

Α. Σκοπελίτη¹, Λ. Τσούλος², Β. Νάκος²

Ανάπτυξη Ηλεκτρονικού Άτλαντα σε Ουδέτερο Υπολογιστικό Περιβάλλον

Περίληψη

Η σύνθεση των χαρτών ενός ηλεκτρονικού άτλαντα προϋποθέτει την αξιοποίηση εξελιγμένων πακέτων λογισμικού. Η διαχείριση των ψηφιακών χαρτών στο ίδιο περιβάλλον μπορεί να γίνει μόνο από ειδικευμένους χρήστες, σε υπολογιστικό περιβάλλον που υποχρεωτικά είναι εγκατεστημένο το αντίστοιχο λογισμικό πακέτο. Στην εργασία παρουσιάζεται μια συστηματική προσέγγιση για την ανάπτυξη ενός ηλεκτρονικού άτλαντα ειδικού σκοπού και η υλοποίησή του σε ένα ουδέτερο υπολογιστικό περιβάλλον. Ορίζονται τα χαρακτηριστικά που πρέπει να πληρεί ο ηλεκτρονικός άτλαντας και γίνεται αναλυτική αναφορά στο περιβάλλον επικοινωνίας άτλαντα-χρήστη, στη βάση δεδομένων και στις πολλαπλές μορφές παρουσίασης της πληροφορίας.

1. Εισαγωγή

Ο άτλαντας είναι μια ειδική συλλογή από χάρτες σε μορφή βιβλίου, που αποδίδουν διάφορες πλευρές ενός ή περισσότερων γεωγραφικών φαινομένων σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Η κυριαρχία των ηλεκτρονικών υπολογιστών στο χώρο της χαρτογραφικής διαδικασίας είχε σαν αποτέλεσμα τη γέννηση του ηλεκτρονικού άτλαντα. Ο ηλεκτρονικός άτλαντας, όπως δηλώνει και η ετυμολογία της λέξης, είναι ένας γεωγραφικός άτλαντας σε ηλεκτρονική μορφή. Η ουσιαστική διαφορά από τους παραδοσιακούς άτλαντες, εκτός από το μέσο απόδοσης που είναι η οθόνη του Η/Υ, συνίσταται στη χρήση του άτλαντα. Ο χρήστης του ηλεκτρονικού άτλαντα έχει τη δυνατότητα, όχι μόνο να βλέπει θεματικά στοιχεία διάφορων γεωγραφικών περιοχών, αλλά και να υποβάλλει στο σύστημα λογικές ερωτήσεις που απαντώνται με χάρτες ή πίνακες που συνθέτει το σύστημα.

Η τεχνολογία των πολυμέσων (multimedia) γνωρίζει ιδιαίτερη ανάπτυξη τόσο στον ακαδημαϊκό όσο και στον επαγγελματικό χώρο. Οι ερευνητικές και οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των πολυμέσων συγκεντρώνουν την προσοχή των γεωγράφων και χαρτογράφων, καθώς εκτός από χάρτες και αλφαριθμητικά δεδομένα, συνεχώς περισσότερες και διαφορετικές μορφές δεδομένων ενσωματώνονται στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.) (αεροφωτογραφίες, τρισδιάστατα μοντέλα, μοντέλα παρακολούθησης της μεταβλητότητας των φαινομένων στο χρόνο κ.α.). Η τεχνολογία των πολυμέσων ορίζεται ως μια συλλογή από μορφές παρουσίασης (κείμενο, εικόνα, χάρτες, διαγράμματα, ήχος, video κλπ.) ενώ τα υπερμέσα (hypermedia) είναι πολυμέσα με συνδέσμους ανάμεσα στις διάφορες μορφές παρουσίασης (Andrew and Tilton, 1993). Η χρήση ποικίλων μέσων παρουσίασης της πληροφορίας που προεβούον τα πολυμέσα για την καλύτερη παρουσίαση ενός θέματος δεν απαιτεί απαραίτητα τη χρήση Η/Υ. Οι δάσκαλοι της γεωγραφίας συχνά χρησιμοποιούν slides, διαφάνειες, πίνακες, κινηματογραφικές ταινίες, μαγνητοσκοπήσεις και ήχο στις παραδόσεις και ακαδημαϊκές παρουσιάσεις. Οι άτλαντες διατηρούν τη μεγαλύτερη παράδοση στην ολοκληρωμένη παρουσίαση πληροφορίας μέσα από κείμενο, εικόνες, χάρτες, και διαγράμματα. Άρα, η ιδέα των πολυμέσων δεν είναι εντελώς νέα στους χαρτογράφους και η πείρα τους θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στο σχεδιασμό και την υλοποίηση εφαρμογών των πολυμέσων. Από την άλλη πλευρά, η προσεγγίση των πολυμέσων σαν κάτι μη ουσιαστικά διαφορετικό από ότι έχει γίνει στο παρελθόν, μπορεί να μειώσει την ικανότητα για την κατανόηση των δυνατοτήτων τους και των τρόπων εκμετάλλευσής των (Krygier, 1995).

2. Αρχές σχεδιασμού του Άτλαντα

Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού ενός άτλαντα τρία βασικά στοιχεία θα πρέπει να μελετηθούν:

⇒ Ο σκοπός του άτλαντα και οι ομάδες των χρηστών στους οποίους απευθύνεται

⇒ Η πληροφορία που θα περιέχει

⇒ Η εξασφάλιση της επικοινωνίας του χρήστη με τον άτλαντα

Ανάλογα με το σκοπό τους και το χρήστη στον οποίο απευθύνονται οι άτλαντες χωρίζονται σε γενικούς άτλαντες και άτλαντες ειδικού σκοπού. Ένας γενικός άτλαντας (παγκόσμιος, τουριστικός), ανεξάρτητα αν το περιεχόμενό του είναι ειδικό ή γενικό, απευθύνεται σε διαφορετική ομάδα ανθρώπων με διαφορετικές πνευματικές ικανότητες, παιδεία και πείρα στην ανάγνωση χαρτών. Αντίθετα, ο άτλαντας ειδικού σκοπού απευθύνεται στις συγκεκριμένες ανάγκες ομάδων ανθρώπων (παιδιά, επιστήμονες κ.α.), που έχουν την ίδια παιδεία και ικανότητα επικοινωνίας με τον άτλαντα. Οι ηλεκτρονικοί άτλαντες, με την ενσωμάτωση ποικίλων εργαλείων, μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες ειδικών ομάδων χρηστών καλλίτερα από τους παραδοσιακούς άτλαντες.

