



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Πληροφορική»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Ανάπτυξη Συστήματος Παροχής και Παρουσίασης Μετεωρολογικής Πληροφορίας Πραγματικού Χρόνου με Χρήση Ανοιχτών Τεχνολογιών
Όνοματεπώνυμο φοιτητή	Νικόλαος Ανδρίτσος
Πατρώνυμο	Ιωάννης – Σεραφείμ
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΠΛ / 09038
Επιβλέπων	Ιωάννης Θεοδωρίδης, Καθηγητής

Δεκέμβριος 2013

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

(υπογραφή)

Ιωάννης Θεοδωρίδης
Καθηγητής

(υπογραφή)

Ιωάννης Σίσκος
Καθηγητής

(υπογραφή)

Νικόλαος Πελέκης
Λέκτορας

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Εικόνων	4
1 Εισαγωγή – Κίνητρο	5
2 Σχετικές εργασίες.....	8
2.1 NinJo	8
2.2 ECMWF MetView.....	9
2.3 Visual Weather	10
2.4 MetShell	11
2.5 Σύγκριση	12
3 Αντικείμενο εργασίας.....	16
3.1 Μετεωρολογικό δίκτυο: Κόμβοι	16
3.2 Μετεωρολογική πληροφορία	17
3.3 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS).....	18
3.4 Υπηρεσίες παροχής τμηματικών εικόνων χάρτη από τον Ιστό (WTMS – Web Tile Map Service).....	19
3.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά Μετεωρολογικού Δικτύου.....	19
4 Ανάλυση απαιτήσεων.....	21
5 Σχεδιασμός	24
5.1 Γενικά.....	24
5.2 Μετεωρολογικά αλφαριθμητικά μηνύματα	24
5.3 Βασική δομή.....	25
5.4 Λύσεις ανοιχτού λογισμικού.....	26
5.5 Κατανομή εξυπηρετητών – Πόροι χαρτογραφίας.....	28
5.6 Ροή επεξεργασίας αρχείων μετεωρολογικών δεδομένων	29
5.7 Σχεδιασμός της βάσης δεδομένων	32
Μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων.....	32
Σχεσιακό μοντέλο.....	33
5.8 Αποθήκευση στη βάση δεδομένων	37
5.9 Οργάνωση αρχείων κάτω από Apache/PHP	39
5.10 Στοιχεία για το API των OpenLayers	40
5.11 Δομή της κύριας ιστοσελίδας (olm.php).....	43
5.12 Στοιχεία για το User Interface.....	44
6 Σενάριο Χρήσης – Οδηγίες	45
7 Αποτίμηση της εργασίας.....	59
8 Δυνατότητες επέκτασης της εφαρμογής.....	60
9 Συμπεράσματα.....	61
Συντομογραφίες	63
Αναφορές και βιβλιογραφία	64

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Το παράθυρο της εφαρμογής NinJo.	8
Εικόνα 2. Το λογισμικό MetView	10
Εικόνα 3. Χρήση του Visual Weather από την Ε.Μ.Υ.	11
Εικόνα 4. Το λογισμικό METshell της Ε.Μ.Υ. σε επιχειρησιακή λειτουργία.	12
Εικόνα 5. Βασική δομή της εφαρμογής.	25
Εικόνα 6. Μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων της βάσης δεδομένων.	32
Εικόνα 7. Σχεσιακό μοντέλο της βάσης δεδομένων.	34
Εικόνα 8. Τμήμα του μοντέλου Ο-Σ με τη σχέση IS-A στα καιρικά στοιχεία.	35
Εικόνα 9. Πολυμορφική σχέση ασύμβατη με το σχεσιακό μοντέλο	36
Εικόνα 10. Αρχική εικόνα της εφαρμογής από τον browser.	39
Εικόνα 11. Διάγραμμα οργάνωσης των κλάσεων και των αντικειμένων του OpenLayers API που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής.	41
Εικόνα 12. Στοιχείο αναμονής.	45
Εικόνα 13. Αναφορά ανάκτησης στοιχείων	45
Εικόνα 14. Η γραφική απεικόνιση των μετεωρολογικών σταθμών στην Ήπειρο. Η ένδειξη "9999" σημαίνει "καλή ορατότητα".	46
Εικόνα 15. Η εικόνα της εφαρμογής σε ημέρα κακοκαιρίας συνδυάζει όλες τις πληροφορίες που χρειάζεται να αξιοποιήσει ο χρήστης της εφαρμογής	47
Εικόνα 16. Βέλη για τη διεύθυνση του ανέμου.	48
Εικόνα 17. Μερικά είδη καιρικών φαινομένων.	49
Εικόνα 18. Απεικόνιση ηλεκτρικών φαινομένων	49
Εικόνα 19. Ο σταθμός του αεροδρομίου των Σπάτων με τον κύκλο παρουσιάζεται ως επανδρωμένος (με κύκλο), ενώ ο σταθμός της Ραφήνας ενημερώνεται από αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό (τρίγωνο).	50
Εικόνα 20. Διαβάθμιση καθυστέρησης στοιχείων.	51
Εικόνα 21. Βοήθημα γεωγραφικών συντεταγμένων.	51
Εικόνα 22. Βοήθημα αποστάσεων.	52
Εικόνα 23. Βοήθημα εστίασης - περιήγησης στο χάρτη.	52
Εικόνα 24. Εστίαση με επιλογή ορθογώνιας περιοχής.	53
Εικόνα 25. Πληροφορίες επιλεγμένου σταθμού.	54
Εικόνα 26. Τα βέλη δείχνουν τις ελαχιστοποιημένες θέσεις δυο βοηθημάτων. Το επάνω αποτελεί έναν επιλογέα χαρτών υπόβαθρου και επίθεσης, ενώ το κάτω εικονίδιο περιέχει έναν μικρό εποπτικό χάρτη.	56
Εικόνα 27. Εποπτικός Χάρτης.	56
Εικόνα 28. Απόκρυψη πληροφορίας επιπέδων.	57
Εικόνα 29. Εναλλαγή χάρτη υποβάθρου.	58
Πίνακες στο κείμενο	
Πίνακας 1. Σύγκριση λογισμικών μετεωρολογικής οπτικοποίησης	13

Ανάπτυξη Συστήματος Παροχής και Παρουσίασης Μετεωρολογικής Πληροφορίας Πραγματικού Χρόνου με Χρήση Ανοιχτών Τεχνολογιών.

Περίληψη. Στις μετεωρολογικές υπηρεσίες γίνεται διακίνηση δεδομένων καιρού σε τυποποιημένη μορφή, τα οποία αξιοποιούνται με κατάλληλη γεωγραφική οπτικοποίησή τους σε πραγματικό χρόνο. Οι εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί για αυτό τον σκοπό αποτελούν μεγάλα εμπορικά λογισμικά με υψηλές απαιτήσεις σε υπολογιστικούς πόρους.

Η εργασία πραγματεύεται την χρήση ανοιχτού λογισμικού για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής η οποία αποσκοπεί στο να παρουσιάσει μια ενημερωμένη κατάσταση του καιρού σε πραγματικό χρόνο, αξιοποιώντας όσο το δυνατόν περισσότερο τις σύγχρονες εξελίξεις στα δικτυακά γεωγραφικά συστήματα (web GIS) και να είναι όσο το δυνατόν λιγότερο απαιτητική σε υπολογιστικούς πόρους.

Abstract. Meteorological Agencies around the world exchange weather data in standardized binary or text formats, which are symbolically displayed in real-time on a geographic map as appropriate. Applications built for this purpose are usually large-scale proprietary software with high demands in computing resources. This work was developed from low cost open-source software, and aims to show an up-to-date weather situation over a geographic area in real time, exploiting the recent progress in Web Geographical Information Systems, while attempting to stay as efficient as possible in computing resources.

1 Εισαγωγή – Κίνητρο

Αφορμή για την παρούσα εργασία στάθηκε η επαγγελματική μου ενασχόληση με την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Σε αντίθεση με τις περισσότερες υπηρεσίες μετεωρολογικής πληροφόρησης, όπου συνήθως δίνεται βάρος στην επίδειξη των προγνωστικών στοιχείων, η προσπάθεια της παρούσας εργασίας επικεντρώνεται στην παρουσίαση της γεωγραφικής κατανομής μιας τρέχουσας, πραγματικής, ενημερωμένης εικόνας των καιρικών στοιχείων όπως επικρατούν, απευθυνόμενη κυρίως σε εξειδικευμένους χρήστες.

Υπάρχει μια μεγάλη ποσότητα πληροφοριών που διακινείται διεθνώς μεταξύ των φορέων που δραστηριοποιούνται στην μετεωρολογία. Οι πληροφορίες αυτές καταλαμβάνουν ένα παγκόσμιο τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, εξειδικευμένο για το σκοπό αυτό, λειτουργώντας παράλληλα με το γνωστό διαδίκτυο. Η κρισιμότητα των πληροφοριών πραγματικού χρόνου είναι γνωστή στη λήψη αποφάσεων, και η αξία τους σε θέματα όπως η ασφάλεια της ναυτιλίας ή η ασφάλεια των πτήσεων αδιαμφισβήτητη. Συχνά άλλοι επιχειρησιακοί φορείς αρμόδιοι για την πολιτική

προστασία βρίσκονται συνδεδεμένοι με το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο των μετεωρολογικών υπηρεσιών.

Η διάδοση, τα τελευταία χρόνια, των διαδικτυακών γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων (GIS / web mapping), επέτρεψε τη χρήση διαδικτυακών πόρων για την απεικόνιση γεωγραφικής πληροφορίας σε μεγάλη κλίμακα. Ωστόσο η διείσδυση μέσα στους, Ελληνικούς τουλάχιστον επιχειρησιακούς φορείς δεν είναι τόσο μεγάλη όσο θα αναμενόταν. Η πληροφορία εξακολουθεί σε γενικές γραμμές να διακινείται σε μορφή τυποποιημένου κειμένου στους τελικούς αποδέκτες της.

Οι προσπάθειες που έχουν καταβληθεί τα τελευταία χρόνια για τη βελτίωση της χρήσης των διακινούμενων πληροφοριών σε επιχειρησιακό επίπεδο, έχουν βασιστεί στο υφιστάμενο λογισμικό, το οποίο όμως με τη σειρά του στηρίζεται σε τεχνολογίες που έχουν ήδη αρχίσει να δείχνουν την ηλικία τους. Οι δυσκολίες στη χρήση των διακινούμενων πληροφοριών έχουν να κάνουν και με το υλικό, την υποδομή δηλαδή επάνω στην οποία γίνεται η διακίνηση. Εξαιτίας των απαιτήσεων ελαχιστοποίησης του κόστους, εμφανίζεται ποικιλία περιορισμών που αφορά τόσο στο δίκτυο, όσο και στις δυνατότητες των ίδιων συστημάτων που αναλαμβάνουν την επεξεργασία των πληροφοριών. Η ίδια αρχή λαμβάνεται υπόψη και κατά τις διαδικασίες συντήρησης και αναβάθμισης, ενώ ένας ριζικός ανασχεδιασμός κρίνεται για το άμεσο μέλλον ότι έχει απαγορευτικό κόστος.

Με αφορμή αυτή την υστέρηση σε επιχειρησιακό επίπεδο, στην εργασία αυτή αναπτύσσεται ένα γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα για την παρουσίαση εξειδικευμένης μετεωρολογικής πληροφορίας, εναρμονισμένης με τις υψηλές απαιτήσεις των αποδεκτών της, η οποία ταυτόχρονα διατηρεί το κόστος ανάπτυξης και χρήσης της σε χαμηλά επίπεδα. Η ανάπτυξη στηρίζεται τόσο σε μια βελτιωμένη διεπαφή, η οποία συμβάλλει στο διαχωρισμό της κρίσιμης πληροφορίας από την δευτερεύουσα, όσο και στην ανάπτυξη μιας επιχειρησιακού χαρακτήρα βάσης δεδομένων αυτών των πληροφοριών. Ο γνώμονας για την διαμόρφωση του συστήματος είναι κυρίως οι επαγγελματίες μετεωρολόγοι της Ε.Μ.Υ. Ωστόσο, το σύστημα μπορεί άμεσα να χρησιμοποιηθεί και από επαγγελματίες που έχουν αυξημένες απαιτήσεις στις σχετικές πληροφορίες (κυρίως στις μεταφορές, στην αεροναυτιλία, την ναυτιλία και στα σώματα ασφάλειας), ενώ μπορεί με μικρές προσαρμογές να διατεθεί και στο ευρύ κοινό.

Χρειάζεται να επισημανθεί ότι στους επιχειρησιακούς χώρους, οι οποίοι πρόκειται να αξιοποιήσουν την εργασία, εμφανίζονται ιδιαιτερότητες που διαφοροποιούν τις απαιτήσεις και έχουν επιδράσει στην ανάπτυξή της.

Για παράδειγμα, εμφανίζεται η ανάγκη για εγκατάσταση και διανομή (deployment) της εφαρμογής σε μια ποικιλία υλικού, που μπορεί να αποτελείται από αυτόνομους ισχυρούς σύγχρονους εξυπηρετητές, ενσωματώνοντας όλα τα συστατικά στοιχεία της, ή απλούς παλαιότερης τεχνολογίας προσωπικούς υπολογιστές, για λόγους εξοικονόμησης του κόστους αντικατάστασης. Αυτή η ιδιαιτερότητα ουσιαστικά δικαιολογεί την ανάπτυξη μέσα σε ένα περιβάλλον των τεχνολογιών διαδικτύου, όπου τα στοιχεία της εφαρμογής, όπως η βάση δεδομένων και ο εξυπηρετητής ιστού, θα μπορούν να αναπροσαρμόζονται και να κατανομούνται σε φυσικές ή εικονικές μηχανές (virtual machines). Αυτή η ανάπτυξη επιτρέπει επίσης την 24/7

διαθεσιμότητα της υπηρεσίας, καθώς μπορούν να γίνουν και εφεδρικές εγκαταστάσεις μέσα στο τοπικό δίκτυο.

Οι χρήστες, από τους κόμβους του τοπικού δικτύου, θα ανοίγουν τον οικείο τους περιηγητή ιστού και θα συνδέονται με τον αντίστοιχο εξυπηρετητή, ο οποίος μπορεί να βρίσκεται εγκατεστημένος σε οποιονδήποτε κόμβο. Κατ' αυτή την έννοια και η εκπαίδευση του προσωπικού μπορεί να επικεντρωθεί στην καθεαυτό χρήση της εφαρμογής.

Η πιο σημαντική ιδιαιτερότητα αυτής της εφαρμογής αφορά την διαθεσιμότητα σε συνθήκες όπου η πρόσβαση στον Παγκόσμιο Ιστό είναι δύσκολη ως αδύνατη. Σε αντίθεση με πολλές άλλες web εφαρμογές που έχουν ασχοληθεί με την παρουσίαση μετεωρολογικής πληροφορίας, η εφαρμογή στην παρούσα εργασία έχει προσανατολισμό να είναι αυτόνομη, με χρήση πόρων του τοπικού δικτύου και των αντίστοιχων εξυπηρετητών, παρέχοντας σε περιπτώσεις αποσύνδεσης από το Διαδίκτυο μια εξίσου ικανοποιητική offline λειτουργία. Για το σκοπό αυτό αποφεύγεται η συστηματική χρήση των διαδικτυακών πόρων, όπως διαδικτυακές υπηρεσίες, εξωτερικές βάσεις δεδομένων και συνδέσεις σε βιβλιοθήκες κώδικα.

Όλες αυτές οι ιδιαίτερες απαιτήσεις περιορίζονται από τον γνώμονα του χρηματικού κόστους, το οποίο ελαχιστοποιείται με την ανάπτυξη της εφαρμογής σε ανοιχτό λογισμικό. Η εφαρμογή αυτή αποσκοπεί ουσιαστικά στο να καταδείξει πως με την σημερινή εξέλιξη του ανοιχτού λογισμικού μπορεί να αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο γεωγραφικό σύστημα με χωροχρονική πληροφορία, όπως είναι η μετεωρολογική, επιτυγχάνοντας το ελάχιστο υπολογιστικό και χρηματικό κόστος επάνω σε μια υφιστάμενη υποδομή ενός τοπικού δικτύου.

Στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας θα αναπτύξουμε τα επιμέρους στοιχεία ανάπτυξης της διαδικτυακής εφαρμογής. Θα προηγηθεί μια παρουσίαση άλλων σχετικών εφαρμογών πάνω στην απεικόνιση μετεωρολογικής πληροφορίας (κεφάλαιο 2), θα εξετάσουμε το αντικείμενο και τις ιδιαιτερότητές του πάνω στο οποίο γίνεται η ανάπτυξη (κεφάλαιο 3), θα γίνει ανάλυση των απαιτήσεων (κεφάλαιο 4), θα τεκμηριωθεί ο σχεδιασμός και οι λύσεις ανοιχτού λογισμικού πάνω στις απαιτήσεις αυτές (κεφάλαιο 5), θα παρουσιαστεί ένα σενάριο χρήσης της εργασίας σε ολοκληρωμένη μορφή (κεφάλαιο 6). Κατόπιν θα αποτιμήσουμε τι επιτεύχθηκε από τους στόχους που θέσαμε από την ανάλυση των απαιτήσεων (κεφάλαιο 7) και θα αναφερθούμε σε δυνατότητες επέκτασης (κεφάλαιο 8) και συμπεράσματα (κεφάλαιο 9). Στο τέλος του κειμένου υπάρχει ένα σχετικά εκτεταμένο γλωσσάριο για μια σειρά εξειδικευμένων όρων και αρχικών.

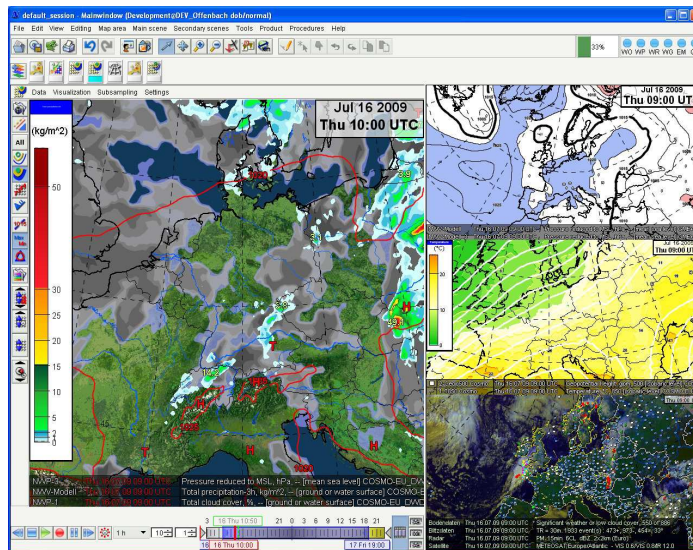
2 Σχετικές εργασίες

Ανάλογες προσπάθειες έχουν καταβληθεί από ομάδες εργασίας των μετεωρολογικών υπηρεσιών παγκοσμίως για την οπτικοποίηση μεγάλου όγκου πληροφοριών προς επιχειρησιακή αξιοποίηση από τον χρήστη επαγγελματία μετεωρολόγο.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε μια σειρά μετεωρολογικών εφαρμογών που αναπτύχθηκαν από διάφορους φορείς του χώρου αποσκοπώντας στην διευκόλυνση του χρήστη.

2.1 NinJo

Το NinJo [1] είναι μια πλατφόρμα λογισμικού που αναπτύχθηκε από μια συνεργασία των Μετεωρολογικών Υπηρεσιών (Γερμανίας, Ελβετίας, Δανίας και Καναδά) με τον ιδιωτικό τομέα.



Εικ. 1. Το κεντρικό παράθυρο της μετεωρολογικής εφαρμογής NinJo.

Οι σκοποί της πλατφόρμας ξεπερνούν κατά πολύ την απλή παρουσίαση της τρέχουσας μετεωρολογικής πληροφορίας, καθώς είναι ένα ολοκληρωμένο γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών που ενσωματώνει χωροχρονική πληροφορία, μετατρέποντας τα πρωτογενή δεδομένα (raw data) σε δεδομένα έτοιμα προς απεικόνιση.

Πιο συγκεκριμένα, τα μετεωρολογικά δεδομένα απεικονίζονται πάνω σε χάρτες σε επίπεδα σχεδίασης (layers), τα οποία μπορούν να συνδυαστούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο. Τα είδη των μετεωρολογικών δεδομένων που μπορεί να διαχειριστεί το σύστημα

ποικίλλουν από παρατηρήσεις σταθμών (θερμοκρασία, άνεμος, υγρασία κ.α.), εικόνες ανακλάσεων από ραντάρ καιρού, ή κατακόρυφες μετρήσεις της ατμόσφαιρας. Επιπλέον, το σύστημα ενσωματώνει διάφορα καιρικά μοντέλα πρόγνωσης ατμοσφαιρικών παραμέτρων, ο συνδυασμός των οποίων παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα προς τον χρήστη.

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να προσαρμόζει το πλαίσιο εργασίας του στις απαιτήσεις του, όπως το να ορίζει την διάταξη, τη διαφάνεια και τα χρώματα των επιπέδων. Επίσης μπορεί να έχει σε ταυτόχρονη λειτουργία μέχρι τέσσερα πλαίσια εργασίας και να εκτελέσει εξειδικευμένες εργασίες ανάλογα με την περιοχή που τον ενδιαφέρει, όπως την παραγωγή διαγραμμάτων μέσω μεθόδων παρεμβολής (interpolation), ή την αυτόματη επιτήρηση συγκεκριμένων εισερχόμενων δεδομένων. Επίσης παρέχει δυνατότητα δημιουργίας κινούμενης οπτικής πληροφορίας (animation), αυτοματοποιημένων (batch) εργασιών, και επεξεργασίας (editing) συγκεκριμένων προϊόντων. Οι εφαρμογές που αφορούν τόσο τις αυτοματοποιημένες (batch) εργασίες, όσο και την παρουσίαση του χρήστη, μπορούν να εκτελεστούν τόσο στον πελάτη, όσο και στον εξυπηρετητή.

Η αρχιτεκτονική του βασίζεται στο μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή. Τα δεδομένα συγκεντρώνονται σε έναν εξυπηρετητή και αποκωδικοποιούνται και ενσωματώνονται στο σύστημα μέσω της υπομονάδας GloBUS που ανέπτυξε η Γερμανική Μετεωρολογική Υπηρεσία .

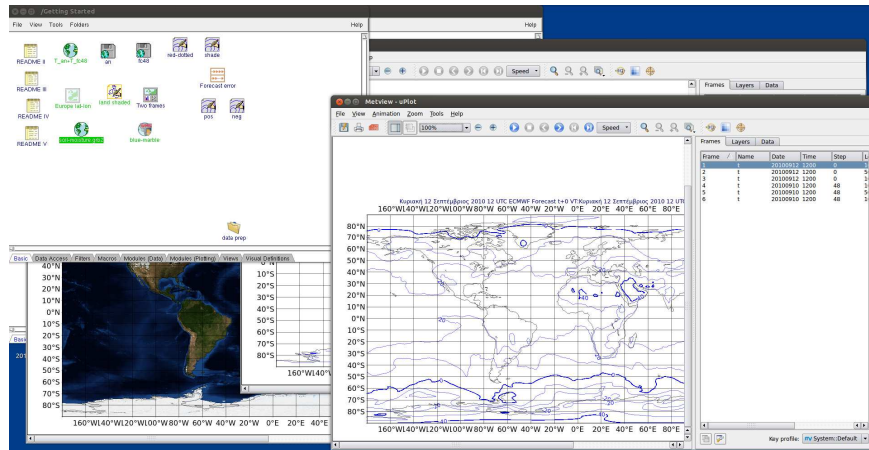
Το NinJo είναι ένα εμπορικό λογισμικό που γράφτηκε εξ ολοκλήρου σε JAVA έτσι ώστε να έχει αρθρωτή (modular) αρχιτεκτονική, να μπορεί να εγκατασταθεί σε ποικιλία λειτουργικών συστημάτων, καθώς και να αποφεύγεται η έκθεση του πηγαίου κώδικα. Έχει αρκετά υψηλές απαιτήσεις σε υλικό, ενώ στηρίζεται και στην ύπαρξη εξωτερικών συστημάτων που διαχειρίζονται τις πληροφορίες που ενσωματώνει, δηλαδή τα μετεωρολογικά μηνύματα (δίκτυο, αποκωδικοποιητές, τακτική ενημέρωση κλπ.)

2.2 ECMWF MetView

Το MetView [2] σχεδιάστηκε σαν ένα ευέλικτο, αρθρωτό και επεκτάσιμο σύστημα για την πρόσβαση, την διαχείριση και την απεικόνιση μετεωρολογικής πληροφορίας, με τρόπο που εξελίσσεται ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη - ερευνητή μετεωρολόγου. Το σύστημα στηρίζεται στις προδιαγραφές γραφικών Magics++ [3] του Ευρωπαϊκού Κέντρου Μεσοπρόθεσμων Προγνώσεων Καιρού (ECMWF), το οποίο και ανέπτυξε το λογισμικό για τους σκοπούς του και για την υποστήριξη των συμβεβλημένων σε αυτό μετεωρολογικών υπηρεσιών.

Το περιβάλλον του MetView στηρίζεται σε μια διεπαφή που αποτελείται από “εικονίδια” που αντιστοιχούν σε τυποποιημένες απλές εργασίες, π.χ. η αποτύπωση μιας ατμοσφαιρικής παραμέτρου πάνω στο χάρτη. Ο χρήστης έχει ευελιξία και μπορεί να επεκτείνει - συνδυάσει τις απλές αυτές εργασίες δημιουργώντας δικά του “εικονίδια”, ούτως ώστε να μπορεί να προσαρμόσει την απεικόνιση πληροφορίας στα μέτρα του. Η αποκωδικοποίηση της πληροφορίας γίνεται κατά την εκτέλεση των εργασιών στα εικονίδια, οπότε η χρήση μιας βάσης δεδομένων για αυτό το σκοπό δεν

χρειάζεται, αλλά επιβαρύνεται ο χρήστης σε χρόνο μέχρι την ετοιμασία της απεικόνισης.



Εικ. 2. Το λογισμικό MetView, που αναπτύσσει το Ευρωπαϊκό Κέντρο Μεσοπρόθεσμων Προγνώσεων Καιρού (ECMWF).

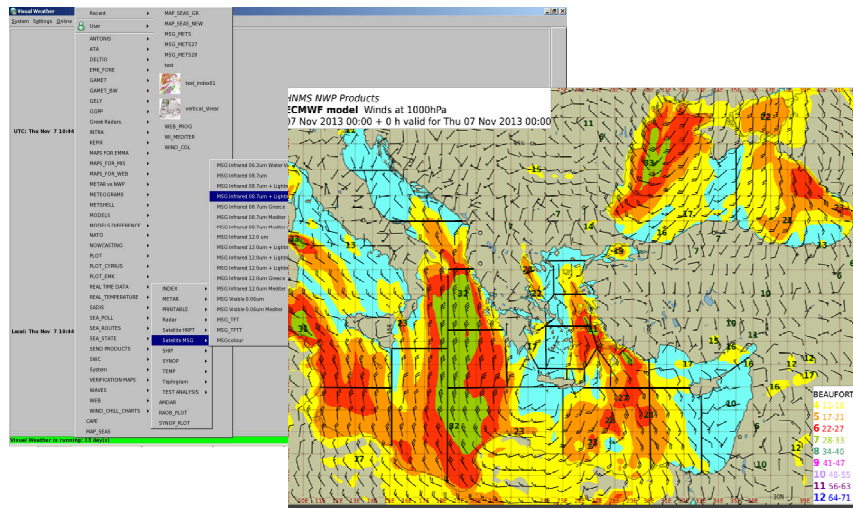
Το MetView έχει γραφτεί σε C++ και υποστηρίζεται από Linux λειτουργικά συστήματα. Υποστηρίζει μια πληθώρα δυαδικών format από μετεωρολογικά – γεωγραφικά δεδομένα, όπως: GRIB, BUFR, NetCDF, ASCII και από γνωστές βάσεις δεδομένων.

