

HellasRoads Ένα Σύστημα Ψηφιακής Καταγραφής Εθνικού Οδικού Δικτύου

B. Νάκος

Τομέας Τοπογραφίας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφος 157 80, Τηλ.: 772-2733, Fax: 772-2670
Email: bnakos@central.ntua.gr

Περίληψη

Στην εργασία περιγράφεται ένα σύστημα ψηφιακής καταγραφής των γεωμετρικών και περιγραφικών χαρακτηριστικών του Εθνικού οδικού δικτύου. Το σύστημα αποτελεί μία εξειδικευμένη εφαρμογή Γεωπληροφορικής, κατάλληλη να υποστηρίξει την οργάνωση, αποθήκευση, ανάκτηση και γραφική απόδοση δεδομένων του οδικού άξονα και των περιγραφικών πληροφοριών που τον περιβάλλουν. Αποτελείται από μία βάση δεδομένων και ειδικό λογισμικό επικοινωνίας χρήστη-υπολογιστή. Στη βάση δεδομένων καταχωρούνται τα γεωμετρικά και περιγραφικά χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου. Με τη βοήθεια του λογισμικού επικοινωνίας χρήστη-υπολογιστή γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων στη βάση, η ανάκτησή τους σύμφωνα με συγκεκριμένα ερωτήματα και η απόδοση με τη μορφή πινάκων, διαγραμμάτων και χαρτών.

Λέξεις κλειδιά: Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών, βάση δεδομένων, αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού, λογισμικό επικοινωνίας χρήστη-υπολογιστή, οδικό δίκτυο.

1. Εισαγωγή

Η ύπαρξη μίας πλήρους ψηφιακής καταγραφής του οδικού δικτύου της χώρας είναι ένα βασικό πληροφοριακό υλικό όχι μόνο για τις αναπτυξιακές και περιβαλλοντικές μελέτες αλλά και για τις μελέτες που αφορούν την οδική ασφάλεια και τις βελτιώσεις της οδού και το σχεδιασμό των μελλοντικών οδών. Μια τέτοια καταγραφή επειδή είναι επίπονη, χρονοβόρα και πολυδάπανη, σπάνια αντιμετωπίζεται από τις αρμόδιες υπηρεσίες και συνήθως ως καταγραφή θεωρείται η ίδια η μελέτη, η οποία όμως πολλές φορές κατά την εκτέλεση διαφοροποιείται σημαντικά. Σήμερα οι διάφορες τεχνικές και η υψηλή τεχνολογία που έχουν αναπτυχθεί, επιτρέπουν, με τον κατάλληλο και προσεκτικά σχεδιασμένο συνδυασμό των νέων αυτών τεχνολογιών, μια γρήγορη, άνετη, αξιόπιστη και οικονομική ολοκληρωμένη καταγραφή του οδικού δικτύου. Έτσι, μια ομάδα που αποτελείται από τέσσερα Εργαστήρια του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Κέντρο Δορυφόρων Διονύσου, Χαρτογραφία, Οδοποιία, Ανώτερη Γεωδαισία) ανέπτυξε ένα ολοκληρωμένο σύστημα καταγραφής του Εθνικού οδικού δικτύου, χρησιμοποιώντας:

- το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού (Global Positioning System-GPS),
- τη μαγνητοσκόπηση του Εθνικού οδικού δικτύου (κατά μήκος και κατά πλάτος),
- τη συστηματική συγκρότηση των συλλεγόμενων δεδομένων σε ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Geographical Information System-GIS).

Οι καταγραφικές μονάδες είναι τοποθετημένες σε ένα όχημα που κινείται κατά μήκος του οδικού δικτύου επιτυγχάνοντας τα δεδομένα της ψηφιακής καταγραφής να συλλέγονται γρήγορα και αξιόπιστα. Το σύστημα αυτό υλοποιήθηκε με χρηματοδότηση από τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος (Βέης κα, 1995). Αντίστοιχα συστήματα έχουν αναπτυχθεί και σε άλλες χώρες, κυρίως της Ευρώπης και της Αμερικής (Ohio State University, 1991/ European Digital Road Map II, 1994), με μεγαλύτερη ή μικρότερη επιτυχία. Το σύστημα του Ε.Μ.Π. δεν έχει αντιγράψει κάποιο άλλο σύστημα. Έχει στηριχθεί στην τεχνογνωσία που το ίδιο έχει αναπτύξει, χρησιμοποιώντας και συνδυάζοντας υπάρχοντα στο εμπόριο προϊόντα, σχεδιάζοντας και κατασκευάζοντας νέα, σε συνδυασμό πάντα με τις καλύτερες κάθε φορά μεθόδους,

που αναπτύχθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων. Η ερευνητική ομάδα του Ε.Μ.Π., εκτός από την ανάπτυξη του συστήματος, έχει αναλάβει να πραγματοποιήσει και πιλοτική καταγραφή σε ένα μήκος 1000 χιλιομέτρων του Εθνικού οδικού δικτύου.