Σε σχέση με την πληροφορία που περιέχει ο άτλαντας, κατά το σχεδιασμό πρέπει να προσδιοριστούν τρία βασικά χαρτογραφικά συστατικά: το περιεχόμενο, ο βαθμός γενίκευσης και η επιλογή των συμβόλων.

1. Υποψήφια Διδάκτορας ΕΜΠ

2. Λέκτορας ΕΜΠ

Ο ηλεκτρονικός άτλαντας πρέπει να παρέχει πληροφορίες σε χρήστες που δεν είναι απαραίτητα εξοικειωμένοι με τα Σ.Γ.Π, τα Συστήματα Σχεδίασης με τη βοήθεια Η/Υ ή την τεχνολογία της πληροφορικής. Το περιβάλλον του άτλαντα θα πρέπει να είναι φιλικό και εύχρηστο, ώστε πράγματι να προτρέπει το χρήστη στη χρήση του ηλεκτρονικού άτλαντα. Η εισαγωγή της τεχνολογίας του Η/Υ δεν θα πρέπει να αποξενώνει τους χρήστες και να τους κάνει να επιθυμούν την επιστροφή στην παραδοσιακή μορφή του άτλαντα. *Ο στόχος της επικοινωνίας άτλαντα-χρήστη (Human Computer Interaction-HCI) πραγματοποιείται μέσα από την υλοποίηση του γραφικού περιβάλλοντος επικοινωνίας (Graphical User Interface -GUI).*

Ο σχεδιασμός του ηλεκτρονικού άτλαντα σε σχέση με τα προαναφερθέντα θα πρέπει να ικανοποιεί ορισμένα κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά ταξινομούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά τα κριτήρια του χρήστη, που πηγάζουν από διαφορές στην ενθικότητα και ικανότητα αντίληψης. Αυτά τα κριτήρια ικανοποιούνται από ένα σύστημα που έχει τα χαρακτηριστικά της πολυγλωσσίας και του πολυσυμβολισμού. Η δεύτερη κατηγορία αφορά τα κριτήρια του περιεχομένου του άτλαντα. Τα κριτήρια αυτά ικανοποιούνται μέσα από τις ακόλουθες ιδιότητες: διαφοροποίηση θέματος, διαφοροποίηση κλίμακας, διαφοροποίηση εποχής και χρονική διαφοροποίηση. Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει τα κριτήρια που σχετίζονται με την επικοινωνία με το χρήστη, δηλαδή τις τεχνολογικές δυνατότητες που παρέχονται στο χρήστη για την ανάκτηση της πληροφορίας του άτλαντα. Τα χαρακτηριστικά του άτλαντα που καλούνται να ικανοποιήσουν αυτή την ομάδα κριτηρίων είναι: η υποβολή ερωτήσεων και η σάρωση της βάσης, η ευκολία στη μεταφορά δεδομένων, η παράλληλη ανάλυση με τη λειτουργία του άτλαντα και δημιουργία μοντέλων προσομοίωσης κ.α. (Filippakopoulou et al., 1995)

3. Εργαλεία για την υλοποίηση ενός Άτλαντα

Η δημιουργία ενός ηλεκτρονικού άτλαντα μπορεί να αντιμετωπιστεί επιτυχώς με τη χρήση της τεχνολογίας των Συστημάτων Σχεδίασης με τη Βοήθεια Η/Υ και των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών όπου η χωρική πληροφορία αποδίδεται με χάρτες, εικόνες, γραφήματα, κείμενα και πίνακες. Τα Σ.Γ.Π, που αποτελούν το περιβάλλον ολοκλήρωσης της πληροφορίας του άτλαντα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παρουσίαση της. Θα πρέπει όμως το λογισμικό περιβάλλον να διαθέτει κάποια γλώσσα προγραμματισμού ή δημιουργίας μακροεντολών. Η γλώσσα αυτή επιτρέπει στο χαρτογράφο να διαμορφώσει επάνω στο σύστημα ένα περιβάλλον που θα ικανοποιεί τις ειδικές ανάγκες του άτλαντα και θα διευκολύνει τη χρήση των εργαλείων του Σ.Γ.Π που σχετίζονται με αυτόν. Οι δυνατότητες ενός τέτοιου άτλαντα είναι απεριόριστες, καθώς τίθενται στη διάθεση του χρήστη τα εγγενή ισχυρά εργαλεία γεωγραφικής ανάλυσης του Σ.Γ.Π.

Η προσέγγιση αυτή αν και έχει πολλά πλεονεκτήματα αυξάνει το κόστος του τελικού προϊόντος για το χρήστη. Αυτό συμβαίνει γιατί ο χρήστης πρέπει να διαθέτει, προκειμένου να χρησιμοποιήσει τον Άτλαντα, το συγκεκριμένο λογισμικό πακέτο. Πολλοί χρηστές, που διαθέτουν ήδη ένα Σ.Γ.Π, προτιμούν έναν άτλαντα που λειτουργεί ως υποσύστημά του. Καθώς όμως οι άτλαντες είναι χαρτογραφικά προϊόντα που απευθύνονται στο ευρύ κοινό και το κόστος τους πρέπει να διατηρείται σε χαμηλό επίπεδο ώστε να έχουν μεγάλη διαθεσιμότητα, θεωρείται πλεονεκτική η ανάπτυξη τους σε ένα ουδέτερο υπολογιστικό περιβάλλον (Σκοπελίτη, 1994).