2.3 Visual Weather

Το λογισμικό Visual Weather [4] είναι ένα κλειστό εμπορικό λογισμικό που παράγεται από την τσέχικη εταιρεία IBL και υποστηρίζει τόσο την απεικόνιση τρέχουσας μετεωρολογικής πληροφορίας, όσο και δεδομένων σε αρχική μορφή BUFR ή GRIB, σε αρκετά ολοκληρωμένο βαθμό.

Τα δεδομένα αποκωδικοποιούνται και αποθηκεύονται σε μία ειδική βάση δεδομένων που έχει αναπτυχθεί για χρήση από το συγκεκριμένο λογισμικό. Αν και το Visual Weather τρέχει κάτω από Linux, χρησιμοποιεί κλειστή τεχνολογία διανυσματικών γραφικών για την απεικόνιση των δεδομένων επάνω σε χάρτες. Η απεικόνιση είναι ευπροσάρμοστη σε ό,τι αφορά τα θεματικά επίπεδα. Υποστηρίζει αυτοματοποιημένες (batch) εργασίες και μπορεί να τροφοδοτήσει τακτικά με εικόνες μια ιστοσελίδα.

Η εγκατάσταση γίνεται με προστασία HASP (hardware against software piracy) μόνο σε ένα συγκεκριμένο υπολογιστή.



Εικ. 3. Χρήση του Visual Weather από την Ε.Μ.Υ.

2.4 MetShell

Το MetShell είναι λογισμικό που ανέπτυξε η Ε.Μ.Υ. πριν από 15 περίπου χρόνια και στηρίζεται σε τεχνολογίες της Microsoft, δηλαδή Microsoft Office (Access) και Microsoft Visual Studio. Ως εκ τούτου ο κώδικας είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με το λειτουργικό σύστημα Windows, ενώ ο κύκλος ανάπτυξης του λογισμικού, βρίσκεται εξαρτημένος σε πολύ συγκεκριμένες προδιαγραφές.

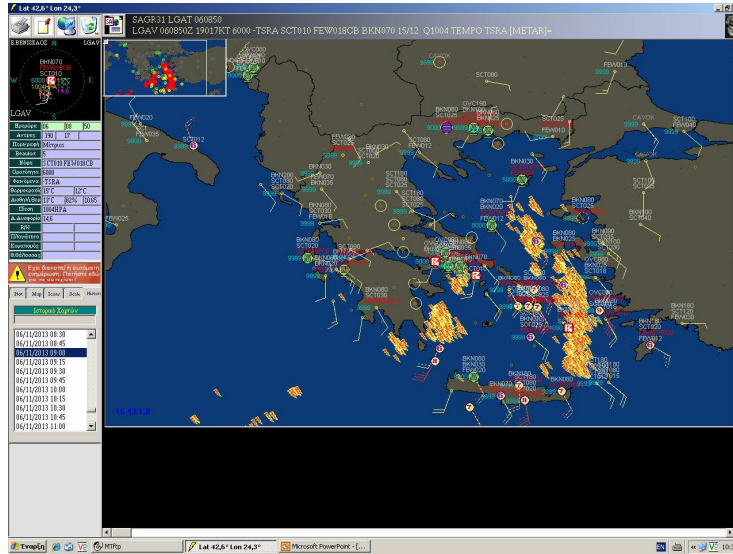
Το λογισμικό αυτό έχει περιορισμένες δυνατότητες σε σχέση με τα προηγούμενα. Είναι αρκετά κλειστό στο τι μπορεί να παρουσιάσει στην επιχειρησιακή οθόνη της απεικόνισης των καιρικών συνθηκών (Εικόνα 4), ενώ αντί για εστίαση δίνονται επιλογές διαφορετικών χαρτών. Μειονεκτεί επίσης στην απόδοση των γεωγραφικών συντεταγμένων. Δεν μπορεί να εισάγει πληροφορία από διαφορετικά επίπεδα στην διεπαφή με το χρήστη και να κάνει μια ενιαία παρουσίαση.

Το λογισμικό δίνει την δυνατότητα να προβάλλει raster εικόνες (JPEG) σε ξεχωριστό παράθυρο. Ωστόσο για την παραλαβή στηρίζεται πάνω σε servers της Ε.Μ.Υ., οι οποίοι μετατρέπουν αντίστοιχες διανυσματικές εικόνες ή άλλα format σε JPEG.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του λογισμικού είναι η σχετικά εύκολη εκμάθηση της βασικής λειτουργίας του.

Η κυριότερη χρήση του είναι η εφαρμογή παρουσίασης τρέχοντος καιρού, κατά την οποία εκμεταλλεύεται τυποποιημένα μηνύματα που εκπέμπονται τακτικά από τους μετεωρολογικούς σταθμούς ανά τον κόσμο, συγκεντρώνονται στους εξυπηρετητές της Ε.Μ.Υ. και επανεκπέμπονται άμεσα στους αποδέκτες που εκτελούν την εφαρμογή. Η απόκρισή του θεωρείται ικανοποιητικά γρήγορη ώστε να θεωρείται πως παρουσιάζεται μια εικόνα πραγματικού χρόνου του καιρού.

Παρά τις γενικές του αδυναμίες, το σύστημα είναι διαδεδωμένο σε πολλούς Ελληνικούς δημόσιους φορείς (ΥΠΑ – αεροδρόμια, Λιμενικό Σώμα, Πυροσβεστική Υπηρεσία, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, Εθνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, Ένοπλες Δυνάμεις) και πολύ συχνά έχει αξιοποιηθεί για την αναμετάδοση πληροφοριών και στο ευρύ κοινό από τα τηλεοπτικά μέσα της χώρας.



Εικ. 4. Το λογισμικό MetShell της Ε.Μ.Υ. σε επιχειρησιακή λειτουργία.

2.5 Σύγκριση

Οι άξονες πάνω στους οποίους γίνεται η σύγκριση είναι:

1. Αν η εφαρμογή αποτελεί ανοικτό λογισμικό ή χρησιμοποιεί ανοικτό λογισμικό.
2. Αν η εφαρμογή είναι platform-independent, δηλαδή κατά πόσον στηρίζεται σε τοπικούς πόρους του λειτουργικού συστήματος.
3. Αν το προϊόν χρειάζεται δική του Βάση Δεδομένων για την αποθήκευση και επεξεργασία των πληροφοριών που καλείται να διαχειριστεί.
4. Εάν επιτρέπει επεξεργασία των δεδομένων με αυτοματοποιημένες (batch – script files) διαδικασίες που εκτελούνται τακτικά χωρίς την παρέμβαση του χρήστη.
5. Εάν υπάρχει η δυνατότητα επίθεσης πληροφοριών με πολλαπλά επίπεδα που παρουσιάζονται πάνω στο γεωγραφικό χάρτη.
6. Εάν έχει γενικά την δυνατότητα παραγωγής νέων μετεωρολογικών προϊόντων με βάση τα στοιχεία που παραλαμβάνει.
7. Αν υποστηρίζει απεικόνιση με διανυσματικά γραφικά.
8. Αν ενσωματώνει λειτουργίες με τις οποίες μπορεί να ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο.
9. Αν αξιοποιούνται διαδικτυακοί πόροι για την λειτουργία του (όχι όμως αν απλώς χρησιμοποιεί το μετεωρολογικό δίκτυο για να ενημερώνεται).

10. Αν είναι εύκολο στη χρήση ή απαιτεί μια σχετική εκπαίδευση, κάτι που επιβαρύνει το κόστος του λογισμικού.

Τα αποτελέσματα αυτής της σύγκρισης συνοψίζονται στον πίνακα παρακάτω.

Πίνακας 1. Σύγκριση λογισμικών μετεωρολογικής απεικόνισης

	<i>NinJo</i>	<i>MetView</i>	<i>Visual Weather</i>	<i>MetShell</i>
Ανοικτό λογισμικό	OXI	NAI	OXI	OXI
Λογισμικό ανεξάρτητο από Λ/Σ	NAI	OXI	OXI	OXI
Βάση δεδομένων για ακατέργαστη πληροφορία	NAI	OXI	NAI	NAI
Αυτοματοποιημένες εργασίες	NAI	NAI	NAI	OXI
Διεπαφή με κατά επίπεδα παρουσίαση δεδομένων	NAI	NAI	NAI	OXI
Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων	NAI	NAI	OXI	OXI
Διανυσματικά γραφικά	NAI	NAI	NAI	OXI
Ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο	NAI	OXI	NAI	NAI
Χρήση διαδικτυακών πόρων	OXI	OXI	OXI	OXI
Υψηλό κόστος εκμάθησης	NAI	NAI	NAI	OXI

Ένα συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι οι τέσσερις αυτές εφαρμογές καταρχήν αποτελούν αρκετά ολοκληρωμένες λύσεις για την διαχείριση μετεωρολογικών προϊόντων, καθώς επεκτείνονται και σε προγνωστικά προϊόντα, ενώ έχουν ωριμάσει μέσα από λιγότερους ή περισσότερους διαδοχικούς κύκλους ανάπτυξης λογισμικού. Εντούτοις μεμονωμένα δεν μπορεί καμιά από αυτές, είτε να φτάσει σε ένα ιδανικό δυνατοτήτων, ή να παρέχει χωρίς κόστος αυτό το ιδανικό.

Αναμφισβήτητα το πλέον αξιόλογο λογισμικό προϊόν ανάμεσά τους αποτελεί το NinJo, ένα μεγάλο project σε προϋπολογισμό, διάθεση ανθρώπινου δυναμικού και με διεθνείς συνεργασίες, το οποίο σχεδιάστηκε εξ αρχής σε επιχειρησιακές ανάγκες οπότε και καλύπτεται μια ευρύτατη γκάμα από αυτές σε μια υπηρεσίας καιρού. Η γλώσσα JAVA το καθιστά προσιτό σε οποιαδήποτε πλατφόρμα και είναι αυτόνομο από το Διαδίκτυο. Οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή, ενώ είναι δυνατόν οι υπολογιστικές απαιτήσεις για την απεικόνιση να καταναμηθούν

ανάμεσα σε πελάτη και εξυπηρετητή για το ταχύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Ωστόσο δεν παύει να είναι αρκετά απαιτητικό σε πόρους. Ένα επίσης μειονέκτημα είναι ότι πρέπει κατά την εγκατάσταση να έχουν προετοιμαστεί τα εξωτερικά συστήματα με λογισμικές διαπαφές προκειμένου να συνεργαστούν με το NinJo. Επειδή είναι εμπορικό λογισμικό, προκύπτουν για την υπηρεσία που θα το χρηματοδοτήσει υψηλά κόστη για την αγορά, υποστήριξη και συντήρηση.

Ομοία είναι και τα κόστη για το Visual Weather που επιβαρύνουν και την E.M.Y., καθώς επέλεξε το εμπορικό αυτό λογισμικό για επιχειρησιακή χρήση πριν από 7-8 περίπου χρόνια, καθώς κάλυπτε σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις της. Ωστόσο ήδη έχουν μεσολαβήσει αναθεωρήσεις στο δυαδικό format των διακινούμενων μετεωρολογικών μηνυμάτων. Το λογισμικό προσφέρει το πλεονέκτημα των διανυσματικών γραφικών σε ένα σχετικά δύσκολο στην εκμάθηση περιβάλλον εργασίας για το χρήστη. Υποστηρίζεται μόνο από λειτουργικά συστήματα Linux, κάτι που καθιστά πιο προσιτό το λογισμικό, αλλά παραγνωρίζει τη διάδοση των συστημάτων της Microsoft. Παρέχει μια δυνατότητα για υποστήριξη ιστοσελίδας, ωστόσο στηρίζεται σε δικά του πρότυπα και ουσιαστικά στέλνει στατικές σελίδες HTML.

Η ανάπτυξη του MetView του ECMWF στηρίχθηκε πάνω σε ανοιχτό λογισμικό, αλλά και το ίδιο αποτελεί ανοιχτό λογισμικό. Έχει δυνατότητες να συνδεθεί σε WMS, υποστηρίζει δικτυακές συνδέσεις σε βάσεις δεδομένων, αλλά στηρίζεται σε δική του βιβλιοθήκη γραφικών (την Magics++ που επίσης διατίθεται από το ECMWF). Έτσι η χρήση του μέσα σε ένα δίκτυο εμφανίζει περιορισμούς: το λογισμικό έχει προσανατολιστεί στο να εγκαθιστάται σε ένα PC και να χρησιμοποιείται από τον χρήστη είτε τοπικά, είτε με απομακρυσμένη πρόσβαση που επιτρέπει το λειτουργικό σύστημα Linux. Το MetView είναι ένα μεγάλο, σχεδόν «μονολιθικό» πρόγραμμα που πρέπει να μεταγλωττιστεί για την εγκατάστασή του (απόπειρες να μετατραπεί σε Linux package έχουν προβλήματα). Επιτρέπεται φυσικά η ανάπτυξη περαιτέρω κώδικα, π.χ. για την ενσωμάτωση δυνατοτήτων απεικόνισης δεδομένων πραγματικού χρόνου, ωστόσο η αρχιτεκτονική του απαιτεί μεγάλους σχετικά χρόνους ανάπτυξης του σχετικού λογισμικού. Συμπερασματικά, το MetView χωρίς να είναι εμπορικό, έχει ένα ανθρώπινο δυναμικό για την ανάπτυξή του ανάλογο με τα προαναφερθέντα εμπορικά προγράμματα του είδους, ωστόσο έχει ένα γενικό προσανατολισμό και πρέπει να συμπληρωθούν από το χρήστη στοιχεία προκειμένου να χαρακτηριστεί ολοκληρωμένο.

Το MetShell είναι κατά πολύ φτωχότερο σε δυνατότητες, καθώς δεν υποστηρίζει διανυσματικά γραφικά, ενώ δεν έχει καμιά σχέση με διαδικτυακές τεχνολογίες. Ουσιαστικά βρίσκεται εξαρτημένο από τις βιβλιοθήκες και τις τεχνολογίες της Microsoft (IS, Office, VB). Το πλεονέκτημά του είναι η άμεση διάθεση των μετεωρολογικών δεδομένων, καθιστώντας το μια εφαρμογή σχεδόν πραγματικού χρόνου.

Το κίνητρο πίσω από ανάπτυξη του συστήματος της παρούσας εργασίας καθώς και η ουσιαστική του πρωτοτυπία σε σχέση με τις παραπάνω λύσεις, είναι η δυνατότητα αξιοποίησης απλών σχετικά διαδικτυακών τεχνολογιών, οι οποίες στηρίζονται σε ανοιχτό λογισμικό, προκειμένου να επιτευχθεί ποιοτική και άμεση (σχεδόν real-time)

ενημέρωση σε επίπεδο ενός εξειδικευμένου χρήστη, με μειωμένο κόστος σε πολλαπλά επίπεδα.

Πιο συγκεκριμένα, σε αντίθεση με τις παραπάνω υπάρχουσες πλατφόρμες, η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στο να χρησιμοποιήσει ανοιχτές τεχνολογίες διαδικτύου για να παρουσιάσει πάνω σε ένα αλληλεπιδραστικό χάρτη τις τρέχουσες καιρικές πληροφορίες μιας περιοχής, σε γραφική ή συμβολική μορφή και να μπορεί ο χρήστης να λάβει την εικόνα του καιρού σε συγκεκριμένες θέσεις του.

Η χρήση των διαδικτυακών τεχνολογιών αποσκοπεί σε μια άμεση παρουσίαση των δεδομένων σε χαρτογραφική απεικόνιση, από οποιοδήποτε συνδεδεμένο υπολογιστή μέσω του προγράμματος περιήγησης (browser).

Η διαφορά από άλλα λογισμικά δηλαδή βρίσκεται στην άμεση και ενημερωμένη παροχή της απεικόνισης μέσω ενός σχετικά απλού σταθμού εργασίας και ενός απλού περιηγητή διαδικτύου (browser). Η επεξεργασία και η ενημέρωση των προς απεικόνιση δεδομένων γίνεται σε καταναμημένους εξυπηρετητές μέσα στο δίκτυο, και η τελική παρουσίαση πάνω στον browser. Αυτό προσφέρει μια σειρά δυνατοτήτων στο χρήστη, όπως π.χ. το να παρακολουθεί πολλές περιοχές, απλώς ανοίγοντας μια σειρά χαρτών στις περιοχές που επιθυμεί, ενώ μέσω της εκτεταμένης χρήσης JavaScript αξιοποιούνται και οι υπολογιστικές ικανότητες του ίδιου του τοπικού υπολογιστή.

3 Αντικείμενο εργασίας

Προτού γίνει προχωρήσουμε στην ανάλυση απαιτήσεων της εφαρμογής που αναπτύχθηκε, θα πρέπει να κάνουμε μια αναφορά στις υφιστάμενες υποδομές του μετεωρολογικού δικτύου πάνω στις οποίες θα αναπτυχθεί και το είδος των δεδομένων που η εφαρμογή θα διαχειρίζεται. Κάτι τέτοιο είναι απαραίτητο λόγω της εξειδικευμένης φύσης των δεδομένων ούτως ώστε αφενός να γίνουν αντιληπτές οι ανάγκες των χρηστών του συστήματος, αλλά και οι δυνατότητες για επέκταση της εφαρμογής.

3.1 Μετεωρολογικό δίκτυο: Κόμβοι

Η αποστολή μιας μετεωρολογικής υπηρεσίας εθνικού επιπέδου περιλαμβάνει την συντήρηση ενός εξαπλωμένου γεωγραφικά δικτύου που αποτελείται από μία σειρά κόμβων συλλογής πρωτογενούς πληροφορίας και κόμβων επεξεργασίας στοιχείων.

Αυτή η εξάπλωση οφείλεται, από την μια πλευρά, στις ανάγκες των γεωγραφικών επιστημών (και βέβαια της φυσικής της ατμόσφαιρας) να συλλέξουν δεδομένα από το περιβάλλον καλύπτοντας όσο το δυνατόν πυκνότερα μια μεγάλη έκταση της Γης, τα οποία ωστόσο δεν μπορούν να αξιοποιηθούν τοπικά και πρέπει να συγκεντρωθούν σε μεγάλους φορείς. Από την άλλη πλευρά, οι ανθρώπινες δραστηριότητες που επωφελούνται από τις μετεωρολογικές υπηρεσίες βρίσκονται διάσπαρτες ανά την επικράτεια: εκ των πραγμάτων, για παράδειγμα, οι γεωργικές εκτάσεις και οι υποδομές του οικονομικού τομέα των μεταφορών, δηλαδή οι δρόμοι, τα αεροδρόμια και τα λιμάνια και οι αντίστοιχες ιδιωτικές εταιρείες που στηρίζονται πάνω σε αυτές. Επίσης υπηρεσίες δημόσιου χαρακτήρα όπως η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας και οι Υπηρεσίες Ασφάλειας (Πυροσβεστική, Ένοπλες Δυνάμεις, Λιμενικό Σώμα, Αστυνομία) έχουν απαιτήσεις σε μετεωρολογική ενημέρωση — που ικανοποιούνται πλημμελώς από τις σελίδες του διαδικτύου, όπως ήδη αναφέρθηκε — εντοπισμένες τόσο στο διοικητικό τους κέντρο, όσο και σε περιφερειακές μονάδες της υπαγωγής τους.

Όπως αναφέρθηκε, οι κόμβοι του δικτύου της μετεωρολογικής υπηρεσίας μπορούν να διαχωριστούν, από λειτουργική άποψη, στις ακόλουθες κατηγορίες:

(α) Δημιουργούς πρωτογενούς πληροφορίας: Αντιστοιχούν δηλαδή “σταθμοί” που, από την άποψη της λειτουργίας τους, εξειδικεύονται σε μετρήσεις από το φυσικό περιβάλλον και τη διαβίβασή τους.

Η μορφή των “σταθμών” μπορεί να ποικίλλει, π.χ. να είναι ένα ραντάρ καιρού, δέκτες δεδομένων από μετεωρολογικούς δορυφόρους, ανιχνευτές ηλεκτρικών εκκενώσεων, μετρητές ανώτερης ατμόσφαιρας (“μετεωρολογικά μπαλόνια”), αεροσκάφη εν πτήση ή πλοία εν πλω, αυτόματοι ή επανδρωμένοι μετεωρολογικοί σταθμοί με διάφορα όργανα ανάλογα με το είδος τους, αν βρίσκονται σε αεροδρόμιο ή σε υπαίθριες αγροτικές περιοχές, ή ποντισμένοι στην θάλασσα.

Σε αυτή την κατηγορία των κόμβων του δικτύου θα πρέπει επίσης να θεωρήσουμε δημιουργούς πληροφορίας τις κεντρικές υπηρεσίες που κάνουν επεξεργασία με

αριθμητική ανάλυση των πληροφοριών “φυσικής” προέλευσης και παραγάγουν πρωτότυπα προγνωστικά προϊόντα, τα οποία προορίζονται σε φορείς που συνεργάζονται και που έχουν τις σχετικές άδειες.

(β) Κόμβοι που δέχονται, τυποποιούν και επεξεργάζονται τις πρωτογενείς πληροφορίες, καθώς και αναλαμβάνουν τον ποιοτικό τους έλεγχο. Σε ένα πρώτο στάδιο επιβάλλεται η τυποποίηση από τον ίδιο τον δημιουργό της πρωτογενούς πληροφορίας, η οποία δεν αποκλείεται να γίνεται ακόμη και χειρόγραφα.

Υπάρχει μια πληθώρα προτύπων και οδηγιών για την τυποποίηση των πληροφοριών, την επεξεργασία τους σε διάφορα στάδια και για τον ποιοτικό τους έλεγχο, και αρμόδιος για την καθιέρωσή τους είναι τελικά ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός. Η ύπαρξη του πλήθους των προτύπων έχει να κάνει με τις δυνατότητες των χωρών που συντονίζει, στις οποίες οι υπολογιστικοί πόροι για την επεξεργασία των μηνυμάτων ποικίλλουν. Κατά συνέπεια, η ίδια πληροφορία μπορεί να διακινηθεί είτε σε δυαδική μορφή, είτε μορφή κειμένου ASCII, να περιέχει μεταδεδομένα ή να έχουν αφαιρεθεί κλπ.

3.2 Μετεωρολογική πληροφορία

Οι λεπτομέρειες της επεξεργασίας που συμβαίνει στην μετεωρολογική πληροφορία εντός του δικτύου της υπηρεσίας δεν είναι απαραίτητο να είναι γνωστές στην παρούσα εργασία, ωστόσο για την πληρότητα της συνολικής εικόνας της ροής των δεδομένων μπορούν να σκιαγραφηθούν κάποια βασικά χαρακτηριστικά.

Η μετεωρολογική πληροφορία διακινείται υπό μορφή αρχείων στο δίκτυο και για την περιγραφή της υπάρχουν οι εξής βασικοί “άξονες”:

(α) Αν το αρχείο είναι κείμενο ASCII ή δυαδικό.

(β) Αν η πληροφορία είναι σημειακή (αφορά ένα σημείο στη Γη) ή περιοχική (σε 2 ή και 3 διαστάσεις).

(γ) Αν η πληροφορία είναι στιγμιαία, αν περιλαμβάνει πολλαπλές χρονικές στιγμές ή συνοψίζει με κάποιον τρόπο ένα χρονικό διάστημα.

(δ) Αν η πληροφορία είναι πραγματική ή προγνωστική.

(ε) Το πλήθος και το είδος των λεγόμενων “μετεωρολογικών παραμέτρων”, δηλαδή των φυσικών μεγεθών που ενδιαφέρουν και μετρώνται στο περιβάλλον ή υπολογίζονται.

Πολύ συχνά αντί για αρχεία με μεμονωμένες πληροφορίες γίνεται μια ομαδοποίηση ομοειδών αρχείων σε ένα καινούργιο αρχείο (π.χ. το λεγόμενο bulletin). Επίσης, σε δυαδικές κυρίως μορφές, υπάρχουν κωδικοποιήσεις για το είδος της ψηφιακής επεξεργασίας που έχει υποστεί το αρχείο (π.χ. συμπίεση).

Για την εξαγωγή των πληροφοριών αυτών σε μορφή ευανάγνωστη ή αξιοποιήσιμη, χρειάζεται να είναι γνωστή η τυποποίησή τους και να είναι διαθέσιμος ο αντίστοιχος εκτελέσιμος κώδικας για την εφαρμογή του. Το λογισμικό αυτό δεν διατίθεται ωστόσο σε κάθε περίπτωση σε μορφή ανοιχτού κώδικα, αλλά απλώς παραχωρείται σαν εργαλείο μετατροπής των αρχείων.

Στην περίπτωση της εργασίας αυτής, όπου έχουμε διαθέσιμη την αποκωδικοποίηση, η πληροφορία που θα αξιοποιηθεί επικεντρώνεται στην τυποποιημένη μορφή που είναι γνωστή ως μήνυμα METAR/SPECI. Σε αυτή τη

μορφή τυποποιείται ακριβώς η επιθυμητή πληροφορία άμεσης καιρικής ενημέρωσης ενός σημείου. Ένα παράδειγμα τυποποίησης και αποδελτίωσης της μετεωρολογικής πληροφορίας με τέτοια μηνύματα βρίσκεται στο 5.2. και στο 5.6.

Αρχικά η τυποποίηση αυτή χρησιμοποιήθηκε σε αεροδρόμια, αλλά λόγω της ευκολίας του το μήνυμα αυτό εκπέμπεται από πολλών ειδών μετεωρολογικούς σταθμούς.

Συμπερασματικά, εάν κάποιος αποδέκτης (κόμβος) του μετεωρολογικού δικτύου επιθυμεί να λάβει πρωτογενή μετεωρολογική πληροφορία, πραγματοποιείται μια σύνδεση δικτύου με γνωστά πρωτόκολλα μεταφοράς αρχείων (ftp, sftp, ssh, rsync κλπ.) και παραλαμβάνει μια μεγάλη σειρά αρχείων τα οποία πρέπει να έχει τα κατάλληλα εργαλεία λογισμικού για να επεξεργαστεί και να αξιολογήσει στην συνέχεια.

3.3 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι εφαρμογές που διαχειρίζονται και παρουσιάζουν γεωγραφική πληροφορία. Βασική έννοια στα συστήματα αυτά είναι η περιγραφή της πραγματικότητας με σύνθεση διάφορων μονάδων, με εννοιολογική ή φυσική υπόσταση, που αποκαλούνται συνήθως ως οντότητες. Σε κάθε οντότητα αντιστοιχούν τρεις κατηγορίες πληροφορίας: (1) Η χωρική - χρονική πληροφορία, (2) η θεματική πληροφορία, (3) η ταυτότητα οντότητας.