Στην εργασία περιγράφεται το σύστημα διαχείρισης ψηφιακών δεδομένων καταγραφής Εθνικού οδικού δικτύου (*HellasRoads*) ως εφαρμογή Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΣΠ). Η εφαρμογή αυτή είναι δομημένη σε αντικειμενοστραφές περιβάλλον προγραμματισμού (Object Oriented Programming-OOP) και συγκεκριμένα στη γλώσσα προγραμματισμού *Visual Basic 3.0*. Ο πυρήνας της εφαρμογής αποτελείται από τη βάση δεδομένων που δημιουργείται στο περιβάλλον του προγράμματος. Τα αρχεία της βάσης δεδομένων είναι συμβατά με τα αρχεία του λογισμικού πακέτου διαχείρισης δεδομένων της *Microsoft Access for Windows 1.0*. Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει τόσο τα γεωμετρικά δεδομένα του οδικού άξονα (οριζοντιογραφία και μηκοτομή) όσο και τα περιγραφικά δεδομένα (πινακίδες, λωρίδες κυκλοφορίας, παρόδιες χρήσεις κλπ.). Ο τρόπος με τον οποίο έγινε ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της βάσης δεδομένων εξασφαλίζει την εύκολη εξαγωγή συμπερασμάτων για τα γεωμετρικά στοιχεία της χάραξης του οδικού άξονα σε συνδυασμό με τα περιγραφικά στοιχεία της βάσης δεδομένων. Τα συμπεράσματα που αναφέρονται σε τμήματα του άξονα προκύπτουν με τη βοήθεια ερωτημάτων (queries) που μπορεί να ορίσει ο χρήστης και τα οποία υλοποιούνται σε γλώσσα SQL (Structured Query Language). Ο χρήστης δεν απαιτείται να έχει γνώση της δομής της βάσης δεδομένων ούτε και της γλώσσας SQL, καθώς έχει αναπτυχθεί ένα φιλικό γραφικό περιβάλλον (GUI), έτσι ώστε να είναι δυνατή η αλληλεπίδραση του χρήστη και της βάσης δεδομένων, χωρίς ο πρώτος να γνωρίζει την εσωτερική της δομή.

2. Βασικές αρχές σχεδιασμού και ανάπτυξης του λογισμικού *HellasRoads*

Οι ανάγκες που καθόρισαν την ανάπτυξη του συστήματος ψηφιακής καταγραφής του οδικού δικτύου, σε γενικευμένη μορφή, συνδυάζουν: τη δυνατότητα λειτουργίας σε διαφορετικής δυναμικότητας υπολογιστικά περιβάλλοντα (από προσωπικούς υπολογιστές ως σταθμούς εργασίας), χρήστες μη απαραίτητα εξειδικευμένους ή γνώστες της τεχνολογίας των ΣΓΠ, ένα σύστημα ανοικτό στην ενημέρωση, τροποποίηση και επέκταση και πληροφοριακό περιεχόμενο που υποβοηθά τη λήψη αποφάσεων για βελτίωση της χάραξης ή της σήμανσης ή άλλων χαρακτηριστικών του οδικού δικτύου.

Για την ικανοποίηση των αναγκών αυτών σχεδιάστηκε ένα σύνθετο στη δομή του σύστημα (*HellasRoads*) που επιτρέπει όμως τη φιλική αλληλεπίδρασή του με το χρήστη. Το σύστημα χρησιμοποιεί σαν γραφικό κέλυφος ένα περιβάλλον που δημιουργήθηκε με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού *Microsoft Visual Basic*. Τα περιγραφικά δεδομένα είναι οργανωμένα σε αρχεία ενός σχεσιακού μοντέλου βάσης δεδομένων (*Microsoft Access*) και το λογισμικό επικοινωνίας χρήστη-υπολογιστή αναπτύχθηκε σε περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών με αντικειμενοστραφή κώδικα (*Microsoft Visual Basic*). Η επικοινωνία των ανεξαρτήτων μονάδων λογισμικού του συστήματος εξασφαλίζεται με τη βοήθεια του λειτουργικού περιβάλλοντος των *Microsoft Windows*.

