

Χάρος αιχώρος

ΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΤΟΜΟΣ 3
VOLUME 3

ΤΕΥΧΟΣ 2
ISSUE 2

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004
NOVEMBER 2004



ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
*Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας
και Περιφερειακής Ανάπτυξης*

ΚΟΚΚΩΣΗΣ ΧΑΡΗΣ
ΜΠΕΡΙΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΠΕΤΡΑΚΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΓΟΥΣΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΔΕΦΝΕΡ ΑΛΕΞΗΣ
ΨΥΧΑΡΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΣΥΝΤΑΞΗΣ

Αραβαντινός Αθανάσιος	- ΕΜΠ
Ανδρικόπουλος Ανδρέας	- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Βασενχόβεν Λουδοβίκος	- ΕΜΠ
Γιαννακούρου Τζίνα	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γιαννιάς Δημήτρης	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δελλαδέτσιμας Παύλος	- Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Δεμαθιάς Ζαχαρίας	- Πάντειο Πανεπιστήμιο
Ιωαννίδης Γιάννης	- Tufts University, USA
Καλογήρου Νίκος	- ΑΠΘ
Καρυίδης Δημήτρης	- ΕΜΠ
Κοσμόπουλος Πάνος	- ΔΠΘ
Κουκλέλη Ελένη	- University of California, USA
Λαμπριανίδης Λόης	- Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Λουκάκης Παύλος	- Πάντειο Πανεπιστήμιο
Λουρή Ελένη	- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μαντουβάλου Μαρία	- ΕΜΠ
Μελαχροινός Κώστας	- University of London, Queen Mary, UK
Μοδινός Μιχάλης	- Εθν. Κέντρο Περιβ. και Δειφ. Ανάπτυξης (ΕΚΠΙΑΑ)
Μπριασούλη Ελένη	- Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Παπαθεοδώρου Ανδρέας	- University of Surrey, UK
Παπτάς Βασίλης	- Πανεπιστήμιο Πατρών
Πρεβελάκης Γεώργιος-Στυλ.	- Universite de Paris I, France
Φωτόπουλος Γιώργος	- Πανεπιστήμιο Πατρών
Χαστάογλου Βίλμα	- ΑΠΘ

Διεύθυνση:

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας
και Περιφερειακής Ανάπτυξης
Περιοδικό ΔΕΙΧΩΡΟΣ

Πεδίον Άρεως, 38334 ΒΟΛΟΣ

<http://www.prd.uth.gr/aeihoros> e-mail: aeihoros@prd.uth.gr

τηλ.: 24210 – 74456 fax: 24210 – 74380



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Ειδικό τεύχος - Αφιέρωμα
Γεωπληροφορική

Επιμέλεια

Μαρίνος Κάβουρας
Ελευθερία Καρνάβου

Επιστημονικό Περιοδικό

αιχλώρος

Επιμέλεια έκδοσης : Άννα Σαμαρίνα — Παναγιώτης Πανταζής
Λαγούτ : Παναγιώτης Πανταζής
Σχεδιασμός εξωφύλλου : Γιώργος Παρασκευάς
Εκτύπωση : Αλέκος Ξουράφας
Κεντρική διάθεση : Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	4
Κόκλα Μ., Κάβουρας Μ.	8
Προσδιορισμός σημασιολογικών ιδιοτήτων και σχέσεων για την επίλυση οντολογικής ετερογένειας	
Τομαή Ε., Κάβουρας Μ.	24
Απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη Θεματικών Γεωγραφικών Οντολογιών	
Γραϊκούσης Γ., Φώτης Γ. και Κουτσόπουλος Κ.	40
Χωροχρονική πρόβλεψη σημειακών προτύπων ζήτησης στοχαστικών χωροθετικών προβλημάτων με χρήση Νευρωνικών Δικτύων	
Παντελέλης Μ., Σουλακέλλης Ν.	62
Διαχείριση και ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων αέριας ρύπανσης αστικών περιοχών: Η περίπτωση της Αττικής	
Μανέτος Π., Φώτης Γ.	76
Εφαρμογή μεθόδων εξαγωγής χωρικής γνώσης για τον προσδιορισμό και την απόδοση Χωρικών Προτύπων	
Μελιδόνη Μ., Χατζηχρήστος Θ.	94
Σχεδιασμός και ανάπτυξη περιβάλλοντος διεπαφής με το χρηστή για την ανάλυση χωρικών σημειακών προτύπων με την τεχνική "Ανάλυση Καννάβου" σε περιβάλλον ΓΣΠ	
Σαραφίδης Δ., Παρασχάκης Ι.	112
Ένα χρηστικό περιβάλλον επικοινωνίας για την διάθεση των κτηματολογικών δεδομένων στο διαδίκτυο	
Ντόκου Αικ.	134
Χωρικές διαδικασίες τεκμηρίωσης τρισδιάστατης πληροφορίας ιδιοκτησιακών αντικειμένων	
Καμαριανάκης Γ., Κοντός Δ.	154
Ταξινόμηση των δήμων της Ελλάδας σύμφωνα με τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά τους όπως προκύπτουν από την Απογραφή του 2001	

Εφαρμογή μεθόδων εξαγωγής χωρικής γνώσης για τον προσδιορισμό και την απόδοση Χωρικών Πρότυπων

Παναγιώτης Μανέτος

Υποψήφιος Διδάκτορας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Γεώργιος Ν. Φώτης

Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Ο βασικός σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η ανάλυση της εξέλιξης αστικών περιοχών και ειδικότερα, ο προσδιορισμός ενός αστικού υποδείγματος, που αφορά στη διαχρονική μεταβολή των χωρικών προτύπων των χρήσεων γης. Υπό το πρίσμα αυτό, αξιοποιούνται μέθοδοι και τεχνικές της Εξαγωγής Γνώσης, αφενός για τη χωρική ανάλυση και ομαδοποίηση αντίστοιχων δεδομένων σε επίπεδο δήμου (ταξινόμηση με χρήση ασαφούς λογικής) και αφετέρου, για την ανίχνευση μελλοντικών τάσεων (δημιουργία υποδείγματος με τη χρήση νευρωνικών δικτύων). Στο πλαίσιο της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης, προσδιορίζεται ένα υπόδειγμα με εικοσαετή ορίζοντα πρόβλεψης, το θεωρητικό υπόβαθρο του οποίου ήταν ότι ο βαθμός της χωρικής γειννίας μεταξύ των επιμέρους δήμων, είναι καθοριστικός παράγοντας για τη μελλοντική εξέλιξή τους.

Λέξεις κλειδιά

Χωρική εξαγωγή γνώσης, ασαφής ταξινομηκή ανάλυση, νευρωνικά δίκτυα, αστικό υπόδειγμα.

Application of Spatial Data Mining methods for the definition of a predictive Urban Growth Model

This research aims at the analysis of urban region development and more specifically, the determination of an urban model, concerning the diachronic land use changes. Under this perspective, Data Mining methods and techniques are applied, for the spatial analysis and clustering of corresponding data at the level of municipality (fuzzy clustering) and for the detection of future trends (neural network model). The proposed methodological approach, a model is being built for a twenty years forecast, the theoretical background of which is that the degree of spatial adjacency between the individual municipalities, is a decisive factor for their future evolution.

Keywords

Spatial data mining, fuzzy clustering, neural nets, urban model.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια αυξημένη συνειδητοποίηση της αξίας της χωρικά αναφερόμενης πληροφορίας και του ρόλου της στη λήψη αποφάσεων τόσο σε επίπεδο κράτους όσο και ιδιωτικού τομέα, με αποτέλεσμα η χωρική διάσταση να αποκτά συνεχώς μεγαλύτερη βαρύτητα σε όλες τις σύγχρονες μελέτες κοινωνικοοικονομικών φαινομένων. Ειδικότερα οι πόλεις και οι διαρκείς μεταβολές της μορφής τους, βρίσκονται ολοένα και συχνότερα στο επίκεντρο ενός ευρύτερου ερευνητικού ενδιαφέροντος, καθώς τα σύγχρονα αστικά προβλήματα αφενός είναι πιο πολύπλοκα και αφετέρου ξεπερνούν την πολεοδομική σκοπιά.

