

Σχεδιασμός Δικτύων Παροχής Υπηρεσιών με Ταυτόχρονη Επίλυση Εναλλακτικών Σεναρίων

Γ. Ν. ΦΩΤΗΣ*

Ἐκ μέρους γαρ γιγνώσκομεν καὶ εκ μέρους προφητεύομεν. Όταν δὲ ἔλθει τὸ τέλειον τότε τὸ εκ μέρους καταργηθήσεται.

Παύλος, Προς Κορινθίους Α' 13.9-13.11

1. Εισαγωγή

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η έννοια των χώρων έχει σημαντική επίδραση στην οργάνωση και τη λειτουργία των κοινωνικο-οικονομικών δραστηριοτήτων. Σε κάθε αναπτυξιακό σχέδιο και ειδικότερα σε εκείνα τα οποία προβλέπουν τη χωροθέτηση μονάδων παροχής υπηρεσιών, η επιλογή της θέσης, η κατανομή της ξήτησης και η χρονική στιγμή εφαρμογής του, είναι πιθανότατα οι πλέον σημαντικές αποφάσεις που καλούνται να πάρουν όσοι ενέχονται στη χάραξη πολιτικής είτε σε κυβερνητικό είτε σε ιδιωτικό επίπεδο.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας του χωροθετικού σχεδιασμού αντιμετωπίζονται προβλήματα επιλογής θέσης, που αναφέρονται ουσιαστικά στην αναζήτηση και προδιαγραφή των βέλτιστων χωροθετικών προτύπων, έτσι ώστε αφ' ενός να ικανοποιούνται προκαθορισμένα κριτήρια και αφ' ετέρου να μορφωποιείται ένα αποδοτικό και αποτελεσματικό σύστημα κέντρων παροχής υπηρεσιών και εξυπηρετούμενων κέντρων ζήτησης. Για την επίλυση των συγκεκριμένων προβλημάτων έχουν αναπτυχθεί οι μέθοδοι χωροθέτησης - κατανομής (location - allocation methods), οι οποίες έχουν εφαρμοστεί σε ένα ευρύτατο φάσμα προβλημάτων χωροθέτησης υπηρεσιών, όπως σχολικών μονάδων (Tewari and Jena, 1987), ασθενοφόρων, νοσοκομείων και κλινικών (Daskin 1987, Daskin Hope and Medina 1992), γραφείων διανομής και αποθηκευτικών χώρων (Goodchild, 1984) και χρήσεων γης (Brandeau and Chiou, 1989, List and Mirchandani 1991, Erkut and Neuman 1992).

* Γιώργος Ν. Φώτης, Δρ. Μηχανικός, Τομέας Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού, Ε.Μ.Π.

Καθώς όμως, αφ'ενδρισ ο πληθυσμός ο οποίος, εκών άκων, αποτελεί τον συνήθη αποδέκτη οποιασδήποτε σχεδιαστικής προπάθειας και αφ'ετέρου τα χαρακτηριστικά του εκάποτε δικτύου μετακίνησης διαχρονικά μεταβάλλονται, η επιτυχία του χωροθετικού σχεδιασμού και της χάραξης χωροθετικής πολιτικής, εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό, από τη δυνατότητα πρόβλεψης της μελλοντικής χρήσης και αξιοποίησης των αντίστοιχων υπηρεσιών.

Κάτω από αυτό το πρόσμα, ο απώτερος σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι διπλός: πρώτον, να προσδιοριστεί μια βασισμένη σε σενάρια προσέγγιση του χωροθετικού σχεδιασμού, η οποία συνίσταται στη διατύπωση και ταυτόχρονη επίλυση εναλλακτικών σεναρίων και αποσκοπεί στον εντοπισμό μακροπρόθεσμων στρατηγικών επίλυσης και δεύτερον, να σχεδιαστεί ένα πρότυπο Σύστημα Στήριξης Χωροθετικών Αποφάσεων (Σ.Σ.Χ.Α.), στο οποίο θα περιλαμβάνονται εξελιγμένο γραφικό περιβάλλον, μοντέλα χωροθέτησης-κατονομής, και δυνατότητες παρουσίασης των αποτελεσμάτων με τη βοήθεια πινάκων, γραφημάτων και χαρτών.

Σε αυτό το πλαίσιο, τα κεφάλαια της συγκεκριμένης εργασίας έχουν οργανωθεί ως εξής: στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία του χωροθετικού σχεδιασμού και αναπτύσσεται η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση, ο Βασισμένος σε Σενάρια Χωροθετικός Σχεδιασμός. Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική και τα επιμέρους τμήματα του πρότυπου συστήματος MultiNet. Το τέταρτο κεφάλαιο, περιλαμβάνει ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας και χρησιμοποίησης του MultiNet στα πλαίσια της χωροθέτησης βιβλιοθηκών στην περιφέρεια Θράκης. Τέλος, στην πέμπτη ενότητα παρουσιάζονται η ανακεφαλαίωση και ορισμένα συμπεράσματα, προδιαγράφοντας με αυτόν τον τρόπο μελλοντικές κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα και αξιοποίηση της συνολικά προτεινόμενης προσέγγισης της διακασίας του χωροθετικού σχεδιασμού.

2. Βασισμένος σε Σενάρια Χωροθετικός Σχεδιασμός

Στη γενική του μορφή ο χωροθετικός σχεδιασμός πραγματεύεται το ακόλουθο πρόβλημα: με δεδομένο ένα χωρικό σύστημα ζήτησης, να χωροθετηθούν κέντρα παροχής υπηρεσιών (εξυπηρέτησης) και να περιφερειοποιηθεί ο χώρος ως προς αυτά τα κέντρα, κατά τον "καλύτερο δυνατό τρόπο" (Κουτσόπουλος, 1990). Όπου ο καλύτερος δυνατός τρόπος επιτυγχάνεται μέσω της βελτιστοποίησης κάποιας αντικειμενικής συνάρτησης, σύμφωνα με την οποία μεγιστοποιείται το σφέλος ή ελαχιστοποιείται η απώλεια από την υλοποίηση του εκάποτε χωροθετικού προτύπου. Στα πλαίσια της επίλυσης των παραπάνω προβλημάτων

διατυπώθηκαν τα μοντέλα χωροθέτησης-κατανομής, τα οποία αναζητούν τις βέλτιστες θέσεις που θα εξυπηρετούν τον πληθυσμό που δημιουργεί τη ζήτηση και αποτελούνται από το σύνολο των σημείων ζήτησης, τον πίνακα αποστάσεων ή κόστους μετακίνησης, το σύνολο των υποψηφίων κόμβων, την αντικειμενική συνάρτηση και τη συνθήκη κατανομής (Rushion 1978, Koutopoulos 1981, Daskin 1995). Τα μοντέλα χωροθέτησης-κατανομής (ρ-διάμεσος, ρ-κέντρα, μέγιστης κάλυψης κ.ά.), υλοποιούνται μαθηματικά μέσω της αντικειμενικής συνάρτησης, η οποία προσδιορίζει τη λειτουργική σχέση που θα πρέπει να βελτιστοποιηθεί και ενός συνόλου περιορισμάν πού αναφέρονται (α) στα λειτουργικά χαρακτηριστικά των προτεινόμενων λύσεων και (β) στη διαδικασία κατανομής των κόμβων ζήτησης στα υποψήφια κέντρα (π.χ. ελάχιστη ή μέγιστη χωρητικότητα).

Αντίστοιχα, για την επίλυση των μοντέλων χωροθέτησης-κατανομής έχουν αναπτυχθεί ουσιαστικά δύο εναλλακτικές μέθοδοι: οι ακριβείς αριθμητικές λύσεις ή προγραμματιστικές τεχνικές και οι μέθοδοι των κατά προσέγγισην ευριστικών αλγορίθμων (heuristics). Το πρώτο σύνολο περιλαμβάνει μεθόδους γραμμικού και ακέραιου προγραμματισμού για την ανεύρεση της βέλτιστης λύσης. Οι ευρεστικοί αλγόριθμοι περιλαμβάνουν ένα πλήθος μεθόδων επίλυσης που εντοπίζουν τη βέλτιστη ή κάποιες σχεδόν-βέλτιστες λύσεις (Rushion and Kohler 1973, Rosing et al 1979).

2.1. Χωροθετικός σχεδιασμός υπό συνθήκες αβεβαιότητας

Κάθε απόφαση που λαμβάνεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας του χωροθετικού σχεδιασμού εμπεριέχει μια χωρική κατανομή διαθεσίμων. Η έρευνα των τελευταίων χρόνων έχει δεῖξει, ότι εν αντιθέσει με ότι αποτελούσε δεδομένο μέχρι σήμερα, το περιβάλλον μέσα στο οποίο λαμβάνονται οι χωροθετικές αποφάσεις περιβάλλεται από αβεβαιότητες. Έτσι μεταξύ άλλων, έχει προσδιοριστεί η αβεβαιότητα που αφορά στον αριθμό των χρηστών του προς χωροθέτηση δικτύου και η αβεβαιότητα που αφορά στις εντός του δικτύου μετακινήσεις, είτε πρόκειται για τη χρονική τους διάρκεια είτε για το προκύπτον κόστος μετακίνησης.

Η αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος απαιτεί ένα ολοκληρωμένο δυναμικό μοντέλο χωροθετικών επιλογών, το οποίο θα λαμβάνει υπ' όψιν την παραπάνω αβεβαιότητα των τιμών των ενεχόμενων μεταβλητών στο χρόνο. Εξαιτίας όμως της αποδεδειγμένης πολυπλοκότητάς του, κάτι τέτοιο δεν ευδόθηκε από τις μέχρι σήμερα ερευνητικές προσπάθειες που παραθέτονται στη σχετική βιβλιογραφία. Ως εκ τούτου, το ερευνητικό ενδιαφέρον στρέφεται πλέον προς την κατεύθυνση των εναλλακτικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων και προτάσεων.

