτε ασαφώς διατυπωμένες, είτε και εντελώς ανύπαρκτες αποτελούν ακόμα και σήμερα μία πρόκληση. Οι τοπογραφικές εργασίες εκτελέστηκαν σε προηγούμενες περιόδους με τα μέσα και τις μεθόδους της εποχής, με υλοποίηση οροσήμεν επί του εδάφους τα οποία σήμερα είναι εξαιρετικά σπάνιο να βρεθούν. Επίσης, οι δημόσιες υπηρεσίες – φορείς οι οποίες είναι αρμόδιες για τη διάθεση των δεδομένων που είναι απαραίτητα για την εφαρμογή των παραπάνω εργασιών, δε διαθέτουν οργανωμένο αρχείο, ενώ στη χειρότερη περίπτωση το αρχείο είναι χαμένο και ο Μηχανικός καλείται να δώσει λύση με τα ελάχιστα μέσα.

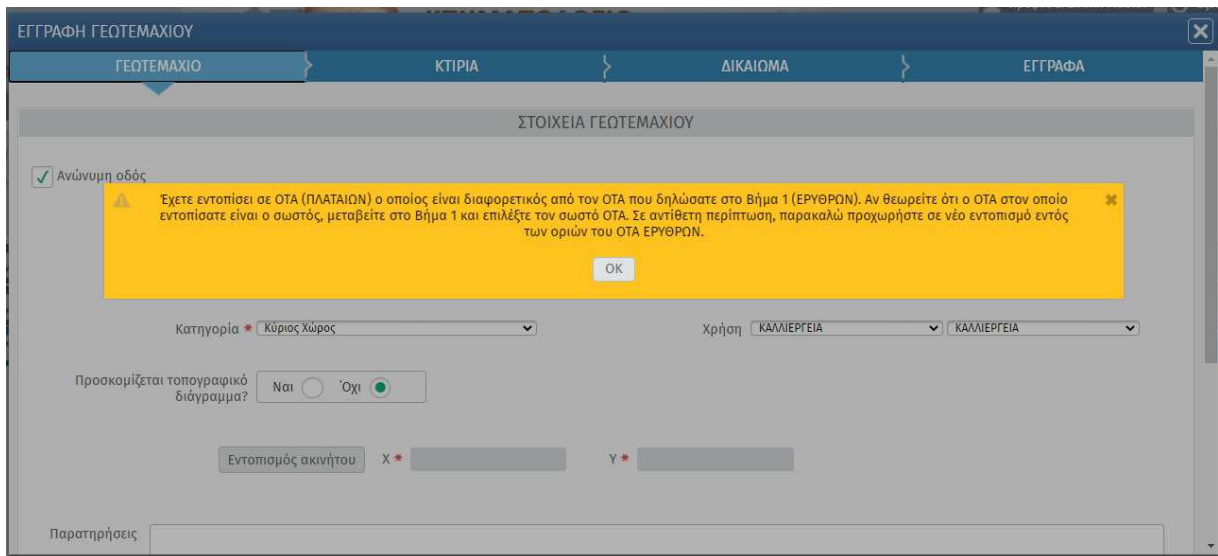
Πρώτο μέλημα του Μηχανικού είναι η συγκέντρωση του διατιθέμενου υλικού και η οποιαδήποτε άλλη πληροφορία γύρω από την περιοχή και το ακίνητο και η ταξινόμηση του υλικού από άποψη αξιοπιστίας και σπουδαιότητας. Εφόσον πρόκειται για εποικιστικές περιοχές, τέτοια υλικά είναι:

- Τριγωνομετρικά σημεία
- Χάρτες διανομής ή αναδασμού
- Ορόσημα
- Εμβαδά
- Αρχικοί ιδιοκτήτες
- Επόμενοι τίτλοι ιδιοκτησίας
- Τυχόν πρόσφατα τοπογραφικά από τους χάρτες

(ΤΕΕ – Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, 1993)

Λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι φορείς που διαθέτουν αυτά τα δεδομένα είναι συχνά διεσπαρμένοι σε μία Περιφέρεια, η παραπάνω διαδικασία χαρακτηρίζεται ως μία επίπονη διεργασία, οδηγώντας πολλές φορές σε ελλιπή συγκέντρωση πληροφοριών και δεδομένων για την εκπόνηση μίας τοπογραφικής μελέτης οριοθέτησης.

Σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία παίζει και η απουσία Εθνικού Κτηματολογίου για κάποιες περιοχές, θεμέλιου κάθε αναπτυξιακής προσπάθειας και βασικού παράγοντα ενός κράτους. Από την άλλη, σε περιοχές που βρίσκονται υπό κτηματογράφηση ή ΟΤΑ με λειτουργούν κτηματολογικά γραφεία βρίσκονται αντιμέτωπα με γνωστά προβλήματα της ελληνικής επικράτειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα διοικητικά όρια μεταξύ των ΟΤΑ.



**Εικόνα 6- 1: Εντοπισμός αγροτεμαχίου Αναδασμού Ερυθρών στο ηλεκτρονικό σύστημα υποβολής δηλώσεων Κτηματολογίου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)**

Με αφορμή τα παραπάνω, στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας δημιουργήθηκε μία διαδικτυακή εφαρμογή η οποία παρέχει συγκεντρωμένα και σε ένα φιλικό για το χρήστη περιβάλλον, τα απαραίτητα γεωχωρικά δεδομένα, προκειμένου να δοθεί η δυνατότητα στο χρήστη να προβεί σε μία τοπογραφική εργασία οριοθέτησης.

Στη συνέχεια αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε για την υλοποίηση της εφαρμογής. Οι τεχνολογίες και τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι open source [Ελεύθερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοιχτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ)]. Προκειμένου να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα των συστημάτων και η διάχυση των δεδομένων μέσω του πρωτοκόλλου HTTP, τα δεδομένα συμμορφώνονται με τα πρότυπα του Open Geospatial Consortium.

## 6.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η αρχιτεκτονική που επιλέχθηκε για την υλοποίηση της εφαρμογής ακολουθεί το σχήμα Leaflet – Geoserver – PostgreSQL/PostGIS. Το σχήμα αυτό είναι ευρέως διαδεδομένο ανάμεσα στους χρήστες των web γεωχωρικών εφαρμογών. Η δομή του συστήματος ακολουθεί το μοντέλο client – server με χαρακτηριστικά medium client<sup>6</sup>. Η αρχιτεκτονική που εφαρμόστηκε ακολουθεί την αρχιτεκτονική 3 επιπέδων (3- tier architecture).

- i. Ξεκινώντας από πάνω, στο επίπεδο του client χρησιμοποιήθηκε το Leaflet JavaScript API. Η συγκεκριμένη διεπαφή περιλαμβάνει πλήθος εργαλείων και παραδειγμάτων, προκειμένου να στηθεί μία ολοκληρωμένη γεωχωρική εφαρμογή, ενώ υποστηρίζονται οι διαδικτυακές γεωχωρικές υπηρεσίες του OGC.
- ii. Το μεσαίο επίπεδο περιλαμβάνει τις τεχνολογίες εκείνες, οι οποίες είναι υπεύθυνες να επεξεργαστούν το ερώτημα του client και να απαντήσουν σύμφωνα με τις παραμέτρους που καθορίζονται. Τη λειτουργία αυτή αναλαμβάνουν ο εξυπηρετητής ιστού (web server) και ο εξυπηρετητής εφαρμογών (application server). Ως web server, στη συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε ο Apache HTTP. Το ερώτημα του πελάτη σε μία WebGIS εφαρμογή απαιτεί υπολογισμούς για τους οποίους ένας απλός application server δεν μπορεί να επεξεργαστεί τη χωρική πληροφορία των δεδομένων. Απαιτείται η εφαρμογή τεχνολογίας map server. Ως map server στη συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε ο Geoserver. Το ερώτημα του client, μεταφέρεται από τον web server στον Geoserver, ο οποίος είναι υπεύθυνος να προσπελάσει τα χωρικά δεδομένα και να τα απεικονίσει στον client σε προκαθορισμένη μορφή.
- iii. Το χαμηλότερο επίπεδο περιλαμβάνει το χώρο στον οποίο αποθηκεύονται τα δεδομένα. Για τις ανάγκες της εφαρμογής εκμεταλλευτήκαμε τις δυνατότητες του ΣΔΒΔ PostgreSQL με τις χωρικές λειτουργίες που προσφέρει η επέκταση PostGIS. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στην Βάση Δεδομένων ανάλογα το γεωμετρικό τύπο. Η PostGIS επιτρέπει την εκτέλεση χωρικών επερωτημάτων στα δεδομένα, πέραν της σύνταξης της βιβλιοθήκης SQL που περιλαμβάνεται σε τέτοιου είδους λογισμικά. Επιπλέον, η συγκεκριμένη τεχνολογία επιτρέπει τη διασύνδεση των δεδομένων με το Geoserver.

