



Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Τμήμα Γεωγραφίας

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών  
«Γεωγραφία και Εφαρμοσμένη Γεωπληροφορική»

Μεταπτυχιακή Διατριβή:

***"Γεωοπτικοποίηση μέσω διαδικτύου: η περίπτωση της  
ποιότητας αέρα αστικών περιοχών"***

*Μεταπτυχιακός φοιτητής: Τσώνης Χρήστος*

*Επιβλέπων: Σουλακέλλης Ν.*

*Μέλη: Βαΐτης Μ.*

*Σιδηρόπουλος Γ.*

Μυτιλήνη, 2007

## Πρόλογος – Ευχαριστίες

Όταν πριν από επτά χρόνια πέρασα το κατώφλι του Τμήματος Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, ήμουν σίγουρος ότι ήθελα να φύγω από εκεί το συντομότερο δυνατόν. Καθώς τα χρόνια πέρασαν, οι ιδέες και οι αντιλήψεις άλλαξαν. Το να αφήσεις τη Μυτιλήνη μετά τις πρώτες σπουδές είναι πολύ δύσκολο. Έτσι λοιπόν, η αγάπη μου για το αντικείμενο της γεωγραφίας και της διαδικτυακής χαρτογραφίας, σε συνδυασμό με την αγάπη μου για το νησί, με οδήγησαν στην απόφαση να συνεχίσω τις σπουδές μου στο Τμήμα Γεωγραφίας, σε μεταπτυχιακό επίπεδο όμως αυτή τη φορά.

Η πτυχιακή εργασία που ακολουθεί είναι αποτέλεσμα σκληρής και κοπιαστικής εργασίας. Τη διαδικτυακή χαρτογραφία τη πρωτοσυνάντησα στο προπτυχιακό μου, όταν έπρεπε να τη μελετήσω για να κάνω μια διάλεξη για το -άγνωστο μέχρι τότε - αντικείμενο και από τότε με κέρδισε. Έτσι αποφάσισα και στην μεταπτυχιακή μου εργασία να ασχοληθώ με τη web cartography. Η απόφασή μου αυτή εμπεριείχε ρίσκο, καθότι το πεδίο ήταν και είναι καινούριο, με ότι αυτό συνεπάγεται.

Ύστερα από κοπιαστική δουλειά τριών και πλέον μηνών αποκλειστικής ασχολίας με την εργασία αυτή, αισθάνομαι πολύ χαρούμενος που μπορώ να παραδώσω στο κείμενο που ακολουθεί. Για να φτάσω στο σημείο αυτό όμως, πέρασα από διάφορα στάδια. Έφτασα από τον ενθουσιασμό μέχρι την πλήρη απογοήτευση. Σε όλη αυτή διαδρομή, είχα δίπλα μου συμπαραστάτη και συνοδοιπόρο τον συγκάτοικό μου Κώστα. Οι 18 μήνες που περάσαμε μαζί και ειδικά οι 3 της πτυχιακής μου, θα μείνουν για πάντα χαραγμένοι στη μνήμη μου. Για τα ξενύχτια, τα φαγοπότια, τα ποτά, τα μαγειρέματα, τις κόντρες μας, τα διαβάσματα, τις εργασίες... Από κοντά και οι καλοί μου φίλοι... Η Πέπη, ο Σάββας και ο Λευτέρης, ο Αλέξανδρος και φυσικά ο Μάνος, ο οποίος αν και στο Λονδίνο, έδινε δύναμη και κουράγιο τις δύσκολες στιγμές και κυρίως τις

δύσκολες ώρες (02:00 - 04:00). Σύντροφος στα δημιουργικά ξενύχτια αυτά φυσικά και η Μαγα. Σε όλους αυτούς ένα μεγάλο ευχαριστώ, γιατί χωρίς τη βοήθεια τους οι δύσκολες στιγμές θα ξεπερνιόντουσαν δύσκολα.

Τα ευχαριστώ στην τριμελή μου επιτροπή και ειδικά στον καθηγητή και φίλο Νίκο Σουλακέλλη νομίζω δεν θα είναι αρκετά, όσες φορές και να τα γράψω. Η καθοδήγηση του κ. Σουλακέλλη υπήρξε σημαντική και καθοριστική. Με τη δική του προτροπή πρωτοασχολήθηκα πριν κάποια χρόνια με τη διαδικτυακή χαρτογραφία. Η εμπειρία του κ. Σιδηρόπουλου σε θέματα οπτικοποίησης και του κ. Βαΐτη σε θέματα Βάσεων Δεδομένων και χωρο-χρονικών δεδομένων, μου δώσανε μια ώθηση όταν τη χρειάστηκα.

Το τελευταίο ευχαριστώ το αφήνω για τους μεγαλύτερους υποστηρικτές της προσπάθειας που ξεκίνησε τον Οκτώβρη. Για τους ανθρώπους που εδώ και εικοσιπέντε χρόνια είναι πάντα δίπλα μου, στηρίζοντάς με ψυχολογικά αλλά και οικονομικά χωρίς ποτέ να μου αρνηθούν κάτι. Το τελευταίο και πιο σημαντικό ευχαριστώ λοιπόν πάει στους γονείς μου...

Μυτιλήνη, 2007

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Ευρετήριο Εικόνων – Πινάκων</b>	i
<b>Περίληψη</b>	iii
<b>Abstract</b>	iv

## ΜΕΡΟΣ Α' - ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

### 1. Οπτικοποίηση

1.1 Εισαγωγή	3
1.2 Είδη οπτικοποίησης	3
1.2.1 Οπτικοποίηση γνώσης (Knowledge visualization)	4
1.2.2 Επιστημονική Οπτικοποίηση (Scientific Visualization) και Οπτικοποίηση πληροφοριών (Information Visualization)	5
1.2.3 Οπτική αναλυτική (Visual Analytics)	6

### 2. Γεωοπτικοποίηση (geovisualization)

2.1 Παράδειγμα χρησιμοποίησης εναλλακτικών μεθόδων οπτικοποίησης	12
--	----

### 3. Διαδικτυακή χαρτογραφία

3.1 Εισαγωγή	15
3.2 Ιστορική αναδρομή	15
3.2.1 Το ξεκίνημα	16
3.3 Οι σύγχρονοι χάρτες και η «δύναμη» των ψηφιακών χαρτών	18
3.4 Ο ψηφιακός χάρτης ενάντια στον παραδοσιακό χάρτη	19
3.5 Τύποι διαδικτυακών χαρτών	22
3.6 Σχεδίαση διαδικτυακών χαρτών	24
3.6.1 Χρώματα στους διαδικτυακούς χάρτες	28
3.6.2 Τύποι γραμματοσειρών και τοποθετήσεις ονομάτων στους διαδικτυακούς χάρτες	29
3.7 Ποια τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των διαδικτυακών χαρτών?	30
3.8 Πώς λειτουργεί μια ιστοσελίδα με διαδικτυακούς χάρτες	33
3.9 Προβλήματα και περιορισμοί των Διαδικτυακών χαρτών	34
3.10 Τεχνικές και λογισμικά παρουσίασης χαρτών	38
3.10.1 Web Map Servers	38
3.10.2 Java Applets:	39

3.10.3 Web Servers	40
3.11 Λογισμικά WMS	40
3.11.1 Ανοιχτού κώδικα (Open Source)	41
3.11.2 Εμπορικά Λογισμικά	44
<b>4. TimeMap</b>	49
<b>5. Ατμοσφαιρική Ρύπανση</b>	60
5.1 Εισαγωγή	60
5.2 Ατμόσφαιρα	60
5.3 Ιστορικά στοιχεία Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης	62
5.4 Ατμοσφαιρική Ρύπανση	64
5.4.1 Πηγές Ατμοσφαιρική Ρύπανσης	65
<b>6. Δείκτης ποιότητας αέρα (Air Quality Index)</b>	73
6.1 Εισαγωγή	73
6.2 Τι είναι ο AQI	73
6.3 Πώς λειτουργεί ο AQI	73
6.4 Κατανοώντας τον AQI	74
6.5 Πώς υπολογίζεται ο δείκτης?	76
<b>Β' ΜΕΡΟΣ</b>	
<b>7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	78
7.1 Περίληψη Μεθοδολογίας	78
7.2 Περιοχή μελέτης	79
7.3 Δεδομένα	81
7.4 Υλικά - Μέθοδοι	83
<b>Γ' ΜΕΡΟΣ</b>	
<b>8. Αποτελέσματα</b>	86
<b>9. Συμπεράσματα - Συζήτηση</b>	87
<b>Βιβλιογραφία</b>	89

## Ευρετήριο Εικόνων

Όνομα εικόνας	Σελίδα
Εικόνα 1: ο χάρτης του Dr. John Snow, επιδημιολόγου, για τη χολέρα στο Λονδίνο το 1853,	8
Εικόνα 2: Λιθοσφαιρικές πλάκες	9
Εικόνα 3: Η διαδικασία οπτικοποίησης σύμφωνα με το μοντέλο τον DiBiase	9
Εικόνα 4: Η διαδικασία της οπτικοποίησης σύμφωνα με το μοντέλο του MacEachren	10
Εικόνα 5: Ο χάρτης με την εκστρατεία του Ναπολέοντα ως τη Μόσχα (Minard).	13
Εικόνα 6: Δεδομένα του χάρτη του Minard χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τρόπους οπτικοποίησης.	14
Εικόνα 7: Τρισδιάστατη απεικόνιση της εκστρατείας του Ναπολέοντα με δεδομένα από το χάρτη του Minard	14
Εικόνα 9: Παλέτα χρωμάτων για χρήση σε διαδικτυακούς χάρτες	33
Εικόνα 11: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας διαδικτυακής χαρτογραφίας	39
Εικόνα 12: Εφαρμογή με τον WMS ALOV	41
Εικόνα 13: Εφαρμογή με τη χρήση του Cartoweb.	42
Εικόνα 14: Εφαρμογή με MapServer.	43
Εικόνα 15: Εφαρμογή με τη χρήση του TimeMap	44
Εικόνα 16: Εφαρμογή με ASP MAP	45
Εικόνα 17: Εφαρμογή με ArcIMS	45
Εικόνα 18: Εφαρμογή με τη χρήση Demis WMS	46
Εικόνα 19: Εφαρμογή με τη χρήση Map TV	47
Εικόνα 20: Εφαρμογή με τη χρήση WebView	48
Εικόνα 21: ένα διαδραστικός χάρτης TMJava ενσωματωμένος σε ιστοσελίδα	50
Εικόνα 22: Πώς λειτουργεί η αυτόνομη (standalone) έκδοση του TimeMap/TMJava	51

Εικόνα 23: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας της έκδοσης client –server.	52
Εικόνα 24. Δημιουργία αρχείου MapSpace	54
Εικόνα 25: Ο οδηγός (wizard) προετοιμασίας δεδομένων	54
Εικόνα 26: επιλογή αρχείων .tmm	56
Εικόνα 27: Αυτόματη προσθήκη Layer	56
Εικόνες 28: επιλογές εμφάνισης του χάρτη	57-58
Εικόνα 29: Ο οδηγός δημοσίευσης του χάρτη και ο χάρτης, με το applet ενσωματωμένο σε ιστοσελίδα html	59
Εικόνα 25: Τα στρώματα της ατμόσφαιρας	62
Εικόνα 26: Η πόλη του Montreal, καλυπτόμενη με εμφανές στρώμα αιθαλομίχλης,	64
Εικόνα 27: Κατηγοριοποίηση AQI	74
Εικόνα 28: Αντιστοιχία κατηγοριών – χρώματος για τον AQI	76
Εικόνα 29: Τύπος και πίνακας υπολογισμού του Air Quality Index	76
Εικόνα 32: Πίνακες υπολογισμού AQI,	77
Εικόνα 33: Διάγραμμα ροής της εργασίας,	79
Εικόνα 34: Περιοχή μελέτης.	80
Εικόνα 36: Περιοχή μελέτης με όλους τους σταθμούς ατμοσφαιρικής ρύπανσης	81
Εικόνα 35: Περιοχή μελέτης με επιλεγμένους τους ενεργούς σταθμούς μέτρησης ατμοσφαιρικής	82
Εικόνα 36: Τύπος και πίνακας υπολογισμού του Air Quality Index.	84

## **Ευρετήριο Πινάκων**

<b>Όνομα Πίνακα</b>	<b>Σελίδα</b>
Πίνακας 1: Κλάσεις πληθυσμιακής πυκνότητας	85
Πίνακας 2: Κατηγορίες Air Quality Index	85

## Περίληψη

Η διαδικτυακή χαρτογραφία αποτελεί ένα καινούριο κομμάτι της χαρτογραφίας. Οι χάρτες που προορίζονται για δημοσίευση στο διαδίκτυο, δημιουργούνται πλέον με διαφορετικούς τρόπους και μεθόδους, έτσι ώστε να εναρμονιστούν με τις δυνατότητες και περιορισμούς του. Για την καλύτερη μελέτη των μεθόδων, περιορισμών και δυνατοτήτων, επιλέχθηκε ως περίπτωση μελέτης η ποιότητα αέρα μεγάλων αστικών περιοχών, η οποία ποσοτικοποιείται με τη χρήση του διεθνούς δείκτη AQI (Air Quality Index). Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις των ρύπων για την περιοχή της Αττικής, υπολογίστηκε ο δείκτης AQI, ο οποίος και οπτικοποιήθηκε σημειακά σε χάρτες. Στη συνέχεια ερευνήσαμε τον καλύτερο τρόπο δημοσίευσης των χαρτών αυτών στο διαδίκτυο. Ανάμεσα στα λογισμικά που δοκιμάσαμε για τη δημοσίευση, επιλέξαμε το TimeMap, το οποίο βασίζεται σε Client / Server αρχιτεκτονική σε πλατφόρμα J2EE και το οποίο προσφέρει τη μοναδική δυνατότητα απεικόνισης χρονοσειρών. Στη συνέχεια δημιουργήσαμε έναν δικτυακό τόπο στον οποίο και δημοσιεύτηκαν τα αποτελέσματα.



## **Abstract**

Web - cartography represents a new part of traditional cartography. The maps designated for the web are being built according to new ways and methods that are being introduced by the capabilities and restrictions of the World Wide Web. In order to look into these new methods and ways of map- building, we chose the study case of Air Quality in large urban areas, which is quantified with the use of an international Index (Air Quality Index). We calculated the AQI for the larger area of Athens, using pollutants measurements, and we visualized it as spots in maps. Our next step was to find the most suitable software and way to publish those maps over the WWW. We tested several software and we decided that the most suitable one was TimeMap, which is based in Client / Server architecture using J2EE platform. Furthermore, TimeMap can visualize data that change in time and can visualize the time series. Our results were published in a website that was built for this reason.

## Εισαγωγή

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια η δημιουργία χαρτών ήταν μία χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία. Η ανάλυση δεδομένων και η σύνθεση των τελικών χαρτών απαιτούσε χρόνο και κόπο. Με την εισαγωγή της ψηφιακής ή αυτοματοποιημένης χαρτογραφίας και τις εξελίξεις που αυτή έφερε, μπορούν να παραχθούν χάρτες εύκολα και γρήγορα. Μια σημαντική εξέλιξη της χαρτογραφίας είναι η διαδικτυακή χαρτογραφία, η δημιουργία χαρτών για δημοσίευση στο Διαδίκτυο.

Χαρτογραφία και οπτικοποίηση είναι δυο έννοιες συνυφασμένες. Ο όρος γεωγραφική οπτικοποίηση περιλαμβάνει τόσο την ανάπτυξη θεωριών, εργαλείων και μεθόδων για την οπτικοποίηση χωρικών δεδομένων όσο και την κατανόηση της χρήσης αυτών για τη διατύπωση υποθέσεων, τον εντοπισμό προτύπων, τη δόμηση της γνώσης και τη διευκόλυνση της λήψης απόφασης (Adrienko, Kraak, 2003).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση και κατά συνέπεια η ποιότητα αέρα είναι ένα σημαντικό φαινόμενο το οποίο επηρεάζει τις συνθήκες διαβίωσης. Στα μεγάλα αστικά κέντρα, υπάρχουν περίοδοι κατά τις οποίες η ποιότητα αέρα είναι τόσο χαμηλή ώστε να προκαλεί δυσφορία και άλλα προβλήματα υγείας στους κατοίκους. Τα αίτια της χαμηλής ποιότητας αέρα είναι οι υψηλές συγκεντρώσεις ατμοσφαιρικών ρύπων. Για να γίνεται κατανοητή η αναφορά ποιότητας αέρα πιο εύκολα από όλους τους κατοίκους, η Υπηρεσία Περιβαλλοντική Προστασίας (**Environmental Protection Agency**) των Ηνωμένων Πολιτειών δημιούργησε τον δείκτη **AQI (Air Quality Index)**. Η EPA χρησιμοποιεί τον AQI για να παρέχει στους πολίτες απλές πληροφορίες σχετικά με την τοπική ποιότητα αέρα, τις ανησυχίες για την υγεία στα διαφορετικά επίπεδα της μόλυνσης του αέρα και πως θα προστατευθούν οι πολίτες όταν οι

ρυπαντές φτάσουν σε μη υγιεινά επίπεδα. Οι τιμές του δείκτη αυτού παρουσιάζονται σε χάρτες στη συνέχεια δημοσιεύονται στο διαδίκτυο.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η δημιουργία διαδικτυακών χαρτών με ειδικό λογισμικό, που θα παρουσιάζουν την ποιότητα αέρα βάσει του δείκτη ποιότητας αέρα AQI στην περιοχή της Αθήνας για παρελθούσες ημερομηνίες με τη βοήθεια της γεωοπτικοποίησης και της διαδικτυακής χαρτογραφίας.

# ΜΕΡΟΣ Α' - ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

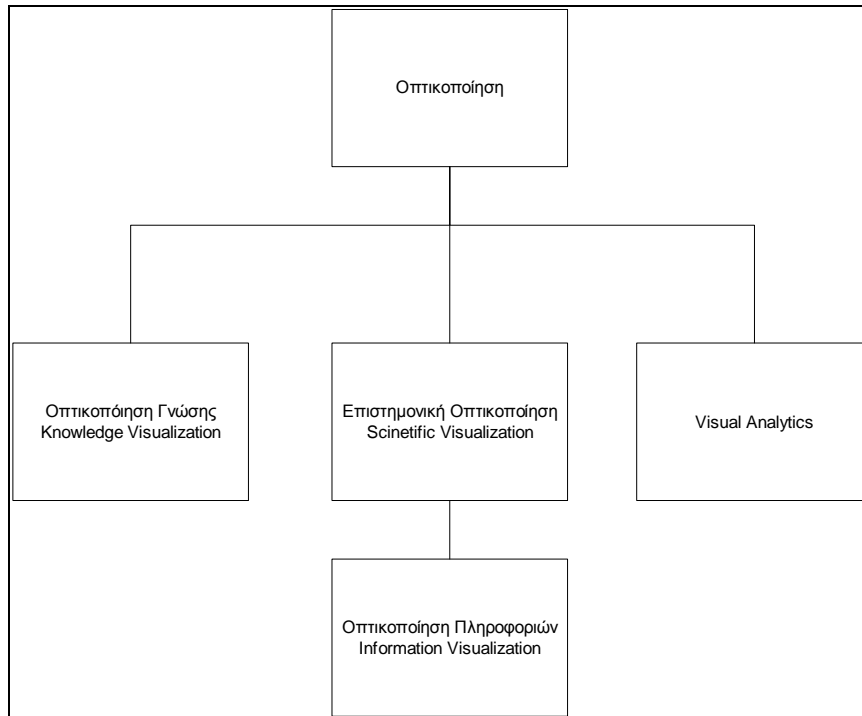
## 1. Οπτικοποίηση

### 1.1 Εισαγωγή

Ο όρος οπτικοποίηση (visualization) περιλαμβάνει τεχνικές δημιουργίας εικόνων, διαγραμμάτων ή animation, ώστε να μεταδοθεί μια πληροφορία. Η μετάδοση αφηρημένων και συγκεκριμένων ιδεών επιτυγχάνεται επιτυχώς μέσω της οπτικοποίησης, από τον πρώτα χρόνια δημιουργίας του ανθρώπου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η τοιχογραφίες στις σπηλιές, τα ιερογλυφικά των αιγυπτίων, η ελληνική γεωμετρία και τα τεχνικά σχέδια του Leonardo da Vinci (*wikipedia, 2006*). Η οπτικοποίηση στις μέρες μας έχει εφαρμογές σε μεγάλο κομμάτι της επιστημονικής κοινότητας, από την εκπαίδευση ως την ιατρική.

### 1.2 Είδη οπτικοποίησης

Δυο είναι οι κύριες θεματικές ενότητες από τις οποίες αποτελείται η οπτικοποίηση. Η πρώτη ονομάζεται οπτικοποίηση της γνώσης (**knowledge visualization**) ενώ η δεύτερη αποτελεί κλάδο της επιστήμης των υπολογιστών και διαιρείται επίσης σε δυο ενότητες: την επιστημονική οπτικοποίηση (**scientific / data visualization**) και την οπτικοποίηση πληροφοριών (**information visualization**). Ένα καινούριο πεδίο έχει κάνει την εμφάνιση του τα τελευταία χρόνια, με το όνομα οπτικής αναλυτικής (**visual analytics**) (*wikipedia, 2006*)



**Σχήμα 1: Κατηγορίες οπτικοποίησης, Τσώνης 2007**

### **1.2.1 Οπτικοποίηση γνώσης (Knowledge visualization)**

Οπτικοποίηση γνώσης (KV) ορίζεται ως η χρήση οπτικών αναπαραστάσεων για τη μετάδοση γνώσης μεταξύ τουλάχιστον δυο ανθρώπων (*Burhhard and Meier, 2004*). Συμπληρωματικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά γνώσης και προϊόντα μηχανογραφημένης οπτικοποίησης (*wikipedia 2006*).

Ενώ η οπτικοποίηση της πληροφορίας εστιάζεται στη χρήση υπολογιστικών εργαλείων για την εξόρυξη προτύπων ή δομικών σχέσεων από τα δεδομένα, η οπτικοποίηση της γνώσης προσβλέπει στη δημιουργία νέας γνώσης σε ομάδες πληθυσμών (*wikipedia 2006*).

### **1.2.2 Επιστημονική Οπτικοποίηση (Scientific Visualization) και Οπτικοποίηση πληροφοριών (Information Visualization)**

Η επιστημονική οπτικοποίηση και η οπτικοποίηση πληροφοριών εστιάζονται στην παρουσίαση διαδραστικού ή δυναμικού υλικού για την κατανόηση πληροφοριών από το χρήστη. Χρησιμοποιούν αλληλεπιδρούσες απεικονίσεις αφηρημένων δεδομένων για την απόκτηση βαθύτερης γνώσης, την εκτίμηση υποθέσεων και την ερμηνεία των φαινομένων που εξετάζονται (wikipedia, 2006).

Η επιστημονική οπτικοποίηση (SciVis) **είναι** η γραφική αναπαράσταση δεδομένων, ως μέσο κατανόησης. Ορισμένες φορές αναφέρεται και ως οπτική ανάλυση δεδομένων.

Τι **δεν** είναι: Είναι σημαντικό να διαχωρίσουμε την SciVis από τις απλές γραφικές αναπαραστάσεις. Οι απλές αναπαραστάσεις αφορούν κυρίως την προβολή της πληροφορίας και αποτελεσμάτων με εύκολα κατανοητούς τρόπους ενώ κύριος σκοπός της SciVis, είναι η κατανόηση των δεδομένων. Επίσης, χρησιμοποιεί διαφορετικά δεδομένα σε σχέση με την οπτικοποίηση πληροφοριών (IV). Δέχεται κυρίως φυσικά δεδομένα όπως το ανθρώπινο σώμα, η γη, τα μόρια κ.α ενώ η δεύτερη εστιάζει σε αφηρημένα, τεχνητά δεδομένα όπως κείμενα, ιεραρχίες και στατιστικά δεδομένα. Στην οπτικοποίηση πληροφοριών αναφέρονται όλες οι οπτικοποιήσεις οι οποίες δεν αφορούν φυσικές επιστήμες και μηχανική. (wikipedia, 2006) Η άποψη της Rhyne (2003) υποστηρίζει ότι και τα δυο επιστημονικά πεδία (SciVis και IV) βρίσκουν χώρο για εφαρμογή στις χαρτογραφικές και γεωγραφικές μεθόδους εξαιτίας της εκτεταμένης βιβλιογραφίας γύρω από ζητήματα χωρικοποίησης (spatialiazation) της πληροφορίας.

### **1.2.3 Οπτική αναλυτική (Visual Analytics)**

Ένα πεδίο με έντονη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, είναι το πεδίο των Visual Analytics (οπτικών μεθόδων ανάλυσης). Είναι η επιστήμη της αναλυτικής λογικής που υποβοηθείται από διαδραστικά οπτικά μέσα αλληλεπίδρασης. Έχει ως στόχο τον εντοπισμό των αναμενόμενων και την ανακάλυψη των μη αναμενόμενων ανάμεσα σε πλήθος δεδομένων διάφορων πληροφοριακών πεδίων. (Kraak, 2006)

Ένας άλλος ορισμός:

*“The formation of abstract visual metaphors in combination with a human information discourse (interaction) that enables detection of the expected and discovery of the unexpected within the massive dynamically changing information spaces”*. (wikipedia).

## **2. Γεωοπτικοποίηση (geovisualization)**

Η γεωοπτικοποίηση είναι έννοια συνυφασμένη με τη χαρτογραφία. Αναπτύχθηκε κυρίως τη δεκαετία του '90 και αργότερα και είναι αποτέλεσμα της στροφής του τομέα της χαρτογραφίας από το μοντέλο του επικοινωνιακού χάρτη προς την έννοια της χαρτογραφικής οπτικοποίησης. (Hallisey, 2005)

Το μοντέλο του επικοινωνιακού χάρτη (map communication model) το οποίο προτάθηκε το 1969 από τον Kolasny, υιοθετήθηκε από τους χαρτογράφους της εποχής και έγινε κυρίαρχο στον τομέα της χαρτογραφίας. Αφορά τη σχέση του χαρτογράφου με τον κόσμο και τον παραλήπτη. Τα μοντέλα που είχαν εμφανιστεί μέχρι τη δεκαετία του '80 είχαν ως επίκεντρο τη βελτιστοποίηση της σχεδίασης των χαρτών.

Σύμφωνα με τον MacEachren (1992) η γεωγραφική οπτικοποίηση ορίζεται ως εξής:

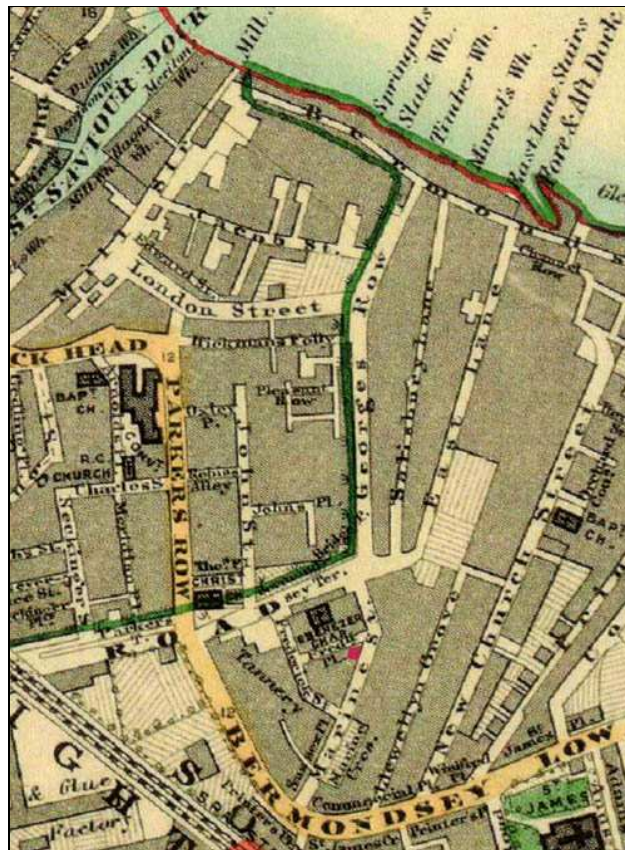
“Geographic visualization will be defined here as the use of concrete visual representations – whether on paper or through computer displays or other media – to make spatial contexts and problems visible, so as to engage the most powerful human information processing abilities, those associated with vision.”