Το λογισμικό *HellasRoads* σχεδιάστηκε με τρόπο που να υποστηρίζει πληροφορίες που χαρακτηρίζονται από διττό χαρακτήρα. Οι πληροφορίες αντυπρωπεύουν τη χωρική κατανομή και θέση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του άξονα (γραφικά δεδομένα), επιπλέον όμως συμπληρώνουν τη θέση του άξονα με ιδιότητες, όπως: ευθυγραμμία, κυκλικό τόξο, κλωθοειδής, χιλιομετρική θέση, πινακίδες σήμανσης, φωτισμός, διασταυρώσεις, κατά μήκος και εγκάρσιες κλίσεις, περιβάλλοντας χώρος κλπ (περιγραφικά δεδομένα). Οι περιγραφικές πληροφορίες του άξονα του οδικού δικτύου διαφοροποιούνται ποιοτικά ή ποσοτικά και έχουν αναχθεί κατά μήκος του οδικού δικτύου. Οι πληροφορίες καταγράφονται, επεξεργάζονται, διαχειρίζονται και αποδίδονται σε ψηφιακή μορφή αλλά και γραφικά, με τη βοήθεια του λογισμικού του συστήματος διαχείρισης και του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Για κάθε οδικό άξονα που καταχωρείται στο σύστημα *HellasRoads*, ο χρήστης σε γενικές γραμμές είναι σε θέση να:

- εμφανίσει την οριζοντιογραφία του άξονα,
- εμφανίσει τα διαγράμματα τα οποία αναφέρονται στην μηκοτομή του άξονα,
- να εμφανίσει τις τυχόν περιγραφικές πληροφορίες που έχει καταχωρήσει (σε πινακοποιημένη μορφή ή στην οριζοντιογραφία με κατάλληλο συμβολισμό).

Η κάθε παραπάνω κατηγορία πληροφορίας εμφανίζεται σε διαφορετικό γραφικό παράθυρο στο περιβάλλον του λογισμικού. Η οριζοντιογραφία εμφανίζεται στο παράθυρο της οριζοντιογραφίας, τα διαγράμματα μηκοτομής εμφανίζονται στο παράθυρο της μηκοτομής ενώ όλες οι περιγραφικές πληροφορίες (αλλά και οι γεωμετρικές σε πινακοποιημένη μορφή) εμφανίζονται στο παράθυρο των περιγραφικών δεδομένων. Καθώς η εφαρμογή είναι δομημένη για το υπολογιστικό λειτουργικό περιβάλλον των *Microsoft Windows* τα παράθυρα αυτά μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε μέσα στην οθόνη όπως και να λάβουν οποιοδήποτε μέγεθος απαιτεί ο χρήστης προκειμένου να έχει την καλύτερη δυνατή εποπτεία των πληροφοριών του άξονα τον οποίο εξετάζει. Για κάθε ένα από τα παραπάνω παράθυρα υπάρχουν αντίστοιχες δυνατότητες καθορισμού των παραμέτρων τους, ενώ υπάρχει προκαθορισμένη διάταξη των παραπάνω παραθύρων ανά δύο ώστε ο χρήστης κάθε φορά να συσχετίζει με την καλύτερη εποπτεία τις ανάλογες πληροφορίες (π.χ. οριζοντιογραφία και μηκοτομή, ή πίνακες περιγραφικών δεδομένων και οριζοντιογραφία). Σημειώνεται ότι τα παράθυρα είναι συσχετισμένα μεταξύ τους και αυτή η συσχέτιση υλοποιείται μέσω της χιλιομετρικής θέσης. Παράλληλα, με την εμφάνιση στην οθόνη ο χρήστης είναι σε θέση να εκτυπώσει τις παραπάνω πληροφορίες για όποια τμήματα του άξονα τον ενδιαφέρουν. Επιπλέον, στο λογισμικό ενσωματώθηκε ειδικός αλγόριθμος με τη βοήθεια του οποίου σχεδιάζονται οι οριογραμμές της οδού σε ίση ή δεκαπλάσια κλίμακα από την κλίμακα σχεδίασης του άξονα.

Ενσωματωμένη δυνατότητα του προγράμματος *HellasRoads* επίσης αποτελεί και η βιβλιοθήκη συμβόλων με τη βοήθεια της οποίας ο χρήστης να απεικονίζει τις οντότητες που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων ενώ έχει τη δυνατότητα να προσθέσει και νέα σύμβολα.