Στην παρούσα εργασία επιστρατεύονται μέθοδοι και τεχνικές όπως η Εξαγωγή Δεδομένων (*Data Mining*), η Ταξινομική Ανάλυση (*Clustering*), η Ασαφής Λογική (*Fuzzy Logic*) καθώς και τα Νευρωνικά Δίκτυα (*Neural Networks*) για την χωροχρονική ανάλυση και πρόβλεψη της τάσης εξέλιξης αστικών περιοχών. Οι εν λόγω μέθοδοι, εκμεταλλεύονται τον αυξημένο όγκο και την ποικιλία των διαθέσιμων δεδομένων, κάτι που άλλες μεθοδολογικές προσεγγίσεις θεωρούν ως πρόβλημα και με τη βοήθεια του κατάλληλου πλαισίου, εντοπίζουν τις συσχετίσεις των επιμέρους παραγόντων της διαδικασίας του σχεδιασμού και διαμορφώνουν αναλυτικά υποδείγματα των τάσεων της επιζητούμενης αστικής εξέλιξης. Το πρώτο τμήμα, αναφέρεται στην πολυπλοκότητα και τις ιδιαιτερότητες της διαδικασίας εξέλιξης αστικών κέντρων καθώς και στις σύγχρονες προσεγγίσεις που εφαρμόζονται για τη μελέτη και ανάλυσή του. Στο δεύτερο, αναφέρονται και αναπτύσσονται αναλυτικά οι μέθοδοι και τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν. Στο τρίτο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο του υποδείγματος και η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση και αναλύο-

νται τα επιμέρους στάδια που την αποτελούν. Στο επόμενο τμήμα, βάσει της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης δημιουργείται ένα υπόδειγμα για την ανάλυση, εξέλιξη και πρόβλεψη των τάσεων των χρήσεων κτιρίων των Αττικών Δήμων και Κοινοτήτων με χρονικό ορίζοντα εικοσαετίας. Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται με συμπεράσματα, όπου αξιολογείται η προσέγγιση και προσδιορίζονται οι προοπτικές περαιτέρω έρευνας στο πλαίσιο της αντιμετώπισης αντίστοιχων προβλημάτων.

ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ

Η διαδικασία του αστικού σχεδιασμού προϋποθέτει πληθώρα πληροφοριών, ενώ πρέπει να χαρακτηρίζεται από ευελιξία και προσαρμοστικότητα σε ένα εύρος αναγκών και απαιτήσεων (Visvalingam, 1991). Η ποσοτική και χωρική πληθυσμιακή μεταβολή στα αστικά κέντρα συνοδεύεται από συνεχείς αλλαγές, οι οποίες εκφράζονται κυρίως μέσω της αστικής διάχυσης και των διαφοροποιήσεων στις χρήσεις γης. Αυτές οι διαρκείς και ταχύτατες μεταβολές, καθιστούν δυσχερή την διάγνωση και επίλυση προβλημάτων στις αστικές περιοχές, πόσο μάλλον δε την άμεση λήψη των βέλτιστων αποφάσεων. Διαπιστώνεται για αυτούς τους λόγους μια αυξημένη αξιοποίηση των Χωρικών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων (ΧΣΥΑ). Όμως, το κείμενο ζήτημα παραμένει κατά πόσον οι διαθέσιμες τεχνικές και δυνατότητες ανάλυσης που ενσωματώνονται στα ΧΣΥΑ, ανταποκρίνονται στις σύγχρονες και μελλοντικές ανάγκες λήψης αποφάσεων που οδηγούν στην επιτυχημένη ανάλυση, καθορισμό και πρόβλεψη των τάσεων εξέλιξης των αστικών περιοχών. Σε ένα πραγματικό σύστημα η γενικότερη ανάπτυξη δεν γίνεται σχεδόν ποτέ τυχαία. Αντίστοιχη οφείλει να είναι και η προσέγγιση ανάλυσης και σχεδιασμού του. Από τους ισχυρότερους παράγοντες του εκάστοτε πλαισίου δράσης είναι η υπάρχουσα κατάσταση στο χώρο, όπως αυτή αποτυπώνεται μέσα από τα δημογραφικά του χαρακτηριστικά, τις υφιστάμενες δομές καθώς και τις επικρατέστερες χρήσεις γης (Αραβαντινός, 1997). Η διερεύνηση των επιμέρους αλληλοσυσχετίσεων αναδεικνύει το γεγονός ότι οι χωρικές μονάδες και η εξέλιξή τους επηρεάζει και επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά και την αντίστοιχη εξέλιξη γειτονικών μονάδων.

Η ανάγκη για ολοκληρωμένες μεθοδολογικές προσεγγίσεις που θα αποσκοπούν στην ανάλυση, την ερμηνεία αλλά και την πρόβλεψη των συνεπειών χωρικών πολιτικών και θα υποστηρίζονται από αντίστοιχες τεχνολογίες πληροφοριών έχει μεν γίνει κατανοητή, αλλά μόλις τα τελευταία χρόνια άρχισαν να εμφανίζονται οι πρώτες σχετικές ολοκληρωμένες εφαρμογές. Ο Openshaw (1989, 1997) διαβλέποντας νωρίς την ανάγκη για νέα εργαλεία στις επιστήμες του χώρου, διατυπώνει την άποψη ότι η Ασαφής Λογική (Fuzzy Logic), μπορεί να εφαρμοσθεί στη Γεωγραφία. Ο βασικότερος λόγος είναι ότι συνήθως στη Γεωγραφία υπάρχουν δύο ειδών ασάφειες, που αναφέρονται στις αβεβαιότητες που ανακύπτουν από την ανακρίβεια και την αμφιβολία. Η πρώτη αφορά στα περιγραφικά χαρακτηριστικά των

χωρικών μονάδων, όπου για παράδειγμα, η κατηγοριοποίηση γειτονικών οντοτήτων σε ομάδες γίνεται με τη δυαδική λογική και αγνοείται το γεγονός ότι αρκετές οντότητες αν και μπορεί να είναι πολύ κοντά στην ταξινόμηση με γειτονικές, σύμφωνα με τον χρησιμοποιούμενο αλγόριθμο κατατάσσονται σε διαφορετικές ομάδες. Η δεύτερη, αφορά στην επίδραση της γειτνίασης στη διαμόρφωση των επιμέρους χαρακτηριστικών περιοχών και ειδικότερα στο γεωγραφικό φαινόμενο όπου ενώ γειτονικοί πληθυσμοί τείνουν να μοιράζονται ή να προσομοιώνουν ορισμένα χαρακτηριστικά στη συμπεριφορά τους παρά τις υπόλοιπες διαφορές, κατατάσσονται σε λάθος ομάδες. Ένα αίτιο είναι ότι τα σύνορα των χωρικών οντοτήτων δεν είναι φυσικά, με όρους δημογραφικής και οικονομικό-κοινωνικής διαμέρισης (Feng, 1998). Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην εργασία αντιμετωπίζει και τα δύο είδη ασάφειας και επιπλέον εκμεταλλεύεται την επίδραση της γειτνίασης για τη διαμόρφωση των αρχικών ομάδων αλλά και για την εκτίμηση της μελλοντικής κατάταξης των εξεταζομένων περιοχών σε αυτές.