Υπάρχουν αρκετά παραδείγματα του παρελθόντος που αποδεικνύουν τη συμβολή της οπτικής αντίληψης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο χάρτης του Dr. John Snow, επιδημιολόγου, για τη χολέρα στο Λονδίνο το 1853 (εικόνα 1). Χαρτογραφώντας τα σημεία των κρουσμάτων κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η

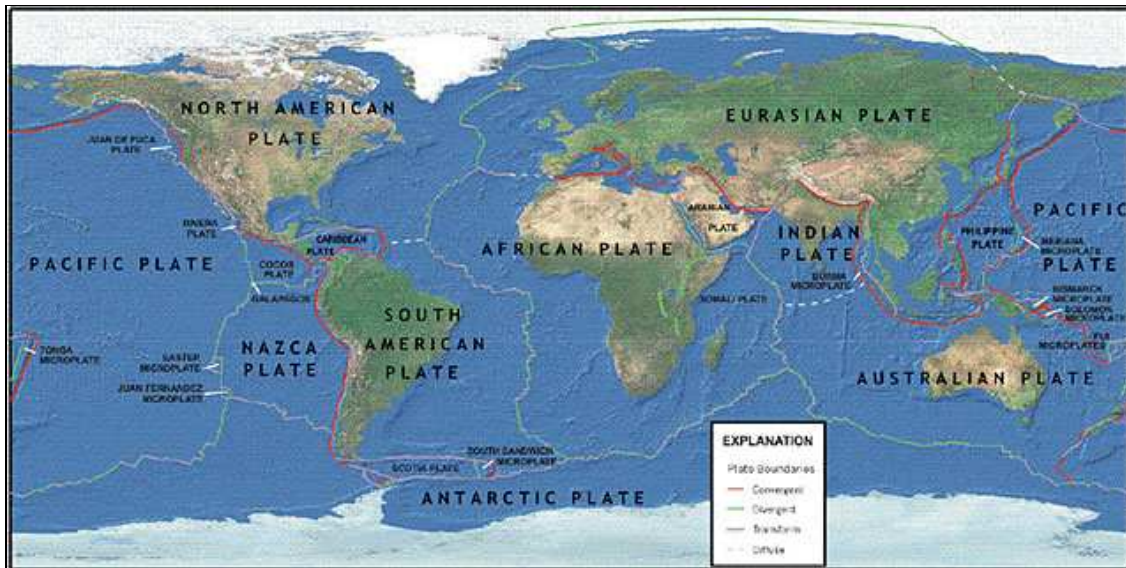


έξαρση οφειλόταν στη μόλυνση ενός κεντρικού αγωγού ύδρευσης. Και αυτό γιατί παρατήρησε στο χάρτη ότι τα σημεία ακολουθούσαν τον κεντρικό αγωγό.

Επίσης, η οπτική αντίληψη έπαιξε σημαντικό ρόλο στη διατύπωση της διάσημης θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών (εικόνα 2). Αν ο Wegener δεν παρατηρούσε την συμπληρωματικότητα των ακτογραμμών της Αφρικής και της Ν. Αμερικής δε θα είχε το ερέθισμα για να ξεκινήσει την έρευνα και να διατυπώσει αργότερα τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών.

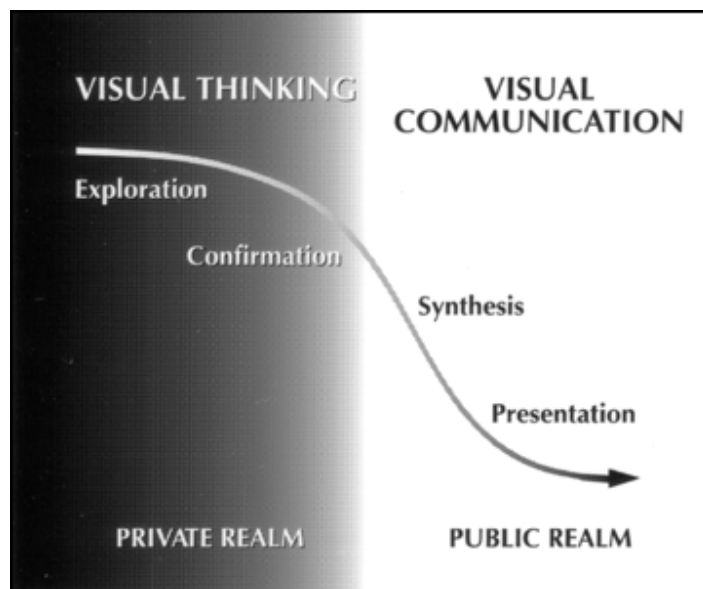


Εικόνα 1: ο χάρτης του Dr. John Snow, επιδημιολόγου, για τη χολέρα στο Λονδίνο το 1853  
Πηγή: <http://www.ph.ucla.edu/epi/snow.html> , 2006



Εικόνα 2: Λιθοσφαιρικές πλάκες. Πηγή; <http://www.platetectonics.com>, 2006

Τα δυο σημαντικότερα χαρτογραφικά - επικοινωνιακά μοντέλα που παρουσιάστηκαν τη δεκαετία του '90 είναι του DiBiase (1990) και MacEachren (1994).



Εικόνα 3: Η διαδικασία οπτικοποίησης σύμφωνα με το μοντέλο των DiBiase. Πηγή: <http://www.geovista.psu.edu>

Το σχήμα παρουσιάζει την «ιδεατή» διαδικασία της οπτικοποίησης σύμφωνα με τον DiBiase, η οποία αποτελείται από τέσσερα (4) τμήματα.

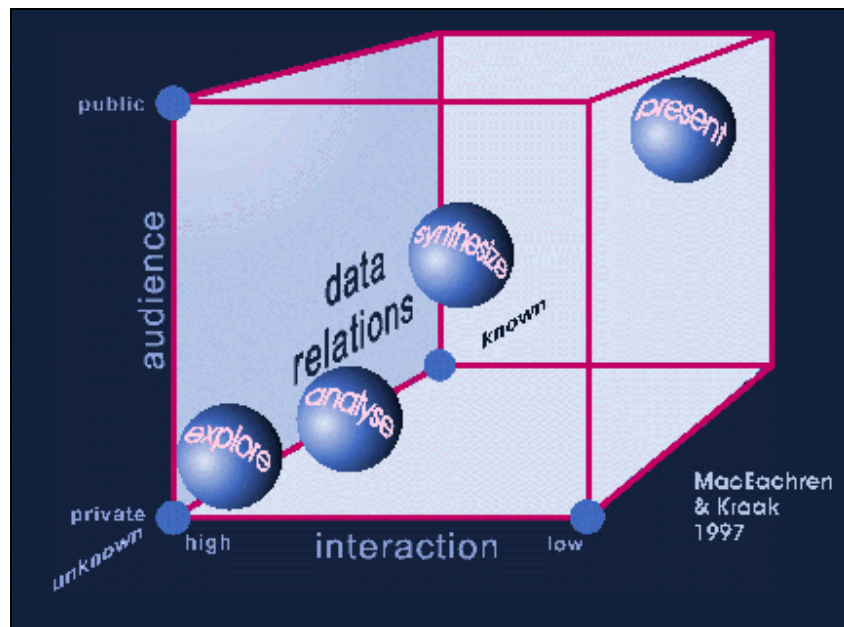
Το εσωστρεφές κομμάτι του μοντέλου αντιπροσωπεύει την οπτική αντίληψη και αποτελείται από

- 1) τη διερεύνηση των δεδομένων
- 2) την επαλήθευση των εμφανών σχέσεων των δεδομένων

Ενώ το εξωστρεφές αντιπροσωπεύει την οπτική επικοινωνία και αποτελείται από:

- 3) τη σύνθεση ή γενίκευση των αποτελεσμάτων
- 4) τη παρουσίαση των αποτελεσμάτων

Το μοντέλο του MacEachren είναι πιο εξελιγμένο (2004), προσαρμοσμένο στο πεδίο της οπτικοποίησης και παρουσιάζεται μέσα σε ένα χαρτογραφικό κύβο. Αναφέρεται στη συλλογική ακολουθία δημιουργίας γνώσης η οποία τελικά καταλήγει στην παρουσίαση.



**Εικόνα 4:** Η διαδικασία της οπτικοποίησης σύμφωνα με το μοντέλο του MacEachren (MacEachren, Kraak, 1997)

Οι τρεις άξονες του κύβου είναι: α) η διαδραστικότητα (υψηλή, χαμηλή), β) οι σχέσεις μεταξύ των δεδομένων (άγνωστες, γνωστές) και γ) σε ποιον απευθύνεται (σε ευρύ κοινό ή προσωπική χρήση). Έτσι λοιπόν η διερεύνηση, η ανάλυση, η σύνθεση και η παρουσίαση, βρίσκουν τη θέση τους μέσα σε αυτόν τον κύβο. Η διερεύνηση για παράδειγμα έχει υψηλή διαδραστικότητα, δεν γνωρίζουμε τις πιθανές σχέσεις μεταξύ των δεδομένων και αφορά μόνο τον αρχικό χρήστη.

Αν και η γεωγραφική οπτικοποίηση υπήρχε σαν όρος από το 1987 (στην επίσημη αναφορά του National Science Foundation για την επιστημονική οπτικοποίηση), η γεωοπτικοποίηση εμφανίζεται ως δόκιμος όρος εδώ και έξι περίπου χρόνια, από την ίδρυση της επιτροπής οπτικοποίησης της Εθνικής χαρτογραφικής εταιρίας των ΗΠΑ.

Παρακάτω παραθέτονται δυο ορισμοί της γεωοπτικοποίησης:

*“Geovisualization can be defined as a field on the use of visual geospatial displays - including Virtual Environments- to explore data and through that exploration to answer questions, generate a hypothesis, develop problem solutions and construct knowledge.” (Adrienko, Kraak, 2000)*

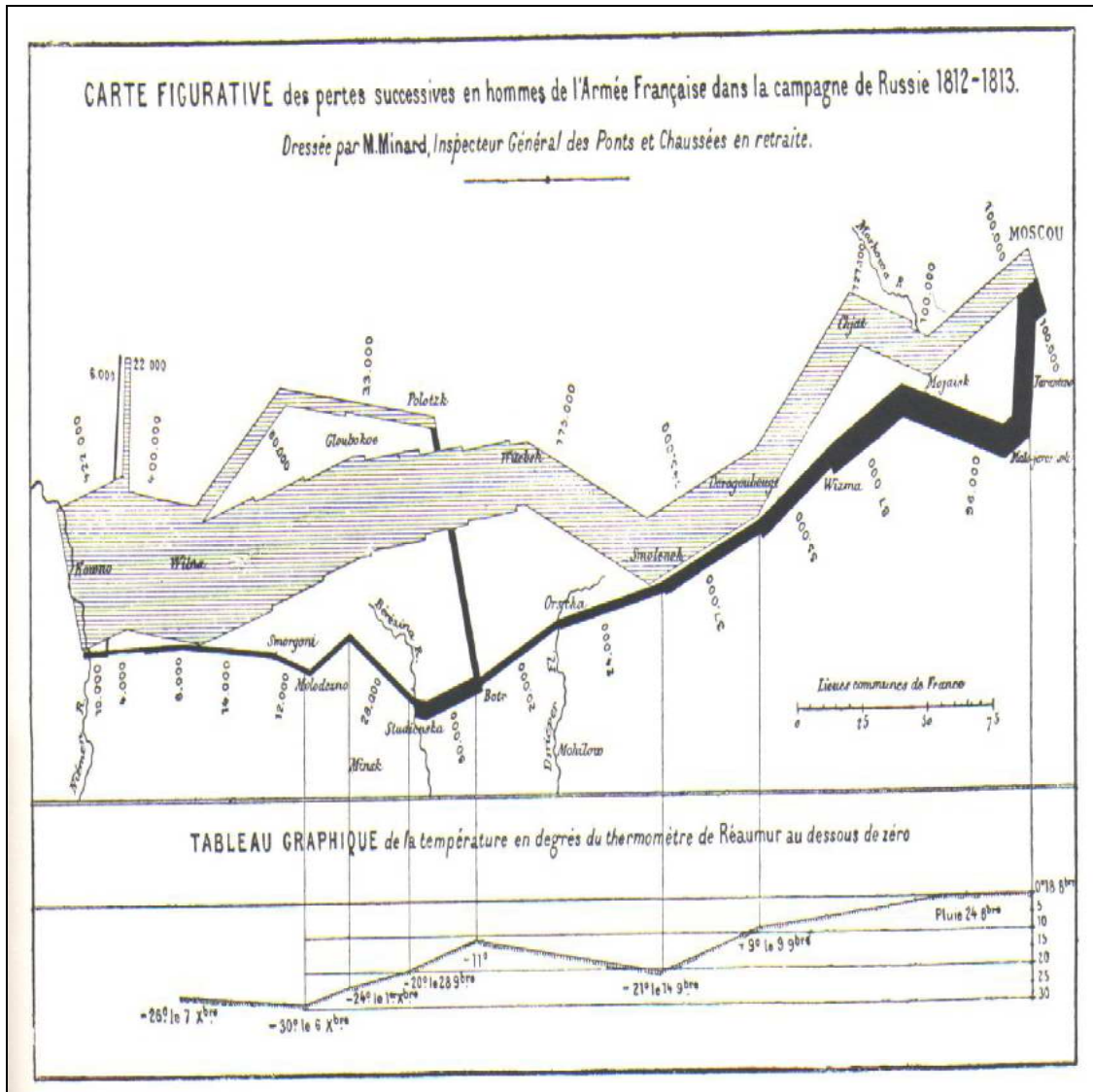
*“Geovisualization is both a process for leveraging data resources that include geospatial referencing to meet scientific and societal needs and together with broader discipline of Geographic Information Science (GIScience), a field of research and practice that develops visual methods and tools to support a wide array of geospatial data applications.”(MacEachren et al. 2003)*

Παρατηρούμε ότι και στους δυο κύριους ορισμούς, τονίζεται ιδιαίτερα η σχέση της οπτικοποίησης με τη διερεύνηση.

### **2.1 Παράδειγμα χρησιμοποίησης εναλλακτικών μεθόδων οπτικοποίησης**

Χρησιμοποιώντας πέρα από τις κλασσικές μεθόδους οπτικοποίησης και εναλλακτικές, μπορεί ένας ερευνητής να ανακαλύψει κάτι το οποίο με τις κλασσικές μεθόδους δεν διακρίνεται. Οι δημιουργικές ανακαλύψεις, σε τέχνες και επιστήμες, συμβαίνουν συχνά σε ασυνήθιστες καταστάσεις, εκεί όπου ίσως χρειάζεται κάποιος να σκεφτεί μη - συμβατικά. Για παράδειγμα ο χάρτη του Minard με την επέλαση του Ναπολέοντα ως τη Μόσχα.





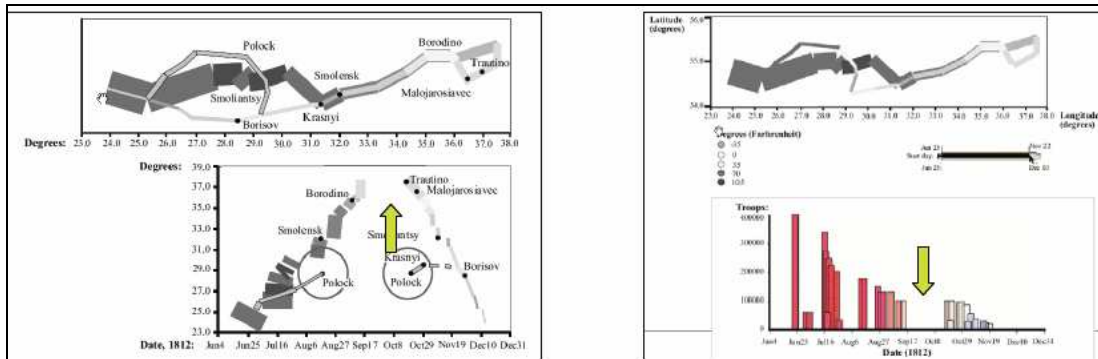
**Εικόνα 5:** Ο χάρτης με την εκστρατεία του Ναπολέοντα ως τη Μόσχα (Minard).

Πηγή: <http://www.math.yorku.ca/SCS/gallery>

Αν χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα αυτού του χάρτη και τα οπτικοποιήσουμε διαφορετικά, τότε μπορούμε να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα τα οποία δεν είναι ορατά στον αρχικό χάρτη.

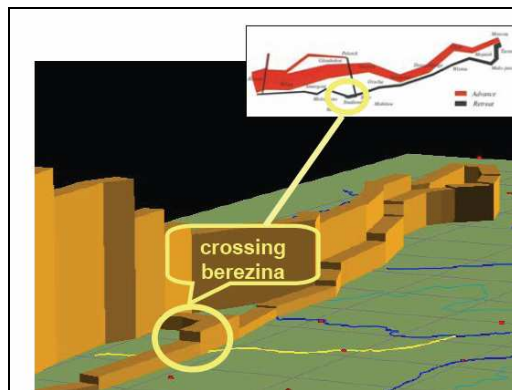
Στην αριστερή εικόνα, ο χάρτης έχει συνδεθεί με ένα διάγραμμα γεωγραφικού μήκους (άξονας - y) - χρόνου (άξονας - x). Στη δεξιά εικόνα ο χάρτης έχει συνδεθεί με ένα διάγραμμα χαρακτηριστικού (άξονας - y) - χρόνου (άξονας - x). Τα κίτρινα βέλη και στα δυο διαγράμματα αποκαλύπτουν ένα κενό, το οποίο δείχνει ότι ο

Ναπολέοντας έμεινε στη Μόσχα ένα μήνα πριν να ξεκινήσει το ταξίδι της επιστροφής. Την πληροφορία αυτή δεν μπορούμε όμως να τη δούμε στον αρχικό χάρτη.



**Εικόνα 6: Δεδομένα του χάρτη του Minard χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τρόπους οπτικοποίησης. Πηγή: Notes for Visualization e-course, Kraak, 2006**

Χρησιμοποιώντας ως τιμή για την τρίτη διάσταση τον αριθμό των στρατιωτών του, μπορούμε να έχουμε μια τρισδιάστατη απεικόνιση της εκστρατείας του Ναπολέοντα και ταυτόχρονα να παρατηρήσουμε που έχασε μεγάλο αριθμό στρατιωτών. Επίσης πληροφορία η οποία δεν απεικονίζεται στον αρχικό χάρτη.



**Εικόνα 7: Τρισδιάστατη απεικόνιση της εκστρατείας του Ναπολέοντα με δεδομένα από το χάρτη του Minard Πηγή: Notes for Visualization e-course, Kraak, 2006**

### **3. Διαδικτυακή χαρτογραφία**

#### **3.1 Εισαγωγή**

Η ραγδαία εξέλιξη της επιστήμης της πληροφορικής έχει δημιουργήσει τα τελευταία χρόνια καινούριες προοπτικές στις εφαρμοσμένες επιστήμες και ειδικότερα στη χαρτογραφία, στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και στη Τηλεπισκόπηση με την εισαγωγή της έννοιας της αυτοματοποίησης. Η σύνθεση και παραγωγή χαρτών έγινε πιο εύκολη και γρήγορη με τη χρήση ειδικών λογισμικών. Επιπλέον δημιουργήθηκαν καινούρια χαρτογραφικά προϊόντα όπως οι ψηφιακοί χάρτες.

Το καλύτερο και γρηγορότερο μέσο διάδοσης πληροφορίας στις μέρες μας, είναι το Διαδίκτυο (Internet). Η ανάγκη διάδοσης χαρτών και γεωγραφικής πληροφορίας μέσω του Διαδικτύου, οδήγησε σε μια εξέλιξη της αυτοματοποιημένης χαρτογραφίας. Στη Διαδικτυακή Χαρτογραφία.

#### **3.2 Ιστορική αναδρομή**

Η ελληνική λέξη "Χάρτης" ερμηνεύεται ως η γραφική απεικόνιση του συνόλου ή τμημάτων της γης επάνω σε επίπεδη ή σφαιρική επιφάνεια, η οποία δείχνει το σχετικό μέγεθος και τη θέση των χαρακτηριστικών (φυσικών και τεχνητών) υπό καθορισμένη κλίμακα και προβολή. Ο χάρτης είναι επιστημονικό επίτευγμα, ιστορικό έγγραφο, έργο τέχνης και καλλιτεχνικής έκφρασης. Περιγράφει την περιπλάνηση του ανθρώπου στο χώρο και το χρόνο, μέσα από μία συνεχώς εξελισσόμενη ιστορική διεργασία. Από τις απαρχές της ανθρωπότητας, για να δείξει ο άνθρωπος στην πρώτη μικρή κοινωνία σε ποιο σημείο βρισκόταν το νερό ή η



τροφή στην περιοχή που κατοικούσε, θα έπρεπε να χειρονομήσει ή να το σχεδιάσει. Με αυτόν τον "πρωτόγονο" και εμπειρικό τρόπο ξεκίνησε η επιστημονική χαρτογραφία. Η πορεία του ανθρώπου και ο τρόπος που οριοθετούσε τον κόσμο γύρω του περιγράφονται με θαυμαστή ακρίβεια από τα πετρογλυφικά σκαριφήματα της Παλαιολιθικής περιόδου (στα 30.000 π.Χ.) μέχρι τους σύγχρονους ψηφιακούς πολυσύνθετους χάρτες με την πληθώρα των παρεχόμενων πληροφοριών, όπως αυτοί παρουσιάζονται μέσα από τα CD-ROM και τις ιστοσελίδες του Διαδικτύου.

### **3.2.1 Το ξεκίνημα**

Οι επιστήμες της Γεωγραφίας και της Χαρτογραφίας δεν θα μπορούσαν παρά να είναι ελληνική υπόθεση. Με κέντρο την Ιωνία, ο Αναξίμανδρος ο Μιλήσιος (611-554 π.Χ.) θεωρείται ο πρώτος χαρτογράφος του κόσμου. Είναι εκείνος που σχεδίασε για πρώτη φορά το περίγραμμα της Γης και της θάλασσας. Οι επόμενοι χάρτες που χαρακτήκαν σε ξύλο ή πηλό ήταν επίπεδοι ή κυκλικοί και είχαν ως κέντρο του κόσμου τους Δελφούς. Ήδη, όμως, από τη σχολή του Πυθαγόρα είχε αρχίσει να αναπτύσσεται και να διαδίδεται η θεωρία ότι το σχήμα της Γης είναι σφαιρικό.

Στις εκστρατείες του Μεγάλου Αλεξάνδρου γίνεται προσπάθεια να χαρτογραφηθούν οι νέες κτήσεις και χιλιάδες πληροφορίες συλλέγονται για τις αποστάσεις, τη μορφολογία του εδάφους κ.ά. Σημαντικό όμως όνομα στην ιστορία της χαρτογραφίας είναι ο Ερατοσθένης (276-196 π.Χ.), ο βιβλιοθηκάριος της Αλεξάνδρειας που δοκίμασε με επιστημονικό τρόπο (παρατηρώντας τον Ήλιο, τα άστρα και χρησιμοποιώντας την τριγωνομετρική θεωρία) να μετρήσει την περίμετρο

της Γης. Πρώτος ο Ερατοσθένης χρησιμοποίησε ένα σύστημα μεσημβρινών και παραλλήλων για τον ακριβή εντοπισμό σημείων επάνω σε χάρτη.

Το κορυφαίο όμως όνομα στην ιστορία της χαρτογραφίας ήταν ο κοσμογράφος, φιλόσοφος και μουσικός Κλαύδιος Πτολεμαίος (98-178 μ.Χ.). Από την "Τετράβιβλο" μέχρι τη "Γεωγραφίας Υφήγησις", ο Πτολεμαίος θέτει τις βάσεις της επιστήμης της Χαρτογραφίας, συγκεντρώνει όλες τις γεωγραφικές γνώσεις, τοποθετεί σε γεωγραφικές συντεταγμένες 800 περίπου τοποθεσίες και δημιουργεί καταλόγους με τοπωνύμια της Ευρώπης, της Ασίας και της Αφρικής. Το "Πτολεμαϊκό Σύστημα" που διαμορφώνεται (η Γη είναι το κέντρο του κόσμου) παραμένει σε ισχύ για 12 ολόκληρους αιώνες μέχρι τον Κοπέρνικο.

Καθώς η Ευρώπη μπαίνει στο Μεσαίωνα και οι επιστήμες είναι "υπό διωγμό", οι χάρτες που εμφανίζονται έχουν έντονα θρησκευτική μορφή, χωρίς να έχουν επαφή με την πραγματικότητα. Για παράδειγμα, το 12<sup>ο</sup> αιώνα ο χάρτης του κόσμου είναι ένας κύκλος με ένα T που εφάπτεται στην περιφέρεια. Εκεί στο κέντρο του κύκλου και στο σημείο τομής του T, βρίσκεται η Ιερουσαλήμ! Ακόμα και στα τέλη του 15<sup>ου</sup> αιώνα τα πράγματα δεν είναι διαφορετικά και στο χάρτη του κόσμου (που δεν έχει καμία σχέση με την πραγματικότητα, ούτε καν αυτή του Πτολεμαίου!) η Ινδία βρίσκεται ακριβώς κάτω από τον Κήπο της Εδέμ!

Όλα αλλάζουν λίγο αργότερα με τις εξορμήσεις των μεγάλων θαλασσοπόρων, των Πορτογάλων και των Ισπανών. Πάντως ακόμα και ο Χριστόφορος Κολόμβος ξεκίνησε για τη μακρινή Αμερική έχοντας στα χέρια του τους χάρτες του Πτολεμαίου!

### **3.3 Οι σύγχρονοι χάρτες και η «δύναμη» των ψηφιακών χαρτών.**

Στον 20<sup>ο</sup> προς 21<sup>ο</sup> αιώνα οι χάρτες πλέον δεν σχεδιάζονται σε ένα φύλλο χαρτί. Μπορούν να τυπωθούν, αλλά τόσο ο σχεδιασμός όσο και η επεξεργασία των δεδομένων γίνονται ψηφιακά. Για να μπορούν οι χάρτες ως επιστημονικά πλέον δεδομένα να "διαβάζονται" από όλους, έχει επιλεγεί ένα κοινό πληροφοριακό σύστημα που ονομάζεται GIS (Geographic Information System), το οποίο υποστηρίζεται από πληθώρα λογισμικού.

Αν συγκρίνουμε της συμβατικές μεθόδους χαρτογραφίας με τη ψηφιακή χαρτογραφία, τότε τα πλεονεκτήματα της δεύτερης φαίνονται ξεκάθαρα. Η διαδικασία της παραδοσιακής χαρτοσύνθεσης, περιλαμβάνει την αποτύπωση των παρατηρήσεων σε χαρτί με το χέρι. Αν κάποιο χαρακτηριστικό αλλάξει, μετακινηθεί ή σχεδιαστεί λανθασμένα, η αλλαγή αυτή πρέπει να αποτυπωθεί σε καινούριο χάρτη. Αν για παράδειγμα κάποιος χάρτης απεικονίζει το τοπογραφικό διάγραμμα μιας πόλης και η πόλη επεκταθεί, ο χάρτης πρέπει να ξανασχεδιαστεί. Αυτά τα προβλήματα μειώνονται ή εξαλείφονται με τη ψηφιακή χαρτογραφία. Κάθε χαρακτηριστικό σώζεται ως ξεχωριστό επίπεδο πληροφορίας. Όταν κάποιο από αυτά αλλάξει, η αλλαγή στο χάρτη γίνεται εύκολα και χωρίς κόπο. Οι διαδραστικοί χάρτες επιτρέπουν το χρήστη να δει ακριβώς την περιοχή που τον ενδιαφέρει, χωρίς να περιορίζεται από το μέγεθος μιας εκτυπωμένης σελίδας. Ο χρήστης μπορεί επίσης να επιλέξει τα επίπεδα πληροφορίας που τον ενδιαφέρουν. Ο δημιουργός του χάρτη δεν χρειάζεται να μαντέψει ποιες πληροφορίες θέλει να δει ο χρήστης, αλλά αφήνει το χρήστη να διαλέξει.

Αντί να εστιάζει στις λεπτομέρειες μια συγκεκριμένης περιοχής του κόσμου, ο δημιουργός του ψηφιακού χάρτη μπορεί να εστιάσει στο πως να παρουσιάσει καλύτερα τη γεωγραφική πληροφορία που επιθυμεί. Στη ψηφιακή εποχή, εστιάζεις περισσότερο στο πως θα βοηθήσεις τους άλλους να βρουν πληροφορία παρά να παρουσιάσεις στατικές απεικονίσεις πληροφορίας όπως σε μια εκτυπωμένη σελίδα. Ο σημερινός σχεδιαστής χαρτών είναι συχνά σχεδιαστής ιστοσελίδων, προγραμματιστής ή αναλυτής Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και εστιάζει στη διαχείριση και παρουσίαση πληροφορίας σε ένα συγκεκριμένο κοινό.