Η αβεβαιότητα, καθιστά απαραίτητη την αναζήτηση χωροθετικών σχημάτων των οποίων η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα θα είναι ικανοποιητική για όσο το δυνατόν μεγαλύτερες χρονικές περιόδους. Κατά συνέπεια, καθιστά απαραίτητη τόσο τη δημιουργία και την αναλυτική επεξεργασία ενός συνόλου σεναρίων όσο και την αξιολόγηση εναλλακτικών στρατηγικών επιλυσής τους. Σύμφωνα με τους Harris και Battie (1992), ένα από τα βασικά θέματα στη λήψη χωροθετικών αποφάσεων είναι η επίτευξη επιθυμητών στόχων με την παράλληλη αποφυγή ανεπιθύμητων συνεπειών. Σε ένα περιβάλλον όπου το μέλλον δεν μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια, τα σενάρια καλούνται να περιγράψουν πιθανά μελλοντικά στάδια του συστήματος και σύμφωνα με τον Porter (1984), αποτελούν "μια εσωτερικά συνεπή άποψη για το πώς μπορεί να προκύψει το μέλλον". Στο στρατηγικό σχεδιασμό, τα σενάρια χρησιμοποιούνται για να αναλύσουν και να αξιολογήσουν τη συμπεριφορά προτάσεων και σχεδίων κάτω από μια ποικιλία πιθανών μελλοντικών συνθηκών. Σε αυτό το πλαίσιο ο στόχος είναι ο εντοπισμός στρατηγικών που συμπεριφέρονται "καλά" για όλα ή για τα περισσότερα σενάρια και έτσι περιορίζουν τις συνέπειες της αβεβαιότητας.

Για τη διαμόρφωση των εν λόγω σεναρίων, είναι απαραίτητο αρχικά να προσδιοριστούν τα σημαντικά στοιχεία του περιβάλλοντος του προβλήματος που δημιουργούν την αβεβαιότητα. Κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις, ο βασισμένος σε σενάρια χωροθετικός σχεδιασμός, δημιουργεί και επεξεργάζεται ένα σύνολο εναλλακτικών σεναρίων, που στηρίζονται σε διαφορετικές ομάδες υποθέσεων, παρέχοντας τελικά, μια πληρέστερη περιγραφή σχετικά με το πώς μπορεί να προκύψει το μέλλον. Μετά τον προσδιορισμό των εναλλακτικών σεναρίων, το επόμενο βήμα είναι η αξιολόγηση της επίδρασης του κάθε σεναρίου στις στρατηγικές αποφάσεις που πρόκειται να ληφθούν. Ερωτήσεις που χρειάζονται απάντηση είναι:

- πώς συμπεριφέρεται η κάθε στρατηγική στις διάφορες μεταβολές του περιβάλλοντος;
- ποιά είναι η βέλτιστη στρατηγική για κάθε σενάριο;
- υπάρχουν στρατηγικές που συμπεριφέρονται "καλά" κάτω από μια πληθώρα σεναρίων;

Συγχρίνοντας την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα των διαφόρων εναλλακτικών βέλτιστων λύσεων σε κάθε σενάριο, ο αναλυτής προσδιορίζει τη δυναμική και την πληρότητά τους. Αδιαφορισθήτητα, τέτοιοι είδους πληροφορία είναι απαραίτητη για την επιλογή της κατάλληλης εναλλακτικής που τελικά θα υιοθετηθεί από τους λήπτες αποφάσεων.

Το ερώτημα που πλέον τίθεται αφορά στον τρόπο με τον οποίο θα γίνει η επιλογή της "κατάλληλης" στρατηγικής όταν υπάρχει ένα σύνολο μελλοντικών σεναρίων και αντίστοιχων προτάσεων. Προφανώς, εάν υπάρχει κάποια στρατηγική που είναι εξίσου αποδοτική κάτω από οποιοδήποτε σενάριο, θα επιλεγεί αυτομάτως (Stevens 1961, Ghosh and Craig 1984, Daskin 1995). Η μέχρι σήμερα εμπειρία όμως, έχει δείξει ότι κάτι τέτοιο πολύ δύσκολα συμβαίνει. Στις περισσότερες εφαρμογές υπάρχει μια και μόνη βέλτιστη χωροθέτηση υπηρεσιών και κατανομή της ξήτησης για κάθε σενάριο. Οποιαδήποτε άλλη εναλλακτική με τη λογική της βέλτιστης λύσης, θα είναι λιγότερο αποτελεσματική για το συγκεκριμένο σενάριο, ενώ μπορεί να είναι βέλτιστη για κάποιο άλλο. Μια πολύ συνηθισμένη προσέγγιση σε τέτοιους είδους περιστάσεις, είναι η επιλογή της στρατηγικής που είναι βέλτιστη για το πλέον πιθανό σενάριο (Cohen, 1978). Στην παραπάνω προσέγγιση του σχεδιασμού, ουσιαστικά αγνοείται η αβεβαιότητα και η όλη διαδικασία βασίζεται σε μία και μόνη πρόβλεψη για το μέλλον, προεξοφλώντας ουσιαστικά ότι θα υλοποιηθεί το πλέον πιθανό σενάριο, του οποίου η βέλτιστη λύση είναι η τελικά προτεινόμενη επιλογή γιατί υλοποιήση.

2.2. Αξιολόγηση εναλλακτικών χωροθετικών προτύπων

Σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση διαμορφώνονται S ($s \in S$) σενάρια, που συνιστούν τα εκάστοτε δεδομένα D_s του προς επίλυση χωροθετικού προβλήματος. Στη συνέχεια, αφού επιλυθούν ξεχωριστά με τη βοήθεια του κατάλληλου μοντέλου χωροθέτησης-κατανομής, προσδιορίζεται για κάθε σενάριο η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης Z_s , για την αντίστοιχα προτεινόμενη βέλτιστη λύση L_s , η οποία αξιολογείται με βάση δύο κριτήρια: της αναμενόμενης και της ελάχιστης μέγιστης απώλειας στην τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης του μοντέλου (Photis and Koutsopoulos, 1994).

Αναλυτικότερα, όταν το S περιλαμβάνει περισσότερα του ενός σενάρια, αν θεωρήσουμε για δύο διαφορετικά σενάρια ϱ και σ , Z_{ϱ} , την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης αν εφαρμοστεί η λύση L_{ϱ} , αλλά τελικά πραγματοποιηθεί το σενάριο ϱ ($\forall \varrho, \sigma \in S$), τότε ο λήπτης αποφάσεων μπορεί να λύσει το πρόβλημά του για τις s εναλλακτικές συνθέσεις του δικτύου D_s ($s = 1, \dots, \sigma$) και στη συνέχεια να αντιπαραβάλει την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα της κάθε βέλτιστης λύσης L_s , στα δεδομένα όλων των εναλλακτικών μορφοποιήσεων του υπό μελέτη δικτύου D_s , ($\forall \varrho, \sigma \in S$).

Στη συνέχεια της διαδικασίας επίλυσης δημιουργείται ένας "πίνακας απόφασης" [$DZ_{\varrho, \sigma}$] του οποίου τα στοιχεία θα είναι οι $dZ_{\varrho, \sigma}$, όπου

$$dz_{\nu} = z_{\nu} - z_{\nu_0} \quad [2.1]$$

αντιρροσωπεύοντας την απώλεια στην τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης της λύσης του σεναρίου ως εάν υιοθετηθεί η βέλτιστη λύση του σεναρίου σ. Κατά συνέπεια και αν θεωρηθούν a priori γνωστές οι πιθανότητες πραγματοποίησης κάθε εναλλακτικού σεναρίου Π_{σ} , οι οποίες ουσιαστικά αποτυπώνουν τις τάσεις μεταβολής της υπάρχουσας κατάστασης, ο λήπτης αποφάσεων μπορεί να προχωρήσει στην επιλογή συγκεκριμένης στρατηγικής επιστρατεύοντας δύο διαφορετικά κριτήρια (Φώτης 1994). Με το πρώτο, υπολογίζει την αναμενόμενη απώλεια του κάθε σεναρίου E_{ν} , η οποία είναι το άθροισμα των απωλειών dz_{ν} επί την Π_{σ} , που αντιρροσωπεύει την προσδιορισμένη πιθανότητα πραγματοποίησης του σεναρίου σ για κάθε σ , σε S :

$$E_{\rho} = \sum_{\sigma} \Pi_{\sigma} dz_{\rho\sigma} \quad [2.2]$$

και προσδιορίζει εκείνη τη λύση για την οποία η E_{ρ} παίρνει την ελάχιστη τιμή.

Με το δεύτερο κριτήριο, ο λήπτης αποφάσεων εντοπίζει εκείνη τη λύση, η οποία ελαχιστοποιεί τη μέγιστη απώλεια M_{ρ} στην αντικειμενική συνάρτηση της βέλτιστης λύσης κάθε εναλλακτικού σεναρίου σ , όταν υιοθετείται το σ αλλά τελικά πραγματοποιείται το σ , σύμφωνα με τη σχέση:

$$M_{\rho} = \max_{\sigma} [dz_{\rho\sigma}] \quad [2.3]$$

Με τα παραπάνω κριτήρια είναι πλέον ευχερής η αξιολόγηση των προτεινόμενων λύσεων, οι οποίες θα προκύψουν από τη βασισμένη σε σενάρια μεθοδολογική προσέγγιση των προβλημάτων του χωροθετικού σχεδιασμού. Σε συνδυασμό, δε, με τις αυξημένες δυνατότητες παρουσίασης πληροφοριών που θα παρέχονται στα πλαίσια ενός πληροφοριακού συστήματος που θα την υποστηρίζει, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό βοήθημα του εκάστοτε λήπτη αντίστοιχων αποφάσεων. Σύμφωνα με τον Fortheringham (1990), ένα πληροφοριακό σύστημα για να μπορεί να υποστηρίζει αποφάσεις σχεδιασμού με χωρική υπόσταση και αναφορά θα πρέπει να είναι ένας συγκερασμός εξοπλισμού και λογισμικού με βασικό στόχο την παροχή πληροφοριών στο λήπτη αποφάσεων σε ένα πλαίσιο αλληλεπίδρασης.