Σήμερα, η ανάπτυξη ενός άτλαντα σε ουδέτερο υπολογιστικό περιβάλλον μπορεί να γίνει είτε με τη χρήση ειδικών πακέτων ανάπτυξης εφαρμογών πολυμέσων είτε με γλώσσες προγραμματισμού που δίνουν έμφαση στη δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος επικοινωνίας. Κοινός παρανομαστής στα δύο προαναφερθέντα εργαλεία είναι η τεχνολογία δημιουργίας γραφικού περιβάλλοντος επικοινωνίας και η ενσωμάτωση πολλών μορφών παρουσίασης της πληροφορίας όπως χάρτες, διαγράμματα, κείμενα, πίνακες κ.α. Η χρήση αυτής της τεχνολογίας συνδυάζεται με τη χρήση CD-ROM για την αποθήκευση των δεδομένων αλλά και με πρόσβαση σε συστήματα δικτύων (π.χ. μέσω του Internet, WWW) με την ταυτόχρονη αξιοποίηση εργαλείων ανάγνωσης υπερμέσων όπως το Mosaic και το Netscape (Cartwright, 1995). Ηδη σήμερα λειτουργεί μέσω του WWW ο Εθνικός Άτλαντας του Καναδά που διαθέτει το NAISMAR, ένα εργαλείο για τη διαχείριση των χαρτών και παρέχει τη δυνατότητα αναζήτησης γεωγραφικών ονομάτων στη βάση δεδομένων τοπωνυμίων του Καναδά. Το συγκεκριμένο σύστημα περιέχει πάνω από 100 χάρτες.

4. Εννοιολογικό πλαίσιο ανάπτυξης ηλεκτρονικών ατλάντων

Σχετικά με τη σύνθεση του ηλεκτρονικού Άτλαντα θα πρέπει να αναφερθούμε σε τρία βασικά συστατικά:

1. Το περιβάλλον επικοινωνίας άτλαντα -χρήστη
2. Η βάση δεδομένων

3. Οι μορφές παρουσίασης της πληροφορίας του άτλαντα: χάρτες, θεματικοί χάρτες, πίνακες, διαγράμματα

Το περιβάλλον επικοινωνίας άτλαντα-χρήστη επιτρέπει στο χρήστη να θέτει στη βάση δεδομένων ερωτήσεις και να λαμβάνει απαντήσεις. Είναι φιλικό και εύκολο στην εκμάθηση από χρήστες με βασικές γνώσεις Η/Υ. Για την υλοποίηση του άτλαντα υιοθετήθηκε μια γλώσσα προγραμματισμού που δίνει έμφαση και διευκολύνει το χρήστη στην ανάπτυξη γραφικού λογισμικού περιβάλλοντος επικοινωνίας όπως η Visual Basic. Τα πλεονεκτήματα του γραφικού περιβάλλοντος επικοινωνίας συνίσταται στο ότι:

- Η αξιοποίηση του άτλαντα γίνεται μέσα από πίνακες επιλογών(menu), κουμπιά (command buttons), εργαλεία πολλαπλών επιλογών (option buttons), κειμένου πολλαπλών επιλογών (combo box) κ.α., ενώ οι απαιτήσεις πληκτρολόγησης εκ μέρος του ελαχιστοποιούνται
- Η παρουσίαση της πληροφορίας γίνεται με τη χρήση πολλαπλών παραθύρων με δυνατότητα ταυτόχρονης

ανάκτησης και παρουσίασης πολλαπλών δεδομένων
Το περιβάλλον θα πρέπει να αναπτυχθεί έτσι ώστε σε κάθε στάδιο να είναι διαθέσιμες στο χρήστη μόνον οι επιλογές που συντελούν στην πρόοδο των εργασιών. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η εμπιστοσύνη του χρήστη στον ηλεκτρονικό άτλαντα και διασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία του.

Παράλληλα το περιβάλλον θα πρέπει να διαθέτει δευτερεύοντα επικουρικά εργαλεία για τη διευκόλυνση του χρήστη. Για παράδειγμα, η γραμμή πληροφόρησης για την τρέχουσα κατάσταση του άτλαντα (status line), που εμφανίζεται κατά μήκος του κύριου παραθύρου του περιβάλλοντος. Εκεί φιλοξενούνται πληροφορίες σχετικά με τις επιλογές του χρήστη ώστε να είναι σε κάθε στιγμή γνωστές οι παράμετροι του περιβάλλοντος εργασίας. Ο χρήστης έχει ακόμα στη διάθεσή του το εργαλείο βοήθειας. Με αυτό, μπορεί ανά πάσα στιγμή να καλέι τις οδηγίες για τη χρήση του άτλαντα. Οι οδηγίες είναι διαμορφωμένες σε ένα κείμενο ειδικής μορφής (hypertext) που επιτρέπει την αναζήτηση βάσει λέξεων κλειδιών και τη μετάβαση από το ένα μέρος του κειμένου σε άλλο βάσει των λέξεων συνδέσμων. Παράλληλα, υπάρχει το εργαλείο διαχείρισης των ενεργών παραθύρων του άτλαντα. Όπως ήδη αναφέρθηκε, βασικό χαρακτηριστικό του ηλεκτρονικού άτλαντα είναι η ανάκτηση πολλών πληροφοριών σε πολλαπλά παράθυρα παρουσίασης. Η διαχείριση των παραθύρων, που συχνά επικαλύπτονται, μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στο χρήστη. Το περιβάλλον του άτλαντα προβλέπει την ύπαρξη εργαλείου που παρουσιάζει ένα κατάλογο των ανοιχτών παραθύρων και επιτρέπει τη μετάβαση από το ένα στο άλλο.