Για την χωρική και χρονική πληροφορία χρησιμοποιούνται συνήθως άμεσοι προσδιορισμοί θέσεως και χρόνου για αναφορά στις οντότητες. Συγκεκριμένα υπάρχουν οι χωρικές συντεταγμένες που καθορίζουν τη θέση – σχήμα του αντικειμένου (γεωγραφικό μήκος, πλάτος, ύψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας), ενώ οι χρονικές αποτελούνται από την ακριβή ημερομηνία και ώρα έναρξης και λήξης ενός συμβάντος. Η ύπαρξη χρονικών συντεταγμένων στις οντότητες δεν είναι απαραίτητη, αλλά προσδιορίζεται από τη φύση της κάθε οντότητας και τις ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής για την οποία γίνεται η μοντελοποίηση. Επίσης, για τον καθορισμό χωρικής διάστασης μίας οντότητας είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν έμμεσοι προσδιορισμοί ή και σχετικές συντεταγμένες ως προς μια άλλη οντότητα.

Η θεματική πληροφορία αποτελεί οτιδήποτε μη-γεωγραφικό χαρακτηριστικό της οντότητας, ωστόσο μπορεί να καλύψει και γεωμετρικά χαρακτηριστικά της, όπως το σχήμα, το εμβαδόν ή η περίμετρος, εφόσον η χωρική μοντελοποίηση του αντικειμένου δεν επαρκεί για τον πλήρη προσδιορισμό της χωρικής πληροφορίας. Αν και δεν αποτελεί καλή πρακτική, συχνά ανάλογα και με τη σκοπιμότητα στην οργάνωση των πληροφοριών του GIS, στοιχεία που μπορούν να χαρακτηριστούν αμιγώς γεωγραφικά ενσωματώνονται μέσα στην θεματική πληροφορία.

Στην παρούσα ανάπτυξη της εφαρμογής θα επικεντρωθούμε κυρίως σε οντότητες που αντιστοιχούν στους μετεωρολογικούς σταθμούς. Η θεματική πληροφορία που παρέχουν είναι σημειακή και παρουσιάζει τακτική μεταβολή στο χρόνο. Αποτελείται από ένα διάνυσμα στοιχείων καιρού που προκύπτει από την κατάλληλη αποδελτίωση των μηνυμάτων του μετεωρολογικού δικτύου.

3.4 Υπηρεσίες παροχής τμηματικών εικόνων χάρτη από τον Ιστό (WTMS – Web Tile Map Service)

Οι υπηρεσίες παροχής χαρτογραφικών δεδομένων από το διαδίκτυο σε μορφή τμηματικών εικόνων (tiles) έχουν προδιαγραφεί από το Open Geospatial Consortium [5]. Μέσω της αντίστοιχης υπηρεσίας, παρέχονται με την κλήση σε ένα URI τμηματικές εικόνες που συνθέτουν ένα συνολικό χάρτη. Ο εξυπηρετητής που αποκρίνεται στο URI πρέπει να στηρίζεται σε αρχές REST, οι οποίες σημαίνουν ότι το URI είναι η επαρκής πληροφορία για την παροχή των εικόνων, χωρίς ο εξυπηρετητής να δεσμεύεται με συνόδους συνδέσεων και να διατηρεί εσωτερικές καταστάσεις για οποιοδήποτε λόγο.

3.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά Μετεωρολογικού Δικτύου

Το μετεωρολογικό δίκτυο μπορεί να περιγραφεί, όπως και κάθε ανάλογο δίκτυο, με το πρότυπο OSI [6]. Για τα επίπεδα κατά OSI μεταφοράς και δικτύου χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο TCP/IP, γνωστό και ως «πρωτόκολλο του Διαδικτύου» καθώς είναι η υποδομή πάνω στην οποία στηρίζεται ο Παγκόσμιος Ιστός.

Έτσι το μετεωρολογικό δίκτυο δεν παρουσιάζει διαφορές από τις δυνατότητες του Παγκόσμιου Ιστού και του ευρύτερου Διαδικτύου, οπότε μπορεί να υποστηρίξει όλες τις καθιερωμένες τεχνολογίες του. Με δεδομένο ότι συνδέει μετεωρολογικές υπηρεσίες παγκοσμίως, μπορεί να θεωρηθεί ένα παγκόσμιο δίκτυο παράλληλο με το δημόσιο Διαδίκτυο. Το τμήμα αυτού του δικτύου που καλύπτει τις ανάγκες διασύνδεσης της επικράτειας — και για το οποίο η Ε.Μ.Υ. είναι υπεύθυνη, μπορεί να θεωρηθεί αντίστοιχα σαν ένα Δίκτυο Ευρείας Περιοχής (WAN).

Πρέπει ωστόσο να επισημανθεί ότι αυτό το WAN είναι ένα εσωτερικό αυτοτελές δίκτυο (intranet), με αναλογικά ελάχιστες πύλες εξόδου (gateways) προς τους πόρους του υπόλοιπου Διαδικτύου, η παροχή του οποίου έχει φραγμούς (firewalls) για λόγους ασφαλείας, ενώ υφίστανται και αυστηροί περιοριστικοί κανόνες για την σύνδεση των κόμβων με ανεξάρτητους παροχείς διαδικτύου. Όμοια, η διασύνδεση προς τους κόμβους του εξωτερικού στο παγκόσμιο μετεωρολογικό δίκτυο είναι περιορισμένη σε ορισμένες πύλες εξόδου, από τις οποίες γίνεται η διακίνηση των μετεωρολογικών πληροφοριών από όλο τον κόσμο.

Το μετεωρολογικό δίκτυο μπορεί να υποδιαιρεθεί ανάλογα με τις ανάγκες της υπηρεσίας σε υποδίκτυα, που αποτελούν αυτοτελή τοπικά δίκτυα (LAN) και στα οποία οι κόμβοι είναι ένα μικρό πλήθος υπολογιστών και γενικότερα συσκευών με δυνατότητες δικτύωσης π.χ. ένας αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός. Έχοντας μια πύλη εξόδου (gateway) μόνο, μπορούν να θεωρηθούν αυτόνομες οντότητες.

Η εφαρμογή για τη λειτουργία της προϋποθέτει αυτή την οντότητα του τοπικού δικτύου, μέσα στην οποία πρέπει να είναι αυτόνομη. Δεν αποκλείεται η πρόσβαση στο υπόλοιπο μετεωρολογικό δίκτυο και στο δημόσιο Διαδίκτυο και στον Παγκόσμιο Ιστό, μέσω της πύλης εξόδου. Στην πραγματικότητα, τα μετεωρολογικά δεδομένα που θα δεχθεί έχουν προέλευση ακριβώς από διαφορετικές οντότητες (διαφορετικά LAN) μέσα στο μεγαλύτερο μετεωρολογικό δίκτυο. Ωστόσο η κανονική λειτουργία

της εφαρμογής νοείται εντός του τοπικού δικτύου που εξυπηρετεί και είναι ανεξάρτητη από τους πόρους του Παγκόσμιου Ιστού. Σε περίπτωση που δεν παραλαμβάνει πρωτογενή δεδομένα μέσα από το WAN, απλώς αναφέρει την αδυναμία πρόσβασης που έχει στις πηγές δεδομένων, περιμένοντας την αποκατάσταση της επικοινωνίας.

Μέσα σε αυτό το τοπικό δίκτυο επιλέγονται οι κόμβοι (ένας ή περισσότεροι) στους οποίους θα εγκατασταθούν τα συστατικά στοιχεία της εφαρμογής, δηλαδή ανοιχτό λογισμικό για έναν εξυπηρετητή ιστού (web server) και μια βάση δεδομένων. Έχει γίνει αντίστοιχα η επιλογή των Apache και MySQL, λόγω της μεγάλης διάδοσής τους, χωρίς να είναι απόλυτα δεσμευτικό για τη λειτουργία της εφαρμογής. Οι λεπτομέρειες της υλοποίησης αναλύονται στα 5.7, 5.2.

4 Ανάλυση απαιτήσεων

Οι βασικές απαιτήσεις του χρήστη έχουν να κάνουν με την εύληπτη και έγκαιρη γραφική παρουσίαση της πληροφορίας του τρέχοντος καιρού, από την μορφή ενός μηνύματος κειμένου μέχρι την παρουσίαση πάνω σε χάρτη. Αυτή η τελευταία απαίτηση θα οδηγήσει το σχεδιασμό της εφαρμογής σε πλατφόρμα γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (GIS). Η δικτυακή υποδομή θεωρείται δεδομένη, ωστόσο η πρόσβαση σε εξωτερικά διαδικτυακά προϊόντα και πόρους πρέπει να θεωρηθεί περιορισμένη.

Παρουσίαση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, υψηλή διαθεσιμότητα: Η απαίτηση της παρουσίασης σε πραγματικό χρόνο σημαίνει ότι ο χρόνος που απαιτείται για την απεικόνιση της πληροφορίας καιρού στην εφαρμογή που έχει ανοιχτή ο χρήστης, θα πρέπει να είναι ελάχιστος από την στιγμή που η πρωτογενής πληροφορία διακινείται στο μετεωρολογικό δίκτυο.

Απαιτείται λοιπόν και στα πλαίσια της υψηλής διαθεσιμότητας, να τηρείται συνεχής σύνδεση με το μετεωρολογικό δίκτυο, ή όταν αυτή χαθεί, να μπορεί να αποκατασταθεί άμεσα η ενημερωμένη πληροφορία. Σε αυτό πρέπει να σημειώσουμε πως η εφαρμογή χρειάζεται να ενημερώνει το χρήστη για την επικαιρότητα της πληροφορίας, πόσος χρόνος δηλαδή μεσολάβησε από την εκπομπή της μέχρι την παρουσίασή της.

Κάτω από αυτή την απαίτηση επίσης βρίσκεται η άμεση αποκωδικοποίηση των πρωτογενών δεδομένων. Η αποκωδικοποίηση σημαίνει ότι πρέπει να μετατρέψουμε τα πρωτογενή δεδομένα σε μια αξιοποιήσιμη μορφή για την παρουσίαση και για περαιτέρω επεξεργασία της πληροφορίας. Επιπλέον, εμφανίζεται η ανάγκη για την αποθήκευση της πληροφορίας σε βάση δεδομένων σε αυτή την μορφή.

Διαδραστικότητα: Με την έννοια διαδραστικότητας νοείται η δημιουργία ενός συστήματος διεπαφής (user interface - UI) που να παρουσιάζει την πληροφορία καιρού της εφαρμογής με τρόπο εύχρηστο και ακριβή.

Το περιβάλλον ενός γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (GIS) μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις διαδραστικότητας του χρήστη, καθώς έχουν να κάνουν με την γεωγραφική και θεματική παρουσίαση της πληροφορίας επάνω σε ένα χάρτη. Ένα GIS το οποίο στηρίζεται πάνω σε μια διαδικτυακή υπηρεσία TMS μπορεί να ενσωματώσει επιπλέον γεωγραφικά στοιχεία, όπως ανάγλυφο, αστικές περιοχές, οδικό δίκτυο, πολιτικά σύνορα, διοικητικές υποδιαιρέσεις κλπ. χωρίς να υπάρχει η απαίτηση να μπορεί να παρουσιαστεί η καθεαυτό θεματική – πινακοποιημένη πληροφορία.

Πάνω στο χάρτη μπορούν να εκτελεστούν βασικές λειτουργίες για τον εντοπισμό μιας γεωγραφικής περιοχής ενδιαφέροντος, όπως εστίαση/απομάκρυνση (zoom in/out), κεντράρισμα του χάρτη, μετατροπές συντεταγμένων, μετατόπιση σε γειτονικές περιοχές του χάρτη (panning) κλπ.

Η θεματική πληροφορία είναι οργανωμένη σε θεματικά επίπεδα (layers) και αφορά τα διάφορα καιρικά στοιχεία, ή άλλα φυσικά μεγέθη που μετρώνται, τα οποία συγκεντρώνονται από τους σημειακούς μετεωρολογικούς σταθμούς. Υπάρχει μια

μεγάλη ποικιλία από τέτοια φυσικά μεγέθη που αξιοποιούνται στην μετεωρολογία και μπορούν είτε να διακινήθουν καταγεγραμμένα στα πρωτογενή δεδομένα, είτε να προκύψουν μετά από επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων.

Μεταφερσιμότητα – Αρθρωτή δομή: Οι απαιτήσεις μεταφοράς έχουν να κάνουν με την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ανεξαρτησία της εφαρμογής από συγκεκριμένες πλατφόρμες υλικού ή λογισμικού – λειτουργικών συστημάτων, ώστε να μπορεί να γίνει η εγκατάσταση και η εκτέλεσή της χωρίς δεσμεύσεις σε συγκεκριμένες απαιτήσεις.

Στα στοιχεία της αρθρωτής δομής ανήκει η δυνατότητα να εγκατασταθεί η εφαρμογή σε ένα ή περισσότερα φυσικά μηχανήματα, όπου ειδικότερα στην τελευταία περίπτωση έχουμε την εφαρμογή να λειτουργεί σαν διαδικτυακός πόρος, με τους χρήστες να συνδέονται στον web server που υποστηρίζει την εφαρμογή για να παραλάβουν τα δεδομένα που επιθυμούν. Εφόσον οι χρήστες διαθέτουν έναν διαδικτυακό περιηγητή (browser) με ενσωματωμένες τις βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο σύγχρονο διαδίκτυο, μπορούν ανεξάρτητα από την ιδιαίτερη πλατφόρμα ή λειτουργικό σύστημα που διαθέτουν, να αποκτήσουν μια ενιαία εικόνα της μετεωρολογικής πληροφορίας που επιθυμούν.

Η αρθρωτή δομή αφορά και την δομή του κώδικα στον οποίο θα γραφτεί η εφαρμογή και την διαλειτουργική σχέση μεταξύ τμημάτων του κώδικα ή τμημάτων γραμμένων σε διαφορετικό κώδικα. Από την άποψη αυτή οι γνωστές αρχές προγραμματισμού όπως το modular programming και ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός είναι υποχρεωτικές στην ανάπτυξη της εφαρμογής, καθώς δίνεται και η δυνατότητα για επέκταση των δυνατοτήτων που παρέχει.

Πέραν αυτών η μεταφερσιμότητα και η αρθρωτή δόμηση της εφαρμογής συμβάλλει στην υψηλή της διαθεσιμότητα σε συνθήκες όπου η εφαρμογή πρέπει να μεταφερθεί ή να της γίνει συντήρηση.

Παραμετροποίηση και Επεκτασιμότητα: Η απαίτηση της παραμετροποίησης συνδέεται με την απαίτηση της μεταφερσιμότητας. Επίσης χρειάζεται για την προσαρμογή του UI της εφαρμογής σε ιδιαιτερότητες του χρήστη.

Η επεκτασιμότητα αφορά την δυνατότητα για προσθήκη νέων λειτουργιών μέσα στην εφαρμογή, ενσωμάτωση περισσότερων διαθέσιμων δεδομένων και βελτίωση του UI.

Χρήση ανοικτού λογισμικού: Η απαίτηση αυτή γίνεται για τη μεγιστοποίηση των πλεονεκτημάτων της χρήσης του ανοικτού λογισμικού:

(α) Τη δυνατότητα απευθείας παρέμβασης στον πηγαίο κώδικα ενός ανοικτού λογισμικού, προκειμένου να προσαρμοστεί η λειτουργία του.

(β) Την γρήγορη εξέλιξη του, με αναβαθμίσεις και προσθήκη νέων δυνατοτήτων, που προκύπτουν από τους σύντομους κύκλους ανάπτυξης. Οι τελευταίοι οφείλονται στη μεγάλη συμμετοχή της κοινότητας ανοικτού λογισμικού στην ανάπτυξή του. Είδη λογισμικού με ευρύτατη χρήση (π.χ. βάσεις δεδομένων) χαρακτηρίζονται από μεγάλη ωριμότητα και αξιοπιστία, με την έννοια ότι ικανοποιούν υψηλού επιπέδου απαιτήσεις και ότι τα σφάλματα διορθώνονται πολύ γρήγορα.

(γ) Το ελάχιστο ως μηδαμινό κόστος για την απόκτηση της άδειας, για υποστήριξη, ακόμη και των δικαιωμάτων εκμετάλλευσης. Αν και οι άδειες του ανοικτού λογισμικού ποικίλλουν ως προς τις εκχωρήσεις και απαγορεύσεις

πνευματικών δικαιωμάτων, σε γενικές γραμμές επιτρέπουν την χρήση τους σε επιχειρησιακές εφαρμογές του. Η υποστήριξη συνήθως βρίσκεται στην ευχέρεια της κοινότητας που το ανέπτυξε, αν και δεν αποκλείεται να είναι το μόνο κόστος του.

(δ) Τη χρήση ανοιχτών προτύπων που εξασφαλίζουν πολλά στοιχεία διαλειτουργικότητας του λογισμικού. Ειδικά σε ένα χώρο όπου τα πληροφοριακά συστήματα υποστηρίζουν την δραστηριότητα των μετεωρολογικών υπηρεσιών και τη διεθνή συνεργασία μεταξύ τους, η καθιέρωση και η προσήλωση σε ορισμένα στάνταρ είναι μονόδρομος για την ομαλή λειτουργία τους.

Επάρκεια σε διαδικτυακούς πόρους: Η απαίτηση αυτή σημαίνει να υπάρχει μικρή εξάρτηση από τον Παγκόσμιο Ιστό. Είναι μια ιδιαιτερότητα στα πλαίσια της ανάπτυξης της εφαρμογής και έχει να κάνει με το γεγονός ότι για λόγους ασφάλειας των δεδομένων και των πληροφοριακών συστημάτων, το μετεωρολογικό δίκτυο αποφεύγει να έρχεται σε άμεση επαφή με το υπόλοιπο Διαδίκτυο.

Εφαρμόζονται αυστηροί όροι για την ροή των δεδομένων και με κάθε υποψία διαρροής κρίσιμων στοιχείων, οι ύποπτες περιοχές του WAN απομονώνονται. Η εφαρμογή αυτής της εργασίας προσλαμβάνει τέτοια στοιχεία από το μετεωρολογικό δίκτυο και ως εκ τούτου θα υπόκειται σε έλεγχο.

Αυτή η απαίτηση ωστόσο δεν αποκλείει την χρήση του τοπικού δικτύου για την εύρεση των ίδιων πόρων. Πολλά δεδομένα, όπως οι χάρτες του βασικού επιπέδου, τα οποία δεν θεωρούνται κρίσιμα αλλά παρέχονται μόνο μέσω διαδικτύου, μπορούν να υποκατασταθούν πρόσκαιρα από αποθηκευμένα σε τοπικούς πόρους.

Επομένως σε περίπτωση που δεν μπορεί να υπάρχει πρόσβαση σε πόρους του παγκόσμιου ιστού, η εφαρμογή δεν πρέπει να διακόπτει την λειτουργία της, αλλά να προσαρμόζεται όσο το δυνατόν στα διαθέσιμα μέσα, μέχρι την αποκατάσταση της πρόσβασης.

5 Σχεδιασμός

Για την περιγραφή του σχεδιασμού και του τρόπου υλοποίησης της εφαρμογής παρουσίασης καιρικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο, προηγείται η αναφορά στις λύσεις ανοιχτού λογισμικού οι οποίες διατίθενται για την ανάπτυξή του. Η εφαρμογή θα στηριχθεί σε συγκεκριμένη υλοποίηση που δοκιμάστηκε μέσα σε υπολογιστικά συστήματα της Ε.Μ.Υ.

5.1 Γενικά

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η διαφορά του συστήματος που αναπτύσσεται στην εργασία από άλλα υπάρχοντα λογισμικά βρίσκεται στην απλότητα να παραχθεί η απαιτούμενη επιχειρησιακά άμεση και ενημερωμένη απεικόνιση της καιρικότητας πάνω στο γεωγραφικό χάρτη, μέσω ενός περιηγητή ιστού από την πλευρά του χρήστη, συνδεδεμένου στο μετεωρολογικό δίκτυο. Πίσω από τον σχετικά απλό σταθμό εργασίας ή PC του χρήστη, η απεικόνιση προετοιμάζεται από εξυπηρετητές (servers) καταναμημένους μέσα στο δίκτυο, οι οποίοι αναλαμβάνουν την ενημέρωση των στοιχείων και την επεξεργασία των δεδομένων που παραλαμβάνουν.

Η αρχιτεκτονική επομένως του συστήματος στηρίζεται στο μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή, μόνο που εδώ συνδυάζεται η έξοδος από πολλούς εξυπηρετητές για να διαμορφωθεί ένα ενιαίο αποτέλεσμα στον τελικό χρήστη. Η φυσική κατανομή των εξυπηρετητών μπορεί να ποικίλλει: είναι ενδεχόμενο μια υπολογιστική μονάδα να ενσωματώνει τις λειτουργίες όλων των εξυπηρετητών, ή να υπάρχουν πολλές μονάδες που να φιλοξενούν τον κάθε εξυπηρετητή. Η κατανομή αποφασίζεται κυρίως από την υπολογιστική ισχύ κάθε μονάδας, αλλά επίσης βρίσκεται στη διάθεση των χρηστών της.

5.2 Μετεωρολογικά αλφαριθμητικά μηνύματα

Εστιάζουμε στις μετεωρολογικές πληροφορίες που κυκλοφορούν μέσα στο μετεωρολογικό δίκτυο υπό μορφή αλφαριθμητικού κειμένου. Σε αυτές θα αναφερόμαστε με τον όρο *μηνύματα*. Το κείμενο είναι τυποποιημένο με συγκεκριμένο τρόπο για το πώς θα περιγράφεται η προέλευση, η ώρα αποστολής ή η ώρα ισχύος και φυσικά τα αριθμητικά αποτελέσματα των καιρικών μετρήσεων.

Οι κατηγορίες των μηνυμάτων τυποποιημένου κειμένου είναι μερικές δεκάδες και ξεφεύγει από τους σκοπούς της εργασίας η αποδελτίωση του συνόλου τους. Η αποδελτίωση επί του παρόντος περιορίζεται στις κατηγορίες μηνυμάτων που αποκαλούνται METAR (τακτικό μήνυμα τρέχοντος καιρού), SPECI (έκτακτο μήνυμα τρέχοντος καιρού) και SFERICS (ηλεκτρική δραστηριότητα στην ατμόσφαιρα).

Έτσι για παράδειγμα, ένα μήνυμα τρέχοντος καιρού για το αεροδρόμιο “Ελευθέριος Βενιζέλος” της Αθήνας τυποποιείται ως

LGAV 050020Z 04014KT CAVOK 27/12 Q1014 NOSIG

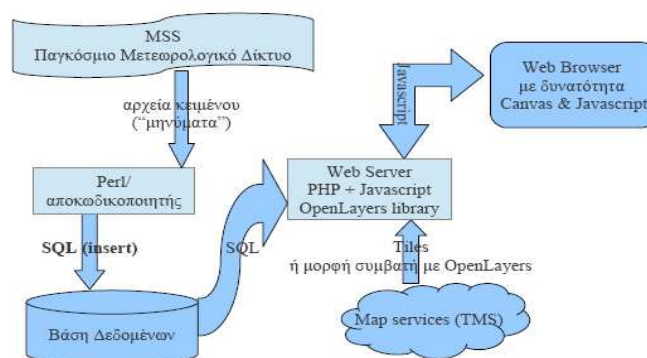
και αποτελεί, από την οπτική γωνία του δικτύου, την πρωτογενή πληροφορία, όπως έρχεται από τον μετεωρολογικό σταθμό που βρίσκεται στο αεροδρόμιο. Συχνά πολλά μαζί από αυτά τα μηνύματα συγκεντρώνονται σε ομάδες που αποκαλούνται “bulletins”, λαμβάνουν μια επικεφαλίδα και διακινούνται παγκοσμίως. Το παγκόσμιο μετεωρολογικό δίκτυο διακινεί έτσι πολλαπλές φορές την ίδια πληροφορία και το ίδιο μήνυμα, αλλά κάθε φορά διαφέρει η επικεφαλίδα, η οποία είναι και το κριτήριο για την πρόσληψη ή απόρριψη του μηνύματος ανά τους ενδιαφερόμενους αποδέκτες. Παράδειγμα ενός bulletin υπάρχει στο 5.6. Ενδεικτικός κατάλογος των επικεφαλίδων των bulletins που διακινούνται καθημερινά βρίσκεται στο [7].

5.3 Βασική δομή

Τα μηνύματα που έρχονται από το δίκτυο διοχετεύονται προς έναν υπολογιστή ο οποίος αναλαμβάνει την αποκωδικοποίηση και την αποθήκευσή τους σε μια βάση δεδομένων. Η βάση δεδομένων αποθηκεύει τόσο την πρωτογενή μορφή τους μαζί με μια σειρά μεταδεδομένων, καθώς και την αποδελτιωμένη μορφή.

Ένας εξυπηρετητής χαρτών (map server), ο οποίος μπορεί να είναι είτε ένας διαδικτυακός πόρος (WMS) στον Παγκόσμιο Ιστό, είτε ένας εξυπηρετητής εγκατεστημένος σε κόμβο στο τοπικό δίκτυο και συνδεδεμένος με ξεχωριστή γεωγραφική βάση δεδομένων, είτε τελικά απλά αρχεία τεμαχισμένων χαρτών (tiles), παρέχει τους χάρτες πάνω στους οποίους πρόκειται να γίνει η γραφική απεικόνιση της πληροφορίας.

Ένας εξυπηρετητής ιστού (web server) όπως ο apache ή ο IIS, αναλαμβάνει την τελική αποστολή δεδομένων και κώδικα προς τον πελάτη-τοπικό υπολογιστή. Ο κώδικας αφορά οδηγίες προς τον browser για την παρουσίαση των δεδομένων και μπορεί να προσαρμοστεί στο εκάστοτε αίτημα του πελάτη. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένα mash-up από τον χάρτη και τα επίπεδα πληροφοριών στα οποία αναλύεται ένα μήνυμα.



Εικ. 5. Βασική δομή της εφαρμογής.

Συγκεκριμένα οι τεχνολογίες ανοιχτού λογισμικού που θα χρησιμοποιηθούν είναι οι ακόλουθες, που παριστάνονται και στο σχήμα 5:

(1) Για την συλλογή και την αποκωδικοποίηση των αρχείων κειμένου που προσέρχονται, χρησιμοποιήθηκε η perl.

(2) Η perl επίσης χρησιμοποιήθηκε για την αποθήκευση των μηνυμάτων σε βάση δεδομένων, σε mysql.

(3) Οι χάρτες προέρχονται από διαδικτυακούς πόρους που υποστηρίζουν Tile Map Services (TMS), όπως το Open CycleMaps [20] OpenStreetMaps, Google Maps κλπ. ενώ διατηρούμε ένα σετ αρχείων από tiles τοπικά.

(4) Ο apache/php είναι ο web server που εκτελεί τα αιτήματα του χρήστη-πελάτη. Στην παρούσα υλοποίηση παρέχει αρχεία σε PHP τα οποία περιέχουν προσαρμόσιμο κώδικα σε Javascript που αποστέλλεται στον browser του χρήστη. Επίσης διατηρεί ένα τοπικό αντίγραφο της βιβλιοθήκης OpenLayers 2.10

(5) Η γεωγραφική βιβλιοθήκη σε Javascript, OpenLayers 2.10 είναι ο “πυρήνας” για τη δημιουργία του mash-up και εκτελείται στον τοπικό browser.

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τις παραπάνω τεχνολογίες, σκιαγραφώντας τους λόγους επιλογής αυτών.

5.4 Λύσεις ανοιχτού λογισμικού

OpenLayers (v2.10): Η ανοιχτή βιβλιοθήκη JavaScript που αναπτύσσει το ίδρυμα OSGeo για την προβολή γεωγραφικών δεδομένων αποτελεί τον ιδανικό πυρήνα γύρω από τον οποίο αναπτύσσεται η συνολική εφαρμογή. Ο σκοπός της βιβλιοθήκης είναι η παρουσίαση γεωγραφικών δεδομένων και χαρτών μέσα σε έναν Web Browser εκμεταλλευόμενη στο έπακρο τις τεχνολογίες Web με τις οποίες εφοδιάζονται [8][9].

