



Χαρτογραφικές μέθοδοι υπολογισμού χωρικών δεικτών με χρήση G.I.S. - ακρίβεια και σφάλματα χωροπληθών χαρτών: Εφαρμογή σε δημογραφικούς δείκτες και δείκτες κάλυψης γης

Ιωάννης ΚΑΤΣΙΟΣ*, Ανδρέας ΤΣΑΤΣΑΡΗΣ**

1. Εισαγωγή, αντικείμενο και στόχος

Οι απόπειρες γραφικής απεικόνισης των χωρικών πληροφοριών έχουν μακρά ιστορία και οι χάρτες αποτελούν μία από τις αρχαιότερες μορφές των σχετικών αναπαραστάσεων. Η χαρτογραφία κατέχει ιστορικά τον κυριότερο ρόλο στην αποτύπωση στοιχείων του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, αλλά και στην περιγραφή φαινομένων ή σχέσεων του γεωγραφικού χώρου.

Οι χάρτες αποτελούν εξ' ορισμού, μία αφαίρεση - γενίκευση της γεωγραφικής πραγματικότητας και τεχνικά συμβαδίζουν με τις ανά εποχή διαθέσιμες επιστημονικές και τεχνικές μεθοδολογίες στο χώρο της χαρτογραφίας και των γραφικών τεχνών. Στο ζήτημα της διαμόρφωσης των σύγχρονων χαρτογραφικών τεχνικών, σημαντική είναι η συμβολή των εργασιών του J. Bertin, από τη δεκαετία του '60, οι οποίες εστιάζουν στη σημειολογία

και τις τεχνικές των γραφικών απεικονίσεων και εμβαθύνουν στη χαρτογραφική αναπαράσταση [Bertin, 1967, 1982, 1983].

Επιπρόσθετα, οι χαρτογραφικές μέθοδοι διαχείρισης και απεικόνισης των χωρικών πληροφοριών διατηρούν μία παράδοση συχνών αλλαγών, με αποκορύφωμα εκείνες που συνοδεύονται από την τεχνολογική ανάπτυξη των τελευταίων δεκαετιών. Στο διάστημα αυτό, η χαρτογραφία υπόκειται σε σημαντικές αλλαγές που οδηγούνται από τις εξελίξεις, σε αμφοτέρους τους τομείς της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Αυτές οι αλλαγές αφορούν σε τέσσερις κύριες εκφάνσεις της χαρτογραφίας: στην ίδια τη *χαρτογραφική σύνταξη*, την *επικοινωνία*, την *ανάλυση* και τη *γνώση*: «η επιλογή της χαρτογραφικής απεικόνισης έχει σημασία και για την αναλυτική και για τη γνωστική λειτουργία της χαρτογραφίας, ενώ η λειτουργία της χαρτογραφικής επικοινωνίας παίζει καθοριστικό ρόλο στον τομέα του χαρτογραφικού

*Ιωάννης ΚΑΤΣΙΟΣ, Καθηγητής Εφαρμογών, Τμήματος Τοπογραφίας ΤΕΙ Αθήνας, Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχ. Ε.Μ.Π., D.E.A. Géographie et Aménagement, Paris IV-Sorbonne, Διδάκτωρ Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης Παντείου Πανεπιστημίου

**Ανδρέας ΤΣΑΤΣΑΡΗΣ, Καθηγητής Εφαρμογών, Τμήματος Τοπογραφίας ΤΕΙ Αθήνας, Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχ. Ε.Μ.Π., Υποψήφιος Διδάκτωρ ΤΑΤΜ/ΑΠΘ



σχεδιασμού» [Taylor, 1990, 15].

Με τις εξελίξεις ειδικότερα στον τομέα της γεωπληροφορικής και τη μαζική χρήση ψηφιακών μεθοδολογιών αναπαράστασης των χωρικών πληροφοριών, οι διαστάσεις της χαρτογραφικής επικοινωνίας πολλαπλασιάζονται. Το γεγονός αυτό συνοδεύεται από μία τάση μετασχηματισμού των παραδοσιακών τεχνικών της επιστήμης της χαρτογραφίας και κυρίως της θεματικής χαρτογραφίας, σε ειδικές τεχνικές επικοινωνίας που υποστηρίζονται κυρίως από τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) και υλοποιούνται μέσω ψηφιακών (στατικών και δυναμικών) χαρτογραφικών εφαρμογών. Σημαντική είναι επίσης η δυνατότητα λειτουργιών «ανάδρασης» (*interaction*) σε προσομοιώσεις του γεωγραφικού χώρου και η ανάδειξη διαδικασιών δυναμικής παρέμβασης στα γεωγραφικά - γεωμετρικά και στατιστικά δεδομένα. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται στον αναλυτή των επιστημών του χώρου, η δυνατότητα ανάπτυξης της - κατά τον DiBiase - «*αναλυτικής χαρτογραφικής σκέψης*» [DiBiase, 1990, 4], καλύπτοντας σημαντικά «*τη διαφορά ταχύτητας που υπάρχει ανάμεσα στην ανθρώπινη σκέψη και την αναπαραγωγή εικόνων που την υποστηρίζουν*» [MacEachren & Kraak, 2001, 71].

Όπως έχει συχνά επισημανθεί στη βιβλιογραφία [MacEachren et al 1998], [Robinson et al, 2002], [Καρνάβου, 2002], ο παραδοσιακός «αποθηκευτικός» ρόλος του χάρτη, αλλά και οι κλασσικές ερμηνευτικές δυνατότητες του, μεταβιβάζονται βαθμηδόν σε δύο διακριτές ψηφιακές κατηγορίες λειτουργιών: τις λειτουργίες της *ψηφιακής χαρτογραφικής βάσης δεδομένων* και τις λειτουργίες των *ψηφιακών και αναλογικών αναπαραστάσεων με τη χρήση πολλαπλών μέσων*. Στα ψηφιακά συστήματα υπάρχει επιδεκτικότητα και ευελιξία, τόσο σε σχέση με τις τρεις παραδοσιακές χαρτογραφικές διαστάσεις¹, όσο και σε σχέση με το δυναμικό χαρακτήρα των χαρτογραφικών απεικονίσεων (επιλεκτική ανάκτηση και απεικόνιση στοιχείων από την ψηφιακή βάση δεδομένων). Βεβαίως, ουδείς χάρτης υπήρξε

ποτέ ως μία απόλυτα πιστή και «αντικειμενική» αναπαράσταση του γεωγραφικού χώρου και ενδεχομένως να αργήσει αρκετά να υπάρξει ως τέτοια. Ωστόσο, οι σύγχρονοι χάρτες μπορούν να αποτελούν πιστή αναπαράσταση μιας «υποκειμενικής» πραγματικότητας, όπως τούτη διαμορφώνεται στη σκέψη του αναλυτή (παραδοσιακά του γεωγράφου, αργότερα και του ειδικού των «επιστημών χώρου»).

Σε αντίθεση προς το αναλογικό μοντέλο, η γεωγραφική πληροφορία που εντάσσεται σε ένα ψηφιακό μοντέλο αποτελεί τη βάση της χαρτογραφικής αναπαράστασης και όχι η ίδια η γραφική απεικόνιση. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές στις οποίες η οπτική διάσταση δεν είναι απαραίτητη, καθώς η απάντηση σε ερωτήματα προκύπτει άμεσα από την ψηφιακή βάση δεδομένων. Και στα δύο μοντέλα όμως, «η κύρια απαίτηση σε επίπεδο χαρτογραφικής αναπαράστασης είναι η χωρική ομοφωνία των ποιοτικών και ποσοτικών παραμέτρων των αντικειμένων και των φαινομένων σε σχέση με την πραγματική χωρική υπόσταση τους» [Shiryayev, 1987, 18]. Είναι φανερό πως η αποτελεσματικότητα της επικοινωνίας δια των γραφικών μέσων αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιτυχίας τόσο για την αναλογική, όσο και την ψηφιακή έκδοση ενός χάρτη. Στον ψηφιακό χάρτη όμως, η επιπρόσθετη δυνατότητα είναι αυτή της άντλησης παραγωγών πληροφοριών, η οποία συμβάλει όχι μόνο στο επίπεδο της επικοινωνίας συστήματος – αναγνώστη, αλλά και στο επίπεδο της ανάλυσης της μεταδιδόμενης πληροφορίας, στοχεύοντας στην εμβάθυνση και εν τέλει, τη γνώση σχετικά με το μελετούμενο γεωγραφικό αντικείμενο ή φαινόμενο.

Η ευελιξία προσαρμογής του χαρτογραφικού αποτελέσματος τόσο από τη σκοπιά του περιεχομένου, όσο και από τη σκοπιά της γραφικής αναπαράστασης, παρέχει τις απαραίτητες προϋποθέσεις ώστε εν τέλει, οι έννοιες και τα μηνύματα τα οποία αναπέμπονται από μία χαρτογραφική σύνθεση να εντάσσονται αυτόματα στη συνολική διαδικασία χωρικής ανάλυσης. Θα αναφερθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα,



χάρην επεξήγησης και ερμηνείας του κοινού πεδίου αλλά και των διαφοροποιήσεων ανάμεσα σε ένα ψηφιακό και ένα αναλογικό χάρτη [Κάτσιοι, 2005]: Εάν θεωρηθεί το οδικό δίκτυο αποτυπωμένο σε ένα αναλογικό χάρτη, συγκεκριμένης κλίμακας, θα πρέπει να έχει προκαθορισθεί τόσο η γεωδαιτική προβολή, όσο και ο χαρτογραφικός συμβολισμός (π.χ. γραμμική παρουσίαση, συγκεκριμένης απόχρωσης και συγκεκριμένου πάχους το οποίο αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο πλάτος δρόμου και κάποιο λεκτικό που αντιστοιχεί στο όνομα του). Η απεικόνιση αυτή παραμένει στατική έως ότου ληφθεί απόφαση αναθεώρησης και επανεκτύπωσης του χάρτη. Στο επίπεδο δε της αντλούμενης από αυτόν πληροφορίας, αποκλειστικό ρόλο παίζει η μετρητική δυνατότητα που προσφέρει ο χάρτης (όπως π.χ. ο προσδιορισμός της απόστασης ανάμεσα σε δύο κόμβους του δικτύου). Το ίδιο γεωγραφικό δεδομένο στην ψηφιακή του μορφή, συνίσταται από μία διαδοχή συντεταγμένων και περιγραφικών πληροφοριών οι οποίες αφορούν τόσο στο πλάτος των δρόμων και την ονοματολογία, όσο και σε μία ανεξάντλητη σειρά χαρακτηριστικών σε σχέση με την κατασκευή του (π.χ. τεχνικά χαρακτηριστικά, ποιότητα οδοστρώματος, κυκλοφοριακός φόρτος, επισκευές που έχουν γίνει ή απαιτείται ή προγραμματίζεται να γίνουν κ.ο.κ.). Οι πληροφορίες αυτές είναι εύκολο να εκτυπωθούν σε μορφή αναλογικού χάρτη, σύμφωνα με τις όποιες συνθήκες ή τεχνικές προδιαγραφές συμβολισμού επιβάλλονται από την εφαρμογή.

Ο εκτεταμένος λοιπόν ρόλος του χάρτη οδηγεί σε νέες προκλήσεις για τη χαρτογραφία και μία από αυτές αφορά στη θεωρητική και εφαρμοσμένη έρευνα στο πεδίο της θεματικής χαρτογραφίας [Bertin, 1983, 21], καθιστώντας φανερές τρεις σημαντικές σύγχρονες ιδιαιτερότητες:

- ♦ δημιουργία διαρκώς ανανεούμενων αναγκών και αντικειμένων χαρτογράφησης
- ♦ απαίτηση νέων μεθόδων χαρτογραφικής απεικόνισης με

συνέπεια τη μεγάλη μεταβλητότητα των χαρτογραφικών κανόνων και συντονισμού με τους ρυθμούς εξέλιξης της πληροφορικής στο χώρο της χαρτογραφίας

- ♦ ανάγκη κατανόησης των γεωγραφικών αντικειμένων και των μεθόδων αναπαράστασης υπό διαφορετική οπτική και ίσως μια νέα σημειολογία της χαρτογραφίας. [Τσάτσαρης, 2000]

Όσον αφορά στο πεδίο της χωρικής ανάπτυξης, κύριο χαρακτηριστικό των ανωτέρω εξελίξεων αποτελεί το αίτημα της αξιοποίησης των σύγχρονων δυνατοτήτων της χαρτογραφίας και η ανάδειξη τους ως μίας νέας λειτουργικής συνιστώσας στις μεθοδολογίες της χωρικής ανάλυσης (βλ. και [Μουσιάκης και Φουτάκης, 2004], [Καλύβας, 2004]). Η συμβολή της θεματικής χαρτογραφίας εντοπίζεται σε μία σειρά ζητημάτων όπως για παράδειγμα, η εύληπτη αναπαράσταση χωρικών φαινομένων, η κατανόηση χωρικών σχέσεων, ο προσδιορισμός γεωγραφικών κατανομών και ανισοτήτων και η ανάδειξη χωρικών τυπολογιών με τη χρήση απλών και σύνθετων χωρικών δεικτών (π.χ. αναπαράσταση δυναμικών φαινομένων, μεταβολών και κινήσεων στο χώρο, δυνατότητα εναλλακτικών απεικονίσεων του ίδιου φαινομένου, λειτουργία δοκιμών - σεναρίων με χρήση μοντέλων γεωγραφικών δεδομένων, χρήση δεδομένων τηλεπισκόπησης, δορυφορικών απεικονίσεων κ.λ.π.).