Η βάση δεδομένων του άτλαντα σχεδιάζεται με τα κριτήρια που διέπουν ένα σχεσιακό μοντέλο ανάπτυξης. Ειδική μέριμνα λαμβάνεται για τη μελλοντική ενημέρωση της βάσης, την ομαλοποίηση των σχέσεων και την ελαχιστοποίηση του χώρου αποθήκευσης. Η βάση δεδομένων σχεδιάστηκε έτσι ώστε οι οντότητές της να ταυτίζονται με τις χωρικές μονάδες ανάκτησης δεδομένων που υλοποιούνται στο λογισμικό του άτλαντα. Η βάση δεδομένων του άτλαντα χωρίζεται σε δύο μεγάλα μέρη: τα γραφικά και τα θεματικά δεδομένα. Όταν αναφερόμαστε στα γραφικά δεδομένα εννοούμε τις ομάδες των δεδομένων, που συντελούν στη σύνθεση της γεωγραφικής πληροφορίας, ενώ τα θεματικά δεδομένα αναφέρονται στις πληροφορίες εκείνες που σχετίζονται με το ειδικό περιεχόμενο του άτλαντα.

Βασικό χαρακτηριστικό του άτλαντα αποτελεί η ποικιλία των μορφών για την παρουσίαση της πληροφορίας.

Χάρτες

Οι χάρτες στον άτλαντα εξυπηρετούν τους ακόλουθους σκοπούς:

- Γραφική απόδοση της γεωγραφικής πληροφορίας
- Απεικόνιση της θεματικής πληροφορίας του άτλαντα
- Δυνατότητα εκτέλεσης χαρτομετρικών εργασιών
- Δυνατότητα ανάκτηση πληροφορίας σε επιλεγμένη θέση

Οι χάρτες του άτλαντα που λειτουργεί σε ουδέτερο υπολογιστικό περιβάλλον εισάγονται σε αυτό με τη μορφή γραφικών αρχείων (π.χ. bmp). Πρόκειται για χάρτες που η μορφή και η κλίμακά τους έχουν επιλεγεί κατά τη διαδικασία σχεδιασμού του άτλαντα. Ο χρήστης δεν μπορεί να επέμβει σε αυτούς και να τροποποιήσει τα χαρακτηριστικά τους. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιείται ένα ευέλικτο τεχνολογικό εργαλείο, τα Σ.Γ.Π. Η συλλογή και η απόδοση των δεδομένων για κάθε χάρτη γίνεται χρησιμοποιώντας τα εργαλεία που προσφέρει το Σ.Γ.Π. Στους χάρτες αυτούς αποδίδεται το γεωγραφικό υπόβαθρο και η ονοματολογία.

Πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή κατά τη δημιουργία των χαρτών και της αποθήκευσής τους σε γραφικά αρχεία στο θέμα της κλίμακας. Η κλίμακα απόδοσης των χαρτών επιμέρους περιοχών θα πρέπει να είναι ενιαία ή σε κάθε περίπτωση γνωστή με κάποιο απόλυτο ή σχετικό τρόπο. Η σχεδίαση των θεματικών συμβόλων για μία σειρά χαρτών απαιτεί τη γνώση της κλίμακας. Η ιδιαιτερότητα σχετικά με τον προσδιορισμό της κλίμακας έγκειται στο ότι το μέσο απόδοσης είναι η οθόνη γραφικών και όχι το χαρτί.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της οθόνης γραφικών για Η/Υ είναι ο λόγος παραμόρφωσης (aspect ratio). Πρόκειται για το λόγο ανάμεσα στον αριθμό των κάθετων και οριζόντιων εικονοστοιχείων (pixels) που απαιτούνται για τη δημιουργία γραμμών ίσου μήκους κατά την οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση της οθόνης. Ο λόγος αυτός δείχνει τη διαφορά στην κλίμακα στον οριζόντιο και κάθετο άξονα της οθόνης (φυσικό σύστημα συντεταγμένων της συσκευής). Ο λόγος παραμόρφωσης έχει σαν αποτέλεσμα την παραμόρφωση των σχημάτων που παρουσιάζονται στην οθόνη γραφικών (Παρασχάκης κ.α. 1993). Οι περισσότερες οθόνες γραφικών έχουν ανάλυσή με το λόγο 3 προς 4 (600 x 800 ή 768 x1024 κ.τ.λ.).

Όταν ένας χάρτης σχεδιάζεται στην οθόνη γραφικών μέσω κάποιου λογισμικού πακέτου Σ.Γ.Π., όπως το ARC/INFO και τα όρια του έχουν διαφορετικό λόγο από 3 προς 4, παραμορφώνεται έτσι ώστε να καλύπτει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος της οθόνης. Χάρτες με διαφορετικές διαστάσεις και διαφορετικούς λόγους ανάμεσα στο ύψος και το πλάτος τους θα παραμορφώνονται με διαφορετικό τρόπο. Αυτό είναι κάτι που συνήθως συμβαίνει στα συστήματα σχεδίασης με τη βοήθεια Η/Υ που χρησιμοποιούν την οθόνη για προσωρινή έξοδο. Όλα αυτά τα προγράμματα χρησιμοποιούν την οθόνη για επεξεργασία και διαχείριση δεδομένων και δεν δίνουν σημασία σε αυτή την παραμόρφωση, καθώς η τελική απόδοση του χάρτη θα γίνει σε άλλο μέσο.

Κατά τη σχεδίαση των θεματικών συμβόλων θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την κλίμακα του χάρτη. Η κλίμακα του χάρτη ορίζεται από τη σχέση μεταξύ της διάστασης του γραφικού αρχείου σε εικονοστοιχεία και στη διάσταση που αντιπροσωπεύει μέσα από την χαρτογραφική προβολή στην επιφάνεια της γης. Για να

επιτευχθεί μια συγκεκριμένη προσδιορισίμη κλίμακα για κάθε χάρτη χωρίς παραμορφώσεις λόγω της οθόνης, οι διαστάσεις κάθε χάρτη θα πρέπει να διατηρούν το λόγο 3/4. Σε κάθε άλλη περίπτωση η κλίμακα και η παραμόρφωση λόγω της οθόνης θα είναι μη προσδιορίσιμες.