Υπάρχουν αρκετές προσπάθειες προσδιορισμού των αστικών μεταβολών, γεγονός που αποδεικνύει το ενδιαφέρον εξέτασης των υπερπλουσών δυνάμεων που τις διέπουν, καθώς οι απαιτήσεις γενικότερα στο σχεδιασμό και ειδικότερα στον πολεοδομικό σχεδιασμό είναι ολοένα και πιο αυξημένες. Μεταξύ αυτών είναι τα ULAM (Urban Landuse Allocation Model) και URBANSIM (Urban Simulator): Το ULAM χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό από στατιστικά μεγέθη αγοράς και μέτρα χρονοαπόστασης-πρόσβασης για να καθορίσει ένα δείκτη ελκυστικότητας για κάθε είδος ανάπτυξης. Εντοπίζει τις πιθανές εκτάσεις για μελλοντική ανάπτυξη με βάση σταθμισμένες αναλύσεις επιθυμητής ανάπτυξης, ιστορικών τάσεων και δεικτών αγοράς (TPS, 2001). Αντίστοιχα, το URBANSIM είναι ένα υπόδειγμα βασιζόμενο στην ανάπτυξη λογισμικού που σχεδιάσθηκε για να χρησιμοποιηθεί στο σχεδιασμό και την ανάλυση αστικής ανάπτυξης, ενσωματώνοντας τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ χρήσεων γης, μεταφορών και δημόσιων πολιτικών (Waddell, 2002).

Στη συγκεκριμένη εργασία, παρουσιάζεται μια εναλλακτική πρόταση στο πλαίσιο της υλοποίησης ενός αστικού υποδείγματος εξέλιξης, η οποία στηρίζεται σε μεθόδους της τεχνητής νοημοσύνης, οι οποίες εν αντιθέσει με όσα έχουν προαναφερθεί, επεξεργάζονται και επιλύουν τα επιμέρους υπό-προβλήματα, δίχως να ακολουθούν ή να προϋποθέτουν τον προκαθορισμό συγκεκριμένων μαθηματικών σχέσεων.

ΜΕΘΟΔΟΙ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΛΥΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Οι παραδοσιακές μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων απαιτούν την άμεση ανθρώπινη παρέμβαση, με αποτέλεσμα να μην είναι εφαρμόσιμες σε μεγάλα σύνολα δεδομένων. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της βέλτιστης εκμετάλλευσης των εκτεταμένων βάσεων δεδομένων, απαιτείται μία νέα γενιά μεθόδων και εργαλείων εξαγωγής γνώσης. Η ανάγκη αυτή οδήγησε σε μία νέα ερευνητική περιοχή που αφορά την διαδικασία ανακάλυψης γνώσης (Knowledge Discovery) και εξαγωγής χρήσιμης πληροφορίας από μεγάλα συστήματα βάσεων δεδομένων, στην οποία εντάσσεται και η Εξαγωγή Δεδομένων (ΕΔ) (Günzel κ.ά., 1999). Οι τεχνολογίες ΕΔ στοχεύουν, μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών, στον εντοπισμό κρυμμένων συσχετισμών και αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των δεδομένων μιας Βάσης Δεδομένων ή μιας Αποθήκης Δεδομένων.

Ταξινομική Ανάλυση (Cluster Analysis)

Αφορά την εξαγωγή ομάδων ομοίων αντικειμένων (clusters) από μεγάλα σύνολα δεδομένων. Οι περισσότερες μέθοδοι ΤΑ που έχουν αναπτυχθεί και αναφέρονται στην βιβλιογραφία οδηγούν σε ομάδες με συγκεκριμένα όρια (crisp clusters), δηλαδή κάθε στοιχείο ανήκει σε μία και μόνο ομάδα. Στην πραγματικότητα τα δεδομένα μας εμπεριέχουν κάποια ασάφεια και δεν είναι δυνατόν να τα κατανείμουμε σε συγκεκριμένες ομάδες ομοίων αντικείμενων με απόλυτη βεβαιότητα. Στη θεωρία των συνόλων ασαφούς λογικής (ΑΛ), το σύνολο δεν περιορίζεται πια από τον δυαδικό (ναι/όχι) ορισμό κάθε μέλους του συνόλου, αλλά επιτρέπει ένα βαθμωτό ορισμό του μέλους. Αυτό σημαίνει, ότι για κάθε στοιχείο μπορεί προσδιορισθεί ο βαθμός κατά το οποίο ανήκει σε κάθε σύνολο. Το σύνολο που ορίζεται κατ' αυτήν την έννοια, ονομάζεται ασαφές. Το βασικό πλεονέκτημα της ασαφούς ομαδοποίησης είναι ότι τα αντικείμενα αποδίδονται με διαφορετικό βαθμό σε διαφορετικές τάξεις, ενώ στην κλασική ομαδοποίηση κάθε αντικείμενο αντιστοιχεί σε μία ακριβώς τάξη.

Νευρωνικά Δίκτυα (ΝΔ)

Από στατιστική άποψη τα ΝΔ ανήκουν στη γενικότερη κατηγορία των μη-παραμετρικών μεθόδων που δεν κάνουν καμιά υπόθεση για την παραμετρική μορφή της συνάρτησης που προσομοιώνουν. Στόχος ενός ΝΔ είναι να προσδιορίσει μελλοντικές καταστάσεις ή τιμές ενός γεγονότος για το οποίο διατίθενται διαχρονικά δεδομένα ή να ομαδοποιήσει ένα συγκεκριμένο όγκο δεδομένων, αφού προηγουμένως εκπαιδευθεί κατάλληλα (Principe 2000, Heykin 1999). Ορισμένες από τις υπάρχουσες εφαρμογές τους, όπως η πρόβλεψη της εξέλιξης των κρουσμάτων AIDS στην πολιτεία του Οχάιο, καθώς και οι βασισμένες σε

στοιχεία απογραφής κοινωνικό–οικονομικές ταξινομήσεις του πληθυσμού (Νότια Αφρική), έχουν παρουσιαστεί από τους Hewitson και Crane (1994).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Για τον προσδιορισμό της εξέλιξης αστικών περιοχών, υιοθετήθηκε μια χωροχρονική προσέγγιση η οποία βασίστηκε στο συνδυασμό των παρακάτω θεωρητικών υποβάθρων:

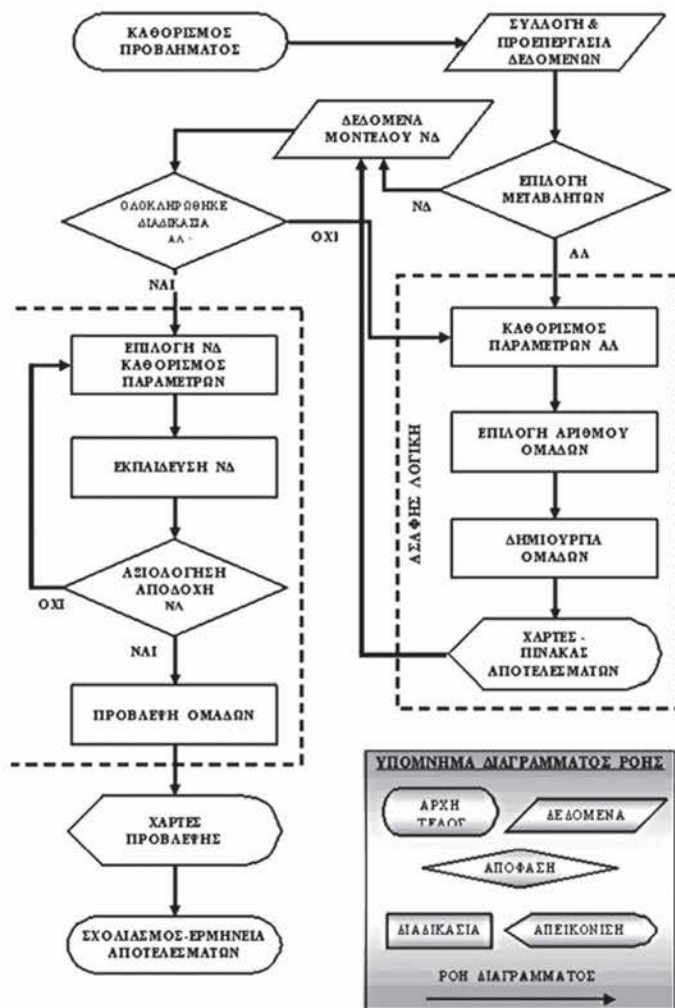
- *Μοντέλο Βαρύτητας*: ως δείκτης αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο γειτονικών δήμων χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω σχέση (1) που αντιστοιχεί στην περίπτωση των πληθυσμιακών μετακινήσεων:

$$F = \frac{P_1 \times P_2}{D^2} \quad (1)$$

όπου: F= η σχετική δύναμη μεταξύ δύο περιοχών (1 και 2),
 P_1, P_2 = ο πληθυσμός κάθε περιοχής και
 D= η απόσταση των κέντρων βάρους των περιοχών.