Ωστόσο, σύμφωνα με την τρέχουσα πρακτική, αναφορικά με στις μεθοδολογίες χωρικής ανάλυσης που βασίζονται στη χρήση και χαρτογραφική αναπαράσταση των χωρικών δεικτών πιο ιδιαίτερα, εντοπίζονται *ορισμένοι σημαντικοί κίνδυνοι - χαρτογραφικής και μεθοδολογικής - αστοχίας* που οφείλονται, τόσο σε παραμέτρους χαρτογραφικής ακρίβειας, όσο σε σφάλματα υπολογισμού της τιμής των δεικτών:

Κατά πρώτον, ο πληθωρισμός λογισμικών προγραμμάτων που υποστηρίζουν τις μεθοδολογίες αυτές, συνακολουθούμενος από συχνή ανεπάρκεια θεωρητικού υποβάθρου και χαρτογραφικών γνώσεων των κατασκευαστών τους, έχει ως αποτέλεσμα



μία τάση υποκατάστασης της χαρτογραφικής σκέψης από λογικές αυτόματης λειτουργίας των προγραμμάτων η οποία εγκυμονεί προφανείς κινδύνους λανθασμένης προσέγγισης των χωρικών προβλημάτων. Τα προγράμματα παρέχουν ελάχιστη υποστήριξη, ή συνηθέστερα, στερούνται διαδικασιών επιστημονικής καθοδήγησης, όσον αφορά στο χαρτογραφικό σχεδιασμό και τη χαρτογραφική σύνταξη. Ζητήματα επιλογής και γενίκευσης των απεικονιζόμενων δεδομένων, χαρτογραφικών προβολών, επιλογής κατάλληλου συμβολισμού σε συνάρτηση με τα δεδομένα, ζητήματα «εσωτερικής» και «εξωτερικής» χαρτογραφικής αναγνώρισης τυπογραφίας, ονοματολογίας, υπομνηματικής υποστήριξης, στοιχείων κ.λ.π. απαιτούν αυστηρή εφαρμογή ορισμένων απαρέγκλιτων χαρτογραφικών κανόνων [Λιβιεράτος, 1988]. Στην εργασία, γίνεται προσπάθεια οριοθέτησης των κανόνων αυτών για μία ιδιαίτερα «ευαίσθητη» κατηγορία χαρτών: τους «χωροπληθείς χάρτες».

Ο δεύτερος άξονας προβληματισμού της εργασίας, αφορά στις συμβατικές μεθόδους υπολογισμού χωρικών δεικτών και πιο συγκεκριμένα εκείνων οι οποίοι εμπεριέχουν κάποιου είδους αναγωγή των στατιστικών μεγεθών στο εμβαδόν της γεωγραφικής μονάδας αναφοράς τους. Στο βαθμό μάλιστα που για να καταδειχθεί η αναλυτική και πρακτική αξία των δεικτών αυτών, απαιτείται κατάλληλη απεικόνιση τους μέσω *χωροπληθών χαρτών*, είναι προφανής η αναγκαιότητα της προσέγγισης τους σε συνάρτηση με την τελική απεικόνιση.

Το ζήτημα της ακρίβειας και των σφαλμάτων των χωροπληθών χαρτών, έχει τεθεί σε δημόσια συζήτηση εδώ και αρκετά χρόνια [Bertin, 1967, 1983], [George et al, 1971], ενώ από τα πρώιμα βήματα των γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων άρχισαν να αναπτύσσονται μεθοδολογίες προσέγγισης του ζητήματος και μέσω ειδικών λογισμικών προγραμμάτων [π.χ. Burgess and Webster, 1986]. Σε θεωρητικό επίπεδο, το ζήτημα έχει συνδεθεί με εκείνο των απογραφικών μεθοδολογιών και τη δόκιμη ποσοτικοποίηση των χωρικών στατιστικών δεδομένων

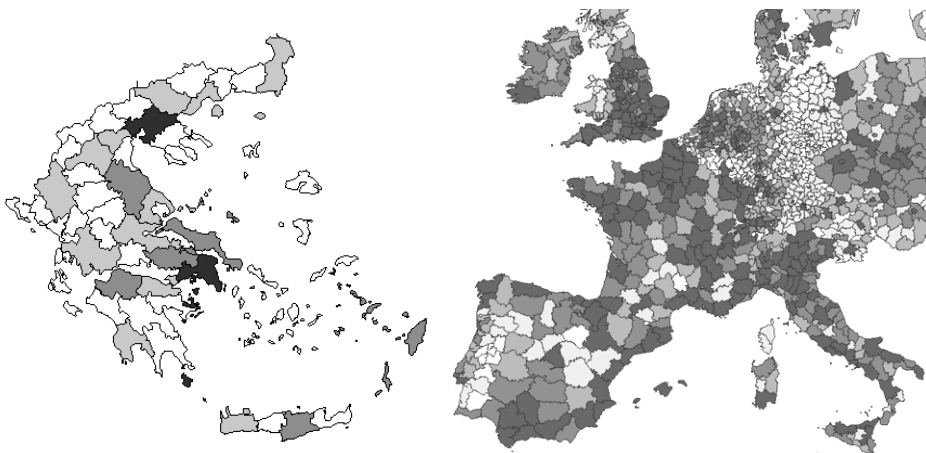
και έχει συχνά απασχολήσει τη διεθνή επιστημονική κοινότητα [MacEachren, 1986], [Perry et al, 2002], [Martin, 2000], [Kardos et al, 2005]

Ο προβληματισμός της εργασίας στο επίπεδο αυτό, εξειδικεύεται στο ζήτημα της χωρικής μονάδας αναφοράς του χωροπληθούς χάρτη και πιο συγκεκριμένα στο πως η γεωμετρική υπόσταση της μοναδιαίας αυτής επιφάνειας επηρεάζει την ακρίβεια της απεικόνισης. Στο σύνολο σχεδόν των εφαρμογών στις οποίες χρησιμοποιούνται πρωτογενή στατιστικά δεδομένα, ή παράγωγα τους μέσω δεικτών, ως μονάδα αναφοράς χρησιμοποιείται η επιφάνεια συλλογής των στατιστικών δεδομένων, που συνήθως συμπίπτει με κάποια διοικητική διαίρεση του γεωγραφικού χώρου. Τούτο οδηγεί στην παραγωγή σφαλμάτων, τόσο στο επίπεδο των ίδιων των υπολογισμών, όσο και κατά συνέπεια, σε λανθασμένες χαρτογραφικές απεικονίσεις. Τα σφάλματα τα οποία μελετώνται στην εργασία, συνοψίζονται σε τρεις άξονες:

- ◆ Σφάλματα προερχόμενα από τη μεταβλητότητα της μοναδιαίας επιφάνειας αναφοράς: οι στατιστικές επιφάνειες αποτελούν ένα έντονα μεταβλητό μέγεθος και η κανονικοποίηση των δεδομένων με τις συμβατικές μεθόδους καθίσταται σχεδόν αδύνατη (π.χ. στο επίπεδο της ευρωπαϊκής διοικητικής διαίρεσης, το εμβαδόν ενός τυπικού ισπανικού ή γαλλικού νομού ισοδυναμεί με εκείνο της περιφέρειας Θεσσαλίας, ενώ αντίστροφα, το εμβαδόν ενός τυπικού νομού της Γερμανίας αντιστοιχεί με το εμβαδόν ενός μεγάλου Ελληνικού δήμου) (βλ. Εικόνες: 1,2,3)

- ◆ Σφάλματα προερχόμενα από τη «μη πραγματική» επιφάνεια αναφοράς του χαρτογραφούμενου φαινομένου: το φαινόμενο ή στατιστικό μέγεθος το οποίο υπόκειται στην αναγωγή εμβαδού, δεν αφορά σε ολόκληρη τη στατιστική επιφάνεια αναφοράς αλλά σε μέρος αυτής (π.χ. ο πληθυσμός μίας περιφέρειας ή ενός νομού)

- ◆ Σε πολλές μελέτες και εφαρμογές, απαιτείται ανεξαρτητοποίηση της μονάδας χωρικής αναφοράς από τη διοικητική ταξινόμηση



Εικόνα 1. Ο ελλαδικός χώρος (NUTS-3) παρουσιάζει ιδανική μορφή ως προς το σχήμα και τα εμβαδά των στοιχειωδών επιφανειών του ηπειρωτικού χώρου. Πρόβλημα παρουσιάζεται στο μέγεθος της χωρικής μονάδας στο νησιωτικό. Στον **ευρωπαϊκό χώρο**, η ανισότητα των εμβαδών καθιστά σχεδόν απαγορευτική τη χρήση χωροπληθών χαρτών.

του χώρου, λόγω των περιορισμών στο επίπεδο της ομοιογένειας των δεδομένων και την αδυναμία προσδιορισμού χωρικών τυπολογιών. Στο επίπεδο αυτό προτείνεται μεθοδολογία αναγωγής των χωρικών δεικτών σε «ψηφιδωτό μοντέλο» (raster model), βάσει του οποίου η χωρική πληροφορία μεταβιβάζεται σε ψηφίδες εδάφους (cells) τετραγωνικής συνήθως μορφής και προκαθορισμένων διαστάσεων.

Κατά τα ανωτέρω, αντικείμενο της εργασίας αποτελεί αφ' ενός, η οριοθέτηση των παραμέτρων ακρίβειας και σφαλμάτων των συνηθέστερα χρησιμοποιούμενων χωροπληθών χαρτογραφικών συνθέσεων για την απόδοση χωρικών δεικτών και αφ' ετέρου οι μεθοδολογίες απάλειψης των σφαλμάτων αυτών τα οποία στην πλειονότητα τους προέρχονται από λανθασμένο υπολογισμό δεικτών. Στόχος είναι η σύνθεση μίας εναλλακτικής πρότασης η οποία αφορά σε χαρτογραφικές μεθοδολογίες κατασκευής ορισμένων καθιερωμένων και κοινά αποδεκτών χωρικών δεικτών κατάλληλων για άμεση και δοκιμασμένη χρήση, με την υποβοήθηση των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών.

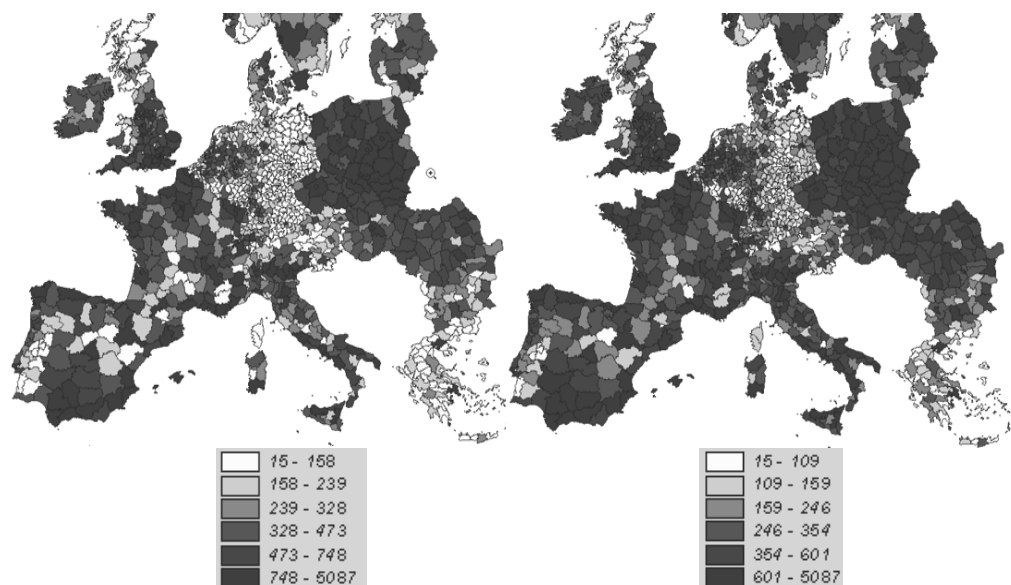
Συγκεκριμένα, επιλέγονται δύο ομάδες απλών αλλά τυπικών δεικτών, οι οποίοι αποτελούν κλασικό παράδειγμα λανθασμένου υπολογισμού με τις καθιερωμένες συμβατικές μεθόδους και ταυτόχρονα ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα, όσον αφορά στην αναγκαιότητα υιοθέτησης χαρτογραφικών μεθόδων για την κατασκευή τους.

Η πρώτη ομάδα αφορά σε δύο χωρικούς δείκτες με διαδοδομένη χρήση στο χώρο των δημογραφικών αναλύσεων:

- «*Οικιστικός χώρος ανηγμένος στη στατιστική μονάδα χωρικής αναφοράς*» και
- «*Πληθυσμιακή πυκνότητα ανηγμένη στον καθαρό οικιστικό χώρο*»

Η δεύτερη ομάδα συμπεριλαμβάνει δύο χωρικούς δείκτες που σχετίζονται με την εδαφική κάλυψη και τις χρήσεις γης:

- «*Αναλυτική κάλυψη γης στη χωρική μονάδα αναφοράς*»
- «*Κατά κεφαλήν αγροτική γη στη χωρική μονάδα αναφοράς*»



Εικόνα 2. Ισεμβαδικές τάξεις (equal area) –αριστερά, ίδιο πλήθος πολυγώνων ανά τάξη (quantile) - δεξιά

2. Ακρίβεια και σφάλματα Χωροπληθών Χαρτών

2.1. Μεθοδολογικές αρχές κατασκευής – ακρίβεια

Ετυμολογικά προέρχονται από τις λέξεις «χώρος» και «πλήθος»: αναγωγή πλήθους στο χώρο, αναγωγή «ποσότητας» σε στατιστική επιφάνεια ή συνήθως μία απλή διαίρεση με κάποια σταθερά της επιφάνειας, π.χ. εμβαδόν, κάτοικοι. [Robinson et al, 2002, 646]. Η οπτική μεταβλητή που επιλέγεται είναι η «ένταση» είτε κάποιας απόχρωσης είτε του μοτίβου (π.χ. πυκνότητα γραμμοσκίασης). Η διαβάθμιση στην ένταση της απόχρωσης ή της γραμμοσκίασης ανακλά στη διαβάθμιση της έντασης του φαινομένου. Αυτή η γραφική επιλογή τοποθετείται σε όλη την επιφάνεια του πολυγώνου και έτσι αποδίδεται η κατανομή της έντασης του φαινομένου στο χώρο.