### **3.4 Ο ψηφιακός χάρτης ενάντια στον παραδοσιακό χάρτη**

Μεταξύ του παραδοσιακού και του ψηφιακού χάρτη υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Ένας ψηφιακός χάρτης θεωρείται και σαν διαδραστικός (interactive map), γιατί δίνει την δυνατότητα στο χρήστη, εκτός από την παραδοσιακή εκτύπωση ενός ελκυστικού χάρτη, να κάνει zoom και pan και να θέσει ερωτήματα και να πάρει απαντήσεις, κάτι που είναι αδύνατο να το γίνει με τον παραδοσιακό χάρτη.

- Ο ψηφιακός χάρτης μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες οι οποίες είναι αρκετά δύσκολο να οπτικοποιηθούν στους παραδοσιακούς χάρτες.
- Οι παραδοσιακοί χάρτες είναι στατικοί και το περιεχόμενό τους διαφοροποιείται δύσκολα σε αντίθεση με τους ψηφιακούς χάρτες που είναι δυναμικοί και στους οποίους κάθε αλλαγή μπορεί να γίνει εύκολα και γρήγορα.
- Συνήθως η μελέτη μία περιοχής απαιτεί περισσότερους από έναν έντυπους χάρτες και θα πρέπει να γίνει η απαραίτητη συρραφή χαρτών. Αντίθετα στον

ηλεκτρονικό χάρτη παρέχεται η δυνατότητα για ενιαία αντιμετώπιση της περιοχής χωρίς συρραφές χαρτών.

- Σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς χάρτες, οι ψηφιακοί χάρτες μπορούν να συνδέσουν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα βάσεων δεδομένων με άλλα υποστηρικτικά έγγραφα. Για παράδειγμα, ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα μίας θερμής πηγής, ή ενός κρατήρα ηφαιστείου πάνω σε ένα χάρτη μπορεί να συνδεθεί με μία φωτογραφία ή ένα βίντεο.

Συνοψίζοντας, εκτός από μία όμορφη εικόνα ο ψηφιακός χάρτης έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τον παραδοσιακό χάρτη

⇒ Πρόσβαση στις πιο ενημερωμένες πληροφορίες

⇒ εξειδικευμένα εργαλεία για την ανάκτηση πληροφοριών (διαδραστικότητα)

Οι ψηφιακοί χάρτες παρέχουν νέες ευκαιρίες για την διάχυση της πληροφορίας τόσο μέσα στα πλαίσια ενός οργανισμού, όσο και στο κοινό, μέσω του Διαδικτύου.

Επειδή τα ΓΣΠ εξαπλώνονται με μεγάλη ταχύτητα κάθε χρόνο, υπάρχουν περισσότεροι αρχάριοι χρήστες, σε σχέση με τους ήδη υπάρχοντες εξειδικευμένους. Έτσι έχουμε δύο γκρουπ χρηστών ΓΣΠ με διαφορετικές ανάγκες το κάθε γκρουπ. Παραδοσιακά, μόνο οι έμπειροι χρήστες μπορούν να αντλήσουν πληροφορίες παραγωγικά από ένα ΓΣΠ. Έτσι μοιραία οι μη πεπειραμένοι χρήστες εξαρτώνται από αυτούς, για να ικανοποιήσουν όλες τις ανάγκες τους για χωρική ανάλυση και χαρτογραφία, αφού στην αρχή τουλάχιστον δυσκολεύονται πολύ ακόμη και στο να εκτυπώσουν ένα απλό χάρτη.

Οι ψηφιακοί χάρτες έρχονται να δώσουν μία αξιόπιστη λύση στην κοινή χρήση των χαρτών μεταξύ του προσωπικού ενός μεγάλου οργανισμού. Η λύση αυτή μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους.

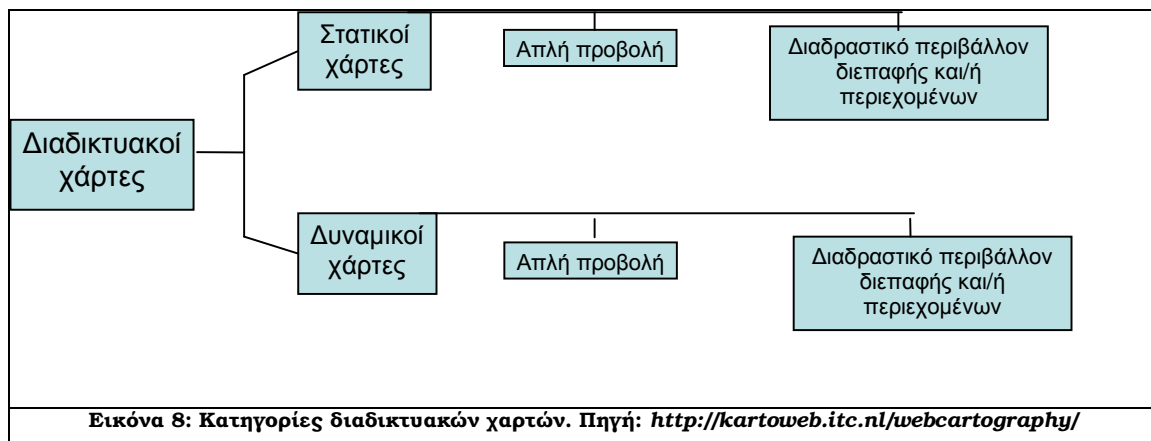
1. Με την χρήση ενός παραθυρικού προγράμματος, το οποίο θα είναι απλό, χωρίς την παρουσία πολλών μενού επιλογών και πολλών εργαλείων, τα οποία προκαλούν αμηχανία και σύγχυση στον αρχάριο χρήστη. Το πρόγραμμα αυτό θα υποστηρίζει τα γεωγραφικά δεδομένα του οργανισμού και θα είναι ανεξάρτητο του εμπορικού λογισμικού ΓΣΠ που θα διαθέτει ο οργανισμός. Έτσι οι χρήστες θα μπορούν πολύ εύκολα, χωρίς να είναι εξοικειωμένοι με τα ΓΣΠ να εκμεταλλεύονται παραγωγικά, τις δυνατότητες που τους παρέχει ο ψηφιακός χάρτης, δηλαδή εκτύπωση ενός ελκυστικού χάρτη, ή εμφάνιση διαφόρων πληροφοριών μετά από αναζήτηση στα δεδομένα του.
2. Με τη χρήση του διαδικτύου και την χρησιμοποίηση ενός προγράμματος πλοήγησης (Internet Explorer, Netscape Navigator). Σε αυτήν βέβαια την περίπτωση το τμήμα ΓΣΠ του οργανισμού, θα πρέπει να έχει εγκαταστήσει μία εφαρμογή εξυπηρέτησης χαρτών μέσω του διαδικτύου. Ο χρήστης θα μπορεί να εκτυπώνει ένα χάρτη, να κάνει αναζητήσεις στην χωρική βάση και να παίρνει τα αποτελέσματα στον υπολογιστή του είτε σε μορφή εικόνας (image service), είτε σε διανυσματική μορφή (feature service).

Χρησιμοποιώντας μία από τις δύο στρατηγικές, τα τμήματα ΓΣΠ μπορούν να παρέχουν στις διάφορες υπηρεσιακές μονάδες διαδραστικούς χάρτες, οι οποίοι έχουν πρόσβαση στις χωρικές πληροφορίες εύκολα και παραγωγικά.

Οι διαδραστικοί χάρτες μπορούν να φθάσουν σε μια ευρεία ποικιλία ανθρώπων με ένα ιδιαίτερα χαμηλό κόστος και να τροποποιηθούν για να απεικονίσουν τις μεταβαλλόμενες επιχειρησιακές απαιτήσεις και στόχους. Με τους χάρτες αυτούς, ένας Οργανισμός μπορεί να ενημερώνει τις κεντρικές βάσεις δεδομένων ανεξάρτητα από το χάρτη.

### 3.5 Τύποι διαδικτυακών χαρτών

Πώς μπορούν οι χάρτες να μπουν στο διαδίκτυο? Είναι δυνατόν να διακρίνουμε μεταξύ μεθόδων που διαφέρουν ανάλογα με τις δεξιότητες των κατασκευαστών – προμηθευτών και των χρηστών. Η διάκριση που γίνεται στο σχήμα παρακάτω δεν είναι φυσικά σταθερή ή μόνιμη, καθώς οι εξελίξεις στο διαδίκτυο τρέχουν με ραγδαίους ρυθμούς. Επίσης κάποιος μπορεί να βρει περιπτώσεις χαρτών που δεν ταιριάζουν στη συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση, άρα μπορεί να ορίσει μια καινούρια κατηγορία.



Το σχήμα διαχωρίζει τα είδη χαρτών σε στατικούς και δυναμικούς. Κάθε κατηγορία χωρίζεται περαιτέρω σε view only (δεν μπορούμε να επεμβούμε, απλά να δούμε το χάρτη) και σε interactive (διαδραστικό, μπορούμε να

επικοινωνήσουμε με το χάρτη). Οι πιο κοινοί χάρτες που μπορεί κάποιος να βρει στο διαδίκτυο, είναι οι στατικοί view only. Συχνά οι πηγές των διαδικτυακών αυτών χαρτών είναι οι συμβατικοί χάρτες που σαρώνονται και τοποθετούνται στο διαδίκτυο ως bitmaps. Αυτή η μορφή παρουσίασης, μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη για παράδειγμα για να παρουσιάσουμε μια σειρά ιστορικών χαρτών. Συχνά χάρτες αυτού του τύπου μπορούν να βρεθούν μόνο σε βιβλιοθήκες και χαρτογραφικές συλλογές. Το παγκόσμιο διαδίκτυο προσφέρει τη δυνατότητα σε ιδρύματα, να μοιραστούν με τον υπόλοιπο κόσμο τη χαρτογραφική τους συλλογή. Οι στατικοί view only χάρτες μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν ως δείγμα για τους χάρτες που είναι διαθέσιμοι σε έναν οργανισμό. Το πρόβλημα με αυτό το είδος των διαδικτυακών χαρτών είναι ότι δεν έχουν σχεδιαστεί για το WWW. Έχουν απλά σαρωθεί από άτλαντες ή άλλους εκτυπωμένους χάρτες, γεγονός το οποίο τους κάνει πολλές φορές μη εύκολα αναγνώσιμους λόγω του όγκου της πληροφορίας που περιέχουν.

Οι στατικοί χάρτες μπορούν επίσης να είναι και διαδραστικοί (interactive). Ονομάζονται επίσης και clickable χάρτες. Μπορούν να λειτουργήσουν και ως διασύνδεση για άλλα δεδομένα. Πατώντας με το ποντίκι πάνω σε ένα γεωγραφικό αντικείμενο μπορεί να οδηγηθεί ο χρήστης σε άλλες πληροφοριακές πηγές στο διαδίκτυο. Αυτές μπορεί να είναι επίσης χάρτες, εικόνες ή άλλες ιστοσελίδες. Διαδραστικότητα μπορεί να σημαίνει επίσης ότι ο χρήστης έχει δυνατότητα zoom και pan. Εναλλακτικά μπορεί να επιτρέπει τον χρήστη να ορίζει τα περιεχόμενα του δικτυακού χάρτη ενεργοποιώντας ή απενεργοποιώντας διάφορα επίπεδα πληροφορίας (layers). Μερικές φορές είναι δυνατή η επιλογή χρώματος και συμβόλων.



Το παγκόσμιο διαδίκτυο έχει αρκετές επιλογές για να προβάλλει δυναμικές διαδικασίες μέσω κίνησης animation. Τα GIF αυτά αρχεία, μπορούν να θεωρηθούν ως η view only εκδοχή των δυναμικών χαρτών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα, η γήινη σφαίρα που γυρίζει. Άλλες εφαρμογές είναι για παράδειγμα χάρτες που απεικονίζουν την αλλαγή καιρού σε σχέση με τη προηγούμενη μέρα. Λίγο πιο διαδραστικές εκδοχές αυτού του τύπου χαρτών είναι αυτές που παρουσιάζονται σε AVI, MPEG και Quicktime μορφή. Διαδραστικές δυναμικές εφαρμογές μπορούν να δημιουργηθούν με Java, JavaScript, ή με εικονικά περιβάλλοντα σε VRML ή Quicktime VR. Ειδικά η VRML, που προσφέρει τη δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης, προσφέρει τη δυνατότητα να πάρουμε αποφάσεις για τη κατεύθυνση και το ύψος.

### **3.6 Σχεδίαση διαδικτυακών χαρτών**

Η σχεδίαση χαρτών για το διαδίκτυο, είναι ένα καινούριο και προκλητικό θέμα. Ο χαρτογράφος πρέπει να λάβει υπόψιν τους περιορισμούς και τις δυνατότητες που προσφέρουν οι on-screen χάρτες. Ακόμα και χωρίς τη χρήση του διαδικτύου, οι on-screen χάρτες προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες από τους έντυπους. Ακόμα, η σχεδίαση τους ξεφεύγει από τους περιορισμούς ενός έντυπου χάρτη, αν και θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι κάποιος χρήστης μπορεί να θέλει να εκτυπώσει τον συγκεκριμένο χάρτη.

Εν τούτοις, για το σχεδιασμό χαρτών για το διαδίκτυο ακόμα και οι έμπειροι χαρτογράφοι πρέπει να τροποποιήσουν τις δικές τους σχεδιαστικές συνήθειες μπροστά στη φύση του Παγκόσμιου Διαδικτύου και του τι μπορεί να προσφέρει. Δεν είναι δυνατόν ένας χάρτης ο οποίος είναι σχεδιασμένος άψογα και

αποθηκεύεται σε ένα CD-ROM να ανέβει στο διαδίκτυο. Οι διαδικτυακοί χαρτογράφοι ανησυχούν για παράγοντες για τους οποίους δεν μπορούν να κάνουν και πολλά, και οι οποίοι επηρεάζονται από ενέργειες χρηστών και τις ρυθμίσεις του εκάστοτε συστήματος. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν: γραμματοσειρές και χρώματα. Επίσης, πρέπει να διατηρούν το μέγεθος του αρχείου του χάρτη σε χαμηλά επίπεδα, έτσι ώστε να είναι και ελάχιστος ο χρόνος φόρτωσης του αρχείου. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεγέθη και ποιότητα χαρτών μικρότερων από αυτά που θα επιθυμούσε ο χαρτογράφος.

Το κυριότερο ερώτημα στη χαρτογραφική διαδικασία, είναι το εξής: «**Πώς** λέω **τι** σε **ποιον** και πως είναι **αποτελεσματικό?**».

Ο χαρτογράφος επεξεργάζεται τα δεδομένα («τι») και τα παρουσιάζει μέσω συγκεκριμένης χαρτογραφικής μεθόδου και συμβολισμών («πώς») έχοντας στο μυαλό σε ποιον απευθύνεται ο χάρτης που σχεδιάζει. Το «αποτελεσματικός», κρίνεται από την εμπειρία και τους προηγούμενους χάρτες που έψαξαν οι χρήστες.

Οι βασικές διαφορές μεταξύ των view only και των διαδραστικών χαρτών οδηγούν σε διαφορετική σχεδιαστική προσέγγιση για κάθε τύπο....

- Τα σύμβολα στον στατικό ή δυναμικό view only χάρτη μπορούν να συγκριθούν με τα συμβατικά χαρτογραφικά σύμβολα. Η σχεδιάσή τους θα πρέπει να είναι βασισμένη ανάλογα με τη φύση των δεδομένων που θα απεικονιστούν.
- Ανάλογα με τη διαδραστικότητά του, μπορεί να έχει κάποια μικρά πρόσθετα από τον view only, όπως κουμπάκια που επιτρέπουν το κλικ πάνω σε μια τοποθεσία το οποίο οδηγεί σε άλλες πληροφορίες.

Η οπτική ιεραρχία των πληροφοριών ενός διαδικτυακού χάρτη, θέλει προσοχή καθώς είναι πολύ σημαντική. Τρία είναι τα διακριτά επίπεδα

- Το κυρίως επίπεδο αποτελείται από το κυρίως θέμα του χάρτη. Τα διαδραστικά αντικείμενα (σημεία, κουμπιά) που θα οδηγήσουν σε άλλες πληροφορίες, μπορούν επίσης να συμπεριληφθούν στο κυρίως επίπεδο.
- Το δευτερεύον επίπεδο , αναφέρεται στις πληροφορίες του βασικού χάρτη, αλλά επίσης και στα pop-up μενού, στους ήχους κτλ, που προσφέρουν επιπρόσθετες πληροφορίες για το κυρίως χάρτη.
- Το επίπεδο υποστήριξης περιλαμβάνει πληροφορίες όπως το υπόμνημα, ο κάναβος, τα γραφήματα, ή τα pop-up μενού που περιέχουν πληροφορίες που δεν σχετίζονται άμεσα με το βασικό θέμα του χάρτη.

Το περιεχόμενο του χάρτη εξαρτάται επίσης από την κλίμακα. Συνήθως οι on-screen και οι διαδικτυακοί χάρτες δεν έχουν σάνταρ κλίμακα, καθώς αυτή μπορεί να αλλάξει με τη μεγέθυνση ή σμίκρυνση του χάρτη (zoom in, zoom out). Υπάρχει ωστόσο μια ιδανική κλίμακα για να απεικονιστεί ένας χάρτης, εξαρτώμενη φυσικά από τη πυκνότητα και ακρίβεια των λεπτομερειών του. Αν ένας χάρτης μεγεθυνθεί υπερβολικά, τότε ελάχιστες λεπτομέρειες θα είναι ορατές στο παράθυρο του χρήστη και η ακρίβεια δεν θα είναι τόσο μεγάλη. Αν ο χάρτης σμικρυνθεί υπερβολικά, τότε δεν θα μπορεί να διαβαστεί εύκολα. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες zoom.

1. Στατικό γραμμικό zoom. Δεν συμβαίνει αλλαγή στο διαδικτυακό χάρτη. Η εικόνα μεγεθύνεται γραμμικά αλλά το περιεχόμενο του χάρτη δεν αλλάζει. Οι διανυσματικές μορφές χάρτη θα παραμείνουν αναλλοίωτες, ενώ οι

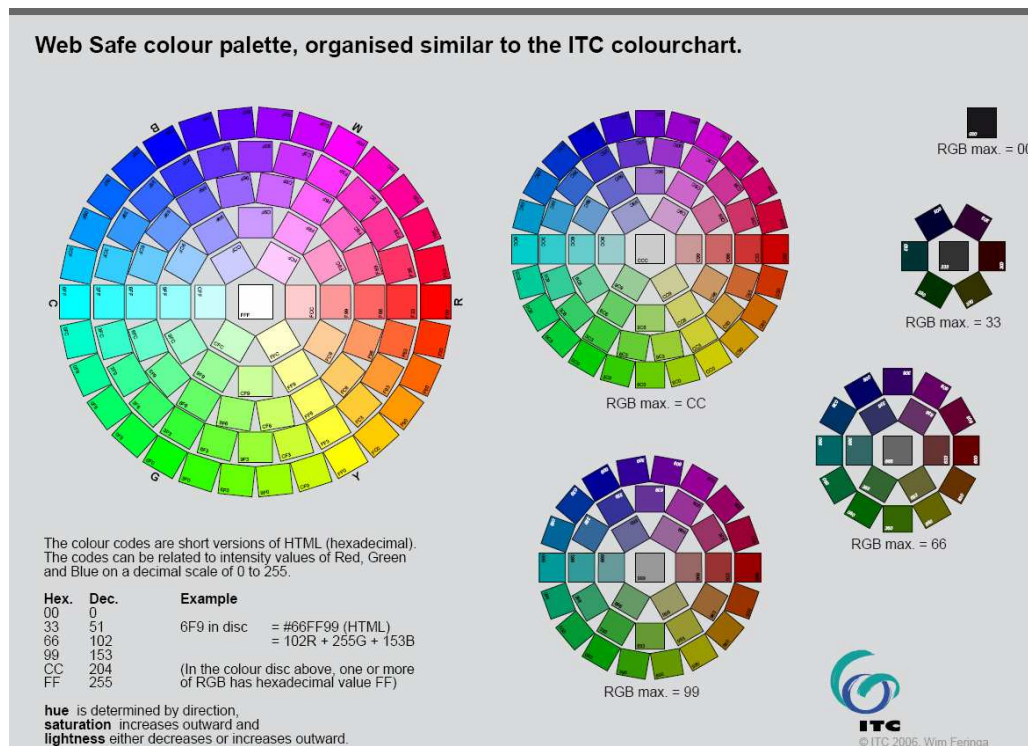
- ψηφιδωτές (raster) θα εμφανίσουν έντονα τα pixel (η εικόνα). Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή zoom.
2. Στατικό σταδιακό zoom. Ισχύουν τα παραπάνω, με τη διαφορά ότι υπάρχει μια σειρά χαρτών της ίδιας περιοχής, ο καθένας σχεδιασμένος για διαφορετική κλίμακα.
  3. Δυναμικό zoom. Σε αυτή τη περίπτωση υπάρχει απευθείας σύνδεση μεταξύ κλίμακας και περιεχομένων χάρτη. Όσο μεγαλύτερη η κλίμακα τόσο περισσότερες λεπτομέρειες εμφανίζονται. Μπορεί επίσης να αλλάξει και ο χαρτογραφικός συμβολισμός

Για τους διαδικτυακούς χάρτες μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ διαφορετικών τύπων υπομνήματος. Τα μη διαδραστικά υπομνήματα, αντιστοιχούν στα υπομνήματα που υπάρχουν στους έντυπους χάρτες. Ένα από τα προβλήματα, είναι ότι στη περίπτωση zoom σε έναν σκαναρισμένο χάρτη, το υπόμνημα χάνεται από την οθόνη. Τα υπομνήματα pop up εμφανίζονται στην οθόνη όταν ο χρήστης επιλέξει ένα αντικείμενο στο χάρτη. Το μειονέκτημα ενός pop-up υπομνήματος είναι ότι τα σύμβολα του χάρτη που πρέπει να περιγραφούν, πρέπει να έχουν προηγουμένως ενεργοποιηθεί.

Τα υπομνήματα με πίνακα ελέγχου χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν τη πληροφορία που εμφανίζεται στο χάρτη. Επιλέγοντας συγκεκριμένα αντικείμενα στο υπόμνημα, ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει ή απενεργοποιήσει τα επίπεδα πληροφορίας.

### 3.6.1 Χρώματα στους διαδικτυακούς χάρτες

Στο δίκτυο, το πώς θα εμφανιστεί ένας χάρτης στην οθόνη ενός χρήστη (με τη χρώματα ή παραμορφώσεις), εξαρτάται από τις ρυθμίσεις του δικτύου και του υπολογιστή του χρήστη. Γι' αυτό το λόγο οι διαδικτυακοί χαρτογράφοι στην αρχή επέλεξαν να δουλεύουν με χαμηλές ρυθμίσεις και 256 χρώματα. Στη συνέχεια όμως με την εξέλιξη της τεχνολογίας (γρήγορες συνδέσεις κλπ) οι χάρτες άρχισαν να δημιουργούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να μοιάζουν πιο ενδιαφέροντες και ελκυστικοί χρησιμοποιώντας πολλά περισσότερα χρώματα. Στην παρακάτω εικόνα διακρίνονται τα χρώματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια σε διαδικτυακούς χάρτες. Η επιλογή τους έχει γίνει από το ITC (International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation)



**Εικόνα 9: Παλέτα χρωμάτων για χρήση σε διαδικτυακούς χάρτες.  
Πηγή: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation**

### **3.6.2 Τύποι γραμματοσειρών και τοποθετήσεις ονομάτων στους διαδικτυακούς χάρτες**

Πολλοί χαρτογράφοι ισχυρίζονται ότι τα ονόματα πάνω στους χάρτες είναι αναγκαίο κακό. Το ίδιο ισχύει και για τους διαδικτυακούς χάρτες. Το κείμενο δεν μπορεί να παραληφθεί, καθώς δίνει σημαντικές πληροφορίες, όπως ονόματα πόλεων, ύψη και δεν μπορεί να αντικατασταθεί από άλλο σύμβολο. Το αντίκτυπο που έχει το κείμενο στην εμφάνιση ενός χάρτη είναι σημαντικό. Λάθος επιλογή και εφαρμογή τυπογραφικών μεταβλητών όπως γραμματοσειρά, μέγεθος γραμματοσειράς μπορεί να προκαλέσει προβλήματα, όπως πχ να συμπίπτει το κείμενο με ένα σύμβολο. Κείμενο υπάρχει στους χάρτες σε δυο μορφές.

1. Κείμενο έξω από το χάρτη, όπως για παράδειγμα το υπόμνημα ή η κλίμακα, ο τίτλος κλπ,
2. Κείμενο μέσα στο χάρτη

Το κείμενο έξω από το χάρτη μπορεί θεωρηθεί ως ένα οποιοδήποτε κείμενο μέσα σε μια ιστοσελίδα. Μέσα στο χάρτη, το κείμενο εφαρμόζεται για ονοματολογία των γεωγραφικών δεδομένων.

Το πόσο εύκολα μπορεί να διαβαστεί το κείμενο ενός χάρτη, επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες: επιλεγμένη γραμματοσειρά, μέγεθος γραμματοσειράς, προσανατολισμός κειμένου, πλαίσιο κειμένου κλπ. Καλό θα ήταν πάντως το μέγεθος του κειμένου να μην είναι κάτω από 10 σημεία. Για να είναι σίγουρο πάντως το αποτέλεσμα, καλό θα ήταν ο χάρτης να δοκιμαστεί και σε μηχανήμα με ελάχιστες δυνατότητες. Πολλά εξαρτώνται πάντως από την πραγματική πυκνότητα του κειμένου.

### **3.7 Ποια τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των διαδικτυακών χαρτών?**

Οι διαδικτυακοί χάρτες έχουν σίγουρα κάποια χαρακτηριστικά που τους κάνουν να διαφέρουν από τους παραδοσιακούς έντυπους χάρτες. Για μια συγκεκριμένη εφαρμογή, επηρεάζονται από τέσσερις (4) κυρίως παράγοντες. Το χρήστη, τον προμηθευτή, το οπτικό περιβάλλον και τα περιεχόμενα του χάρτη. Η διαδραστικότητα μεταξύ αυτών των στοιχείων επηρεάζει την εμφάνιση του χάρτη.

Το περιβάλλον θέασης, επιβάλλει ουσιαστικά ότι ο χάρτης διαδικτύου δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλος, ούτε σε μέγεθος ούτε σε χωρητικότητα. Αλλιώς ο χρήστης είναι πιθανόν να μην περιμένει για να φορτώσει το χάρτη αυτό. Ο μέσος χρήστης του διαδικτύου δε διαθέτει πολλή υπομονή. Αυτό θέτει περιορισμούς ακόμα και στα περιεχόμενα του χάρτη. Η πυκνότητα γραφικών και πληροφοριών θα πρέπει να είναι χαμηλή. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί και ως μειονέκτημα, αλλά εγγυάται την πρόκληση του να παράγεις καλοσχεδιασμένους χάρτες. Αφού το περιβάλλον είναι κατάλληλο για διαδραστικότητα, είναι δυνατό να τοποθετηθούν περισσότερες πρόσθετες πληροφορίες πίσω από τις εικόνες των χαρτών. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να προσπελαθούν με διάφορες τεχνικές, όπως για παράδειγμα με το κλικ του ποντικιού. Όταν ο χρήστης κάνει κλικ με το ποντίκι πάνω σε μια πόλη, να εμφανίζεται το όνομα της πόλης. Κάποιος μπορεί επίσης να έχει πρόσβαση και σε βάση δεδομένων, κάνοντας κλικ πάνω σε αντικείμενα του χάρτη. Η βάση δεδομένων μπορεί να περιέχει ακόμα και στοιχεία multimedia όπως ήχους ή εικόνες.

Όλα αυτά τα στοιχεία διαδραστικότητας δυσκολεύουν τους δημιουργούς στο να ξέρουν πώς θα εμφανίζεται ο τελικός χάρτης και ποιος θα τον βλέπει. Ένα

διαφορετικό περιβάλλον ή ένας διαφορετικός φυλλομετρητής (browser) σε ένα διαφορετικό μηχάνημα μπορεί να συντελέσει σε έναν διαφορετικό χάρτη από αυτόν που υπάρχει στη σελίδα του προμηθευτή - δημιουργού. Η λύση θα μπορούσε να είναι να προσφέρονται μόνο view only χάρτες, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις αυτό δεν θα ικανοποιούσε τους στόχους του προμηθευτή. Ο προμηθευτής πρέπει ν' αποφασίσει ποια είναι η καλύτερη μέθοδος για να παρουσιάσει δεδομένα.

Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των διαδικτυακών χαρτών όπως έχουν αναφερθεί και προηγουμένως είναι:

- Η δυνατότητα εύκολης αναζήτησης τοποθεσιών στο χάρτη
- Η δυνατότητα zoom και μετακίνησης (pan)
- Η δυνατότητα επιλογής των επιπέδων πληροφορίας (layers)
- Η δυνατότητα χρήσης υπερσυνδέσεων για αρχεία πολυμέσων

Αυτό που πρέπει να αντιληφθεί κάποιος είναι ότι αυτές οι δυνατότητες δυναμικής διαδραστικότητας με τα γεωχωρικά δεδομένα και η κατασκευή χαρτών υπήρχαν ήδη με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S) και με τη διάδοση των CD-ROMs και DVDs. Τα αληθινά πλεονεκτήματα μπορούν να συγκεντρωθούν κάτω από δύο επικεφαλίδες

- Προσπελασιμότητα
- Αμεσότητα

Ένας χρήστης με πρόσβαση στο παγκόσμιο διαδίκτυο, έχει πρόσβαση σε τεράστιο πλούτο πληροφορίας από τον προσωπικό του υπολογιστή στο σπίτι ή το γραφείο. Πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων διαδικτυακών χαρτών, είναι προσβάσιμες



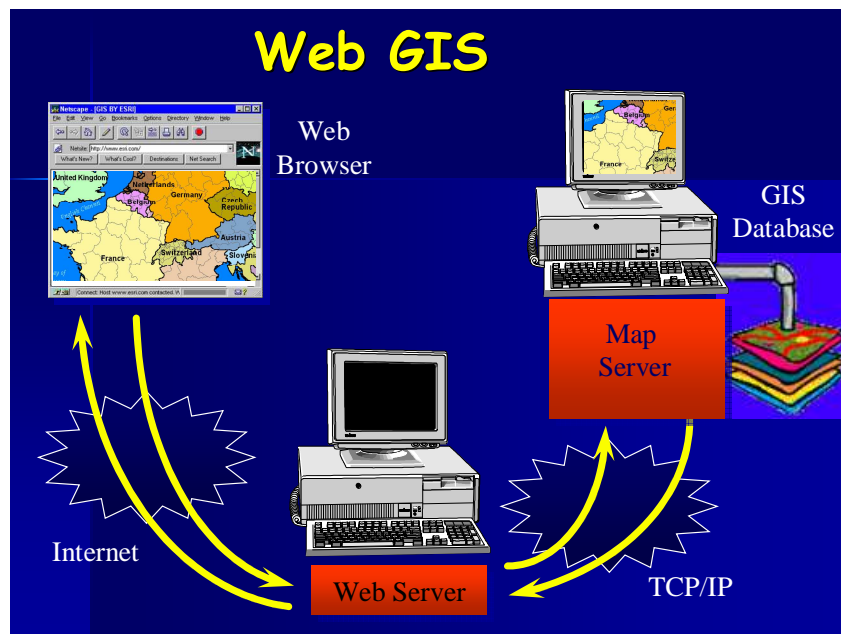
μέσω φυλλομετρητών, 24 ώρες την ημέρα και δεν εμποδίζονται από πολιτικά και γεωγραφικά όρια. Μέσω των διασυνδέσεων οι χρήστες έχουν απεριόριστη πρόσβαση σε πληροφορία πολύ περισσότερη από αυτή που μπορεί να περιληφθεί σε ένα CD-ROM ή DVD. Το διαδίκτυο μπορεί να προσφέρει γρήγορες απαντήσεις σε σχεδόν κάθε γεωγραφικό ερώτημα. Επίσης, οι χρήστες δεν είναι υποχρεωμένοι να αφήσουν τα σπίτια τους ή τα γραφεία τους, για να πάνε να αγοράσουν το CD-Rom από κάποιο μαγαζί με ώρες λειτουργίας, ούτε έχουν να ανησυχούν για το πως θα εγκαταστήσουν το CD-ROM στον υπολογιστή τους. Η προσβασιμότητα του μέσου, δημιουργεί επίσης δυνατότητες για μαζική συμμετοχή και συνεργατική χαρτογραφική απεικόνιση σε φυσικές διαδικασίες σχεδιασμού. Μία άλλη πλευρά της προσβασιμότητας και μεγάλο πλεονέκτημα για το χρήστη, είναι ότι η πληροφορία στο διαδίκτυο είναι δωρεάν (εκτός ορισμένων περιπτώσεων).

Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα της παραδοσιακής χαρτογραφίας, ήταν η ενημέρωση - ανανέωση των χαρτών (up-to-date). Εξαιτίας της χρονοβόρας διαδικασίας παραγωγής, μερικές φορές ένας χάρτης έφτανε στα χέρια των χρηστών χρόνια μετά τη συλλογή των στοιχείων. Μέχρι τη στιγμή παραγωγής όμως, τα στοιχεία αυτά σίγουρα θα έχουν αλλάξει. Με την εισαγωγή της ψηφιακής χαρτογραφίας, η χαρτογραφική παραγωγή κάπως επιταχύνθηκε, αλλά το πρόβλημα της αμεσότητας παρέμενε. Το παγκόσμιο διαδίκτυο όμως μπορεί να προμηθεύσει τους χρήστες με πραγματικά πρόσφατη up-to-date γεωγραφικά και χαρτογραφικά πληροφορία. Για παράδειγμα, υπάρχουν σελίδες καιρού, που δείχνουν τη μετακίνηση αερίων μαζών. Άλλα παραδείγματα, είναι χάρτες που δείχνουν την κυκλοφοριακή ένταση στους δρόμους μιας πόλης σε πραγματικό χρόνο.

Όλα αυτά είναι παραδείγματα των νέων δυνατοτήτων του νέου μέσου, που διοχετεύει τη γεωγραφική πληροφορία μέσω διαδικτυακών χαρτών σε πραγματικό χρόνο. Ακόμα και οι λιγότερο δυναμικοί χάρτες, όπως οι τουριστικοί, μπορούν να προσφερθούν στο χρήστη ανανεωμένοι. Ενημερωμένα τοπογραφικά διαγράμματα για παράδειγμα.

### 3.8 Πώς λειτουργεί μια ιστοσελίδα με διαδικτυακούς χάρτες

Το πως λειτουργεί ακριβώς μια σελίδα με διαδικτυακούς χάρτες, περιγράφεται αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα βασικό διάγραμμα του πώς ένας χρήστης ζητά έναν χάρτη μέσω μιας web mapping ιστοσελίδας και τι γίνεται από «πίσω». Ο χρήστης ζητά έναν χάρτη από τον server, ο οποίος αναλαμβάνει να συνθέσει όλα τα δεδομένα. Ο τελικός χάρτης γυρνάει από την ίδια διαδρομή στο φυλλομετρητή (web browser) του χρήστη.



Εικόνα 10: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας διαδικτυακής χαρτογραφίας

### **3.9 Προβλήματα και περιορισμοί των Διαδικτυακών χαρτών**

Για τους χρήστες ορισμένοι περιορισμοί των διαδικτυακών χαρτών δεν σχετίζονται άμεσα με το διαδίκτυο, αλλά περισσότερο με τις συνέπειες που έχει το μέσο που ονομάζεται H/Y – σε σύγκριση πάντα με τους κλασσικούς έντυπους χάρτες – όπως για παράδειγμα η φορητότητα ή το περιορισμένο μέγεθος εμφάνισης. Αν και το πρόβλημα της φορητότητας αντιμετωπίζεται, καθώς οι χάρτες μπορούν να μεταφερθούν σε PalmTop υπολογιστές ή σε SmartPhones, το πρόβλημα του περιορισμένου μεγέθους παραμένει. Ναι μεν δίνεται η δυνατότητα zoom και pan, αλλά δεν μπορεί να συγκριθεί με έναν παραδοσιακό, εκτυπωμένο χάρτη. Ένα άλλος περιορισμός, είναι η ανάλυση της οθόνης και οι λεπτομέρειες που δεν εμφανίζονται σε αυτή. Ένας εκτυπωμένος χάρτης θα έχει υψηλότερη ανάλυση και πιθανώς περισσότερη λεπτομέρεια στην ίδια κλίμακα, σε σχέση με το ψηφιακό (van Elzakker & Koussoulakou, 1997).

Ένα άλλο πρόβλημα είναι η ποιότητα σχεδίασης των ψηφιακών χαρτών. Μια πλευρά του προβλήματος, είναι ότι ο καθένας μπορεί πλέον να σχεδιάσει και να συνθέσει χάρτες και να τους δημοσιεύει μέσω του Web, χωρίς να έχει την απαραίτητη χαρτογραφική γνώση ή υπόβαθρο. Αυτό εμπεριέχει το ρίσκο της παραβίασης χαρτογραφικών κανόνων, χάνοντας ή μειώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα των χαρτών αυτών. Μια άλλη πτυχή του προβλήματος είναι ότι οι χρήστες δεν μπορούν να ελέγξουν απόλυτα το αποτέλεσμα της σύνθεσης, καθώς αυτό μπορεί να διαφοροποιείται από WMS σε WMS αλλά όχι μόνο εκεί. Τα αποτελέσματα ίσως είναι διαφορετικά μεταξύ browser, υπολογιστών, οθονών κλπ.

Επίσης το πρόβλημα ορισμένων ιστοσελίδων μπορεί να είναι το ότι δεν ανανεώνονται συχνά και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα οι χρήστες να χάσουν την εμπιστοσύνη τους σε αυτές. Το πιο σημαντικό είναι ότι στην πράξη, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί στην προσβασιμότητα. Οι περιορισμοί αυτοί είναι:

- Η εύρεση διαδικτυακών χαρτών και δεδομένων
- Η γλώσσα
- Η προσβασιμότητα για όλους (?)
- Διαδικτυακοί χάρτες και δεδομένα επί πληρωμή
- Πρόσβαση στο διαδίκτυο
- Ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων

Αν βρεις διαδικτυακούς χάρτες και δεδομένα σε μια ιστοσελίδα, κανένας δεν εγγυάται ότι και την επόμενη μέρα θα βρίσκονται στη σελίδα ή ακόμα κι αν η ίδια η σελίδα θα λειτουργεί.

Η γλώσσα παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη προσβασιμότητα.. Λάθος ορθογραφία κάποιου τοπωνυμίου μπορεί να οδηγήσει στην μη εύρεση των απαιτούμενων χαρτών ή δεδομένων. Αν και το Web δεν περιορίζεται από πολιτικά σύνορα, η παγκόσμια διασπορά χαρτών και δεδομένων μπορεί να εμποδίζεται από γλωσσικά προβλήματα. Η κυρίαρχη γλώσσα που χρησιμοποιείται στο Web είναι τα Αγγλικά (περίπου 30% όλων των χρηστών μιλάνε αγγλικά) με δεύτερη γλώσσα τα κινέζικα (14%) (<http://www.internetworldstats.com> , 2007). Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι μόνο το 10% του συνολικού πληθυσμού της γης καταλαβαίνει αγγλικά. Επίσης, το 22% του συνολικού ενήλικου πληθυσμού της γης, είναι αναλφάβητο (UNDP, 1999).

Ακόμα όμως και σε κοινωνίες με μηδαμινά ποσοστά αναλφαβητισμού, μόνο ορισμένες κοινωνικές τάξεις έχουν πρόσβαση στη πληροφορία μέσω διαδικτύου. Η πρόσβαση περιορίζεται σε ανθρώπους ή περιοχές με συγκεκριμένο πλούτο, συγκεκριμένο επίπεδο μόρφωσης και δεξιοτήτων, με γνώση αγγλικών, κατάλληλη κυβερνητική πολιτική και κατάλληλο εξοπλισμό. Οι οικονομικοί παράγοντες είναι ίσως η πιο σημαντική εξήγηση για περιορισμό της πρόσβασης στο διαδίκτυο. (Kraak, 2001),

Επίσης η προσβασιμότητα επηρεάζεται και από τη διαθεσιμότητα χαρτών και δεδομένων χωρίς χρέωση. Έτσι κι αλλιώς όμως η «δωρεάν» διάθεση χαρτών και δεδομένων είναι μια αυταπάτη. Η πρώτη απαίτηση είναι η πρόσβαση στο διαδίκτυο με τη χρήση Η/Υ, την οποία κάποιος πρέπει να πληρώσει είτε σε κάποιον Internet Service Provider είτε σε κάποιο Internet Café. Είναι κατανοητό ότι τα κόστη και της πρόσβασης και του Η/Υ δεν είναι χαμηλά και ειδικά σε αναπτυσσόμενες χώρες. Επιπλέον, χωρίς πρόσβαση στο διαδίκτυο, χωρίς δηλαδή να βρίσκεται κάποιος στο σπίτι, στο γραφείο, δεν μπορεί να ψάξει για διαδικτυακούς χάρτες και δεδομένα.

Εντούτοις, οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις έχουν οδηγήσει σε καινούριες λύσεις. SmartPhones και Palmtops με σύνδεση στο Διαδίκτυο μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας είναι οι καινούριοι τρόποι που θα μπορεί κάποιος να αναζητεί χάρτες στο διαδίκτυο. Θα μπορεί επίσης να χρησιμοποιεί στις συσκευές αυτές, ψηφιακούς χάρτες που έχει προηγουμένως κατεβάσει και αποθηκεύσει.

Ένας τελικός περιορισμός είναι η ταχύτητα και αξιοπιστία μετάδοσης δεδομένων μέσω του διαδικτύου. Για του χρήστες, η ταχύτητα είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στη χρήση του διαδικτύου (Kehoe et al., 1999).

Η ταχύτητα δεν εξαρτάται μόνο από τη τεχνολογία που χρησιμοποιεί ο χρήστης, τον H/Y ή την ταχύτητα του modem, αλλά και από τις υποδομές που υπάρχουν. Οι διαδικτυακοί χάρτες και τα δεδομένα συνήθως έχουν μεγάλο μέγεθος και ίσως χρειάζεται χρόνος για την ανάκτηση και το φόρτωμά τους από το διαδίκτυο. Για αυτό και είναι επιρρεπής στο σύνδρομο World Wide Wait των χρηστών που είναι ανυπόμονοι. Με τις καινούριες τεχνολογίες και ταχύτητες σύνδεσης (ADSL, οπτικές ίνες) τα προβλήματα αυτά τείνουν προς την εξάλειψη. Πολλοί λένε ότι το πρόβλημα της ταχύτητας δεν είναι τεχνολογικό, αλλά οικονομικό. Η ταχύτητα είναι εκεί. Αν τη θες, πληρώνεις. Για αυτό το λόγο και οι δημιουργοί των διαδικτυακών χαρτών φροντίζουν ώστε οι χάρτες να έχουν μικρό μέγεθος.

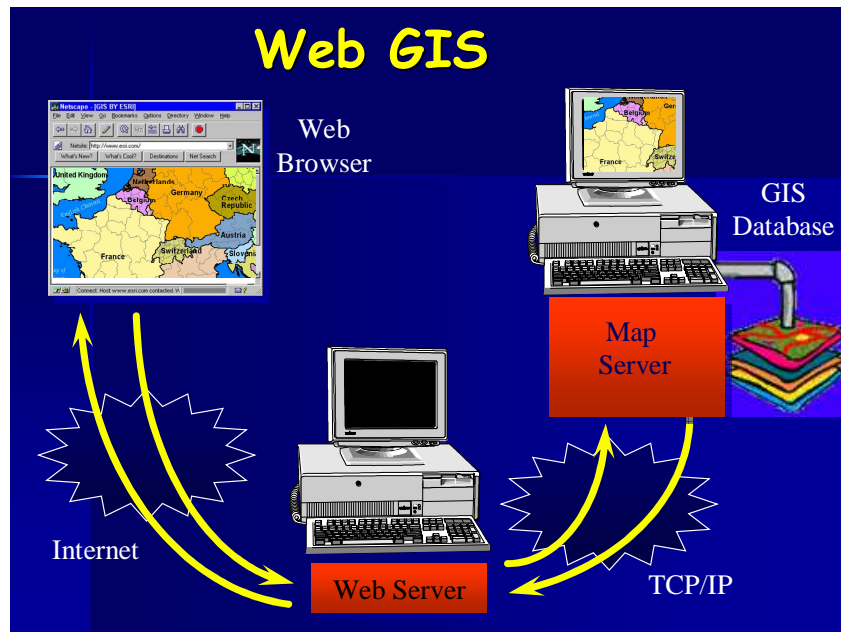
### **3.10 Τεχνικές και λογισμικά παρουσίασης χαρτών**

Για τη παρουσίαση χαρτών στο διαδίκτυο, χρησιμοποιούνται κυρίως δυο τεχνολογίες. Η πρώτη είναι με τη χρήση **Web Map Server** και η δεύτερη με τη χρήση **Java Applets**.

#### **3.10.1 Web Map Servers**

Οι Web Map Server (εφεξής WMS), είναι ένα σύστημα λογισμικών που κατασκευάζει δυναμικά χάρτες, από χωρική - γεωγραφική πληροφορία και δέχεται τα αιτήματα που του στέλνει ο web server. Τα αιτήματα αφορούν χάρτες με το περιεχόμενο που ζήτησε ο χρήστης. Επίσης μπορεί να επεξεργαστεί ερωτήματα για ανάλυση ή ερωτήματα στη βάση δεδομένων. Στη συνέχεια δημιουργεί το χάρτη και το στέλνει πίσω στο web server ο οποίος με τη σειρά του το σερβίρει πίσω στο χρήστη.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα βασικό διάγραμμα του πώς ένας χρήστης ζητά έναν χάρτη μέσω μιας web mapping ιστοσελίδας και τι γίνεται από στο παρασκήνιο. Ο χρήστης ζητά έναν χάρτη από τον server, ο οποίος αναλαμβάνει να συνθέσει όλα τα δεδομένα. Ο τελικός χάρτης γυρνάει από την ίδια διαδρομή στο φυλλομετρητή (web browser) του χρήστη:



Εικόνα 11: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας διαδικτυακής χαρτογραφίας

Ο πιο γνωστός Web GIS Server στις μέρες μας, είναι ο ArcIMS της εταιρίας ESRI (<http://www.esri.com>).

**3.10.2 Java Applets:** Πρόκειται για εφαρμογές μικρού μεγέθους που δημιουργήθηκαν στη γλώσσα προγραμματισμού Java, οι οποίες είτε εκτελούνται στο φυλλομετρητή του χρήστη είτε εκτελούνται σαν αυτόνομες (stand alone) εφαρμογές. Χωρίζονται σε: α) **Client side** β) **Server side**.

A) **Client Side:** Σε αυτή τη περίπτωση το applet φορτώνεται στην ιστοσελίδα που το περιέχει και εκτελείται από το τοπικό μηχάνημα (του χρήστη). Τα applets αυτά είναι συνήθως απλά στη χρήση και τα περισσότερα διατίθενται δωρεάν. Από τη στιγμή που τα δεδομένα φορτώνονται τοπικά, οποιαδήποτε επιλογή μας για απεικόνιση ή ανάλυση εκτελείται τάχιστα. Το μειονέκτημά τους είναι ότι το κατέβαση των applets και των δεδομένων μπορεί να είναι χρονοβόρο.



B) **Server Side:** Σε αυτή τη περίπτωση το applet εκτελείται στον Server και όχι τοπικά. Με αυτή τη διαδικασία δεν χρειάζεται να φορτωθούν τοπικά τα δεδομένα όπως στην περίπτωση του client. Έτσι εκτός από την ταχύτητα στα αποτελέσματα, διασφαλίζεται η ασφάλεια της μη διοχέτευσης των πρωτογενών δεδομένων. Επίσης, παρέχουν πολλές δυνατότητες παραμετροποίησης. Στα μειονεκτήματα τους συμπεριλαμβάνεται το γεγονός το κόστος απόκτησής τους είναι υψηλό. Επίσης, ο Server ίσως να επιβαρύνεται ιδιαίτερα όταν επεξεργάζεται ταυτόχρονα αιτήματα από πολλούς χρήστες.

### 3.10.3 Web Servers

Όπως είδαμε, ο web server χρειάζεται για να αναλαμβάνει την επικοινωνία μεταξύ του χρήστη και των υπηρεσιών web mapping της ιστοσελίδας, Προβάλλει τη σελίδα που περιέχει τους χάρτες και τα εργαλεία που απαιτούνται για το χρήστη. Οι πιο διαδεδομένοι web servers που χρησιμοποιούνται είναι:

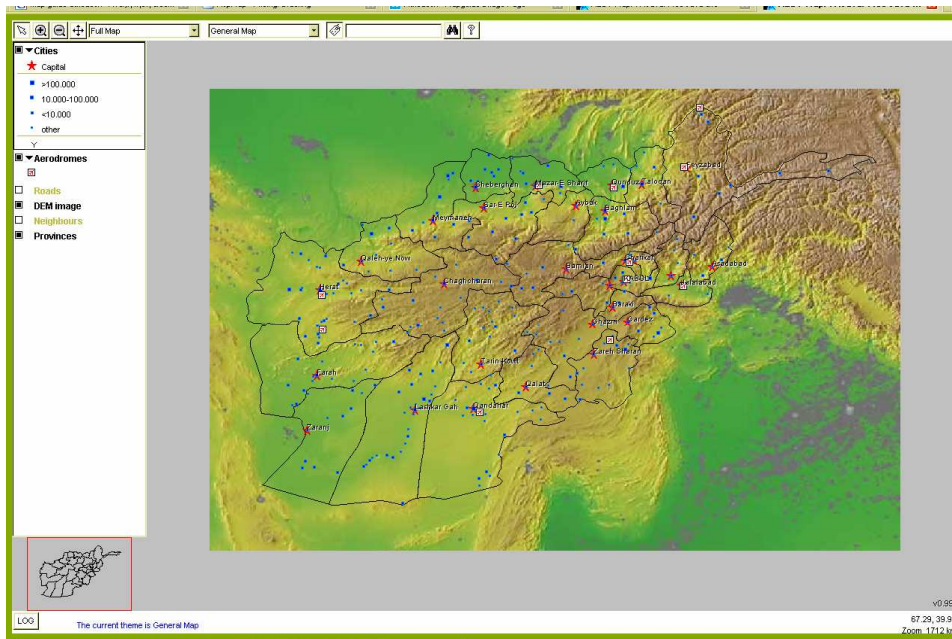
- Apache Http Server (<http://www.apache.org>) (ανοιχτού κώδικα)
- Tomcat (<http://tomcat.apache.org/>) (ανοιχτού κώδικα)
- Microsoft Internet Information Services  
(<http://www.microsoft.com/WindowsServer2003/iis/default.aspx>)

### 3.11 Λογισμικά WMS

Ακολουθεί μια περιγραφή των πιο γνωστών WMS λογισμικών τα οποία θα τα χωρίσουμε σε δυο κατηγορίες. Τα ανοιχτού κώδικα που διανέμονται δωρεάν και τα εμπορικά λογισμικά.

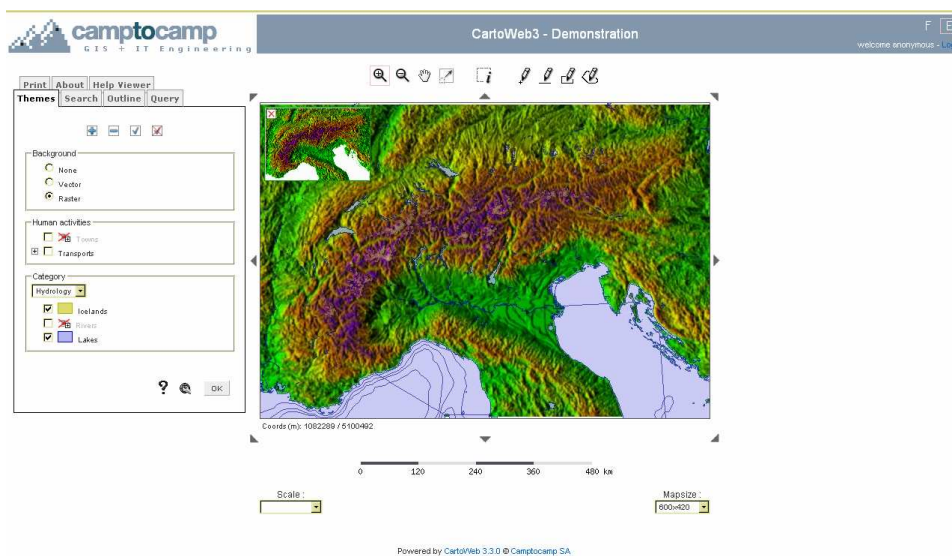
### 3.11.1 Ανοιχτού κώδικα (Open Source)

**ALOV:** Λογισμικό ανοιχτού κώδικα, διατίθεται δωρεάν σε δυο εκδόσεις. Μια αυτόνομη (standalone) και μια client server, όπου τα δεδομένα υπάρχουν και διαχειρίζονται μέσω SQL ή clearing house. Το τελικό αποτέλεσμα είναι εικόνα η οποία έρχεται στις οθόνες των χρηστών μέσω servlets, προγραμμάτων Java δηλαδή, τα οποία ενσωματώνονται σε σελίδα που έχει δημιουργηθεί με html. Υποστηρίζει διανυσματικούς και ψηφιδωτούς τύπους δεδομένων. Έχει την ικανότητα να διαβάζει αρχεία της ESRI. Το java applet της υποστήριξης χαρτογραφικών δεδομένων ενσωματώνεται σε μια ιστοσελίδα html. Η εύκολη παραμετροποίηση μπορεί να γίνει μόνο στον τρόπο δημιουργίας της ιστοσελίδας. Για την παραμετροποίηση των servlets χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις σε Java. (<http://www.alov.org/index.html>)



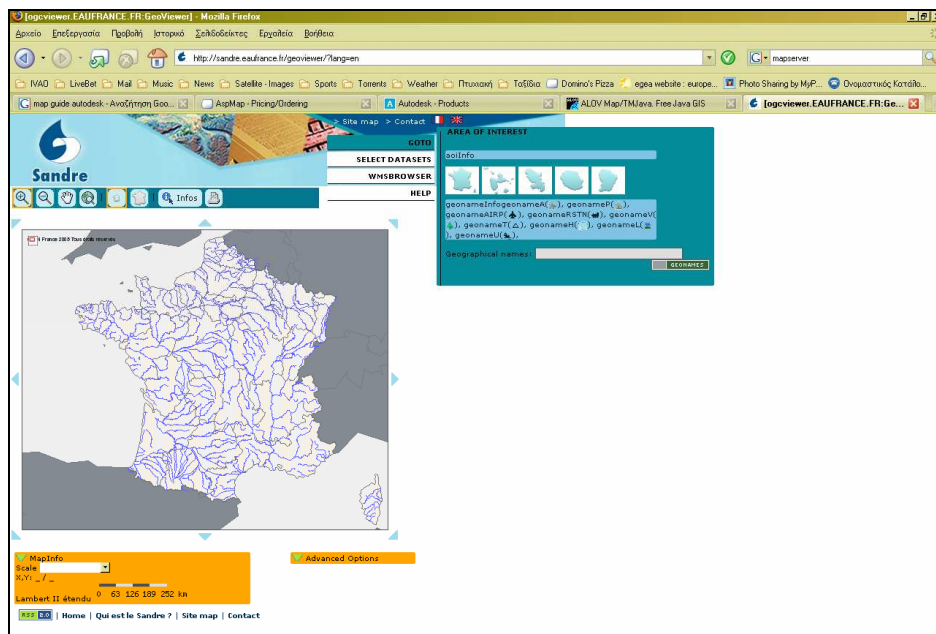
Εικόνα 12: Εφαρμογή με τον WMS ALOV. Πηγή: <http://www.alov.org/index.html>

**CartoWeb 3.3.0:** Άλλο ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Διατίθεται δωρεάν. Το τελικό αποτέλεσμα είναι εικόνα, Υποστηρίζει και τους δυο τύπους αρχείων. Απαιτεί την ύπαρξη Apache, Php 5.0.0+, Mapserver PHP/MapScript, PostgreSQL. Όλα τα λογισμικά αυτά διατίθενται δωρεάν. Το σημαντικότερο πλεονέκτημά του, είναι ότι μπορεί να εξάγει το χάρτη που ζήτησε σε μορφή PDF. Μειονέκτημά του, ότι το περιβάλλον γραφική διεπαφής χρήστη πρέπει να κατασκευαστεί εξ' ολοκλήρου προγραμματιστικά. (<http://www.cartoweb.org/>).