---

<sup>6</sup> Medium client: Client-server αρχιτεκτονική κατά την οποία ο φόρτος εργασίας μίας εφαρμογής διαμοιράζεται ανάμεσα στον client και το server, ανάλογα της πολυπλοκότητας του ερωτήματος, των υπολογισμών που απαιτούνται και της απαιτούμενης υπολογιστικής ισχύος, για την εκτέλεση ενός ερωτήματος του client.

## 6.2 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### 6.2.1 ΣΔΧΒΔ

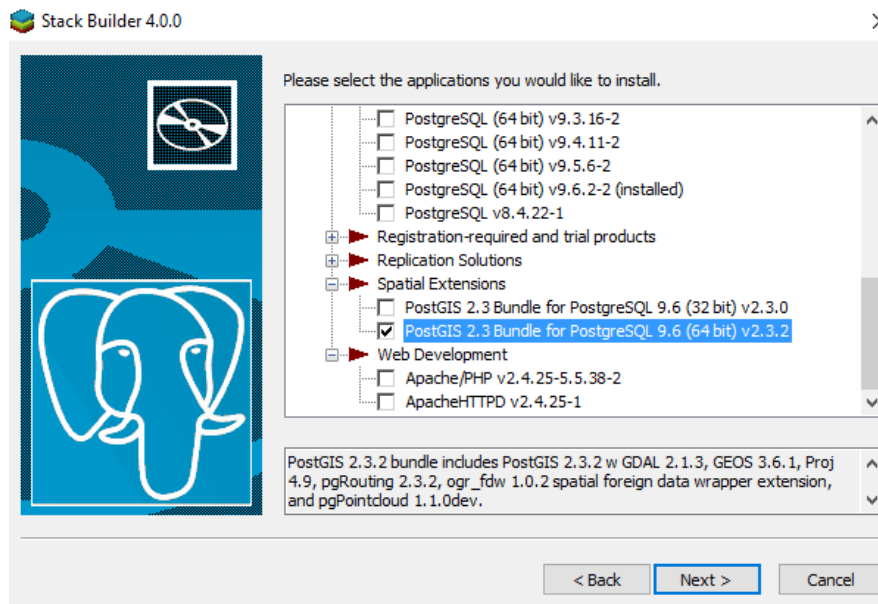
Βασική προϋπόθεση για την υλοποίηση της εφαρμογής είναι η εγκατάσταση των επιμέρους λειτουργικών συστημάτων. Αρχικά, έγινε η εγκατάσταση του συστήματος που υποδέχεται τα δεδομένα. Η εγκατάσταση της PostgreSQL και της επέκτασης PostGIS, γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες που βρίσκονται στον ιστότοπο της εφαρμογής ([www.postgresql.org](http://www.postgresql.org)). Εγκαταστάθηκε η έκδοση PostgreSQL 9.6 με την επέκταση PostGIS.



The screenshot shows the PostgreSQL website's 'Windows installers' page. The header features the PostgreSQL logo and the tagline 'The world's most advanced open source database.' Below the header is a navigation menu with links for Home, About, Download, Documentation, Community, Developers, Support, and Your account. The main content area is titled 'Windows installers' and includes a sidebar with links to Downloads (Binary, Source), Software Catalogue, and File Browser. The main text describes the 'Interactive installer by EnterpriseDB', providing a link to download the installer, a detailed description of its features (PostgreSQL server, pgAdmin, StackBuilder), and instructions on how to run it. It also mentions a 'Graphical installer by BigSQL' and provides a link to download it.

**Εικόνα 6-2: Κεντρική σελίδα της PostgreSQL για Windows**

(Πηγή: [www.postgresql.org](http://www.postgresql.org))

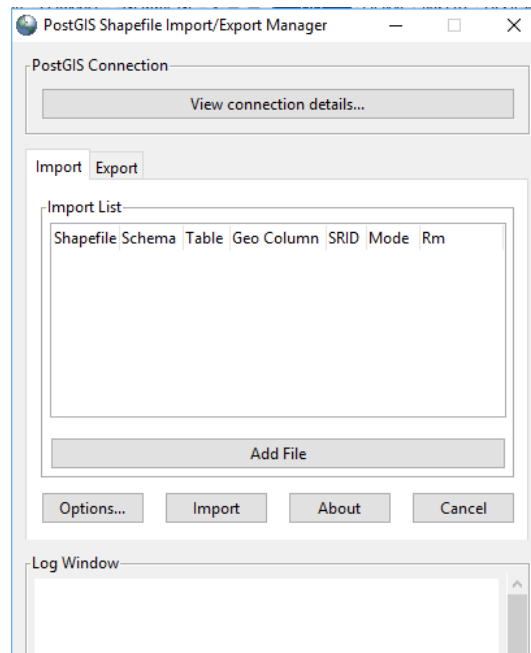


**Εικόνα 6-3: Wizard της PostgreSQL για επιλογή επέκτασης PostGIS**

(Πηγή: [www.postgresql.org](http://www.postgresql.org))

Μαζί με την εφαρμογή της PostgreSQL/ PostGIS εγκαθίσταται και το λογισμικό διαχείρισης που σε αυτή την έκδοση είναι το `pgadmin4`. Το `pgadmin4` προσφέρει ένα φιλικό περιβάλλον στο χρήστη, μέσω του οποίου γίνεται όλη η οργάνωση των δεδομένων σε ξεχωριστούς servers ή ξεχωριστές βάσεις δεδομένων. Κάθε βάση δεδομένων περιγράφεται από το σχήμα της το οποίο είτε επιλέγεται να είναι το default σχήμα που παρέχει η PostgreSQL (`public`), είτε δημιουργείται από το χρήστη. Τα δεδομένα μιας βάσης οργανώνονται σε πίνακες οι οποίοι υπακούουν στο σχήμα της βάσης.

Από το περιβάλλον του `pgadmin4` δημιουργήθηκε μία νέα κενή βάση στην οποία τοποθετήθηκαν τα χωρικά δεδομένα. Η διαδικασία της εισόδου χωρικών δεδομένων σε βάση της PostgreSQL υλοποιείται μέσω της PostGIS. Το περιβάλλον της PostGIS απαιτεί τη σύνδεση με τη βάση δεδομένων, με χρήση διεπιστευτηρίων (`username`, `password`) τα οποία ρυθμίζονται κατά την εγκατάσταση της πλατφόρμας της PostgreSQL. Μετά την επιτυχή σύνδεση με τη βάση, μπορούν να επιλεγθούν τα χωρικά δεδομένα.



**Εικόνα 6-4: Περιβάλλον PostGIS**

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Για τις ανάγκες της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω δεδομένα τα οποία ψηφιοποιήθηκαν αρχικά σε μορφή shapefile:

- Ορόσημα και τριγωνομετρικά αναδασμού (points)
- Βοηθητικά πολύγωνα οροσέμων (polygons)
- Αγροτεμάχια αναδασμού (polygons)
- Πολύγωνα διοικητικών ορίων (polygons)
- Πολύγωνο ορίου κτηματογράφησης (polygons)
- Πολύγωνο ορίου απαλλοτρίωσης καναλιού μόρνου (polygons)

Η πινακίδα του αναδασμού υπέστη γεωαναφορά με βάση τα ακραία, αφού έγινε μετατροπή των συντεταγμένων από το σύστημα HATT στο ΕΓΣΑ 87.