Διάφορα είδη πραγματικών προβλημάτων και εφαρμογών του δημοσίου και του ιδιωτικού τομέα μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσα από τη

χρησιμοποίηση ενός συστήματος στήριξης χωροθετικών αποφάσεων. Ανάμεσα σε αυτά περιλαμβάνονται η οργάνωση και αναδιοργάνωση δικτύων παροχής υπηρεσιών προς τον πολίτη, ο προσδιορισμός διοικητικών περιφερειών, ο προγραμματισμός και η αξιολόγηση υποδομών καθώς και ο σχεδιασμός δικτύων καταστημάτων και πρατηρίων πώλησης.

Στην ενότητα που ακολουθεί, παρουσιάζεται ένα τέτοιο πρότυπο σύστημα, το MultiNet και προσδιορίζονται τα επιμέρους χαρακτηριστικά και τα τμήματα που το αποτελούν, έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες και της συνολικής διαδικασίας και της προτεινόμενης προσέγγισης.

3. Το Προτεινόμενο Σύστημα Στήριξης Χωροθετικών Αποφάσεων

Το περιβάλλον του MultiNet υποστηρίζει τη διατύπωση υποθέσεων, χριτηρίων και περιορισμών υπό μορφή εναλλακτικών σεναρίων, με στόχο τον εντοπισμό των διαχρονικά βέλτιστων χωροθετικών προτύπων και των αντίστοιχων περιφερειών εξυπηρέτησης. Παράλληλα επιτρέπει την αντιπαράθεση και ως εκ τούτου την αξιολόγηση των επιμέρους αποτελεσμάτων, συνηγορώντας, στη διατύπωση προτάσεων που αφορούν είτε σε πρότυπα που προέκυψαν από την αρχική ανάλυση είτε σε κάποια εναλλακτική που στηρίζεται στα προίσματα της αξιολόγησης και σύγκρισης όλων των αποτελεσμάτων.

Σε αυτό το πλαίσιο το MultiNet αναδεικνύει δυσδιάκριτες εναλλακτικές με την αξιολόγηση των οποίων, οι λήπτες αποφάσεων ανακαλύπτουν νέες πτυχές του προβλήματος. Οι οποίες με τη σειρά τους δημιουργούν νέα μέτρα και σταθμά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας λήψης αποφάσεων και οδηγούν είτε στην επαναδιατύπωση είτε στη διαμόρφωση νέων υποθέσεων και χριτηρίων με τροποποιημένες παραμέτρους.

3.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος

Το σύστημα MultiNet είναι σχεδιασμένο για λειτουργία σε προσωπικούς υπολογιστές IBM PC συμβατούς. Αυτό έχει ως πλεονέκτημα τη δυνατότητα χρήσης του με χαμηλό κόστος εξοπλισμού και τη συμβατότητά του με τα υπολογιστικά συστήματα που διαθέτουν οι περισσότεροι χρήστες. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν ιδιαίτερες προγραμματιστικές τεχνικές οι οποίες προσπαθούν να εκμεταλλευτούν στο έπακρον τις υπολογιστικές και αποθηκευτικές δυνατότητες των συγκεκριμένων υπολογιστικών συστημάτων, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή απόδοση. Για τη λειτουργία του προγράμματος, απαιτείται επεξεργαστής 80286 ή μεταγενέστερος καθώς και κάρτα γραφικών VGA ή SuperVGA, αλλά προτείνεται η χρήση υπολογιστών με επεξεργαστή 80486DX και με συχνότητες χρονισμού μεγαλύτερες από

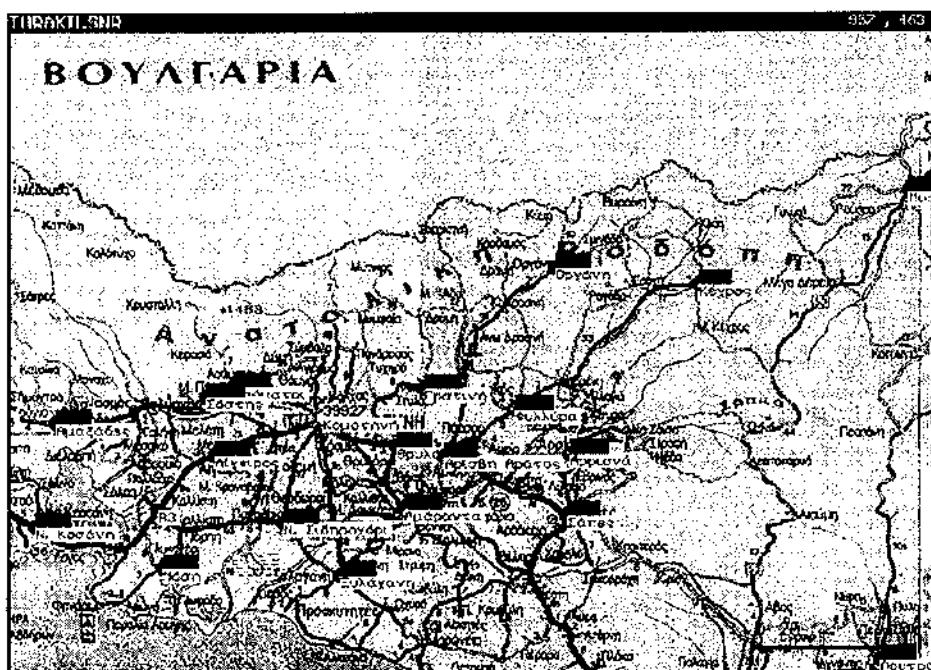
40MHz, με απαραίτητη πάντα προϋπόθεση την ύπαρξη μαθηματικού συνεπεξεργαστή.

Γιά τον προσδιορισμό της γεωγραφικής αναφοράς του εκάστοτε προβλήματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν εικόνες ή χάρτες που είναι σε μορφή εικονοκυττάρων (raster) (Εικόνα 1).

Για να είναι ευχερής η αξιοποίηση των γραφικών δυνατοτήτων αποτύπωσης και επεξεργασίας των γεωγραφικών δεδομένων του κάθε προβλήματος, θα πρέπει πρώτα να εκτελεστεί μια διαδικασία μετατροπής της φόρμας της εκάστοτε εικόνας από BMP (MicroSoft Windows Bitmap), στη φόρμα που αναγνωρίζει το MultiNet.

Στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει ή να τροποποιήσει στον ήδη ψηφιοποιημένο χάρτη, τις θέσεις των κόμβων του δικτύου, τις υπάρχουσες συνδέσεις καθώς και επιμέρους χαρακτηριστικά είτε των κόμβων είτε των συνδέσεων, όπως πληθυσμοί, κατηγορίες διαδρομών και

Εικόνα 1: Τμήμα της ψηφιοποιημένης περιοχής μελέτης



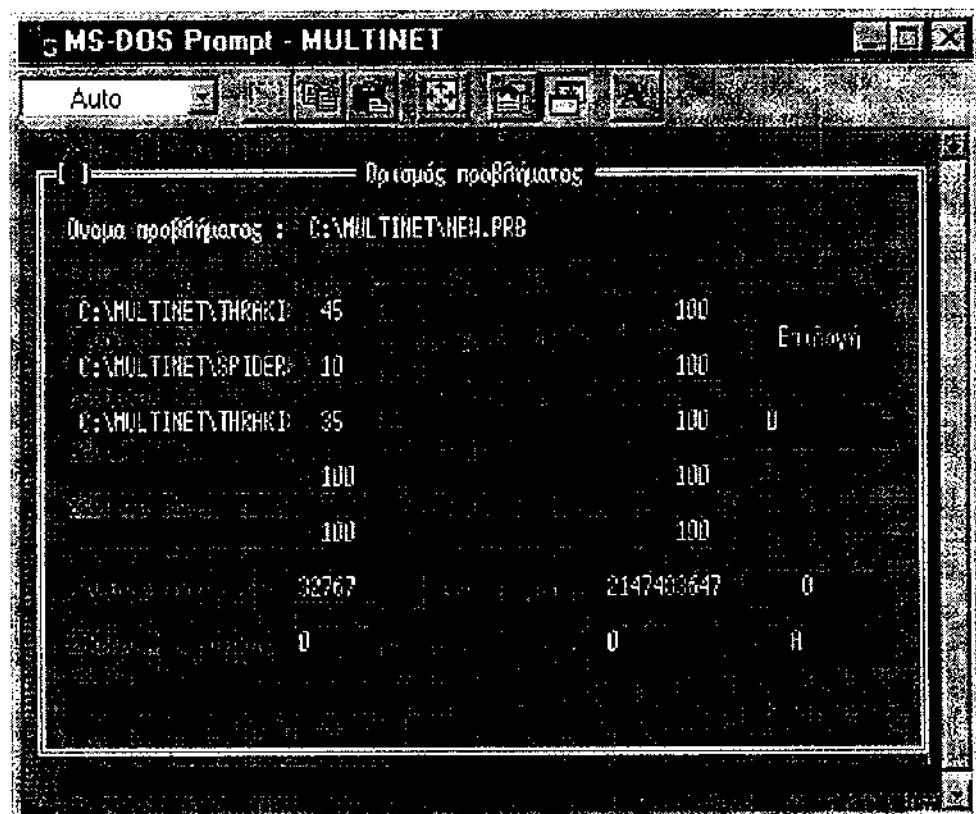
όρια διοικητικών περιφερειών. Η μεταβολή των παραπάνω χαρακτηριστικών, ουσιαστικά διαμορφώνει τα εναλλακτικά σενάρια.