Η βιβλιοθήκη παρέχει ένα πολύ ισχυρό αλλά εύκολο στην χρήση API το οποίο στηρίζεται στις αρχές του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού. Βασικά στοιχεία που χρησιμεύουν στην παρουσίαση των γεωγραφικών δεδομένων, όπως οι χάρτες, τα θεματικά επίπεδα που επιτίθενται, οι γεωγραφικές προβολές, οι χρωματισμοί κλπ. αποκτούν από το API την υπόσταση αντικειμένων και έτσι ο προγραμματιστής μπορεί να σχηματίσει με απλό σχετικά κώδικα αρκετά ολοκληρωμένες λύσεις παρουσίασης γεωγραφικών δεδομένων [10].

Υποστηρίζει εγγενώς τεχνολογίες που είναι ευρύτατα διαδεδομένες στο σύγχρονο διαδίκτυο, όπως το JSON format, την χρήση γραφικών SVG και τις τεχνικές AJAX για ασύγχρονες εφαρμογές ιστού (web applications). Παράλληλα έχει σχεδιαστεί προκειμένου να συνδέεται σε μεγάλη πληθώρα γεωγραφικών εξυπηρετητών μέσα στον ιστό (WMS) και να εκμεταλλεύεται τις δυνατότητές τους για να απεικονίσει έναν χάρτη στον περιηγητή ιστού του χρήστη. Επίσης μπορεί να ενσωματώσει διαδεδομένα γεωγραφικά formats όπως αυτά της ESRI (της εταιρείας του ArcGIS) ή το KML (της Google που έγινε και πρότυπο OGC).

Όντας ένας ανοιχτός κώδικας, επιτρέπεται στον προγραμματιστή να προσαρμόσει, να επεκτείνει και να συμπληρώσει τις δυνατότητες της βιβλιοθήκης στα μέτρα του. Λειτουργώντας επίσης σαν μια επέκταση των δυνατοτήτων της JavaScript μπορεί να δημιουργήσει μια πλούσια και υψηλής λειτουργικότητας διεπαφή του χρήστη (User

Interface), συγκρίσιμη με διαδικτυακές εφαρμογές σημαντικών εταιρειών του χώρου όπως η Microsoft με το Bing Maps και η Google με τα πολύ γνωστά Google Maps.

Με αυτό το χαρακτηριστικό επίσης, σαν επέκταση της JavaScript, ο περιηγητής του χρήστη αναλαμβάνει ως πελάτης να παραλάβει από τον εξυπηρετητή τον κώδικα και να υλοποιήσει την παρουσίαση, στηριζόμενος μόνο στην ισχύ του τοπικού υπολογιστή, ενώ κατόπιν ο εξυπηρετητής ανταποκρίνεται μόνο σε κλήσεις AJAX “τυλιγμένες” μέσα στο API των OpenLayers, για την ενημέρωση των μετεωρολογικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο, ελαχιστοποιώντας τις καθυστερήσεις. Παρέχεται επίσης η ευελιξία της προσαρμογής του κώδικα JavaScript που θα παραληφθεί, ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη.

Apache/PHP: Ο διαδικτυακός χαρακτήρας της εφαρμογής προϋποθέτει την εγκατάσταση ενός κεντρικού web server που θα εξυπηρετεί τις κλήσεις HTTP από το δίκτυο των χρηστών, και ο οποίος θα αποκρίνεται με τη βοήθεια της PHP [11].

Η χρήση του Apache [12] γίνεται εξαιτίας της πολύ μεγάλης διάδοσης του, αλλά κυρίως διότι ενσωματώνει πολύ εύκολα την γλώσσα PHP, σε βαθμό που προσφέρεται ολοκληρωμένο «πακέτο» εφαρμογών (LAMP) μαζί με την βάση δεδομένων MySQL στις διανομές του Linux. Στην πραγματικότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλοι εξυπηρετητές ιστού, όπως ο IIS [13] αρκεί να έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν με PHP.

Η ύπαρξη της PHP εξυπηρετεί την εφαρμογή στην πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων, τη μετατροπή των αποτελεσμάτων σε JSON μορφή, καθώς και στην παραμετροποίηση του κώδικα σε JavaScript που θα αποστέλλεται στον κάθε χρήστη. Ολόκληρα τμήματα κώδικα μπορούν να συνδυαστούν ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του χρήστη, τις οποίες υποβάλλει στην αρχική κλήση HTTP της σελίδας. Ο web server θα αναλάβει να επεξεργαστεί την κλήση και να αποκριθεί με κώδικα HTML/JavaScript που μπορεί να εκτελεστεί στον τοπικό browser.

Επομένως ο κώδικας JavaScript που θα χρησιμοποιεί την βιβλιοθήκη των OpenLayers θα ενσωματώνει και κώδικα PHP μέσα στον εξυπηρετητή ιστού. Επίσης, επειδή τα OpenLayers χρησιμοποιούν εγγενώς την μορφή JSON για την δημιουργία των features των στρωμάτων του χάρτη, διαβάζοντας ασύγχρονα, ένα αρχείο PHP αναλαμβάνει να παρουσιάζει σε μορφή JSON τα κατάλληλα αποτελέσματα αναζήτησης στη βάση δεδομένων.

Database MySQL Server: Στα πλαίσια της εφαρμογής υλοποιείται και μια σχεσιακή βάση δεδομένων η οποία περιλαμβάνει τα μετεωρολογικά μηνύματα σε μορφή τυποποιημένου κειμένου αλλά και πίνακες όπου αποθηκεύονται τα επιμέρους μετεωρολογικά φυσικά μεγέθη όπως αποκωδικοποιούνται από τα μετεωρολογικά μηνύματα. Ο συνολικός σχεδιασμός θα αναπτυχθεί στην συνέχεια.

Στη συγκεκριμένη υλοποίηση χρησιμοποιήθηκε η MySQL, ωστόσο είναι δυνατόν με μικρές αλλαγές του SQL κώδικα να προσαρμοστεί και σε άλλους εξυπηρετητές βάσεων δεδομένων, όπως PostGIS.

Τα μόνα ειδικά κριτήρια για την επιλογή «μηχανής» βάσεων δεδομένων του εξυπηρετητή αφορούν την χωρητικότητα μεγάλου όγκου δεδομένων, την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει σχεσιακές βάσεις (InnoDB στην MySQL), τις δυνατότητες βελτιστοποίησης των αναζητήσεων και την υποστήριξη γεωγραφικών τύπων δεδομένων.

Η επιλογή για χρήση της MySQL έγινε με κριτήριο την ευρύτατη χρήση του λογισμικού στα υπολογιστικά συστήματα της Ε.Μ.Υ., και δεν έχει να κάνει με κάποιο ιδιαίτερο πλεονέκτημα του.

Σημειώνεται ότι η φυσική θέση του εξυπηρετητή της βάσης δεδομένων δεν είναι απαραίτητα η ίδια με αυτή του εξυπηρετητή ιστού. Με κατάλληλη παραμετροποίηση μπορούμε να κατανείμουμε τους πόρους ανάλογα με τις δυνατότητες, είτε όλοι στην ίδια φυσική θέση, είτε στο τοπικό δίκτυο. Αυτό εξυπηρετεί την μεταφερσιμότητα της εφαρμογής.

Linux/ftp/Perl/cron-incron: Η χρήση του Linux στην υλοποίηση συμπληρώνει την απαίτηση για αποκλειστική χρήση ανοιχτού λογισμικού, ωστόσο δεν είναι αυτή ο αποκλειστικός λόγος. Η εφαρμογή χρειάζεται ένα συμβατό “σημείο επαφής” με το μετεωρολογικό δίκτυο όπου διακινούνται τα μετεωρολογικά μηνύματα που θα αξιοποιήσει. Έτσι στην ουσία περιγράφουμε αυτό το “σημείο επαφής”.

Όπως εξηγήσαμε στην προηγούμενη ενότητα, η πρωτογενής μορφή της μετεωρολογικής πληροφορίας διακινείται σε δυαδικά ή αλφαριθμητικά αρχεία. Στην συγκεκριμένη περίπτωση της υλοποίησης, έχουμε μια τακτική σύνδεση με το πρωτόκολλο ftp με το μετεωρολογικό δίκτυο και γίνεται παραλαβή των αρχείων σε αλφαριθμητική μορφή σε προκαθορισμένο υποκατάλογο του filesystem του Linux.

Θα αναφερθούμε σε αυτά τα πρωτογενή αρχεία και στη συνέχεια, περιγράφοντας κάποια στοιχεία για το όνομα και το περιεχόμενό τους καθώς αυτά χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία για την αποθήκευση μέσα στην βάση δεδομένων.

Η αποθήκευση στον υποκατάλογο μεσολαβεί ανάμεσα στην παραλαβή και στην άμεση επεξεργασία των αλφαριθμητικών αρχείων για την αποκωδικοποίηση και την εισαγωγή στην βάση δεδομένων. Την επεξεργασία αυτή την αναλαμβάνει πρόγραμμα γραμμένο σε κώδικα Perl. Το Linux παρέχει εργαλεία όπως το cron για την ανά τακτά χρονικά διαστήματα εκτέλεση προγραμμάτων όπως αυτόν τον κώδικα σε Perl. Στην συγκεκριμένη εγκατάσταση για την έναρξη της επεξεργασίας χρησιμοποιήθηκε το incron που, αντί για τακτά χρονικά διαστήματα, ανιχνεύει αλλαγές στο filesystem για να εκτελέσει (trigger) τον κώδικα. Έτσι σιγουρευόμαστε ότι όλα τα αρχεία θα περάσουν από επεξεργασία, καθώς κάθε νέα παραλαβή ενεργοποιεί αλλαγή στο σύστημα αρχείων.

Οι λόγοι που χρησιμοποιήθηκε η Perl για την επεξεργασία των αρχείων μετεωρολογικής πληροφορίας σχετίζονται: (α) Με την ισχύ της στην αποκωδικοποίηση των αρχείων με μετατροπές μέσω κανονικών εκφράσεων (regular expressions) πάνω σε αλφαριθμητικές παραστάσεις (strings), (β) με βιβλιοθήκες που έχουν αναπτυχθεί ειδικά για την αποκωδικοποίηση μετεωρολογικών μηνυμάτων και (γ) με βιβλιοθήκες που συνδέονται με τις γνωστές ανοιχτού λογισμικού βάσεις δεδομένων. Επίσης η ίδια η Perl αποτελεί ανοιχτό λογισμικό και μπορεί να εγκατασταθεί τόσο σε πλατφόρμα Windows όσο και Linux.

5.5 Κατανομή εξυπηρετητών – Πόροι χαρτογραφίας

Στη συγκεκριμένη ανάπτυξη όλοι οι εξυπηρετητές (web server, database server, map server) καθώς και η επικοινωνία με το μετεωρολογικό δίκτυο βρίσκονταν στο ίδιο φυσικό μηχάνημα. Με την παραμετροποίηση που γίνεται από κατάλληλα αρχεία

ωστόσο κατέστη δυνατό και έγιναν δοκιμές πάνω σε εξυπηρετητές κατανεμημένους σε διαφορετικούς τόπους του δικτύου.

Για την παροχή χαρτών δεν χρησιμοποιήθηκε εγκατάσταση ενός Web Map Server / Tile Map Server στο τοπικό δίκτυο, αλλά χρησιμοποιήθηκαν συνδέσεις σε διαδικτυακούς πόρους. Προτιμήθηκε περισσότερο από τις υπόλοιπες η υπηρεσία των Open Cycle Maps (www.opencyclemap.org), η οποία ανήκει στην γενικότερη πρωτοβουλία Open Street Maps που έχει σαν σκοπό την παροχή ανοιχτών δεδομένων χαρτών από όλον τον κόσμο. Οι χάρτες των Open Cycle διακρίνονται για το γεωφυσικό ανάγλυφο της επιφάνειας που παρουσιάζουν, το οποίο αποτελεί πολύ χρήσιμη πληροφορία στον μετεωρολόγο-χρήστη της εφαρμογής. Παράλληλα αξιοποιήθηκε και η ίδια η υπηρεσία των Open Street Maps που ωστόσο δίνει βάρος στα δεδομένα αστικών περιοχών, όπως και οι δημοφιλείς χάρτες Google Maps.

Επίσης κατά την ανάπτυξη έγιναν δοκιμές για τοπική αποθήκευση ορισμένων tiles, δηλαδή εικόνες τμημάτων ενός χάρτη σε διάφορα επίπεδα εστίασης. Οι δοκιμές είχαν σκοπό να διαπιστωθεί η καλή λειτουργία της εφαρμογής σε περίπτωση που δεν υπήρχαν διαθέσιμες οι προαναφερθείσες διαδικτυακές υπηρεσίες. Παρά την επιτυχία των δοκιμών οφείλουμε να επισημάνουμε ότι τα tiles κάλυπταν πολύ πιο περιορισμένη γεωγραφική έκταση και το σύνολο των εικόνων σαν αρχεία καταλάμβαναν μεγάλο χώρο στον τοπικό δίσκο, κάτι που αποθαρρύνει την περαιτέρω χρήση, ενώ ενθαρρύνει την εγκατάσταση ενός “καθαρόαιμου” Map Server για την παροχή δεδομένων εδάφους σε χάρτη για διανομή στο τοπικό δίκτυο. Αυτό προϋποθέτει όμως την κατοχή τέτοιων δεδομένων, που στην παρούσα φάση ανάπτυξης δεν ήταν διαθέσιμα.

5.6 Ροή επεξεργασίας αρχείων μετεωρολογικών δεδομένων

Σαν παράδειγμα για το πώς γίνεται η επεξεργασία κάθε αλφαριθμητικού αρχείου που λαμβάνεται από το μετεωρολογικό δίκτυο, παρουσιάζουμε το περιεχόμενο του αρχείου **G_SAGR31LGAT301720.---**

```
240 55555
SAGR31 LGAT 301720
METAR LGAD 301720Z 17009KT 9999 SCT025 SCT080 BKN170
26/17 Q1002=
METAR LGAV 301720Z 21011KT 9999 FEW030 BKN180 25/19 Q1005
NOSIG=
METAR LGIR 301720Z 17014KT CAVOK 26/14 Q1008 NOSIG=
METAR LGKL 301720Z 18006KT 9999 FEW020TCU SCT080 BKN180
24/18 Q1007=
METAR LGKO 301720Z 15009KT CAVOK 23/17 Q1009=
METAR LGKR 301720Z 00000KT 9999 FEW020 SCT040 22/19 Q1002
NOSIG=
METAR LGLM 301720Z 24010G20KT 9999 SCT010 SCT025 BKN180
24/21 Q1004=
METAR LGRP 301720Z VRB02KT CAVOK 24/19 Q1009=
```

METAR LGSA 301720Z 13006KT 9999 FEW025 SCT180 25/18
 Q1009=
 METAR LGSM 301720Z NIL=
 METAR LGTS 301720Z 32018KT 8000 TSRA SCT005 FEW016TCU
 FEW018CB
 20/18 Q1003 NOSIG=
 SIG=
 #0000000001

Η συγκεκριμένη μορφή του αρχείου ονομάζεται bulletin καθώς περιέχει μηνύματα που δείχνουν τον καιρό στις 30 του μήνα και ώρα 17:20 UTC. Αυτό το αρχείο διακινείται λίγη ώρα αργότερα από την συγκεκριμένη ημερομηνία και γι' αυτό το λόγο περιέχουν μηνύματα παρόντος καιρού που πρέπει να απεικονιστούν άμεσα.

Τα μηνύματα μεταξύ τους διαχωρίζονται με τον χαρακτήρα "=", ενώ ξεκινάνε από την λέξη "METAR", ανήκοντας στην ομώνυμη κατηγορία. Τα υπόλοιπα στοιχεία (υπάρχουν και στο τέλος κάποιοι χαρακτήρες που δεν αντιστοιχούν σε μήνυμα ή σε τυποποίηση του bulletin) αφορούν την επικεφαλίδα και την κατακλείδα του μηνύματος. Η επικεφαλίδα και το όνομα του αρχείου ταυτίζονται και αποτελούν στοιχείο ταυτότητας και των μηνυμάτων που περιέχει. Η πληροφορία του μήνα και του έτους δεν αποθηκεύεται στο περιεχόμενο του αρχείου, αλλά είναι διαθέσιμη στο σύστημα αρχείων.

Τα μηνύματα METAR είναι τυποποιημένα από τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO) και έχουν συγκεκριμένη ερμηνεία η οποία περιγράφεται σε σχετικό παράρτημα (Annex 3) της Σύμβασης περί Διεθνούς Αεροναυτιλίας [14][15]. Εκτός από τον τύπο METAR, υπάρχουν και τα μηνύματα τύπου SPECI που αφορούν τον παρόντα καιρό.

Ενδεικτικά θα δώσουμε ερμηνεία σε ένα από αυτά τα μηνύματα, καθώς θα μεταφερθεί και στην απεικόνιση στο χάρτη:

METAR LGTS 301720Z 32018KT 8000 TSRA SCT005 FEW016TCU
 FEW018CB 20/18 Q1003 NOSIG=

LGTS = Μετεωρολογικός σταθμός αεροδρομίου Θεσσαλονίκης

301720Z = Μετεωρολογική παρατήρηση που έγινε στις 30 του μήνα 17:20 UTC

32018KT = Άνεμος βορειοδυτικός (320°) με ένταση 18 κόμβους (36 χλμ/ώρα)

8000 = 8000 μέτρα οριζόντιας ορατότητας

TSRA = παρουσία καταιγίδας

SCT005, FEW016TCU, FEW018CB = Ποσότητα, ύψος και είδος νέφωσης (500, 1600 1800 πόδια αντίστοιχα, καταιγιδόφορα νέφη). Ο κώδικας αυτός είναι οικείος στους χρήστες και δεν θα κάνουμε περαιτέρω ερμηνεία στην απεικόνιση.

20/18 = Θερμοκρασία 20 βαθμών και σημείο δρόσου (υγρασία) 18 βαθμών Κελσίου

Q1003 = Βαρομετρική πίεση 1003 hPa.

NOSIG = χωρίς προοπτική αλλαγής του καιρού (δεν μας ενδιαφέρει για την απεικόνιση)

Αυτά τα στοιχεία θα πρέπει να αποδελτιωθούν από το μήνυμα που βρίσκεται ανάμεσα στα υπόλοιπα του αρχείου, να αποθηκευτούν μαζί με το μήνυμα στην βάση δεδομένων, αλλά και στη συνέχεια να απεικονιστούν κατάλληλα πάνω στο χάρτη στην τοποθεσία της Θεσσαλονίκης.

Συγκεκριμένα, θα αποθηκεύσουμε μέσα στην βάση δεδομένων, σε ό,τι αφορά τον καιρό και τον μετεωρολογικό σταθμό, τουλάχιστον τα ακόλουθα στοιχεία, με τα οποία ο χρήστης είναι καλά εξοικειωμένος:

1. Την ημερομηνία και ώρα ισχύος της καιρικής παρατήρησης που εκπροσωπεί το μήνυμα.
2. Τον άνεμο (διεύθυνση και ένταση) καθώς και μέγιστη ένταση αν καταγράφεται.
3. Οριζόντια επικρατούσα ορατότητα (μια τιμή σε μέτρα, ενώ υπάρχουν και συμβολισμοί π.χ. για ορατότητα μεγαλύτερη των 10 χιλιομέτρων δίνεται ο τετρανήγιος 9999 ή η λέξη CAVOK που σημαίνει και μη-σημαντική παρουσία νεφών).
4. Φαινόμενα αν υπάρχουν.
5. Νέφη αν παρουσιάζονται (με αναλυτικό τρόπο όπως στο μήνυμα)
6. Θερμοκρασίες.
7. Βαρομετρική πίεση.

Σε αυτά τα μηνύματα παρόντος καιρού εντάσσονται και μηνύματα SFERICS που αποτυπώνουν την ηλεκτρική δραστηριότητα στην ατμόσφαιρα (αστραπές, κεραυνοί), όμως είναι διαφορετικά στην συντακτική τους δομή από τα METAR.

Παρόμοια πρέπει να αντιμετωπιστούν τα επόμενα μηνύματα που ενημερώνουν τον παρόντα καιρό πάνω από μία περιοχή, όπου βρίσκεται ο μετεωρολογικός σταθμός για να μετρήσει την καιρική κατάσταση και έχει στείλει το ανάλογο κωδικοποιημένο μήνυμα. Σημειώνεται ότι υπάρχουν και μηνύματα που δεν εξυπηρετούν το σκοπό του παρόντος καιρού και δεν χρειάζονται αποκωδικοποίηση, τα οποία ωστόσο μπορούν να αποθηκευτούν για μελλοντική αξιοποίηση.

Η επεξεργασία των αρχείων αυτών γίνεται από τον κώδικα σε Perl. Σε κάθε αρχείο ακολουθείται η ακόλουθη διαδικασία

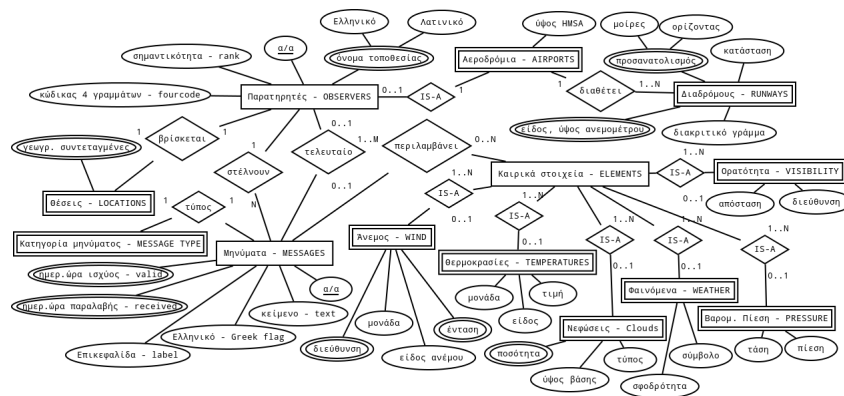
1. Σε περίπτωση που σε ένα αρχείο βρίσκονται πολλαπλά bulletins αυτά διαχωρίζονται.
2. Για κάθε bulletin, αντιστοιχεί μια επικεφαλίδα. Αναγνωρίζεται από την επικεφαλίδα εάν αυτό το αρχείο περιέχει τα ζητούμενα μηνύματα καιρικής πληροφορίας που ζητάμε.
3. Εάν το bulletin περιέχει τα ζητούμενα μηνύματα, τότε διαχωρίζονται τα μηνύματα.
4. Κάθε μήνυμα αποτελεί μια αυτοτελή γραμμή τυποποιημένου κειμένου. Έτσι η Perl με κατάλληλες βιβλιοθήκες της μπορεί να κάνει συντακτική ανάλυση του μηνύματος και να αποθηκεύσει σε μεταβλητές (τύπου hash π.χ.) τα μετρημένα καιρικά στοιχεία που αναγνωρίζονται μέσα στο μήνυμα. Μια τέτοια βιβλιοθήκη εξειδικευμένη στην συντακτική ανάλυση των μετεωρολογικών μηνυμάτων METAR και SPECI βρίσκεται σαν ανοιχτό λογισμικό στην ιστοσελίδα [16].
5. Στη συνέχεια γίνεται η σύνδεση στην βάση δεδομένων και αποθηκεύονται οι μεταβλητές και το αρχικό μήνυμα. Μαζί με αυτά εισάγονται και παραγόμενα

στοιχεία από επεξεργασία των τιμών των καιρικών στοιχείων. Γίνεται προσοχή να μην υπάρχουν διπλοεγγραφές, ενώ εκμεταλλευόμαστε δυνατότητες της MySQL όπως τα Triggers για να εκτελέσουμε ελέγχους και να εισαγάγουμε στοιχεία σε περισσότερους πίνακες.

5.7 Σχεδιασμός της βάσης δεδομένων

Μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων.

Το σχήμα στην εικόνα 6 δείχνει τον αρχικό σχεδιασμό της βάσης σε ένα διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων. Όλες οι οντότητες θεωρείται πως έχουν πρωτεύοντα κλειδιά έναν αύξοντα αριθμό. Επίσης, έχουν σημειωθεί τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά (attributes) κάθε οντότητας (δεν εμφανίζονται σε συσχετίσεις). Το σχήμα αποσκοπεί στο να περιγράψει τις βασικές σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων περισσότερο, για να χρησιμεύσει στον επόμενο σχεδιασμό του σχεσιακού διαγράμματος.



Εικ. 6. Μοντέλο οντοτήτων – συσχετίσεων της βάσης δεδομένων.

Έτσι εμφανίζονται: η οντότητα των **Μηνυμάτων** που πρέπει να καταγράφονται, οι οποίες προέρχονται από μια οντότητα **Παρατηρητών**. Ένας **Παρατηρητής** στέλνει ένα ή περισσότερα **Μηνύματα**, ενώ μπορεί να εξειδικεύεται (σχέση ISA) στο να είναι ένα **Αεροδρόμιο** (ασθενής οντότητα) οπότε θα προστεθούν επιπλέον χαρακτηριστικά και θα πρέπει να περιγραφούν και οι **Διάδρομοι** που διαθέτει.

Ένας **Παρατηρητής** βρίσκεται σε μια Γεωγραφική **Θέση**. Ο λόγος που λαμβάνεται η **Θέση** σαν χωριστή οντότητα, είναι ότι μπορεί να υλοποιηθεί σαν γεωμετρία στην βάση δεδομένων, εκπροσωπώντας μια περιοχή αντί για ένα σημείο, όπως στην προκειμένη υλοποίηση.

Το μέρος του διαγράμματος με τις οντότητες του **Παρατηρητή**, της **Θέσης** και των εξειδικευμένων περιπτώσεων όπως το **Αεροδρόμιο** που μπορεί να εμφανίζονται, αποτελούν ουσιαστικά ένα σταθερό μέρος της βάσης, αποτυπώνοντας γεωγραφικά χαρακτηριστικά, που δεν αλλάζει σημαντικά με το χρόνο κατά την ροή των δεδομένων.

Είναι σημαντικό επίσης για την γραφική απεικόνιση να γνωρίζουμε ποιο από τα **Μηνύματα** είναι το *τελευταίο*, από μερικούς αλλά όχι όλους τους **Παρατηρητές**. Μια δεύτερη συσχέτιση αποτυπώνει αυτή την ανάγκη.

Τα **Μυνήματα** περιλαμβάνουν μια σειρά **Καιρικών Στοιχείων**, σε μια σχέση πολλά-προς-πολλά. Αυτό το μέρος του σχεδιασμού είναι χρονικά εξαρτημένο από τη ροή των δεδομένων και αποθηκεύει τα συστατικά στοιχεία από το αποκωδικοποιημένο μήνυμα. Αυτά *εξειδικεύονται* (ISA) [17][18] σε μια σειρά (αδύναμων) οντοτήτων, τα οποία παριστάνουν τα χαρακτηριστικά των καιρικών στοιχείων που θέλουμε να αποτυπώσουμε στην γραφική απεικόνιση. Είναι εύκολο να συμπληρώσουμε σε αυτό το σχέδιο επιπλέον οντότητες καιρικών στοιχείων που θα μπορούσαν να μας χρειαστούν στο μέλλον.