3. Μοντέλο δεδομένων

Τα δεδομένα του οδικού άξονα διακρίνονται σε γεωμετρικά και μη γεωμετρικά ή περιγραφικά. Από τα γεωμετρικά δεδομένα που αποθηκεύονται παράγονται τα διαγράμματα της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής. Τα περιγραφικά δεδομένα είναι συμπληρωματικά και αποτελούν στοιχεία για το χαρακτηρισμό ενός τμήματος του οδικού άξονα.

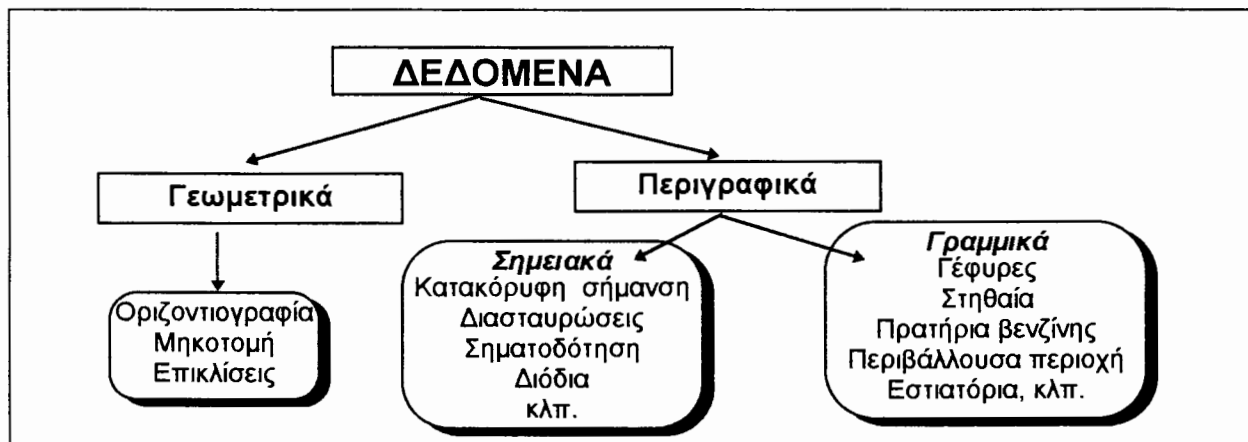
Για την αναπαράσταση του άξονα της οδού δημιουργήθηκε μια αντιστοιχία μεταξύ των γεωμετρικών οντοτήτων του οδικού άξονα και των γεωμετρικών αντικειμένων του γραφικού περιβάλλοντος. Στο γραφικό αρχείο αποθηκεύεται η οριζοντιογραφία του άξονα της οδού σαν μια ακολουθία γεωμετρικών αντικειμένων που αναπαριστούν σε ψηφιακό περιβάλλον τις τρεις γεωμετρικές οντότητες του οδικού άξονα: ευθυγραμμίες, κλωθοειδείς και κυκλικά τόξα. Η διαδικασία δημιουργίας των γραφικών αντικειμένων στο γραφικό περιβάλλον του συστήματος προϋποθέτει να είναι γνωστά όλα τα βασικά γεωμετρικά μεγέθη των ευθυγραμμιών και των καμπύλων τόξων. Η αντιστοιχία των γραφικών αντικειμένων στη ψηφιακή βάση με τις γεωμετρικές οντότητες του άξονα, από τα οποία αποτελείται μια οδική χάραξη, καθώς και τα απαιτούμενα γεωμετρικά μεγέθη για να κατασκευασθούν σε ψηφιακή μορφή παρουσιάζεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Γεωμετρικό μοντέλο δεδομένων των οδικών οντοτήτων

<i>Γεωμετρικό στοιχείο οδού οντότητα οδικού άξονα</i>	<i>Αντικείμενο του γραφικού περιβάλλοντος</i>	<i>Απαιτούμενη γεωμετρική πληροφορία για να καταχωρηθεί ψηφιακά</i>
Ευθυγραμμία	Ευθύγραμμο τμήμα	Συν/νες αρχής-τέλους (X1, Y1-X2, Y2)
Κυκλικό τόξο	Κυκλικό τόξο	Συν/νες αρχής-τέλους και ακτίνα καμπυλότητας (X1, Y1-X2, Y2-R)
Κλωθοειδής	Καμπύλη spline	Ακολουθία συν/νων (X1, Y1-X2, Y2-...-Xn, Yn)