Χρησιμοποιούνται τάξεις (κατηγορίες) συμβόλων που αντιστοιχούν σε τάξεις στις τιμές των δεδομένων. Οι

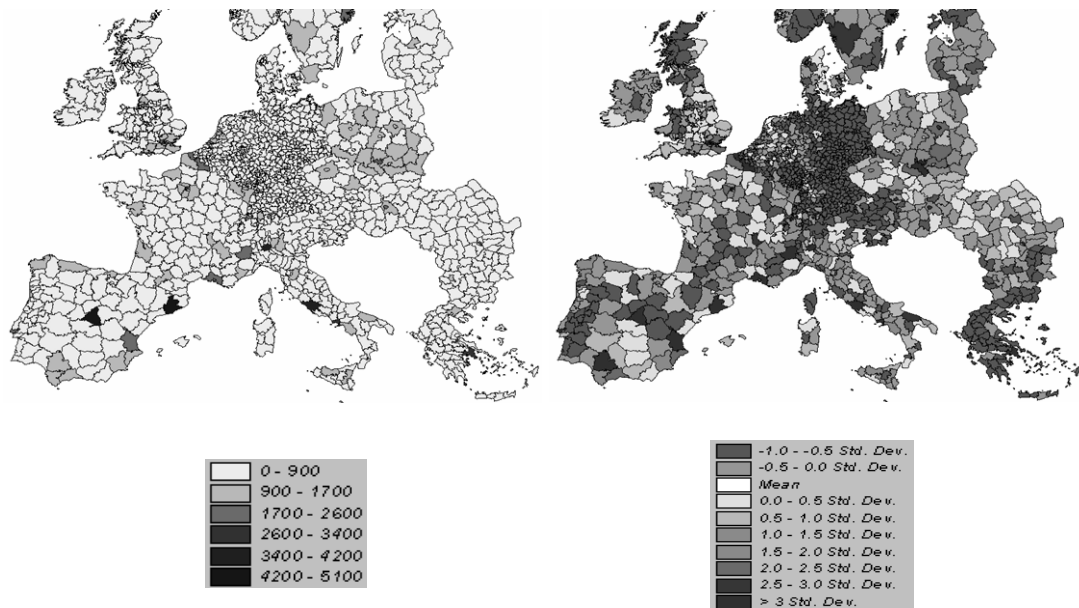
χαρτογραφικές παράμετροι που υπεισέρχονται στην κατασκευή των χωροπληθών χαρτών, καθορίζουν το βαθμό ακριβείας τους αλλά και τα ανακύπτοντα σφάλματα έχουν αναλυτικά ως εξής:

(i.) *Το μέγεθος και το σχήμα των μονάδων επιφάνειας.*

Απαιτούνται σχετικά κανονικά σχήματα μικρού μεγέθους και κατά το δυνατόν ισομεγέθη. Σε μεγάλες επιφάνειες η διακύμανση δεν γίνεται αντιληπτή. Μεγάλες ανισότητες στο μέγεθος δημιουργούν άνιση γενίκευση και αστοχία του χάρτη.

(ii.) *Το πλήθος των τάξεων (ο αριθμός των διαβαθμίσεων)*

Το πλήθος των τάξεων καθορίζει τη λεπτομέρεια της κατανομής. Εξαρτάται από την πολυπλοκότητα της κατανομής και από το γενικό πλαίσιο του συμβολισμού (π.χ. έγχρωμος ή μαυρόασπρος χάρτης). Εξαρτάται επίσης από την αντιληπτική ικανότητα του οφθαλμού (ιδανικό όριο ο αριθμός 6 ή 7 ιδίως στη χρήση της έντασης του μοτίβου). Εναλλακτικά υπάρχει ο «αταξικός»



Εικόνα 3 Γραμμική παρεμβολή (equal interval) –αριστερά, βήμα= 1/2 της τυπικής απόκλισης -δεξιά

χωροπληθής χάρτης (μεγάλος αριθμός τάξεων ή ίσος με τον αριθμό των επί μέρους τιμών).

(iii.) Τα όρια των τάξεων (τρόπος ομαδοποίησης των δεδομένων)

Κριτήρια για τον καθορισμό των ορίων των τάξεων αποτελούν, η αναλυτική διερεύνηση των τιμών (min, max, εύρος, μέσος όρος, διασπορά), η εύρεση κρίσιμων τιμών της κατανομής σε σχέση με το μέγεθος που χαρτογραφείται και σύνδεση τους με το γεωγραφικό χώρο (π.χ. αρνητικές τιμές = αύξηση ή μείωση του φαινομένου) και η μεγιστοποίηση της ομοιογένειας εντός της κάθε τάξης και των διαφορών μεταξύ των τάξεων. Ο καθορισμός των ορίων γίνεται ανάλογα με τη φύση των δεδομένων και με βάση:

♦ Σταθερές ακολουθίες (ομάδες του ίδιου αριθμητικού εύρους και σταθερό βήμα):

• Γραμμική παρεμβολή (equal interval)

• Με τιμές περί το μέσο όρο των τιμών και βήμα κατά πολλαπλάσιο (ή κλάσμα) της τυπικής απόκλισης: (μ.ο. +/- 1σ, 2σ, 3σ ...)

♦ Μεταβλητές ακολουθίες (συστηματικά άνισα βήματα):

• Αριθμητικές ακολουθίες (το εύρος μεταβάλλεται με αριθμητική πρόοδο και δηλωμένο βήμα μεταβολής) π.χ. Αύξουσα με σταθερό βήμα (=1): 0-2, 2-5, 5-9, 9-14, 14-20... Φθίνουσα με σταθερό βήμα (=1): 0-6, 6-10, 10-13, 13-15, 15-16... Αύξουσα με μεταβλητό βήμα (+1): 0-2, 2-5, 5-10, 10-18...

• Γεωμετρικές ακολουθίες (το εύρος μεταβάλλεται με γεωμετρική πρόοδο ή δηλωμένη αναλογία) π.χ. Αύξουσα: 0-2, 2-6, 6-14, 14-30, 30-62...)

• Ίδιο πλήθος πολυγώνων ανά ομάδα (quantile)

• Ισημβαδικές τάξεις (equal area) (το εμβαδόν της γεωγραφικής



περιοχής ανά τάξη, παραμένει σταθερό)

Ακολουθούν ορισμένα σκαριφηματικά παραδείγματα καθορισμού ορίων τάξεων χωροπληθών χαρτών.

(iv.) Τα χαρτογραφικά σύμβολα ανά τάξη.

Προτείνονται τεχνικές μεταβολής της χαρτογραφικής έντασης:

- ◆ Διαβάθμιση της έντασης της απόχρωσης
- ◆ Διαβάθμιση της έντασης του μοτίβου (cartographic pattern)
- ◆ «Διπολικός» τύπος μεταβολής της έντασης: Ίσες αποστάσεις από την τιμή μηδέν και ουδέτερη απόχρωση στις περί αυτό τιμές, χρήση διπολικής οπτικής μεταβλητής (π.χ. «θερμές» / «ψυχρές») αποχρώσεις – αύξηση / μείωση φαινομένου)

2.2 Σφάλματα χωροπληθών χαρτών.

Τα σφάλματα των χωροπληθών χαρτών τα οποία λόγω των ιδιαιτεροτήτων των δεδομένων είναι πολύ συχνά σε έρευνες, μελέτες και εφαρμογές με χαρτογραφικό υποστηρικτικό υλικό, συνοψίζονται σε έξι βασικές κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές και οι αντίστοιχα προτεινόμενες λύσεις - μεθοδολογίες απαλοιφής τους έχουν ως εξής:

◆ *Ανιση κατανομή των εμβαδών των επιφανειών αναφοράς.*
Ενδεχόμενες λύσεις: αναζήτηση στοιχείων σε διαφορετική γεωγραφική μονάδα αναφοράς, άθροιση δεδομένων στις μικρές επιφάνειες, υποδιαίρεση των μεγάλων επιφανειών σε μικρότερες χρησιμοποιώντας και δεύτερη στατιστική υποδιαίρεση του χώρου

◆ *Ανιση κατανομή του φαινομένου εντός της επιφάνειας αναφοράς*
Ενδεχόμενες λύσεις: Δασυμετρικοί χάρτες²

- ◆ Ακατάλληλη επιλογή του αριθμού των τάξεων
- ◆ Ακατάλληλη επιλογή των ορίων και του εύρους των τάξεων
- ◆ Ανομοιογένεια εντός των τάξεων

Ενδεχόμενες λύσεις: στατιστική διερεύνηση των τιμών του φαινομένου (π.χ. ιστόγραμμα τιμών – περιοχές συχνοτήτων) διαδοχικές προσεγγίσεις και δοκίμια

◆ *Ακαταλληλότητα συμβολισμού.*

Ενδεχόμενες λύσεις: χρήση διαφορετικής απόχρωσης, αυξομείωση έντασης ανά τάξη, χρήση ψηφιακών χρωματικών συνθέσεων, όπως π.χ. το χρωματικό μοντέλο «απόχρωση-κορεσμός-φωτεινότητα» (hue-saturation-brightness) ταυτόχρονη χρήση δύο αποχρώσεων, αυξομείωση του αριθμού των τάξεων

3. Χαρτογραφικός υπολογισμός τυπικών χωρικών δεικτών: περιπτώσιολογικά υποδείγματα

Στην παράγραφο αναλύονται τα τέσσερα χαρτογραφικά περιπτώσιολογικά υποδείγματα που προαναφέρονται, συνθέτοντας τις δύο ομάδες χωρικών δεικτών. Συμπεριλαμβάνονται ορισμένα στοιχεία «μετα-πληροφορίας» τόσο σχετικά με το ίδιο το παραγόμενο αποτέλεσμα, όσο και επί των χαρτογραφικών και στατιστικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται από διάφορες πηγές. Κρίθηκε επίσης σκόπιμη, η ένταξη των δεδομένων στο υιοθετημένο από τους ευρωπαϊκούς φορείς χωρικού σχεδιασμού, σύστημα ταξινόμησης χωρικών δεικτών και των αντίστοιχων χαρτών (Βάση Χωροταξικών Πληροφοριών του Ευρωπαϊκού Δικτύου Παρακολούθησης του Χωροταξικού Σχεδιασμού» - ESPON Data Base) και πιο συγκεκριμένα τις θεματικές κατηγορίες του προγράμματος «ESPON Data Navigator» [ESPON, 2002, 2004]

3.1 Δείκτης 112-4. «Οικιστικός χώρος ανηγμένος στη στατιστική μονάδα χωρικής αναφοράς»

Ο οικιστικός χώρος, τόσο σε επίπεδο γεωμετρικού προσδιορισμού του (π.χ. γεωγραφική θέση, εμβαδόν, σύνδεση με διοικητική διαίρεση) όσο και σε σχέση με μεγέθη άμεσα συνδεδεμένα με αυτόν (π.χ. πληθυσμός, δραστηριότητες) αποτελεί



σημαντικό υπόβαθρο για τον υπολογισμό μίας μεγάλης σειράς χωρικών δεικτών. Ένα σημαντικό, αλλά και δύσκολο ζήτημα που απασχολεί τις χωρικές επιστήμες επ' αρκετό χρόνο, αποτελεί ακριβώς η ακριβής οριοθέτηση του οικιστικού χώρου. Δεδομένου ότι χαρακτηρίζεται από μία έντονα δυναμική και ασαφή υπόσταση, έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης σε διάφορα επίπεδα και με διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Σε επίπεδο χρήσης των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, οι κυριότερες προσπάθειες εντάσσονται στις μεθοδολογίες της «ασαφούς λογικής» (fuzzy logic) έννοια την οποία σε εφαρμοσμένο επίπεδο, εισήγαγε ο καθηγητής Lotfi Zadeh στο πανεπιστήμιο του Berkeley στα μέσα της δεκαετίας του '70. [Bezdek, J.C., 1989].

Στην παρούσα εργασία, η έμφαση δίνεται στη μεθοδολογία ανάκτησης της γεωμετρικής πληροφορίας από τις διαθέσιμες πηγές δεδομένων. Για την αντιμετώπιση ακριβώς του ζητήματος της οριοθέτησης του οικιστικού χώρου, υιοθετήθηκε η μεθοδολογία της ελεγχόμενης χαρτογραφικής «γενίκευσης» η οποία καθορίζεται από την ακρίβεια και τη διαθεσιμότητα των πηγών

πληροφορίας, αλλά και την ακρίβεια του περιπτώσιολογικού υποδείγματος (αντίστοιχη με χαρτογραφική κλίμακα 1:50.000). Υιοθετούνται ως πηγές πρωτογενών στοιχείων, τα δορυφορικά δεδομένα κάλυψης εδάφους του προγράμματος «CORINE Land Cover» (CLC) και τα ψηφιοποιημένα στοιχεία αστικού χώρου από τα χαρτογραφικά διαγράμματα 1:50.000 της ΓΥΣ:

- ♦ *Οικιστικός Χώρος από δορυφορικές και τηλεπισκοπικές παρατηρήσεις.* Χρησιμοποιείται διανυσματικό χαρτογραφικό υπόβαθρο κάλυψης εδάφους του προγράμματος «CORINE Land Cover» ενημέρωσης 1996. [EEA, 1995]. Από το σύνολο των κατηγοριών κάλυψης εδάφους επιλέγονται τα πολύγωνα των εξής κατηγοριών:

- ♦ Ακολουθεί συνένωση των κατηγοριών αυτών σε μία ενιαία με χρήση κατάλληλου αλγορίθμου σύνθεσης γεωγραφικών επιπέδων πληροφορίας, ενσωματωμένου σε όλα τα εμπορικά GIS [McCoy and Johnston, 2000]. Δεν επιβάλλεται εσωτερική ιεράρχηση, για λόγους αδυναμίας τοποθέτησης βάρους ανά κατηγορία αφού κάτι τέτοιο θα απαιτούσε στοιχεία πυκνότητας της δόμησης, τα οποία δεν είναι διαθέσιμα στη συγκεκριμένη

Πίνακας 1. Κωδικοί CLC αναφερόμενοι σε οικιστικές χρήσεις

| Κωδικός CLC | Περιγραφή |
|--------------------|---|
| 111 | Συνεχής Αστική Δόμηση |
| 112 | Διακεκομμένη Αστική Δόμηση |
| 133 | Χώροι Οικοδόμησης |
| 141 | Περιοχές Αστικού Πρασίνου |
| 142 | Εγκαταστάσεις Αθλητισμού και Αναψυχής (αστικού χώρου) |



κλίμακα.

♦ *Οικιστικός Χώρος από χαρτογραφικά υπόβαθρα κλίμακας 1: 50.000 της Γ.Υ.Σ., ενημέρωσης 1986 και εντεύθεν.* Το επίπεδο αυτό έχει αρχικά πολυγωνική μορφή με κωδικοποίηση των πολυγώνων των οικισμών κατά Ε.Σ.Υ.Ε (1991). Τα πολύγωνα αφορούν στους οικισμούς, με την ιδιαιτερότητα πως δεν υπάρχει αμφιμονοσήμαντη αντιστοιχία ανάμεσα σε αυτά και στον στατιστικά θεωρούμενο οικισμό (υπάρχουν οικισμοί οι οποίοι συντίθενται ως στατιστική ενότητα, από περισσότερα του ενός πολύγωνα). Επιλέγεται η μεθοδολογία της ίδρυσης οντοτήτων «σύνθετων περιοχών» (regions) έτσι ώστε η κωδικοποίηση της Ε.Σ.Υ.Ε. να αντιστοιχεί στο σύνολο των πολυγωνικών οντοτήτων που απαρτίζουν τον οικισμό, το δε εμβαδόν του οικισμού να υπολογίζεται ως το άθροισμα του εμβαδού των πολυγώνων τα

οποία το συνθέτουν.