Ο τρόπος με τον οποίο τα εισερχόμενα μηνύματα αποδελτιώνονται και η πρωτογενής πληροφορία τους θα καταλήγει στις οντότητες των καιρικών στοιχείων, συνιστά και την έννοια της επεξεργασίας της πληροφορίας αυτής. Το γραφικό περιβάλλον πρόκειται να απευθύνεται στις επιμέρους οντότητες των καιρικών στοιχείων, ενώ με την οντότητα των μηνυμάτων και των παρατηρητών θα εμφανίζεται μια ενημερωτική αναφορά προς τον χρήστη.

Σχεσιακό μοντέλο.

Το σχήμα στην Εικόνα 7 αποτυπώνει το σχεσιακό διάγραμμα της βάσης δεδομένων στο οποίο μετατρέπεται. Διακρίνουμε, κατ' αντιστοιχία με το διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων, ένα τμήμα της βάσης να περιλαμβάνει πίνακες που ενημερώνονται και αλλάζουν περιεχόμενα με το χρόνο, ενώ ένα άλλο τμήμα της βάσης περιέχει σταθερά στοιχεία.

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τους πίνακες και τις σχέσεις μεταξύ τους.

Πίνακας μηνυμάτων MESSAGES: Ο πίνακας αυτός είναι η σημαντικότερη οντότητα της βάσης δεδομένων, καθώς αποθηκεύει το ίδιο το μήνυμα, καθώς και στοιχεία παραλαβής του από το μετεωρολογικό δίκτυο.

```
MESSAGES(id, received, valid, observer*, message_text,
message_label, message_type*, GreekFlag, coramd)
```

id: πρωτεύον κλειδί

received: ημερομηνία & ώρα παραλαβής

valid: ημερομηνία & ώρα ισχύος

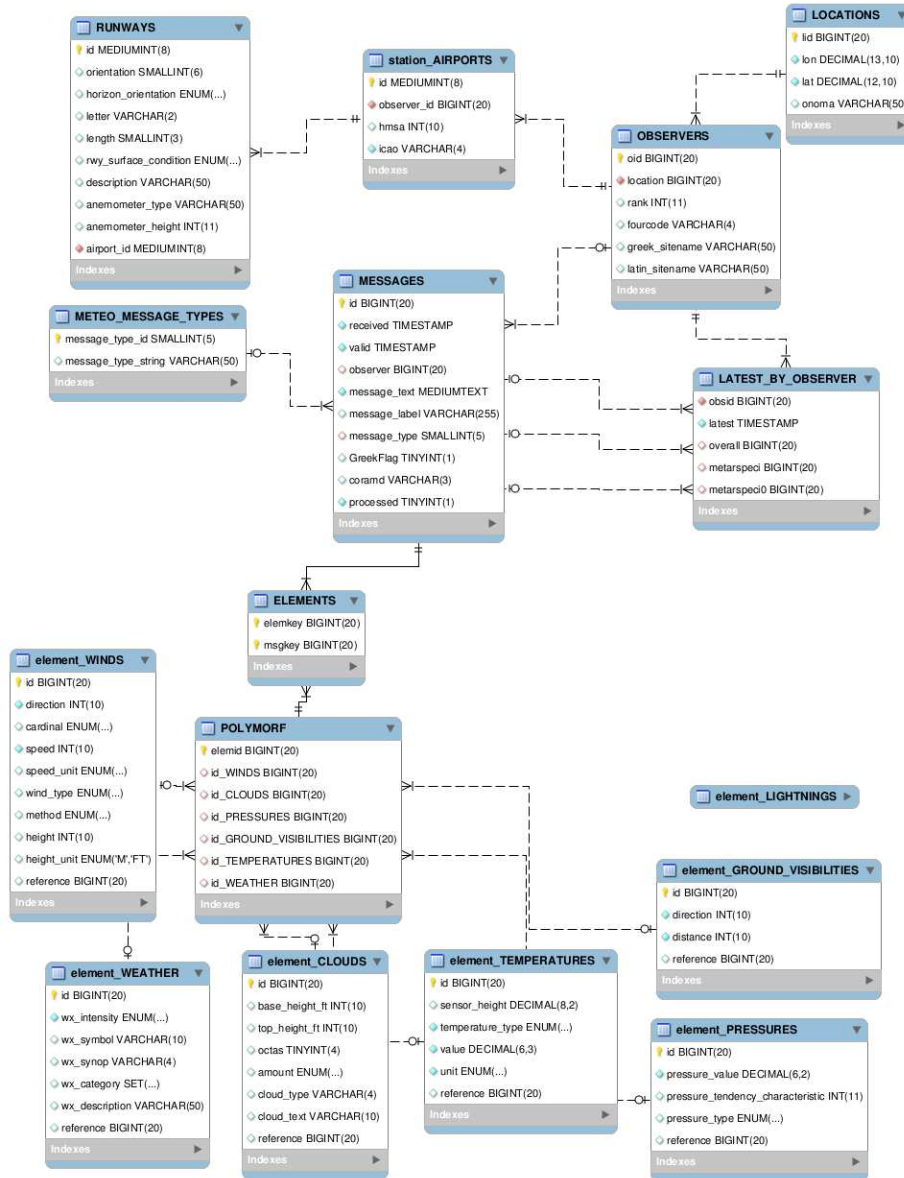
observer: ξένο κλειδί προς τον πίνακα παρατηρητών OBSERVERS

message_text: το κείμενο του μηνύματος

message_label: η επικεφαλίδα από το αρχείο που προήλθε το μήνυμα

message_type: ξένο κλειδί στον πίνακα τύπων μηνυμάτων

Τα χαρακτηριστικά (valid, message_text, message_label, coramd) αποτελούν ένα μοναδικό κλειδί για τον πίνακα, το οποίο χρησιμοποιείται ως UNIQUE στην MySQL προκειμένου να μην προκύψουν διπλοεγγραφές. Είναι συχνό το φαινόμενο να διακινούνται δυο ή και τρεις φορές τα ίδια ακριβώς μετεωρολογικά μηνύματα.



Εικ. 7. Σχεσιακό μοντέλο της βάσης δεδομένων.

Πίνακας ELEMENTS: Σε κάθε μήνυμα αντιστοιχούν ένα ή περισσότερα καιρικά στοιχεία. Ο πίνακας αποτυπώνει αυτή την σχέση “πολλά προς πολλά” και αποτελείται από δύο ξένα κλειδιά (**msgkey**, **elemkey**), προς τον πίνακα MESSAGES και προς τον πίνακα POLYMORF στον οποίο θα αναφερθούμε παρακάτω.

ELEMENTS (msgkey, elemkey)

Πίνακες καιρικών στοιχείων – Θέματα μοντελοποίησης: Κάθε καιρικό στοιχείο που θέλουμε να καταγράφεται σαν πίνακας στην βάση δεδομένων διαθέτει ασύμβατα χαρακτηριστικά με τα χαρακτηριστικά ενός άλλου πίνακα καιρικού στοιχείου

Για παράδειγμα, οι άνεμοι περιλαμβάνουν διεύθυνση και ένταση, ενώ τα νέφη ύψη και ποσότητα.

Επειδή σε ένα ή περισσότερα μηνύματα αντιστοιχούν ένα ή περισσότερα καιρικά στοιχεία, τα οποία όμως είναι ετερογενή, εκτός από τη σχέση “πολλά προς πολλά” μεταξύ της οντότητας των μηνυμάτων και της οντότητας των καιρικών στοιχείων, σχηματίζεται μια σχέση “IS-A” μεταξύ των καιρικών στοιχείων και οντοτήτων που αποτελούν τα καιρικά στοιχεία: χρειαζόμαστε δηλαδή οντότητες όπως άνεμος, θερμοκρασία κλπ. (Εικόνα 8)



Εικ. 8. Τμήμα του μοντέλου Ο-Σ με τη σχέση IS-A στα καιρικά στοιχεία.

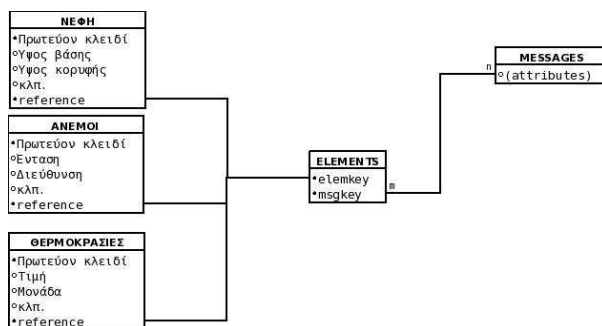
Εάν πάρουμε όλα τα χαρακτηριστικά και τα τοποθετήσουμε σε έναν ενιαίο πίνακα καιρικών στοιχείων, τότε οδηγούμαστε σε μια υλοποίηση Entity-Attribute-Value (EAV) [19] ασύμβατη με το σχεσιακό μοντέλο. Ένας πίνακας μοντελοποιημένος στο EAV θα ήταν ένας ενιαίος πίνακας με όνομα π.χ. “Καιρικά_Στοιχεία” και θα μπορούσε να περιέχει μια στήλη με το όνομα του χαρακτηριστικού (attribute), μια στήλη με την τιμή (value) και μια με το είδος των μονάδων μέτρησης (units) των τιμών. Οι αρχικές υλοποιήσεις της βάσης δεδομένων κατά την ανάπτυξη της εργασίας προσανατολιζόνταν σε αυτή την μοντελοποίηση. Ωστόσο αναδεικνύονται θεωρητικά και πρακτικά προβλήματα, κυρίως στο σχηματισμό των ερωτημάτων (queries). Μια σύνθετη αναζήτηση σε ένα πίνακα που ακολουθεί μοντέλο EAV μέσα σε ένα σχεσιακό συνήθως δεν μπορεί να έχει αποτελέσματα.

Αποφεύγοντας το μοντέλο EAV, η επόμενη μοντελοποίηση με την οποία έγινε δοκιμή ήταν η δημιουργία επιμέρους πινάκων των καιρικών στοιχείων και η σύνδεση με πολυμορφική σχέση (Εικόνα 9). Π.χ. για τα νέφη έχουμε έναν πίνακα:

```
element_CLOUDS(id, base_height, top_height, octas,
amount, cloud_type, cloud_text, reference*)
```

όπου τα χαρακτηριστικά έχουν να κάνουν με μετεωρολογική πληροφορία (ύψος βάσης νέφους, ύψος κορυφής, ποσότητα σε όγδοα και δέκατα, είδος νέφους και όνομα νέφους) εκτός από το id, που είναι ένας αύξων αριθμός για πρωτεύον κλειδί του πίνακα, και το reference, το οποίο αποτελεί ένα ξένο κλειδί που βρίσκεται σε όλες τις γραμμές των πινάκων που έχουν καιρικά στοιχεία και αντιστοιχεί στον πίνακα ELEMENTS της σχέσης “πολλά-προς-πολλά” που έχει με τον πίνακα MESSAGES των μηνυμάτων.

Ωστόσο και αυτή η λύση έχει προβλήματα στην υλοποίηση σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων όπως η MySQL. Μολονότι η αντίστροφη αναζήτηση θα είναι μάλλον σπάνιο να ζητηθεί σε μια επερώτηση, οπότε δημιουργείται θεωρητικό ζήτημα, είναι επίσης απαραίτητο να τηρείται μια μεταβλητή αύξοντος αριθμού για το κοινό χαρακτηριστικό “reference”. Το σημαντικότερο πάντως πρόβλημα εμφανίζεται στην πράξη, καθώς η απόκριση του εξυπηρετητή της βάσης δεδομένων MySQL υστερούσε σημαντικά σε ταχύτητα ακόμη και όταν δημιουργούσαμε ένα index.



Εικ. 9. Πολυμορφική σχέση ασύμβατη με το σχεσιακό μοντέλο.

Η μόνη λύση συμβατή με το σχεσιακό μοντέλο είναι η δημιουργία ενός “πολυμορφικού” πίνακα, όπου οι στήλες αντιστοιχούν σε κάθε στοιχείο του καιρού που χρησιμοποιείται και περιέχουν ξένο κλειδί προς κάθε πίνακα που αντιστοιχεί στο κάθε καιρικό στοιχείο. Δηλαδή δημιουργούνται πάλι επιμέρους πίνακες καιρικών στοιχείων με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Αυτό προσθέτει επιπλέον κόστος στην δημιουργία ενός αραιού “πολυμορφικού” πίνακα, ωστόσο από την άποψη του σχεσιακού μοντέλου οι πίνακες είναι καλύτερα διαχειρίσιμοι με τις εξαρτήσεις των ξένων κλειδιών.

Ειδικά για την μηχανή InnoDB της MySQL, η δημιουργία του πολυμορφικού πίνακα POLYMORF και των πινάκων, με τα ανάλογα indexes:

- element_WINDS για τους ανέμους,
- element_GROUND_VISIBILITIES για τις ορατότητες,
- element_CLOUDS για τα νέφη,
- element_WEATHER, για τα καιρικά φαινόμενα (βροχή, καταιγίδα χιόνι κλπ.)
- element_TEMPERATURES για τις θερμοκρασίες,
- element_PRESSURES για τις βαρομετρικές πιέσεις

(ακολουθήσαμε μια ενιαία ονοματοδοσία) αύξησε κατακόρυφα την απόδοση σε σχέση με τις προηγούμενες λύσεις.

Ο πίνακας element_LIGHTNINGS αποθηκεύει μια σειρά γεωγραφικών συντεταγμένων πάνω από τις οποίες εμφανίζεται ηλεκτρική δραστηριότητα (κεραυνοί), γι' αυτό και δεν έχει σχέση με τον πίνακα των μηνυμάτων ή των παρατηρητών, αποτελεί έναν πίνακα που αξιοποιείται ξεχωριστά από την υπόλοιπη βάση δεδομένων.

Πίνακας OBSERVERS των σταθμών: Ο πίνακας αυτός συγκεντρώνει τα κοινά χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών σταθμών. Οι τοποθεσίες των σταθμών που αποτελούν σημεία με δύο γεωγραφικές συντεταγμένες, προτιμήθηκε να βρίσκονται σε ξεχωριστό πίνακα, τον LOCATIONS με την προοπτική να καλυφθεί στο μέλλον η περίπτωση μιας διαφορετικής γεωμετρίας (π.χ. να καλύπτει ένας σταθμός μια πολυγωνική περιοχή).

OBSERVERS(oid, location*, rank, fourcode, greek_sitename, latin_sitename)

oid: πρωτεύον κλειδί

location: ξένο κλειδί στον πίνακα τοποθεσιών LOCATIONS

rank, fourcode: χαρακτηριστικά των σταθμών. Το rank αποτελεί μια βαθμολογία του πόσο σημαντικός είναι ο σταθμός, ενώ το fourcode είναι μια συντομογραφία 4 λατινικών γραμμάτων που συνηθίζεται στον ICAO και προεκτείνεται και για σταθμούς που δεν είναι απαραίτητως αεροδρόμια.

greek_sitename, latin_sitename: ονομασίες των σταθμών σε ελληνικά και λατινικούς χαρακτήρες.

Πίνακας LOCATIONS: Περιλαμβάνει τις γεωγραφικές συντεταγμένες των μετεωρολογικών σταθμών.

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, ο πίνακας αυτός μπορεί να διαθέτει γεωμετρικά χαρακτηριστικά αντί για δύο πεδία συντεταγμένων και να αποτυπώνει πιο σύνθετες γεωμετρίες. Στη συγκεκριμένη υλοποίηση για λόγους συμβατότητας της MySQL, προτιμήθηκαν αριθμητικοί τύποι δεδομένων.

Πίνακας METEO MESSAGE TYPES: Κωδικοποιεί τις διάφορες κατηγορίες (τύπους) μετεωρολογικών μηνυμάτων.

Πίνακες RUNWAYS και station AIRPORTS: Οι πίνακες αυτοί αποθηκεύουν επιπλέον χαρακτηριστικά για όσους μετεωρολογικούς σταθμούς βρίσκονται σε αεροδρόμια, οι οποίοι διαθέτουν έναν ή περισσότερους διαδρόμους αποπροσγείωσης. Ουσιαστικά πρόκειται για επέκταση της οντότητας που εκπροσωπεί ο πίνακας OBSERVERS και γι' αυτό ένα ξένο κλειδί στον πίνακα station_AIRPORTS δείχνει προς το πρωτεύον κλειδί αυτού.

Πίνακας LATEST BY OBSERVER: Είναι ο πίνακας που αναλαμβάνει να ενημερώνει την απεικόνιση της καιρικής κατάστασης προς τον χρήστη. Συνδέει μια σειρά παρατηρητών (που μπορεί να είναι υποσύνολο τους) με τα τελευταία μηνύματα που έχουν παραληφθεί. Ο πίνακας ενημερώνεται μόλις αποθηκευτεί ένα καινούργιο μήνυμα στον πίνακα MESSAGES. Αν το μετεωρολογικό μήνυμα αντιστοιχεί σε τύπου METAR ή SPECI, τότε ξεκινάει μια επερώτηση (query) για να βρεθεί το πιο πρόσφατο μήνυμα του ίδιου σταθμού και του ίδιου τύπου και να ενημερωθεί ο πίνακας και η ημερομηνία και ώρα ισχύος του μηνύματος.

5.8 Αποθήκευση στη βάση δεδομένων

Έχοντας από τα προηγούμενα μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της βάσης δεδομένων, μπορούμε να δείξουμε τις συναλλαγές με τη βάση δεδομένων που έχει ο κώδικας σε Perl, όταν με την άφιξη ενός μηνύματος αναλαμβάνει να το αποθηκεύσει:

1. Ο κώδικας Perl παίρνει το τυποποιημένο κείμενο του μηνύματος και το αναλύει συντακτικά τοποθετώντας σε προσωρινές μεταβλητές της γλώσσας Perl τα αποτελέσματα. Το μήνυμα αποθηκεύεται πρωτογενώς στον πίνακα MESSAGES, ελέγχεται από την MySQL αν είναι διπλότυπο.

```
REPLACE INTO
MESSAGES(valid,message_text,message_label,coramd,message_
type,processed,GreekFlag,observer,issuer)
SELECT
STR_TO_DATE('$validdate/$validmonth/$validyear $valid-
time', '%d/%m/%Y %H%i UTC'),
\"$mess\", '$alphaheader', '$comamd', $numtype, 0,
$greekflag, $oid, $headerissuer;
```

2. Εκτελείται SQL επερώτηση για να βρεθεί αν ανήκει σε παρατηρητή του πίνακα OBSERVERS. Η μεταβλητή \$headerissuer περιλαμβάνει τα τέσσερα λατινικά γράμματα με τα οποία ταυτοποιούνται οι μετεωρολογικοί σταθμοί.

```
SELECT oid FROM OBSERVERS WHERE fourcode=$headerissuer
```

3. Αν ο παρατηρητής-σταθμός αναγνωριστεί αλλά και ο τύπος του μηνύματος είναι METAR ή SPECI, που σημαίνει ότι επικαιροποιεί την κατάστασή του, τότε το μήνυμα αναλύεται σε αντίστοιχες hash μεταβλητές της Perl, όπως %wind_element, %temperature_element κλπ., όπου τα κλειδιά της hash μεταβλητής ταυτίζονται με τα ονόματα των χαρακτηριστικών του πίνακα. Έτσι τυποποιείται σε απλές υπορουτίνες η διαδικασία ελέγχου και αποθήκευσης των χαρακτηριστικών σε κάθε πίνακα καιρικών στοιχείων.

Για παράδειγμα, στο hash %temperature_element γίνεται η εξής ανάθεση:

```
$temperature_element{"value"}=
($windex==1)?$m->{C_DEW}:$m->{C_TEMP};
$temperature_element{"unit"}="'C'";
```

όπου οι λέξεις “value” και “unit” είναι στήλες του πίνακα element_TEMPERATURES, οπότε καλείται μέσα στην Perl μια γενική ρουτίνα:

```
InsertElement
("TEMPERATURES", \%temperature_element, $dbh, $cmid);
```

η οποία παίρνει το hash και το όνομα του πίνακα και γεμίζει τυποποιημένα την βάση δεδομένων.

Κατ' αυτό τον τρόπο, ως εδώ καλύψαμε την περιγραφή του μέρους εκείνου της εφαρμογής που αφορά την λήψη των πρωτογενών μηνυμάτων από το μετεωρολογικό δίκτυο, την επεξεργασία και την αποθήκευσή τους στη βάση δεδομένων. Στη συνέχεια θα καλύψουμε το μέρος της εφαρμογής που αναλαμβάνει την απεικόνιση

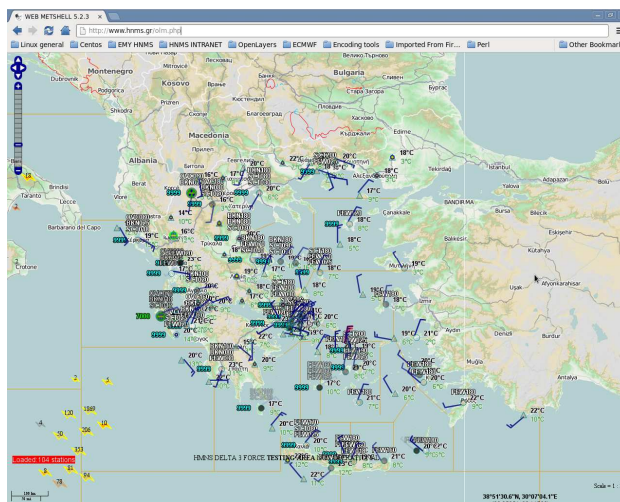
των αποθηκευμένων στοιχείων πάνω στον Browser του χρήστη, ολοκληρώνοντας την διαδικτυακή λειτουργία της.

5.9 Οργάνωση αρχείων κάτω από Apache/PHP

Ως γνωστόν, ο Apache παρουσιάζει Web περιεχόμενο το οποίο βρίσκεται αποθηκευμένο σε έναν υποκατάλογο του συστήματος αρχείων στο λειτουργικό σύστημα που φιλοξενείται. Η δομή των καταλόγων και υποκαταλόγων που χρειάζεται η εφαρμογή για να εκτελεστεί σαν διαδικτυακή από τον apache με PHP είναι η ακόλουθη:

- /api : Συντόμευση στον υποκατάλογο με τη βιβλιοθήκη των OpenLayers
- /css : Αρχεία CSS για την μορφοποίηση της ιστοσελίδας
- /img : Εικονίδια που χρησιμοποιούνται στην απεικόνιση / UI
- /js : Επιπλέον κώδικας JavaScript που ενσωματώνεται (include) στον αρχικό.
- /OpenLayers-2.13.1 : Η βιβλιοθήκη των OpenLayers
- /pics : Εικόνες μεγάλου μεγέθους (π.χ. τοπικοί χάρτες)
- /secure : Αρχεία για τη σύνδεση στις βάσεις δεδομένων
- /stylemaps : Αρχεία που αξιοποιεί η βιβλιοθήκη OpenLayers για την διαμόρφωση των στυλ των αντικειμένων απεικόνισης και ενσωματώνονται (include) στον αρχικό κώδικα.
- /tiles : Τυχόν τοπικά αρχεία με κομμάτια χαρτών
- /wxdata : Θέση όπου λαμβάνονται τα δεδομένα καιρού από την βάση δεδομένων.
- /olm.php : Η κεντρική εφαρμογή – ιστοσελίδα που απεικονίζει τα δεδομένα καιρού.

Επομένως, εάν υποθέσουμε ότι ο apache server αποκρίνεται στην διεύθυνση www.hnms.gr/olm.php, η εφαρμογή αρχίζει να εκτελείται (Εικόνα 10)



Εικ. 10. Αρχική εικόνα της εφαρμογής από τον browser.

Η κλήση προς ένα αρχείο PHP όπως το olm.php θα ξεκινήσει μια επεξεργασία, η οποία θα χρησιμοποιήσει πολλά από τα αρχεία μέσα στην παραπάνω δομή. Η απόκριση θα είναι μια ενεργή διαδραστική απεικόνιση του καιρού πάνω σε ένα χάρτη, που ανήκει σε ένα αρχείο JavaScript/HTML.

Η προϋπόθεση για τον browser είναι να έχει ενεργοποιημένη JavaScript και να μπορεί να έχει κάποιες στοιχειώδεις δυνατότητες επεξεργασίας διανυσματικών γραφικών (Canvas και SVG).

5.10 Στοιχεία για το API των OpenLayers

Η βιβλιοθήκη JavaScript των OpenLayers χρησιμοποιεί κατά κόρον την δυνατότητα της JavaScript να μεταβάλλει δυναμικά τον κώδικα HTML μιας ιστοσελίδας. Οι πιο συνηθισμένες ενέργειες είναι η προσθήκη divisions (<div> ετικετών) μέσα σε προκαθορισμένες <div> ετικέτες του αρχικού κώδικα σε HTML και με τη βοήθεια του CSS να δημιουργεί γραφικά και ενέργειες πάνω στην αρχική ιστοσελίδα, κάνοντας υπολογισμούς ανάμεσα στις σχετικές θέσεις των γραφικών της ιστοσελίδας στην οθόνη και στις γεωγραφικές συντεταγμένες που υποτίθεται ότι παριστάνουν. Έτσι παρέχει μια πλούσια εμπειρία ακριβούς χαρτογράφησης και ελέγχου αυτής, δημιουργώντας μια επεκτάσιμη διεπαφή. Ο προγραμματιστής ασχολείται με τα γεωγραφικά στοιχεία και το API των OpenLayers αναλαμβάνει να αποκαταστήσει την σωστή θέση τους στην εκάστοτε προβολή του χάρτη.

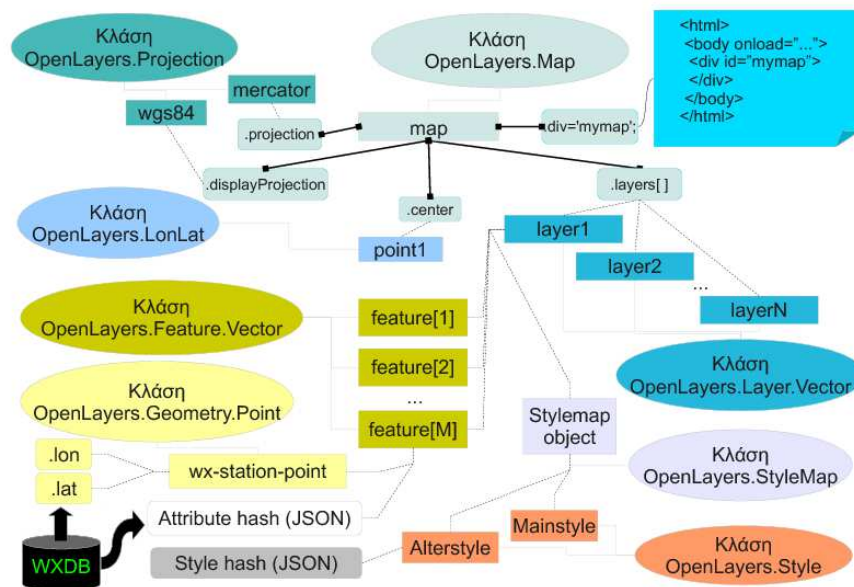
Η βιβλιοθήκη αξιοποιεί τις αντικειμενοστραφείς δυνατότητες της γλώσσας JavaScript, έτσι ορίζει μεταξύ άλλων τις εξής κλάσεις αντικειμένων για να εκτελέσει τις λειτουργίες της:

OpenLayers.Map : Κλάση χαρτών, στην προκειμένη περίπτωση της εφαρμογής χρησιμοποιούμε μόνο ένα αντικείμενο, ένα χάρτη. Πάνω σε αυτήν ορίζονται μεταξύ άλλων η προβολή (mercator ή wgs84), η θέση κέντρου και τα αντικείμενα-επίπεδα που θα περιέχει από την ακόλουθη κλάση OpenLayers.Layer των στρωμάτων.