Η ψηφιακή αναπαράσταση της ευθυγραμμίας γίνεται με τη βοήθεια του γραφικού αντικειμένου του ευθύγραμμου τμήματος, του κυκλικού τόξου με τη βοήθεια του γραφικού αντικειμένου κυκλικό τόξο και της κλωθοειδούς με τη βοήθεια του γραφικού αντικειμένου καμπύλη spline. Με τον τρόπο αυτό ορισμού των γραφικών αντικειμένων του συστήματος ο οδικός άξονας αναπαρίσταται από μία μικτή γραμμή που αποτελείται, ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του άξονα, από αλληλουχία ευθυγράμμων τμημάτων, καμπυλών και κυκλικών τόξων. Η τοπολογική συνέχεια (Burrough, 1986) του οδικού άξονα κατά την ψηφιακή αναπαράστασή του εξασφαλίζεται με την ταύτιση των συντεταγμένων των άκρων κάθε διαδοχικών γραφικών αντικειμένων. Ο χαρακτήρας όμως των γεωμετρικών οντοτήτων του οδικού άξονα κατά την ψηφιακή του αναπαράσταση επιβάλλει και τη διατήρηση της ομαλότητας μεταξύ διαδοχικών γραφικών αντικειμένων που μεταφράζεται στην ταύτιση των εφαπτομένων στα άκρα δύο συνδεδεμένων γραφικών αντικειμένων. Το μοντέλο των δεδομένων που αναπτύχθηκε καλύπτει πλήρως τις ανάγκες της ψηφιακής αναπαράστασης της οριζοντιογραφίας του οδικού άξονα. Η ψηφιακή αναπαράσταση του οδικού άξονα ως προς το κατακόρυφο επίπεδο (μηκοτομή) ακολουθεί ακριβώς την ίδια φιλοσοφία και επομένως βασίζεται στα γραφικά αντικείμενα που έχουν ήδη οριστεί.

Τα περιγραφικά δεδομένα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες σε σχέση με τη χωρική τους διάσταση: σε γραμμικά και σημειακά. Γραμμικά είναι τα δεδομένα τα οποία αναφέρονται σε κάποιο τμήμα του οδικού άξονα και για να επισημανθούν απαιτείται η γνώση της χιλιομετρικής θέσης (ΧΘ) αρχής καθώς και της χιλιομετρικής θέσης τέλους. Αντίθετα σημειακά χαρακτηριστικά είναι εκείνα που συναντώνται κατά μήκος του άξονα και έχουν μονοδιάστατο χαρακτήρα. Το σχήμα 1 απεικονίζει τις κατηγορίες των δεδομένων και ποιά στοιχεία εμπίπτουν σε κάθε μία.



Σχήμα 1. Γεωμετρικά και περιγραφικά δεδομένα βάσης δεδομένων.

Όπως είναι προφανές η παραπάνω κατηγοριοποίηση δεν καλύπτει όλα τα δεδομένα που θα ήθελε ο χρήστης να συμπεριλάβει στη βάση δεδομένων. Αυτό όμως δεν είναι περιοριστικό γιατί υπάρχει η δυνατότητα καταχώρησης δεδομένων από οποιαδήποτε κατηγορία αρκεί να έχουν καταχωρηθεί οι αντίστοιχοι συμβολισμοί στη βιβλιοθήκη συμβόλων.

Στη γραφική βάση δεδομένων κάθε γεωμετρικό αντικείμενο, εκτός των βασικών ιδιοτήτων που του έχουν οριστεί (συμβολισμός, χρώμα, κλπ.), έχει προσαρτημένες πρόσθετες πληροφορίες: για τη ΧΘ αρχής και το ανάπτυγμά του. Οι πληροφορίες αυτές είναι απαραίτητες για να παρεμβάλλεται η ΧΘ ενδιάμεσων σημείων του αντικειμένου. Οι περιγραφικές πληροφορίες οργανώνονται σε αρχεία ανάλογα με το είδος τους. Σε κάθε ένα από τα αρχεία αυτά καταχωρείται η ΧΘ στην οποία αναφέρεται το χαρακτηριστικό, αν αυτό είναι σημειακού χαρακτήρα, ή ΧΘ αρχής και τέλους αν είναι γραμμικού χαρακτήρα.