- *Χωρική γειννίαση*: Βασικό άξονα της θεωρητικής προσέγγισης για την κατασκευή του υποδείγματος αποτελεί η διαπίστωση ότι η ανάπτυξη μιας χωρικής οντότητας δεν εξαρτάται μόνο από στοιχεία και χαρακτηριστικά που την αφορούν αποκλειστικά, αλλά και από τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσονται οι γειτονικές οντότητες, καθώς η συνοριακή επαφή δημιουργεί αμφίδρομες σχέσεις αφομοίωσης χαρακτηριστικών και αλληλεπίδρασης δραστηριοτήτων.
- *Αποστάσεις από χαρακτηριστικά σημεία*: Γεωγραφικές έννοιες όπως θέση, πρόσβαση, απόσταση είναι κληρονομικά συνυφασμένες με μεταβολές σε χρήσεις γης, μεταφορές, πληθυσμός κ.ά. φαινόμενα υπό μελέτη. Οι σύγχρονες πόλεις αν και δεν είναι μονοκεντρικές, δεν μειώνεται η πρακτική αξία και η σημασία της θεωρίας με την οποία ερμηνεύτηκαν. Έτσι για την κατανόηση της μετάβασης από την παραδοσιακή μονοκεντρική πόλη στη σύγχρονη πολυκεντρική, είναι απαραίτητη η κατανόηση των δυνάμεων που εξηγούν την ανάπτυξη της πρώτης. Επιπλέον πολλά από τα διδάγματα του μονοκεντρικού υποδείγματος μπορούν να ελεκταθούν και στη σύγχρονη πολυκεντρική πόλη (Sullivan, 1996). Το διάγραμμα ροής της προτεινόμενης μεθοδολογική προσέγγισης απεικονίζεται σχηματικά στο σχήμα 1 και περιγράφεται στις επόμενες παραγράφους.

Σχήμα 1: Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Διαδικασία ταξινομικής ανάλυσης με χρήση ασαφούς λογικής

Αφού προσδιορισθούν οι ομάδες, ερμηνεύονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο συμβαδίζουν με τις αρχικές υποθέσεις και στόχους. Σε διαφορετική περίπτωση επαναλαμβάνεται η διαδικασία και όταν ολοκληρωθεί, τα τελικά αποτελέ-

σηματα καταχωρούνται σε αντίστοιχη βάση δεδομένων και οπτικοποιούνται με τη βοήθεια ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ).

Σύμφωνα με τη θεωρία της ΑΛ, ένα στοιχείο, μπορεί να ανήκει σε δύο ή και περισσότερες ομάδες (με υψηλά ποσοστά π.χ. 40% και στις δύο). Τα ποσοστά αυτά σχετίζονται με το πόσο κοντά στο κέντρο κάθε ομάδας (cluster center) βρίσκεται το κάθε στοιχείο. Καθώς η ταξινόμηση επαναλαμβάνεται, οι μεταβολές των ποσοστών οδηγούν σε επιμέρους μετακινήσεις των στοιχείων. Κάθε ομάδα που προσδιορίζεται με την εν λόγω διαδικασία, χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες τιμές όσον αφορά στα δεδομένα και αντιπροσωπεύει έναν τύπο ανάπτυξης και εξέλιξης.

Διαδικασία πρόβλεψης

Στο συγκεκριμένο στάδιο είναι καθοριστικής σημασίας η δομή του πίνακα δεδομένων-αποτελεσμάτων που θα εισαχθεί στο ΝΔ. Πρέπει να είναι κατά τέτοιο τρόπο κατασκευασμένος, ώστε να έχει χρονική αλληλουχία, το βήμα της οποίας θα είναι σταθερό και κατάλληλα επιλεγμένο. Η γειτνίαση υπεισέρχεται στον πίνακα των δεδομένων με τον εξής τρόπο: α) κάθε χωρική μονάδα (ΧΜ) συνορεύει με κάποιο ποσοστό του συνολικού μήκους των συνόρων της, με ΧΜ άλλων ή και ιδίων ομάδων εξέλιξης, β) με τη χρήση ενός ΓΣΠ υπολογίζονται τα κοινά σύνορα των ΧΜ, γ) η κάθε ΧΜ περιέχει όλες τις ομάδες σε κάποιο ποσοστό, το οποίο πολλαπλασιάζεται με το ποσοστό που συνορεύει με τις υπόλοιπες. Δημιουργείται κατ' αυτόν τον τρόπο μια νέα ποσοστιαία αναλογία για κάθε ΧΜ με τα ποσοστά των ομάδων που συνορεύει. Όταν δημιουργηθεί ο τελικός πίνακας με τα δεδομένα, ακολουθεί η δημιουργία του ΝΔ.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ: ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΓΙΑ ΤΟ Ν. ΑΤΤΙΚΗΣ

Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας έγινε στο νομό Αττικής, ο οποίος περιλαμβάνει το Πολεοδομικό Συγκρότημα της Πρωτεύουσας (ΠΣΠ). Η ομαδοποίηση, αφορά στην χρονική περίοδο 1961-1991, ενώ η πρόβλεψη, στα έτη 2001 και 2011. Το έτος 2001 αποτελεί τον πρώτο στόχο πρόβλεψης, ενώ το 2011, την αμέσως επόμενη χρονικά εκτίμηση, γιατί έως την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας, δεν υπήρχαν διαθέσιμα τα δεδομένα της απογραφής του 2001 ώστε να αξιοποιηθούν κατάλληλα.

Η βασική χωρική μονάδα αναφοράς που χρησιμοποιήθηκε είναι ο δήμος. Χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες χρήσεων κτιρίων 1961- 1991 όπως τους παρέχει η ΕΣΥΕ ή σε μορφή πινάκων με απόλυτο αριθμό κτιρίων κατά χρήση και χρονική περίοδο κατασκευής. Από τους απόλυτους αριθμούς κατασκευάστηκε πίνακας με τις χρήσεις κτιρίων σε ποσοστό ως προς το συνολικό αριθμό των κτιρίων του κάθε δήμου και πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω υπολογισμοί:

- αποστάσεων μεταξύ κέντρων βάρους των χωρικών μονάδων.
- βέλτιστων διαδρομών από το κέντρο βάρους κάθε δήμου προς το κέντρο της πόλης, το λιμάνι και το αεροδρόμιο, βάσει του οδικού δικτύου.
- το μήκος των συνόρων κάθε δήμου με τους γειτονικούς του και αυτό εκφράστηκε σε εκατοστιαία αναλογία, ώστε να χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω υπολογισμούς.