OpenLayers.Layer : Κλάση στρωμάτων που χωρίζεται σε υποκλάσεις όπως την **OpenLayers.Layer.Vector** με διανυσματικό τρόπο απόδοσης (rendering). Σε κάθε αντικείμενο της υποκλάσης αυτής τοποθετούνται ομοειδή χαρακτηριστικά (features) προς απεικόνιση πάνω στο χάρτη, τα οποία είναι αντικείμενα που ανήκουν σε άλλη κλάση της βιβλιοθήκης.

Άλλες υποκλάσεις: οι **OpenLayers.Layer.OSM** και **OpenLayers.Layer.Google** που τα αντικείμενά τους εξειδικεύονται στην σύνδεση σε διαδικτυακό πόρο και ανάπτυξη ενός χάρτη από tiles, ο οποίος χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα. Εν προκειμένω η μια υποκλάση περιέχει μεθόδους για να συνδεθεί σε χάρτες της Open Street Maps ενώ η άλλη περιέχει μεθόδους για να συνδεθεί σε χάρτες της Google. Υπάρχουν κι άλλες υποκλάσεις στη βιβλιοθήκη, για διάφορες διαδικτυακές ή μη υπηρεσίες χαρτών, ενώ μπορεί να γίνει και προγραμματιστική ανάπτυξη για να συμπληρωθούν (π.χ. για τη σύνδεση στην υπηρεσία WMS της ΕΚΧΑ Α.Ε.).

Κάθε επίπεδο έχει μέθοδο για να βρει την διαδικτυακή ή άλλη πηγή από την οποία θα λάβει τα στοιχεία του, ενώ συνδέεται με κλάσεις αντικειμένων Στυλ για να αποκτήσει την ομογενή γραφική και χρωματική του απόδοση στα χαρακτηριστικά του (features).



Εικ. 11. Διάγραμμα οργάνωσης των κλάσεων και των αντικειμένων του OpenLayers API που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής.

Για παράδειγμα, το βασικό θεματικό επίπεδο των Open Cycle Maps συνοδεύεται στην κλήση του constructor με παράμετρο ένα array από ιστοσελίδες που ορίζουν πού θα βρει ένα συγκεκριμένο tile.

```
var CycleLayer = new OpenLayers.Layer.OSM("Γεωφυσικός
(Internet)",
["http://a.tile.opencyclemap.org/cycle/${z}/${x}/${y}.png",
"http://b.tile.opencyclemap.org/cycle/${z}/${x}/${y}.png",
"http://c.tile.opencyclemap.org/cycle/${z}/${x}/${y}.png"
], { buffer: 3 });
```

Θα χρησιμοποιήσουμε τα εξής επίπεδα:

1. Επίπεδα-βάσεις (base layers) με τον χάρτη που θα απεικονίζεται σαν υπόστρωμα.
2. Επίπεδα επίθεσης (overlay layers) με τα γραφήματα των καιρικών στοιχείων: Άνεμος, θερμοκρασίες (κανονική και σημείο δρόσου), νέφη, κεραυνοί, φαινόμενα.
3. Επίπεδα με βοηθητική – επικουρική πληροφορία, επίσης overlay.

OpenLayers.Feature.Vector : Κλάση (υποκλάση στην πραγματικότητα) των χαρακτηριστικών (features) ενός επιπέδου στο χάρτη, με διανυσματικό τρόπο

απόδοσης (vector rendering). Εξειδικεύοντας στην εφαρμογή, κάθε χαρακτηριστικό συνδέεται με ένα γεωγραφικό σημείο (αντικείμενο από την κλάση `OpenLayers.Geometry.Point`), ενώ μπορεί να οριστούν ιδιαίτερα γνωρίσματα (attributes) από τα οποία αποκτούν την ιδιαιτερότητά τους στην απεικόνιση.

Για παράδειγμα, στο αντικείμενο ανемоι της κλάσεως `OpenLayers.Layer.Vector` ορίζουμε `N` αντικείμενα της κλάσεως `OpenLayers.Feature.Vector` τα οποία είναι οι άνεμοι των `N` μετεωρολογικών σταθμών. Το επίπεδο `anemoi` ορίζει μια συγκεκριμένη τυποποίηση στη γραφική απεικόνιση (μια κεραία ή ένα βέλος χρωματισμένο), αλλά καθένα από τα `N` αντικείμενα που αποτελούν τα χαρακτηριστικά του πρέπει να έχει ιδιαίτερα γνωρίσματα (διεύθυνση και ένταση ανέμου) ώστε να μπορεί να εμφανιστεί διαφορετικά σε κάθε σημείο.

Τα αντικείμενα της κλάσης αυτής έχουν μεθόδους για να λαμβάνουν τα δεδομένα των γνωρισμάτων τους από διαδικτυακές πηγές (ή άλλες που ορίζει ο προγραμματιστής) και έχουν εγγενή δυνατότητα να ενσωματώνονται σε τύπους δεδομένων της μορφής JSON. Είναι δυνατόν δηλαδή να παρασταθεί όλο το αντικείμενο έτσι, και η πηγή του JSON να είναι διαδικτυακό. Αυτή την δυνατότητα θα εκμεταλλευτούμε για να έχουμε απεικόνιση πραγματικού χρόνου.

Ένα επίσης στοιχείο-κλειδί στον προγραμματισμό της εφαρμογής βρισκόταν στο ότι το κάθε επίπεδο (που εκπροσωπεί την παράσταση ενός καιρικού στοιχείου) απεικονίζει ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα επίπεδα τα στοιχεία του. Έτσι, αν και το κάθε επίπεδο (άνεμος, θερμοκρασία κλπ.) είχε να παρουσιάσει την πληροφορία του στα ίδια γεωγραφικά σημεία, η ενότητα των σημείων αυτών, ότι ανήκουν σε έναν μετεωρολογικό σταθμό, χρειαζόταν έναν τρόπο για να φαίνεται η σύνδεση αυτή. Έτσι κάθε χαρακτηριστικό απέκτησε ένα επιπλέον γνώρισμα `index (idx)` για να αποτυπωθεί το γεγονός αυτό. Ο άνεμος π.χ. πάνω από το Καστελλόριζο έτσι έχει το ίδιο γνώρισμα `index` με τη θερμοκρασία πάνω από το Καστελλόριζο, κάτι το οποίο χωρίς αυτό το γνώρισμα δεν θα μπορούσε να είναι γνωστό και θα καταφεύγαμε σε τεχνικές αν η θερμοκρασία και ο άνεμος αναφέρονται στο ίδιο γεωγραφικό σημείο. Η λύση αυτή βοήθησε σημαντικά στην λειτουργία της επιλογής του σταθμού (και όχι απλώς του γεωγραφικού του σημείου) για απεικόνιση της συνολικής πληροφορίας του.

OpenLayers.Style : Είναι κλάση αντικειμένων που ορίζουν ένα συγκεκριμένο στυλ για τα χαρακτηριστικά ενός επιπέδου. Συνήθως ορίζονται δυο αντικείμενα, ένα “κανονικό” και ένα “εναλλακτικό” για όταν το χαρακτηριστικό επιλεγεί από τον χρήστη. Τα αντικείμενα πρέπει να ομαδοποιηθούν σε ένα αντικείμενο κλάσεως `OpenLayers.StyleMap` για να μπορέσει να συνδεθεί με τα επίπεδα (αντικείμενα όπως αναφέραμε κλάσης `OpenLayers.Layer.Vector`)

Όπως τα γνωρίσματα των χαρακτηριστικών, και το στυλ των χαρακτηριστικών (features) γράφονται σε τύπο δεδομένων JSON, ενώ μπορούν να δημιουργηθούν υπό συνθήκες διαφοροποιήσεις στο στυλ και αυτές οι συνθήκες να αποτυπωθούν στο αντικείμενο κλάσης `OpenLayers.Style`

OpenLayers.Control : Είναι μια κλάση αντικειμένων η οποία προσθέτει λειτουργικές δυνατότητες πάνω στο χάρτη. Αυτές μπορεί να είναι με τη μορφή widget (απεικονιστικών βοηθημάτων) πάνω στο χάρτη, ή με τη μορφή ελέγχου

συμβάντων (events) του ποντικιού ή του πληκτρολογίου, οπότε είναι εμπλουτισμός του UI. Η θέση τους και η εμφάνισή τους καθορίζονται από CSS.

Για παράδειγμα, κάτω δεξιά ορίζεται ένα αντικείμενο που εμφανίζει ένα widget με τις γεωγραφικές συντεταγμένες πάνω από τις οποίες βρίσκεται ο οδηγός του mouse. Υπάρχει επίσης μια γραμμή για τον έλεγχο της μεγένθυσης και μια πυξίδα για τον έλεγχο της μετατόπισης του χάρτη.

Τα περισσότερα από αυτά τα Controls παρέχονται έτοιμα από το API, ωστόσο έχουν δημιουργηθεί και παραλλαγές τους επάνω στον πρωτογενή κώδικα για τους σκοπούς της εφαρμογής.

5.11 Δομή της κύριας ιστοσελίδας (olm.php)

Ο κώδικας της ιστοσελίδας είναι μικτός: HTML/Javascript/PHP. Τμήματα σε PHP εκτελούνται και αντικαθίστανται μέσα στην ιστοσελίδα που περνάει στο χρήστη, οπότε με αυτό τον τρόπο μπορούμε να παραμετροποιήσουμε την δομή αλλάζοντας απλώς τον κώδικα PHP σε κατάλληλα αρχεία. Επίσης ο κώδικας PHP παρέχει την εντολή include έτσι ώστε να γίνει ευκολότερη η διαχείριση μεγάλων τμημάτων κώδικα.

Η ιστοσελίδα που λαμβάνει ο χρήστης αποτελείται από τα εξής μέρη που εκτελούνται:

1. Ετικέτες <meta>, <link> προς τα αρχεία CSS και συμπληρωματικά τμήματα κώδικα JavaScript που ενσωματώνονται στον κορμό.
2. Έναρξη <script> κώδικα σε JavaScript: Ορισμός σταθερών (π.χ. wgs84 για την αντίστοιχη προβολή)
3. Αρχίζει ο ορισμός της συνάρτησης init() που είναι η συνάρτηση που θα εκτελεστεί μόλις φορτωθεί η ιστοσελίδα. Η συνάρτηση init() περιέχει το κρίσιμο κομμάτι του κώδικα.
4. Ορισμός των OpenLayers.Control αντικειμένων του χάρτη και άλλων επιλογών (map options)
5. Ορισμός των βασικών στρωμάτων (υπόβαθρο) του χάρτη. Αυτά συνδέονται είτε σε υπηρεσίες Google, είτε σε υπηρεσίες Open Street Maps. Προβλέπεται επίσης και μια τοπική εικόνα.
6. Ορισμός των στυλ και των συνθηκών με τις οποίες θα παρουσιάζονται τα καιρικά στοιχεία πάνω στα αντίστοιχα επίπεδα. Πρόκειται για ένα αρχείο include γραμμένο σε PHP έτσι, ώστε να μπορούμε να δοκιμάζουμε διάφορους τρόπους αναπαράστασης. Ακολουθεί ομαδοποίησή τους.
7. Ορισμός των overlay στρωμάτων, δηλαδή αυτών που θα περιέχουν τα καιρικά χαρακτηριστικά. Συνδέονται με τα προηγουμένως ορισμένα στυλ.
8. Ορίζεται ένα επιπλέον overlay επίπεδο, αυτό των σταθμών, το οποίο αναλαμβάνει να συνδέεται τακτικά μέσω AJAX σε ένα αρχείο της μορφής JSON το οποίο μεταβάλλεται σε κάθε κλήση, αν στο μεταξύ τα στοιχεία στην βάση δεδομένων έχουν αλλάξει. Μόλις το JSON παραληφθεί, εκτελείται μια ρουτίνα που γεμίζει με στοιχεία όλα τα υπόλοιπα overlay επίπεδα. Αυτό γίνεται για να αποκτηθεί το ίδιο γνώρισμα index και να εξυπηρετηθούν ιδιαιτερότητες της απεικόνισης (π.χ.

σε ορισμένους σταθμούς θα απεικονιστεί ο μέγιστος άνεμος μαζί με τον μέσο άνεμο).

9. Ορίζεται με τον ίδιο τρόπο το overlay επίπεδο των κεραυνών, καθώς χρησιμοποιούν διαφορετικό αρχείο JSON για να παραληφθούν οι συντεταγμένες τους, ενώ για την απεικόνισή τους χρησιμοποιείται η μέθοδος clustering. Αυτή συμπύκνωση ανάλογα με το επίπεδο εστίασης (zoom) τα πολύ κοντινά χαρακτηριστικά (κάτι που συμβαίνει συχνά στους κεραυνούς) και αντί για ένα μεγάλο πλήθος, της τάξεως των εκατοντάδων, απλών γραφικών ενός κεραυνού, χρησιμοποιείται ένα σύμβολο με έναν αριθμό που δηλώνει πόσους κεραυνούς συσσωρεύει.
10. Γίνεται η “ενεργοποίηση” του χάρτη, δηλαδή λαμβάνονται τα πρώτα δεδομένα, γειμίζουν τα επίπεδα με τα χαρακτηριστικά και αρχίζει η εμφάνιση του χάρτη στον χρήστη.
11. Δεσμεύονται κάποια “events” δηλαδή συμβάντα που αφορούν την επιλογή με κλικ ενός εκ των χαρακτηριστικών, δηλαδή αν ο χρήστης επιλέξει με το ποντίκι ένα σταθμό, προκειμένου να εκτελεστεί κώδικας που θα του τονίξει ορισμένες πληροφορίες.
12. Κλείνει η συνάρτηση `init()` και η ετικέτα `</script>`, ενώ αρχίζουν οι ετικέτες του HTML. Είναι τα τμήματα:

```
<body onload="init();" ><div id="basicMap" ></div>
```

όπου φαίνεται ότι με την φόρτωση της ιστοσελίδας θα εκτελεστεί η `init()` και ο χάρτης θα τοποθετηθεί στο `division` αμέσως μετά. Το υπόλοιπο είναι κάποια επιπλέον `divisions` και κλείσιμο της ιστοσελίδας (`</html>`).

5.12 Στοιχεία για το User Interface

Η διεπαφή της εφαρμογής στηρίζεται στις δυνατότητες που παρέχει το API των OpenLayers για τον χειρισμό του χάρτη και των πληροφοριών του.

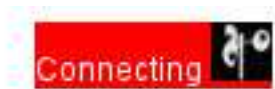
Το API δεσμεύει “συμβάντα” (events) του χάρτη, όπως την απλή κίνηση του ποντικιού, την κίνηση του ποντικιού με κρατημένο το πλήκτρο, την επιλογή (κλικ) ενός στοιχείου της διεπαφής πάνω στον χάρτη. Τα στοιχεία της διεπαφής είναι τα βασικά επίπεδα του χάρτη, τα χαρακτηριστικά που απεικονίζουν την καιρική κατάσταση, καθώς και τα απεικονιστικά βοηθήματα.

Λεπτομέρειες για το πώς λειτουργεί το User Interface παρατίθενται στο σενάριο χρήσης.

6 Σενάριο Χρήσης – Οδηγίες

Θα περιγράψουμε στη συνέχεια ένα σενάριο χρήσης της εφαρμογής, όπου ο χρήστης αξιοποιεί τις δυνατότητες και τις λειτουργίες της εφαρμογής προκειμένου να αποκτήσει ενήμερη εικόνα της καιρικής κατάστασης στην περιοχή ενδιαφέροντός του.

1. Η εκκίνηση γίνεται από οποιαδήποτε θέση εργασίας βρίσκεται συνδεδεμένη στο τοπικό δίκτυο της εφαρμογής (βάση δεδομένων, γεωγραφικός και web εξυπηρετητής). Ο χρήστης δεν έχει ανάγκη να γνωρίζει τις θέσεις των υπόλοιπων σταθμών εργασίας του τοπικού δικτύου που υποστηρίζουν την εφαρμογή του.
2. Για τη θέση εργασίας του χρήστη απαιτείται να είναι εγκατεστημένος ένας κατά προτίμηση ανοιχτού λογισμικού web browser, ο οποίος να έχει ενεργοποιημένη την υποστήριξη JavaScript και να μπορεί να διαχειριστεί στοιχεία Canvas και SVG. Ο χρήστης εκκινεί πριν από όλα το browser και μεταβαίνει στην ιστοσελίδα στην οποία ο web server αποστέλλει στον χρήστη την εφαρμογή.
3. Υπάρχει μια μικρή αναμονή προκειμένου η JavaScript να ενεργοποιήσει όλα τα στοιχεία που πρέπει να απεικονιστούν. Η αναμονή εξαρτάται από τις δυνατότητες του web browser. Σε κάθε ανανέωση των στοιχείων των σταθμών εμφανίζεται στην κορυφή της οθόνης ένα στοιχείο αναμονής (Εικόνα 12):



Εικ. 12. Στοιχείο αναμονής.

4. Η αρχική οθόνη που υποδέχεται τον χρήστη ολοκληρώνεται όπως στην προηγούμενη εικόνα 10 και ο χρήστης μπορεί να αρχίσει να χρησιμοποιεί την εφαρμογή. Η ανανέωση των χαρακτηριστικών του καιρού όπως απεικονίζονται στο χάρτη γίνεται αυτόματα.
5. Το στοιχείο αναμονής αντικαθίσταται από μια αναφορά πλήθους των μετεωρολογικών σταθμών από τους οποίους έλαβε στοιχεία (Εικόνα 13):



Εικ. 13. Αναφορά ανάκτησης στοιχείων.

6. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες ενεργειών από το χρήστη για να αρχίσει να αξιοποιεί την εφαρμογή. Θα αναφερθούμε σε αυτές περιληπτικά και στη συνέχεια αναλυτικά:
 - (a) (“Κάνένα κλικ”) Ο χρήστης δεν προβαίνει σε κάποια διαδραστική πράξη, αλλά μπορεί να ξεκινήσει άμεσα να παρατηρεί την γραφική απεικόνιση του καιρού

πάνω στην οθόνη και διασπείρεται σε διάφορα σημεία του χάρτη, τα οποία αντιστοιχούν στους μετεωρολογικούς σταθμούς στη χώρα που έχουν αποστείλει πρόσφατα το ενημερωμένο μήνυμα της κατάστασής τους.

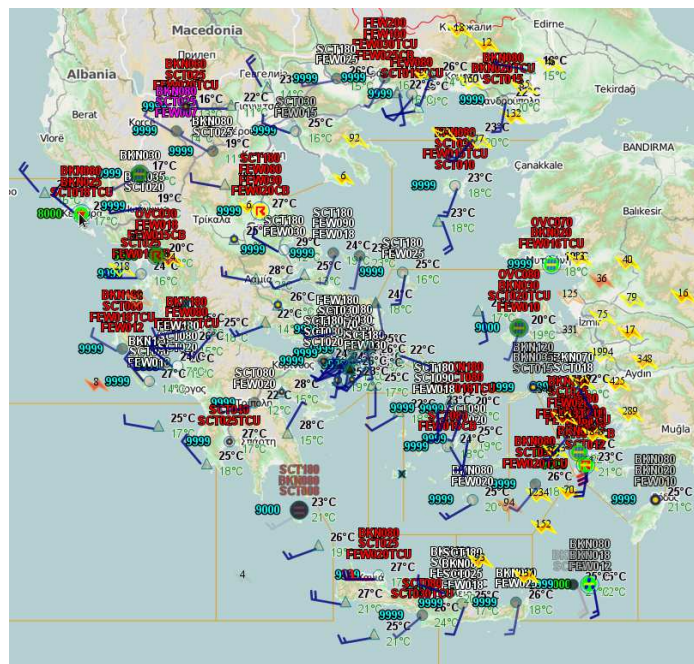
- (b) (“Ένα κλικ”) Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει το ποντίκι και να περιηγηθεί στο χάρτη. Η εφαρμογή ανιχνεύει τη θέση και τα πλήκτρα που μεταχειρίζεται ο χρήστης και εκτελεί διαισθητικά ανάλογες ενέργειες πάνω στην απεικόνιση.
- (c) (“Δύο κλικ”) Ο χρήστης μπορεί να παρατηρήσει απεικονιστικά βοηθήματα (widgets) πάνω στην οθόνη για να προβεί σε επιπλέον λειτουργίες της εφαρμογής και να αποκτήσει περισσότερες πληροφορίες. Τα widgets έχουν καταστάσεις “ελαχιστοποίησης” και πρέπει ο χρήστης να ενεργοποιήσει κάποιο εικονίδιο για να εμφανιστούν οι λειτουργίες τους και να τις επιλέξει.
7. **Ο χρήστης παρατηρεί την γραφική απεικόνιση του καιρού.** Χρειάζεται πρώτα απ’ όλα μια ερμηνεία των οπτικών παραστάσεων του χρήστη από την εφαρμογή, πριν ο χρήστης προβεί σε δικές του ενέργειες. Η γραφική απεικόνιση γίνεται γύρω από κάθε σημείο που εκπροσωπεί τη θέση του μετεωρολογικού σταθμού. Με κέντρο αυτή τη θέση πάνω στο χάρτη, τα γραφικά μέρη απεικονίζονται ακτινωτά και δείχνουν εκτός από τα καιρικά φυσικά μεγέθη, επιπλέον πληροφορίες για τον σταθμό:
- (a) Θερμοκρασία: Σε βαθμούς Κελσίου που εμφανίζονται επάνω και δεξιά, σε μαύρο χρώμα. Σε περίπτωση ωστόσο που η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 35 βαθμούς, χρωματίζεται κόκκινη, ενώ σε περίπτωση που κατεβαίνει λιγότερο από τους 10 βαθμούς, χρωματίζεται μπλε. Έτσι ο χρήστης αποκτά άμεση αντίληψη “θερμών” και “ψυχρών” περιοχών στο χάρτη.
- (b) Σημείο Δρόσου (είναι ένα ακριβέστερο μέγεθος για την υγρασία): Ακριβώς κάτω από τη θερμοκρασία, σε πράσινο χρώμα.
- (c) Ορατότητα σε μέτρα: Στα αριστερά, με γαλάζιο ή πράσινο χρώμα. Η τιμή 9999 είναι οικεία στους χρήστες και ερμηνεύεται ως “καλή ορατότητα” άνω των 10 χιλιομέτρων. Κάθε ορατότητα μικρότερη από αυτή συνοδεύεται και από ένα εικονίδιο φαινομένων. (Εικόνα 14)



Εικ. 14. Η γραφική απεικόνιση των μετεωρολογικών σταθμών στην Ήπειρο, με την τιμή «9999» να είναι ένδειξη «καλής ορατότητας».

(d) Νεφοκάλυψη: Η νεφοκάλυψη αναλύεται σε δυο διαστάσεις, η μία είναι η ποσότητα των νεφών, πόσο τμήμα του ουρανού καλύπτεται, και η δεύτερη το ύψος της βάσης του σύννεφου, το χαμηλότερο ύψος πριν βρεθούμε μέσα σε αυτό. Για την ποσότητα χρησιμοποιούνται οι συντομογραφίες FEW (κάλυψη ως 25%), SCT (κάλυψη ως 50%), BKN (κάλυψη άνω του 50%), OVC (κάλυψη 100%). Για τα ύψη χρησιμοποιούνται στα αεροναυτικά πρότυπα τα Flight Levels, δηλαδή τα εκατοντάδες πόδια (feet) σε ύψος. Έτσι π.χ. FEW010 σημαίνει εμφάνιση μικρής ποσότητας νέφους στα 1000 πόδια ύψος.

Πέραν των δύο διαστάσεων υπάρχει σε ορισμένες περιπτώσεις κακοκαιρίας μια επισημάνση της ποιότητας των νεφών. Αυτή είναι είτε η συντομογραφία CB είτε η συντομογραφία TCU. Η πρώτη σημαίνει καταιγιδοφόρο νέφος, ενώ η δεύτερη επισημαίνει “ανεπτυγμένους σωρείτες”, σύννεφα που θεωρούνται πρόδρομα ενός καταιγιδοφόρου. Αυτά είναι επικίνδυνα για την αεροπλοΐα και γι’ αυτό το λόγο έχουν διαφορετικό, κόκκινο χρώμα.



Εικ. 15. Η εικόνα της εφαρμογής σε ημέρα κακοκαιρίας συνδυάζει όλες τις πληροφορίες που χρειάζεται να αξιοποιήσει ο χρήστης της εφαρμογής.

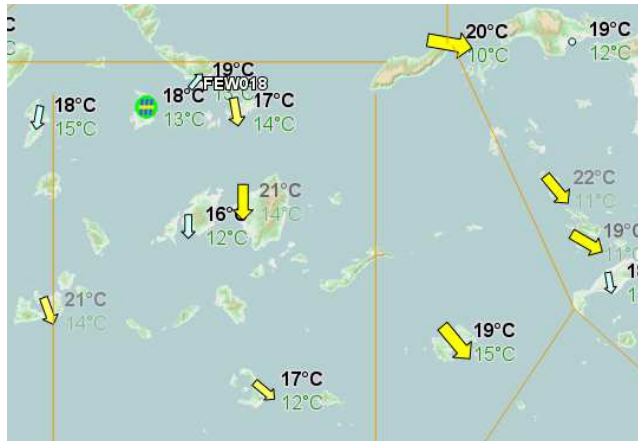
Επισημαίνεται ότι ο χρήστης είναι αρκετά εξοικειωμένος με αυτό τον τρόπο περιγραφής της νεφοκάλυψης, γι’ αυτό και η γραφική απεικόνιση απλώς διατάσσει καθ’ ύψος τα επίπεδα των νεφώσεων. Ωστόσο, ενώ γενικά επιλέγεται το λευκό χρώμα, σε περίπτωση χαμηλών νεφώσεων γίνεται γκρι ή μωβ και σε περίπτωση επικίνδυνων νεφών γίνεται κόκκινο. Αυτός ο χρωματισμός είναι σημαντικό βοήθημα

για τον χρήστη, καθώς εντοπίζει με άμεση εποπτεία της οθόνης τις επικίνδυνες συνθήκες.

(ε) Διεύθυνση και ένταση ανέμων: Έχουν δημιουργηθεί δυο είδη απεικόνισης των ανέμων, οι “κεραίες” και τα “βέλη”. Αυτές δεν εμφανίζονται ταυτόχρονα.

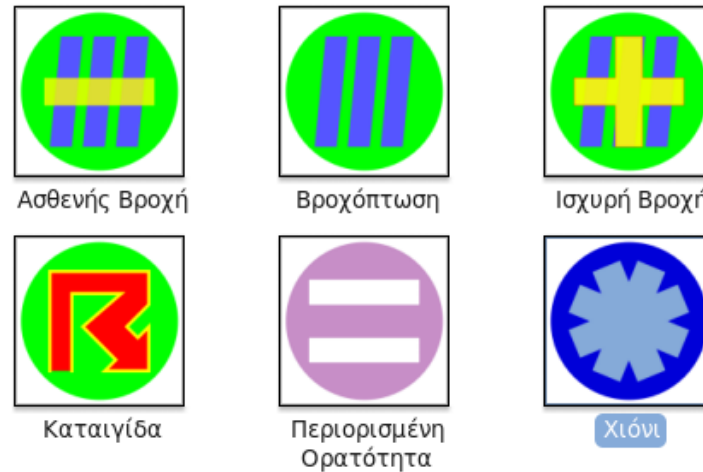
Οι “κεραίες” είναι ένας διεθνώς καθιερωμένος συμβολισμός, για να εμφανίζεται ταυτόχρονα η διεύθυνση και η ένταση (ταχύτητα) του ανέμου. Η μεγάλη αξονική γραμμή είναι η διεύθυνση και η προέλευση του ανέμου επισημαίνεται από τις μικρές κάθετες γραμμές που πληθαίνουν με την ένταση. Η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι οι κόμβοι: μια μικρή κάθετη γραμμή είναι 1-5 κόμβοι, μια μεγαλύτερη κάθετη γραμμή μετράει 10δες κόμβους. Σε περίπτωση νηνεμίας εμφανίζεται ένας κύκλος. Σε περίπτωση όπου έχουμε μεγάλη απόκλιση στο μέγιστο άνεμο, εμφανίζεται ένα κόκκινο πλαίσιο γύρω από το σύμβολο με ορατές γραμμές για την επιπλέον ταχύτητα. Το γραφικό καταλήγει στο κέντρο του σταθμού.