Η σύνδεση μεταξύ γεωμετρικής και περιγραφικής πληροφορίας γίνεται μέσω της ΧΘ, δεδομένου ότι η ΧΘ είναι η βασική παράμετρος για τον ορισμό της θέσης κατά μήκος του άξονα της οδού. Έτσι, κάθε φορά που ο χρήστης αναζητά πληροφορίες για συγκεκριμένο σημείο για το οποίο ξέρει τις συντεταγμένες του, υπολογίζεται η ΧΘ της προβολής του σημείου αυτού επάνω στον άξονα της οδού

και στην συνέχεια γίνεται η αναζήτηση και η ανάγνωση από τα αντίστοιχα αρχεία της περιγραφικής πληροφορίας.

4. Η βάση δεδομένων του *HellasRoads*.

Η βάση δεδομένων του συστήματος *HellasRoads* δομείται για κάθε άξονα που καταχωρείται και αποθηκεύεται σε διαφορετικό κατάλογο στον δίσκο του υπολογιστή. Άβιάε διαχωρισμένη σε πίνακες οι οποίοι αναφέρονται σε διαφορετική κατηγορία πληροφορίας και ακολουθούν το μοντέλο δεδομένων που σχεδιάστηκε για την εφαρμογή. Οι κατηγορίες αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Κατηγορίες πληροφοριών βάσης δεδομένων συστήματος *HellasRoads*.

<i>Οριζοντιογραφία</i>	Περιέχει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οριζοντιογραφίας του άξονα, όπως είδος τόξου, ακτίνα τόξου, παράμετρο κλωθοειδούς, συντεταγμένες αρχής και τέλους του γεωμετρικού τόξου.
<i>Μηκοτομή</i>	Περιέχει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της μηκοτομής του άξονα, όπως είδος τόξου μηκοτομής, ακτίνα καμπυλότητας, υψόμετρο αρχής-τέλους, κατά μήκος κλίση αρχής-τέλους.
<i>Εγκάρσιες κλίσεις αριστερά/δεξιά του άξονα</i>	Περιέχουν τις τιμές των εγκάρσιων κλίσεων του οδοστρώματος
<i>Εξοπλισμός με γραμμικό χαρακτήρα</i>	Περιέχει τα περιγραφικά δεδομένα τα οποία υπάρχουν σε κάποιο τμήμα του άξονα, με την κατάλληλη κωδικοποίηση (π.χ. αριθμός λωρίδων, κατά μήκος διαγράμμιση κ.α.)
<i>Περιγραφικά δεδομένα σημειακού χαρακτήρα</i>	Περιέχει περιγραφικά δεδομένα που παρουσιάζονται σε κάποιο σημείο. (π.χ. κατακόρυφη σήμανση, διασταυρώσεις κ.α.)
<i>Γενικές πληροφορίες για τον άξονα</i>	Περιέχει το όνομα του άξονα, τις χιλιομετρικές θέσεις αρχής και τέλους του άξονα, το συνολικό του μήκος, τις συντεταγμένες αρχής και τέλους, τον κατάλογο στον οποίο είναι αποθηκευμένος ο άξονας κ.α.

Κάθε ένας από τους παραπάνω πίνακες έχει προκαθορισμένες τις παραμέτρους των πεδίων, δηλαδή την ονομασία, το μήκος, το είδος κλπ. Αυτό δεν περιορίζει τις δυνατότητες της εφαρμογής αφού ο αριθμός και το είδος των πεδίων έχει επιλεγεί έτσι ώστε να είναι δυνατή η μελλοντική επέκταση της εφαρμογής.

Μεταξύ των πινάκων δεν υπάρχει άμεση συσχέτιση υπό την έννοια του ότι δεν υπάρχουν πεδία τα οποία να συμφωνούν απόλυτα ως προς τις τιμές τους. Η σύνδεση και συσχέτιση των πινάκων γίνεται με βάση την χιλιομετρική θέση ($X\Theta$) στην οποία αναφέρονται οι τιμές και κατόπιν παρεμβολής των τιμών αυτών. Για παράδειγμα, προκειμένου να βρεθεί το γεωμετρικό τόξο στο οποίο βρίσκεται κάποια πινακίδα σε συγκεκριμένη χιλιομετρική θέση η εφαρμογή λαμβάνει υπόψη τις χιλιομετρικές θέσεις αρχής και τέλους των γεωμετρικών τόξων έτσι ώστε να βρει αυτό για το οποίο ισχύει:

$$X\Theta_{\text{αρχής τόξου}} \leq X\Theta_{\text{πινακίδας}} \leq X\Theta_{\text{τέλους τόξου}}$$