## **6.2.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ GEOSERVER**

Στο επόμενο βήμα πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση του Geoserver. Και πάλι μέσω της επίσημης σελίδας επιλέχθηκε η διαθέσιμη έκδοση για λειτουργικό Windows.



**Εικόνα 6-5: Κεντρική σελίδα Geoserver**

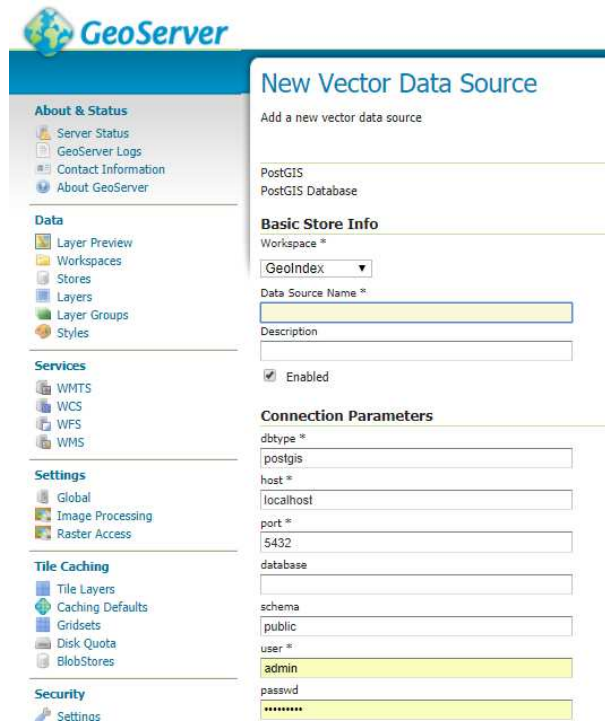
(Πηγή: [www.geoserver.org](http://www.geoserver.org))

Τα δεδομένα στο Geoserver ακολουθούν μία ιεραρχική δομή, όπως περιγράφηκε στα προηγούμενα. Δημιουργήθηκε το απαραίτητο workspace και ορίστηκε το store στο οποίο έγινε η εισαγωγή των δεδομένων με μορφή βάσης PostGIS.



**Εικόνα 6-6: : Επιλογή μορφής διανυσματικών δεδομένων στο store**

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Εικόνα 6-7: Ρύθμιση παραμέτρων διασύνδεσης Geoserver με τη βάση PostgreSQL

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

### 6.2.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ WEB SERVER

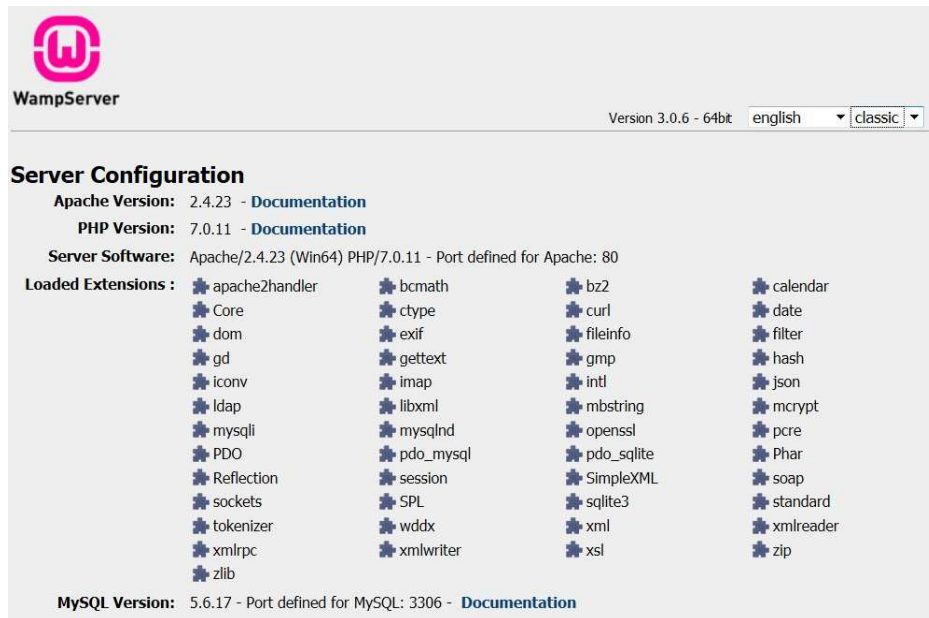
Για τη δημιουργία της διεπαφής του πελάτη είναι απαραίτητη η εγκατάσταση των τεχνολογιών εκείνων που θα δίνουν τη δυνατότητα επικοινωνίας του πελάτη με τα δεδομένα. Οι τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνουν τα απαραίτητα εργαλεία, ώστε η εφαρμογή να είναι προσπελάσιμη ανεξάρτητα του φυλλομετρητή (browser) του client.

Για τις ανάγκες του συστήματος του web server και των υπόλοιπων συστημάτων της αρχιτεκτονικής της συγκεκριμένης εφαρμογής, εγκαταστάθηκε ο Wamp Server (x64). Ο Wamp Server στη γλώσσα των υπολογιστών θεωρείται ένα software stack (“σωρός” ή “στοίβα” λογισμικού) το οποίο είναι κατάλληλο για εγκατάσταση και υλοποίηση εφαρμογών σε περιβάλλον λειτουργικού συστήματος Windows. Η άδεια χρήσης του Wamp Server υπακούει στην GNU GPL.

Ο Wamp Server είναι μία πλατφόρμα που αποτελείται από τον Apache Web Server, τη βιβλιοθήκη της server-side γλώσσας προγραμματισμού PHP, καθώς και τη βιβλιοθήκη της

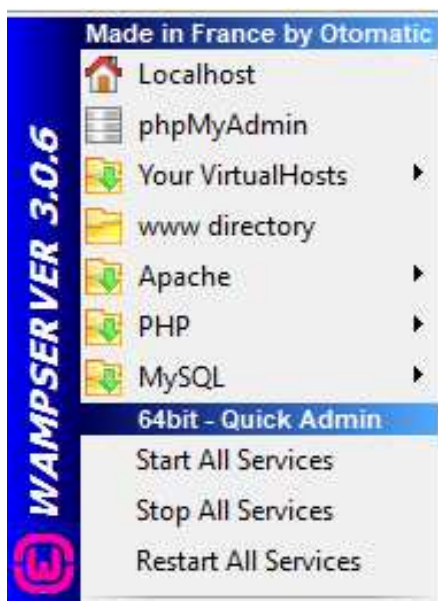


γλώσσας βάσεων δεδομένων SQL. Με την εγκατάσταση του Wamp πραγματοποιείται και η εγκατάσταση όλων των απαραίτητων τεχνολογιών για μία ολοκληρωμένη πλατφόρμα υλοποίησης μίας web εφαρμογής.