Τα “βέλη” (Εικόνα 16) είναι πιο διαισθητικός συμβολισμός, δείχνουν τον προορισμό του ανέμου. Το μέγεθος και ο χρωματισμός τους αντιστοιχούν στα μποφόρ με τα οποία μετριέται ο άνεμος. Σε περίπτωση νηνεμίας εμφανίζεται κύκλος, σε περίπτωση μεγάλου μέγιστου ανέμου εμφανίζεται περίγραμμα γύρω από το βέλος, εξυπηρετώντας τον άμεσο εντοπισμό επικίνδυνων περιοχών. Το γραφικό βρίσκεται στο κέντρο του σταθμού, πάνω του.



Εικ. 16. Βέλη για τη διεύθυνση του ανέμου.

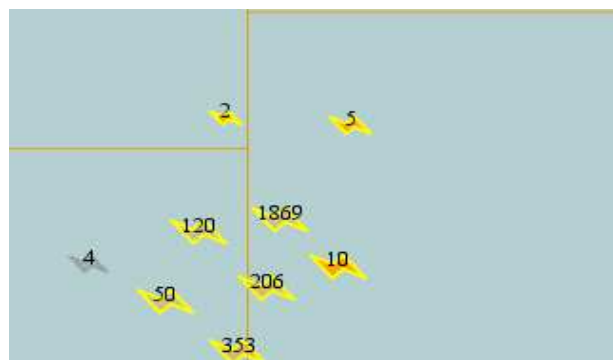
- (f) Βαρομετρική πίεση. Εμφανίζεται σε 100δες Pascal (hPa) στο κάτω μέρος.
 (g) Είδη φαινομένων. Ένα εικονίδιο (που υπερτερεί) πάνω στον σταθμό που επισημαίνει την παρούσα καιρική κατάσταση, με φαινόμενα. Στην Εικόνα 17 φαίνονται μερικά από τα βασικά εικονίδια:



Εικ. 17. Μερικά είδη καιρικών φαινομένων.

- (h) Κερανοί: Η εξέλιξη των καιρικών συστημάτων με καταιγίδες εμφανίζεται σε οποιοδήποτε σημείο του χάρτη. Οι κερανοί που εντοπίζονται ομαδοποιούνται σε χρόνο και σε ποσότητα. Η χρωματική διαβάθμιση είναι
- (i) Κίτρινο: κερανοί που έπεσαν τα τελευταία 15 λεπτά.
 - (ii) Πορτοκαλί (κίτρινο περίγραμμα): κερανοί 15-30 λεπτά πριν.
 - (iii) Γκριζο: κερανοί μετά τα 30 λεπτά.

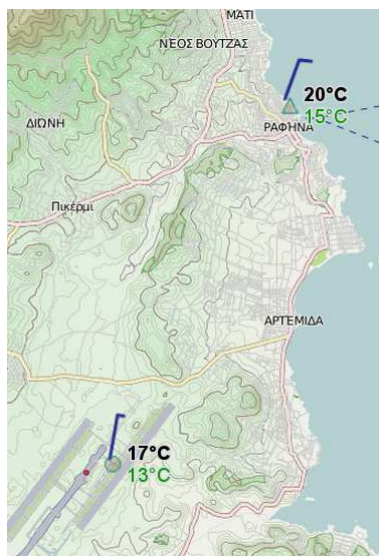
Καθώς τα σύμβολα αρχίζουν και γίνονται παρωχημένα, δημιουργείται και το επιπλέον εφέ της φθίνουσας εμφάνισης (fade out). Πάνω από κάθε σύμβολο κερανού εμφανίζεται το πλήθος τους πάνω από την περιοχή.



Εικ. 18. Απεικόνιση ηλεκτρικών φαινομένων.

- (i) **Αυτοματοποιημένοι – επανδρωμένοι σταθμοί.** Το μήνυμα που στέλνεται από τους σταθμούς για την καιρική τους κατάσταση πρέπει να είναι γνωστό αν οφείλεται σε μετρήσεις που έγιναν από άνθρωπο ή από μηχανή. Είναι στοιχείο που διαφοροποιείται στο χρόνο σε ορισμένους σταθμούς. Είναι απαραίτητη

γνώση για τον χρήστη της εφαρμογής. Η διάκριση αυτή επιτυγχάνεται με ένα τρίγωνο σημάδι για τους αυτοματοποιημένους και από ένα κύκλο για τους επανδρωμένους σταθμούς. (Εικόνα 19)



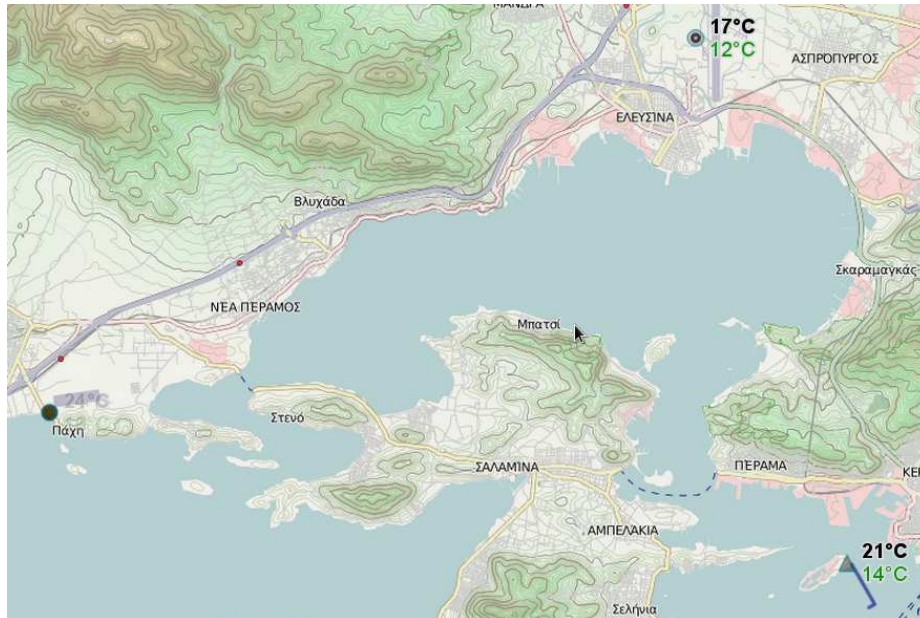
Εικ. 19. Ο σταθμός του αεροδρομίου των Σπάτων με τον κύκλο παρουσιάζεται ως επανδρωμένος (με κύκλο), ενώ ο σταθμός της Ραφήνας ενημερώνεται από αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό (τρίγωνο).

- (j) **Διαχωρισμός θαλάσσιων περιοχών.** Αυτή η πληροφορία εξειδικεύεται στη ναυτιλία, μπορεί να αξιοποιηθεί ουσιαστικά από τους χρήστες από την Ε.Μ.Υ. που είναι υπεύθυνη για αυτό το διαχωρισμό της Ανατολικής Μεσογείου. Οι χρήστες αυτοί έχουν ανάγκη να βλέπουν τον παρόντα καιρό μέσα από αυτό το διαχωρισμό διότι πρόκειται να συντάξουν δελτία πρόγνωσης καιρικών συνθηκών στις θάλασσες. Ουσιαστικά επιδεικνύει την δυνατότητα της εφαρμογής να ενσωματώσει γεωγραφικές πληροφορίες.
- (k) **Καθυστερημένα στοιχεία.** Είναι πολύ σημαντικό για τον χρήστη της εφαρμογής να μπορεί να έχει μια άμεση αντίληψη των σταθμών που, για λόγους δικής τους υπαιτιότητας, δεν μπορούν να στείλουν έγκαιρη ενημέρωση της κατάστασής τους. Ωστόσο είναι απαραίτητο τα τελευταία, έστω και παρωχημένα στοιχεία, να παραμείνουν στον χάρτη και να μην χαθούν για ένα σχετικά μεγάλο διάστημα.

Η γραφική τους απεικόνιση σε αυτές τις περιπτώσεις αρχίζει να φθίνει (fade) εκτός από το κέντρο, το οποίο “μαυρίζει” κλιμακωτά.

Στην Εικόνα 20 έχουμε ένα παράδειγμα όπου ο χρήστης μπορεί να καταλάβει ότι ο σταθμός της Πάχης Μεγάρων δεν έχει ενημερωθεί για αρκετές ώρες, ωστόσο η θερμοκρασία του π.χ. παραμένει αγνά φανερή. Ο σταθμός της Ψυτάλειας (τρίγωνο, άρα αυτόματος) έχει “μαυρίσει” λιγότερο, επομένως ο χρήστης γνωρίζει

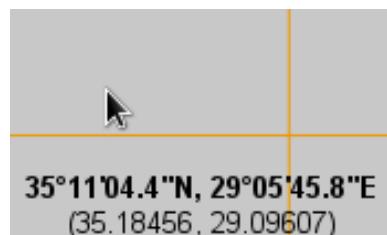
ότι η πληροφορία είναι παλιά αλλά όχι παρωχημένη. Τέλος, ο σταθμός της Ελευσίνας (με άπνοια) είναι κανονικά ενημερωμένος.



Εικ. 20. Διαβάθμιση της καθυστέρησης των μετεωρολογικών στοιχείων.

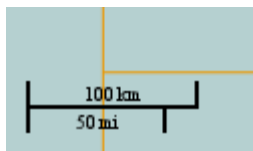
8. Απεικόνιση συντεταγμένων και κλίμακα αποστάσεων.

- (a) Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να κινεί το δείκτη με το ποντίκι και να λαμβάνει άμεσα τη χρήσιμη πληροφορία για τις γεωγραφικές συντεταγμένες της τοποθεσίας που αντιστοιχεί στη θέση στον χάρτη. Η πληροφορία αυτή εμφανίζεται κάτω δεξιά (Εικόνα 21) σε μορφές DMS (μοίρα, πρώτο λεπτό, δεύτερο λεπτό) και δεκαδική (μοίρα και δεκαδικά ψηφία).



Εικ. 21. Βοήθημα γεωγραφικών συντεταγμένων.

- (b) Στο κάτω μέρος της οθόνης επίσης εμφανίζεται η κλίμακα (δεξιά) και ένα υπόδειγμα αποστάσεων (αριστερά), το οποίο ενημερώνεται ανάλογα με το επίπεδο εστίασης του χάρτη. (Εικόνα 22)



Εικ. 22. Βοήθημα αποστάσεων.

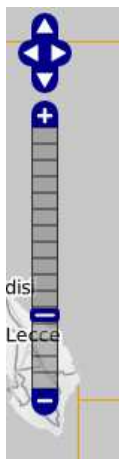
(c) Σε ορισμένους browsers (Mozilla Firefox) είναι δυνατόν να εμφανιστεί μια μικρή ετικέτα με το όνομα του μετεωρολογικού σταθμού όταν κινείται ο δείκτης του ποντικιού πάνω από τη θέση του.

9. **Περιήγηση στον χάρτη.** Εδώ θα αναλύσουμε πώς ο χρήστης μπορεί να εστιάσει σε υποπεριοχές, ή να απομακρυνθεί, καθώς και να κινηθεί σε περιοχές μη εμφανείς του χάρτη.

Υπάρχουν δύο τρόποι για να περιηγηθεί ο χρήστης στον χάρτη. Ο ένας είναι με κατάλληλο χειρισμό των πλήκτρων και της κίνησης του ποντικιού, ενώ ο δεύτερος μεταχειρίζεται εναλλακτικά το απεικονιστικό βοήθημα εστίασης και μετατόπισης του χάρτη που βρίσκεται μόνιμα στην επάνω αριστερή γωνία στην οθόνη της εφαρμογής.

(a) **Ο χρήστης θέλει να εστιάσει (zoom) γενικά στον χάρτη.**

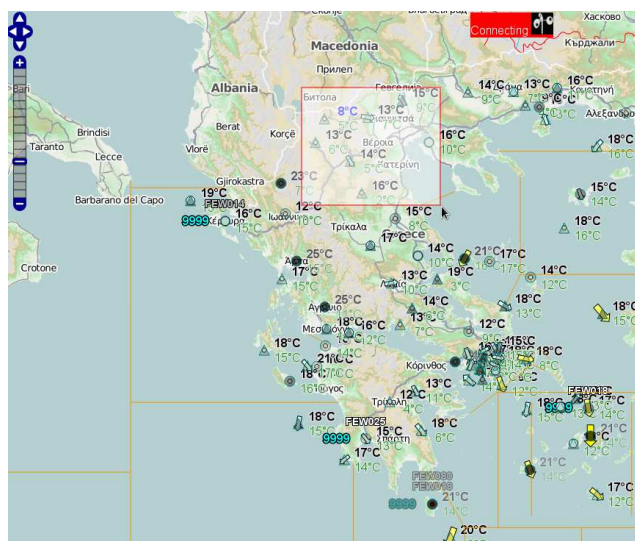
(i) Ο βασικός τρόπος είναι με το γραμμικό απεικονιστικό βοήθημα εστίασης στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης (Εικόνα 23), όπου επιλέγει πατώντας το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού πάνω στο “+” (για πλησίασμα προς το επίπεδο εστίασης – zoom in) ή το “-” (για απομάκρυνση από το τρέχον επίπεδο εστίασης – zoom out).



Εικ. 23. Βοήθημα εστίασης – περιήγησης στον χάρτη.

(ii) Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιήσει τον τροχό του ποντικιού, αν υπάρχει, στρέφοντάς τον μπροστά ή πίσω.

- (iii) Το επίπεδο εστίασης ελέγχεται και από την ενδιάμεση ράβδο, σύροντας το ποντίκι προς τα πάνω ή προς τα κάτω.
- (b) **Ο χρήστης θέλει να μετακινηθεί στον χάρτη.**
- (i) Με κίνηση και κρατημένο κάτω το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού (drag), τμήματα του χάρτη αποκαλύπτονται από την αντίθετη κατεύθυνση, δίνοντας έτσι την αίσθηση της χωρικής μετατόπισης του χάρτη (pan).
- (ii) Το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται από το πάνω αριστερά βοήθημα που μοιάζει με πυξίδα.
- (iii) Εξειδικευμένη παρουσίαση με επιλογή ορθογωνίου πάνω στο χάρτη.
 Αν ο χρήστης επιθυμεί να κάνει εστίαση εξειδικευμένα σε περιοχή της επιλογής του μπορεί να ορίσει μια ορθογώνια περιοχή που να περικλείει την συγκεκριμένη περιοχή στον χάρτη.
 Ο χειρισμός γίνεται κρατώντας ταυτόχρονα πατημένο το πλήκτρο SHIFT στο πληκτρολόγιο και το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού. Ο δείκτης αλλάζει σε σταυρόνημα και με την μετακίνηση του ποντικιού ο χρήστης μπορεί να χαράξει το ορθογώνιο, που παρουσιάζεται ημιδιαφανές λευκό και με κόκκινο περίγραμμα (Εικόνα 24). Μόλις ο χρήστης απελευθερώσει τα πλήκτρα, η εστίαση γίνεται στην επιθυμητή περιοχή.

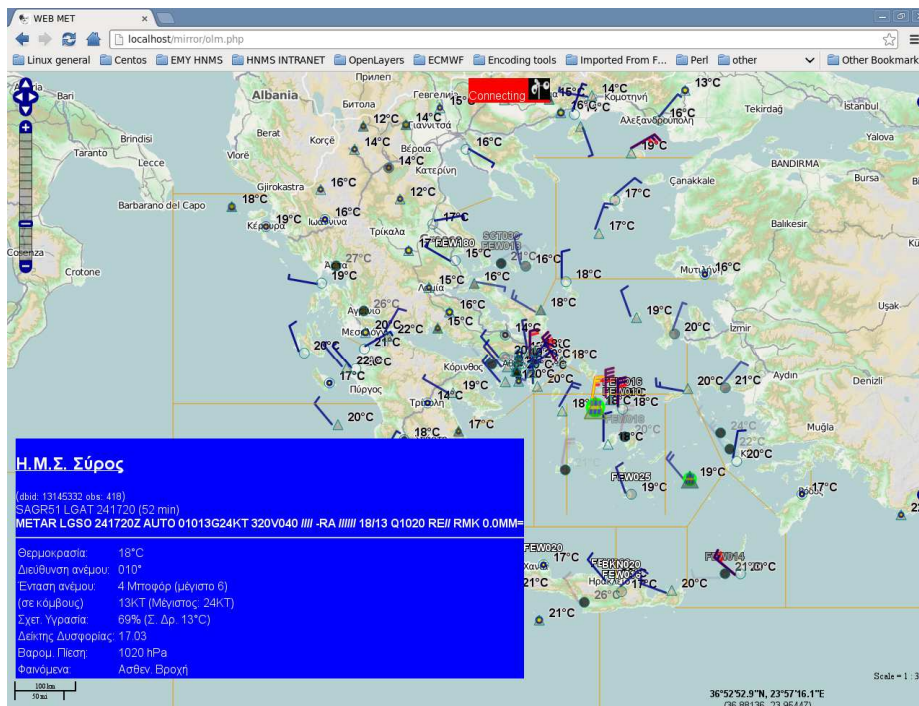


Εικ. 24. Εστίαση με επιλογή ορθογωνίας περιοχής.

- (iv) Μεγέθυνση – Σμίκρυνση. Στην πραγματικότητα, οι λειτουργίες του browser καλύπτουν την τυχόν ανάγκη του χρήστη να μεγεθύνει ή να σμικρύνει το κείμενο και τα γραφικά. Υπάρχει ο συνδυασμός πλήκτρων CTRL+ και CTRL- για αυτό το σκοπό.

10. Επιλογή σταθμού και εμφάνιση αναλυτικής πληροφορίας του.

Η πιο σημαντική πληροφορία για τον χρήστη είναι να μπορεί να πάρει αναλυτικά στοιχεία για την καιρική κατάσταση ενός σταθμού της επιλογής του (Εικόνα 25).



Εικ. 25. Πληροφορίες επιλεγμένου σταθμού.

Η δυνατότητα αυτή παρέχεται όταν ο χρήστης μετακινήσει τον δείκτη του ποντικιού πάνω σε ένα σημείο με μετεωρολογικό σταθμό της επιλογής του και πιάσει μια φορά το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού (“απλό κλικ”).

Το χαρακτηριστικό σχήμα (κύκλος ή τρίγωνο) του γραφικού συμβόλου του σταθμού μεγεθύνεται, όπως και το φαινόμενο αν υπάρχει στον σταθμό. Ταυτόχρονα κάτω αριστερά στην οθόνη εμφανίζονται σε ένα μπλε ορθογώνιο “υποπαράθυρο” με λευκό χρώμα γραμματοσειράς αναλυτικές πληροφορίες που χρειάζεται να πληροφορηθεί ο χρήστης για τον σταθμό και την καιρική του κατάσταση. Οι πληροφορίες αυτές συμπληρώνονται από κάποια περιγραφικά στοιχεία ή μετατρέπονται, όπου είναι δυνατόν. Κατά κανόνα δεν παραλείπεται καμία πληροφορία, ωστόσο, μόνο σε περίπτωση που ο ίδιος ο σταθμός έχει χάσει κάποια στοιχεία, αυτά δεν εμφανίζονται στις αναλυτικές πληροφορίες.

Έτσι συμπληρωματικά ο χρήστης μπορεί να δει τον άνεμο σε κλίμακα Μποφόρ (όπως και την μέγιστη τιμή στο τελευταίο δεκάλεπτο, αν υπερβαίνει πάνω από 1 Μποφόρ ή 10 κόμβους την μέση τιμή του ανέμου στο ίδιο διάστημα), τη σχετική υγρασία, δείκτη δυσφορίας (καθορίζεται από το Υπουργείο Εργασίας), περιγραφή φαινομένου (ασθενής βροχή, καταιγίδα κλ.) και νεφώσεως (π.χ. αν το νέφος είναι καταιγιδόφορο).

Στην αρχή του υποπαραθύρου αναφέρεται ο τίτλος του σταθμού, συνήθως το όνομα της περιοχής που αντιπροσωπεύει, π.χ. το “Η.Μ.Σ.” στον τίτλο “Η.Μ.Σ. Σκύρος” σημαίνει “Ημιαυτόματος Μετεωρολογικός Σταθμός” (επανδρώνεται μερικές ώρες το 24ωρο). Τα αμέσως επόμενα στοιχεία αφορούν τη βάση δεδομένων (ταυτότητα πρωτογενούς μηνύματος και παρατηρητή με τα πρωτεύοντα κλειδιά) και εξυπηρετούν λόγους debugging. Κατόπιν εμφανίζεται η επικεφαλίδα του bulletin στο οποίο διακινήθηκε το μήνυμα, η χρονική του καθυστέρηση, και πριν την οριζόντια γραμμή ακριβώς εμφανίζεται το πρωτογενές μήνυμα στην μορφή τυποποιημένου κειμένου με την οποία κυκλοφορεί στο μετεωρολογικό δίκτυο. Έτσι ο χρήστης μπορεί να έχει γνώση μιας πιο “καθαρόαιμης” τεχνικής πληροφορίας, στην όχι απίθανη περίπτωση να έχει την ανάλογη εξοικείωση.

Το υποπάρθυρο παραμένει ανοιχτό στα αριστερά της οθόνης χωρίς να κρύβει το βοήθημα απόστασης, ενώ μπορεί να συνεχιστεί κανονικά η περιήγηση στον χάρτη και η εστίαση σε άλλες περιοχές, σύμφωνα με τις οδηγίες που δόθηκαν στα προηγούμενα. Το υποπάρθυρο δεν κλείνει επίσης όταν ο σταθμός αποεπιλεγεί μόνος του, δηλαδή όταν πάψει να είναι επιλεγμένος (με το προηγούμενο “κλικ” του ποντικιού) εξαιτίας συμβάντος ενημέρωσης με σύνδεση στη βάση δεδομένων (φαίνεται η ένδειξη σύνδεσης βλ. Παραγράφους 3 και 5 ωρίτερα στο Σενάριο Χρήσης). Ωστόσο δεν ενημερώνεται αν στο μεταξύ αλλάξουν τα στοιχεία του σταθμού: Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ξανά τον ίδιο σταθμό για να διαβάσει τα ενημερωμένα στοιχεία. Για να κλείσει το υποπάρθυρο, ο χρήστης μπορεί να πατήσει το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού σε χώρο που ο δείκτης δεν βρίσκεται πάνω από τον ίδιο σταθμό ή πάνω από κάποιο άλλο σταθμό (“κλικ εκτός”). Εξυπακούεται ότι ο χρήστης μπορεί να μην κλείσει το υποπάρθυρο αλλά να δει σε αυτό τα στοιχεία ενός άλλου σταθμού κάνοντας όπως προηγουμένως την αντίστοιχη επιλογή του.

Η δυνατότητα επιλογής των σταθμών μπορεί να απενεργοποιηθεί, αν πάψει να είναι ορατό το αντίστοιχο επίπεδο των σταθμών.

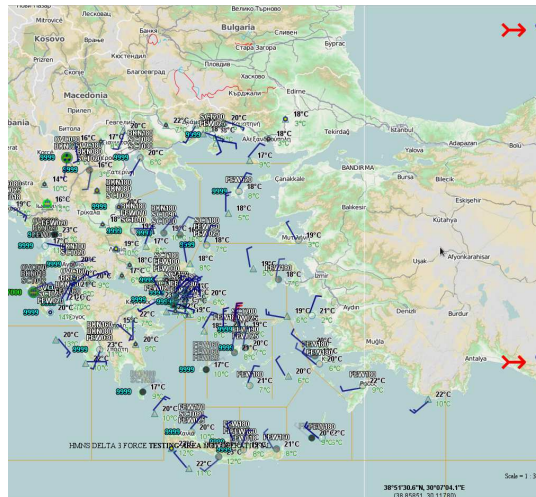
11. Εποπτικός χάρτης

Στη δεξιά πλευρά της οθόνης (Εικόνα 26) παρουσιάζονται σε σταθερές θέσεις δυο μικρά εικονίδια σε μπλε χρώμα με το σχήμα του σταυρού (“+”). Αποτελούν την ελαχιστοποιημένη μορφή δυο υποπαραθύρων που βρίσκονται διαθέσιμα σε κανονικό μέγεθος μόλις ο χρήστης φέρει το δείκτη επάνω τους και πατήσει το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού. Το επάνω αποτελεί έναν επιλογέα στρωμάτων και το κάτω έναν εποπτικό χάρτη.

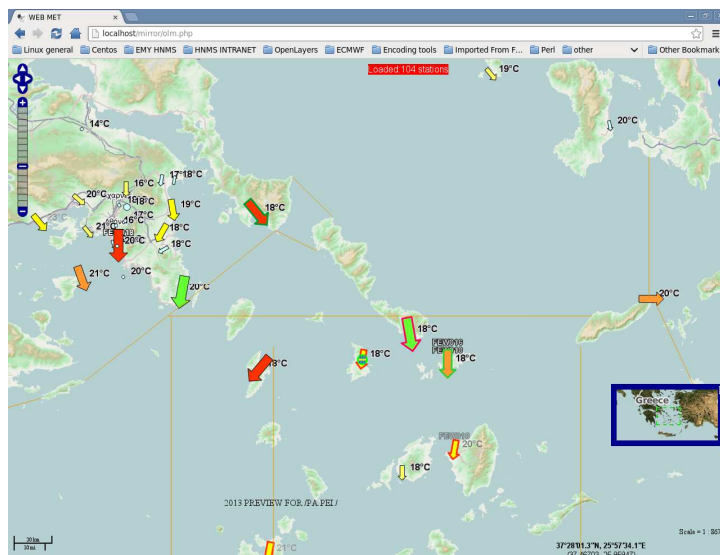
Η λειτουργία του εποπτικού χάρτη είναι σχετικά απλή. Εστιάζει σε μια ευρύτερη περιοχή του χάρτη της οθόνης. Ένα ορθογώνιο με διακεκομμένο περίγραμμα αντιπροσωπεύει την ορατή περιοχή της οθόνης σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή (Εικόνα 27). Ο χρήστης μπορεί να μετατοπίσει το ορθογώνιο της ορατής περιοχής μέσα στον εποπτικό χάρτη και να δει ως αποτέλεσμα την μετακίνηση του κύριου χάρτη της οθόνης μέχρι να αντιστοιχεί η κύρια οθόνη με την ορατή περιοχή που επέλεξε ο χρήστης.

Με τις αλλαγές εστίασης του κύριου χάρτη μεταβάλλεται και ο εποπτικός χάρτης και η ορατή περιοχή του.