Στην περίπτωση γραμμικού χαρακτηριστικού (π.χ. αριθμός λωρίδων) η εφαρμογή λαμβάνει υπόψη τις χιλιομετρικές θέσεις ($X\Theta$) αρχής και τέλους και των δύο γραμμικών χαρακτηριστικών, ώστε να πληρούται η συνθήκη:

$$X\Theta_{\text{αρχής τόξου}} \leq X\Theta_{\text{αρχής αλλαγής αριθμού λωρίδων}} \leq X\Theta_{\text{τέλους τόξου}}$$

ή

$$X\Theta_{\text{αρχής τόξου}} \leq X\Theta_{\text{τέλους αριθμού λωρίδων}} \leq X\Theta_{\text{τέλους τόξου}}$$

Αν μία από τις δύο παραπάνω συνθήκες ισχύει τότε αυτό σημαίνει ότι τμήμα του γραμμικού χαρακτηριστικού βρίσκεται στο υπό μελέτη γεωμετρικό τόξο. Είναι προφανές ότι ένα γραμμικό χαρακτηριστικό μπορεί να καταλαμβάνει περισσότερα από ένα γεωμετρικά τόξα της οριζοντιογραφίας (ή της μηκοτομής).

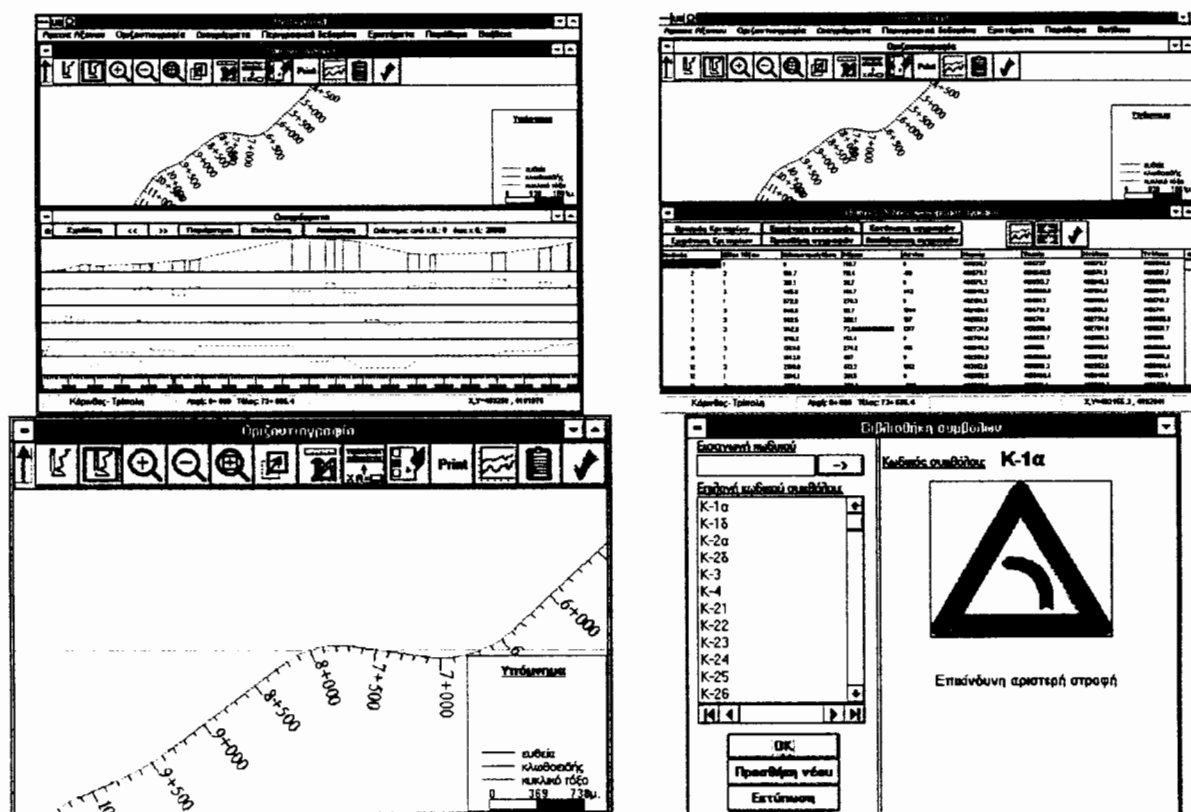
Προκειμένου να δημιουργηθεί η βάση δεδομένων απαιτούνται κάποια αρχεία εισόδου σε σειριακή μορφή (ASCII). Τα αρχεία αυτά είναι το αποτέλεσμα των υπολογισμών των γεωμετρικών

στοιχείων του άξονα της οδού. Υπάρχουν δύο κατηγορίες αρχείων: η πρώτη περιλαμβάνει τα αρχεία τα οποία αναφέρονται στην γεωμετρία του άξονα (οριζοντιογραφία και μηκοτομή) ενώ η δεύτερη τα αρχεία που περιέχουν την περιγραφική πληροφορία του οδικού άξονα (εξοπλισμός κλπ).