Προσδιορισμός διαχρονικών ομάδων χρήσεων κτιρίων

Κατόπιν της προ-επεξεργασίας των δεδομένων κατασκευάστηκε ο κατάλληλος πίνακας για να εφαρμοστεί ο αλγόριθμος Fuzzy C-Means (MIT, 2000). Ο εν λόγω πίνακας, περιλαμβάνει όλα τα διαχρονικά δεδομένα από 1961 έως 1991, δίνοντας με τον τρόπο αυτό μια συνολική εικόνα για την κατάσταση της περιοχής εφαρμογής, για κάθε μία από αυτές τις χρονικές στιγμές (1961, 1971, 1981, 1991), καθιστώντας καταρχήν δυνατή την παρατήρηση της εξέλιξης κάθε δήμου. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων οδήγησε στον προσδιορισμό των παρακάτω ομάδων:

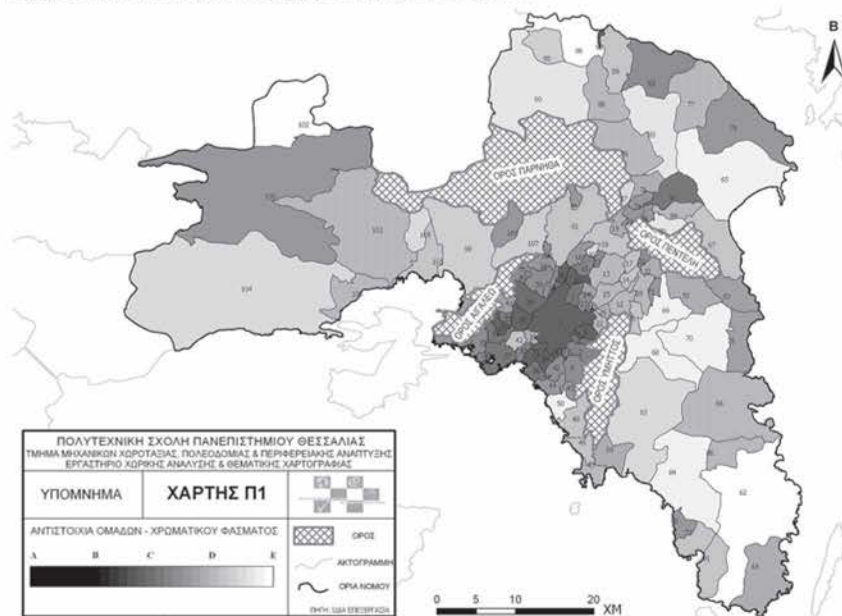
- Ομάδα Α: Στην κατηγορία αυτοί ανήκουν οι δήμοι, που έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό μικτής χρήσης κατοικίας, το μικρότερο ποσοστό άλλων χρήσεων καθώς και το μέγιστο ποσοστό καταστημάτων, γραφείων σε σχέση με τις υπόλοιπες ομάδες. Η μικτή χρήση κατοικίας υποδηλώνει τον έντονα αστικό χαρακτήρα.
- Ομάδα Β: Πρόκειται για τους δήμους που βρίσκονται σε δυναμική κατάσταση και περίοδο σημαντικής μετάβασης και μεταβολής των χαρακτηριστικών τους. Στην πλειοψηφία τους οι δήμοι αυτοί μεταβαίνουν στην ομάδα Α
- Ομάδα C: Έχουν το μέγιστο ποσοστό κύριας χρήσης κατοικίας (και το μικρότερο ποσοστό μικτής χρήσης κατοικίας) και το μικρότερο ποσοστό χρήσεων καταστήματα, γραφεία. Είναι δήμοι με ιδιαίτερη δυναμική, καθώς αυξάνονται σταθερά διαχρονικά.
- Ομάδα D: Έχουν το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό κύριας χρήσης κατοικίας και αποτελούν το μεταβατικό στάδιο από ομάδα Ε, προς ομάδα C.
- Ομάδα Ε: Δήμοι με το μικρότερο ποσοστό κύριας χρήσης κατοικίας, το μεγαλύτερο ποσοστό άλλων χρήσεων (κυρίως πρωτογενούς και δευτερογενούς τομέα) και το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσεων εργοστασίων-εργαστηρίων. Αποτέλεσμα η αργή, αλλά σταδιακή τους μετάβαση σε δήμους ομάδας D.

Με το κατάλληλο ψηφιακό υπόβαθρο και τη χρήση ενός ΓΣΠ οι παραπάνω ομάδες απεικονίστηκαν στους χάρτες Π1, Π2, Π3 και Π4 για τα έτη 1961, 1971, 1981 και 1991 αντίστοιχα, όπου σε κάθε δήμο δόθηκε το κατάλληλο χρώμα με τον τρόπο που περιγράφηκε.

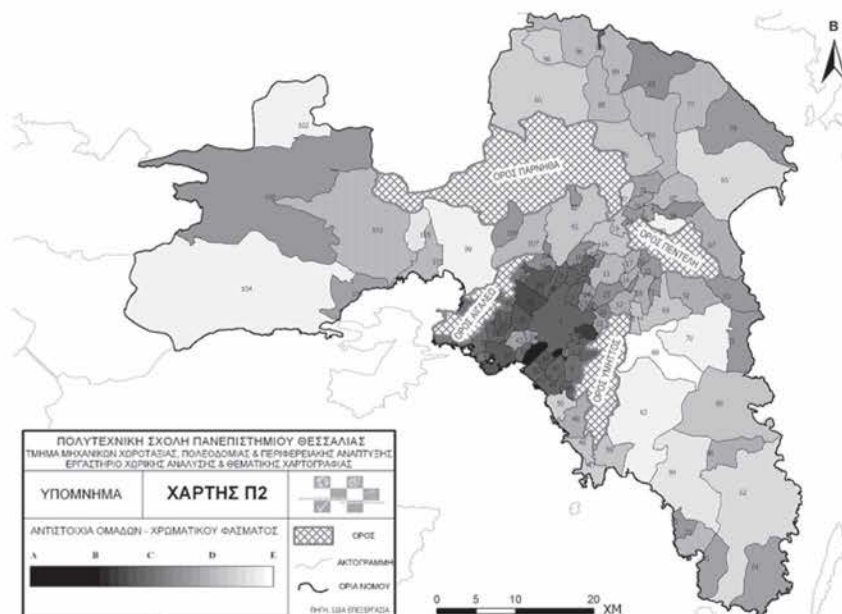
- Χάρτης Π1-σχήμα 2 (1961): Η πλειοψηφία των δήμων προσεγγίζει τις ομάδες τις ομάδες D, E, ενώ οι δήμοι της ομάδας A (αστικές περιοχές), είναι γύρω από το κέντρο της πόλης. Είναι η περίοδος που στην Αθήνα έχει αρχίσει η μαζική αστικοποίηση (δεκαετία 1950) και συνεχίζεται και κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960.
- Χάρτης Π2-σχήμα 3 (1971): Η κατάσταση γύρω από το κέντρο του νομού, μεταβάλλεται με τις σημαντικότερες διαφοροποιήσεις προς τα δυτικά έως το Όρος Αιγάλεω και στα νότια του ΠΣ, όπου η αύξηση του πληθυσμού στο διάστημα 1961-1971 είναι αξιοσημείωτη. Οι δήμοι των οποίων η ομάδα μεταβλήθηκε βρίσκονται κυρίως περιμετρικά του Δ. Αθηναίων [1]. *(Σε αγκύλη αναγράφεται ο αριθμός αντιστοίχισης στους χάρτες).*
- Χάρτης Π3-σχήμα 4 (1981): Ο αριθμός των δήμων που ανήκει στις ομάδες A, B αυξάνεται χαρακτηριστικά, με μείωση όλων ανεξαιρέτως των υπολοίπων ομάδων. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970, έως και τις αρχές της δεκαετίας του 1980, αρχίζει η προαστιοποίηση, η επιλογή δηλαδή κατοικίας μακρύτερα από το κέντρο κυρίως για καλύτερη ποιότητα ζωής.
- Χάρτης Π4-σχήμα 5 (1991): Οι περισσότεροι δήμοι που ανήκαν το 1961 στην ομάδα E, έχουν μεταβάλλει την εικόνα τους και ανήκουν πλέον στην ομάδα C,D, ενώ αρκετοί δήμοι της ομάδας A, έχουν προέλθει από δήμους της ομάδας B. Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας η αύξηση του πληθυσμού ήταν πρακτικά μηδενική, αλλά υπήρξαν εσωτερικές μετακινήσεις πληθυσμού. Σημαντικές μεταβολές παρατηρούνται σε παραθαλάσσιους δήμους όπως η Κερατέα [62] και τα Καλύβια [84] (παραθεριστικές κατοικίες).