**Εικόνα 13:** Εφαρμογή με τη χρήση του Cartoweb. Πηγή: <http://www.cartoweb.org/>

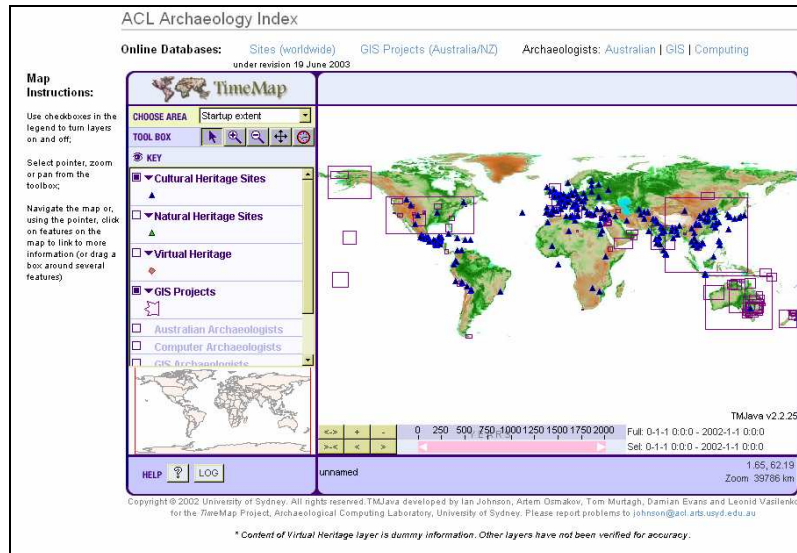
**Mapserver 4.10:** Λογισμικού ανοιχτού κώδικα, διατίθεται δωρεάν. Συνεργάζεται με τον Apache και υποστηρίζει αρχεία διανυσματικής και ψηφιδωτής μορφής. Το τελικό αποτέλεσμα είναι εικόνα και παρουσιάζεται στην οθόνη χρησιμοποιώντας τη γλώσσα html. Είναι ίσως το καλύτερο λογισμικό WMS ανοιχτού κώδικα. Διαθέτει μεγάλη ποικιλία επεκτάσεων και ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει το δικό του περιβάλλον γραφικής διεπαφής χρήστη. Το βασικό του μειονέκτημα είναι ότι απαιτεί γνώσεις προγραμματισμού καθώς δεν υπάρχει αυτοματοποίηση και τα πάντα πρέπει να κατασκευαστούν με κώδικα (<http://mapserver.gis.umn.edu/>).



Εικόνα 14: Εφαρμογή με MapServer. Πηγή: <http://sandre.eaufrance.fr/geoviewer/?lang=en>

**TimeMap:** Το TimeMap είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα και διατίθεται δωρεάν. Πρόκειται για εξελιγμένη μορφή του λογισμικού ALOV που περιγράφηκε παραπάνω. Όπως και το ALOV, το TimeMap διατίθεται σε δυο εκδόσεις. Μια αυτόνομη (standalone) και μια client server, όπου τα δεδομένα υπάρχουν και διαχειρίζονται μέσω SQL ή clearing house. Το τελικό αποτέλεσμα είναι εικόνα η οποία έρχεται στις οθόνες των χρηστών μέσω servlets, προγραμμάτων Java δηλαδή, τα οποία ενσωματώνονται σε ιστοσελίδα που έχει δημιουργηθεί με html. Όπως και το ALOV, υποστηρίζει διανυσματικούς και ψηφιδωτούς τύπους δεδομένων. Έχει τη δυνατότητα να διαβάσει αρχεία της ESRI. Το java applet της υποστήριξης χαρτογραφικών δεδομένων ενσωματώνεται σε μια ιστοσελίδα html. Η μόνη εύκολη παραμετροποίηση που μπορεί να γίνει, είναι στην ιστοσελίδα που φιλοξενεί το servlet. Για την παραμετροποίηση των servlets χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις σε Java. Οι βασικές διαφορές που έχει με το ALOV, είναι ότι μπορεί να διαχειριστεί και χωρο-χρονικά δεδομένα ενώ είναι δυνατή και η

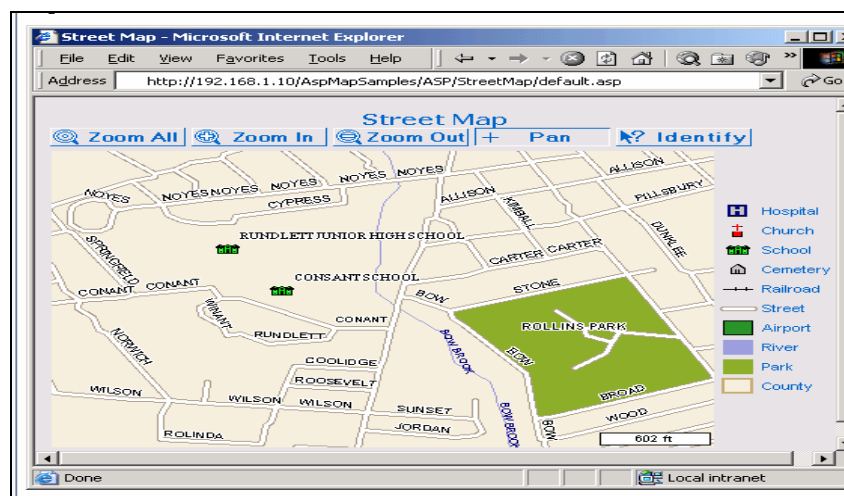
παραγωγή αποτελεσμάτων με animation. Λεπτομερής περιγραφή του TimeMap θα γίνει σε επόμενο κεφάλαιο (<http://www.TimeMap.net>) .



Εικόνα 15: Εφαρμογή με τη χρήση του TimeMap. Πηγή: <http://www.timemap.net>

### 3.11.2 Εμπορικά Λογισμικά

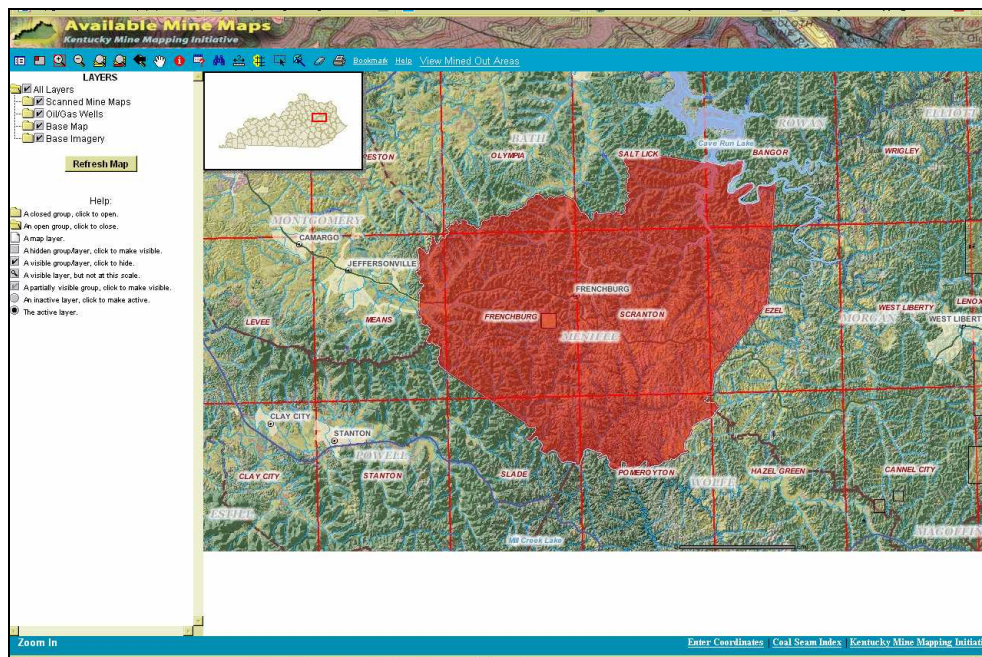
**ASP MAP:** Το λογισμικό πωλείται έναντι 450\$. Υποστηρίζει και τους δυο τύπους αρχείων. Το τελικό αποτέλεσμα είναι εικόνα η οποία παρουσιάζεται μέσω σελίδων ASP. Απαιτεί web server IIS3+, ASP.NET1 και 2. Απαραίτητη προϋπόθεση η γνώση της γλώσσας ASP. (<http://www.vdstech.com/aspmap.htm>)



Εικόνα 16: Εφαρμογή με ASP MAP. Πηγή: <http://www.vdstech.com/aspmap.htm>



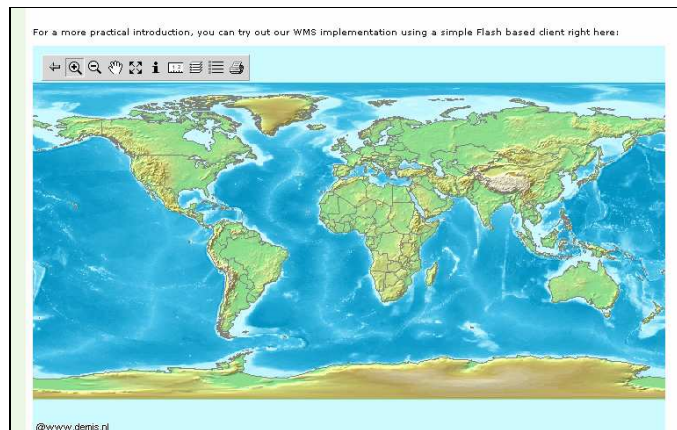
**ESRI ArcIMS:** Το κόστος απόκτησης του λογισμικού ξεπερνάει τα 1000€. Υποστηρίζει και τους δυο τύπους αρχείων (διανυσματικά, ψηφιδωτά). Το τελικό αποτέλεσμα είναι εικόνα, δεδομένα και των δυο τύπων και μεταδεδομένα. Η τεχνική παρουσίαση των αποτελεσμάτων βασίζεται σε JavaVirtual Machine, ενώ υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με scripts ASP, .NET και coldfusion. Το έγγραφο XML στο οποίο γίνεται η παρουσίαση του χάρτη δημιουργείται με τη γλώσσα προγραμματισμού ArcXML και συνδέεται μέσω java servlet με τον webserver ο οποίος μπορεί να είναι ο IIS, Apache ή οποιοσδήποτε για πλατφόρμες oracle και solaris. Πρόκειται για το πιο διαδεδομένο λογισμικό WMS. Υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα τύπου δεδομένων GIS και το σημαντικό είναι ότι μπορεί να εξάγει τα αποτελέσματα ακόμα ως κανονικά δεδομένα. Να κατεβάσει δηλαδή ο χρήστης τα δεδομένα (GIS data streaming) στον Η/Υ του (<http://www.esri.com>).



Εικόνα 17: Εφαρμογή με ArcIMS. Πηγή: <http://minemaps.ky.gov/>

**Demis WMS:** Η τιμή του λογισμικού ανέρχεται στα 950€ για απλή άδεια. Το τελικό αποτέλεσμα είναι εικόνα τύπου JPG, GIF, PNG, BMP, SWF. Απαιτεί web

server IIS4 ή μεγαλύτερο και ενσωματώνεται σε περιβάλλον ASP ή ASP.NET. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται χρησιμοποιώντας Java, DHtml, Flash. (<http://www.demis.nl/home/pages/home.htm>)

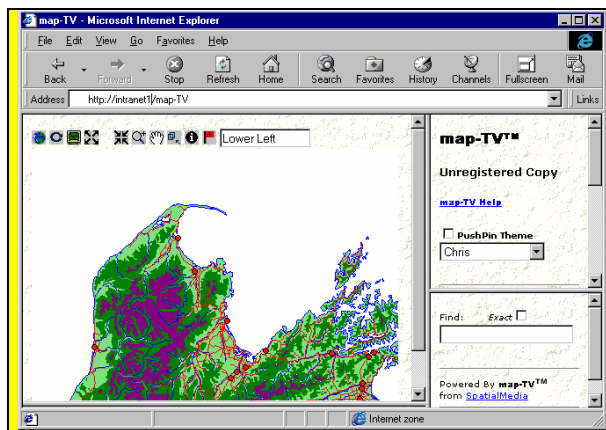


**Εικόνα 18: Εφαρμογή με τη χρήση Demis WMS**

**Map Guide, Autodesk Software:** Το εμπορικό αυτό λογισμικό κοστολογείται περίπου στις 3.000€ για την απλή άδεια. Υποστηρίζει και τους δυο τύπους αρχείων και επιπλέον υποστηρίζει και αρχείο σχεδίων CAD (dwg). Το τελικό αποτέλεσμα είναι εικόνα. Ο χάρτης δημιουργείται μέσω αυτοματοποιημένων εργαλειοθηκών και εξάγεται σε αρχείο MWF το οποίο διαβάζεται από τον Web Server – απαιτεί Windows 2003 Server, Windows 2000 Server, IIS 4+, SunSM ONE WebServer 6.1 – και σερβίρεται στον τελικό χρήστη ο οποίος πρέπει να έχει εγκατεστημένο στο σύστημα του το MapGuide Viewer, το οποίο διατίθεται δωρεάν από την εταιρεία. (<http://www.autodesk.com/mapguide>)

**Map TV:** Το κόστος του λογισμικού είναι 500€. Υποστηρίζει και τους δυο τύπους δεδομένων. Τα τελικά του αποτελέσματα εξάγονται σε εικόνα ή σε δεδομένα

(παρόμοια με τον ArcIMS), χρησιμοποιώντας html και javascript. Στα θετικά του συνυπολογίζεται το γεγονός ότι δεν απαιτεί την ύπαρξη Web Server καθώς υπάρχει ενσωματωμένος στο λογισμικό. Επίσης είναι πολύ εύχρηστο και καθόλου περίπλοκο. Σημαντικό μειονέκτημά του ότι δεν υποστηρίζει πολλές μορφές αρχείων GIS καθώς και αρχεία ψηφιδωτής μορφής (<http://www.spatialmedia.com/products/products.html>).

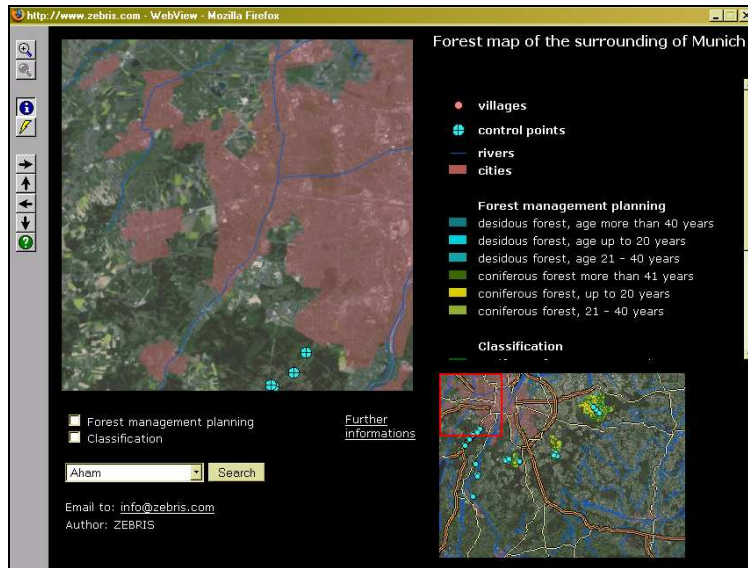


**Εικόνα 19: Εφαρμογή με τη χρήση Map TV.**

**Πηγή:** [http://www.spatialmedia.com/products/map-TV/map-TV\\_screenshots.html](http://www.spatialmedia.com/products/map-TV/map-TV_screenshots.html)

**WebView:** Το λογισμικό αυτό κοστίζει 350€ και είναι επέκταση του λογισμικού ArcGIS 9X της ESRI. Το τελικό αποτέλεσμα του είναι εικόνα η οποία παρουσιάζεται μέσω html. Δεν απαιτεί την ύπαρξη web server και υποστηρίζει και τους δυο τύπους αρχείων (διανυσματικά, ψηφιδωτά). Είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και δεν δίνει δυνατότητες επεξεργασίας της γραφικής διεπαφής χρήστη. Μέσω του ArcGIS εξάγει τα αρχεία κατευθείαν σε html format. ([http://www.zebris.com/english/main\\_produkte.htm](http://www.zebris.com/english/main_produkte.htm))





Εικόνα 20: Εφαρμογή με τη χρήση WebView. Πηγή: <http://www.zebris.com>

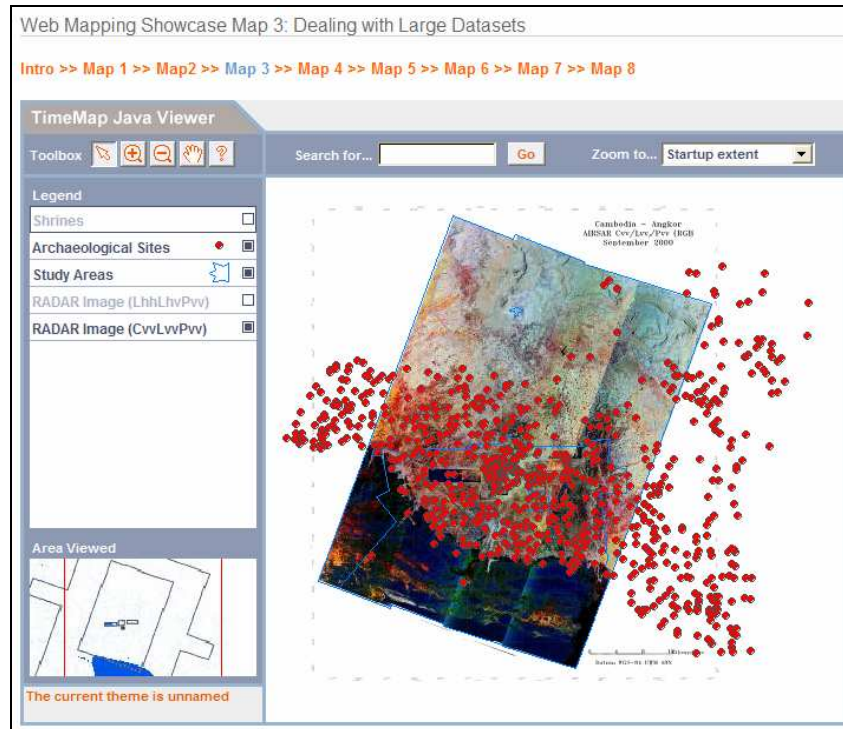
## 4. TimeMap

Το TimeMap/TimeJava είναι ένα χαρτογραφικό applet που παράγει ολοκληρωμένους διαδραστικούς χάρτες με μερικές απλές γραμμές σε html. Είναι ένας εύκολος τρόπος εμπλουτισμού μιας ιστοσελίδας με ιστορική η χρονική πληροφορία, η οποία δεν μπορεί να συγκριθεί με πληροφορία που δίνεται από στατικούς χάρτες σε JPG. Κύριο χαρακτηριστικό του που το διαφοροποιεί σημαντικά από τα υπόλοιπα, είναι ότι μπορεί να διαχειριστεί χωρο-χρονικά δεδομένα. Χωρικά δεδομένα δηλαδή που εμπεριέχουν και τη διάσταση του χρόνου. Η δυνατότητα συνδυασμού των δεδομένων με το χρόνο, δίνει καινούριους τρόπους οπτικοποίησης της αστικής ανάπτυξης, της ανάπτυξης των αυτοκρατοριών, των περιβαλλοντικών αλλαγών, των καιρικών προτύπων, της κυκλοφοριακής κίνησης, των σεισμών και πολλών άλλων, με εύρος χρονικής κλίμακας από εκατομμύρια χρόνια μέχρι δευτερόλεπτα.

### **Γενικό overview**

Το TimeMap είναι μια εφαρμογή που έχει δημιουργηθεί σε γλώσσα προγραμματισμού Java. Σκοπός του είναι η δημιουργία πλούσιων διαδραστικών χαρτών ενσωματωμένων σε ιστοσελίδες ή ως αυτόνομες εφαρμογές. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές Java (Java applets) απαιτούν ελάχιστη υπολογιστική ισχύ για να εκτελεστούν, δεν χρειάζονται εγκατάσταση στον Η/Υ του χρήστη και μπορούν να εκτελεστούν σε οποιαδήποτε πλατφόρμα (Windows - Linux κ.α.). Οι εφαρμογές αυτές συνήθως ενσωματώνονται σε κάποια ιστοσελίδα για να την εμπλουτίσουν με χάρτες. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι το περιβάλλον διεπαφής

χρήση των applets μπορεί να παραμετροποιηθεί ώστε να συμβαδίζει με το ύφος της ιστοσελίδας στην οποία ενσωματώνεται.



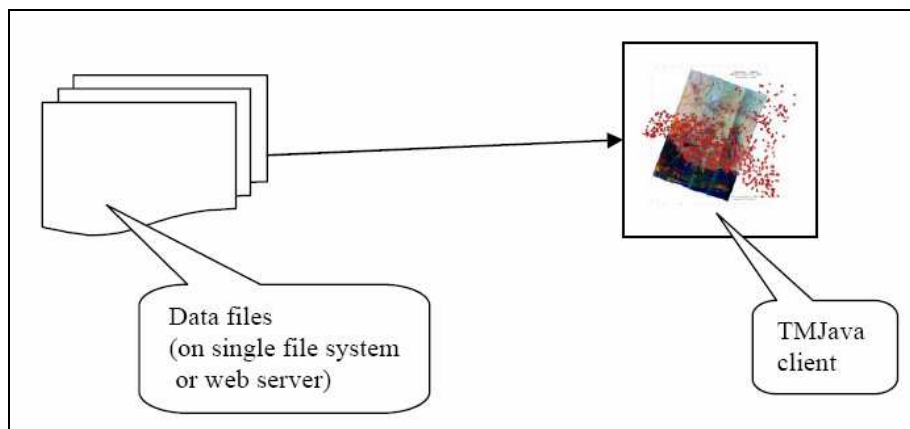
Εικόνα 21: ένα διαδραστικός χάρτης TMJava ενσωματωμένος σε ιστοσελίδα

## Συμβατότητα

Το TimeMap/TMJava μπορεί να εκτελεστεί με όλες τους τις δυνατότητες σε οποιοδήποτε μηχάνημα έχει εγκατεστημένο το Sun Microsystems' J2SE Runtime Environment (JRE) 1.3 ή νεότερο και με περιορισμένες δυνατότητες σε μηχανήματα με άλλες μηχανές Java. Επειδή τα applets εκτελούνται συνήθως μέσα από ιστοσελίδες, πρέπει ο φυλλομετρητής (web browser) να είναι Java Enabled. Οι δημοφιλείς Firefox και Explorer είναι συμβατοί.

## Αυτόνομη (standalone) και client – server επιλογή

Το TimeMap/TMJava μπορεί να εκτελεστεί ως αυτόνομη εφαρμογή αλλά και ως client – server. Στην **αυτόνομη** εκτέλεση χρησιμοποιείται το χαρτογραφικό applet του TMJava μαζί με τα δεδομένα και τα αρχεία html της ιστοσελίδας στην οποία ενσωματώνεται. Το applet είναι ένα μικρό σε μέγεθος πρόγραμμα το οποίο εκτελείται σε ένα φυλλομετρητή όπως ο Firefox ή ο Explorer που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω, τα αρχεία δεδομένων, το applet και τα αρχεία html βρίσκονται συγκεντρωμένα σε ένα CD, σε φάκελο του συστήματος ή σε ένα web-server. Ο χρήστης ανοίγοντας την html σελίδα, φορτώνει στο φυλλομετρητή του το applet και τα δεδομένα.



Εικόνα 22: Πώς λειτουργεί η αυτόνομη (standalone) έκδοση του TimeMap/TMJava.

Πηγή, <http://www.timemap.net>

### Πλεονεκτήματα:

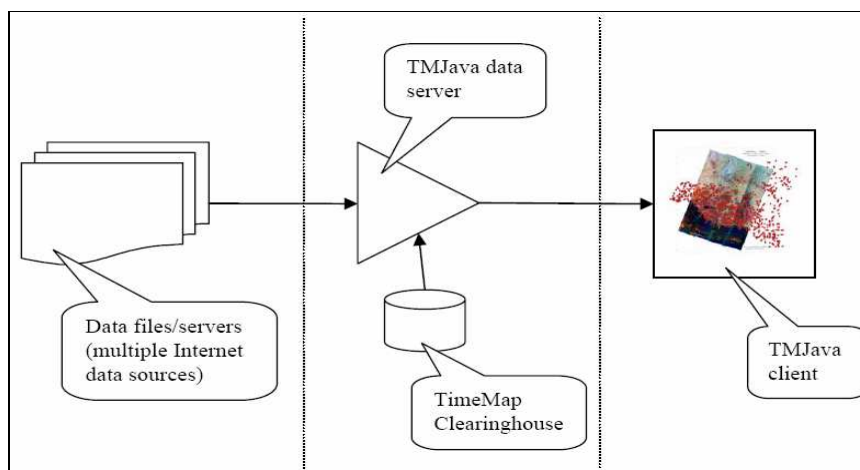
- Είναι εύκολο στη χρήση και στη προσαρμογή
- Δεν χρειάζεται εγκατάσταση: Μπορεί να τοποθετηθεί σε CD, ιστοσελίδα ή τοπικό δίκτυο, χωρίς να χρειάζεται εγκατάσταση.

- Με τη χρήση ειδικών προεκτάσεων (Zoomify) μπορεί να χειριστεί μεγάλα αρχεία raster (ψηφιδωτά).

Μειονεκτήματα:

- Δεν μπορεί να ζητήσει καινούρια ή ανανεωμένα δεδομένα πέρα από αυτά που κατεβαίνουν την ώρα της φόρτωσης του applet.
- Δεν μπορεί να επεξεργαστεί άνετα μεγάλα σε μέγεθος διανυσματικά αρχεία.

Στην περίπτωση της έκδοσης **client** - **server** μεσολαβεί ανάμεσα στα δεδομένα και το χρήστη (το applet δηλαδή), ένας server (TMJava data server). Αυτός ο server έχει πρόσβαση σε δεδομένα ή άλλου servers δεδομένων οπουδήποτε στο Internet χρησιμοποιώντας τα μεταδεδομένα που βρίσκονται αποθηκευμένα στο TimeMap Clearinghouse. Η έκδοση αυτή μπορεί να χειριστεί και να χρησιμοποιήσει μεγάλα σε μέγεθος αρχεία. Απαραίτητη είναι η ύπαρξη ενός web server όπως ο Tomcat στον οποίο εγκαθίσταται ο TMJava server. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αυτόνομη ή σε κάποιον web server στον οποίο δεν υπάρχει ο TMJava server.



Εικόνα 23: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας της έκδοσης client -server. Πηγή, <http://www.timemap.net>

### Πλεονεκτήματα:

- Δεδομένα πραγματικού χρόνου. Μπορεί να διαβάζει και να φορτώνει δεδομένα που αλλάζουν σε πραγματικό χρόνο.

### Μειονεκτήματα:

- Υψηλές τεχνικές απαιτήσεις. Απαιτεί πρόσβαση σε web server, Java enabled server (όπως ο Tomcat για παράδειγμα) και SQL server για μέγιστα οφέλη.
- Δυσκολίες Προσαρμογής. Χρειάζονται πρόσθετα και πιο περίπλοκα βήματα για το ανέβασμα των δεδομένων στους servers και την δημιουργία σωστών μεταδεδομένων.

## **TMWin**

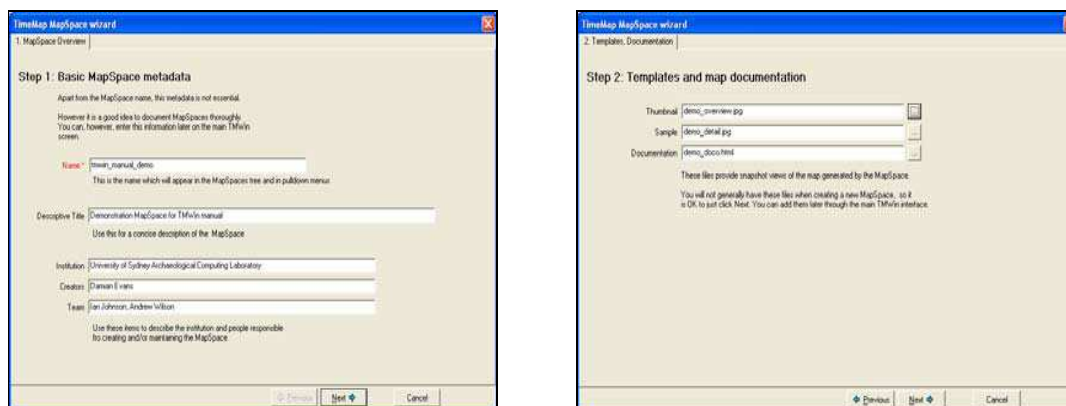
Το TMWin είναι ένα πρόγραμμα το οποίο έχει δημιουργηθεί για την προετοιμασία των δεδομένων και τη δημιουργία των χαρτών για το TimeMap, μέσα από ένα εύχρηστο και ευχάριστο περιβάλλον διεπαφής.