5. Απόδοση δεδομένων

Ο πυρήνας της εφαρμογής αποτελείται από τη βάση δεδομένων που δημιουργείται από το περιβάλλον του λογισμικού. Ο χρήστης δεν είναι αναγκαίο να έχει γνώση της δομής της βάσης δεδομένων ούτε και της γλώσσας SQL καθώς έχει αναπτυχθεί ένα φιλικό γραφικό περιβάλλον (GUI) έτσι ώστε να είναι δυνατή η αλληλεπίδραση του χρήστη και της βάσης δεδομένων χωρίς ο πρώτος να γνωρίζει την εσωτερική της δομή.

Παράλληλα με την εμφάνιση στην οθόνη ο χρήστης είναι σε θέση να εκτυπώσει τις παραπάνω πληροφορίες σε οποιοδήποτε συνδυασμό για όποια τμήματα του άξονα τον ενδιαφέρουν. Επίσης, στο λογισμικό του *HellasRoads* έχει ενσωματωθεί η ειδική βιβλιοθήκη συμβόλων που αναπτύχθηκε, με τη βοήθεια της οποίας ο χρήστης απεικονίζει το πληροφοριακό περιεχόμενο του συστήματος ενώ έχει την δυνατότητα να προσθέσει και νέα. Στο σχήμα 2 παρουσιάζονται, χαρακτηριστικές οθόνες χρήσης του λογισμικού.



Σχήμα 2. Χαρακτηριστικές οθόνες χρήσης προγράμματος

6. Συμπεράσματα

Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός παρέχει αναβαθμισμένα εργαλεία διαχείρισης χωρικών δεδομένων που υποβοηθούν καθοριστικά διαδικασίες λήψης απόφασης. Το λογισμικό χαρακτηρίζεται για τη φιλικότητα της χρήσης του, την επιτυχημένη παρουσίαση των δεδομένων του Εθνικού οδικού δικτύου. Η αξιοποίηση των συμβατικών πακέτων λογισμικού των ΣΓΠ σε ανάλογες εφαρμογές δεν έχει να προσφέρει επιπλέον εργαλεία για την διαχείριση και απόδοση των δεδομένων. Τα περιβάλλοντα ανάπτυξης αντικειμενοστραφών εφαρμογών επιτυγχάνουν να διευρύνουν με επιτυχία τα μέσα οπτικοποίησης και να προσφέρουν νέους τρόπους αναπαράστασης. Οι εφαρμογές μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμα μέσα για λήψη απόφασης από μη εξειδικευμένους χρήστες. Από την εποχή που στο άμεσο παρελθόν γινόταν χρήση ενός πολύπλοκου δύσχρηστου και υψηλού κόστους πακέτου

λογισμικού κατάλληλου για πολλές εφαρμογές, σήμερα η διαγραφόμενη τάση είναι να αναπτύσσονται με χαρακτηριστική ευκολία ανεξάρτητα λογισμικά το κάθε ένα προσαρμοσμένο σε συγκεκριμένη εφαρμογή που να καλύπτει με μεγαλύτερη επάρκεια τις απαιτήσεις των χρηστών.

7. Βιβλιογραφικές αναφορές

- Βέης Γ., Χ. Βαρδής, Α Γιώτης, Ε. Ζαχαρής, Ρ. Κορακίτης, Χ. Λιαπάκης, Β. Μπαλής, Χ. Μπιλλήρης, Β. Νάκος, Δ. Παραδείσης και Β. Ψαριανός. 1995. *Ανάπτυξη Συστήματος Ολοκληρωμένης καταγραφής Οδικού Δικτύου*. Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου Οδοποιίας, Λάρισα, 4-7 Οκτ.
- Burrough P. A. 1986. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Clarendon Press, Oxford, p. 194.
- European Digital Road Map II. 1994. *GDF 2.2 Specifications*. Technical Manual.
- Ohio State University. 1991. *The GPS/Imaging/GIS Project. Application of the Global Positioning System for Transportation Planning: A Multi-State Project*. The Center of Mapping. Columbus, Ohio.