Μετά την ανάλυση και την παρουσίαση της κατάστασης των δήμων από το 1961 έως το 1991, παρατηρήθηκε ότι οι ομάδες μεταβάλλονται με ένα συγκεκριμένο γενικό πρότυπο από ομάδα E προς ομάδα A. Ένα ακόμα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό που αφορά στη διαχρονική κατηγοριοποίηση του Δ. Αθηναίων είναι η σταδιακή μείωση του ποσοστού του, ως προς την ομάδα A, κάτι το οποίο σε συνδυασμό με την σταδιακή μείωση του πληθυσμού του στις τελευταίες απογραφές, υποδηλώνει τον καθοριστικό ρόλο που διαδραματίζει η πληθυσμιακή πυκνότητα ως προς τις χρήσεις μια περιοχής. Αν και τα αποτελέσματα της ασαφούς ταξινόμησης, προσφέρονται για την εξαγωγή πρόσθετων συμπερασμάτων, ανά δήμο, περαιτέρω ανάλυση και σχολιασμός των χαρτών ξεφεύγει από τα πλαίσια της παρούσης εργασίας, καθώς αποτελεί ξεχωριστό ερευνητικό αντικείμενο.

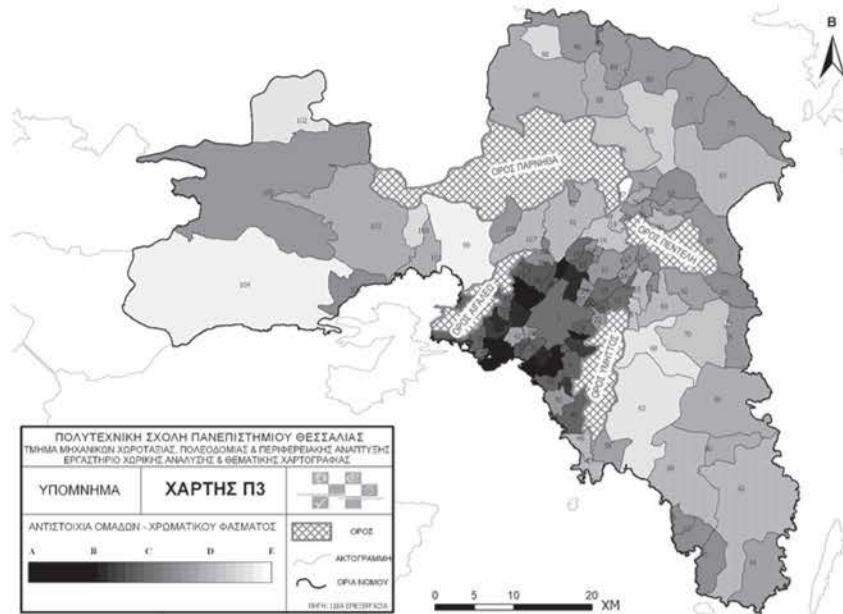
Σχήμα 2: Αποτύπωση εξέλιξης χρήσεων γαιών έτους 1961



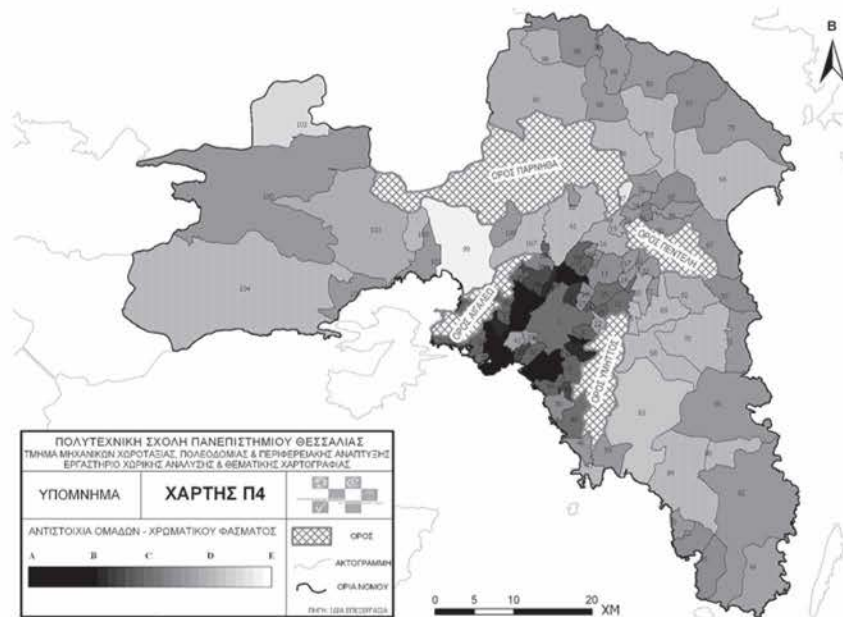
Σχήμα 3: Αποτύπωση εξέλιξης γαιών έτους 1971



Σχήμα 4: Αποτίμηση εξέλιξης κτιρίων έτους 1981



Σχήμα 5: Αποτίμηση εξέλιξης κτιρίων έτους 1991



Πρόβλεψη τάσης μεταβολής ομάδων

Εφαρμόζοντας τις κατευθύνσεις της προτεινόμενης μεθοδολογίας, κατασκευάστηκε ο απαιτούμενος διαχρονικός πίνακας δεδομένων, περιλαμβάνοντας όλες τις μεταβλητές που υπολογίστηκαν με κάθε μία από τις ομάδες A, B, C, D και E. Σε αυτά τα στοιχεία προστέθηκαν το ποσοστό γειτνίασης με θάλασσα και βουνό.

Η επιλογή του κατάλληλου ΝΔ προέκυψε μετά από διαδοχικές δοκιμές κατά τη διάρκεια των οποίων προσδιορίστηκαν οι παράμετροι και η αρχιτεκτονική του. Επιλέχθηκαν ως βέλτιστα τα παρακάτω: Η γενική αρχιτεκτονική του ΝΔ (Multilayer Perceptron), η επιλογή του αριθμού των κρυφών επιπέδων (2) και οι αντίστοιχες επιλογές του κανόνα εκμάθησης (DeltaBarDelta), ο ρυθμός μεταβολής των βαρών (βήμα: 0,1) και η γενική μορφή της συνάρτησης (Σιγμοειδής). Τέλος ακολούθησαν οι ρυθμίσεις του τελικού επιπέδου εξαγωγής των αποτελεσμάτων και η επιλογή του αριθμού των επαναλήψεων του συνόλου των δεδομένων (5000). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η πρόβλεψη των ομάδων των δήμων για το 2001. Ακολούθησε η δημιουργία του νέου πίνακα δεδομένων για την πρόβλεψη των δήμων το 2011, όπου χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα των ομάδων που προέκυψαν από το 2001. Τα αποτελέσματα της πρόβλεψης απεικονίζονται στους χάρτες M1 και M2, για τα έτη 2001 και 2011 αντίστοιχα.