Για τη δημιουργία των χαρτών με το TMWin ακολουθούνται 5 βήματα.

1. Δημιουργία ενός αρχείου MapSpace.
2. Προετοιμασία δεδομένων για χρήση με TimeMap
3. Προσθήκη δεδομένων στο MapSpace
4. Επιλογές συμπεριφοράς και εμφάνισης του χάρτη
5. Δημιουργία ή δημοσίευση του χάρτη

### 1) Δημιουργία ενός αρχείου MapSpace.

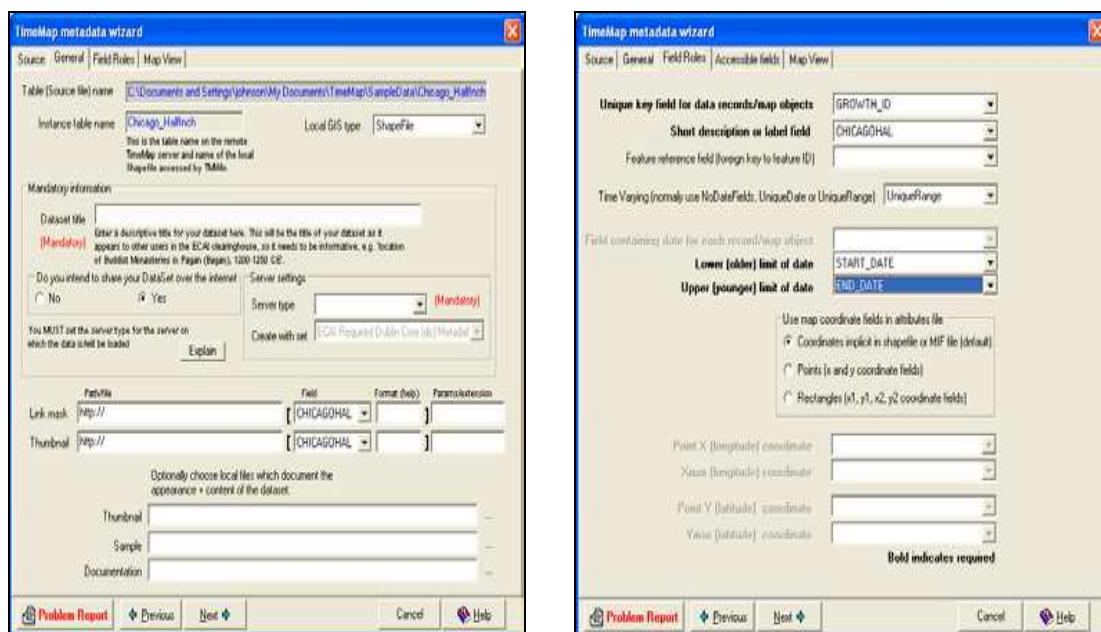
Το MapSpace είναι ένα xml αρχείο το οποίο ορίζει έναν διαδραστικό χάρτη. Ο χάρτης δημιουργείται εκείνη τη στιγμή από τα δεδομένα, ανάλογα με τα αιτήματα του χρήστη. Το αρχείο αυτό ορίζει το περιεχόμενο και τη συμπεριφορά του χάρτη: Συγκεκριμένα ορίζει το όνομα ή το τίτλο του χάρτη, τα μεταδεδομένα, τη γενική εμφάνιση (χρώματα υποβάθρου κλπ), τις αρχικές ρυθμίσεις (αρχική περιοχή που εμφανίζεται κλπ), τις τοποθεσίες των δεδομένων (σε ποιον φάκελο ή server βρίσκονται), τη συμβολογία, τη συμπεριφορά των layers (αν θα είναι ορατά σε όλα τα επίπεδα zoom κλπ) και την υπερσύνδεση μεταξύ αντικειμένων στο χάρτη και πληροφοριών σε άλλη ιστοσελίδα. Είναι παρόμοιο με τα αρχεία MXD του ArcGIS, με τη διαφορά ότι υπόμνημα, κλίμακα, κουμπιά εργαλείων κλπ ορίζονται σε ξεχωριστό XML αρχείο που αφορά το Layout.



Εικόνα 24. Δημιουργία αρχείου MapSpace. Πηγή, <http://www.timemap.net>

## 2) Προετοιμασία δεδομένων για χρήση με TimeMap

Το TimeMap δέχεται τύπους αρχείων όπως ESRI shapefiles, MapInfo MIF, CSV, TXT και DBF και ορισμένους τύπους αρχείων εικόνων όπως JPG, GIF, JPEG2000. Κατά την προετοιμασία των δεδομένων το TMWin δημιουργεί ένα αρχείο μεταδεδομένων με κατάληξη .tmm το οποίο περιγράφει τα δεδομένα. Η διαδικασία γίνεται με απλά βήματα μέσω ενός απλού οδηγού (wizard).

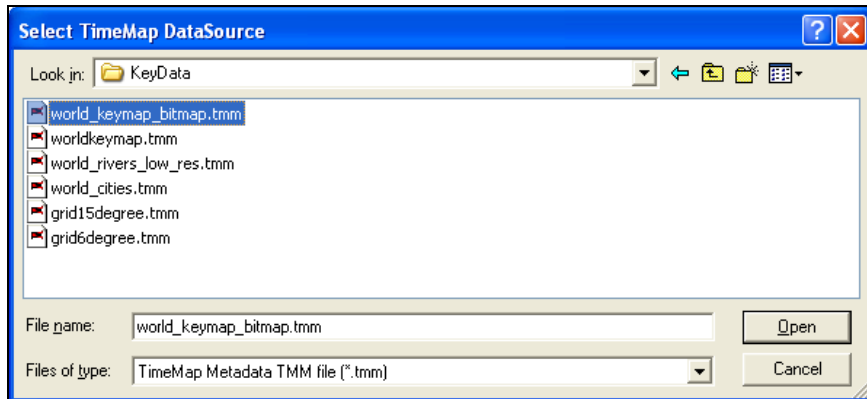


Εικόνα 25: Ο οδηγός (wizard) προετοιμασίας δεδομένων. Πηγή: <http://www.timemap.net>

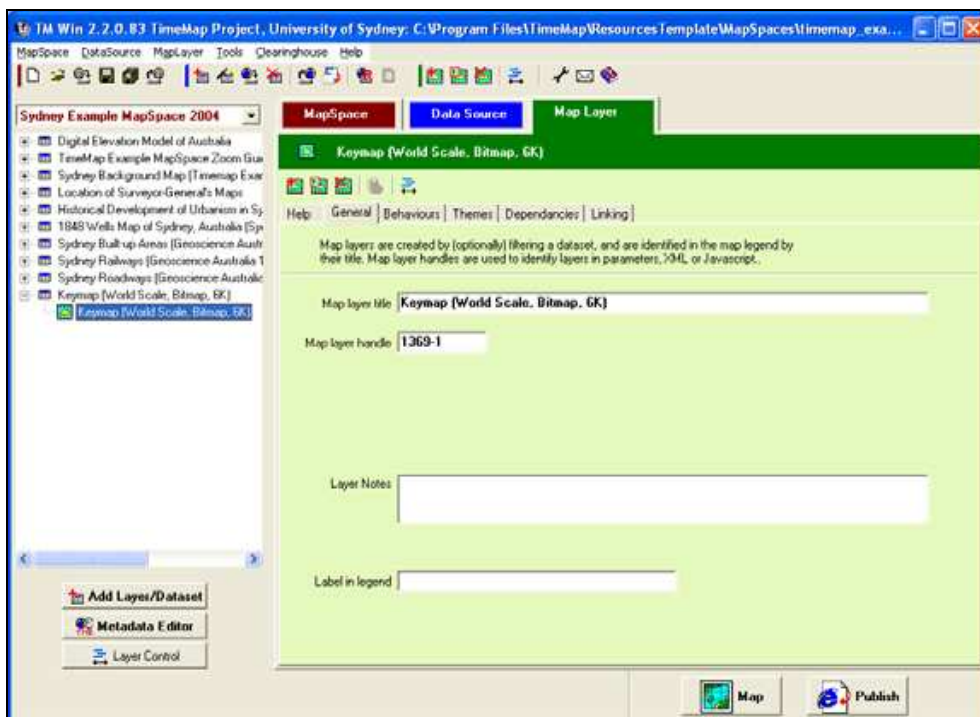
## 3) Προσθήκη δεδομένων στο MapSpace

Στο βήμα αυτό προστίθενται στο MapSpace τα δεδομένα που προετοιμάστηκαν στο βήμα 2. Είναι παρόμοιο με το αντίστοιχο βήμα Add data που κάνει κάποιος στο ArcGIS. Η διαφορά είναι ότι ο χρήστης προσθέτει το αρχείο με κατάληξη .tmm, δηλαδή το αρχείο μεταδεδομένων που δημιούργησε στο βήμα 2. Με τη προσθήκη των αρχείων δημιουργείται αυτόματα και το αντίστοιχο layer.





Εικόνα 26: επιλογή αρχείων .tmm Πηγή, <http://www.timemap.net>



Εικόνα 27: Αυτόματη προσθήκη Layer. Πηγή, <http://www.timemap.net>

#### 4) Επιλογές εμφάνισης του χάρτη

Το TMWin προσφέρει αρκετές δυνατότητες παραμετροποίησης της εμφάνισης και της συμπεριφοράς του χάρτη. Αυτές αφορούν τα χρώματα του φόντου, την έκταση του χάρτη, τη σειρά των layers, την ομαδοποίηση τους έτσι ώστε να ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται μαζί και τη δημιουργία ενός location

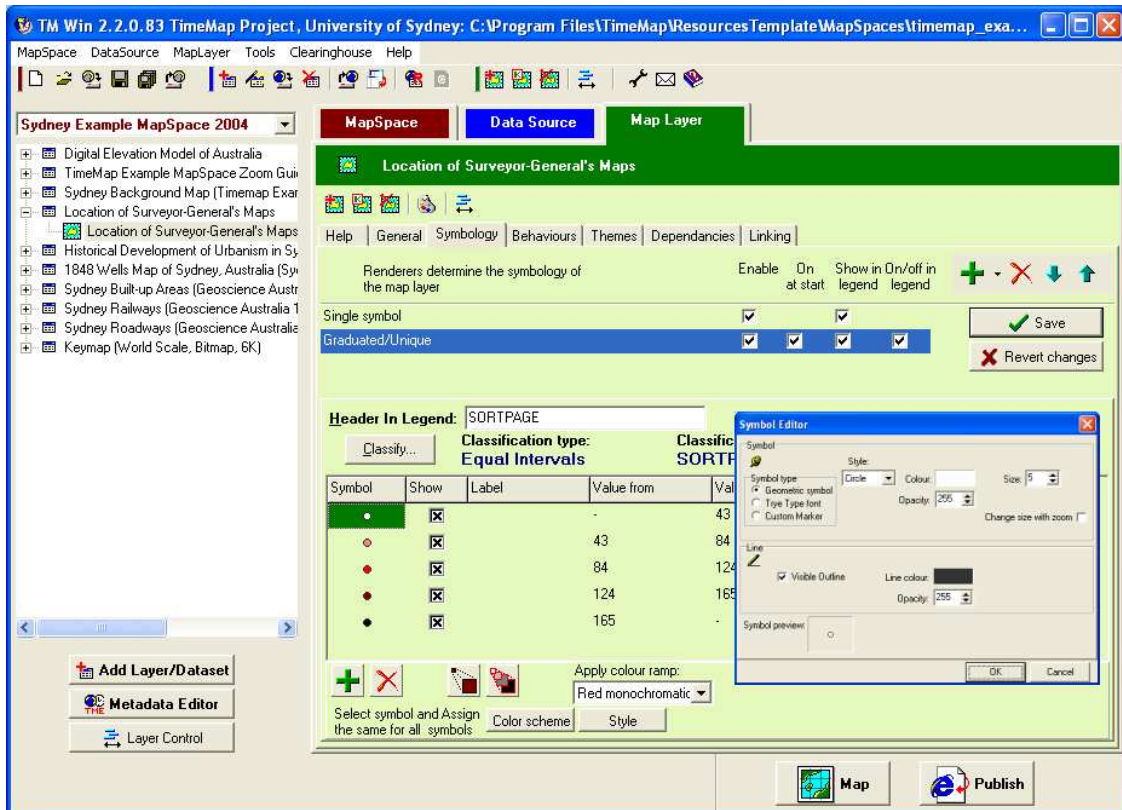
μαρ. Σε αυτό το βήμα δίνεται η δυνατότητα αλλαγής ρυθμίσεων στα MapSpaces, στην πηγή δεδομένων και των διαφόρων επικαλύψεων (layers).

Ρυθμίσεις MapSpaces: Επηρεάζουν το γενικό layout και τη συμπεριφορά του χάρτη.

Ρυθμίσεις Πηγής Δεδομένων (datasource): Χρησιμοποιείται κυρίως για πληροφορίες τις οποίες μπορεί κάποιος να αλλάξει χρησιμοποιώντας τον επεξεργαστή των μετατοδοδεδομένων.

Ρυθμίσεις επικαλύψεων (layers): Επιλέγονται τα σύμβολα και η συμπεριφορά του χάρτη. Ποιες επικαλύψεις δηλαδή θα είναι ορατές σε ανάλογα με το zoom ή ανάλογα με το χρόνο. Μπορεί επίσης μια επικάλυψη να εμφανιστεί πολλαπλές φορές με διαφορετική συμβολογία και συμπεριφορά. Εδώ επίσης προστίθεται και ο location map.







Εικόνας 28: επιλογές εμφάνισης του χάρτη. Πηγή: <http://www.timemap.net>

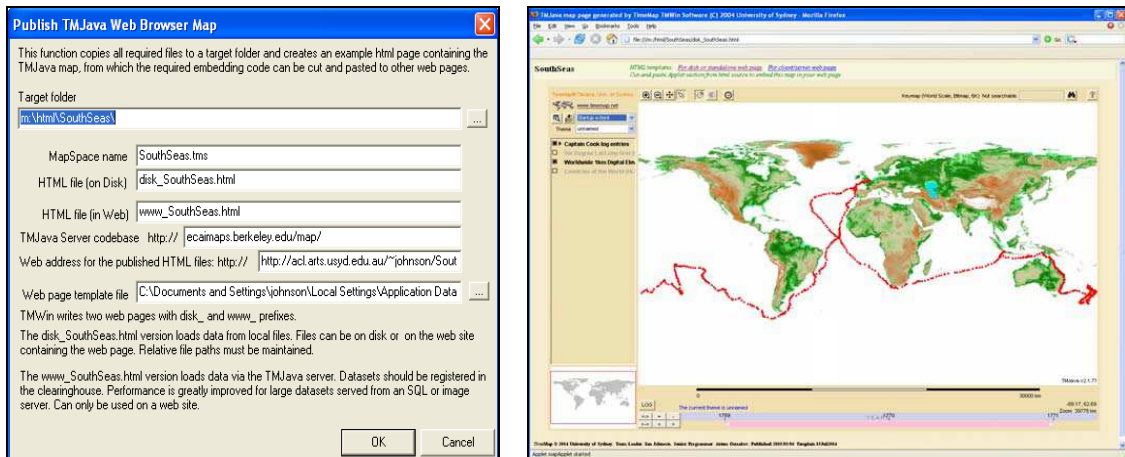
### 5) Δημιουργία ή δημοσίευση του χάρτη

Το TMWin δεν προβάλλει τους χάρτες άμεσα. Για τη προβολή τους φορτώνεται το applet προβολής. Αυτό μπορεί να γίνει με δυο τρόπους.

Άμεση προβολή : Επιλέγοντας την άμεση προβολή εκτελείται το TMJava σαν εφαρμογή προβολής του MapSpace που δημιουργήθηκε στα προηγούμενα βήματα. Χρησιμοποιείται κυρίως για να έχει ο χρήστης μια πρώτη άποψη του χάρτη και το πως αυτός θα εμφανίζεται στο διαδίκτυο.

Δημοσίευση χάρτη : Με την επιλογή αυτή αντιγράφονται όλα τα απαραίτητα για τη δημοσίευση του χάρτη αρχεία σε ένα φάκελο. Στο φάκελο αυτό

υπάρχουν και δύο αρχεία html τα οποία περιέχουν ενσωματωμένο το applet και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το ανέβασμα του χάρτη στο διαδίκτυο.



**Εικόνα 29: Ο οδηγός δημοσίευσης του χάρτη και ο χάρτης, με το applet ενσωματωμένο σε ιστοσελίδα html. Πηγή: <http://www.timemap.net>**

## **5. Ατμοσφαιρική Ρύπανση**

### **5.1 Εισαγωγή**

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο σύγχρονος κόσμος, είναι το πρόβλημα της ατμοσφαιρική ρύπανσης και ειδικότερα σε μεγάλες αστικές περιοχές. Η ατμοσφαιρική ρύπανση σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα αέρα των περιοχών αυτών. Αν η ποιότητα του αέρα πέσει σε χαμηλά επίπεδα, τότε οι κάτοικοι των περιοχών αυτών μπορεί να αντιμετωπίσουν σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα και όχι μόνο. Η ενημέρωση των κατοίκων και ειδικότερα των ευπαθών ομάδων κατά τις περιόδους που η ποιότητα αέρα είναι σε χαμηλά επίπεδα, είναι πλέον επιτακτική. Το πιο σημαντικό στοιχείο στη ενημέρωση, είναι να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολα κατανοητή στην πλειοψηφία των ανθρώπων και ειδικά στις μεγαλύτερες ηλικίες, οι οποίες ως επί το πλείστον ανήκουν στις ευπαθείς ομάδες. Για αυτό το λόγο στην Αμερική, η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας, δημιούργησε έναν νέο τρόπο ενημέρωσης για την ποιότητα αέρα των αστικών περιοχών. Δημιούργησε τον Air Quality Index, έναν δείκτη δείκτης για την ημερήσια αναφορά της ποιότητας αέρα. Πληροφορεί για το πόσο καθαρός ή μολυσμένος είναι ο αέρας και πώς σχετίζεται αυτό με επιπτώσεις στην υγεία, ώστε οι κάτοικοι να γνωρίζουν πως πρέπει να προφυλαχθούν. Ο δείκτης αυτός οπτικοποιείται και παρουσιάζεται σε χάρτες οι οποίου δημοσιεύονται στο διαδίκτυο έτσι ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμοι.

### **5.2 Ατμόσφαιρα**

Ατμόσφαιρα ονομάζεται ο αέρας που περιβάλλει τη γη, ο οποίος συγκρατείται λόγω της βαρύτητάς της και φθάνει σε ύψος τα τρεισήμισι χιλιάδες (3.500) χιλιόμετρα.

Απορροφά μεγάλο τμήμα της υπεριώδους ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τον Ήλιο. Είναι αόρατη, άοσμη και διακρίνεται από ιδιότητες που συνιστούν τις περιβαλλοντολογικές εκείνες συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύσσεται ο άνθρωπος καθώς και οι ζωικοί και φυτικοί οργανισμοί.

Η ατμόσφαιρα αποτελείται από διάφορα στρώματα, τα οποία διαχωρίζονται ανάλογα της μεταβολής της θερμοκρασίας. Διακρίνονται λοιπόν τα εξής στρώματα:

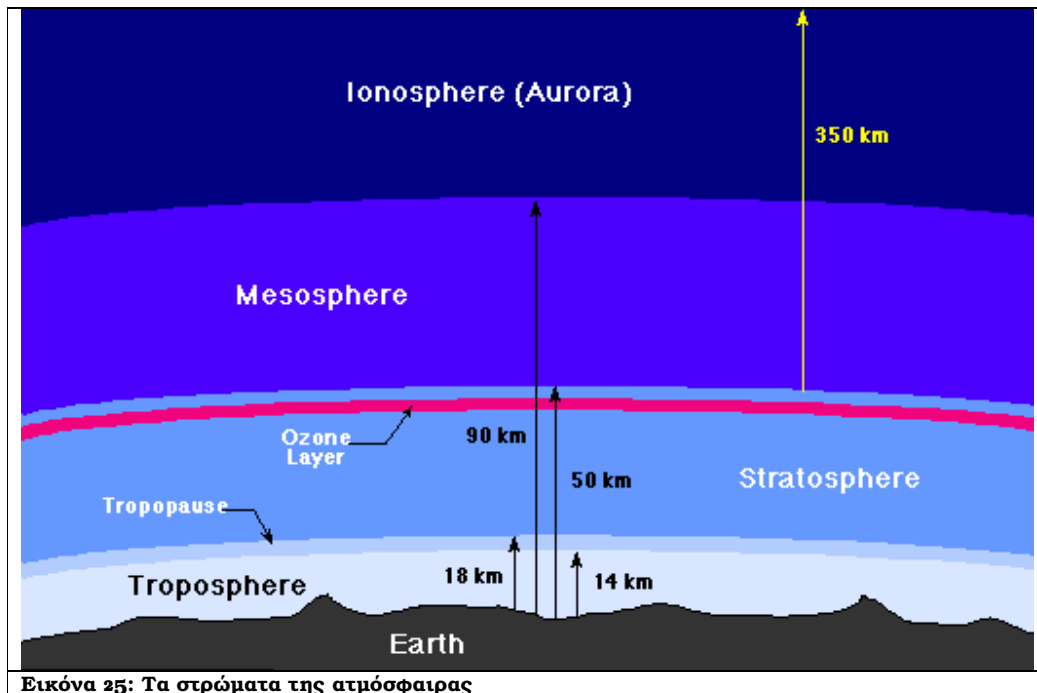
A) Τροπόσφαιρα, Είναι το πρώτο στρώμα της ατμόσφαιρας από την επιφάνεια της γης. Εκτείνεται σε ύψος δεκαοχτώ (18) χιλιομέτρων στον Ισημερινό και οκτώ (8) χιλιομέτρων περίπου στους Πόλους. Η μικρή ζώνη διαχωρισμού της με το επόμενο στρώμα, ονομάζεται τροπόπαυση. Τα τρία τέταρτα ( $3/4$ ) της συνολικής μάζας του ατμοσφαιρικού αέρα, περιέχονται στην τροπόσφαιρα. Επίσης, εδώ εκδηλώνονται τα περισσότερα μετεωρολογικά φαινόμενα. Εδώ εμφανίζεται και το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

B) Στρατόσφαιρα, Είναι το δεύτερο στρώμα της ατμόσφαιρας μετά την τροπόπαυση. Φτάνει σε ύψος τα πενήντα πέντε (55) περίπου χιλιόμετρα όπου και εμφανίζεται η στρατόπαυση. Η πυκνότητα της ατμόσφαιρας εδώ είναι μικρή.

Γ) Η μεσόσφαιρα είναι το τρίτο στρώμα της ατμόσφαιρας. Αρχίζει μετά την στρατόπαυση και εκτείνεται σε ύψος ογδόντα (80) χιλιομέτρων περίπου, όπου ακολουθεί η μεσόπαυση. Είναι το μεσαίο στρώμα της ατμόσφαιρας.

Δ) Θερμόσφαιρα ή Ιονόσφαιρα ονομάζεται το στρώμα της ατμόσφαιρας που εκτείνεται από την μεσόπαυση ως και το ύψος των οκτακοσίων (800) περίπου χιλιομέτρων, όπου υπάρχει η Θερμόπαυση. Ιονόσφαιρα ονομάζεται λόγω του μεγάλου αριθμού ιόντων και ελεύθερων ηλεκτρονίων που υπάρχουν σε αυτήν.

Ε) Η Εξώσφαιρα, εκτείνεται από τη θερμόπαυση έως και τα τρεισήμισι χιλιάδες (3.500) χιλιόμετρα. Είναι το τελευταίο στρώμα της ατμόσφαιρας. Η βαρύτητα της γης δεν μπορεί πλέον σε αυτό το σημείο να συγκρατήσει τα μόρια της ατμόσφαιρας.



Εικόνα 25: Τα στρώματα της ατμόσφαιρας

### 5.3 Ιστορικά στοιχεία Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Η αέρια ρύπανση, ειδικά στις αστικές περιοχές, δεν είναι σύγχρονο πρόβλημα. Από τον Μεσαίωνα ακόμα, η καύση του κάρβουνου σε πόλεις όπως το Λονδίνο κλιμακώνονταν. Τα προβλήματα της χαμηλής ποιότητας αέρα αστικών περιοχών έχουν καταγραφεί από τα τέλη του 16<sup>ου</sup> αιώνα.

Η βιομηχανική επανάσταση στο Ηνωμένο Βασίλειο κατά τον 18<sup>ο</sup> και 19<sup>ο</sup> αιώνα βασίστηκε στο κάρβουνο. Η ρύπανση που προερχόταν από τις βιομηχανίες, που

συχνά βρίσκονταν μέσα στις πόλεις, σε συνδυασμό με την καύση του κάρβουνου από τα σπίτια, επηρέαζε αρνητικά την ποιότητα αέρα. Τότε έκανε και την εμφάνιση του το φαινόμενο της αιθαλομίχλης (smog = smoke - fog), Επίσης, αυξήθηκε δραματικά η θνησιμότητα. Έγιναν ορατές έτσι και οι επιδράσεις της ρύπανσης αυτή, στα κτίρια και στη βλάστηση. Έτσι λοιπόν το 1875 έγινε η πρώτη προσπάθεια περιορισμού των καύσεων με εντολή του κράτους, ώστε να μειωθεί το φαινόμενο της αιθαλομίχλης στις αστικές περιοχές.

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα έγιναν προσπάθειες ελέγχου στις βιομηχανίες ώστε να μειωθεί περαιτέρω το φαινόμενο της αιθαλομίχλης με καινούριες ρυθμίσεις από το κράτος, χωρίς όμως να σημειωθεί κάποια σημαντική βελτίωση. Το 1952 σημειώθηκε στο Λονδίνο μεγάλο επεισόδιο αιθαλομίχλης, που συνετέλεσε σε περίπου τέσσερις χιλιάδες θανάτους παραπάνω στην πόλη, το οποίο οδήγησε το κράτος στη δημιουργία περαιτέρω ρυθμιστικών κανόνων και στην εισαγωγή βιομηχανικών ζωνών και υψηλών καμινάδων, ώστε να απομακρυνθούν οι ρυπαντές από τις αστικές περιοχές. Επιπρόσθετοι κανόνες υιοθετήθηκαν τη δεκαετία του 1970. Τη δεκαετία του 1980 και του 1990 υπήρξε μεγάλη αύξηση στον αριθμό των οχημάτων, γεγονός που συνετέλεσε και στην αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων. Οι ρύποι αυτοί σε συνδυασμό με την ηλιακή ακτινοβολία προκαλούν το φαινόμενο της φωτοχημικής αιθαλομίχλης. Για την αντιμετώπιση του γενικότερου φαινομένου, το κράτος σχεδίασε την Εθνική Στρατηγική Ποιότητας Αέρα η οποία ορίζεται τα στάνταρτ για τη ρύθμιση των πιο κοινών αέριων ρυπαντών. (<http://www.ace.mmu.ac.uk/>, Atmosphere, Climate and Environment Information Programme, Manchester Metropolitan University).





Εικόνα 26: Η πόλη του Montreal, καλυπτόμενη με εμφανές στρώμα αιθαλομίχλης

#### 5.4 Ατμοσφαιρική Ρύπανση

Ατμοσφαιρική ρύπανση καλείται «η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της δομής, της σύστασης και των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και τα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.» (R.W Boudel, D. L. Fox, D. Bruce Turner, A.C. Stern).

Οι μονάδες μέτρησης της ρύπανσης είναι συνήθως δυο. Είτε χρησιμοποιείται το  $\text{Mg}/\text{m}^3$  είτε μέρη ανά εκατομμύριο (Parts Per Million). Συγκέντρωση ενός μέρους ανά εκατομμύριο όγκου σημαίνει ότι αντιστοιχεί μια μονάδα όγκου του ρύπου σε κάθε  $10^6$  μονάδες όγκου αέρα.