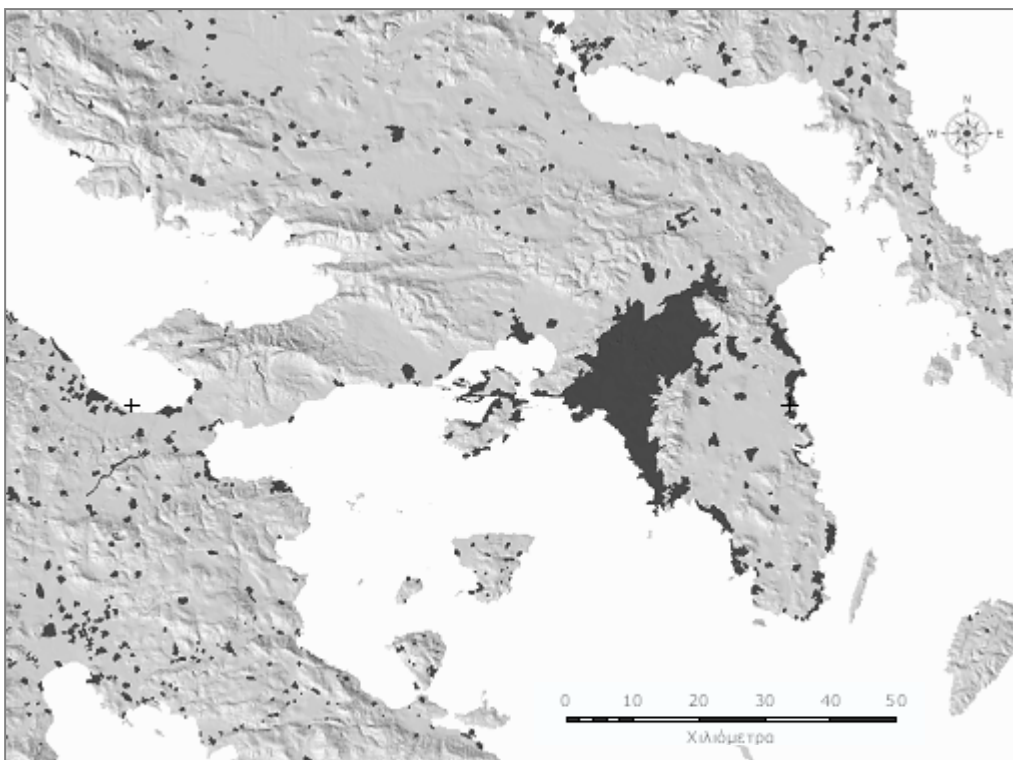
Σύνθεση του γεωγραφικού επιπέδου «Οικιστικός Χώρος»

Στη γεωγραφική βάση της εργασίας, ως οικιστικός χώρος τοποθετείται το «χαρτογραφικό αλγεβρικό άθροισμα» των δύο ανωτέρω επιπέδων, το οποίο επιτυγχάνεται μέσω μίας σειράς χαρτογραφικών πράξεων και τη βοήθεια κατάλληλων λογισμικών αλγορίθμων³ [McCoy and Johnston, 2000]. Το τελικό αποτέλεσμα των διαδικασιών αυτών απεικονίζεται στο Χάρτη 1.

Στη συνέχεια, σε όλες στις πολυγωνικές οντότητες του γεωγραφικού επιπέδου «Οικιστικός Χώρος», εφαρμόζεται διαδικασία μεταφοράς των κωδικών της διοικητικής κωδικοποίησης (κατά NUTS 2, 3 και LAU)⁴ [EUROSTAT – REGIO, 2004], χρησιμοποιώντας κατάλληλο χαρτογραφικό

Πίνακας 2. Στοιχεία «Μεταδεδομένων» του γεωγραφικού επιπέδου «Οικιστικός Χώρος»

| Οικιστικός Χώρος | |
|------------------------------|--|
| Τύπος Δεδομένου: | Παράγωγο Χωρικό / Χαρτογραφικό Δεδομένο |
| Μορφή Δεδομένου: | Ψηφιακή - Διανυσματική / Ψηφιακή |
| Τύπος Αρχείου (format): | Arc/Info - Coverage / Grid |
| Ακρίβεια: | Κλίμακα ψηφιοποίησης: 1:250.000 έως 1:50.000 |
| Γεωγραφική κάλυψη: | Ελλαδικός χώρος |
| Ενημέρωση: | 1985-1987 |
| Πρωτογενής Μορφή Δεδομένου: | Αναλογικοί χάρτες |
| Σύστημα Γεωδ. Συντεταγμένων: | Προβολή: "ΕΓΣΑ '87" |
| Μέθοδος Κατασκευής: | Διανυσματική αναπαραγωγή αναλογικών χαρτών |
| Πηγή: | CORINE Land Cover / Γ.Υ.Σ |



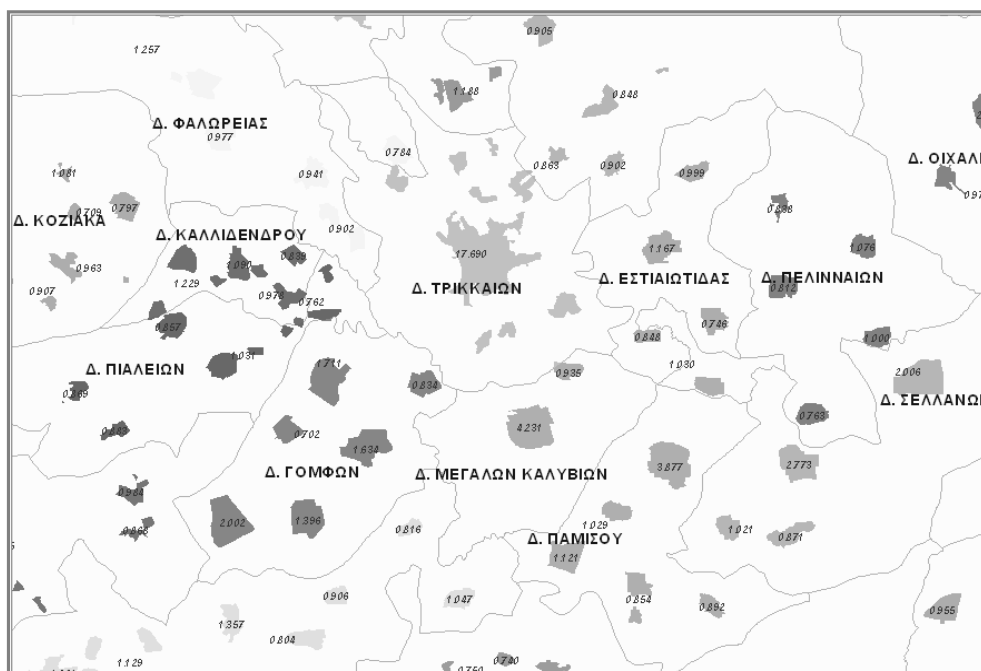
Χάρτης 1. (απόσπασμα) Σύνθεση των γεωγραφικών επιπέδων οικιστικού χώρου. Πηγές ΓΥΣ, CLC

αλγόριθμο⁶ [McCoy and Johnston, 2000]. Με την εξασφάλιση των διοικητικών κωδικών στις αστικές οντότητες διευκολύνονται οι χωρικές στατιστικές αναγωγές (Zonal Statistics) και συγκεκριμένα η απόδοση της συνολικής έκτασης των οικισμών σε κάθε διοικητική ενότητα. Στο Χάρτη 2, δίδεται ένα τυπικό γραφικό παράδειγμα του αποτελέσματος αυτού, σε επίπεδο ΟΤΑ κατά το σχέδιο «Καποδίστριας», με τον υπολογισμό του συνολικού εμβαδού του οικιστικού χώρου ως το άθροισμα των επί μέρους εμβαδών των οικισμών.

3.2 Δείκτης 112-1. «Πληθυσμιακή πυκνότητα ανηγμένη στον καθαρό οικιστικό χώρο»

(i.) Ορισμός - περιγραφή:

Ορίζεται ως η πληθυσμιακή πυκνότητα υποκείμενη σε αναγωγή στην καθαρή έκταση του οικισμού (πληθυσμός οικισμού / εμβαδόν οικιστικής έκτασης). Σε επίπεδο χαρτογραφικής αναπαράστασης, το αποτέλεσμα καταχωρείται εναλλακτικά, είτε στη μονάδα διοικητικής αναφοράς, είτε σε προκαθορισμένη μοναδιαία εδαφική επιφάνεια (π.χ. ψηφίδα 1000X1000 μ.). Ο δείκτης διαφέρει από τους κλασικούς δείκτες πληθυσμιακών πυκνοτήτων, κατά το γεγονός ότι απαιτούμενη η αναγωγή την επιφάνεια δεν γίνεται στη διοικητική μονάδα αναφοράς (η οποία είναι συνήθως ένα έντονα μεταβλητό μέγεθος, όσον αφορά στο εμβαδόν του) αλλά στην επιφάνεια των ίδιων των οικισμών. Η δημιουργία του δείκτη έχει ως στόχο την απαλοιφή



Χάρτης 2 Οικιστικός χώρος ανά ΟΤΑ κατά Καποδίστρια (απόσπασμα: περιοχή Τρικάλων Θεσσαλίας)

του συνηθισμένου χαρτογραφικού σφάλματος στους τυπικούς χωροπληθείς χάρτες που χρησιμοποιούνται για την απόδοση του μεγέθους. Επιπρόσθετα, η μέθοδος προσφέρει πραγματικό και ακριβέστερο αποτέλεσμα και στο επίπεδο της στατιστικής δημογραφικής βάσης δεδομένων για κάθε περαιτέρω χρήση. Ταυτόχρονα είναι δυνατή η σύνδεση της τιμής του δείκτη με οποιοδήποτε διοικητικό επίπεδο αναφοράς και χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψιν το εμβαδόν του. Η δυσκολία υπολογισμού του δείκτη έγκειται στην ασάφεια των ορίων των οικισμών, στο ζήτημα της αποκατάστασης της συμβατότητας των πηγών άντλησης των γεωμετρικών στοιχείων για την περιγραφή του οικιστικού χώρου, αλλά και στο ζήτημα της κωδικοποίησης των οικισμών με τρόπο ώστε να είναι δυνατή η συμβατότητα

του στοιχείου «συνολικό εμβαδόν της πραγματικής χωρικής μονάδας» με το στοιχείο «πληθυσμός».

(ii.) Κατηγορία κατά «Data Navigator»: 02-021 «Πληθυσμιακή Δομή»

(iii.) Επίπεδο γεωγραφικής αναφοράς: NUTS & LAU (όλα τα επίπεδα) και ανεξάρτητη μοναδιαία εδαφική επιφάνεια (π.χ. ψηφίδα τετραγωνικής μορφής)

(iv.) Μονάδες μέτρησης: Κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο οικιστικής έκτασης

(v.) Πηγές πληροφορίας – Απαιτούμενα δεδομένα:

α) Χαρτογραφικό υπόβαθρο διοικητικής διαίρεσης σε επίπεδο



αντίστοιχο με εκείνο της γεωγραφικής αναφοράς

β) Δορυφορικά, φωτογραμμετρικά και χαρτογραφικά δεδομένα κάλυψης εδάφους με συμπερίληψη στοιχείων οικιστικού χώρου (π.χ. «Corine Land Cover»)

γ) Χαρτογραφικό υπόβαθρο οικιστικού χώρου (οικισμοί σε πολυγωνική μορφή) ενημερωμένο από χαρτογραφικά διαγράμματα (υποδεικνύονται τα χαρτογραφικά διαγράμματα κλίμακας 1: 50.000 της Γ.Υ.Σ.) και ενημέρωση με φωτογραμμετρικές μεθόδους

δ) Πληθυσμιακά στοιχεία σε επίπεδο οικισμού από αντίστοιχες απογραφές πληθυσμού και κατοικιών σε διάφορα χρονικά επίπεδα.

(νί.) Μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη – περιπτώσιολογικό υπόδειγμα:

Περιοχή «μελέτης – περίπτωσης»: Ελληνική επικράτεια

Επίπεδο γεωγραφικής αναφοράς: Νομός - Ο.Τ.Α. - Δημοτικό Διαμέρισμα

Χρονική αναφορά: Περίοδος 1981 – 1996 (η χρονική αναφορά υποβάθρων και στατιστικών στοιχείων ποικίλει)

Πρωτογενή δεδομένα και επεξεργασίες:

α) *Διοικητική Διαίρεση:* Χρησιμοποιείται το αντίστοιχο διανυσματικό χαρτογραφικό υπόβαθρο οντοτήτων «σύνθετων περιοχών» (regions) σε επίπεδα NUTS 2,3 & LAU. Στον πίνακα ιδιοτήτων των γεωμετρικών αυτών χαρακτηριστικών απαιτείται η ύπαρξη του γεωγραφικού κωδικού, υπολογισμένο το εμβαδόν σε τετραγωνικά χιλιόμετρα, καθώς επίσης και η ονοματολογία κάθε περιοχής.

β) *Οικιστικός Χώρος:* Ακολουθείται η μεθοδολογία μεταφοράς του διοικητικού κωδικού (επίπεδα NUTS 2, 3 & LAU) της προηγούμενης παραγράφου.

γ) *Υπολογισμός του χωρικού δείκτη*

Πίνακας 3. Συνοπτικά στατιστικά στοιχεία της συνολικής έκτασης των οικισμών, κατά Νομό

| Στατιστικό Στοιχείο | Τιμή (km ²) |
|---|-------------------------|
| Συνολικός οικιστικός χώρος (Ελλάδα) | 4002,4 |
| Μέσος όρος (Νομοί Μαγνησίας, Κορινθίας) | 74,1 |
| Μέγιστη Τιμή (Νομαρχία Αθηνών) | 243,5 |
| Ελάχιστη Τιμή (Νομαρχία Λευκάδος) | 14,5 |
| Τυπική απόκλιση | 43,7 |

Πίνακας 4. Συνοπτικά στατιστικά στοιχεία της πληθυσμιακής πυκνότητας οικιστικού χώρου κατά Νομό

| Στατιστικό Στοιχείο | Τιμή (κάτοικοι / km ²) |
|---|------------------------------------|
| Μέσος όρος (Ν. Μαγνησίας, Ν. Βοιωτίας) | 2748,1 |
| Μέγιστη Τιμή (Νομαρχία Δυτικής Αττικής) | 32229,0 |
| Ελάχιστη Τιμή (Ν.Κεφαλληνίας) | 797,4 |
| Τυπική Απόκλιση | 4526,5 |



γ-1) Σε πολυγωνική αναφορά.