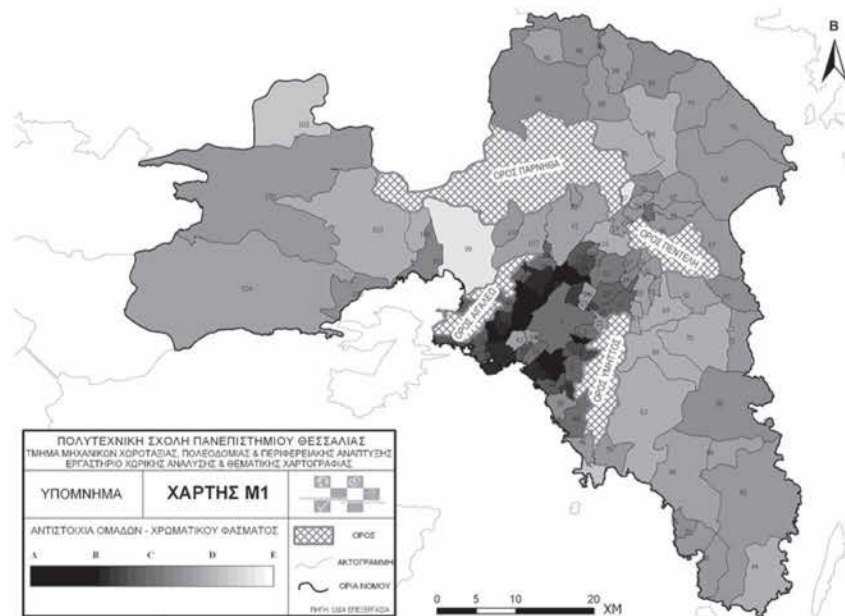
Ειδικότερα, κατασκευάστηκε πίνακας, ο οποίος είχε τον ίδιο αριθμό στηλών με τον προηγούμενο υποδείγμα, προσθέτοντας επιπλέον τις τρεις αποστάσεις που υπολογίστηκαν από το κέντρο βάρους κάθε δήμου, προς το κέντρο της πόλης, το μεγαλύτερο λιμάνι και το αεροδρόμιο. Παρατηρούμε ότι το σφάλμα (r) για τις στήλες B, C, D, E υπερβαίνει το 90%, ενώ για την στήλη A, είναι μικρότερο, περίπου 90%. Στον πίνακα 1 φαίνεται ο μέσος όρος (MO) όλων των σφαλμάτων των στηλών που προβλέφθηκαν. Παρατηρώντας τα παραπάνω αποτελέσματα του ΝΔ που επιλέχθηκε, είναι φανερό ότι οι επιδόσεις των στηλών για τις οποίες έγινε πρόβλεψη έχουν μικρά σχετικά σφάλματα (ιδιαίτερα αν ληφθεί υπ' όψιν ο περιορισμένος όγκος δεδομένων), κάτι το οποίο εξασφαλίζει αξιόπιστη πρόβλεψη.

Πίνακας 1: Επιδόσεις Υποδείγματος

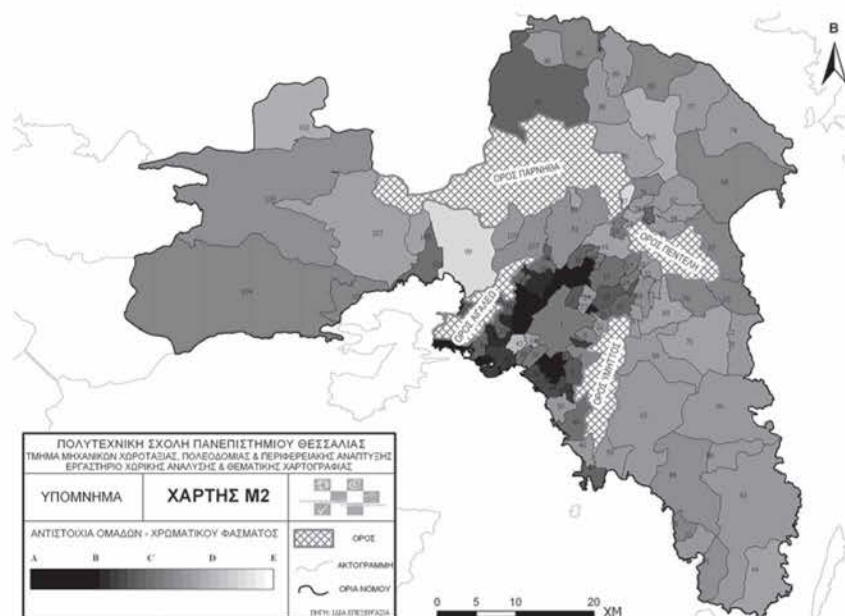
Απόδοση	A	B	C	D	E
MSE	2,0%	0,3%	1,4%	2,4%	0,8%
NMSE	21,0%	19,4%	15,5%	21,3%	10,2%
MAE	10,5%	4,0%	8,3%	8,8%	7,2%
r	89,4%	91,3%	92,7%	96,1%	95,4%
r (μέσο)	93,0%				

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 6: Αποτίμηση εξέλιξης κτιρίων έτους 2001



Σχήμα 7: Αποτίμηση εξέλιξης κτιρίων έτους 2011



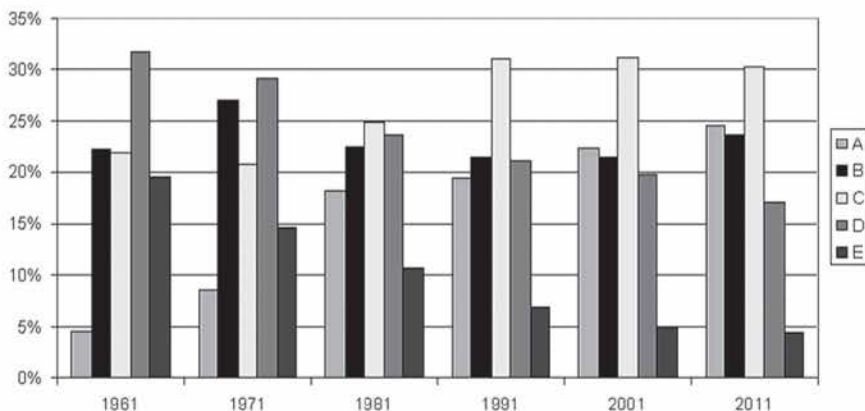
Παρουσιάζονται στη συνέχεια οι χάρτες της πρόβλεψης, σύμφωνα με τους οποίους προκύπτουν οι παρακάτω παρατηρήσεις:

- Χάρτης Μ1-σχήμα 6 (2001): Είναι εμφανής η αύξηση των ποσοστών της ομάδας Α, ενώ παράλληλα είναι αισθητές οι μεταβολές προς τα Μεσόγεια. Γενικά, η κατάσταση που απεικονίζεται σε αυτόν τον χάρτη πρόβλεψης είναι αντιπροσωπευτική της σημερινής πραγματικότητας στο νομό Αττικής, ενώ οι διαδικασίες ανάπτυξης της ευρύτερης περιοχής που βρίσκονται σε πλήρη εξέλιξη αναμένεται να δημιουργήσουν νέες μεταβολές στα επόμενα χρόνια.
- Χάρτης Μ2-σχήμα 7 (2011): Αυτό που έχει πρακτική αξία στο χάρτη πρόβλεψης του 2011, δεν είναι τόσο η ακρίβεια με την οποία αποδίδονται οι ομάδες των δήμων, όσο οι τάσεις και πιέσεις που εμφανίζουν οι δήμοι. Έτσι τείνει να δημιουργηθεί μια κατάσταση πώλωσης του νομού σε δήμους αστικού χαρακτήρα (ΠΣΠ), και σε δήμους με κύρια χρήση την κατοικία (παραθεριστική), εξαφανίζοντας σχεδόν τους δήμους της ομάδας Β, καθώς οι χρήσεις πρωτογενούς τομέα έχουν ήδη μεταφερθεί εκτός του νομού, κυρίως προς το Ν. Βοιωτίας. Οι τάσεις επέκτασης του αστικού χώρου είναι ιδιαίτερα έντονες προς την κατεύθυνση του νέου αεροδρομίου στο Δ. Σπάτων [70].

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Για την απεικόνιση της γενικότερης τάσης εξέλιξης από το 1961 έως το 2011, κατασκευάστηκε το διάγραμμα με τις μεταβολές των δήμων ποσοτικοποιημένες ανά δεκαετία -μέσος όρος κάθε έτους (Σχήμα 8).