Η μετατόπιση του ορθογωνίου της ορατής περιοχής γίνεται αρκετά διαισθητικά. Ο χρήστης φέρει το δείκτη στο εσωτερικό του ορθογωνίου και κρατώντας το αριστερό πλήκτρο πατημένο μετακινεί το ποντίκι και μαζί με αυτό το ορθογώνιο που έχει “συνδεθεί” με το δείκτη του ποντικιού στην οθόνη (κίνηση “drag”).



Εικ. 26. Τα βέλη δείχνουν τις ελαχιστοποιημένες θέσεις δυο βοηθημάτων. Το πάνω αποτελεί έναν επιλογή χαρτών υπόβαθρου και επίθεσης, ενώ το κάτω εικονίδιο περιέχει έναν μικρό οπτικό χάρτη.



Εικ. 27. Οπτικός χάρτης.

Ο χρήστης μπορεί να ελαχιστοποιήσει το βοήθημα οποτεδήποτε, στο εικονίδιο επαναφοράς του που από το σχήμα “+” έχει πάρει τη μορφή μιας παύλας “-”. Όταν αυτό επιλεχθεί με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού, ελαχιστοποιείται.

12. Επιλογή εμφάνισης ή απόκρυψης της πληροφορίας στρωμάτων.

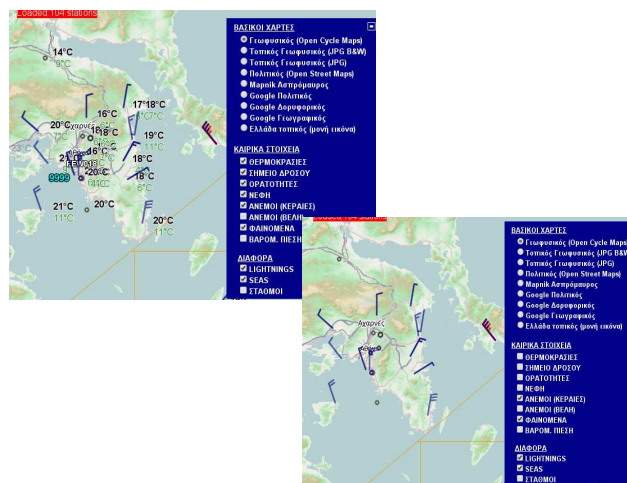
Το επόμενο βοήθημα, όταν εμφανιστεί από το εικονίδιο επαναφοράς πάνω δεξιά στην οθόνη, είναι ένα “μενού” επιλογών που διαιρείται σε τρία μέρη.

Το πρώτο μέρος με τίτλο “Βασικοί Χάρτες” κάνει εναλλαγές μεταξύ των χαρτών υποβάθρου και θα ασχοληθούμε πιο διεξοδικά στην επόμενη παράγραφο.

Το δεύτερο και τρίτο μέρος με τίτλους “Καιρικά Στοιχεία” και “Διάφορα” αντίστοιχα, λειτουργούν για το χρήστη με τον ίδιο τρόπο: Επιλέγει (tick) ή αποεπιλέγει (untick) όσα από τα τετραγωνάκια στα αριστερά επιθυμεί, τα οποία αντιστοιχούν στην εμφάνιση ή απόκρυψη των στρωμάτων. Η μόνη εξαίρεση γίνεται ανάμεσα στα επίπεδα των ανέμων.

Ο διαχωρισμός σε αυτά τα δυο μέρη αφορούν την κατηγορία της θεματικής πληροφορίας που έχουν τα επίπεδα. Έτσι τα επίπεδα που παρουσιάζουν στοιχεία καιρού (θερμοκρασία, άνεμοι, βαρομετρική πίεση κλπ.) από τους μετεωρολογικούς σταθμούς ανήκουν στη μία κατηγορία, ενώ πληροφορίες που δεν είναι μετεωρολογικές (“seas” = διαχωρισμός θαλάσσιων περιοχών και “Σταθμοί”) ή αφορούν οποιοδήποτε σημείο του χάρτη (“Lightnings” = κεραυνοί), εντάσσονται στην άλλη κατηγορία “Διάφορα” στο τρίτο μέρος.

Ο κυριότερος λόγος που ο χρήστης θα επιλέξει να αποκρύψει επίπεδα είναι για να αποφύγει μια συγκεχυμένη εικόνα που προκαλείται σε μια περιοχή που λόγω του επιπέδου εστίασης η πληροφορία εμφανίζεται πυκνή.



Εικ. 28. Απόκρυψη πληροφορίας στρωμάτων.

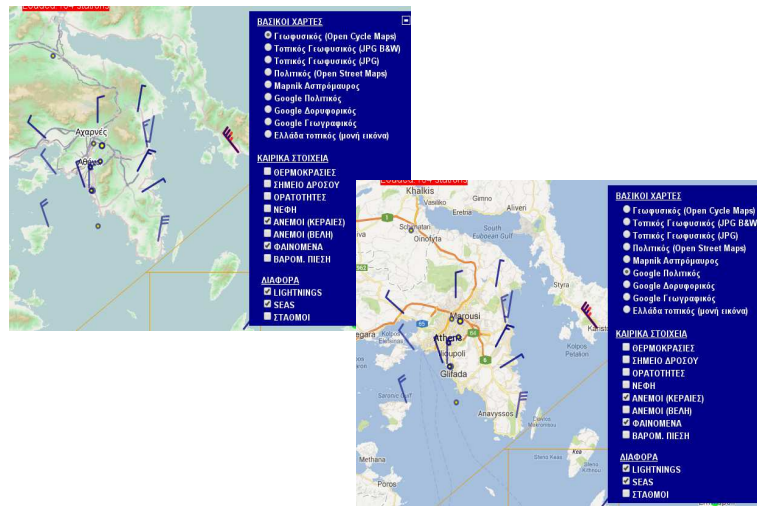
13. Επιλογή χαρτών υποβάθρου.

Ο χρήστης αξιοποιεί στο πρώτο μέρος την δυνατότητα της εφαρμογής να ενσωματώσει τις διαδικτυακές πηγές χαρτών από την υπηρεσία Google Maps, την

Open Street Maps και την Open Cycle Maps. Στην παρούσα υλοποίηση έχουν ενσωματωθεί και απλές εικόνες τοπικά αποθηκευμένες.

Οι εναλλαγές αφορούν το χάρτη υποβάθρου, δηλαδή μόνο ένας χάρτης κάθε φορά μπορεί να εμφανίζεται “κάτω” από τα υπόλοιπα επίπεδα που δείχνουν τον καιρό. Ο χρήστης μπορεί λοιπόν να επιλέξει έναν ανάμεσα στους διαθέσιμους χάρτες πηγαίνοντας στο πρώτο μέρος “Βασικοί Χάρτες” στην κατάλληλη θέση.

Πατώντας το πλήκτρο στο ποντίκι, η εναλλαγή αρχίζει να εφαρμόζεται άμεσα (Εικόνα 29) και ολοκληρώνεται μόλις μεταφορτωθούν οι σχετικές εικόνες – τμήματα του χάρτη. Σπάνια ωστόσο παρατηρούνται και αλλαγές στις δυνατότητες εστίασης στον καινούργιο χάρτη σε σχέση με τον παλιό. Αυτό έχει να κάνει με τις παροχές της εκάστοτε διαδικτυακής υπηρεσίας χαρτών, δεν σχετίζεται με την εφαρμογή. Τις περισσότερες φορές η μετάβαση από τον ένα χάρτη στον άλλον γίνεται κατ' απόλυτη αντιστοιχία του χάρτη που απεικονίζεται.



Εικ. 29. Εναλλαγή χάρτη υποβάθρου.

7 Αποτίμηση της εργασίας

Με την εργασία αυτή αποσκοπούμε στο να γίνεται επιτυχής ενημέρωση σε σχεδόν πραγματικό χρόνο για την καιρική κατάσταση στους σταθμούς που έχουν επιλεγεί, καθώς και το να γίνει προσβάσιμη η απεικόνιση αυτής της πληροφορίας σε χρήστες μέσω ενός δικτύου.

Στην αποτίμηση της εργασίας λάβαμε υπόψη τα εξής:

1. Την ικανότητα για την εξυπηρέτηση πολλών χρηστών από τον ίδιο εξυπηρετητή (web scalability). Το κριτήριο αυτό προέρχεται από την ανάγκη να παρέχεται η ίδια εικόνα της πληροφορίας σε πολλούς αποδέκτες, που μοιράζονται ένα τοπικό υποδίκτυο, χωρίς να εγκαταστήσουμε άλλα στοιχεία όπως τη βάση δεδομένων.
2. Το μικρό κόστος ανάπτυξης, εγκατάστασης και συντήρησης της εφαρμογής μέσα στο δίκτυο των χρηστών.
3. Την σε πραγματικό χρόνο αξιόπιστη ενημέρωση και διατήρηση των στοιχείων (στα πρότυπα ACID).
4. Την υψηλή διαθεσιμότητα της εφαρμογής από τους χρήστες, ακόμη και σε περίπτωση που ορισμένοι πόροι (π.χ. εξωτερικό διαδίκτυο) γίνονται απροσπέλαστοι.

Από τις δοκιμές της εγκατεστημένης εργασίας με όλους τους εξυπηρετητές σε έναν προσωπικό υπολογιστή με επεξεργαστή Pentium 4 στα 2GHz (μνήμη 1 Gb και σκληρός δίσκος 500 Gb) και με σύνδεση τοπικού δικτύου ονομαστικής μέγιστης ταχύτητας 300 Mbps, οι διαπιστώσεις που έγιναν αφορούν κυρίως την ταχύτητα της επεξεργασίας του συνόλου των μηνυμάτων από την Perl, καθώς από το μετεωρολογικό δίκτυο παραλαμβάνονται περίπου 140.000 μηνύματα την ημέρα.

Η εισαγωγή και η ανάκτηση των τελευταίων μηνυμάτων από τη βάση δεδομένων ήταν άμεση, λόγω του σχεδιασμού με τον πίνακα των τελευταίων στοιχείων. Από το σχεδιασμό της βάσης αποθηκεύονται μηνύματα σε βάθος ενός περίπου μήνα. Τα πρότυπα ACID εξασφαλίζονται από το λογισμικό MySQL και τον σχεδιασμό σε σχεσιακό μοντέλο της βάσης. Έτσι η μόνη καθυστέρηση για την απεικόνιση των στοιχείων στο χάρτη βρίσκεται κυρίως στην αρχική σύνδεση του περιηγητή ιστού με την εφαρμογή.

Για την αυτονομία της εφαρμογής από τους διαδικτυακούς πόρους δημιουργήθηκε ένας υποκατάλογος στο σύστημα αρχείων με τοπικό εφεδρικό αντίγραφο των τεμαχίων (tiles) του χάρτη της Ελλάδας. Σε περίπτωση αποσύνδεσης από το διαδίκτυο, γίνεται η εναλλαγή στον τοπικό χάρτη από το UI της εφαρμογής.

Το κόστος για την υλοποίηση της εφαρμογής περιορίζεται στην απόκτηση της σχετικής υποδομής, καθώς δεν υπάρχει περαιτέρω κόστος απόκτησης του ανοιχτού λογισμικού.

8 Δυνατότητες επέκτασης της εφαρμογής.

Με την εφαρμογή αυτή αποσκοπούμε στο να έχουμε μια επιχειρησιακού χαρακτήρα απεικόνιση των καιρικών φαινομένων πάνω σε γεωγραφικό χάρτη. Πρόκειται για αυτό το λόγο να αξιοποιηθεί άμεσα από την Ε.Μ.Υ. και από φορείς που χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες της (Αεροδρόμια, ΓΓΠΠ, Ε.Δ., Σώματα Ασφαλείας κλπ.) Επειδή στηρίζεται σε τεχνολογία διαδικτύου, μπορεί με κατάλληλες μετατροπές (κυρίως στην απλούστερη απεικόνιση της παρούσας εξειδικευμένης πληροφορίας) να διατεθεί στο ευρύ κοινό σαν σελίδα του Παγκόσμιου Ιστού.

Η εφαρμογή αυτή μπορεί επίσης να τελειοποιηθεί στις δυνατότητες του UI και των στοιχείων προς απεικόνιση στο χάρτη. Μπορούν να προστεθούν στοιχεία όπως η ύπαρξη ενός καλύτερου “μενού” επιλογών χάρτη, η βελτίωση του εποπτικού χάρτη και η εξατομίκευση της εμφάνισης με τη βοήθεια μεταβλητών της PHP.

Υπάρχει επίσης μια ευρεία γκάμα δυνατοτήτων για την ανάπτυξη και για την επέκταση της εφαρμογής, τόσο στο θέμα των δεδομένων που μπορεί να ενσωματώσει, όσο και στο ανοιχτό λογισμικό πάνω στο οποίο μπορεί να βασιστεί. Η βάση δεδομένων μπορεί να δοκιμαστεί σε Postgres αντί της MySQL και να προστεθούν γεωγραφικά είδη δεδομένων και περιοχές αντί για σημεία, όπως έχει η παρούσα υλοποίηση. Αντί για PHP/Javascript με υποστήριξη από Apache, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο εξυπηρετητής Tomcat, για τις κλήσεις HTTP, με τον κώδικα σε Javascript να παράγεται από γεννήτριες κώδικα (Project GWT της Google για τα OpenLayers) γραμμένες σε Java [21], με την οποία θα γίνεται η παραμετροποίηση.

Δημιουργείται τέλος προοπτική για συμπερίληψη κι άλλων χρήσιμων δεδομένων που αφορά πληροφορία καιρού, ή όχι, σε αυτήν. Μια εκτεταμένη ανάπτυξη της εφαρμογής θα μπορούσε να καλύψει μια πλειάδα πληροφοριών που διακινούνται μεταξύ των μετεωρολογικών υπηρεσιών (π.χ. δορυφορικές εικόνες, προγνωστικά μοντέλα κλπ.), όπως και να παρουσιάζονται χρονικώς ανεξάρτητες πληροφορίες (π.χ. τοπωνύμια, υψομετρικά στοιχεία κλπ.) Επίσης μπορεί να γίνεται μια επεξεργασία των πληροφοριών και να παρουσιάζονται, σύμφωνα με ορισμένους κανόνες, μεταπληροφορία όπως π.χ. μια προειδοποίηση για ακραίο καιρικό φαινόμενο.

Η παρούσα ανάπτυξη της εφαρμογής καλύπτει τα αρχικά στάδια μέχρι μια ώριμη φάση προς άμεση χρήση.

9 Συμπεράσματα

Ο βασικότερος στόχος της εργασίας στράφηκε στην δυνατότητα του ανοιχτού λογισμικού από τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών να εξελιχθεί σε ένα αμιγώς επιχειρησιακό λογισμικό παρέχοντας έργο εφάμιλλο με τα δυνατά εμπορικά λογισμικά του χώρου. Παράλληλα, δοκιμάστηκαν στοιχεία που προσθέτουν ευελιξία στην χρήση της εφαρμογής, όπως η κατανομή των εξυπηρετητών σε ένα δίκτυο και η αρθρωτή, παραμετροποιήσιμη δομή του κώδικα. Η εφαρμογή έπρεπε να ανταποκρίνεται γρήγορα στις χειρισμούς με «ελαφρύ» κώδικα, αλλά και να παρέχει ολοκληρωμένη την σημαντική πληροφορία. Ταυτόχρονα χρειαζόταν και ένας σχεδιασμός μιας βάσης δεδομένων προκειμένου τα ετερόκλητα είδη των πρωτογενών δεδομένων να αποκτήσουν μια ενιαία, εκμεταλλεύσιμη μορφή.

Προτιμήθηκαν λύσεις ανοιχτού λογισμικού, οι οποίες να συμβαδίζουν με εξελίξεις στο χώρο των ανοιχτών γεωγραφικών συστημάτων, τις τεχνολογίες του διαδικτύου και τις ανοιχτές βάσεις δεδομένων. Αποφεύχθηκε δηλαδή όσο γινόταν μια «μονολοιθική» λύση όπου θα έπρεπε να επιλεγεί μόνο μια πλατφόρμα υλοποίησης, ενώ δεν ακολουθήθηκε μια συνηθισμένη πορεία όπου όλα γράφονται σε κώδικα από την αρχή και μεταγλωττίζονται σε κάθε εγκατάσταση.

Τα αποτελέσματα της δουλειάς αυτής ικανοποιούν σε μεγάλο βαθμό τις προσδοκίες με τις οποίες ξεκίνησε η ανάπτυξη. Ήδη βρίσκεται σε δοκιμαστική χρήση σε επιχειρησιακούς χώρους, ενώ συνεχίζεται η ανάπτυξη στις αρχικές κατευθύνσεις που δόθηκαν, βελτιώνοντας το UI και την πρόσληψη των δεδομένων. Η ανάγκη για απλό, «ελαφρύ» κώδικα που δεν θα εμφανίζει καθυστερήσεις είναι ο κυριότερος άξονας πάνω στον οποίο γίνονται οι περαιτέρω βελτιώσεις.

Υπάρχει η προσδοκία ότι πολύ σύντομα η εργασία θα αποκτήσει επίσημο χαρακτήρα, καθώς θα αναγνωριστεί σαν ένα επιχειρησιακό προϊόν για την Ε.Μ.Υ., στην οποία και δημιουργήθηκαν οι πρώτες ιδέες για την υλοποίησή του.

Γλωσσάριο:

BUFR: Binary Universal Form for the Representation of meteorological data «Γενική δυαδική μορφή αναπαράστασης μετεωρολογικών δεδομένων». Είναι κώδικας που χρησιμοποιείται από τα μέλη του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (WMO) για την ψηφιοποίηση των μηνυμάτων που συντάσσονται και διακινούνται με τυποποιημένο κείμενο. Συμπεριλαμβάνει και ψηφιοποιημένα μεταδεδομένα τα οποία επίσης κωδικοποιούνται από πρότυπους πίνακες. Οι αναθεωρήσεις των πρότυπων πινάκων οδηγούν σε «εκδόσεις» του BUFR, φτάνοντας σήμερα στην έκδοση 4.

Απώτερος σκοπός του BUFR είναι να αντικαταστήσει παγκοσμίως τα μηνύματα τυποποιημένου αλφαριθμητικού κειμένου (TAC), αν και σε αυτή την κατεύθυνση γίνονται και συζητήσεις για την καθιέρωση άλλων μορφών, π.χ. με κάποιο πρότυπο σε XML.

ECMWF: (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts). Ευρωπαϊκό Κέντρο Μεσοπρόθεσμων Καιρικών Προγνώσεων. Αποτελεί ανεξάρτητο διακυβερνητικό οργανισμό που υποστηρίζεται από 20 τακτικά και 14 συνεργαζόμενα κράτη-μέλη. Εδρεύει στο Reading στην Αγγλία, όπου βρίσκεται ένα από τα ισχυρότερα συγκροτήματα υπερυπολογιστών παγκοσμίως και συνδέεται μέσω υψηλής ταχύτητας τηλεπικοινωνιακές γραμμές με τις μετεωρολογικές υπηρεσίες των κρατών-μελών. Ο σκοπός του επικεντρώνεται στην αριθμητική πρόγνωση του καιρού.

GRIB (GRIdded Binary ή General Regularly-distributed Information in Binary form): Δυαδική μορφοποίηση γεωγραφικών μη-διανυσματικών (raster) δεδομένων που εξειδικεύεται στις μετεωρολογικές εφαρμογές, προτυποποιημένο από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό. Η φιλοσοφία του είναι να ψηφιοποιήσει τα δεδομένα πάνω σε ένα καμβά (grid) που έχει περιγράψει σε άλλο τμήμα του αρχείου. Περιλαμβάνονται κυρίως δεδομένα από διδιάστατα τμήματα της γήινης επιφάνειας, τα οποία προκύπτουν είτε από παρατήρηση (π.χ. δορυφορικές εικόνες) είτε από πρόγνωση (π.χ. αποτελέσματα μοντέλων αριθμητικής ανάλυσης) και μεταδεδομένα που χρειάζονται για να περιγραφεί το είδος του grid, την γήινη περιοχή, την ανάλυση (resolution) και τα φυσικά μεγέθη που περιέχονται.

Η έκδοση 2 είναι η τελευταία του προτύπου, ωστόσο σε χρήση ακόμη βρίσκεται και η έκδοση 1, δημιουργώντας θέματα μετατροπών και συμβατότητας μεταξύ των εφαρμογών. Αυτά ωστόσο δεν έχουν εμποδίσει την καθιέρωσή του στις μετεωρολογικές υπηρεσίες.

Αν και δεν περιλαμβάνεται στα πρότυπα του OGC (Open Geospatial Consortium), το GRIB1 και GRIB2 υποστηρίζεται από τις εφαρμογές του Ιδρύματος Γεωχωρικού Ανοιχτού Λογισμικού (OSGeo, π.χ. βιβλιοθήκη GDAL).

JSON – GeoJSON (JavaScript Object Notation). Αποτελεί ένα ανοιχτό πρότυπο μορφοποίησης δεδομένων που προέκυψε από την καθιέρωση της JavaScript. Είναι μια μορφή κειμένου που περιγράφει αντικείμενα δεδομένων στην μορφή ζευγών κλειδιού – τιμής. Η κύρια χρήση του είναι η μεταφορά δεδομένων μεταξύ μιας εφαρμογής web και ενός εξυπηρετητή, σαν εναλλακτική της XML. Έχει υιοθετηθεί από ένα μεγάλο αριθμό γλωσσών προγραμματισμού και η περιγραφή του βρίσκεται στο RFC 4627.

Το GeoJSON αποτελεί μια εξειδίκευση του JSON για την περιγραφή απλών γεωγραφικών αντικειμένων ή και συλλογών από γεωγραφικά αντικείμενα (π.χ. σημεία, γραμμές, πολύγωνα) καθώς και των θεματικών τους ιδιοτήτων, με ένα τρόπο παρεμφερή με το WKT.

NetCDF (Network Common Data Form). Είναι ένα σύνολο βιβλιοθηκών λογισμικού και μορφοποιήσεων αυτοπεριγραφικών δεδομένων που υποστηρίζουν την δημιουργία, την πρόσβαση και την κοινή χρήση διατάξιμων σε πίνακες επιστημονικών δεδομένων. Είναι ένα γενικότερο πρότυπο που αναπτύχθηκε από ερευνητικά ιδρύματα που εδρεύουν στις ΗΠΑ, όπως από το UCAR (University Corporation for Atmospheric Research - Πανεπιστημικό Σωματείο για την Έρευνα της Ατμόσφαιρας) και από την NASA, σαν παραλλαγή ενός άλλου format (HDF) για την αποθήκευση μεγάλων αριθμητικών δεδομένων. Έτσι μπορεί να εξειδικευτεί στην αποθήκευση μετεωρολογικών δεδομένων και αποτελεί καθιερωμένη μορφή για αυτά στις ΗΠΑ.

Το NetCDF αποτελεί πρότυπο του OGC.

OGC (Open Geospatial Consortium): Παγκόσμιος εθελοντικός οργανισμός προτυποποίησης γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων, γεωγραφικών και χωρικών δεδομένων.

WMS (Web Map Service): Πρότυπο του OGC. Παρέχει μια απλή διεπαφή HTTP για την αίτηση χαρτών σε μια κατανεμημένη γεωγραφική βάση δεδομένων. Η αίτηση πρέπει να περιλαμβάνει το είδος των επιπέδων και την περιοχή ενδιαφέροντος. Η απόκριση είναι μια ή περισσότερες εικόνες (σε μορφή PNG ή JPEG, π.χ.) από χάρτη, ώστε να μπορεί να αναρτηθεί σε μια ιστοσελίδα.

Η απόκριση μπορεί να είναι και τεμαχισμένος χάρτης σε τετράγωνα υποεικόνες (tiles) που συνθέτουν την εικόνα του χάρτη. Σε αυτή την περίπτωση κάνουμε λόγο για το πρότυπο WTMS (Web Tile Map Service) ή TMS (Tile Map Service).

Συντομογραφίες

GIS Geographic Information System
 HTTP Hypertext Transfer Protocol
 JPEG Joint Photographic Experts Group
 OGC Open GIS Consortium
 PNG Portable Network Graphics
 RFC Request for Comments
 SVG Scalable Vector Graphics
 URL Uniform Resource Locator
 WMS Web Map Service
 XML Extensible Markup Language

Αναφορές και βιβλιογραφία

1. http://www.ninjo-workstation.com/technical_info.0.html, τελευταία πρόσβαση: Αύγουστος 2013.
2. <https://software.ecmwf.int/wiki/display/METV/Metview>, τελευταία πρόσβαση: Αύγουστος 2013.
3. <http://www.ecmwf.int/publications/manuals/magics/index.html>, τελευταία πρόσβαση: Αύγουστος 2013.
4. <http://www.iblsoft.com/products/visualweather>, τελευταία πρόσβαση: Αύγουστος 2013.
5. <http://www.opengeospatial.org/standards/wmts>, τελευταία πρόσβαση: Οκτώβριος 2013.
6. Διεθνές πρότυπο ISO/IEC 7948-1:1994 (E), <http://standards.iso.org/ittf/licence.html>, τελευταία πρόσβαση: Οκτώβριος 2013.
7. Ιστοσελίδα του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (WMO) http://www.wmo.int/pages/prog/www/ois/Operational_Information/Comparisons/DataSets/VolC1.txt, τελευταία πρόσβαση: Οκτώβριος 2013.
8. <http://en.wikipedia.org/wiki/OpenLayers>, τελευταία πρόσβαση: Ιούλιος 2013.
9. Ιστοσελίδα των OpenLayers, <http://www.openlayers.org/> τελευταία πρόσβαση: Ιούλιος 2013.
10. Antonio Perez, OpenLayers Cookbook, ISBN : 1849517843
11. Ιστοσελίδα της PHP, <http://php.net/>, τελευταία πρόσβαση: Ιούνιος 2013.
12. Ιστοσελίδα του Web Server του Apache Foundation, http://en.wikipedia.org/wiki/Web_server , τελευταία πρόσβαση Ιούνιος 2013.
13. Ιστοσελίδα της Microsoft για PHP στον IIS, <http://php.iis.net/> , τελευταία πρόσβαση: Οκτώβριος 2013.
14. Ιστοσελίδα του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού για τα κωδικοποιημένα μηνύματα που χρησιμοποιούνται από τις μετεωρολογικές υπηρεσίες, <http://www.wmo.int/pages/prog/www/WMOCodes.html>, τελευταία πρόσβαση: Μάιος 2013.
15. Annex 3 του Παγκόσμιου Οργανισμού Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO), http://www.wmo.int/pages/prog/www/ISS/Meetings/CT-MTDCF-ET-DRC_Geneva2008/Annex3_16ed.pdf, τελευταία πρόσβαση: Μάιος 2013.
16. Κώδικας perl αποκωδικοποίησης μηνυμάτων METAR, <http://search.cpan.org/~jzawodny/Geo-METAR-1.14/METAR.pm> , τελευταία πρόσβαση: Ιανουάριος 2013.
17. Ronald J. Brachman; What IS-A is and isn't. An Analysis of Taxonomic Links in Semantic Networks. IEEE Computer, 16 (10); Οκτώβριος 1983.
18. Ιστοσελίδα <http://en.wikipedia.org/wiki/Is-a>, τελευταία πρόσβαση Ιούλιος 2013.
19. Ιστοσελίδα http://en.wikipedia.org/wiki/Entity%E2%80%93attribute%E2%80%93value_model, τελευταία πρόσβαση Ιούνιος 2013.
20. Ιστοσελίδα <http://www.opencyclemaps.org/> , τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 2013.
21. Ιστοσελίδα <http://www.gwt-openlayers.org/> , τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 2013.