3.1.1. Δημιουργία προβλήματος

Η σημαντικότερη ίσως λειτουργία του συστήματος MultiNet, είναι η διαδικασία “στησίματος” του εκάστοτε χωροθετικού προβλήματος, το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες (Εικόνα 2):

- α) για τα εναλλακτικά σενάρια,
 - β) για τις πιθανότητες πραγματοποίησής τους, και
 - γ) για τις μεταβλητές απόφασης του προβλήματος (Υποψηφιότητα κόμβου για χωροθέτηση κέντρου, μέγιστη και ελάχιστη διανυόμενη απόσταση, μέγιστης και ελάχιστη εξυπηρέτηση και περιορισμός των διοικητικών περιφερειών).

Εικόνα 2: Προσδιορισμός καινούριου προβλήματος

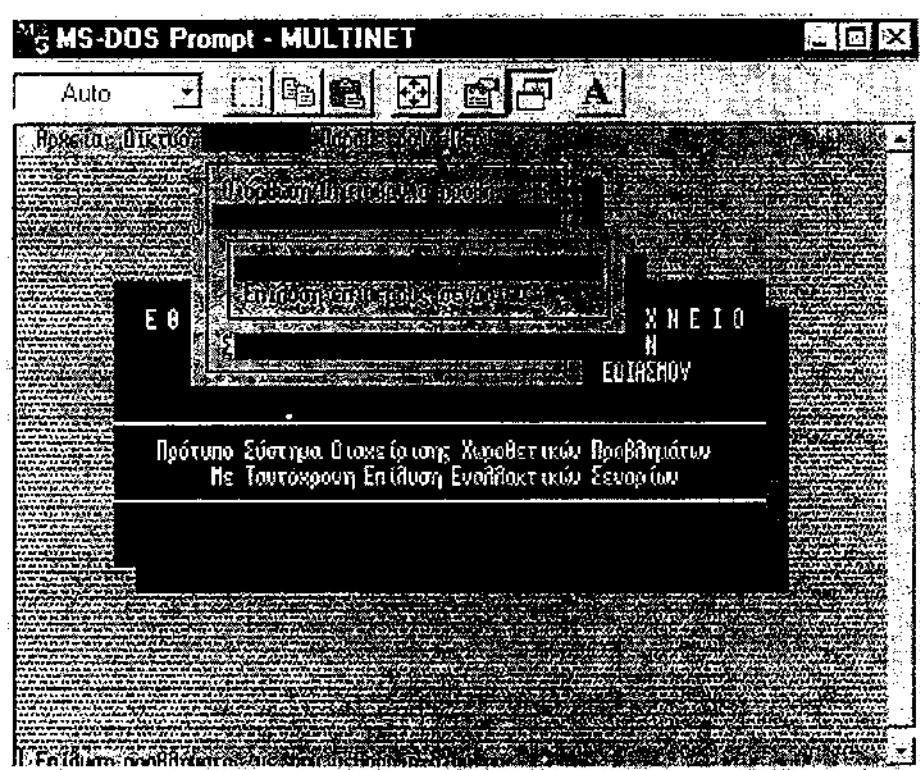


3.1.2. Συνολική επίλυση προβλήματος

Κατά τη διαδικασία αυτή (Εικόνα 3), τα σενάρια που συνιστούν το εκάστοτε πρόβλημα επικύρωνται χωριστά και δημιουργείται ένα τελικό αντίτυπο αναφορούς (report) το οποίο περιέχει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- το όνομα του αρχείου των προβλήματος,
 - τα σενάρια με την πιθανότητά τους (%),
 - τον αριθμό των κόμβων δικτύου,
 - τον αριθμό των κέντρων που χωροθετήθηκαν,
 - την αρχική λύση (προτεινόμενη-χρήστης),
 - τη βέλτιστη λύση κάθε σεναρίου (προτεινόμενη-σύστημα),
 - τη μέγιστη απόσταση της βέλτιστης λύσης κάθε σεναρίου,
 - τη μέση απόσταση της βέλτιστης λύσης κάθε σεναρίου,
 - την ελάχιστη απόσταση της βέλτιστης λύσης κάθε σεναρίου,
 - την κατανομή των κόμβων στα κέντρα για κάθε σενάριο των προβλήματος,
 - τις συνολικές εξυπηρετήσεις των κάθε κέντρου για κάθε σενάριο.

Εικόνα 3: Το πεντή δημιουργίας, διόδιωσης και επίλυσης για την προβλήματος



Παράλληλα, για κάθε σενάριο δημιουργείται ένας αραχνοειδής χάρτης εξυπηρετήσεων (SpiderMap) ο οποίος απεικονίζει τα επιλεγμένα κέντρα και τους εξυπηρετούμενους κόμβους, με τη δυνατότητα παρουσίασης όλων των καθοριστικών παραμέτρων της χωροθέτησης, όπως πληθυσμοί κόμβων, τύποι συνδέσεων, δρια περιφερειών και συνολικά εξυπηρετούμενοι πληθυσμοί (Εικόνες 7, 8, 9 και 10).

3.1.3. Meta-Λύση και Meta-Δίκτυο

Θεωρώντας ότι υπάρχει ένα πλήθος σεναρίων τα οποία αναφέρονται στους ίδιους κόμβους αλλά διαφέρουν ως προς την κατανομή της ζήτησης και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του δικτύου μετακίνησης, τότε σαν Meta-Λύση M_1 ορίζεται εκείνη η χωροθέτηση κέντρων και αντίστοιχη κατανομή κόμβων σε αυτά, η οποία είναι βέλτιστη για το σύνολο των σεναρίων. Προκύπτει δε κατά τη διάρκεια της επίλυσης του προβλήματος και όχι εκ των υστέρων από αντιπαράθεση των βέλτιστων λύσεων L_{ij} του κάθε σεναρίου. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί κάλιστα η Meta-Λύση ενώ δεν είναι βέλτιστη για κανένα μεμονωμένο σενάριο, να είναι παρ'όλα αυτά "συνολικά βέλτιστη". Στις περιπτώσεις όπου τα εναλλακτικά σενάρια δημιουργούνται από τη μεταβολή μόνο της κατανομής της ζήτησης, από τη χρησιμοποίηση του μέσου όρου των εναλλακτικών τιμών μπορεί να δημιουργηθεί ένα νέο σενάριο, το Meta-Δίκτυο M_2 , του οποίου η βέλτιστη λύση είναι η M_1 (Φώτης 1994). Το MultiNet, υποστηρίζει και τη δημιουργία του Meta-Δικτύου M_3 και τον προσδιορισμό της Meta-Λύσης M_1 , η συμπεριφορά της οποίας στη συνέχεια αντιπαραβάλλεται με τη συμπεριφορά των επιμέρους βέλτιστων λύσεων L_{ij} κάθε σεναρίου στα πλαίσια του πίνακα απόφασης-απωλειών.

3.1.4. Συγκριτικός πίνακας απωλειών-απόφασης

Στο συγκριτικό πίνακα απωλειών-απόφασης, αντιπαραθέτονται οι προτεινόμενες βέλτιστες λύσεις L_{ij} των s εναλλακτικών σεναρίων κάθε προβλήματος, με κριτήρια τη μέγιστη και την αναμενόμενη απώλεια στην τιμή της αντικειμενικής τους συνάρτησης στην περίπτωση υλοποίησης καθενός από τα υπόλοιπα σενάρια (Φώτης Κουτσόπουλος, 1996).

Η διαδικασία αυτή, δημιουργεί δύο αρχεία. Το πρώτο είναι ένα αρχείο αναφοράς, το οποίο περιλαμβάνει τις μέγιστες και τις αναμενόμενες απώλειες για κάθε βέλτιστη λύση, συμπεριλαμβανομένης και της Meta-Λύσης M_1 . Το δεύτερο, έχει προέκταμα CSV (Comma Separated Values), το οποίο σημαίνει ότι οι περιλαμβανόμενες σε αυτό τιμές χωρίζονται μεταξύ τους με κόμμα. Η συγκεκριμένη μορφή δεδομένων

(format) υποστηρίζεται από τα περισσότερα προϊόντα λογισμικού και μεταξύ αυτών και από το Microsoft Excel το οποίο χρησιμοποιείται στη συνέχεια γιά την περαιτέρω επεξεργασία και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων με τη δημιουργία γραφημάτων και παράγωγων πινάκων.

Εδώ θα πρέπει να τονιστεί, ότι το MultiNet έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί και με άλλο εξειδικευμένο λογισμικό (εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων), όπως Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (G.I.S.) και συστήματα CAD, μέσω αρχείων κειμένου (ASCII ή DXF), έτσι ώστε να είναι εφικτή, αφενός η δημιουργία και η μορφοποίηση, χωρίς ψηφιοποίηση, ενός δικτύου από μια εικόνα (εισαγωγή) και αφετέρου η παραγωγή πληρέστερων χαρτών, από εξειδικευμένο πλέον λογισμικό, για την ποιοτικότερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων της όλης διαδικασίας (εξαγωγή).

4. Εφαρμογή: χωροθέτηση βιβλιοθηκών στην περιφέρεια Θράκης

Η περιφέρεια της Θράκης είναι τους τελευταίους μήνες και πάλι στην επικαιρότητα κυρίως εξαιτίας της συνειδητοποίησης του ρόλου του οποίο μπορεί να διαδραματίσει σε διεθνές επίπεδο, εάν και εφόσον αξιοποιηθεί και μετατραπεί σε κομβικό σημείο για την ανάπτυξη των οικονομιών των βαλκανικών χωρών. Σ' αυτό το πλαίσιο πρέπει αρχιμά να αντιμετωπιστούν προβλήματα, που κυρίως αφορούν στα έργα υποδομής και προφανώς σε μακροπρόθεσμη βάση. Τα συγκεκριμένα έργα, πρωταρχικό τους στόχο θα έχουν την αναβάθμιση της περιοχής τόσο σε κοινωνικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο και κατ' επέκταση τον απεγκλωβισμό της από τα αδιέξοδα των όποιων ιδιομορφιών της.