Πολύ χρήσιμη θεωρείται η υλοποίηση πάνω στο χάρτη ενός συστήματος αναφοράς, βάσει των συντεταγμένων των άκρων του χάρτη στο σύστημα της προβολής του. Καθώς ο χρήστης μετακινεί το δρομέα πάνω στο χάρτη συνεχώς ενημερώνεται για τη θέση του στο σύστημα της προβολής του χάρτη ή σε γεωγραφικές συντεταγμένες.

Η υλοποίηση ενός συστήματος αναφοράς πάνω στο χάρτη, δίνει τη δυνατότητα για την ανάπτυξη ιδιαίτερα χρήσιμων χαρτομετρικών εργαλείων. Για παράδειγμα, μπορούν να υλοποιηθούν εργαλεία για τη μέτρηση της απόστασης και του εμβαδού πάνω στην επιφάνεια της εγγύτατης σφαιράς, απαλείφοντας τις παραμορφώσεις που εισάγει η χαρτογραφική απεικόνιση.

Οι θεματικοί χάρτες δημιουργούνται κατά τη λειτουργία του άτλαντα. Η βασική ιδέα για τη δημιουργία τους έγκειται στη χρήση του γεωγραφικού υπόβαθρου που υπάρχει ήδη απεικονισμένο στα προαναφερθέντα γραφικά αρχεία και στη σχεδίαση μονάχα των θεματικών συμβόλων. Με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού αναπτύχθηκαν εργαλεία που υλοποιούν:

- απλά συμπαγή γεωμετρικά σχήματα όπως γραμμές, τετράγωνα και κύκλοι με χρώμα ή κάποιο γραμμικό μοτίβο ή και συνδυασμούς τους
- σύμβολα κυρτών πολυγώνων χρωματισμένα με βάση το μοντέλο RGB.
- εικονογραφικά σύμβολα.

Τα σύμβολα αυτά έχουν σχεδιαστεί σε κάποιο σχεδιαστικό πακέτο raster δεδομένων και έχουν αποθηκευτεί ως γραφικά αρχεία. Το μέγεθος για την αποθήκευση των γραφικών αυτών αρχείων, που η εικόνα τους συντίθεται από 32 x 32 εικονοστοιχεία, είναι πολύ μικρό. Επομένως, ο άτλαντας μπορεί να συνοδεύεται από μια πλούσια βιβλιοθήκη συμβόλων χωρίς να επιβαρύνεται σημαντικά ο χώρος που απαιτείται για την αποθήκευση της βάσης δεδομένων.

Η επιλογή των θεματικών συμβόλων και η σχεδίασή τους στη σωστή θέση και στο κατάλληλο μέγεθος γίνεται με το λογισμικό του άτλαντα με βάση την πληροφορία που βρίσκεται αποθηκευμένη στη βάση δεδομένων. Η σχετική επεξεργασία των δεδομένων προς απεικόνιση και η ομαδοποίησή τους μπορεί να έχει πραγματοποιηθεί στο στάδιο ανάπτυξης ή να γίνεται εκείνη τη στιγμή. Η τελική απόφαση έχει σχέση με τη μελέτη του σχεδιασμού της βάσης δεδομένων και το χρόνο που απαιτείται για την εκτέλεση των υπολογισμών. Κύριο πλεονέκτημα της σύγχρονης σχεδίασης των θεματικών χαρτών, είναι η άμεση ενημέρωση της πληροφορίας μέσω της βάσης δεδομένων.

Η βασικότερη λειτουργία των χαρτών στο άτλαντα είναι η επιλογή θέσεων για την ανάκτηση πληροφορίας. Πρόκειται για θέσεις που οι μελετητές του άτλαντα έχουν επιλέξει κατά το σχεδιασμό. Βασικό κριτήριο για την επιλογή των θέσεων αυτών είναι η φύση των δεδομένων, η διαθεσιμότητά τους και η χωρική μονάδα στην οποία αναφέρονται. Για να πραγματοποιηθεί η ανάκτησης πληροφορίας με την επιλογή θέσης, θα πρέπει ο χρήστης να είναι γνώστης της ύπαρξής της. Αυτό κυρίως γίνεται με την αλλαγή της μορφής του δρομέα όταν κινείται μέσα στο χάρτη και διέρχεται πάνω από μια περιοχή στην οποία υπάρχουν δεδομένα. Η τακτική αυτή είναι όμοια με αυτή που ακολουθείται και στα υπερκείμενα (hypertext), όπου ο δρομέας αλλάζει μορφή πάνω από τις λέξεις συνδέσμων (links), που οδηγούν σε άλλο τμήμα του κειμένου. Άλλος τρόπος, για την υλοποίηση των θέσεων αυτών πάνω στο χάρτη είναι η χρήση κουμπιών (buttons). Παράλληλα, για την ενημέρωση του χρήστη, ότι η επιλογή του πραγματοποιήθηκε, θα πρέπει η επιλογή να υλοποιείται οπτικά. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι η αλλαγή του συμβόλου, το στιγμιαίο αναβόσβημα του συμβόλου κ.α. Η επιλογή των θέσεων από το χρήστη μπορεί να οδηγήσει άμεσα στην παρουσίαση πληροφορίας ή να απαιτείται από το χρήστη η θέσπιση και άλλων κριτηρίων για την ανάκτηση δεδομένων από τη βάση.

Κείμενα - πίνακες

Όταν ολοκληρωθεί ο ορισμός των κριτηρίων των δεδομένων, γίνεται η ανάκτησή τους από τη βάση. Τα δεδομένα αυτά, κατά βάση στατιστικά, μπορούν να παρουσιαστούν, στην πιο απλή μορφή, ως πίνακες.

Ανάλογα με τα είδη της πληροφορίας που απαντώνται σε κάθε άτλαντα, προετοιμάζονται κατά τη φάση σχεδιασμού οι φόρμες παρουσίασης. Κατά τη λειτουργία του άτλαντα, οι φόρμες αυτές καλούνται για την παρουσίαση και συμπληρώνονται με τις τιμές που έχουν ανακτηθεί από τη βάση. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εκτυπώσει ή να αποθηκεύσει τα πινακοποιημένα δεδομένα σε μορφή ASCII για περαιτέρω επεξεργασία.