**Εικόνα 6- 8: Περιβάλλον εγκατάστασης Wamp Server**

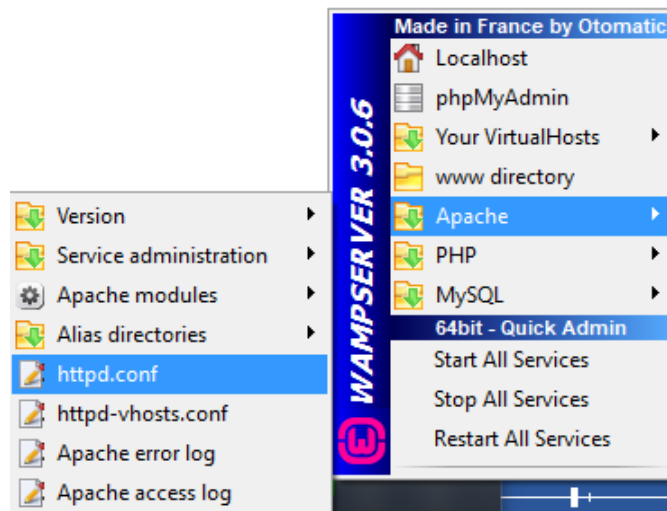
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



**Εικόνα 6- 9: Το menu του Wamp Server στη task bar των Windows**  
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Για την επικοινωνία του Geoserver που είναι γραμμένος σε Java, με τον Apache HTTP απαιτείται η σύνταξη του παρακάτω κώδικα στο αρχείο httpd.conf του Apache:

```
Include "${INSTALL_DIR}/alias/*"  
  
ProxyPreserveHost On  
  
<Proxy *>  
  
Order deny,allow  
  
Allow from all  
  
</Proxy>  
  
ProxyPass /geoserver http://localhost:8080/geoserver  
  
ProxyPassReverse/geoserver http://localhost:8080/geoserver
```



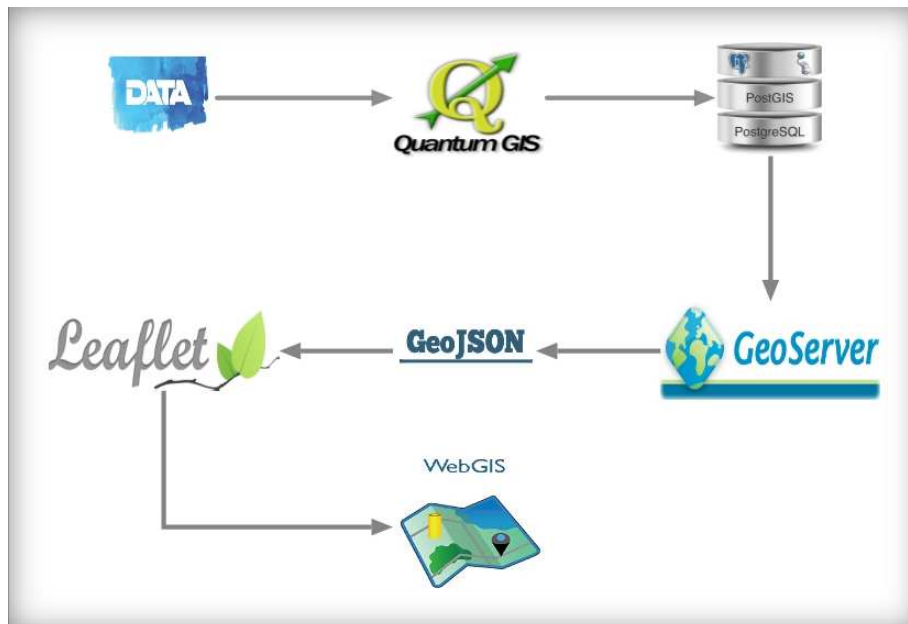
**Εικόνα 6-10: Αρχείο httpd.conf του Apache**

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Ο παραπάνω κώδικας δημιουργεί ένα διακομιστή μεσολάβησης (proxy server) για τον Geoserver εντός του Apache, ώστε ο τελευταίος να είναι σε θέση να εκτελεί τα ερωτήματα του client.

## 6.2.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΙΕΠΑΦΗΣ ΤΟΥ ΠΕΛΑΤΗ (CLIENT)

Η διεπαφή του πελάτη στηρίχθηκε στη client – side βιβλιοθήκη του Leaflet Javascript API. Για την αξιοποίηση της Leaflet βιβλιοθήκης, μέσω της σελίδας [http:// https://leafletjs.com/](http://https://leafletjs.com/) ο χρήστης μπορεί να βρει αρκετά παραδείγματα δημιουργίας των επιμέρους εργαλείων μίας εφαρμογής και σταδιακά να αναπτύξει μία ολοκληρωμένη WebGIS εφαρμογή. Επιπρόσθετα, μέσω της πλατφόρμας GitHub τα παραδείγματα που είναι γραμμένα σε Leaflet, μπορούν να αποθηκευθούν στον Η/Υ σε μορφή συμπιεσμένου αρχείου. Έτσι, μέσω κατάλληλης πλατφόρμας ανάπτυξης κώδικα (πχ Artana Studio) μπορεί να ξεκινήσει η ανάπτυξη μίας εφαρμογής.



Εικόνα 6-11: Workflow δημιουργίας εφαρμογής WebGIS αποκλειστικά με opensource τεχνολογίες

(Πηγή: <http://www.info-geospasial.com/>)

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν τεχνολογίες και γλώσσες προγραμματισμού στον πελάτη και στον εξυπηρετητή με στόχο τη δημιουργία ενός φιλικού περιβάλλοντος αναζήτησης, ανάκτησης και χορήγησης των γεωχωρικών προϊόντων που περιέχει η βάση δεδομένων. Αυτές αφορούν:

- ✓ **HTML:** Η δομή της ιστοσελίδας στηρίζεται γλώσσα σήμανσης HTML.

- ✓ **CSS:** Μέσω της γλώσσας ccs αποδόθηκε ο συμβολισμός των στοιχείων της HTML. Τα αρχεία css συνδέονται μέσω links με τα στοιχεία της HTML.
- ✓ **Javascript:** Η γλώσσα Javascript είναι η κύρια γλώσσα δημιουργίας της client διεπαφής. Τα σενάρια JavaScript που δημιουργήθηκαν αναλαμβάνουν την αλληλεπίδραση του χρήστη με τους καταλόγους και τα εργαλεία της διεπαφής.
- ✓ **Leaflet:** ο κώδικας JavaScript παρέχει τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης με στοιχεία του χάρτη, καθώς και την αλληλεπίδραση με τις γεωχωρικές υπηρεσίες για την άντληση και οπτικοποίηση των γεωχωρικών δεδομένων.
- ✓ **AJAX:** η τεχνολογία AJAX ενσωματώθηκε στο κώδικα JavaScript για την ασύγχρονη εκτέλεση λειτουργιών στον εξυπηρετητή και την εμφάνιση νέου περιεχομένου στην εφαρμογή.

## **7. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ WebGIS ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Η συγκεκριμένη διαδικτυακή εφαρμογή προσφέρει τις βασικές λειτουργίες μίας WebGIS εφαρμογής, προκειμένου ο χρήστης να αναζητήσει τα γεωχωρικά στοιχεία που τον ενδιαφέρουν και να μπορέσει τελικά να προβεί σε μία τοπογραφική μελέτη οριοθέτησης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται όλες οι λειτουργίες και τα εργαλεία που προσφέρει η εφαρμογή.

### Ροή εργασίας για τη μελέτη οριοθέτησης αγροτικού ακινήτου

Κατά σειρά, η διαδικασία που ακολουθεί ένας χρήστης για μία τέτοιου είδους εργασία είναι:

- Εντοπισμός του αγροτεμαχίου βάσει:
  - Συντεταγμένων
  - Του αριθμού του αγροτεμαχίου (από τίτλο ιδιοκτησίας, από στοιχεία που διαθέτει ο ιδιοκτήτης, από επιτόπου αναγνώριση κλπ.)
  - Θέασης στο περιβάλλον της εφαρμογής σε κατάλληλο υπόβαθρο
- Εκτύπωση αποσπάσματος της αντίστοιχης πινακίδας του αναδασμού στο οποίο εμφανίζονται οι διαστάσεις του αγροτεμαχίου, των όμορων ιδιοκτησιών και τα απαραίτητα ορόσημα.
- Ανάκτηση και περαιτέρω παραγγελία των συντεταγμένων των οροσήμων από τον αντίστοιχο φορέα.