### 5.4.1 Πηγές Ατμοσφαιρική Ρύπανσης

Δυο είναι οι μεγάλες κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται οι πηγές της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης. Οι **φυσικές πηγές** και οι **ανθρωπογενείς πηγές**. Η μεγάλη τους διαφορά είναι ότι οι φυσικές πηγές δεν μπορούν να οδηγήσουν από μόνες τους σε υψηλές τιμές συγκέντρωσης αέριων ρύπων.

#### Φυσικές πηγές

Η χλωρίδα της γης αποτελεί την μεγαλύτερη φυσική πηγή εκπομπής αερίων ρύπων. Μπορεί τα φυτά και τα δέντρα να έχουν μεγάλη συμβολή στην μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε οξυγόνο να είναι μεγάλη, αλλά παράγουν μεγάλες ποσότητες υδρογονανθράκων. Επίσης, η δράση των βενθικών και φυτοπλαγκτονικών οργανισμών οδηγεί στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων θειούχων ενώσεων. Επιπλέον, από τη διάβρωση που προκαλούν τα κύμματα στα πετρώματα, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν σωματίδια σε μέγεθος ικανό ώστε να αιωρηθούν στην ατμόσφαιρα. Τέλος, ο άνεμος μεταφέρει υδροσταγονίδια που περιέχουν άλατα, αποτελώντας έτσι συνεχή πηγή ατμοσφαιρικών αιωρημάτων (αεροζόλ). (Μελιάς, Αλεξανδροπούλου, Αμοιρίδου, Κακαρίδου, Σουηλακέλλη, 2004)

Σημαντική επίσης φυσική πηγή, είναι και ο άνεμος, από την επίδραση του οποίου στο έδαφος δημιουργούνται και συμπαρασύρονται αιωρούμενα σωματίδια. Έτσι παρατηρείται πολλές φορές και το φαινόμενο της μείωσης της ορατότητας,

Δυο ακόμη φυσικά φαινόμενα τα οποία προκαλούν μόλυνση στην ατμόσφαιρα, είναι οι πυρκαγιές (οι οποίες δεν οφείλονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες) και οι εκρήξεις ηφαιστειών.

## **Ανθρωπογενείς πηγές**

Οι κυριότερες κατηγορίες ανθρωπογενών πηγών ρύπανσης είναι τρεις. Η βιομηχανική δραστηριότητα, οι μεταφορές και οι κεντρικές θερμάνσεις.

### Βιομηχανία

Οι μεγάλες ποσότητες ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, οδηγούν στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ρύπων και ιδιαίτερα διοξειδίου του θείου και οξειδίων του αζώτου.

### Μεταφορές

Η ρύπανση που προκαλείται από τα αυτοκίνητα είναι και σημαντικότερη «συνεισφορά» του πολίτη στην ρύπανση της περιοχής του. Η μεγαλύτερη ατμοσφαιρική απειλή για τα μεγάλα αστικά κέντρα είναι τα αυτοκίνητα, ο αριθμός των οποίων συνεχώς αυξάνεται. Οι υδρογονάνθρακες και τα οξείδια του αζώτου που εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα, σχηματίζουν με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας, το όζον, ίσως το πιο επικίνδυνο συστατικό του φωτοχημικού νέφους των πόλεων. Επίσης, το διοξείδιο του άνθρακα, αν και ακίνδυνο για την υγεία, είναι το σημαντικότερο θερμοκηπικό αέριο με μεγάλη συνεισφορά στην παγκόσμια μεταβολή του κλίματος.

### Θέρμανση

Αν και η συνεισφορά της θέρμανσης στα προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι εποχική, δεν παύει να είναι σημαντική. Οι παλαιότητα των καυστήρων, η κακή ποιότητα καυσίμων και οι χαμηλές καμινάδες είναι ορισμένες από τις παραμέτρους που επηρεάζουν την ατμοσφαιρική ρύπανση ακόμα και σε τοπικό επίπεδο. Η

χρησιμοποίηση του φυσικού αερίου ως καύσιμο και η τηλεθέρμανση, είναι δυο λύσεις που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στη μείωση της επίδρασης της θέρμανσης στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

#### **5.4.1 Ρύποι**

Οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι, είναι:

1. Το διοξείδιο του Θείου ( $\text{SO}_2$ )
2. Το μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ )
3. Τα οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}_2$ )
4. Το όζον ( $\text{O}_3$ )
5. Τα αιωρούμενα σωματίδια ( $\text{P}_{\text{M}_{10}}$ ,  $\text{P}_{\text{M}_{2,5}}$ )
6. Το βενζόλιο ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )
7. Ο Μόλυβδος ( $\text{Pb}$ )

##### 1) Διοξείδιο του θείου

Είναι αέριο άχρωμο, άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλλά με έντονη ερεθιστική μυρωδιά σε πολύ ψηλές συγκεντρώσεις.

#### **Πηγές**

Κυριότερη πηγή προέλευσής του είναι οι ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί, οι χημικές βιομηχανίες, τα διυλιστήρια πετρελαίου, οι κεντρικές θερμάνσεις και τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν καύσιμο με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο.

## **Επιδράσεις**

Μακροχρόνια έκθεση στο διοξείδιο του θείου μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα, να τροποποιήσει τον αμυντικό μηχανισμό των πνευμόνων και να επιδεινώσει τυχόν υπάρχουσες καρδιαγγειακές παθήσεις. Άτομα με καρδιαγγειακές, χρόνιες πνευμονολογικές παθήσεις καθώς και μικρά παιδιά και ηλικιωμένοι είναι ιδιαίτερα ευπαθή σε τέτοιες συνθήκες. Υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα συμβάλλουν επίσης στη μείωση της ορατότητας, στην αύξηση της οξύτητας των λιμνών και των ποταμών και προκαλούν αλλοιώσεις στη βλάστηση και στα μέταλλα.

## 2) Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι αέριο άοσμο, άχρωμο, άγευστο και ελαφρύτερο του αέρα. Είναι ο πλέον ευρέως διαδεδομένος ρύπος.

## **Πηγές**

Κυριότερες πηγές προέλευσης του μονοξειδίου του άνθρακα είναι οι εξατμίσεις αυτοκινήτων, ιδιαίτερα σε κλειστούς χώρους στάθμευσης ή κατά μήκος δρόμων σε περίοδο κυκλοφοριακής αιχμής, και οι εξατμίσεις πάσης φύσεως μηχανών όταν συντελείται ατελής καύση. Άλλες πηγές είναι το καψάλισμα των χωραφιών και η καύση ελαστικών σε ανοικτούς χώρους.

## **Επιδράσεις**

Το μονοξείδιο του άνθρακα μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επιδρώντας κυρίως στο καρδιαγγειακό και νευρικό σύστημα. Υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα προκαλούν ζαλάδες, πονοκεφάλους και κόπωση. Υγιή άτομα

εκτεθειμένα σε ψηλά επίπεδα, μπορεί να υποστούν προσωρινή μείωση της πνευματική τους διαύγειας καθώς και της όρασης τους.

### 3) Οξείδια του Αζώτου (NO<sub>x</sub>)

Το NO είναι αέριο, άχρωμο, άγευστο ενώ το NO<sub>2</sub> έχει καστανοκόκκινο χρώμα και ιδιάζουσα οσμή. Σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι υπεύθυνο για την καφέ όψη του αστικού ουρανού.

### **Πηγές**

Η καύση ορυκτών καυσίμων κυρίως σε αυτοκίνητα, σε ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς και κεντρικές θερμάνσεις παράγουν μεταξύ άλλων και μονοξείδιο του αζώτου (NO). Αυτό με διάφορες χημικές αντιδράσεις που ενισχύονται με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας και του όζοντος, μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>).

### **Επιδράσεις**

Σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα, ιδιαίτερα σε άτομα που υποφέρουν από άσθμα και σε παιδιά. Στους ασθματικούς προκαλεί δυσκολία στην αναπνοή. Συνδράμει επίσης στη δημιουργία του όζοντος στην τροπόσφαιρα και της όξινης βροχής, επηρεάζοντας έτσι αρνητικά τη βλάστηση.

### 4) Όζον (O<sub>3</sub>)

Το όζον είναι αέριο άχρωμο, βαρύτερο του αέρα με δριμεία οσμή. Είναι ισχυρότατο οξειδωτικό. Διαλύεται δύσκολα στο νερό γι' αυτό και μπορεί να διεισδύσει μέχρι τους πνεύμονες με όλες τις αρνητικές συνέπειες για την υγεία των ανθρώπων. Στην ανώτερη ατμόσφαιρα (στρατόσφαιρα) το όζον έχει ευεργετικό

ρόλο γιατί απορροφά τις υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV), προστατεύοντας μας έτσι από τις βλαβερές ακτίνες του ήλιου.

### **Πηγές**

Το όζον σχηματίζεται στην κατώτερη ατμόσφαιρα (τροπόσφαιρα) ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων μεταξύ του οξυγόνου, πηθικών οργανικών ενώσεων (VOCs), και οξειδίων του αζώτου (NOx) με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας. Πηγές εκπομπής πρόδρομων ουσιών του όζοντος (VOCs και NOx) είναι τα οχήματα, τα χημικά εργοστάσια, τα χημικά διαλυτικά και τα βενζινάδικα.

### **Επιδράσεις**

Το όζον σε ψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να ερεθίσει το αναπνευστικό σύστημα, προκαλώντας βήχα, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό και πόνο στο στήθος, φλεγμονή στους πνεύμονες και πιθανή επιδεικτικότητα σε μολύνσεις του αναπνευστικού. Η υγεία των ατόμων που υποφέρουν από άσθμα μπορεί να επιδεινωθεί. Το όζον έχει επίσης αρνητικές επιπτώσεις στις αγροτικές καλλιέργειες, δασική και άλλη βλάστηση.

### 5) Αιωρούμενα Σωματίδια (PM<sub>10</sub>)

Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μικρά τεμάχια ύλης σε στερεή ή υγρή φάση, που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ανάλογα με την προέλευση τους μπορούν να παρουσιάζουν ανομοιογένεια στη μορφή, μέγεθος και χημική σύσταση. Όσον πιο μικρά είναι τα σωματίδια, τόσο πιο πολύ αυξάνει η πιθανότητα εισχώρησης τους στην αναπνευστική περιοχή των πνευμόνων, όπου εναποτίθενται κυρίως στις κυψελίδες των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία των ανθρώπων.

## **Πηγές**

Οι κυριότερες πηγές εκπομπής αιωρούμενων σωματιδίων είναι οι διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες, τα αυτοκίνητα, οι πυρκαγιές, τα καψαλίσματα χωραφιών και άλλες γεωργικές δραστηριότητες, οι κατασκευές, η επαναιώρηση σκόνης λόγω ισχυρών ανέμων κλπ.

## **Επιδράσεις**

Τα αιωρούμενα σωματίδια επηρεάζουν την αναπνοή και προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό σύστημα, στους πνεύμονες και στην καρδιά.

Τα παιδιά, τα άτομα που πάσχουν από άσθμα ή έχουν καρδιολογικά προβλήματα και οι ηλικιωμένοι, είναι ομάδες πληθυσμού ιδιαίτερα ευαίσθητες στην έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Όσον πιο μικρά είναι τα σωματίδια τόσο πιο επικίνδυνα είναι. Η επικινδυνότητά τους εξαρτάται επίσης από τη χημική τους σύσταση.

Τα αιωρούμενα σωματίδια συμβάλλουν επίσης στη μείωση της ορατότητας.

## **6) Βενζόλιο**

Το βενζόλιο είναι μια πτητική οργανική ένωση (VOC) η οποία αποτελεί ένα από τα δευτερεύοντα συστατικά της βενζίνης .

## **Πηγές**

Πηγές βενζολίου είναι τα πρατήρια βενζίνης και τα αυτοκίνητα διανομής της, καθώς επίσης και όλες οι μηχανές που χρησιμοποιούν βενζίνη σαν καύσιμο.



### **Επιδράσεις**

Το βενζόλιο σαν αυτούσια ένωση μπορεί να προκαλέσει χρόνιες παθήσεις όπως καρκίνο, αταξία στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ζημιές στη λειτουργία του ήπατος και των νεφρών, ανωμαλίες στην αναπαραγωγή και προβληματικές γεννήσεις.

### 7) Μόλυβδος (Pb)

Ο μόλυβδος είναι μαλακό μέταλλο αργυρόχρουν και ανήκει στην κατηγορία των βαρέων μετάλλων. Ένα ποσοστό της σωματιδιακής σκόνης αποτελείται από σωματίδια μολύβδου.

### **Πηγές**

Πηγές μολύβδου μπορεί να είναι τα διάφορου τύπου μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούν μολυβδόχα βενζίνη, εργοστάσια που χρησιμοποιούν μόλυβδο ή ουσίες που περιέχουν μόλυβδο και χώροι που καίνε απορρίμματα.

### **Επιδράσεις**

Υψηλά ποσοστά μολύβδου μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς την πνευματική ανάπτυξη και δραστηριότητα των ανθρώπων, τη λειτουργία των νεφρών και τη χημεία του αίματος.

Τα νεαρά άτομα διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εξαιτίας της μεγαλύτερης ευαισθησίας των νεανικών ιστών και οργάνων στο μόλυβδο.

## **6. Δείκτης ποιότητας αέρα (Air Quality Index)**

### **6.1 Εισαγωγή**

Η ποιότητα αέρα επηρεάζει τον τρόπο ζωής και αναπνοής των ανθρώπων. Ακριβώς όπως και ο καιρός, μπορεί να αλλάζει από μέρα σε μέρα και από ώρα σε ώρα. Γι' αυτό, η υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (Environmental Protection Agency) προσπαθεί να απλοποιήσει τις αναφορές για την ποιότητα αέρα, όπως γίνεται με το δελτίο καιρού. Κλειδί σε αυτή τη προσπάθεια είναι ο Δείκτης Ποιότητας Αέρα (Air Quality Index - AQI). Η EPA χρησιμοποιεί τον AQI για να παρέχει στους πολίτες απλές πληροφορίες σχετικά με την τοπική ποιότητα αέρα, τις ανησυχίες για την υγεία στα διαφορετικά επίπεδα της μόλυνσης του αέρα και πως θα προστατευθούν οι πολίτες όταν οι ρυπαντές φτάσουν σε μη υγιεινά επίπεδα.

### **6.2 Τι είναι ο AQI**

Ο AQI είναι ένας δείκτης για την ημερήσια αναφορά της ποιότητας αέρα. Πληροφορεί για το πόσο καθαρός ή μολυσμένος είναι ο αέρας και πώς σχετίζεται αυτό με επιπτώσεις στην υγεία. Ο AQI εστιάζεται στις επιπτώσεις που θα έχει ο αέρας που έχουν εισπνεύσει οι πολίτες, μετά από λίγες ώρες ή μέρες. Η EPA υπολογίζει τον AQI βάσει ορισμένων ρυπαντών: όζοντος (O<sub>3</sub>), αιωρούμενων σωματιδίων (PM), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) και διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>).

### **6.3 Πώς λειτουργεί ο AQI**

Ο AQI παίρνει τιμές από 0 ως το 500. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του δείκτη, τόσο μεγαλύτερο είναι το επίπεδο της μόλυνσης του αέρα άρα και οι επιπτώσεις στην υγεία. Για παράδειγμα η τιμή 50 στον δείκτη, σημαίνει καλή ποιότητα αέρα με

λίγες πιθανότητες επηρεασμού της δημόσιας υγείας, ενώ η τιμή 300 δηλώνει πολύ χαμηλή και επικίνδυνη ποιότητα αέρα. Μια τιμή της τάξεως του 100 γενικά αντιστοιχεί στα εθνικά όρια ποιότητας αέρα, πέρα από τα οποία η ΕΡΑ προστατεύει τη δημόσια υγεία. Τιμές κάτω από 100 θεωρούνται ικανοποιητικές. Όταν οι τιμές του δείκτη υπερβαίνουν το 100, ο αέρας θεωρείται ανθυγιεινός. Αρχικά για τις ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού και μετά για όλους, καθώς οι τιμές του δείκτη αυξάνουν.

#### 6.4 Κατανοώντας τον AQI

Ο σκοπός του AQI είναι να βοηθήσει στο να γίνει κατανοητό τι σημαίνει η ποιότητα αέρα για την υγεία. Για να γίνει αυτό πιο εύκολο, ο δείκτης διαιρείται σε έξι κατηγορίες.

0 to 50	Good	Green
51 to 100	Moderate	Yellow
101 to 150	Unhealthy for Sensitive Groups	Orange
151 to 200	Unhealthy	Red
201 to 300	Very Unhealthy	Purple
301 to 500	Hazardous	Maroon

Εικόνα 27: Κατηγοριοποίηση AQI. Πηγή WHO

Good: Η τιμή του AQI είναι από 0 μέχρι 50. Η ποιότητα αέρα θεωρείται ικανοποιητική και η μόλυνση δεν αποτελεί απειλή.

Moderate: Η τιμή του AQI είναι μεταξύ 51 και 100. Η ποιότητα αέρα είναι ανεκτή. Εν τούτοις, για ορισμένους ρυπαντές, ίσως υπάρχει μια μικρή ανησυχία για ένα μικρό αριθμό ανθρώπων. Για παράδειγμα, άνθρωποι που είναι ευαίσθητοι στο όζον μπορεί να αντιμετωπίσουν ελαφριά αναπνευστικά προβλήματα.

Unhealthy for sensitive groups: Όταν η τιμή του AQI είναι μεταξύ 101 και 150, αυτοί που ανήκουν σε ευαίσθητες ομάδες ίσως αντιμετωπίσουν προβλήματα. Για παράδειγμα άνθρωποι με παθήσεις των πνευμόνων κινδυνεύουν περισσότερο στην έκθεση σε όζον, ενώ άνθρωποι είτε με παθήσεις πνευμόνων, είτε με καρδιακές παθήσεις.

Unhealthy: Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν όσοι ξεκινάνε να έχουν προβλήματα υγείας όταν ο δείκτης είναι ανάμεσα στο 151 και το 200. οι ευαίσθητες ομάδες ίσως αντιμετωπίσουν πιο σοβαρά προβλήματα υγείας.

Very unhealthy: Τιμές του δείκτη μεταξύ 201 και 300 ενεργοποιούν το σύστημα υγείας, καθώς, ο καθένας μπορεί να αντιμετωπίσει σοβαρά προβλήματα υγείας.

Hazardous: Τιμές του δείκτη πάνω από 300, θέτουν το σύστημα υγείας σε γενική κατάσταση συναγερμού. Όλος ο πληθυσμός είναι πολύ πιθανόν να επηρεαστεί.

### **Χρώματα:**

Σε κάθε κατηγορία του δείκτη αντιστοιχεί ένα συγκεκριμένο χρώμα (βλέπε πίνακα). Έτσι γίνεται κατανοητό πιο εύκολα και πιο γρήγορα αν η ποιότητα αέρα στην περιοχή αγγίζει ανθυγιεινά επίπεδα.

AQI Numbers	AQI Category (Descriptor)	AQI Color	Color Formulas	
			(RGB)	(CMYK)
0 - 50	Good	Green	0,228,0	224,0,224,30
51 - 100	Moderate	Yellow	255,255,0	0,0,255,0
101 - 150	Unhealthy for Sensitive Groups	Orange	255,126,0	0,132,255,0
151 - 200	Unhealthy	Red	255,0,0	0,255,255,0
201 - 300	Very Unhealthy	Purple	153,0,76	0,153,80,102
301 - 500	Hazardous	Maroon	76,0,38	0,76,38,179

Εικόνα 28; Αντιστοιχία κατηγοριών - χρώματος για τον AQI Πηγή: <http://www.airnow.gov>

## 6.5 Πώς υπολογίζεται ο δείκτης?

Ο AQI υπολογίζεται βάσει των τιμών των ρύπων που καταγράφονται από τους σταθμούς μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι τιμές εφαρμόζονται στον τύπο της εικόνας 29 και υπολογίζεται η ακριβής τιμή του AQI από το 0 έως το 500.

This Breakpoint...						...equal this AQI		...and this category
O <sub>3</sub> (ppm) 8-hour	O <sub>3</sub> (ppm) 1-hour	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)	AQI	
0.000 - 0.064	-	0 - 54	0.0 - 15.4	0.0 - 4.4	0.000 - 0.034	( <sup>2</sup> )	0 - 50	Good
0.065 - 0.084	-	55 - 154	15.5 - 40.4	4.5 - 9.4	0.035 - 0.144	( <sup>2</sup> )	51 - 100	Moderate
0.085 - 0.104	0.125 - 0.164	155 - 254	40.5 - 65.4	9.5 - 12.4	0.145 - 0.224	( <sup>2</sup> )	101 - 150	Unhealthy for Sensitive Groups
0.105 - 0.124	0.165 - 0.204	255 - 354	65.5 - 150.4	12.5 - 15.4	0.225 - 0.304	( <sup>2</sup> )	151 - 200	Unhealthy
0.125 - 0.374 (0.155 - 0.404) <sup>2</sup>	0.205 - 0.404	355 - 424	150.5 - 250.4	15.5 - 30.4	0.305 - 0.604	0.65 - 1.24	201 - 300	Very unhealthy
( <sup>2</sup> )	0.405 - 0.504	425 - 504	250.5 - 350.4	30.5 - 40.4	0.605 - 0.804	1.25 - 1.64	301 - 400	Hazardous
( <sup>2</sup> )	0.505 - 0.604	505 - 604	350.5 - 500.4	40.5 - 50.4	0.805 - 1.004	1.65 - 2.04	401 - 500	Hazardous

Εικόνα 29: Τύπος και πίνακας υπολογισμού του Air Quality Index. Πηγή: <http://www.airnow.gov>

Ένας διαφορετικός τρόπος υπολογισμού του AQI γίνεται με τη βοήθεια του πίνακα στην εικόνα 30. Συγκεκριμένα, ο πίνακας ορίζει τα όρια των κατηγοριών του AQI ανάλογα με τη συγκέντρωση του ρύπου. Έτσι δεν χρειάζεται ο αλγόριθμος της

εικόνας 29, αλλά μόνο η τιμή του ρύπου. Αυτή η μέθοδος είναι πιο γρήγορη στην εξαγωγή του AQI αλλά δε δίνει ακριβές τιμές

AQI Categories (Index Values)	Ozone (ppm)		Particulate Matter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Carbon Monoxide (ppm) [8-hour]	Sulfur Dioxide (ppm) [24-hour]
	[8-hour]	[1-hour]	PM <sub>2.5</sub> [24-hour]	PM <sub>10</sub> [24-hour]		
Good (Up to 50)	0 - 0.064 None		0 - 15 None	0 - 50 None	0 - 4 None	0 - 0.03 None
Moderate (51 - 100)	0.065 - 0.084		>15 - 40	>50 - 150	>4 - 9 None	>0.03 - 0.14 None
	Unusually sensitive people should consider reducing prolonged or heavy outdoor exertion.		Unusually sensitive people should consider reducing prolonged or heavy exertion.			
Unhealthy for Sensitive Groups (101 - 150)	0.085 - 0.104	0.125 - 0.164	>40 - 65	>150 - 250	>9 - 12 People with heart disease, such as angina, should limit heavy exertion and avoid sources of CO, such as heavy traffic.	>0.14 - 0.22 People with asthma should consider limiting outdoor exertion.
	Active children and adults, and people with lung disease, such as asthma, should reduce prolonged or heavy outdoor exertion.		People with heart or lung disease, older adults, and children should reduce prolonged or heavy exertion.			
Unhealthy (151 - 200)	0.105 - 0.124	0.165 - 0.194	>65 - 150	>250 - 350	>12 - 15 People with heart disease, such as angina, should limit moderate exertion and avoid sources of CO, such as heavy traffic.	>0.22 - 0.30 Children, asthmatics, and people with heart or lung disease should limit outdoor exertion.
	Active children and adults, and people with lung disease, such as asthma, should avoid prolonged or heavy outdoor exertion; everyone else, especially children, should reduce prolonged or heavy outdoor exertion.		People with heart or lung disease, older adults, and children should avoid prolonged or heavy exertion; everyone else should reduce prolonged or heavy exertion.			
Very Unhealthy (201 - 300)	0.125 [8-hr] - 0.404 [1-hr]	0.195 - 0.404	>150 - 250	>350 - 420	>15 - 30 People with heart disease, such as angina, should avoid exertion and sources of CO, such as heavy traffic.	>0.30 - 0.60 Children, asthmatics, and people with heart or lung disease should avoid outdoor exertion; everyone else should reduce outdoor exertion.
	Active children and adults, and people with lung disease, such as asthma, should avoid all outdoor exertion; everyone else, especially children, should reduce outdoor exertion.		People with heart or lung disease, older adults, and children should avoid all physical activity outdoors. Everyone else should avoid prolonged or heavy exertion.			
Hazardous (301 - 500)	0.405 [1-hr] - 0.60 [1-hr]	0.405 - 0.60	>250 - 500	>420 - 600	>30 - 50 People with heart disease, such as angina, should avoid exertion and sources of CO, such as heavy traffic; everyone else should limit heavy exertion	>0.60 - 1.0 Children, asthmatics, and people with heart or lung disease should remain indoors; everyone else should avoid outdoor exertion.
	Everyone should avoid all outdoor exertion.		Everyone should avoid all physical activity outdoors; people with heart or lung disease, older adults, and children should remain indoors and keep activity levels low.			