Οι παραπάνω ιδιομορφίες, η έλλειψη σωστής κοινωνικής υποδομής αλλά και η παντελής απουσία οικονομικών κινήτρων, οδήγησαν τα τελευταία χρόνια αφενός στη μετακίνηση σημαντικού ποσοστού του πληθυσμού και αφετέρου στη σταδιακή μεταβολή του κοινωνικο-οικονομικού της χαρακτήρα. Στα άμεσα αποτελέσματα καταγράφονται η έλλειψη εργατικού δυναμικού και κατ' επέκτασην ο οικονομικός μαρασμός της περιοχής, που αδρανοποίησαν όλες τις αναπτυξιακές διαδικασίες και οδήγησαν στη γενικότερη υποβάθμισή της. Επομένως, η περιοχή παρουσιάζει έντονα δημογραφικά φαινόμενα γιά τα οποία είναι προφανής η σημασία της πρόσβλεψής τους, καθώς ενδεχόμενη μείωση των παραμεθόριων πληθυσμών πιθανότατα μεταφράζεται σε αντίστοιχη μείωση των ορίων του Ελληνικού κράτους. Ως εκ τούτου αποτελεί πρόσφορο έδαφος για την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας και χρησιμοποίησης του συστήματος MultiNet. Στην παραπάνω θεώρηση συνηγορεί και το γεγονός ότι αυτή τη στιγμή στην περιοχή βρίσκονται σε

εξέλιξη μιά σειρά από έργα που αποσκοπούν στη βελτίωση του συγκοινωνιακού της δικτύου.

Στα πλαίσια της εφαρμογής θα μελετηθεί η χωροθέτηση βιβλιοθηκών στην περιοχή, η οποία εντάσσεται στη βελτίωση της πολιτισμικής της υποδομής και πολύ σπάνια συσχετίζεται με τεχνικές χωρικής ανάλυσης. Σε αυτό συμβάλλει το γεγονός ότι τέτοιου είδους λειτουργίες, συνήθως στεγάζονται σε ήδη υπάρχοντες κενούς χώρους δημοσίων ή ιδιωτικών κτιρίων. Σπανιότερα δε σε χώρους που προκύπτουν μετά από πρωτοβουλία ή δωρεάν κάποιου ιδιώτη.

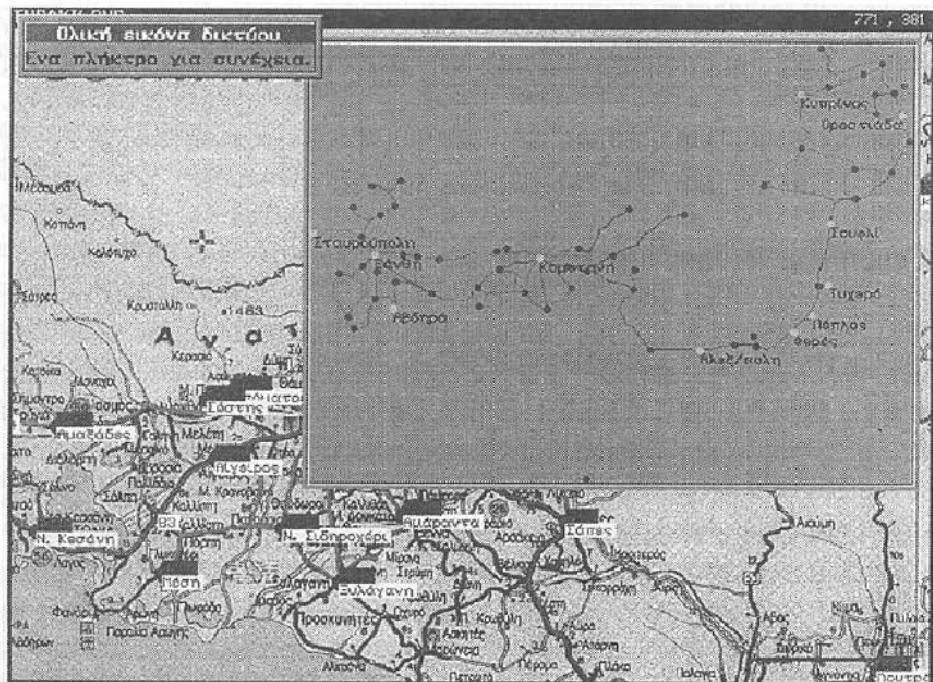
Κατά την απόδοση της μορφής και των χαρακτηριστικών του δικτύου μετακινήσεων, θα πρέπει να ληφθεί υπόψην και να αποδοθεί η διαφοροποίηση του κόστους μετακίνησης μέσα από τους διαφορετικούς τύπους διαδρομών. Το MultiNet δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού εννέα (9) διαφορετικών τύπων σύνδεσης, στοιχείο το οποίο αποθηκεύεται στο αρχείο του κάθε εναλλακτικού σεναρίου. Σε κάθε έναν από αυτούς τους τύπους, αντιστοιχεί ένας συντελεστής με τον οποίο πολλαπλασιάζεται η πραγματική απόσταση. Ειδικότερα, στην περιοχή μελέτης, υπάρχει πιθανότητα μετακίνησης πληθυσμών και δια θαλάσσης (από και προς τη Σαμοθράκη) και ως εκ τούτου, θα πρέπει να οριστεί το βάρος μιας κατηγορίας σύνδεσης έτσι ώστε να ανταποκρίνεται όσο το δυνατόν καλύτερα στο αυξημένο κόστος (χρονοαπόσταση) μετακίνησης με πλοίο (Εικόνα 4).

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της εφαρμογής ήταν: Οι πληθυσμοί των κόμβων του δικτύου, οι οποίοι προέρχονται από την απογραφή του 1991, της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΣΥΕ). Όσον αφορά στο δίκτυο μετακίνησης, προσδιορίστηκαν τέσσερις κατηγορίες για τις ψηφιοποιημένες διαδρομές, οι οποίες σε σχέση με τον αρχικό χάρτη ήταν (Εικόνα 5):

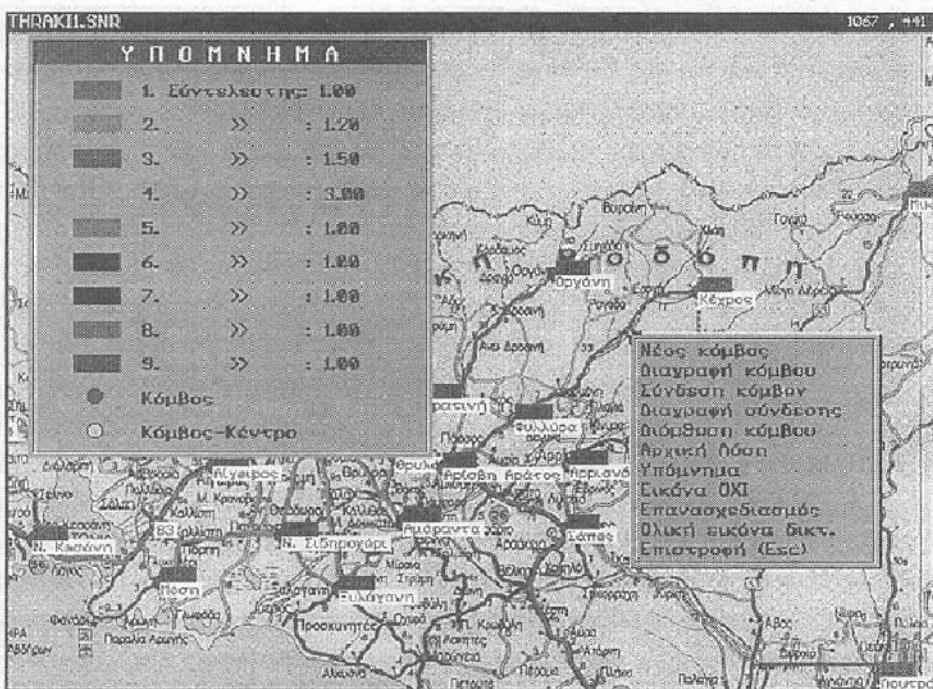
Τύπος 1:	Σύνδεση με βάρος 1	- Εθνικό οδικό δίκτυο
Τύπος 2:	Σύνδεση με βάρος 1.5	- Επαρχιακό δίκτυο
Τύπος 3:	Σύνδεση με βάρος 2	- Δύσβατοι δρόμοι
Τύπος 4:	Σύνδεση με βάρος 3	- Θαλάσσιες διαδρομές

Για τις ήδη υπάρχουσες βιβλιοθήκες στους νομούς της περιοχής μελέτης, παραχωρήθηκαν στοιχεία από τη Διεύθυνση Βιβλιοθηκών του Υπουργείου Παιδείας. Οι βιβλιοθήκες οι οποίες καταχωρίθηκαν είναι δύσες έχουν αναγνώριση και επιχορήγηση από το Υπουργείο και επομένως σε αυτές δεν περιλαμβάνονται οι διάφορες ιδιωτικές ή σχολικές που τυχόν υπάρχουν.