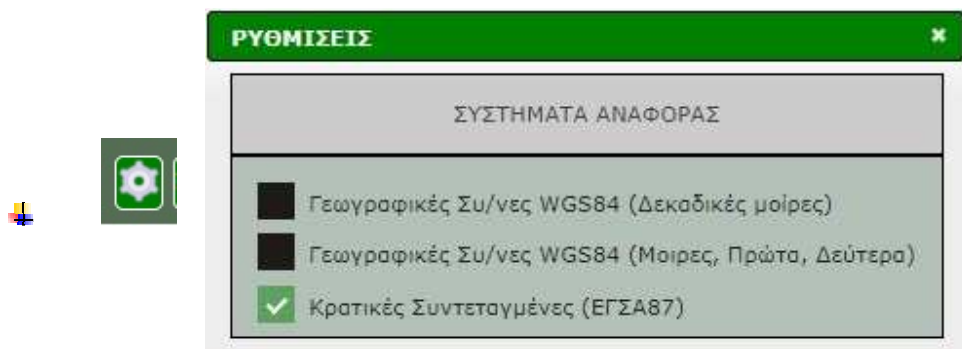
- Ανεύρεση των ισχύουσων πολεοδομικών διατάξεων που διέπουν την περιοχή του αγροτεμαχίου.
- Έλεγχος των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της περιοχής, όπως απαλλοτριωμένες εκτάσεις από εγγυοβελτιωτικά έργα, χαρακτηρισμένες δασικές εκτάσεις, κηρυγμένοι αρχαιολογικοί χώροι κ.α.
- Αναζήτηση απαραίτητων στοιχείων για τη κτηματογράφηση του ακινήτου.
- Έλεγχος, μέσω της θέασης, πιθανών μεταβολών στην αρχική ιδιοκτησία (πχ κατάτμηση αγροτεμαχίου, σύσταση κάθετης ιδιοκτησίας, μεταβολή κοίτης όμορου ρέματος)

### Επισκόπηση της εφαρμογής

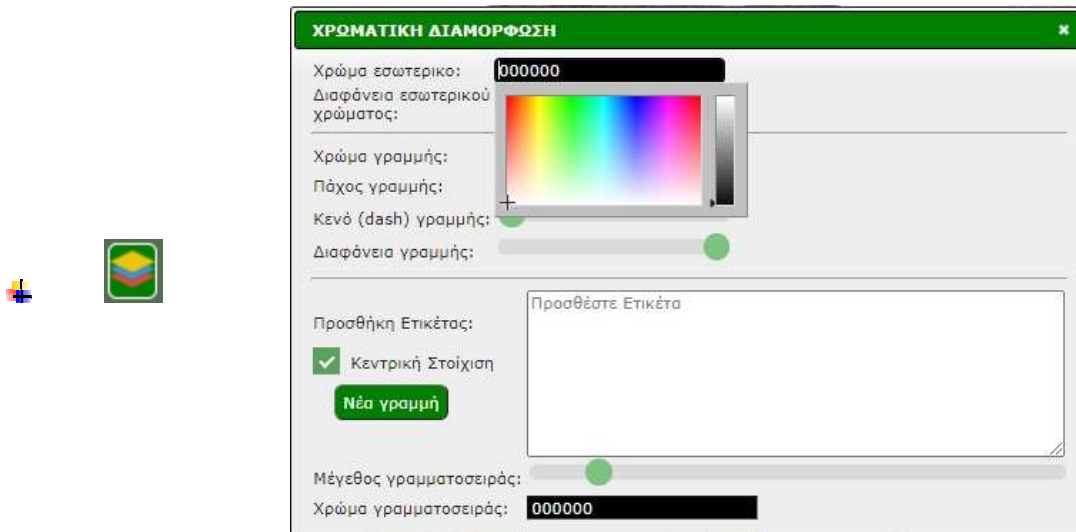
Η εφαρμογή περιλαμβάνει το αριστερό τμήμα της οθόνης, στο οποίο περιλαμβάνονται τα εργαλεία της εφαρμογής και στο δεξιό τμήμα, όπου συγκεντρώνονται τα διαθέσιμα υπόβαθρα και δεδομένα. Συγκεκριμένα:

### Αριστερό τμήμα:

### Μπάρα βασικών εργαλείων



Μπάρα διαθέσιμων συστημάτων αναφοράς



Μπάρα χρωματικής διαμόρφωσης και εισαγωγής ετικέτας



Εργαλείο μετατροπής συντεταγμένων και εντοπισμού

Με βάση τα παραπάνω εργαλεία, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα:

- Να ορίσει σύστημα συντεταγμένων
- Να ορίσει χρωματική παλέτα στα δεδομένα που εμφανίζονται στο χάρτη

- Να κάνει εντοπισμό με κρατικές συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ 87 ή να μετατρέψει γεωγραφικές συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ 87 και κατόπιν να εντοπίσει τη θέση που επιθυμεί.

Δεξιό τμήμα:



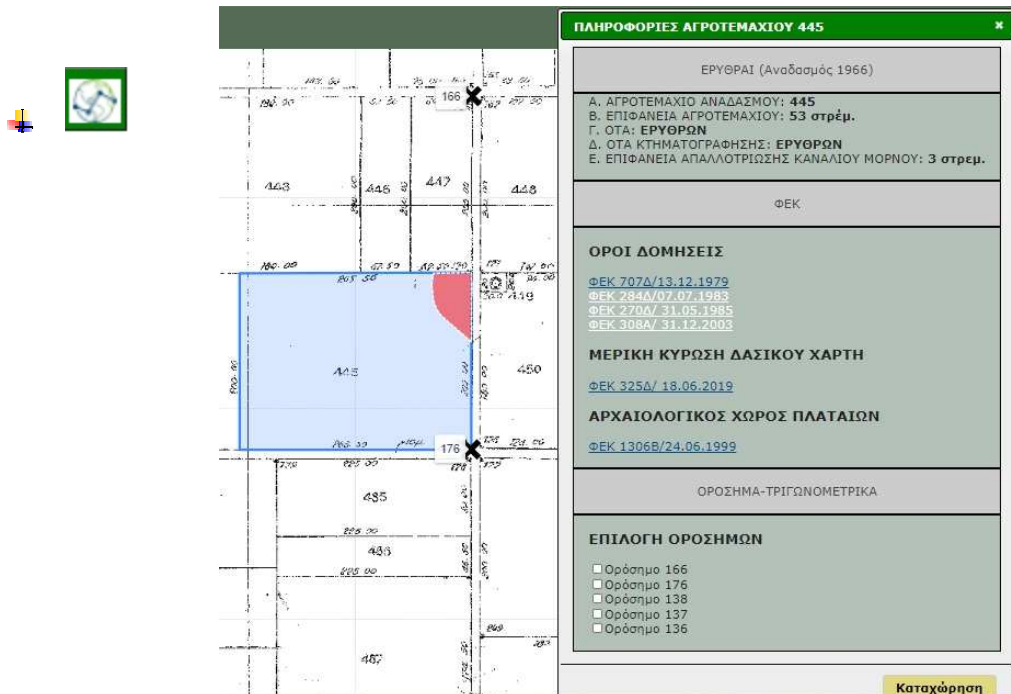
Βασικά υπόβαθρα εφαρμογής

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει υπόβαθρο για τον εντοπισμό και τη θέαση των δεδομένων. Επίσης, δίδεται η δυνατότητα να προσαρμόσει τη διαφάνεια στην πινακίδα του αναδασμού, ώστε να γίνεται επίθεση στο επιλεγμένο υπόβαθρο.



Διαθέσιμα διαφανή

Τα διαφανή αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα που ψηφιοποιήθηκαν για τις ανάγκες τις εφαρμογής.



**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ 445**

ΕΡΥΘΡΑΙ (Ανοδοσμός 1966)

Α. ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟ ΑΝΑΔΑΣΜΟΥ: 445  
 Β. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ: 53 στρέμ.  
 Γ. ΟΤΑ: ΕΡΥΘΡΩΝ  
 Δ. ΟΤΑ ΚΤΗΜΑΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ: ΕΡΥΘΡΩΝ  
 Ε. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΑΛΛΟΤΡΙΩΣΗΣ ΚΑΝΑΛΙΟΥ ΜΟΡΝΟΥ: 3 στρέμ.