Διαγράμματα

Πολλές φορές για τη βέλτιστη παρουσίαση των δεδομένων προτείνεται η χρήση διαγραμμάτων. Τα διαγράμματα σχεδιάζονται κατά τη λειτουργία του άτλαντα (on line) βάσει των απλών εντολών σχεδίασης που διαθέτει η VB (γραμμές, παραλληλόγραμμο, κύκλος κ.α.). Για τη σχεδίαση των διαγραμμάτων χρησιμοποιούνται τα δεδομένα που ανακτώνται από τη βάση δεδομένων, ενώ μπορούν να υπολογιστούν και αναλυτικές συναρτήσεις βάσει σταθερών παραμέτρων ή παραμέτρων από τη βάση δεδομένων. Ο τύπος του διαγράμματος (ιστόγραμμα, πίτα κ.α.) ή ο τύπος της αναλυτικής συνάρτησης που θα χρησιμοποιηθεί μπορούν να αποτελούν πληροφορίες που καταγράφονται στη βάση.

Βασικό πλεονέκτημα της ταυτόχρονης σχεδίασης των διαγραμμάτων με τη λειτουργία του άτλαντα,

είναι ο δυναμικός τους χαρακτήρας. Δηλαδή, υπάρχει η δυνατότητα αυξομείωσης του μεγέθους τους. Με την αλλαγή του μεγέθους του παραθύρου που χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση του γραφήματος, μεταβάλλεται και η κλίμακα σχεδίασής του. Με τον τρόπο αυτό, η μεγιστοποίηση του παραθύρου σχεδίασης δίνει την δυνατότητα για λεπτομερή παρατήρηση του γραφήματος και τον εντοπισμό ευαίσθητων διακυμάνσεων. Αντίθετα η μείωση του μεγέθους του παραθύρου επιτρέπει την ταυτόχρονη παρουσίαση στην οθόνη πολλών γραφημάτων και τη συγκριτική εξέτασή τους.

Στην περίπτωση που τα ίδια δεδομένα παρουσιάζονται τόσο με τη μορφή πίνακα όσο και διαγράμματος, η κλίση της μιας μορφής από την άλλη είναι δυνατή με τη χρήση κατάλληλων πλήκτρων.

5. Η περίπτωση του Ατλαντα Κυματικής Ενέργειας για την Ευρώπη

Ο ηλεκτρονικός άτλαντας WERATLAS δημιουργήθηκε στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος JOULE για την κυματική ενέργεια. Το εργαστήριο Χαρτογραφίας του Ε.Μ.Π. ανέλαβε τη χαρτογραφική υποστήριξη του προγράμματος (συλλογή, επεξεργασία, απόδοση γεωγραφικών δεδομένων), το σχεδιασμό του ηλεκτρονικού άτλαντα (σχεδίαση και υλοποίηση της βάσης δεδομένων, σχεδίαση και προγραμματισμός του περιβάλλοντος επικοινωνίας άτλαντα - χρήστη).

Ο WERATLAS είναι ένας ηλεκτρονικός άτλαντας που λειτουργεί σε ουδέτερο υπολογιστικό περιβάλλον. Για την ανάπτυξη του περιβάλλοντος επικοινωνίας άτλαντα χρήστη χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic Professional ver 3.0, για την υλοποίηση της βάσης δεδομένων η dBase IV ενώ για τη συλλογή, επεξεργασία και απόδοση των γεωγραφικών δεδομένων το PC ARC/INFO ver 3.4.2 (Τσούλος κ.α., 1994).

Για τη χρήση του ηλεκτρονικού άτλαντα απαιτείται ένας συμβατός προσωπικός υπολογιστής PC/486 66 MHz με τουλάχιστον 8 MB βασική μνήμη και το περιβάλλον των Windows 3.1 ή 3.11, δηλαδή ένας τυπικός σταθμός εργασίας. Για την βέλτιστη παρουσίαση των χαρτών και των διαγραμμάτων απαιτείται οθόνη γραφικών με ανάλυση: 800 x 600 και 64K χρώματα. Για την εκτύπωση της πληροφορίας του άτλαντα απαιτείται εκτυπωτής Laser. Η διανομή του άτλαντα γίνεται σε δύο δισκέτες, ενώ για την εγκατάστασή του στο σκληρό δίσκο, απαιτείται χώρος περίπου 10 MB.

Ο WERATLAS είναι ένα ηλεκτρονικός άτλαντας Κυματική Ενέργεια για την Ευρώπη. Περιέχει δεδομένα για το κυματικό κλίμα και την κυματική ενέργεια για μια σειρά θέσεων κατανεμημένων κατά μήκος του Βορειοδυτικού Ατλαντικού Ωκεανού, της Βόρειας Θάλασσας, της Νορβηγικής Θάλασσας, της Βερίγγεια Θάλασσας και της Μεσογείου. Η συνολική περιοχή που καλύπτεται από τον Άτλαντα ορίζεται από τους μεσημβρινούς $\varphi=20^\circ$ και $\varphi=75^\circ$ και τους παραλλήλους $\lambda=-50^\circ$ και $\lambda=45^\circ$. Τα δεδομένα για τα κύματα προέρχονται από ανάλυση με τη χρήση αριθμητικών μεθόδων ανασύνθεσης του κυματικού κλίματος θαλασσιών περιοχών με βάση τη χρονική ιστορία του υπερκείμενου πεδίου ανέμου που χρησιμοποιεί το μοντέλο WAM ή από μετρημένες τιμές. Η επιλογή των 85 σημείων του Άτλαντα (44 σημεία στη Μεσόγειο και 41 σημεία στον Ατλαντικό) επηρεάστηκε από τον κάναβο των μοντέλου WAM (ανά $3^\circ \times 3^\circ$ για τον Ατλαντικό και $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ στη Μεσόγειο) και από τις θέσεις όπου υπήρχαν μακροχρόνιες μετρήσεις και ήταν διαθέσιμες (Athanasoulis et al., 1995/ Pontes et al., 1995).