Εικόνα 32: Πίνακες υπολογισμού AQI, Πηγή <http://www.airnow.gov>

## **B ΜΕΡΟΣ**

### **7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

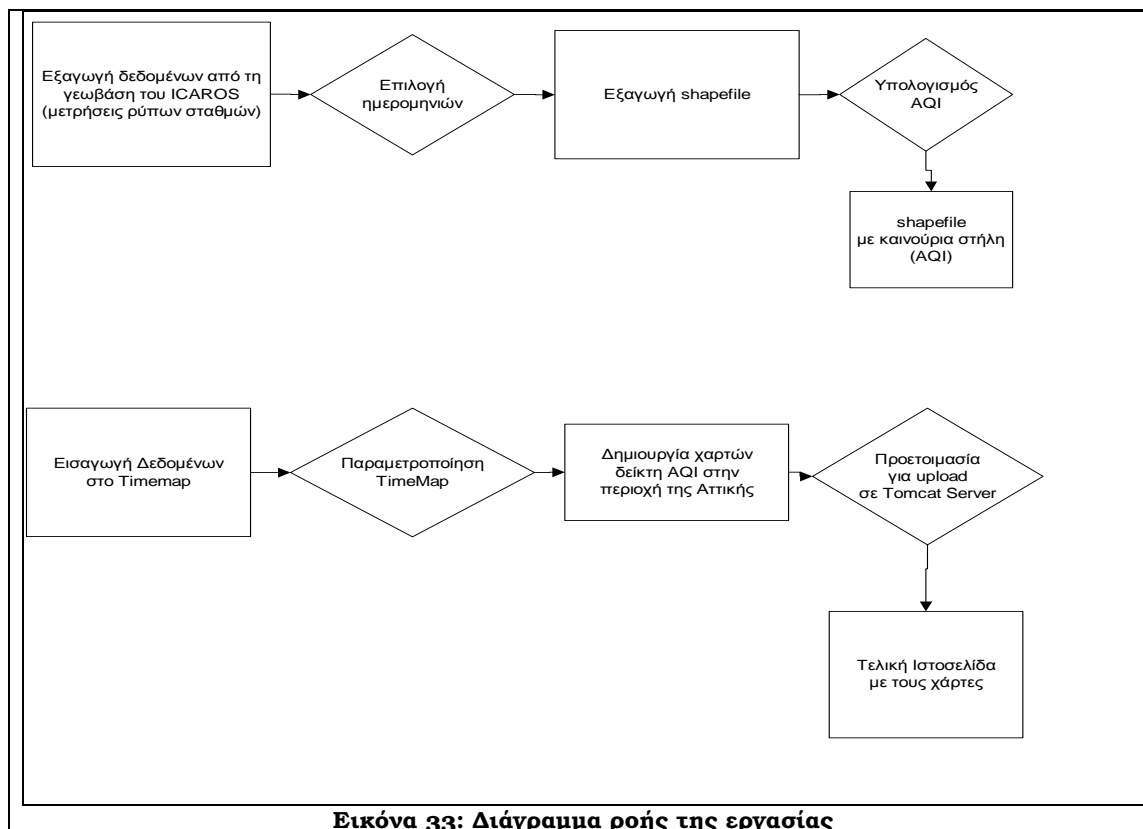
#### **7.1 Περίληψη Μεθοδολογίας**

Στόχος της εργασίας είναι η δημιουργία διαδικτυακών χαρτών στους οποίους θα οπτικοποιείται ο Δείκτης Ποιότητας Αέρα (Air Quality Index) για την περιοχή της Αττικής. Ο AQI υπολογίζεται με διαφορετικό αλγόριθμο για κάθε ρύπο χρησιμοποιώντας την τιμή μέτρησης που λαμβάνεται από το δίκτυο των σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης και ο χάρτης για τον δείκτη δημιουργείται βάσει του ρύπου για τον οποίο υπάρχει η υψηλότερη τιμή AQI. Οι τιμές των ρύπων προέρχονται από τους σταθμούς μέτρησης οι οποίοι βρίσκονται στην περιοχή της Αθήνας. Για τη δημιουργία των χαρτών και τη δημοσίευσή τους στο διαδίκτυο, χρησιμοποιείται το λογισμικό Time Map, το οποίο δημιουργήθηκε από το εργαστήριο αρχαιολογικής πληροφορικής του εργαστηρίου του Σύδνεϋ. Οι κύριοι λόγοι που επιλέχθηκε το παραπάνω λογισμικό είναι δύο:

**A)** Είναι εύχρηστο, με προσιτό περιβάλλον διεπαφής, δεν απαιτεί ιδιαίτερες προγραμματιστικές γνώσεις.

**B)** Μπορεί να διαχειριστεί χωροχρονικά δεδομένα.

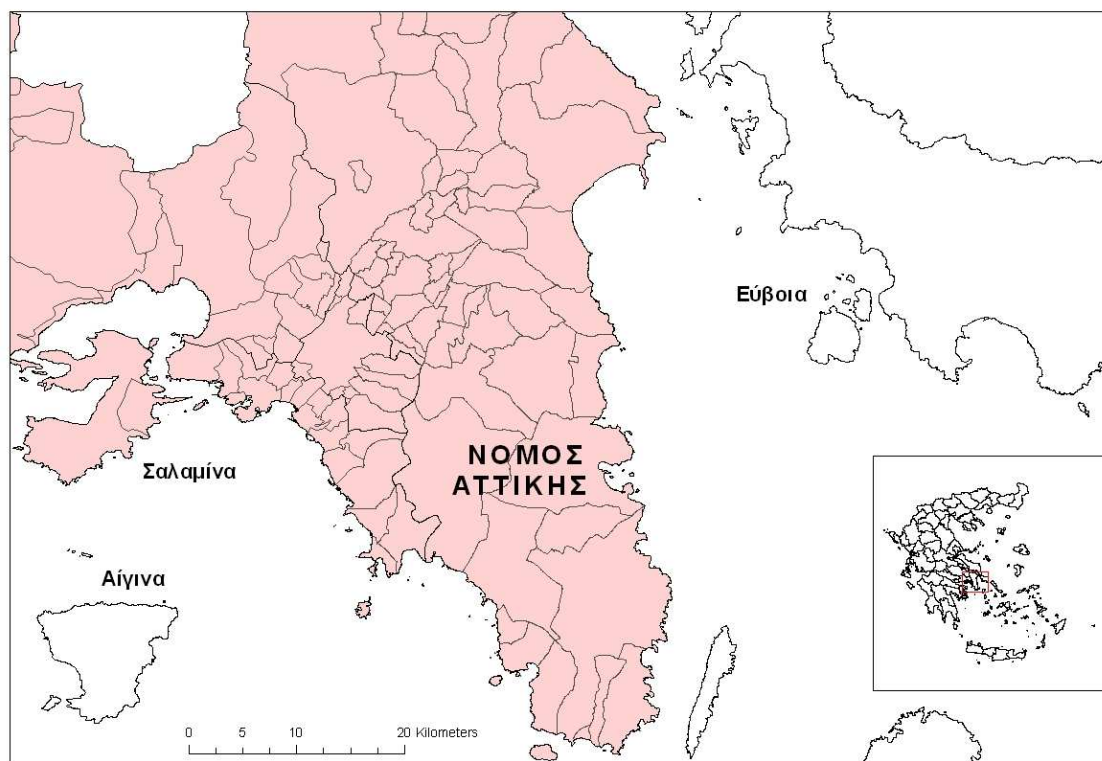
Παρακάτω ακολουθεί ένα περιληπτικό διάγραμμα ροής (flow chart) της εργασίας:



## 7.2 Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης είναι η πόλη των Αθηνών και η ευρύτερη περιοχή της Αττικής. Το λεκανοπέδιο της Αττικής έχει έκταση περίπου τετρακόσια πενήντα (450) τετραγωνικά χιλιόμετρα και ο πληθυσμός του ανέρχεται στους τρεισήμισι (3,5) εκατομμύρια κατοίκους (απογραφή 2001). Ο προσανατολισμός του είναι ΒΑ - ΝΔ. Βόρεια, ανατολικά και δυτικά της πόλης υπάρχουν ορεινοί όγκοι, ενώ νότια υπάρχει διέξοδος στη θάλασσα.





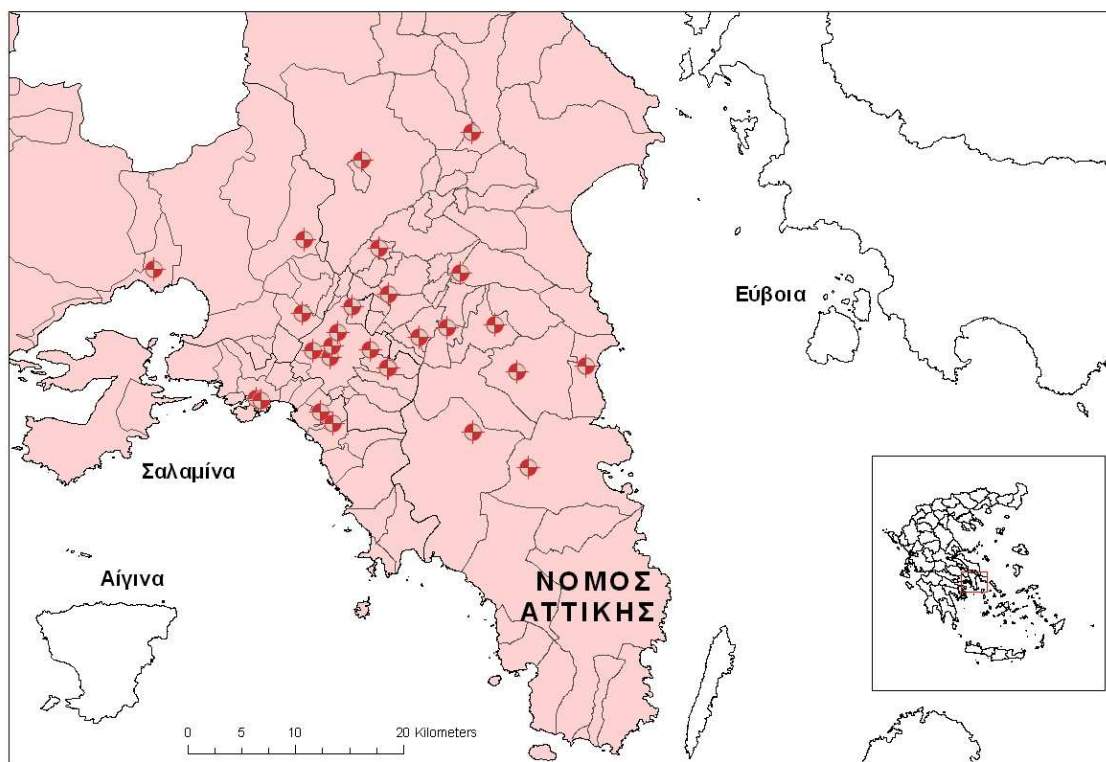
**Εικόνα 34: Περιοχή μελέτης. Τσώνης, 2007**

Λόγω της θέσης της και του αποκλεισμού της λόγω των ορεινών όγκων, είναι συχνό φαινόμενο ο σχηματισμός φωτοχημικής αιθαλομίχλης (νέφος) το οποίο εκτός της μείωσης της ορατότητας μπορεί να προκαλέσει και προβλήματα υγείας στις ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού. Επίσης, ο μεγάλος αριθμός οχημάτων έχει σημαντική επίδραση στην ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς δημιουργούν συσσώρευση ατμοσφαιρικών ρύπων και αιωρούμενων σωματιδίων.

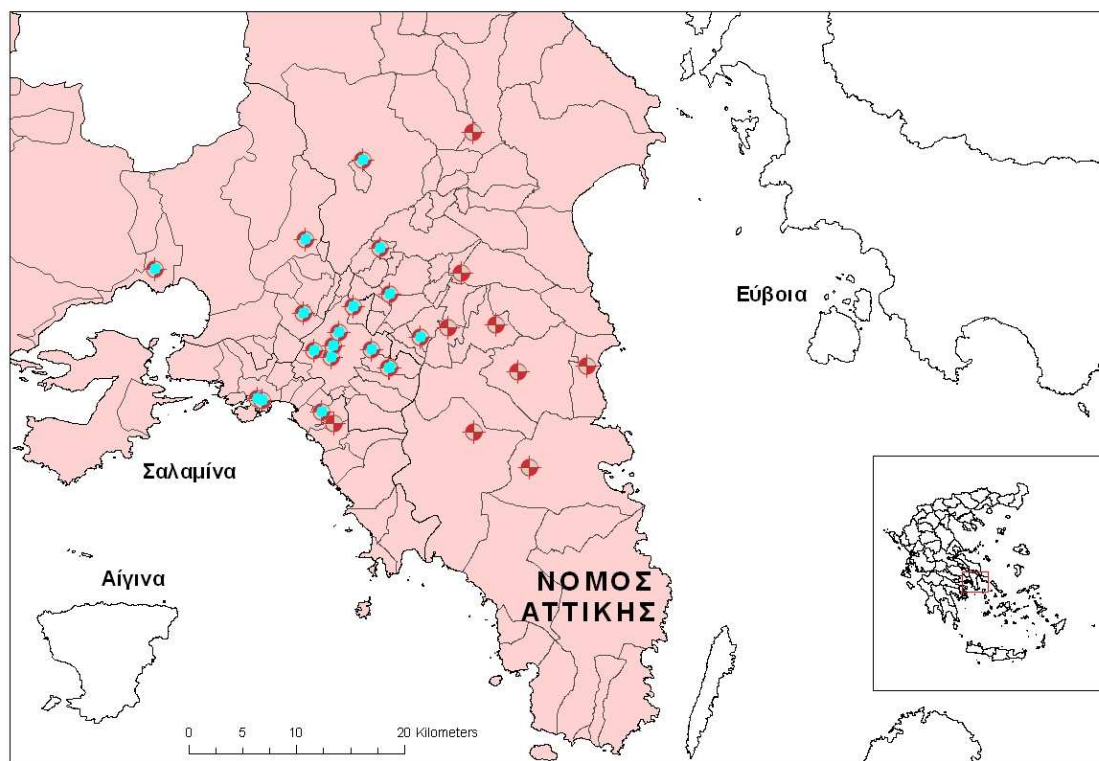
Οι βιομηχανικές δραστηριότητες της περιοχής εντοπίζονται στη νοτιοδυτική πλευρά του λεκανοπεδίου, στην περιοχή της Ελευσίνας και του Ασπροπύργου. Ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν, οι ρύποι που παράγονται στην περιοχή αυτή μπορεί να παρασυρθούν προς την πόλη της Αθήνας και να επιβαρύνουν περισσότερο την ατμόσφαιρα.

### 7.3 Δεδομένα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο δείκτης ποιότητας αέρας υπολογίζεται βάσει των τιμών των ρύπων. Οι τιμές των ρύπων καταγράφονται από το δίκτυο σταθμών μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, όπως φαίνεται παρακάτω. Αν και το δίκτυο φαίνεται να αποτελείται από αρκετούς σταθμούς, στην πραγματικότητα λίγοι είναι οι σταθμοί που λειτουργούν κανονικά.



Εικόνα 36: Περιοχή μελέτης με όλους τους σταθμούς ατμοσφαιρικής ρύπανσης



**Εικόνα 35: Περιοχή μελέτης με επιλεγμένους τους ενεργούς σταθμούς μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τσώνης, 2007**

Στην εργασία αυτή θα χρησιμοποιηθούν μετρήσεις ρύπων που έχουν καταγραφεί στο παρελθόν και συγκεκριμένα το έτος 2002, 2003. Τα δεδομένα υπάρχουν σε γεωβάση που έχει δημιουργηθεί για το ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα ICAROS (Integrated Computational Assessment via Remote Observation System), το οποίο είχε ως σκοπό την ανάπτυξη ενός αλληλεπιδρώντος υπολογιστικού περιβάλλοντος που θα επέτρεπε την ολοκληρωμένη αφομοίωση δεδομένων παρατήρησης του περιβάλλοντος, Κύριο χαρακτηριστικό του ICAROS ήταν η ποικιλία δεδομένων εισόδου, τα οποία προέρχονταν από διαφορετικές πηγές, συμπεριλαμβανομένων δορυφορικών και επίγειων μετρήσεων καθώς και εξελιγμένων μοντέλων διασποράς των ρύπων (Σηφάκης, Σαρηγιάννη, Ασημακόπουλος, Νικολογιάννης, Σουβλακέλλης, Bonetti, Loinittier, Schaefer, 1999).

Οι ρύποι που είχαν καταγραφεί είναι το όζον (O<sub>3</sub>) τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>) το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) και τα αιωρούμενα σωματίδια (PM<sub>10</sub>), αν και σε αρκετούς σταθμούς η καταγραφή ορισμένων ρύπων είναι ελλιπείς. Αυτό μας οδήγησε στη χρήση μόνο των καταγραφών του όζοντος, οι οποίες ήταν πλήρης. Η χρονική έκταση των δεδομένων είναι από το 2001 έως και το 2003. Σημειώνονται όμως κάποιες απουσίες μηνών.

Τα δεδομένα εξάγονται από τη γεωβάση χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα ερωτήματα SQL. Για την εργασία χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις για τις ημερομηνίες 21/09/2002, Από τη βάση εξήχθη ένα shape file για τον ρύπο του όζοντος για της συγκεκριμένη ημερομηνία, το οποίο περιείχε 24 ωριαίες μετρήσεις. Επιπλέον, υπάρχει το όνομα, οι συντεταγμένες και ο τύπος κάθε σταθμού μέτρησης. Οι μετρήσεις ήταν σε ug/m<sup>3</sup>, τα οποία μετετράπησαν σε ppm. Στον πίνακα ιδιοτήτων προστέθηκαν 24 καινούριες στήλες στις οποίες υπολογίστηκε η τιμή του AQI με τους αλγόριθμους υπολογισμού.

Χρησιμοποιήθηκαν επίσης δεδομένα του νομού Αττικής. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε ένα πολύγωνο τον ΟΤΑ της Αττικής που περιείχε πληθυσμιακά στοιχεία για κάθε δήμο από την απογραφή του 2001 και υπολογίστηκε η πληθυσμιακή πυκνότητα του κάθε ΟΤΑ.

#### **7.4 Υλικά - Μέθοδοι**

Τα κύρια λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εργασία αυτή είναι το ArcGIS και το TimeMap. Στο ArcGIS φορτώσαμε τη γεωβάση που περιείχε όλες τις μετρήσεις των ρύπων που είχαν καταγραφεί για το πρόγραμμα Icaros και εξάγαμε το αρχείο που μας ενδιέφερε.

Στο καινούριο αρχείο, δημιουργήθηκε για κάθε υπάρχουσα στήλη μια καινούρια στην οποία μετατράπηκαν οι αρχικές τιμές καταγραφής των ρύπων σε AQI. Η μετατροπή γίνεται με βάση τον τύπο και τον πίνακα της εικόνας 36. Για να πραγματοποιηθεί αυτό μεταφράστηκε ο τύπος της σε λογικές εκφράσεις με Visual Basic στο εργαλείο υπολογισμού τιμών πίνακα ιδιοτήτων (Calculate Values στο Attribute table) του ArcMap.

$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}}(C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}$ <p>Where <math>I_p</math> = the index for pollutant p  <math>C_p</math> = the rounded concentration of pollutant p  <math>BP_{Hi}</math> = the breakpoint that is greater than or equal to <math>C_p</math>  <math>BP_{Lo}</math> = the breakpoint that is less than or equal to <math>C_p</math>  <math>BP_{Hi}</math> = the breakpoint that is greater than or equal to <math>C_p</math>  <math>I_{Hi}</math> = the AQI value corresponding to <math>BP_{Hi}</math>  <math>I_{Lo}</math> = the AQI value corresponding to <math>BP_{Lo}</math></p>	This Breakpoint...					...equal this AQI	...and this category		
	O <sub>3</sub> (ppm) 8-hour	O <sub>3</sub> (ppm) 1-hour	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	CO (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)	AQI	
	0.000 - 0.064	-	0 - 54	0.0 - 15.4	0.0 - 4.4	0.000 - 0.034	( <sup>2</sup> )	0 - 50	Good
	0.065 - 0.084	-	55 - 154	15.5 - 40.4	4.5 - 9.4	0.035 - 0.144	( <sup>2</sup> )	51 - 100	Moderate
	0.085 - 0.104	0.125 - 0.164	155 - 254	40.5 - 65.4	9.5 - 12.4	0.145 - 0.224	( <sup>2</sup> )	101 - 150	Unhealthy for Sensitive Groups
	0.105 - 0.124	0.165 - 0.204	255 - 354	65.5 - 150.4	12.5 - 15.4	0.225 - 0.304	( <sup>2</sup> )	151 - 200	Unhealthy
	0.125 - 0.374 (0.155 - 0.404) <sup>1</sup>	0.205 - 0.404	355 - 424	150.5 - 250.4	15.5 - 30.4	0.305 - 0.604	0.65 - 1.24	201 - 300	Very unhealthy
	( <sup>2</sup> )	0.405 - 0.504	425 - 504	250.5 - 350.4	30.5 - 40.4	0.605 - 0.804	1.25 - 1.64	301 - 400	Hazardous
	( <sup>2</sup> )	0.505 - 0.604	505 - 604	350.5 - 500.4	40.5 - 50.4	0.805 - 1.004	1.65 - 2.04	401 - 500	Hazardous
	<b>1</b>	<b>2</b>							
<b>Εικόνα 36: Τύπος και πίνακας υπολογισμού του Air Quality Index. Πηγή <a href="http://www.airnow.gov">http://www.airnow.gov</a></b>									

Για τη διαδικασία της δημιουργίας, επεξεργασίας και δημοσίευσης των διαδραστικών χαρτών στο διαδίκτυο, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό TimeMap. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι αυτή που περιγράφεται στο κεφάλαιο παρουσίασης του TimeMap και TMWin. Συγκεκριμένα για τη δημοσίευση του χάρτη στο Internet, προτιμήθηκε η stand-alone εφαρμογή με το applet ενσωματωμένο σε ιστοσελίδα html που δημιουργήθηκε με τη χρήση του λογισμικού DreamWeaver της Macromedia. Η χρήση της stand-alone έκδοσης του TimeMap προτιμήθηκε καθώς το μέγεθος των δεδομένων είναι μικρό και δεν υφίσταται θέμα ταχύτητας μεταφοράς τους.

Σαν υπόβαθρό χρησιμοποιήθηκε το πολυγωνικό αρχείο των ΟΤΑ της Αττικής. Συγκεκριμένα απεικονίστηκε η πληθυσμιακή πυκνότητα ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο σε κάθε ΟΤΑ. Βάσει των παρακάτω κλάσεων:

**Πίνακας 1: Κλάσεις πληθυσμιακής πυκνότητας**  
**Κλάσεις πληθυσμιακή πυκνότητας**

0 - 250
250 - 1.500
1.500 - 5.000
5.000 - 10.000
10.000 - .....

Ο δείκτης απεικονίστηκε σημειακά, σύμφωνα με τη δεδομένη συμβολογία που έχει ορίσει ο EPA (Environmental Protection Agency). Δημιουργήθηκαν οι παρακάτω έξι τάξεις,

**Πίνακας 2: Κατηγορίες Air Quality Index**

<b>Τιμή Air Quality Index</b>	<b>Χαρακτηρισμός ποιότητας αέρα</b>
0 - 50	Καλή
51 - 100	Μέτρια
101 - 150	Ανθυγιεινή για ευαίσθητες ομάδες
151 - 200	Ανθυγιεινή
201 - 300	Πολύ ανθυγιεινή
300 - ....	Επικίνδυνη

## ΜΕΡΟΣ Γ΄

### 8. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της εργασίας, είναι δυο διαδικτυακοί διαδραστικοί χάρτες. Στον πρώτο χάρτη οπτικοποιείται ο δείκτης AQI για μια χρονική στιγμή. Στο δεύτερο, ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει την εξέλιξη του ρύπου κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετράωρου (23/09/2002). Όλοι οι χάρτες, καθώς και το κείμενο της διπλωματικής, βρίσκονται στη σελίδα

**<http://iws.no-ip.biz/chris/>**

## 9. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Κύριος στόχος της εργασίας, ήταν η δημιουργία διαδικτυακών διαδραστικών χαρτών για την ποιότητα αέρα στην περιοχή της Αττικής. Η επιλογή του λογισμικού TimeMap ανάμεσα από τα υπόλοιπα διαθέσιμα δωρεάν προγράμματα, αποδείχτηκε καθοριστική. Το TimeMap απαιτεί ελάχιστη γνώση προγραμματισμού, είναι εύχρηστο, φιλικό προς το χρήστη και το κυριότερο πλεονέκτημά του – έναντι των άλλων λογισμικών - είναι ότι μπορεί να διαχειριστεί και να οπτικοποιήσει χωροχρονικά δεδομένα. Στην περίπτωση χωροχρονικών δεδομένων, όπως η αέρια ρύπανση, ή η ποιότητα αέρα, η σωστή οπτικοποίηση είναι σημαντική και αναγκαία, καθώς πρέπει να μεταδώσει την πληροφορία στον χρήστη γρήγορα και σωστά.

Οι χάρτες που δημοσιεύονται στο δικτυακό τόπο που αναφέρεται στα αποτελέσματα επιτυγχάνουν τον σκοπό τους. Κοιτώντας το χάρτη ο χρήστης λαμβάνει τη πληροφορία για την ποιότητα του αέρα γρήγορα και εύκολα.

Αναφορικά με το δείκτη AQI την ημέρα της μελέτης, (21/09/2002), δεν διακρίνεται κάποια ιδιαίτερη κινητικότητα προς το κέντρο της Αθήνας, όπως θα περίμενε κανείς. Αντίθετα της μεσημεριανές ώρες ο AQI λαμβάνει υψηλές τιμές στις περιοχές κοντά στην εθνική οδό. Αυτό ίσως να συνδέεται με το γεγονός ότι η ημέρα είναι Σάββατο. Αν υπήρχε πλήρες σετ δεδομένων, θα μπορούσαμε να βγάλουμε πιο ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τον AQI.



Χρησιμοποιώντας μοντέλα πρόβλεψης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε και να δημοσιεύσουμε τον AQI για την επόμενη ή τις επόμενες μέρες. Με αυτό τον τρόπο οι ευαίσθητες ομάδες θα μπορούσαν να προφυλαχθούν και να αποτρέψουν πιθανά προβλήματα υγείας.

Το TimeMap θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς στα σχολεία, καθώς δεν απαιτεί εγκατάσταση ή ισχυρά μηχανήματα. Μια σύνδεση στο διαδίκτυο αρκεί. Με αυτό τον τρόπο το Τμήμα Γεωγραφίας για παράδειγμα θα μπορούσε να δημοσιεύσει δεδομένα, χωρίς να χρειάζεται να τα μεταφέρει ή να τα αντιγράψει κάπου εκτός του τμήματος.

## **Βιβλιογραφία**

### **Ελληνική**

Καρουσινάκης Κ & Η. Μωράτης, (2004). Χρήση των Συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών για την εκτίμηση των επιδράσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία του πληθυσμού του λεκανοπεδίου Αττικής. Εργασία εξαμήνου, ΠΜΣ τμήματος Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Μπινιάρης Σ.Ε., (2004) Το περιβάλλον, ρύπανση και προστασία,

Σηφάκης Ν.Ι, Σαρηγιάννη Δ.Α, Ασημακόπουλος, Δ. Bonetti, Α. Νικολογιάννη, Ε. Lointier, Μ. Schafer, Κ. Σουλακέλλης, Ν. Τόμπρου, Μ.1999 I.C.A.R.O.S Ολοκληρωμένο υπολογιστικό σύστημα παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα με αξιοποίηση δορυφορικών παρατηρήσεων.

Μελάς, Δ., Αλεξανδροπούλου, Α., Αμοιρίδης, Β., Κακαρίδου, Μ., Σουλακέλλης, Ν., (2000). Ατμοσφαιρική Ρύπανση (οδηγός εκπαιδευτικών)

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C, Jon Kimerling A, and S.C Gupta, (2002). Στοιχεία χαρτογραφίας, Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα.

### **Ξένα**

Adrienko, N., Adrienko,G. and P. Gatalsky (2000). Geoinformatics: a selection of work related to the activities of the International Cartographic Association's Commission on the Visualization and Virtual Environments

Adrienko N., Adrienko G., & P. Gatalsky, (2003).Exploratory spatio - temporal visualization: an analytical view. Journal of Visual languages and computing.

Air Quality Index. A guide to Air Quality and Your Health

Brown, A., Kraak, M.J., (2001) Web Cartography, developments and prospects

DiBiase D., (1990). Visualization in the Earth Sciences. Earth and mineral sciences

EPA. (2003). Air Quality Index: a guide to air quality and your health.

Erle, S., Gibson, R., Walsh, J. (2005). Mapping Hacks. Tips % Tools for Electronic Cartography

ESRI. Using ArcMap GIS. Guide for software version

Katsouyanni, K. (2003). Ambient air pollution and health. *British Medical Bulletin* 2003;68

Kunzli N, Kaiser R, Medina S *et al.* (2000). Public health impact of outdoor and traffic related air pollution: a European assessment. *Lancet*; 356: 795-801.

MacEachren, A.M., Gahega, M., Pike, W., Brewer, I., Cai, G., Lengerich, E. and F. Hardisty (2004). Geovisualization for knowledge construction and decision support. *IEEE Computer Graphics and Applications*. Jan/Feb. 2004.

MacEachren A.M., Robinson, A., Hopper, S., Gardner, S., Murray, R., Gahegan, M. and Hetzler (2005). Visualizing Geospatial Information Uncertainty: What we know and what we need to know. *Journal of Cartography and Geographic Information Science*.

Mitchel, T. (2005). Web Mapping Illustrated

Peterson, M., 'Maps and the internet, ten years of experience', Maps and the internet commission on ICA, *Nebraska - Omaha USA*

Sarigiannis A, Soulakellis N., A. and Sifakis N. (2004) . Information Fusion for Computational Assessment of Air Quality and Health Effects. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* February 2004.

Sayar, A., Aydin G., Fox, G., Pierce M., 'Developing a Web Service-Compatible Map Server for Geophysical Applications' Community Grids Lab and Department of Computer Science, *Indiana University Bloomington*,

Stern, A.C., (1977). The effects of air pollution  
TimeMap and TMWin Manual. Guide for software version

World Health Organisation. (1999). Guidelines for Air Quality. Geneva.

### **Διαδικτυακοί Τόποι**

ASP Map

<http://www.vdstech.com/aspmap.htm>

AutodeskMap

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=2995478>

Alov

<http://alov.org/index.html>

Cartoweb

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

ESRI

<http://www.esri.com/software/arcgis/arcims/index.html>

Explorative data analysis

[Http://en.wikipedia.org/w/indx.php?title=Explorative\\_data\\_analysis&oldid=70406220](Http://en.wikipedia.org/w/indx.php?title=Explorative_data_analysis&oldid=70406220)

Geotools

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

GIS Lounge

<http://gislounge.com/ll//freemapservers.shtml>

Information visualization

[http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Information\\_visualization&oldip=49261184](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Information_visualization&oldip=49261184)

Jshape

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

Knowledge visualization

[http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Knowledge\\_visualization&oldid=72356920](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Knowledge_visualization&oldid=72356920)

MapIt

<http://www.mapit.de/index.en.html>

Mapserver

<http://mapserver.gis.umn.edu/index.html>

MapTVU

<http://www.gdc.govt.nz/Services/MapTVUserGuide.htm>

TimeMap

<http://www.timemap.net>

Visualization (graphic)

[http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Visualization\\_%28graphic%29&oldid=74257098](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Visualization_%28graphic%29&oldid=74257098)

Zebirs

[http://www.zebris.com/english/produkte/wv\\_bestell.htm](http://www.zebris.com/english/produkte/wv_bestell.htm)