ΦΕΚ

**ΟΡΟΙ ΔΟΜΗΣΕΙΣ**

[ΦΕΚ 707Δ/13.12.1979](#)  
[ΦΕΚ 294Α/07.07.1983](#)  
[ΦΕΚ 270Α/31.05.1985](#)  
[ΦΕΚ 308Α/31.12.2003](#)

**ΜΕΡΙΚΗ ΚΥΡΩΣΗ ΔΑΣΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ**

[ΦΕΚ 325Δ/ 18.06.2019](#)

**ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΠΛΑΤΑΙΩΝ**

[ΦΕΚ 1306Β/24.05.1999](#)

ΟΡΟΣΗΜΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΑ

**ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΡΟΣΗΜΩΝ**

Ορόσημο 166  
 Ορόσημο 176  
 Ορόσημο 138  
 Ορόσημο 137  
 Ορόσημο 136

Καταχώρηση

Εργαλείο επιλογής στο χάρτη με κλικ του ποντικιού

Με την επιλογή του εργαλείου και κάνοντας κλικ στο χάρτη, η εφαρμογή απαντάει:

- Τη διαθέσιμη πληροφορία (με popup) για το αγροτεμάχιο
- Το αποτύπωμα του αγροτεμαχίου
- Τα ορόσημα που αφορούν το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο
- Την απαλλοτριωμένη έκταση (εφόσον υπάρχει) από το υδραυλικό έργο του Μόρνου





Αναζήτηση αγροτεμαχίου βάσει του αριθμού αναδασμού



Παράθυρο δυναμικής αλλαγής συντεταγμένων επιλεγμένου συστήματος αναφοράς

Βάσει των ανωτέρω, δίδεται η δυνατότητα στο χρήστη να εντοπίσει το αγροτεμάχιο που ψάχνει, να οπτικοποιήσει τα διαθέσιμα διανυσματικά δεδομένα και να ανακτήσει τη διαθέσιμη γεωχωρική πληροφορία γύρω από το αγροτεμάχιο.

Συγκεκριμένα, μέσω του αναδυόμενου παραθύρου από το κλικ στο χάρτη, παρέχεται η εξής πληροφορία:

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ 445	
ΕΡΥΘΡΑΙ (Αναδασμός 1966)	
Α. ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟ ΑΝΑΔΑΣΜΟΥ: 445 Β. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ: 53 στρέμ. Γ. ΟΤΑ: ΕΡΥΘΡΩΝ Δ. ΟΤΑ ΚΤΗΜΑΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ: ΕΡΥΘΡΩΝ Ε. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΑΛΛΟΤΡΙΩΣΗΣ ΚΛΗΜΜΙΟΥ ΜΟΡΝΟΥ: 3 στρέμ.	
ΦΕΚ	
<b>ΟΡΟΙ ΔΟΜΗΣΕΙΣ</b> <a href="#">ΦΕΚ 707Δ/13.12.1979</a> <a href="#">ΦΕΚ 284Δ/07.07.1983</a> <a href="#">ΦΕΚ 270Δ/31.05.1985</a> <a href="#">ΦΕΚ 308Α/31.12.2003</a>	
<b>ΜΕΡΙΚΗ ΚΥΡΩΣΗ ΔΑΣΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ</b> <a href="#">ΦΕΚ 325Δ/18.06.2019</a>	
<b>ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΠΛΑΤΑΙΩΝ</b> <a href="#">ΦΕΚ 1306Β/24.05.1999</a>	
ΟΡΟΣΗΜΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΑ	
<b>ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΡΟΣΗΜΩΝ</b> <input type="checkbox"/> Ορόσημο 166 <input type="checkbox"/> Ορόσημο 176 <input type="checkbox"/> Ορόσημο 138 <input type="checkbox"/> Ορόσημο 137 <input type="checkbox"/> Ορόσημο 136	
<b>Καταχώρηση</b>	

- Περιγραφική πληροφορία από το αρχείο των αγροτεμαχίων και δυναμικό αποτέλεσμα υπό μορφή εμβαδού, εφόσον το αγροτεμάχιο εμπίπτει σε απαλλοτριωμένη έκταση λόγω της διάνοιξης του καναλιού του Μόρνου (overlap των πολυγώνων αγροτεμαχίου – πολυγώνου απαλλοτρίωσης και υπολογισμού του εμβαδού της ανίστοιχης επιφάνειας).

- Νομικό καθεστώς σχετικά με τους όρους δόμησης, δασικό και αρχαιολογικό καθεστώς. Δίδονται υπό τη μορφή link στα αντίστοιχα αρχεία pdf, τα οποία δύνανται για download.

- Ορόσημα – τριγωνομετρικά που σχετίζονται χωρικά με το επιλεγμένο αγροτεμάχιο.

Με την επιλογή των οροσήμων που κρίνει ο χρήστης ότι αναγκαιούν για την οριοθέτηση και πατώντας «Καταχώρηση», το παράθυρο δίδει επιπλέον επιλογή, όπως παρακάτω:

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ 424	
ΕΡΥΘΡΑΙ (Αναδασμός 1966)	
ΦΕΚ	
ΟΡΟΣΗΜΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΑ	
<b>ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΡΟΣΗΜΩΝ</b> <input type="checkbox"/> Ορόσημο 161 <input type="checkbox"/> Ορόσημο 164 <input type="checkbox"/> Ορόσημο 141 <input checked="" type="checkbox"/> Ορόσημο 140 <input checked="" type="checkbox"/> Ορόσημο 139	
<b>Συνολικό Κόστος Οροσήμων: 0.88 Ευρώ</b> <a href="#">Αίτηση</a> <a href="#">Έκδοση e-paranolo</a> <a href="#">Οδηγίες Συμπλήρωσης για το e-paranolo</a>	
Αποστολή αίτησης και εξοφλημένου Παραβόλου: Περιφερειακή Ενότητα Αττικής-Διευθυνση Πολιτικής ΓΗΣ-Τμήμα Τοπογραφίας- Εποικισμού και Αναδασμού (ikaratsoli@patt.gov.gr)	
<b>Καταχώρηση</b>	

- Υπολογίζεται το κόστος των οροσήμων – τριγωνομετρικών, βάσει του καθορισμένου κόστους.

- Link για την αίτηση χορήγησης των οροσήμων.

- Link για τη μετάβαση στην ιστοσελίδα της Γενικής Γραμματείας Πληροφοριακών Συστημάτων για την έκδοση e-paranolo.

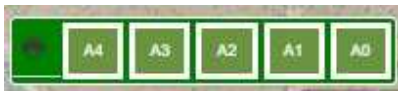
- Link για εμφάνιση αρχείου pdf με οδηγίες για τη συμπλήρωση του e-paranolo.

Επίσης, εμφανίζονται οι πληροφορίες για την αποστολή της αίτησης χορήγησης των συντεταγμένων των οροσήμων με τα αντίστοιχα στοιχεία της πληρωμής του e-paranolo (αρμόδιο υπάλληλο της Δνσης Πολιτικής Γης/ Τμήμα Τοπογραφίας-Εποικισμού & Αναδασμού).

Με την επιλογή του αγροτεμαχίου, εμφανίζονται στο χάρτη τα ορόσημα που σχετίζονται με το επιλεγμένο αγροτεμάχιο, όπως στο παράδειγμα της παρακάτω εικόνας.

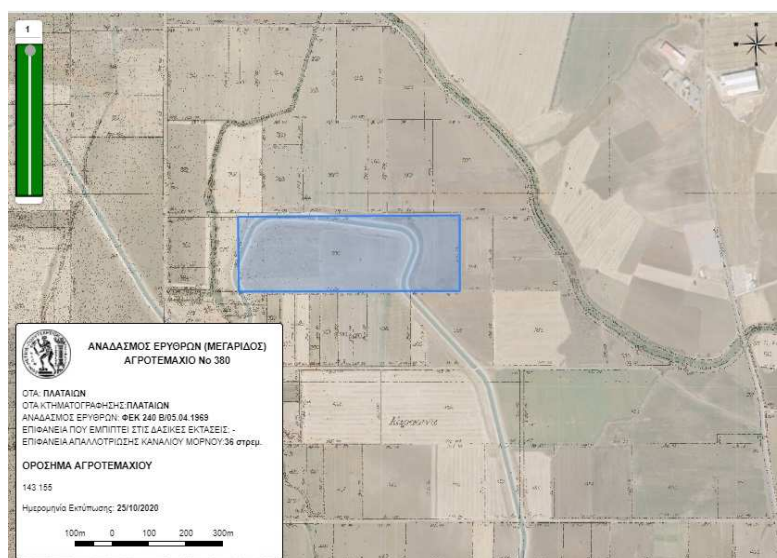


Επίσης, με την καταχώρηση των οροσήμων, ενεργοποιείται στο αριστερό μέρος η δυνατότητα εκτύπωσης που παρέχει η εφαρμογή. Αναλυτικά, το εργαλείο εκτύπωσης δίδει τη δυνατότητα επιλογής χαρτιού (A4 έως A0).