Για κάθε ένα από αυτά τα σημεία διατίθενται 14 διαφορετικά στατιστικά μεγέθη για δύο χρονικές περιόδους που χαρακτηρίζονται σαν χειμώνας και καλοκαίρι καθώς και ετήσια.

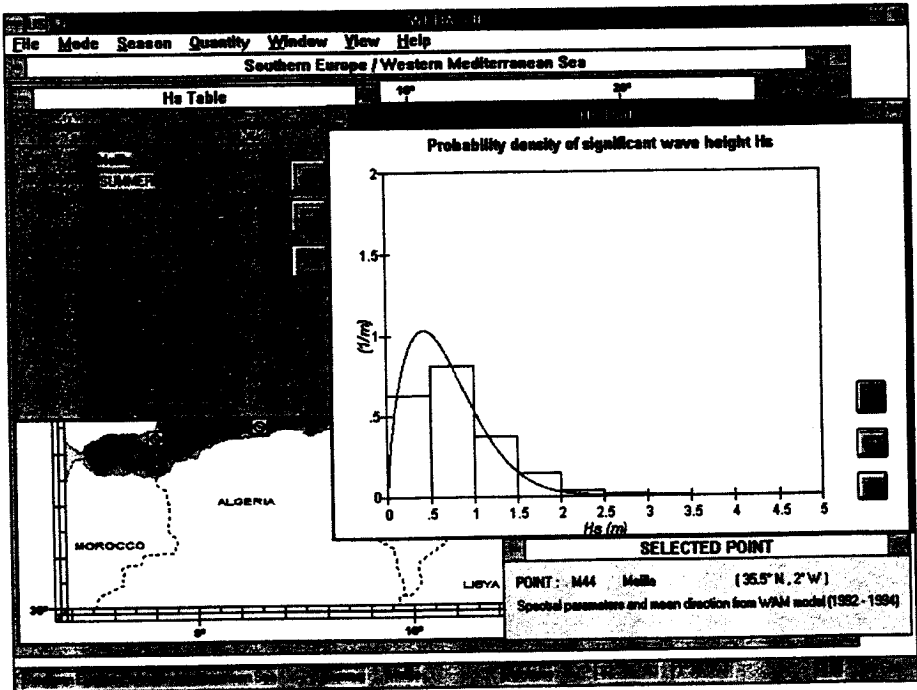
Τα γεωγραφικά δεδομένα του άτλαντα λήφθηκαν με ψηφιοποίηση από χάρτη κλίμακας 1:20 000 000 του Αγγλικού Ναυαρχείου ενώ η απόδοσή τους έγινε στη Μερκατορική προβολή με πλάτος ημεικτικής παραμόρφωσης 66° βόρεια. Βάσει της κατανομής των σημείων, των εγγενών χαρακτηριστικών της προβολής και της οθόνης γραφικών όπου γίνεται η απόδοση, η συνολική περιοχή του άτλαντα διανέμεται σε 5 επιμέρους γεωγραφικές ενότητες:

- I. Βόρεια Ευρώπη/Νορβηγική θάλασσα και Βερίγγεια Θάλασσα
- II. Κεντρική Ευρώπη/Βορειοδυτικός Ατλαντικός και Βόρεια Θάλασσα
- III. Νότια Ευρώπη/Ατλαντικός Ωκεανός και Αζόρες
- IV. Νότια Ευρώπη/ Δυτική Μεσόγειος Θάλασσα
- V. Νότια Ευρώπη/ Ανατολική Μεσόγειος Θάλασσα

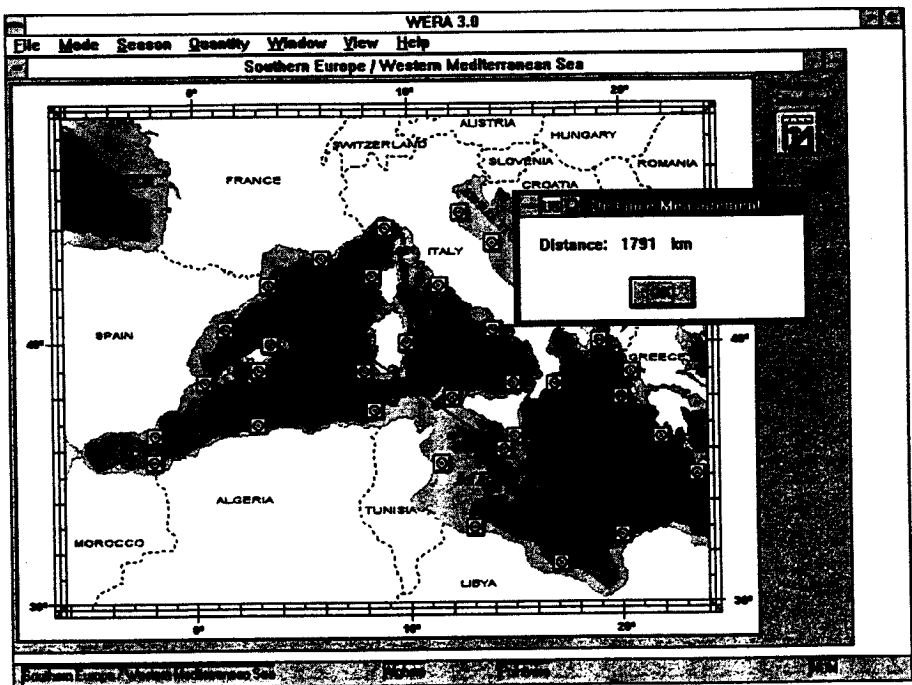
Η διανομή των χαρτών έγινε έτσι ώστε οι πλευρές των χαρτών να έχουν λόγο $3/4$, ενώ χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές κλίμακες απόδοσης για τη Μεσόγειο και για τον Ατλαντικό. Ο διαχωρισμός αυτός ακολουθεί τη διαφοροποίηση στην κλίμακα των θεματικών δεδομένων. Οι χάρτες των ενωτήτων αυτών χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση των σημείων και την επιλογή τους από το χρήστη. Η ίδια διανομή διατηρείται και στη σχεδίαση των θεματικών χαρτών.