Εικόνα 4: Ολική εικόνα του ψηφιοποιημένου οδικού δικτύου



Εικόνα 5: Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου



4.1. Αξιολόγηση υπάρχουσας κατάστασης

Η πρώτη χωροθέτηση και ταυτόχρονα αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης έγινε χρησιμοποιώντας το δίκτυο προσφοράς και ξήτησης που δημιουργήθηκε και το οποίο αποτελείται από πενήντα εννέα (59) κόμβους. Σαν αρχική λύση θεωρήθηκαν οι έντεκα (11) θέσεις όπου σύμφωνα με το Υπουργείο υπάρχουν ήδη χωροθετημένες βιβλιοθήκες και αντιπροσωπεύουν την υπάρχουσα κατάσταση. Προφανώς για το συγκεκριμένο πρόβλημα δημιουργήθηκε μόνο ένα σενάριο με τις παραπάνω συνδέσεις και τα αντίστοιχα πληθυσμιακά δεδομένα, ενώ δεν τέθηκε κανένας περιορισμός αναφορικά με υποψηφιότητα κόμβου-κέντρου, μέγιστη και ελάχιστη εξυπηρέτηση, μέγιστη και ελάχιστη απόσταση ή όρια διοικητικών περιφερειών. Μετά από την εφαρμογή του μοντέλου p-διάμεσος (p-median), το οποίο από τη διεθνή βιβλιογραφία κρίνεται ως το πλέον κατάλληλο για χωροθέτηση κέντρων παροχής υπηρεσιών προς τους πολίτες (Maranzana 1964, Kountouropoulos 1981, Ghosh Rushton 1987, Ghosh McLafferty 1987, Mirchandani 1990), προέκυψαν ως κέντρα οι θέσεις, Σαμοθράκη, Μύκη, Διδυμότειχο, Εύλαλο, Φυλλορά και Αρριανά αντί των Σουφλί, Τυχερό, Κυπρίνος, Πέπλος, Σταυρούπολη και Αβδηρά. Κοινά παρέμειναν πέντε (5) κέντρα, η Αλεξανδρούπολη, οι Φερές, η Ορεστιάδα, η Κομοτηνή και η Ξάνθη, γεγονός το οποίο εν πολλοίς ήταν αναμενόμενο καθώς πρόκειται για τους κόμβους με τη μεγαλύτερη ξήτηση, που είναι ιδιαίτερα καθοριστικός παράγοντας για το μοντέλο που υιοθετήθηκε. Η παραπάνω προτεινόμενη από το σύστημα λύση ενισχύει κατ' αρχήν το γεγονός ότι η χωροθέτηση των βιβλιοθηκών που συνιστούν την υπάρχουσα κατάσταση δεν έγινε με τη χρησιμοποίηση μοντέλων χωρικής ανάλυσης και επομένως χρήζει περαιτέρω διερεύνησης και ενδεχόμενης αναδιοργάνωσης. Κατ' επέκταση αναδεικνύει την αναμενόμενη ανισοκατανομή των αντίστοιχα εξυπηρετούμενων πληθυσμών των κόμβων του δικτύου στα παραπάνω κέντρα.

4.2. Προσδιορισμός εναλλακτικών σεναρίων

Στα πλαίσια της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης, δημιουργήθηκαν τρία (3) εναλλακτικά σενάρια, με τη διαφοροποίηση κυρίως του δικτύου μετακίνησης, καθώς θεωρείται ότι οι δημογραφικοί δείκτες της περιοχής είναι σχετικά σταθεροί και ως εκ τούτου οι σοβαρές πληθυσμιακές μεταβολές θα προκύψουν σαν αποτέλεσμα της μελέτης και εφαρμογής αναπτυξιακών έργων και έργων υποδομής. Επιπλέον, ενεργοποιείται ο περιορισμός των διοικητικών περιφερειών, καθώς θεωρείται ότι το δίκτυο σχεδιάζεται έτσι ώστε να ύπαρχει ίση δυνατότητα

εξυπηρέτησης στις διαφορετικές περιφέρειες. Για την περιοχή μελέτης θεωρούνται οι τρεις περιφέρειες των νομών Ξάνθης, Ροδόπης και Εβρου, η δε αρχική λύση που δόθηκε και σε αυτό το πρόβλημα ήταν τα έντεκα (11) κέντρα που διαμορφώνουν την υπάρχουσα κατάσταση, με επιπρόσθιους περιορισμούς ως προς την υποψηφιότητα των κόμβων για χωροθέτηση κέντρου.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση κέντρου στις θέσεις Φυλλύρα και Αρριανά. Έτσι, η βέλτιστη λύση του σεναρίου περιλαμβάνει τις θέσεις Αλεξανδρούπολη, Σαμοθράκη, Μύκη, Διδυμότειχο, Φερές, Ορεστιάδα, Κομοτηνή, Ξάνθη, Αρσίβη Αράτος, Σουφλί και Εύλαλο η δε μορφή του αντίστοιχου χάρτη εξυπηρετήσεων, φαίνεται στην Εικόνα 6.

Σύμφωνα με το δεύτερο σενάριο, θεωρείται ότι επέρχεται μια σταδιακή βελτίωση του οδικού δικτύου καθώς και των θαλάσσιων συνδέσεων. Έτσι μεταβάλλονται τα βάρη των τύπων σύνδεσης από 2 και 3 σε 1 και 1.5 αντίστοιχα. Παράλληλα, επιτρέπεται η χωροθέτηση κέντρου στη θέση Φυλλύρα. Η βέλτιστη λύση αυτού του σεναρίου φαίνεται στον χάρτη της Εικόνας 7 και σύμφωνα με αυτόν χωροθετούνται κέντρα στις θέσεις Αλεξανδρούπολη, Σαμοθράκη, Σάπες, Μύκη, Φερές, Διδυμότειχο, Ορεστιάδα, Κομοτηνή, Ξάνθη, Σουφλί και Φυλλύρα μετά την άρση του σχετικού περιορισμού.

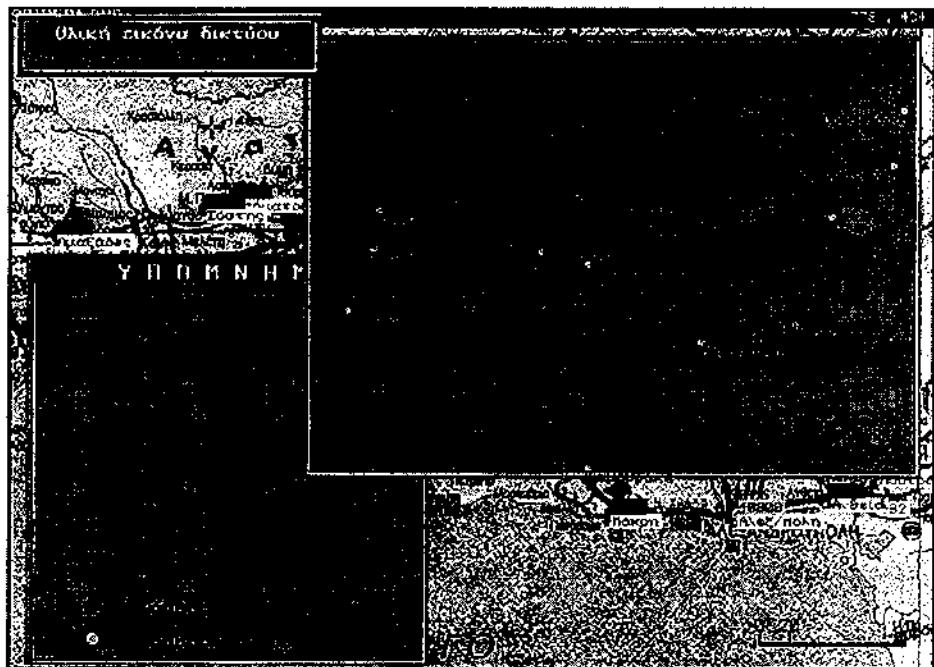
Σύμφωνα με το τελευταίο σενάριο, βελτιώνονται ακόμη περισσότερο οι συνθήκες που διαμορφώθηκαν στο δεύτερο και εκτός από την αναβάθμιση του υπάρχοντος οδικού δικτύου, καταχωρούνται νέες συνδέσεις, οι οποίες σύμφωνα με τον αρχικό χάρτη που ψηφιοποιήθηκε, είναι πραγματικά υπό κατασκευή. Πιο συγκεκριμένα καταχωρίζηκαν οι παρακάτω συνδέσεις:

Νομός Ροδόπης:	Ξυλάγανης - Μέσης
Νομός Ροδόπης:	Ξυλάγανης - Σάπες
Νομός Ροδόπης:	Οργάνη - Κέχρος
Νομός Εβρου:	Μεταξάδες - Νεοχώρι

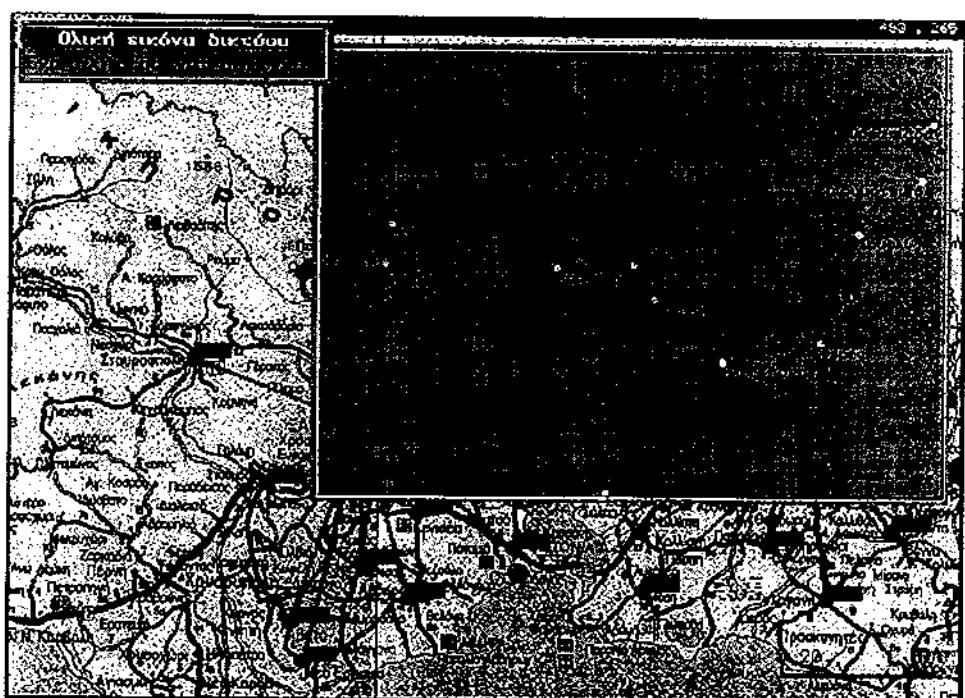
Η βέλτιστη λύση των παραπάνω σεναρίου αποτελείται από τις θέσεις Αλεξανδρούπολη, Σαμοθράκη, Μύκη, Οργάνη, Φερές, Διδυμότειχο, Ορεστιάδα, Κομοτηνή, Ξάνθη, Σάπες και Σουφλί (Εικόνα 8).