Κατόπιν, ο χρήστης ορίζει την περιοχή εκτύπωσης για την αποθήκευση – εκτύπωση αποσπάσματος της πινακίδας του αναδασμού. Στο απόσπασμα εμφανίζεται δυναμικό υπόμνημα με την περιγραφική πληροφορία του αντίστοιχου αγροτεμαχίου και δυναμική γραφική κλίμακα.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το παράθυρο της περιοχής εκτύπωσης με τα στοιχεία του αγροτεμαχίου και τα επιλεγμένα ορόσημα:



Στο άνω αριστερό μέρος εμφανίζεται μπάρα, με την οποία ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τη διαφάνεια της πινακίδας προ της εκτύπωσης.

Στο άνω δεξιό μέρος ενεργοποιείται η μπάρα των εργαλείων εκτύπωσης, με τα οποία ο χρήστης μπορεί:



- Να αλλάξει το μέγεθος της μεγένθυσης της περιοχής εκτύπωσης (σε περίπτωση που δεν χωράει στο επιλεγμένο χαρτί).

- Να επιστρέψει στο προηγούμενο μέγεθος zoom.

- Να αποθηκεύσει – εκτυπώσει το απόσπασμα, με επιλογή από τους εγκατεστημένους εκτυπωτές.

- Να επιστρέψει στην εφαρμογή.

Το πλεονέκτημα που προσφέρει η εφαρμογή είναι ότι εκμεταλλεύεται τους διατιθέμενους εγκατεστημένους εκτυπωτές, οπότε η ανάλυση μπορεί να διαφοροποιηθεί από την προεπιλεγμένη που παρέχει ένα αρχείο pdf. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται παράδειγμα επιλογής ρυθμίσεων του εκτυπωτή adobe pdf.

Εκτύπωση 1 φύλλο χαρτιού

Προορισμός Adobe PDF

Σελίδες Όλες

Χρώμα Χρώμα

Περισσότερες ρυθμίσεις

Μέγεθος χαρτιού A4

Σελίδες ανά φύλλο 1

Περιθώρια Προεπιλογή

Ποιότητα 300 dpi

Κλίμακα Προσαρμοσμένη

100

Εκτύπωση Ακύρωση

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία πρόταση μέσω WebGIS εφαρμογής για την υποστήριξη οριοθέτησης αγροτικών ακινήτων με εφαρμογή σε αναδασμό στον ΟΤΑ Ερυθρών, μίας διαδικασίας γραφειοκρατικής και χρονοβόρας. Από την έρευνα και την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, διαπιστώθηκε το μεγάλο ενδιαφέρον των χρηστών για σύγχρονες εφαρμογές και λογισμικά, με τα οποία εύκολα και σύντομα μπορούν να προσπελάσουν τα γεωχωρικά δεδομένα. Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, παρέχει στους χρήστες συσκευές και λειτουργικά συστήματα για τα οποία αναπτύσσονται εφαρμογές και πλατφόρμες διαχείρισης χαρτογραφικών εφαρμογών.

Παράλληλα, η στροφή της παγκόσμιας κοινότητας των πληροφοριακών συστημάτων στην ανάπτυξη εφαρμογών ανοιχτού κώδικα και ελεύθερων λογισμικών, έφερε στην επιφάνεια μία μεγάλη ποικιλία εφαρμογών γεωχωρικών υπηρεσιών άμεσα διαθέσιμων και χωρίς οικονομική επιβάρυνση. Η υποστήριξη βιβλιοθηκών γλωσσών προγραμματισμού και η ανάπτυξη σουιτών για τη δημιουργία τέτοιου είδους εφαρμογών, γνωρίζει μεγάλη άνθηση. Έτσι, είναι δυνατή η προσέλαση αυτής της τεχνολογίας και κρίνεται πλέον δυνατή η δημιουργία απλών ή σύνθετων εφαρμογών και η διάχυσή τους στον Παγκόσμιο Ιστό.

Όλη αυτή η προσπάθεια καθίσταται εφικτή, υπό το πλαίσιο της διαλειτουργικότητας. Η τεράστια παραγωγή και διάθεση γεωχωρικών δεδομένων από διάφορες πηγές και σε ποικίλες μορφές είναι αυτή τη χρονική στιγμή μία πραγματικότητα. Όλα αυτά τα δεδομένα προκειμένου να είναι εκμεταλλεύσιμα, θα πρέπει να διέπονται από προδιαγραφές και πρότυπα κοινώς αποδεκτά από την κοινότητα των χρηστών. Σε αυτήν την κατεύθυνση, είναι αναγνωρισμένη η συμβολή του Open Geospatial Consortium κυρίως, αλλά και των υπόλοιπων οργανισμών που συμβάλλουν για την επικοινωνία των εφαρμογών και των δεδομένων.

Η ανάπτυξη της συγκεκριμένης εφαρμογής αποτελεί μία πρόταση για ένα φιλικό και σύγχρονο περιβάλλον ανάκτησης της απαραίτητης πληροφορίας για την αντιμετώπιση ενός πρακτικού προβλήματος του αντικειμένου του Αγρονόμου - Τοπογράφου Μηχανικού. Για την υλοποίησή της χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά open source τεχνολογίες. Επιπλέον, υιοθετήθηκαν τα πρότυπα του OGC και η διάχυση και απεικόνιση των δεδομένων έγινε με χρήση των υπηρεσιών WMS και WFS.

Η εφαρμογή δύναται να αποτελέσει την αφετηρία για την αξιοποίηση των ελεύθερων συστημάτων και των τεχνολογιών ανοιχτού κώδικα για την υλοποίηση μίας αντίστοιχης εφαρμογής που θα είναι εναρμονισμένη στις ανάγκες, τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές που θεσπίζει ο εκάστοτε οργανισμός. Επίσης, εφόσον πρόκειται για ερευνητική προσπάθεια επιπέδου διπλωματικής εργασίας, δεν αξιοποιήθηκαν όλες οι δυνατότητες του εξυπηρετητή χαρτών Geoserver για την επεξεργασία και διαχείριση κανονικοποιημένων δεδομένων υπό

μορφή WCS, ενώ δεν προέκυψε ανάγκη υλοποίησης υπολογιστικών μοντέλων σε μορφή WPS. Παρ' όλα αυτά το αποτέλεσμα κρίνεται ικανοποιητικό.

Από τη γνώση και την εμπειρία που αποκτήθηκαν για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, προκύπτει ένας αριθμός προτάσεων για μελλοντική συζήτηση και έρευνα:

- ✓ Συμπλήρωση της εφαρμογής με το σύνολο των αγροτεμαχίων και διάθεση στο Τμήμα Τοπογραφίας – Εποικισμού και Αναδασμού της Π.Ε. Δυτικής Αττικής στο πλαίσιο Volunteered geographic information (VGI).
- ✓ Ενσωμάτωση της δασικής πληροφορίας από τους δασικούς χάρτες της Δνσης Δασών Δ. Αττικής.
- ✓ Προσθήκη αναδασμών – διανομών και άλλων προκαπποδιστριακών ΟΤΑ, για τη συγκεντρωτική εποπτεία του αγροτικού χώρου που προέρχονται από τέτοιες πράξεις.
- ✓ Διερεύνηση της ανάπτυξης αντίστοιχης εφαρμογής σε περιβάλλον mobile, ώστε να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες εντοπισμού που προσφέρουν τα smartphones και tablets.
- ✓ Διερεύνηση της ενσωμάτωσης δεδομένων και διαδυκτιακών γεωχωρικών υπηρεσιών από τις εφαρμογές του Εθνικού Κτηματολογίου.
- ✓ Τεχνικός έλεγχος των δυνατοτήτων της εφαρμογής και της επίδοσής της (performance) με κριτήρια το χρόνο απόκρισης σε συγκεκριμένο αριθμό ερωτημάτων και απάντησης καθορισμένου όγκου δεδομένων.