Για την ανάκτηση των δεδομένων απαιτείται η επιλογή από το χρήστη ενός σημείου και μιας χρονικής περιόδου. Η παρουσίαση της πληροφορίας γίνεται με πίνακες (για 8 στατιστικές ποσότητες) και διαγράμματα (για 10 στατιστικές ποσότητες). Ο χρήστης έχει την δυνατότητα στη συνέχεια να εκτυπώσει την πληροφορία ή να την αποθηκεύσει σε αρχείο μορφής ASCII. Είναι δυνατή η ανάκτηση όλων των διαθέσιμων ποσοτήτων και η ταυτόχρονη παρουσίασή τους στην οθόνη του υπολογιστή (σχήμα 1).

Παράλληλα, είναι δυνατή η ανάκτηση πληροφορίας με τη μορφή θεματικών χαρτών για μια από τις προαναφερθέντες περιοχές. Στους χάρτες αυτούς θα απεικονίζεται το μέγεθος της μέσης κυματικής ενέργειας με τη χρήση βελών μεταβλητού πάχους και κατάλληλης διεύθυνσης.



Σχήμα 1 Χαρακτηριστικό παράθυρο λειτουργίας του ηλεκτρονικού άτλαντα WERATLAS
Ανάκτηση πληροφοριών με χάρτη, πίνακα και γράφημα



Σχήμα 2 Χαρακτηριστικό παράθυρο λειτουργίας του ηλεκτρονικού άτλαντα WERATLAS
Χρήση εργαλείου απόστασης

Η επιλογή των σημείων από το χρήστη γίνεται με τη χρήση πλήκτρων που υπάρχουν στο χάρτη στις θέσεις όπου διατίθεται πληροφορία. Η εντολή για την εκτύπωση και την αποθήκευση των πληροφοριών που ανακτήθηκαν δίνεται επίσης με τη χρήση ανάλογων πλήκτρων. Η επιλογή παραμέτρων όπως γεωγραφική ενότητα, χρονική περίοδος και πληροφορία προς ανάκτηση γίνεται με τη χρήση πίνακα επιλογών (menu). Παράλληλα, υλοποιήθηκε εργαλείο που υπολογίζει την απόσταση ανάμεσα σε δύο σημεία, που υποδεικνύει ο χρήστης με το δρομέα στο χάρτη. Οι υπολογισμοί γίνονται πάνω στην εγγύτατη σφαίρα και έχουν σκοπό να δώσουν μια ρεαλιστική ποσοτική εκτίμηση των αποστάσεων (σχήμα 2).

6. Επίλογος - Συμπεράσματα

Η χρήση των πολυμέσων και η δυνατότητα επικοινωνίας άτλαντα χρήστη προσφέρει νέους πιο πλούσιους τρόπους για την απόδοση της χωρικής πληροφορίας. Ειδικά πακέτα για την ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών είναι διαθέσιμα και ο απαιτούμενος εξοπλισμός σε μηχανήματα είναι οικονομικός. Η δημιουργία ατλάντων με ανάλογα εργαλεία αποτελεί πρόκληση για τους χαρτογράφους καθώς οι δυνατότητες που προσφέρονται είναι απεριόριστες. Παράλληλα όμως, παραμένει η αβεβαιότητα για το πώς το κοινό θα χρησιμοποιήσει αυτά τα προϊόντα. Όποια κι αν είναι η τύχη τους, η πείρα που αποκτάται από την ανάπτυξή τους θα επενδυθεί σε νέες χαρτογραφικές καινοτομίες.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Athanasoulis G. A., E. K. Skarsoulis, Ch. N. Stefanakos, L. Tsoulos, B. Nakos and A. Skopeliti. (1995). *ATLAS OF WAVE ENERGY RESOURCE IN EUROPE (Structure and implementation of WERA software)*. Interim report of WERATLAS project (JOU2-CT93-0390).
- Cartwright W. E. (1995). *Multimedia and Mapping: Using Multimedia Design and Authoring Techniques to Assemble Interactive Map and Atlas Products*. *Proceedings of the 17th International Cartographic Conference*, Barcelona, Spain. pp. 1116-1127
- Filippakopoulou B., M. Kavouras, B. Nakos and L. Tsoulos (1995). *Design and Implementation of Special Purpose Electronic Atlases*, *Proceedings of the 17th International Cartographic Conference*, Barcelona, Spain. pp. 2792-2797.
- Krygier J. B. (1995). *Multimedia in Geographic Education*. *Proceedings of the 17th International Cartographic Conference*, Barcelona, Spain. pp.1611-1629
- Παρασχάκης Ι., Παπαδοπούλου Μ., Πατιάς Π. (1993). *Αυτοματοποιημένη Χαρτογραφία*. Εκδόσεις Ζήτη.
- Pontes M. T., G. A. Athanasoulis, L. Tsoulos, B. Nakos, Ch. N. Stefanakos, A. Skopeliti, Frutuoso R. (1995). *EUROPEAN WAVE ENERGY ATLAS: An Interactive PC-Based System*. Second Wave Power Conference, Lisbon, Portugal.
- Σκοπελίτη Α. (1994). *Ανάπτυξη Άτλαντα Κυματικής Ενέργειας σε περιβάλλον μικρουπολογιστή*, Διπλωματική Εργασία, Εργαστήριο Χαρτογραφίας, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Ε.Μ.Π.
- Τσούλος Λ., Β. Νάκος, Α. Σκοπελίτη. (1994). *Ανάπτυξη Άτλαντα Κυματικής Ενέργειας στο περιβάλλον του pc ARC/INFO*. 4η Συνάντηση Ελλήνων Χρηστών του ARC/INFO.