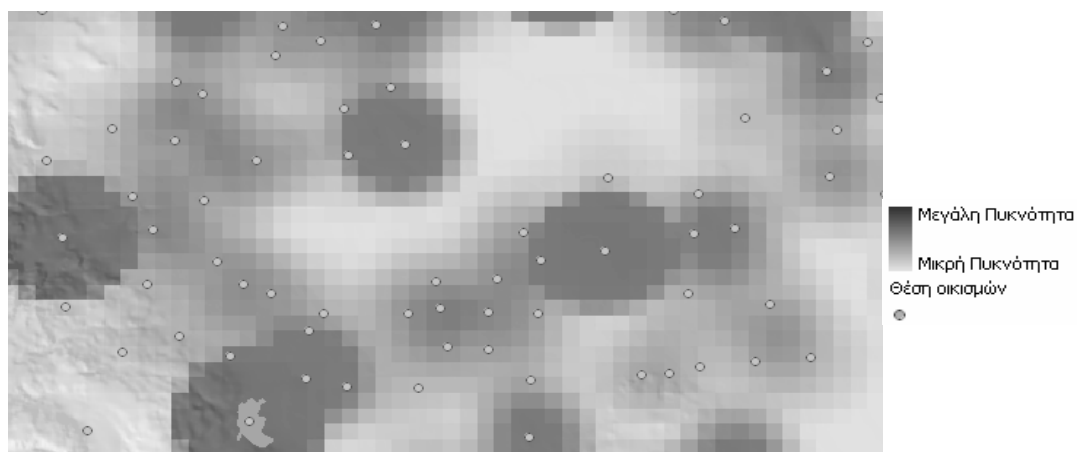
Ο Υπολογισμός του δείκτη δίνεται εξ' ορισμού από το πηλίκον του πληθυσμού στη χωρική ενότητα προς το συνολικό εμβαδόν του οικιστικού χώρου της συγκεκριμένης ενότητας με μονάδες: «κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο». Τούτο υπολογίζεται και καταχωρείται στη βάση και στα τρία προαναφερθέντα επίπεδα. Ορισμένα συνοπτικά στατιστικά αποτελέσματα παρατίθενται στους επόμενους πίνακες και γραφήματα (παράδειγμα: επίπεδο Νομού).

γ-2) Σε ψηφιδωτή αναφορά τετραγωνικού κανάβου (*raster model*).

Η μεθοδολογία της προηγούμενης παραγράφου παρέχει μεν μεγαλύτερη ακρίβεια από τις τυπικές του είδους (αναγωγή στο συνολικό εμβαδόν της στατιστικής μονάδας γεωγραφικής αναφοράς – συνήθως ταυτιζόμενης με τη διοικητική) αλλά στο χωροταξικό κυρίως επίπεδο ανάλυσης, διατηρεί τα μειονεκτήματα της χαμηλής διακριτικής ανάλυσης των χαρτογραφούμενων στοιχείων, δεδομένου ότι η επιφάνεια του τυπικού οικισμού

είναι πολύ μικρή σε σχέση με τη διοικητική μονάδα στην οποία ανήκει. Συνεπώς, η χαρτογραφική απόδοση του φαινομένου και κατά συνέπεια η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με κατανομές στο χώρο δεν είναι εύκολη, πράγμα το οποίο οδηγεί σε μεθοδολογία «οπτικής αναγωγής» του δείκτη και πάλι σε κάποια διοικητική μονάδα. Το μειονέκτημα αυτό είναι δυνατόν να εξαλειφθεί εάν οι αναγωγές γίνουν σε κάποια ανεξάρτητη μονάδα εδαφικής αναφοράς όπως για παράδειγμα το τετραγωνικό φαντίο του ψηφιδωτού μοντέλου το οποίο έχει υιοθετηθεί (στοιχειώδης επιφάνεια τετραγωνικού κανάβου 1000 μέτρων στο έδαφος).

Για την παραγωγή του μοντέλου αυτού χρησιμοποιείται το διανυσματικό επίπεδο πληροφορίας του καθαρού οικιστικού χώρου της προηγούμενης παραγράφου. Χρησιμοποιώντας τον πραγματικό πληθυσμό 1991, δημιουργείται ψηφιδωτό «μοντέλο πληθυσμιακής πυκνότητας» σύμφωνα με το οποίο ο πληθυσμός αντιμετωπίζεται ως συνεχές φαινόμενο σε ευκλείδεια απόσταση πέντε χιλιομέτρων από τον οικισμό. Εφαρμόζοντας διαδικασίες γραμμικής παρεμβολής ανάμεσα στα πολύγωνα των οικισμών, υπολογίζεται ο πληθυσμός για κάθε ψηφίδα του μοντέλου, ενώ



Εικόνα 4 Χαρτογραφικό αποτέλεσμα της εφαρμογής του αλγορίθμου υπολογισμού της πληθυσμιακής πυκνότητας (μέγεθος pixel: 1Χ1 km.)



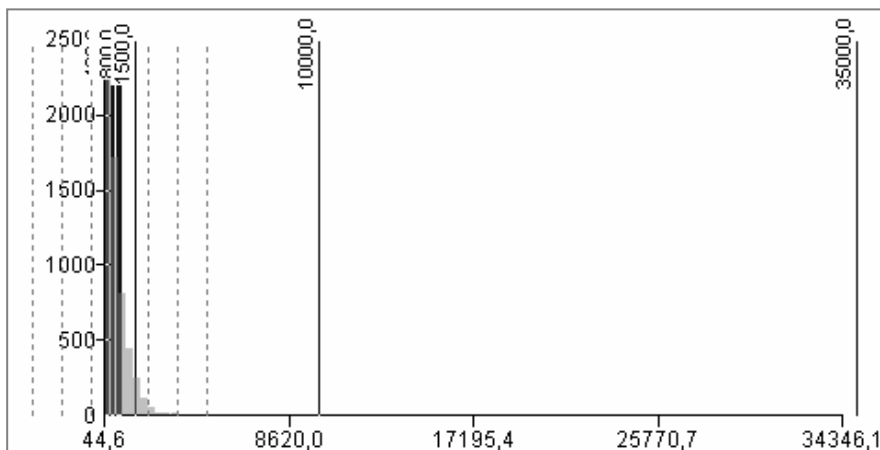
αντίστοιχα η πυκνότητα ως το πηλίκον του συνόλου πληθυσμού προς το εμβαδόν υπο-περιοχής η οποία εμπίπτει εντός της οριζόμενης ακτίνας. Επιπρόσθετα, στον αλγόριθμο ο οποίος χρησιμοποιείται⁶ προσδίδονται στις ψηφίδες βάρη ανάλογα προς την απόσταση του οικισμού από τα όρια της κάθε υπο-περιοχής στην οποία γίνεται ο υπολογισμός. [McCoy & Johnston, 2000]

Αποτέλεσμα της μεθοδολογίας αυτής, είναι η δυνατότητα καταχώρησης στο σύστημα, του στοιχείου «πληθυσμιακή πυκνότητα οικιστικού χώρου» για κάθε στοιχειώδη μονάδα εδάφους. Το μέγεθος της μονάδας αυτής αποτελεί μία μεταβλητή που μπορεί να λαμβάνει οιαδήποτε τιμή, με μόνο τεχνικό περιορισμό το μέγεθος των παραγόμενων αρχείων. Στη συνέχεια και με απλό τρόπο είναι δυνατή η εξαγωγή παράγωγων στοιχείων για το χώρο μελέτης, όπως για παράδειγμα η ανάδειξη του κύριου αστικού δικτύου με χρήση του ψηφιδωτού μοντέλου, στον οποίο επιλέγονται οι ψηφίδες με τιμή άνω του μέσου όρου της πληθυσμιακής πυκνότητας στη χώρα (800 κατ. / τ. χμ.) οι οποίες αντιστοιχούν στους κύριους αστικούς πόλους). Επίσης επιλέγονται οι ψηφίδες εκείνες οι οποίες βρίσκονται μέσα σε

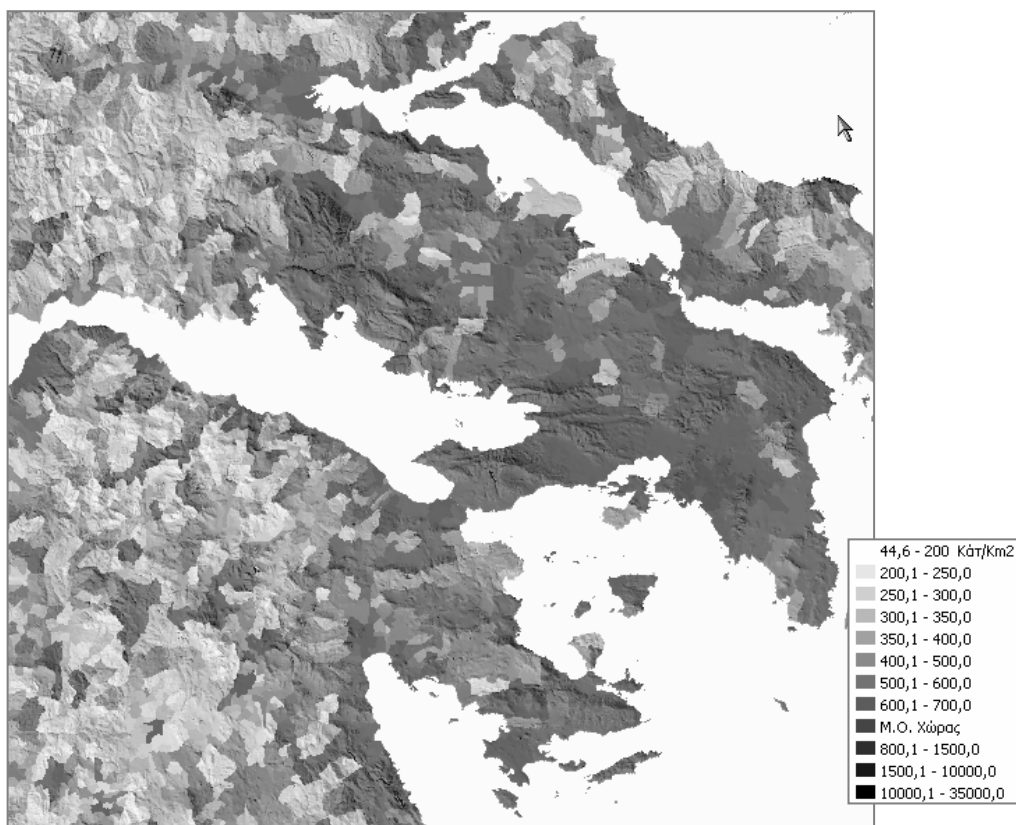
διάστημα ίσο προς την τυπική απόκλιση (590 κατ. / τ. χμ.) τοποθετημένο ακριβώς κάτω από την τιμή του μέσου όρου, ήτοι το διάστημα 200-800 κατ. / τ. χμ., και οι οποίες αντιστοιχούν σε μία δεύτερη τάξη αστικών πόλων, συντάσσοντας έτσι μία χωρική ιεράρχηση με κριτήριο την πληθυσμιακή πυκνότητα. Η ιεράρχηση αυτή μπορεί να μεταβάλλεται εύκολα και σύμφωνα με τις ανάγκες της χωρικής ανάλυσης, μεταβάλλοντας αντίστοιχα τα προαναφερόμενα διαστήματα.

(vii). *Χαρτογραφική απεικόνιση του δείκτη.*

Για τη χαρτογραφική απόδοση στο επίπεδο οιασδήποτε διοικητικής ενότητας χρησιμοποιείται η τεχνική του χωροπληθούς χάρτη με ταξινόμηση βάσει του πεδίου της βάσης δεδομένων το οποίο αντιστοιχεί στην πληθυσμιακή πυκνότητα του δομημένου χώρου. Στη χαρτογραφική σύνθεση που δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό ως παράδειγμα (Χάρτης 3) η μονάδα γεωγραφικής αναφοράς είναι το «Δημοτικό Διαμέρισμα» στο οποίο παρουσιάζεται η τυπική δυσκολία της εξόχως άνισης κατανομής της απεικονιζόμενης μεταβλητής (Σχήμα 1: εντονότερες γραμμές: ο διαχωρισμός των κατηγοριών του χαρτογραφικού



Σχήμα 1. Διάγραμμα συχνοτήτων των τιμών της μεταβλητής «πληθυσμιακή πυκνότητα» (άξονας X) κατά αριθμό ψηφίδων 1000x1000 μ. στο έδαφος (100 τάξεις ψηφίδων, άξονας Y)



Χάρτης 3. (απόσπασμα) Πληθυσμιακή πυκνότητα ανηγμένη στον καθαρό οικιστικό χώρο (ΟΤΑ – Δημοτικά Διαμερίσματα – 1991) Πηγές: ΓΥΣ, ΕΣΥΕ, 1991

παραδείγματος)