## 9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

.....

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Andersson, E., Greenspun, P., & Grumet (2006). *Software Engineering for Internet Applications*. Cambridge: The MIT Press.

De la Beaujardiere, J. (2006). OpenGIS Web Map Server Implementation Specification. Open Geospatial Consortium Inc.

Dietz, C. (2010). Geospatial Web Services, Open Standards, and Advances in Interoperability: A Selected, Annotated Bibliography.

Fu, P., & Sun, J. (2010). *Web GIS: principles and applications*. USA: Esri Press.

Kralidis, A., (2007). Geospatial Web Services. In Scharl, A., & Tochtermann, K., (Eds.) *The Evolution of Geospatial Data Infrastructure*. London: Springer.

Neumann, A., (2005). Web Mapping and Web Cartography. In Kresse, W., & Danko, D., (Eds.) *Handbook of Geographic Information*. Berlin: Springer.

Peishing, Z., Genong, Y., & Liping, D. (2007). Geospatial Web Services. In Brian, H. (Ed.) *Emerging Spatial Information Systems and Applications* (chapter 1). USA: IDEA GROUP PUBLISHING.

Pispidikis, I., & Dimopoulou, E. (2015). Web Development of Spatial Content Management System through the Use of Free and Open-Source Technologies. Case Study in Rural Areas. *Journal of Geographic Information System*, 07(05), 527-540. DOI: 10.4236/jgis.2015.75042

Rothwell, R. (2008). Creating wealth with free software. Retrieved by [http://freesoftwaremagazine.com/articles/creating\\_wealth\\_free\\_software/](http://freesoftwaremagazine.com/articles/creating_wealth_free_software/)

Wilson, T. (2008). OGC® KML. Open Geospatial Consortium Inc.

## **Ελληνική Βιβλιογραφία**

Αντωνιάδου, Π., & Σεκλιζιώτης, Λ., (2013). *Βελτιστοποίηση χειρισμού Μεγάλων Ενεργειακών Δεδομένων* (Διπλωματική Εργασία, ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ). Διαθέσιμο από το Ψηφιακό Αποθετήριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ. <http://dx.doi.org/10.26240/heal.ntua.16341>

Βέης, Γ., Μπιλλήρης, Χ., & Παπαζήση, Κ. (2009). *Κεφάλαια Ανώτερης Γεωδαισίας*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Βενιέρης, Ι. (2003) Σημειώσεις για τα πρωτόκολλα στρώματος εφαρμογής: HTTP, FTP, E-mail, DNS. ΕΜΠ/ ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.

Ζεντέλης, Π. (2011). *Περί ΚΤΗΜΑΤΩΝ ΛΟΓΟΣ και ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ. Α' ΤΟΜΟΣ*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπασωτηρίου.

Θεοδωρίδης, Ι. (2015). Βάσεις Χωρικών Δεδομένων. Διαλέξεις ΔΠΜΣ «Γεωπληροφορική»/ ΕΜΠ

Κάβουρας, Μ., Νάκος, Β., Τσούλος, Λ., & Φιλιππακοπούλου, Β. (Επιμ.) (2002). *Στοιχεία Χαρτογραφίας*. Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

Κάβουρας, Μ. (2004). *Αρχές Γεωπληροφορικής και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών*. Αθήνα: ΕΜΠ, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών.

Κάβουρας, Μ., Δάρρα, Α., Κονταξάκη, Σ., & Τομαή, Ε. (2016) *Επιστήμη Γεωγραφικής Πληροφορίας - Αρχές και Τεχνολογίες*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διάθεση: <http://hdl.handle.net/11419/6392>

Κλάδης, Δ. (2016). *CARTO TOOLS – ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ* (Διπλωματική Εργασία, ΔΠΜΣ «Γεωπληροφορική» ΕΜΠ). Ψηφιακό από το Αποθετήριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ. <http://dx.doi.org/10.26240/heal.ntua.6274>

Κολιός, Ν. (2009). Χωρική Βάση Δεδομένων PostgreSQL/PostGIS και Συστήματα Πληροφοριών QuantumGIS- Οδηγός χρήσης. 2.0.

Κοντόπουλος, Γ. (2010). *Ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών GIS με λογισμικό ανοιχτού κώδικα (Geoserver)* (Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας). Διαθέσιμο από τη Ψηφιακή Βιβλιοθήκη και το Ιδρυματικό Αποθετήριο του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. <http://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/13819>

Μήλας, Π., & Μπιλλήρης, Χ. (2006). *Μετατροπές Συστημάτων Αναφοράς και Προβολικών Συστημάτων – Υψομετρικά Συστήματα Αναφοράς*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μπιλλήρης, Χ. (2008). *Εισαγωγή στη Γεωδαισία*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο



Πατρούμπας, Κ., (2015). Συστήματα χωρικών βάσεων δεδομένων με ειδική αναπαράσταση γεωμετρικών οντοτήτων (Oracle Spatial, PostgreSQL). Διαλέξεις ΔΠΜΣ «Γεωπληροφορική»/ ΕΜΠ

Πισπιδίκης, Ι. (2014). *Ανάπτυξη Διαδικτυακού Γεωχωρικού Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου με αξιοποίηση ελεύθερων τεχνολογιών ανοικτού κώδικα. Παράδειγμα εφαρμογής στην αγροτικό χώρο* (Διπλωματική Εργασία, ΣΑΤΜ ΕΜΠ). Διαθέσιμο από το Ψηφιακό Αποθετήριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ. <http://dx.doi.org/10.26240/heal.ntua.13720>

Στεφανάκης, Ε. (2003). *Βάσεις Γεωγραφικών Δεδομένων και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπασωτηρίου

Στεφανάκης, Ε. (2009). *Τεχνολογίες Δημοσιοποίησης Χαρτογραφικού Περιεχομένου στον Παγκόσμιο Ιστό* (1η εκδ.). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Φρέτζος, Η. (2009-2010). Εισαγωγή στην PostgreSQL-PostGIS. Αθήνα: Διδακτικές σημειώσεις/ Πανεπιστήμιο Πειραιώς/ Τμήμα Πληροφορικής.

Φωτίου, Α., & Πικρίδας, Χ. (2006). *GPS και ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.

### **Διαδικτυακοί Τόποι**

<https://www.igi-global.com/chapter/geospatial-web-services/10124>

<http://www.users.dpem.tuc.gr/gougousis/blog/rest/>

<http://www.opengeospatial.org>

<http://www.dgiwg.org/dgiwg/>

[http://web.gys.gr/portal/page?\\_pageid=33,36421&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://web.gys.gr/portal/page?_pageid=33,36421&_dad=portal&_schema=PORTAL)

<https://www.esri.com>

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

<http://www.eijournal.com>

<http://articlesfour.appspot.com>

<http://www.azavea.com>

<https://www.epsg-registry.org/>

[https:// www. dut-tuts.blogspot.gr](https://www.dut-tuts.blogspot.gr)

[https:// www.quora.com](https://www.quora.com)

[https:// www.w3schools.com](https://www.w3schools.com)

[https:// www.slideshare.net](https://www.slideshare.net)

[http:// www.hitechtube.blogspot.gr](http://www.hitechtube.blogspot.gr)

[http:// www. wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[http:// www.networxsecurity.org](http://www.networxsecurity.org)

[http:// www.safaribooksonline.com](http://www.safaribooksonline.com)

[http:// www.blog.jooq.org](http://www.blog.jooq.org)

<http://www.osgeo.org/>

<http://docs.geoserver.org>

<http://spatialhorizons.com>

<http://www.postgresql.org>

<https://wampserver-64bit.en.softonic.com/>

<https://github.com/>

<https://openlayers.org/>

<http://gxp.opengeo.org/>

<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide>

[https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Document\\_Object\\_Model](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Document_Object_Model)

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

<https://www.globalpos.com/>

<http://www.info-geospasial.com/>

<https://ro.scribd.com/document/395412686/Presentation-Web-Map-Servers>