Τέλος, πραγματοποιήθηκε επίλυση ενός προβλήματος που περιελάμβανε και τα τρία παραπάνω σενάρια, τα οποία συμμετείχαν σε αυτό με την ίδια σημαντικότητα (βάρος) το κάθε ένα ($\Pi_{\text{,}} = 33\% \text{ A Q,S}$) και του οποίου ο χάρτης εξυπηρέτησης με τα αντίστοιχα χωροθετούμενα κέντρα (Μετα-Λύση) φαίνονται στην εικόνα 9.

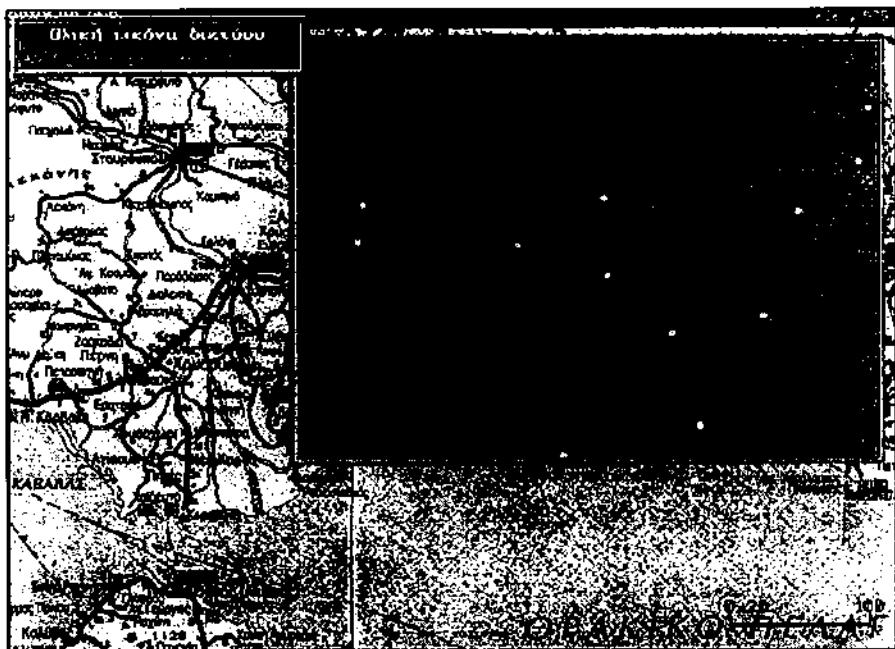
Εικόνα 6: Βέλτιστη λύση πρώτου σεναρίου



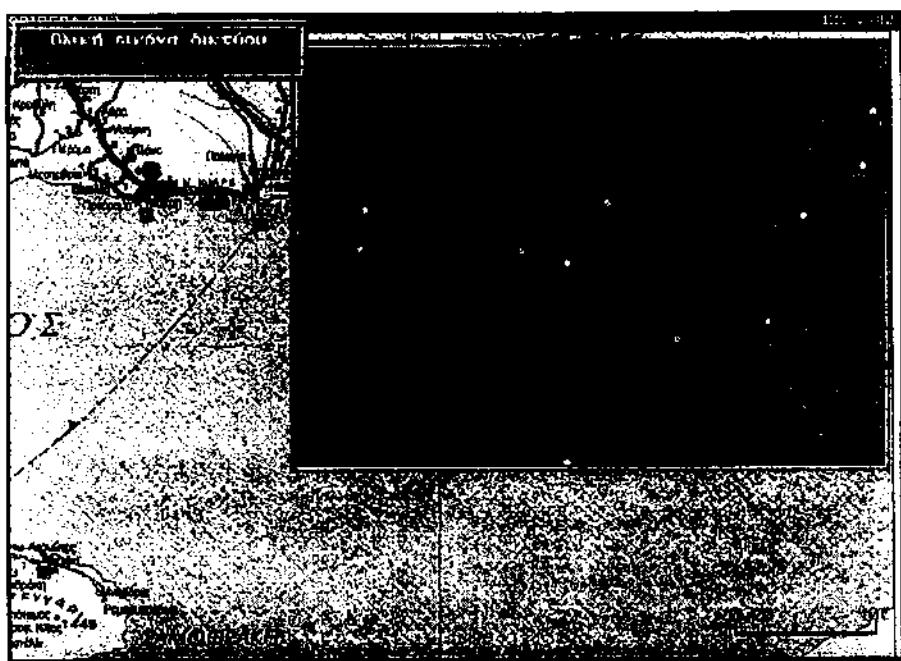
Εικόνα 7: Βέλτιστη λύση δεύτερου σεναρίου



Ευάλωτη 8: Βρήκτε την λίστα τούτων σεντόνιων



Εικόνα 9: Οικογένεια της Meta-Αίσθησης του προβλήματος



Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, στα πλαίσια ενός πρότυπου Συστήματος Στήριξης Χωροθετικών Αποφάσεων όπως το MultiNet, ο Πίνακας Απόφασης - Απωλειών, αποτελεί ένα καθοριστικό βοήθημα στη διαδικασία καθώς παρέχει ένα αρχικό μέτρο σύγκρισης και αντιπαράθεσης των βέλτιστων λύσεων των σεναρίων ενός προβλήματος μεταξύ τους αλλά και με τη Meta-Λύση. Έτσι, στον Πίνακα 1 θεωρούμε S_1 το πρώτο σενάριο, S_2 το δεύτερο σενάριο, S_3 το τρίτο σενάριο, L_1 , L_2 και L_3 τις αντίστοιχες βέλτιστες λύσεις, M το Meta-Δίκτυο και τη M_{u} τη Meta-Λύση. Αντίστοιχα στην πρώτη στήλη του πίνακα αναφέρονται οι λύσεις που νιοθετούνται και στην πρώτη γραμμή τα σενάρια που πραγματοποιούνται.

Από τον εν λόγω πίνακα, μπορούν να υπολογιστούν οι μέγιστες και οι αναμενόμενες απώλειες, κάθε προτεινόμενης βέλτιστης λύσης σύμφωνα με τις εξισώσεις 2.1, 2.2 και 2.3. Στη συνέχεια και με τη βοήθεια των αυτοματοποιημένων λειτουργιών που αναφέρθηκαν, προκύπτει ο πίνακας 2, όπου παρουσιάζονται οι λύσεις με την ελάχιστη αναμενόμενη απώλεια στην τιμή της αντικειμενικής τους συνάρτησης, διατάσσονται από 0-100%. Έτσι, η πρώτη στήλη από αριστερά αναφέρεται στην πιθανότητα P_1 του δεύτερου σεναρίου και η πρώτη γραμμή στην πιθανότητα P_2 του πρώτου σεναρίου. Προφανώς στη συγκεκριμένη περίπτωση ισχύουν:

$$P_1 + P_2 + P_3 = 100\% \quad [4.1]$$

$$P_3 = 100\% - P_1 - P_2 \quad [4.2]$$

Με αυτόν τον τρόπο ο λήπτης αποφάσεων αποκτά μία πραγματικά εποπτική άποψη της δυναμικής του προβλήματος και των προτεινόμενων στρατηγικών καθώς και του περιθώριου λανθασμένης εκτίμησης των πιθανοτήτων πραγματοποίησης κάθε εναλλακτικού σεναρίου.

Από τον πίνακα 2 προκύπτουν ο πίνακας 3 και το διάγραμμα 1 όπου παρουσιάζονται οι περιπτώσεις που υπερισχύει η κάθε στρατηγική (βέλτιστη λύση) έναντι των υπολούπων. Σύμφωνα με αυτά, η Meta-Λύση M_{u} και η L_1 ικανοποιούν το 41% των περιπτώσεων η κάθε μία, η L_2 το 15%, ενώ η L_3 ικανοποιεί μόλις το 3%. Γεγονός που προκύπτει και από τον πίνακα 1, όπου όταν η πιθανότητα κάθε σεναρίου είναι 33,3%, τη μικρότερη απώλεια παρουσιάζει και πάλι η Meta-Λύση.

Τέλος, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, για την αυτόματη δημιουργία των πινάκων 1, 2, 3 και του διαγράμματος 1 χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Microsoft Excel με αρχικά δεδομένα το αρχείο των απωλειών των βέλτιστων λύσεων, το οποίο αναγνωρίζεται από αυτό με τη βοήθεια κατάλληλα μορφωτοποιημένων αυτοματοποιημένων διαδικασιών (macros).

Πίνακας 1: Απώλειες αντικειμενικής συνάρτησης

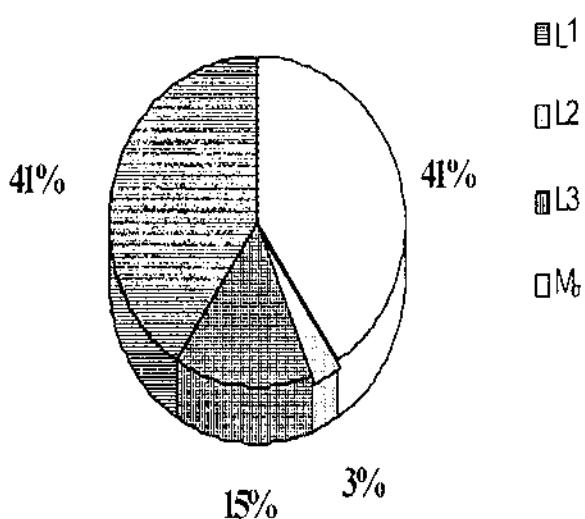
Σενάριο	S1	S2	S3	Αναμενόμενη
L1	0	7597	342822	116808
L2	136999	0	335225	157408
L3	238846	143818	0	127555
Με	138093	47117	59546	81585
Πιθανότητα	33%	33 %	33 %	

Πίνακας 2: Βελτιστες λύσεις που δίνουν την ελάχιστη αναμενόμενη απώλεια

Πίνακας 3: Ποσοστιαία επιχράτηση προτεινόμενων λύσεων

		Ποσοστό
L1	27	41 %
L2	2	3 %
L3	10	15 %
Με	27	41 %
Σύνολα	66	100 %

Διάγραμμα 1: Ποσοστά επιχράτησης βελτιστων λύσεων



5. Συμπεράσματα

Η αβεβαιότητα είναι εγγενής στις περισσότερες χωροθετικές αποφάσεις και οφείλεται κατ' αρχήν, στη δυναμική φύση των αντίστοιχων προβλημάτων και κατ' επέκταση, στην αδυναμία των μελετητών να προσδιορίσουν με ακρίβεια τα μεταγενέστερα χαρακτηριστικά του υπό χωροθέτηση δικτύου παροχής υπηρεσιών. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι υπάρχουν πολλά είδη μεταβολών του ευρύτερου περιβάλλοντος του προβλήματος και κατά συνέπεια μια πληθώρα τρόπων με τους οποίους μπορούν αυτά να μετατραπούν σε κριτήρια απόφασης και να συμπεριληφθούν στη διαδικασία επίλυσης.