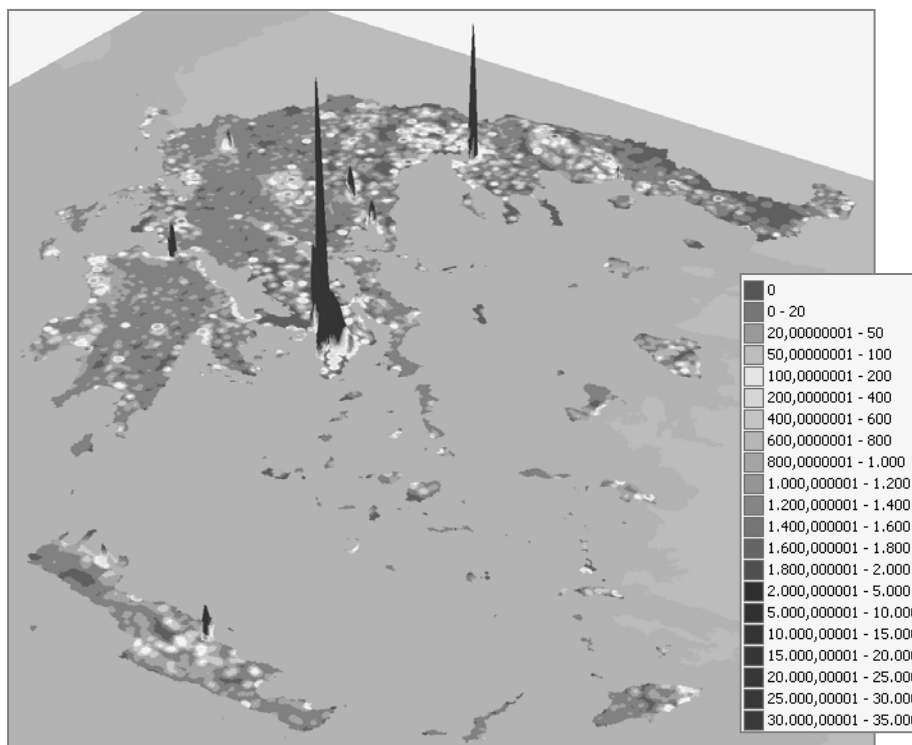
Κατά συνέπεια, στην απεικόνιση χρησιμοποιείται μη ομαλή ταξινόμηση, στην οποία χρησιμοποιείται βήμα τάξεως περίπου 150 για την περιοχή τιμών από το μηδέν (πράσινη απόχρωση) έως το μέσο όρο της μεταβλητής (περίπου 800 κάτοικοι ανά km^2 – κίτρινη απόχρωση) και τρεις ακόμη κατηγορίες έως τη μέγιστη τιμή (34.364 κάτοικοι ανά km^2 , – κόκκινη απόχρωση) (οι αποχρώσεις αναφέρονται σε έγχρωμη έκδοση του χάρτη)

Για τη χαρτογραφική απεικόνιση σε επίπεδο ψηφιδωτού

μοντέλου και για λόγους συγκρισιμότητας του αποτελέσματος, χρησιμοποιείται κοινή ταξινόμηση των δεδομένων και ως χρωματικό εύρος, η διαβάθμιση ανάμεσα στην απόχρωση του κίτρινου και του κόκκινου. (σε μαυροάσπρη έκδοση: Εικόνα 7)

3.3 Δείκτης 112-21. «Αναλυτική κάλυψη γης στη χωρική μονάδα αναφοράς (Επίπεδα I, II, III – CORINE Land Cover)

(i.) Ορισμός / περιγραφή:



Εικόνα 5. Ανάπτυξη στην τρίτη διάσταση και προοπτική απεικόνιση του ψηφιδωτού μοντέλου «πραγματικής πληθυσμιακής πυκνότητας» με χρήση της τεχνικής «TIN». Διακριτική ανάλυση μοντέλου: 1000x1000 μέτρα στο έδαφος. Μονάδες υπομνήματος: κάτοικοι / km²

Οι χωρικοί δείκτες οι οποίοι αφορούν στην αναλυτική περιγραφή της κάλυψης γης, αποτελούν ουσιαστική πληροφορία υποβάθρου για μία μεγάλη σειρά μεθοδολογιών ανάλυσης του γεωγραφικού χώρου. Σημαντική είναι οι συμβολή τους σε αναλύσεις και εφαρμογές περί χρήσεων γης, πιέσεων από χρήσεις γης, περιβαλλοντικών ζητημάτων κ.τ.λ. Επίσης αποτελούν συχνότατα το πρωτογενές υλικό για τον υπολογισμό άλλων χωρικών δεικτών. Ιδιαίτερα, στην ανηγμένη έκδοσή τους (σε κάποια γεωγραφική μονάδα αναφοράς, συνήθως διοικητική) παρέχουν σημαντική πληροφορία σε πολλές πραγματικές εφαρμογές [βλ.

και ESPON projects]. Ο αναλυτικός υπολογισμός σύμφωνα με την ταξινόμηση του CLC απαιτεί τη χρήση συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών και είναι σχετικά απλός για τα γενικευμένα ιεραρχικά επίπεδα I και II της ταξινόμησης και πιο πολύπλοκος στο επίπεδο III. [EEA, 1995]. Ο δείκτης ορίζεται είτε ως έκταση (σε απόλυτο μέγεθος) ανά μονάδα γεωγραφικής αναφοράς και ανά κατηγορία κάλυψης γης, είτε ως το ποσοστό της έκτασης κάθε κατηγορίας στο συνολικό εμβαδόν της γεωγραφικής μονάδας.

(ii.) Κατηγορία δείκτη κατά «Data Navigator»: 11 – «Χρήσεις



γης»

(iii) *Επίπεδο γεωγραφικής αναφοράς*: Μονάδα Διοικητικής Αναφοράς ή άλλη γεωγραφική μονάδα

(iv.) *Μονάδες μέτρησης*: Απόλυτο μέγεθος (Κm²) και ποσοστό (%)

(v.) *Πηγές πληροφορίας – Απαιτούμενα δεδομένα*:

α) Διανυσματικό χαρτογραφικό υπόβαθρο διοικητικής (ή άλλης γεωγραφικής) διαίρεσης σε *πολυγωνική μορφή* (πηγές: DCW, GISCO, Γ.Υ.Σ., Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.)

β) Δορυφορικά, φωτογραμμετρικά και χαρτογραφικά δεδομένα κάλυψης εδάφους όπως το «Corine Land Cover»)

(vi.) *Μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη – περιπτωσιολογικό υπόδειγμα*:

α) *Περιοχή «μελέτης – περίπτωσης»*: Ελληνική Επικράτεια

β) *Επίπεδο γεωγραφικής αναφοράς*: NUTS 2, NUTS 3, ΟΤΑ και Δημοτικά διαμερίσματα

γ) *Χρονική αναφορά*: 1986 - 1996

δ) *Πρωτογενή δεδομένα - πηγές - ολοκλήρωση βάσης δεδομένων*:

δ1) Διανυσματικό χαρτογραφικό υπόβαθρο διοικητικής διαίρεσης σε επίπεδο NUTS 3 & LAU σε διανυσματική πολυγωνική μορφή

δ2) Διανυσματικό χαρτογραφικό υπόβαθρο κάλυψης εδάφους του Corine Land Cover

ε) *Επεξεργασίες – Υπολογισμός του δείκτη*:

Με τη χρήση του διανυσματικού υποβάθρου κάλυψης γης CLC, δημιουργούνται μέσω αλγορίθμου «Vector to Raster», τρία ψηφιδωτά μοντέλα κάλυψης γης, αντίστοιχα με τα τρία επίπεδα της ταξινόμησης (CLC I, II, και III). Η χωρική διακριτική

ανάλυση των μοντέλων ορίζεται στα 100X100 μέτρα στο έδαφος. Η επιλογή αυτή γίνεται με κριτήριο την ακρίβεια των πρωτογενών δεδομένων παραγωγής των πολύγωνων του CLC καθώς επίσης την περαιτέρω χρήση του δείκτη σε επίπεδο συσχετισμών με άλλους. Η ανάλυση των 100 m, προσφέρει επίσης, μοναδιαία επιφάνεια ικανού εμβαδού για τη χαρτογραφική γενίκευση η οποία θα απαιτηθεί για τον υπολογισμό δεικτών σχετικών με την «επικρατούσα κάλυψη», με γεωγραφική αναφορά είτε το φαντίο είτε την διοικητική μονάδα.

Ομοίως, δημιουργούνται τέσσερα ψηφιδωτά μοντέλα τα οποία αφορούν αντίστοιχα στα τέσσερα επίπεδα διοικητικής διαίρεσης (Περιφέρεια, Νομός, Ο.Τ.Α.– κατά «Καποδίστρια» και Δημοτικό Διαμέρισμα). Η ακρίβεια καθώς και η γεωμετρική θέση του ψηφιδωτού κανάβου βρίσκονται σε σύμπτωση με τα επίπεδα της κάλυψης γης.

Στον παραγόμενο πίνακα ιδιοτήτων του ψηφιδωτού μοντέλου καταχωρείται σε κάθε φαντίο, αφ' ενός κωδικός της κάλυψης εδάφους στα τρία ιεραρχικά επίπεδα ταξινόμησης του CLC, και αφ' ετέρου οι κωδικοί της διοικητικής διαίρεσης. Στη συνέχεια παράγονται δώδεκα νέοι πίνακες εφαρμόζοντας αλγόριθμο «Zonal Statistics» [McCoy & Johnston, 2000] στον οποίο κατασκευάζονται κατάλληλα πεδία με την εξής πληροφορία:

(vii.) *Χαρτογραφική απεικόνιση του δείκτη*

Ένας μεγάλος αριθμός χαρτογραφικών απεικονίσεων μπορεί να δημιουργηθεί περί το συγκεκριμένο δείκτη. Στην παράγραφο, επιλέγεται ενδεικτικά η δημιουργία χάρτη εδαφικής κάλυψης ανά Ο.Τ.Α. κατά το σχέδιο «Καποδίστριας» και στην ανάλυση του CLC, επίπεδο-I. (1-Τεχνητές Επιφάνειες, 2-Γεωργικές Περιοχές, 3-Δασικό και Μεικτό Φυσικό Περιβάλλον, 4-Υγρότοποι, 5-Ύδατα)

Χρησιμοποιείται η τεχνική των αναλογικών σημειακών συμβόλων υπό τη μορφή αναλογικών κυκλικών τομέων. Οι οπτικές μεταβλητές που χρησιμοποιούνται κατά συνέπεια, είναι δύο:



| ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ | "CORINE" Επίπεδο I | "CORINE" Επίπεδο II | "CORINE" Επίπεδο III | ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ |
|--------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|
| NUTS-2 | 13x5=65 | 13x15=195 | 13x44=572 | |
| NUTS-3 | 54x5=270 | 54x15=810 | 54x44=2.376 | |
| NUTS-5 | 1.054x5=5.270 | 1.057x15=15.810 | 1.054x44=46.376 | |
| Δημ. Διαμ/τα | 6.182x5=30.910 | 6.182x15=92.730 | 6.182x44=272.008 | |

Πίνακας 3. Οντότητες των πινάκων των γεωγραφικών επιπέδων διοικητικής διαίρεσης σε σχέση με τα ιεραρχικά επίπεδα του Corine Land Cover

◆ Αναλογία Κυκλικού Τομέα: Καλύπτει το μέγεθος «κατανομή της εδαφικής κάλυψης εντός της πολυγωνικής οντότητας του ΟΤΑ» αποδίδοντας ποσοστιαία αναγωγή του κάθε είδους κάλυψης γης στο σύνολο της έκτασης του Ο.Τ.Α.

◆ Μέγεθος κύκλου: Αναπαριστά χαρτογραφικά το μέγεθος της «συνολικής έκτασης του Ο.Τ.Α.» (που ισούται με το άθροισμα των εμβαδών των επί μέρους κατηγοριών κάλυψης γης). Η διαδικασία αυτή απαιτείται για λόγους ακρίβειας της χαρτογραφικής αναπαράστασης και εφ' όσον το εμβαδόν της μοναδιαίας γεωγραφικής οντότητας που χρησιμοποιείται, παρουσιάζει σημαντική μεταβλητότητα.

Στη χαρτογραφική αναπαράσταση του είδους αυτού, θα πρέπει να αποφεύγεται η τεχνική του χωροπληθούς χάρτη (σκίαση επιφανειών ανάλογη με την ένταση του φαινομένου στο χώρο), καθόσον ουσιαστικά αφορά στην απόδοση της απόλυτης τιμής του φαινομένου και όχι κάποιας μεταβλητής στην οποία ενέχεται η έννοια της «έντασης φαινομένου».

3.4 Δείκτης 112-22. «Κατά κεφαλήν αγροτική γη στη χωρική μονάδα αναφοράς»

(i.) Ορισμός / περιγραφή:

Η χαρτογραφική διαχείριση του συγκεκριμένου δείκτη επιλέγεται

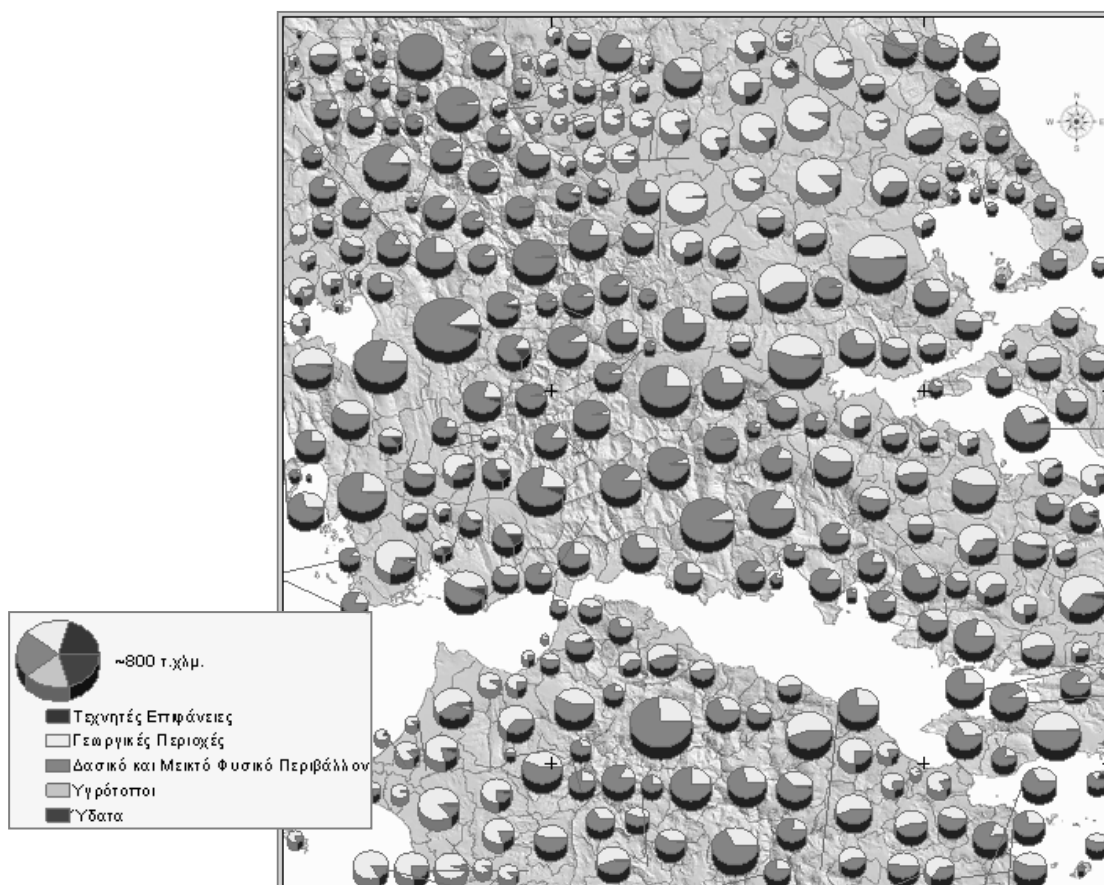
ως αντιπροσωπευτικός μίας σειράς χωρικών δεικτών που έχουν ενταχθεί αντίστοιχα σε αρκετές επιλογές χωρικών πολιτικών (π.χ. SPESP, ESPON - core indicators κ.ά. [SPESP, 2000, ESPON, 2004]) και αποτελούν σημαντικό εργαλείο χωρικής ανάλυσης. Σημαντική είναι οι συμβολή τους σε αναλύσεις και εφαρμογές περί χρήσεων γης, πιέσεων από χρήσεις γης, περιβαλλοντικών ζητημάτων κ.τ.λ. Επίσης αποτελούν συχνότατα το πρωτογενές υλικό για τον υπολογισμό άλλων χωρικών δεικτών. Ο αναλυτικός υπολογισμός σύμφωνα με την ταξινόμηση του CLC απαιτεί τη χρήση συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών, όντας σχετικά απλός για τα γενικευμένα ιεραρχικά επίπεδα I και II της ταξινόμησης και πιο πολύπλοκος στο επίπεδο III. Ο δείκτης ορίζεται ως το πηλίκον της αγροτικής γης⁷ προς το σύνολο του αγροτικού πληθυσμού της μονάδας της γεωγραφικής αναφοράς