Σχήμα 8 : Μέσος όρος ποσοστών κάθε ομάδας από 1961 έως 2011



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Είναι σαφής η τάση περαιτέρω αύξησης της ομάδας Α και η μείωση της ομάδας D, ενώ η ομάδα Ε παρουσιάζει συνεχή μείωση και σε ορισμένες περιπτώσεις φτάνει σε επίπεδα πολύ χαμηλά, σχεδόν αμελητέα για την συνολική εικόνα του νομού. Η ομάδα Β, παρά τις αυξομειώσεις, διατηρεί σχεδόν σταθερό το ποσοστό της σε όλη τη χρονική διάρκεια της μελέτης. Τέλος η ομάδα C έχει σταθερά αυξητικές τάσεις έως το 1991, όπου πλέον αγγίζει ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα, τα οποία τείνει να διατηρήσει και τα επόμενα χρόνια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελλοντική εξέλιξη αστικών περιοχών, κατά παράδοση αποτελεί μια πρόκληση για τη διαδικασία του σχεδιασμού και της περιφερειακής ανάπτυξης. Αντίστοιχα, η χάραξη πολιτικής καθίσταται ολοένα και πιο δύσκολη, εξαιτίας των πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ των δυνάμεων που δημιουργούνται από τις αστικές συγκεντρώσεις. Αιτιούνται κατ' αυτήν την έννοια, συστήματα υποστήριξης της διαδικασίας λήψης αποφάσεων που θα χαρακτηρίζονται από αυξημένες δυνατότητες ανάλυσης και επίλυσης, θα συνδυάζουν κλασικές και νέες προσεγγίσεις και θα οδηγούν σε αποτελεσματικές και εμπεριστατωμένες στρατηγικές επίλυσης των εκάστοτε προβλημάτων.

Η ικανότητα της Ασαφούς Λογικής να τοποθετεί σε περισσότερες από μια ομάδες, με διαφορετικές ποσοτώσεις, την κάθε οντότητα παρέχει μια καταρχήν περισσότερο ολοκληρωμένη εικόνα του περιβάλλοντος του προβλήματος. Το σημαντικότερο όμως είναι, ότι παρέχει δυνατότητες περαιτέρω αναλυτικής και διεξοδικής ερμηνείας της κάθε ομάδας, που συνελάγεται αυξημένη ακρίβεια κατά την διαδικασία της πρόβλεψης της μελλοντικής εξέλιξής τους. Σε αντιστοιχία, η προστιθέμενη αξία των ΝΔ δεν περιορίζεται αποκλειστικά στην προσομοίωση περίπλοκων και συνδυαστικών φαινομένων, αλλά και στην ανάδειξη της σημαντικότητας και του βαθμού επιρροής όλων των παραμέτρων του περιβάλλοντος του προβλήματος, στο τελικό αποτέλεσμα.

Τα συμπεράσματα της συγκεκριμένης εργασίας έχουν διττή σημασία. Αφενός και όσον αφορά στην εφαρμογή, έχουν άμεση πρακτική και ερμηνευτική αξία για το Ν. Αττικής, αναφορικά με τάσεις που επικρατούν και θα διαμορφωθούν στους Δήμους που τον αποτελούν, ως προς τις μεταβολές των χρήσεων κτιρίων στις επόμενες δεκαετίες. Σύμφωνα με την τελική πρόβλεψη, επιβεβαιώνεται η ήδη διαφανόμενη τάση μεταβολής χρήσεων (αστικοποίηση) κυρίως σε δήμους αύξησης περιμετρικά του Πολεοδομικού Συγκροτήματος της Πρωτεύουσας (με ρυθμούς σαφώς μικρότερους από αυτούς των δεκαετιών 60-70), καθώς και η τάση πόλωσης σε δύο βασικές ομάδες Α και C. Αφετέρου, αναδεικνύουν τη σημαντικότητα, τη φιλικότητα και την αποτελεσματικότητα των σύγχρονων μεθόδων και μεθοδολογιών που υποστηρίζονται από τεχνολογία υψηλών προδιαγραφών στην προσέγγιση και ανάλυση χωρικών φαινομένων.

Σε σύγκριση με αντίστοιχες ερευνητικές προσπάθειες που έχουν μέχρι σήμερα καταγραφεί, η απόδοση του προσδιορισθέντος ΝΔ κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητική, αφήνοντας την εύλογη απορία ποια θα ήταν η απόδοση και οι δυνατότητες πρόβλεψης αν υπήρχαν περισσότερα στοιχεία διαθέσιμα. Η μεθοδολογική προσέγγιση του προβλήματος σε συνδυασμό με μια πληρέστερη, χρονικά και θεματικά, βάση δεδομένων θα μπορέσει να σκιαγραφήσει το μέλλον με περισσότερη αξιοπιστία και ακρίβεια με διευρυμένο βάθος χρόνου. Επιπρόσθετα, η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί όχι μόνο για την ανάλυση της εξέλιξης αστικών περιοχών, αλλά σε μια πληθώρα επιμέρους ζητημάτων της διαδικασίας του σχεδιασμού, όπου η χωρική διάσταση και η διαχρονική μεταβολή αποτελούν τις βασικότερες αιτίες της πολυπλοκότητάς τους, όπως για παράδειγμα, τα στοχαστικά χωροθετικά προβλήματα, τα υποδείγματα χωρικής αλληλεπίδρασης και καθώς και η πρόβλεψη των επιπέδων προσφοράς και ζήτησης δραστηριοτήτων του τριτογενούς αλλά και του τεταρτογενούς τομέα.

Η ικανότητα της ΑΛ να τοποθετεί σε περισσότερες από μια συστοιχίες (με διαφορετικές ποσοτώσεις) την κάθε οντότητα παρέχει μια περισσότερο ολοκληρωμένη εικόνα και το σημαντικότερο, αυξημένη ακρίβεια κατά την διαδικασία της πρόβλεψης της μελλοντικής εξέλιξής τους.

Βιβλιογραφία

- Αραβαντινός Α. (1997) *Πολεοδομικός Σχεδιασμός–Για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου*, Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
- Feng Z. και Flowerdew R. (1998) "Fuzzy geodemographics: a contribution from fuzzy clustering Methods", στο *Innovations in GIS: Innovations in GIS 5*, (Selected Papers from the fifth National conference on GIS Research UK), UK: Taylor Francis.
- Feng, S., Xu L. (1999) "An Intelligent Decision Support System For Fuzzy Comprehensive Evaluation of Urban Development", *Expert Systems with Applications*, 16 (1999): 21-32.
- Günzel H., Albrecht J. και Lehner W. (1999) "Data Mining in a Multidimensional Environment, Advances in Databases and Information Systems", Third East European Conference, ADBIS'99, Maribor, Slovenia, September 13-16, 1999
- Haykin S. (1999) *Neural Networks: A Comprehensive foundation*, New Jersey: Prentice-Hall.
- Hewitson B. και Crane R. (1994) *Neural Nets: Application in Geography*, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- MIT (2000) "Data Engine: Tutorials and Theory manual", Management Intelligenter Technologien Germany.
- Openshaw S. (1989) "Making Geodemographics more sophisticated", *Journal Market*

- Research Society*, 31.
- Openshaw S. (1997) *Artificial Intelligence in Geography*, London: John Wiley & Sons Ltd.
- Ott T. και Swianczyn F. (2001) *Time–Integrative Geographic Information Systems (Management and analysis of spatiotemporal data)*, UK: Springer.
- Plane D. και Rogerson P. (1994) *The Geographical Analysis of Population*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Principe J.C., Euliano N.R. και Lefebvre W.C. (2000) *Neural and Adaptive Systems: Fundamentals Through Simulations*, John Wiley & Sons, Inc.
- Sullivan O' A. (1996) *Urban Economics*, McGraw-Hill.
- Transportation Planning Services–TPS (2001) "Urban Landuse Allocation Model", <http://www.ulam.org/>
- Visvalingam, M. (1991) "Areal units and the linking of data: some conceptual issues", στο Worrall Les (επ.) *Spatial Analysis and Spatial Policy Using Geographic Information Systems*, London: Belhaven Press.
- Waddell P. (2002) "Urban Simulation Project", <http://www.urbansim.org/>.

Παναγιώτης Μανέτος

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πεδίο Άρεως, 38334 Βόλος, e-mail: pmanetos@prd.uth.gr

Γεώργιος Ν. Φώτης

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πεδίο Άρεως, 38334 Βόλος, e-mail: yphotis@prd.uth.gr