Στη δεδομένη εργασία, παρουσιάστηκε μια βασισμένη σε σενάρια μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων χωροθετικού σχεδιασμού (ΒΣΧΣ), η οποία αντιμετωπίζει την αβεβαιότητα αφ' ενός ως προς το πραγματικό επίπεδο της ζήτησης που θα πρέπει να καλύπτεται από τις χωροθετούμενες υπηρεσίες και αφ' ετέρου ως προς τα χαρακτηριστικά του δικτύου μετακίνησης. Παράλληλα, δημιουργήθηκε ένα πρότυπο πληροφοριακό σύστημα βασισμένο σε υπολογιστή, το MultiNet, το οποίο υποστηρίζει την εν λόγω μεθοδολογία. Με αυτές τις προϋποθέσεις και λαμβάνοντας υπ' όψη τις ιδιαιτερότητες της διαδικασίας του χωροθετικού σχεδιασμού και των προβλημάτων που προκύπτουν στα πλαίσια της χωρικής ανάλυσης συστημάτων παροχής υπηρεσιών, αναζητήθηκε και προσδιορίστηκε μια περισσότερο εξελιγμένη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Με αυτήν την έννοια, διαδικασίες που θα υποστηρίζονται από το εν λόγω και πιούμοια συστήματα, σχεδιασμένα έτσι ώστε να παρέχουν στους λήπτες αποφάσεων αυξημένες δυνατότητες διαχείρισης και επεξεργασίας των εναλλακτικών στρατηγικών επίλυσης χωροθετικών προβλημάτων, βελτιώνοντας τις αντίστοιχες αποφάσεις δημοσίων και ιδιωτικών φορέων. Κατ' επέκταση, οδηγούν, όσον αφορά στο δημόσιο τομέα σε λειτουργικότερα και αποτελεσματικότερα δίκτυα παροχής υπηρεσιών και ύσον αφορά στον ιδιωτικό σε ισχυρότερες και αποδοτικότερες επιχειρήσεις.

Καθώς δε, οι χωροθετικές αποφάσεις απαιτούν μακροπρόθεσμες επενδύσεις που μπορούν να αλλάξουν μόνο με σημαντικό κόστος και με δεδομένη τη σημαντικότητα της συστηματικής διερεύνησης των μελλοντικών αβεβαιοτήτων, είναι προφανές, ότι υπάρχει ανάγκη για περαιτέρω ερευνητική δραστηριοποίηση στο πεδίο της ανάλυσης χωροθέτησης (location analysis). Σε αυτό το πλαίσιο, θα πρέπει να δοθεί έμφαση αφ' ενός σε εναλλακτικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις και αφ' ετέρου σε ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα τα οποία σε συνδυασμό με την εμπειρία και την εξειδικευμένη γνώση των εκάστοτε

ληπτών αποφάσεων θα προδιαγράφουν περισσότερο διαφανείς και πραγματικά εποτελεσματικές διαδικασίες σχεδιασμού. Ίσως με αυτόν τον τρόπο, επιτέλους, προσδιοριστούν μέθοδοι και τεχνικές, που όπως “ευχήθηκε” και ο Losch το 1954, θα κατορθώσουν να συγχεράσουν τη γενικότητα των μαθηματικών εξισώσεων με τη διαύγεια των γεωμετρικών σχημάτων.

Βιβλιογραφία-Αναφορές

- Brandeau, M.L., Chiu, S.S., (1989): "An overview of representative problems in location research". *Management Science* 35(6) 645-674.
- Cohon, J.L. (1978): *Multiobjective Programming and Planning*. New York: Academic Press.
- Daskin, M.S. (1995): *Network and Discrete Location*. New York: J. Wiley & Sons.
- Daskin, M.S. (1987): "Location, Dispatching and Routing Models for Emergency Services with Stochastic Travel times" in A. Ghosh and G. Rushton eds. *Spatial Analysis and Location-Allocation Models*. New York: Van Nostrand Reinhold Co, 224-265.
- Daskin, M.S. and Jones, P.C. (1993): "A new Approach to Solving Applied Location-Allocation Problems". *Microcomputers in Civil Engineering*, no 8, 409-421.
- Daskin, M.S., Hope, W.J., Medina, B. (1992): "Forecast Horizons and Dynamic Facility Location". *Annals of Operations Research*, 40, 125-151.
- Erkut, E. and Neuman, S. (1992): "A Multiobjective model for locating Undesirable Facilities". *Annals of Operations Research*, 40, 209-221.
- Ghosh, A., Graig, C. S. (1983): "Formulating Retail Location Strategy in a Changing Environment". *Journal of Marketing*, 47, 56-68.
- Ghosh, A., Graig, C. S. (1984): "A location-allocation model for facility location in a competitive environment". *Geographical Analysis* 16, 82-107.
- Ghosh, A., McLafferty, S.L. (1987): *Location strategies for retail and service firms*. Toronto: Lexington books.
- Ghosh, A., Rushton, G. (1987): *Spatial Analysis and Location-Allocation Models*. New York: Van Norstrand Reinhold Company.
- Goodchild, M.F. (1984) ILACS: "A Location-Allocation Model for Retail Site Selection". *Journal of Retailing*, 60(1), 84-100.
- Harris, B. and Batty, M. (1992): Locational Models, Geographic Information and Planning Support Systems. Technical Paper 12-1, NCGIA.
- Κουτσόπουλος, Κ. (1981): "Οι Γεωγραφικές Μέθοδοι των Χωροθετήσεων - Κατανομών στην Περιφερειακή Ανάπτυξη". *Τεχνικά Χρονικά*, 1, 25-48.
- Κουτσόπουλος, Κ., Μαχοῆς, Γ., Τζιαφέτας, Γ. (1986): "Ενα Γενικευμένο Μοντέλο Χωροθετήσεων - Κατανομών". *Τεχνικά Χρονικά*, 6:33-52.
- Κουτσόπουλος, Κ., Σικαράς, Κ. (1982): "Εφαρμογές των Μοντέλων Χωροθετήσεων-Κατανομών στην Περιφερειακή της Ελλάδας Ανάπτυξη". *Τεχνικά Χρονικά*, 2, 61-74.
- Κουτσόπουλος, Κ. (1990): *Γεωγραφία: μεθοδολογία και μέθοδοι ανάλυσης χώρου, συμμετρία*. Αθήνα.

- List, G.F., Mirchandani, P.B. (1991): "An Integrated Network Planar Multiobjective Model for Routing and Siting for Hazardous Materials and Wastes". *Transportation Science*, 25(2), 146-156.
- Love, R.F., Morris, J.G. and Wesolowski, G.O. (1988): *Facilities Location: models and methods*. New York: North Holland.
- Losch, A. (1954): *The Economics of Location* (μετάφραση), W.H. Woglom and W. F. Stopler, Yale University Press, New Haven.
- Maranzana, E. (1964): "On the location of supply points to minimize transport costs". *Operations Research Quarterly*, 15(3) 261-270.
- Mirchandani, P. B. (1990): "The p-Median Problem and Generalizations" in Mirchandani, P.B., Francis, R.L. (eds), *Discrete Location Theory*. New York: John Wiley & Sons, 55-118.
- Photis, Y., Koutsopoulos, K. (1994): "Supporting Locational Decision Making: regionalization of service delivery systems". *Studies in Regional and Urban Planning*, 1:19-35.
- Porter, M. (1984): *Competitive Analysis*. New York: Free Press.
- Rosing, K., Hillsman , E., Rosing-Vogelar, H. (1979): "A note on comparing optimal and heuristic solutions to the p-median problem". *Geographical Analysis* 11 86-89.
- Rushton, G. (1979): *Optimal location of facilities*. Wenworth: COMPress, N.H.
- Rushton, G., Kohler, J.A. (1973) ALLOC: Heuristic solutions to multifacility location problems on a graph in Computer programs for location-allocation Problems Eds G Rushton, M F Goodchild, L M Ostresh (Monograph 6, Department of Geography, The University of Iowa, Iowa City, Iowa) 163-188.
- Stevens, B.H. (1961): "An Application of Game Theory to Problems in Locational Strategy", *Papers Regional Science Association*, 7, 143-157.
- Tewari, V.K. and Jena, S. (1987): "High school decision making in rural India and location allocation models" in Ghosh, A., Rushton, G., eds. *Spatial Analysis and Location - Allocation Models*. New York: Van Norstrand Reinhold Company.
- Φώτης, Γ. (1994): "Βασισμένος σε Σενάρια Χωροθετικός Σχεδιασμός", Διδακτορική Διατριβή, (Ε.Μ.Π., Αθήνα).
- Φώτης, Γ., Κουπατόπουλος, Κ. (1996): "Σύστημα Στήριξης Χωροθετικών Αποφάσεων Κοινωνικο-Προνοιακών Ιανόδων". *Τεχνικά Χρονικά*, (υπό έκδοση).