(ii.) Κατηγορία δείκτη κατά «Data Navigator»: 11 – «Χρήσεις γης»

(iii.) Επίπεδο γεωγραφικής αναφοράς: Μονάδα Διοικητικής Αναφοράς ή άλλη γεωγραφική μονάδα

(iv.) Μονάδες μέτρησης: Στρέμματα κατά κεφαλήν

(v.) Πηγές πληροφορίας – Απαιτούμενα δεδομένα:



Χάρτης 4. (απόσπασμα) Εδαφική κάλυψη κατά Corine Land Cover, Level-I, (ΟΤΑ, 1996)

α) Διανυσματικό χαρτογραφικό υπόβαθρο διοικητικής (ή άλλης γεωγραφικής) διαίρεσης σε πολυγωνική μορφή (πηγές: DCW, GISCO, Γ.Υ.Σ., Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.)

β) Δορυφορικά, φωτογραμμετρικά και χαρτογραφικά δεδομένα κάλυψης εδάφους όπως το «Corine Land Cover»)

γ) Πληθυσμιακά στατιστικά δεδομένα (σύνολο πληθυσμού και αγροτικός πληθυσμός στη διοικητική μονάδα

(vi.) Μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη – περιπτώσιολογικό υπόδειγμα:

α) Περιοχή «μελέτης – περίπτωσης»: Ελληνική Επικράτεια

β) Επίπεδο γεωγραφικής αναφοράς: NUTS 2, NUTS 3, ΟΤΑ και Δημοτικά διαμερίσματα

γ) Χρονική αναφορά: 1986 - 1996

δ) Πρωτογενή δεδομένα - πηγές - ολοκλήρωση βάσης



δεδομένων:

δ1) Διανυσματικό χαρτογραφικό υπόβαθρο διοικητικής διαίρεσης σε επίπεδο NUTS 2, 3 & LAU σε διανυσματική πολυγωνική μορφή

δ2) Διανυσματικό χαρτογραφικό υπόβαθρο κάλυψης εδάφους του Corine Land Cover, ιεραρχικά επίπεδα I, II, III.

ε) Πληθυσμιακά δεδομένα ΕΣΥΕ 1991: πληθυσμός και αγροτικός πληθυσμός σε επίπεδα αντίστοιχα με της διοικητικής διαίρεσης (βλ. δ1)

ε) *Επεξεργασίες – Υπολογισμός του δείκτη:*

Με τη χρήση του διανυσματικού υποβάθρου κάλυψης γης CLC, δημιουργούνται μέσω αλγορίθμου «Vector to Raster», τρία ψηφιδωτά μοντέλα κάλυψης γης που αφορούν στις αγροτικές επιφάνειες, (επίπεδο I, CLC) και συμπεριλαμβάνουν επί μέρους πληροφορία σχετική με τα υπόλοιπα δύο επίπεδα της ταξινόμησης (CLC II και III). Η χωρική διακριτική ανάλυση των μοντέλων ορίζεται στα 100X100 μέτρα στο έδαφος.

Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται τέσσερα ψηφιδωτά μοντέλα τα οποία αντιστοιχούν στα επίπεδα της διοικητικής διαίρεσης. Η ακρίβεια καθώς και η γεωμετρική θέση του ψηφιδωτού κανάβου βρίσκονται σε σύμπτωση με τα επίπεδα της κάλυψης γης.

Τέλος, σε κάθε ένα από τα ανωτέρω αρχεία της διοικητικής διαίρεσης, δημιουργείται σύνδεση (database link) αρχεία των πληθυσμιακών στατιστικών δεδομένων, βάσει του κωδικού ΕΣΥΕ-1991.

Στον παραγόμενο πίνακα ιδιοτήτων του ψηφιδωτού μοντέλου καταχωρείται σε κάθε φαντίο, κατά πρώτον ο κωδικός της κάλυψης εδάφους στα τρία ιεραρχικά επίπεδα ταξινόμησης του CLC, κατά δεύτερον, οι κωδικοί της διοικητικής διαίρεσης και κατά τρίτον το μέγεθος «αγροτικός πληθυσμός». Ακολουθεί υπολογισμός του δείκτη και το αποτέλεσμα καταχωρείται ως

νέο πεδίο στους πίνακες ιδιοτήτων των αρχείων της διοικητικής διαίρεσης

(vii.) Χαρτογραφική απεικόνιση του δείκτη

Για τη χαρτογραφική κάλυψη του δείκτη, επιλέγεται η δημιουργία τριών ενδεικτικών χαρτογραφικών συνθέσεων:

♦ *Χάρτης γεωγραφικής κατανομής της κατά κεφαλήν αγροτικής γης* αποδίδοντας το πραγματικό μέγεθος (κατά κεφαλήν στρέμματα) με την τεχνική του χωροπληθούς χάρτη (Χάρτης 5). Λόγω ιδιοτυπίας της πληροφορίας (βλ. Σχήμα 2) χρησιμοποιούνται οκτώ τάξεις διαφορισμού του χαρτογραφικού συμβόλου:

• 0-1 στρέμμα στην πρώτη τάξη

• γραμμική παρεμβολή ανά πέντε στρέμματα στις επόμενες έξι τάξεις (έως 30 στρέμματα)

• 30 – 50 στρέμματα στην όγδοη τάξη

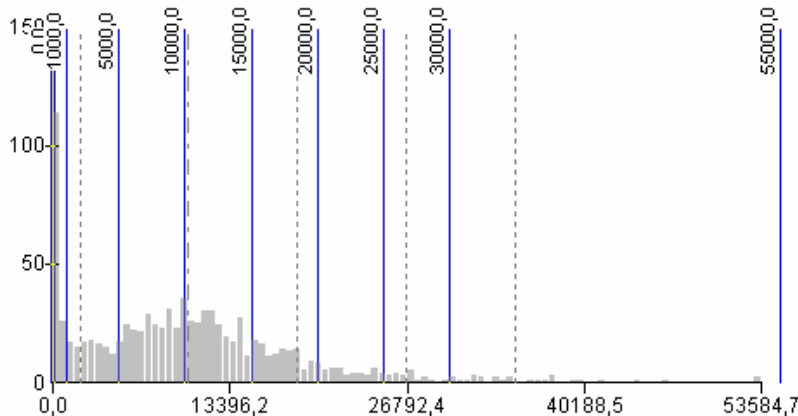
♦ *Χάρτης γεωγραφικής κατανομής της κατά κεφαλήν αγροτικής γης με χρήση της τυπικής απόκλισης του μεγέθους.* Επιλέγεται, χωροπληθής απεικόνιση διπολικού τύπου (οπτική μεταβλητή: διαβάθμιση δύο αποχρώσεων) και βασίζεται σε 14 διαστήματα τα οποία προκύπτουν με τη χρήση κλάσματος (1/3) της τυπικής απόκλισης:

• Διαβάθμιση κόκκινης απόχρωσης για τιμές άνω του μέσου όρου του απεικονιζόμενου μεγέθους (μ.ο. = 10,2 στρέμματα)

• Λευκή απόχρωση για τιμές περί τον μέσο όρο

• Διαβάθμιση γαλάζιας απόχρωσης για τις τιμές κάτω του μέσου όρου

♦ *Χάρτης γεωγραφικής κατανομής της γεωργικής γης ως απόλυτο μέγεθος σε επίπεδο CLC-I και κατά ΟΤΑ* (χρησιμοποιώντας την τεχνική των αναλογικών συμβόλων). Η πληροφορία αυτή συσχετίζεται (σε χαρτογραφικό επίπεδο) με την πληροφορία της



Σχήμα 2. Διάγραμμα συχνοτήτων των τιμών του μεγέθους «κατά κεφαλήν αγροτική γη» (σε m2, άξονας X) αριθμός ΟΤΑ ανά τάξη (100 τάξεις – άξονας Y).
Minimum = 0, Maximum = 53.600, Mean = 10.200, Standard Deviation = 8.200

υψομετρικής ζώνης στην οποία ανήκει ο ΟΤΑ. (Χάρτης 6)

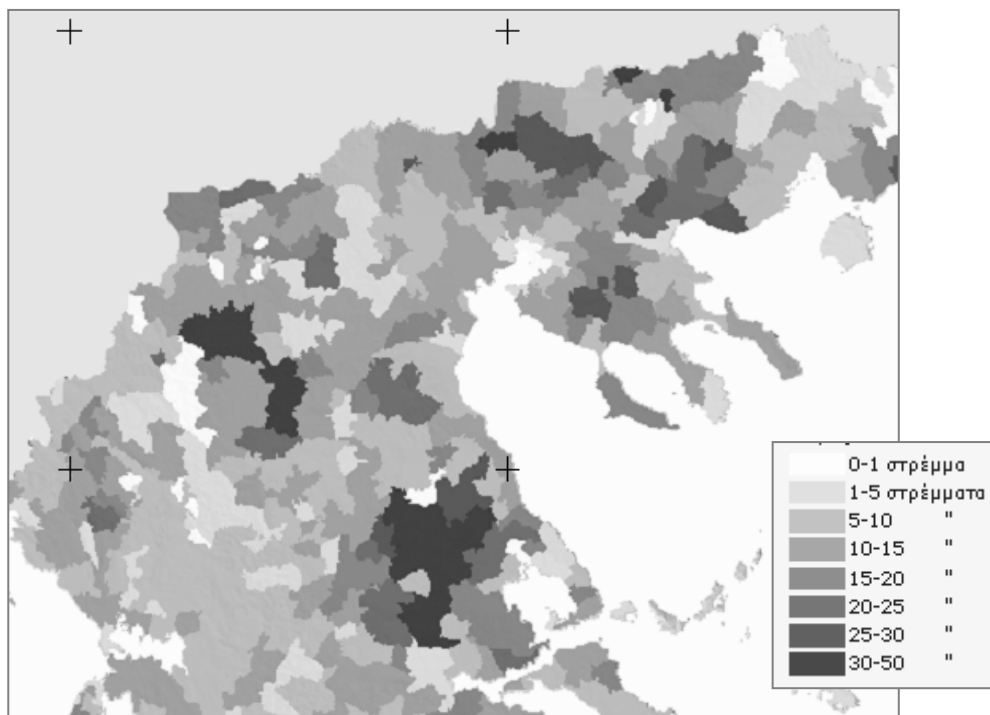
4. Συμπεράσματα

Με δεδομένη την έντονη απροσδιοριστία που διέπει ενίοτε τα χωρικά προβλήματα, την πολυπλοκότητα και την έλλειψη ακρίβειας στις χωρικές δομές και σχέσεις, το είδος και η ποσότητα των απαιτούμενων πληροφοριών, αλλά και οι εναλλακτικές δυνατότητες επίλυσης χωρικών προβλημάτων ποικίλουν ανάλογα με τη μεθοδολογία που επιλέγεται για την προσέγγιση τους. Η ποιότητα των αποφάσεων σε χωρικό επίπεδο και η επιτυχία στην εφαρμογή τους συναρτάται αντίστοιχα, με την καταλληλότητα των διατιθέμενων σχετικών πληροφοριών τόσο σε ποιοτικό, όσο και σε ποσοτικό επίπεδο.

Υπό τη θεώρηση αυτή, καταδεικνύεται ότι για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και το σχεδιασμό χωρικών πολιτικών απαιτούνται δύο ειδών πληροφορίες: η γεωγραφική πληροφορία αυτή καθ' αυτή, αλλά και μία ακριβής αποτίμηση της πραγματικής αξίας και του ρόλου της, σε σχέση με τις εκάστοτε προτεραιότητες. Στο δεύτερο αυτό σκέλος, η

χαρτογραφική προσέγγιση στον υπολογισμό μιας σειράς χωρικών παραμέτρων συνθέτει μία αποτελεσματική μεθοδολογία υποστήριξης ορισμένων «κρίσιμων» παραγόντων της χωρικής ανάλυσης: η «κρίσιμότητα» των παραγόντων αυτών οριοθετείται από την το βαθμό αξιοποίησης πρωτογενών και παράγωγων χωρικών δεδομένων, όπως είναι τα τυπικά χαρτογραφικά υπόβαθρα (με μηχανισμούς ενημέρωσης από δορυφορικά και τηλεπισκοπικά δεδομένα), τα ψηφιακά χωρικά μοντέλα, καθώς επίσης και μηχανισμοί κατάλληλα υπολογισμένων θεμελιωδών και σύνθετων χωρικών δεικτών, οι οποίοι θα πρέπει πληρούν το κριτήριο της αντιπροσωπευτικότητας, αλλά και της ακρίβειας.

Στο επίπεδο αυτό, η εργασία εισηγείται μεθοδολογίες υποστήριξης των μηχανισμών αυτών με τη χρήση συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, καθώς επίσης και απαλοιφής μίας σειράς σφαλμάτων που προέρχονται είτε από την ίδια τη μεθοδολογία κατασκευής των χωρικών δεικτών, είτε αποτελούν παράγωγα χαρτογραφικά σφάλματα που παράγονται κατά τη διαδικασία απεικόνισης τους. Οι προτεινόμενη μεθοδολογία αναλύθηκε στα εξής σκέλη:



Χάρτης 5. (απόσπασμα) Κατά κεφαλήν Αγροτική Γη κατά ΟΤΑ 1996. Πηγές: ΓΥΣ, CLC

♦ Απαλοιφή σφαλμάτων προερχόμενων από τις μεθόδους υπολογισμού χωρικών δεικτών οι οποίοι εμπεριέχουν αναγωγές των στατιστικών μεγεθών στο εμβαδόν της γεωγραφικής μονάδας αναφοράς τους (βλ. § 3.1: «Οικιστικός χώρος ανηγμένος στη στατιστική μονάδα χωρικής αναφοράς»), Στην παράγραφο μελετήθηκαν τα σφάλματα χωροπληθών χαρτών που προέρχονται από τη μεταβλητότητα της μοναδιαίας επιφάνειας αναφοράς. Αντίστοιχες ως προς το στόχο τους, είναι και οι μεθοδολογίες υπολογισμού των δύο δεικτών κάλυψης γης (βλ. § 3.3 και § 3.4).

♦ Απαλοιφή σφαλμάτων που προέρχονται από την άνιση κατανομή ενός φαινομένου εντός της στατιστικής επιφάνειας. Προτείνεται μεθοδολογία ακριβούς προσδιορισμού της

πραγματικής επιφάνειας αναφοράς του μεγέθους και περιορισμός των υπολογισμών εντός αυτής (βλ. § 3.2: «Πληθυσμιακή πυκνότητα ανηγμένη στον καθαρό οικιστικό χώρο»)

♦ Απαλοιφή σφαλμάτων που προέρχονται από την ίδια την εξάρτηση από τη στατιστική επιφάνεια αναφοράς, με κατάλληλες αναγωγές των δεικτών σε εδαφικές ψηφίδες (raster model) (βλ. § 3.1-vi: «Υπολογισμός της πληθυσμιακής πυκνότητας σε ψηφιδωτή αναφορά τετραγωνικού κανάβου»)

♦ Χαρτογραφική προσέγγιση των αναγωγών στη στατιστική, διοικητική, ή όποια άλλη επιφάνεια αναφοράς, παράγωγων στατιστικών στοιχείων που συντίθενται από καθαρώς χαρτογραφικά πρωτογενή δεδομένα (βλ. § 3.3: «Αναλυτική κάλυψη γης στη χωρική μονάδα αναφοράς - Επίπεδα I, II, III



– CORINE Land Cover και § 3.4: «Κατά κεφαλήν αγροτική γη στη χωρική μονάδα αναφοράς»)

Θα πρέπει επιπρόσθετα να τονιστεί πως μέσω των μεθοδολογιών αυτών, αναδεικνύεται η αναγκαιότητα υποστήριξης των επιδιώξεων της χωρικής ανάπτυξης με τη χρήση απλών γεωγραφικών διαχειριστικών συστημάτων και εφαρμογής χαρτογραφικών υποδειγμάτων περιγραφής και σεναρίων επίλυσης των χωρικών προβλημάτων. Η απάντηση στα αιτήματα αυτά συντίθεται γύρω από την οργάνωση μίας κεντρικής γεωγραφικής / χαρτογραφικής βάσης δεδομένων, διαρκώς εμπλουτιζόμενης με τις κατάλληλες πληροφορίες και δείκτες, αποδίδοντας προς χρήση δυναμικές διαδικασίες που αντιστοιχούν στο εννοιολογικό, λογικό και φυσικό σχήμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος χωρικής ανάλυσης.

5. Σημειώσεις

- ¹ Σύμφωνα με τους ορισμούς της κλασικής χαρτογραφίας, πρόκειται για τις αλλαγές χαρτογραφικών προβολών, των κλιμάκων και των στοιχείων χαρτογραφικού συμβολισμού
- ² Οι δασυμετρικοί χάρτες συντίθενται με διαχωρισμό των γεωγραφικών μονάδων αναφοράς σε ομοιογενείς υποδιαίρεσεις, απαιτώντας συμπληρωματικές πληροφορίες για την κατανομή του φαινομένου εντός αυτών
- ³ ESRI – Union / Update / Identity algorithms
- ⁴ NUTS: «Nomenclature d' Unités Territoriales Statistiques» LAU: «Local Administrative Units» (Ονοματολογία διοικητικής διαίρεσης κατά EUROSTAT : NUTS-2: Περιφέρεια, NUTS-3: Νομός και LAU: OTA)
- ⁵ ESRI – Identity algorithm
- ⁶ E.S.R.I. - grid kernel density
- ⁷ στο σύνολο ή σύμφωνα με τις επί μέρους υποκατηγορίες CLC: Επίπεδο II: 2.1 Αρόσιμη γη 2.2 Μόνιμες καλλιέργειες 2.3 Λιβάδια 2.4 Ετερογενείς γεωργικές επιφάνειες και Επίπεδο III: 2.1.1 Μη

αρδευόμενη - αρόσιμη γη 2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη 2.1.3 Ορυζώνες 2.2.1 Αμπελώνες 2.2.2 Οπωροφόρα δέντρα 2.2.3 Ελαιώνες 2.3.1 Λιβάδια 2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες 2.4.2 Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας 2.4.3 Γη που καλύπτεται κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης 2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές

Σχήμα 1. Διάγραμμα συχνότητων των τιμών της μεταβλητής «πληθυσμιακή πυκνότητα» (άξονας X) κατά αριθμό ψηφιδων 1000x1000 μ. στο έδαφος (100 τάξεις ψηφιδων, άξονας Y)

Σχήμα 2. Διάγραμμα συχνότητων των τιμών του μεγέθους «κατά κεφαλήν αγροτική γη» (σε m², άξονας X) αριθμός ΟΤΑ ανά τάξη (100 τάξεις – άξονας Y). Minimum = 0, Maximum = 53.600, Mean = 10.200, Standard Deviation = 8.200

Εικόνα 1. Ο ελλαδικός χώρος (NUTS-3) παρουσιάζει ιδανική μορφή ως προς το σχήμα και τα εμβαδά των στοιχειωδών επιφανειών του ηπειρωτικού χώρου. Πρόβλημα παρουσιάζεται στο μέγεθος της χωρικής μονάδας στο νησιωτικό. Στον ευρωπαϊκό χώρο, η ανισότητα των εμβαδών καθιστά σχεδόν απαγορευτική τη χρήση χωροπληθών χαρτών.

Εικόνα 2. Ισηεμβαδικές τάξεις (equal area) –αριστερά, ίδιο πλήθος πολυγώνων ανά τάξη (quantile) -δεξιά

Εικόνα 3. Γραμμική παρεμβολή (equal interval) –αριστερά, βήμα= ½ της τυπικής απόκλισης -δεξιά

Εικόνα 4. Χαρτογραφικό αποτέλεσμα της εφαρμογής του αλγορίθμου υπολογισμού της πληθυσμιακής πυκνότητας (μέγεθος pixel: 1X1 km.)

Εικόνα 5. Ανάπτυξη στην τρίτη διάσταση και προοπτική απεικόνιση του ψηφιδωτού μοντέλου «πραγματικής πληθυσμιακής πυκνότητας» με χρήση της τεχνικής «TIN». Διακριτική ανάλυση μοντέλου: 1000x1000 μέτρα στο έδαφος. Μονάδες υπομνήματος: κάτοικοι / km²

Χάρτης 1. (απόσπασμα) Σύνθεση των γεωγραφικών επιπέδων οικιστικού χώρου. Πηγές ΓΥΣ, CLC



Χάρτης 2. Οικιστικός χώρος ανά ΟΤΑ κατά Καποδίστρια (απόσπασμα: περιοχή Τρικάλων Θεσσαλίας)

Χάρτης 3. (απόσπασμα) Πληθυσμιακή πυκνότητα ανηγμένη στον καθαρό οικιστικό χώρο (ΟΤΑ – Δημοτικά Διαμερίσματα – 1991)
Πηγές: ΓΥΣ, ΕΣΥΕ, 1991

Χάρτης 4. (απόσπασμα) Εδαφική κάλυψη κατά Corine Land Cover, Level-I, (ΟΤΑ, 1996)

Χάρτης 5. (απόσπασμα) Κατά κεφαλήν Αγροτική Γη κατά ΟΤΑ 1996. Πηγές: ΓΥΣ, CLC

Χάρτης 6. (απόσπασμα) Γεωργική Γη κατά ΟΤΑ 1996. Πηγές: ΓΥΣ, CLC

6. Βιβλιογραφία

- Bertin, J. 1967. *Simiologie Graphique. Les diagrammes, les riseaux, les cartes.* Mouton, Gauthier-Villars, Paris-La Haye.
- Bertin, J. 1982. *Initiation à la Graphique.* Hachette, Paris.
- Bertin, J. 1983. A new look at Cartography: Graphic communication and design in contemporary Cartography. *Progress in Contemporary Cartography*, vol. 2., in D.R.F. Taylor (ed.). Wiley, Chichester
- Bezdek, J.C. 1989. The Coming Age of Fuzzy Logic. *Proceedings of the IFSA Congress, University of Washington, Washington.*
- Burgess, T. M., Webster, R. 1986. A computer program for evaluating risks in constructing choropleth maps by point sampling along transects. *Computers & Geosciences*, Volume 12, Issue 2, pp. 107-127
- DiBiase, D., (1990) *Visualization in the Earth Sciences. Earth and Mineral Sciences*, Vol. 59, No 2, pp. 1-10
- EU-European Spatial Observation Network (ESPON). 2002. *ESPON Project 4.1: "Data Navigator"*, E.U., Brussels.
- EU-European Spatial Planning Observation Network (ESPON). 2004. *Interim reports: 1-4.* E.U., Brussels
- European Environment Agency (EEA). 1995. *CORINE Land Cover Reports.* European Commission, Brussels, http://reports.eea.eu.int/COR0-landcover/en/tab_content_RLR.
- EUROSTAT - REGIO European Regional Statistics. 2004. *Methods and Nomenclatures Reference Guide.* Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EUROSTAT-GISCO. 2004. «Geographic Information System for the European Commission», *Data Description Version 3/2001.* Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EU-Study Programme on European Spatial Planning (SPESP). 2000. *Final report 31/3/2000.* European Commission, Luxembourg.
- Perry, A. M., Liebhold, M. S., Rosenberg, J., Dungan, M., Miriti, A., Jakomulska, S. 2002. Illustrations and guidelines for selecting statistical methods for quantifying spatial pattern in ecological data. *Ecography*, Volume 25, pp. 578-599
- Kardos, J., Moore, A., Benwell, G. 2005. The Visualisation of Uncertainty for Spatially Referenced Census Data Using Hierarchical Tessellations. *Transactions in GIS*, 9(1), p.p. 19-34
- MacEachren, A. M., F. P. Boscoe, D. Haug, and L. W. Pickle. 1998. *Geographic visualization: Designing manipulable maps for exploring temporally varying georeferenced statistics.* *Information Visualization '98. IEEE Computer Society proceedings, Raleigh-Durham*, pp. 87-94
- MacEachren, A., Kraak, M.J. 2001. Representation and its relationship with cartographic visualization. *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 28, No. 1, pp. 70-97
- MacEachren, A.M. 1986. A spatial and topical assessment of



digital geographic database activities in the U.S. *Professional Geographer*, 38(4), pp. 397-405

Martin, D. 2000. Towards the geographies of the 2001 UK Census of Population. *Royal Geographical Society*, pp. 321-332

McCoy, J., Johnston, K. 2000. *Using Spatial Analyst*. ESRI Press, California.

Robinson A, Morrison J, Muehrcke P, Kimerling A, Cuptill, S. 2002. Στοιχεία χαρτογραφίας. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα.

Shiryaev, E. 1987. *Computers and the Representation of Geographical Data*. Wiley, Chichester.

Taylor, D.R.F. 1990. *Geographic Information Systems: the Microcomputer and Modern Cartography*. In: Taylor, D.R.F. (ed.) *Geographic Information Systems: the Microcomputer and Modern Cartography*, pp. 1-20, Pergamon, Oxford.

Καλύβας, Δ. 2003. Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών στον προσδιορισμό μητροπολιτικών περιοχών., στο: Γετίμης, Π., Καυκαλάς, Γ. *Μητροπολιτική Διακυβέρνηση. Διεθνής εμπειρία και ελληνική πραγματικότητα*. ΕΠΙ-ΑΠΑΔ - Πάντειο Π., Εκδ. Ζήτη, Αθήνα.

Καρνάβου, Ε. 2002. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Υποδομή Χωρικών Δεδομένων για τη σύγχρονη Ελλάδα. Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη.

Κάτσιοι, Ι., 2005. Αξιοποίηση συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών στη χωρική ανάπτυξη: χαρτογραφική διαχείριση χωρικών πληροφοριών και δεικτών. Διδακτορική διατριβή, Πάντειο Πανεπιστήμιο.

Κάτσιοι, Ι., Τσάτσαρης, Α. 1997. Διαλέξεις Θεματικής Χαρτογραφίας. ΤΕΙ Αθήνας, Σημειώσεις Μαθήματος Θεματικής Χαρτογραφίας.

Λιβιεράτος, Ε. 1988. Γενική Χαρτογραφία και εισαγωγή στη

Θεματική Χαρτογραφία. Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

Μουσιιάκης, Ε., Φουτάκης, Δ. 2004. Γεωγραφικός προσδιορισμός Μητροπολιτικών Περιοχών: Η περίπτωση της Θεσσαλονίκης, στο Γετίμης, Π., Καυκαλάς, Γ. *Μητροπολιτική Διακυβέρνηση. Διεθνής εμπειρία και ελληνική πραγματικότητα*. ΕΠΙ-ΑΠΑΔ - Πάντειο Π., εκδ. Ζήτη, Αθήνα

Τσάτσαρης, Α., 2000, Η χαρτογραφία στην υπηρεσία της ιατρικής επιστήμης: Μια κριτική τοποθέτηση. ΧΕΕΕ, 6ο Εθνικό Συνέδριο Χαρτογραφίας, Πρακτικά, Αθήνα.