

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΙΒΩΝ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ¹

Δημήτρης Ράμναλης

Πρόκειται για τα βασικά ερωτήματα που τίθενται και ερευνώνται στο πλαίσιο διδακτορικής διατριβής που εκπονείται στον Τομέα Κτηματολογίου, Φωτογραμμετρίας και Χαρτογραφίας του Τμήματος Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του ΑΠΘ. Πραγματεύεται μεθόδους και τεχνικές για την ταυτόχρονη γραφική αλλά κυρίως χαρτογραφική απόδοση δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ενός ή περισσότερων γεωγραφικών φαινομένων, με ή χωρίς συνδυασμό των στατιστικών μεθόδων επεξεργασίας των δεδομένων και ανάλυσης των πληροφοριών. Για το σκοπό αυτόν συνδυάζονται υπάρχουσες χαρτογραφικές τεχνικές και προσεγγίζονται άλλες, ακολουθώντας όμως όλους τους κανόνες και τις προδιαγραφές της επιστήμης της χαρτογραφίας, ενώ ταυτόχρονα μελετάται και η επίδραση των συνδυαζόμενων αυτών τεχνικών στην ανθρώπινη αντίληψη και ψυχολογία.

Τα γεωγραφικά φαινόμενα διαφορετικών περιοχών αποτελούνται από ποικίλα σύνολα δεδομένων, το μέγεθος και το περιεχόμενο των οποίων εξαρτάται και από τη μονάδα χωρικής αναφοράς. Ωστόσο η σχέση μεταξύ γεωγραφικού χώρου και

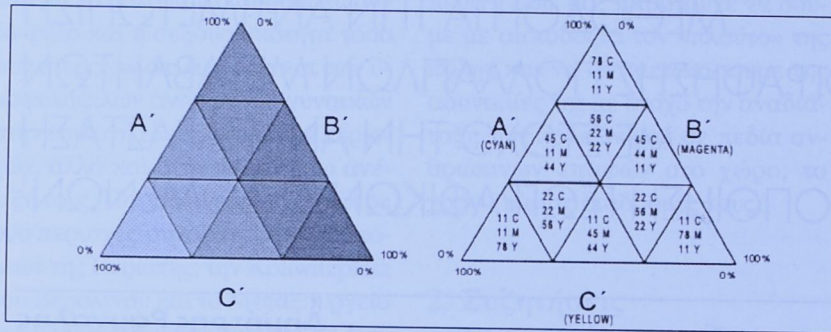
δεδομένων του είναι μια σχέση δυναμική και αμφίδρομη. Η επιλογή των φαινομένων για χαρτογράφηση πρέπει ήδη να προμηνύει τη μεταξύ τους μεγάλη ή καθόλου συσχέτιση. Η οπτικοποίηση-αναπαράσταση των γεωγραφικών πληροφοριών, η γραφική και/ή χαρτογραφική απόδοση είναι σημαντικές και βοηθούν στην κατανόηση του γεωγραφικού χώρου αλλά και της διασποράς των φαινομένων σε αυτόν. Έτσι, ο χάρτης ή το διάγραμμα λειτουργεί και ως μέσο αναπαράστασης περισσότερων του ενός φαινομένων, δηλαδή περισσότερων του ενός συνόλου δεδομένων, με σκοπό την ανάδειξη των μεταξύ τους σχέσεων.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάγνωση χαρτογραφικών απεικονίσεων αναφέρονται είτε στη σύγκριση των απεικονιζόμενων δεδομένων είτε στην αλληλοσυσχέτισή των τιμών τους στις διάφορες μονάδες χωρικής αναφοράς όπου συνυπάρχουν τα φαινόμενα αυτά. Ανάλογα στοιχεία μπορούν να προκύψουν και από τη σύγκριση διαφορετικών χαρτών, όπου σε καθέναν από αυτούς απεικονίζονται ξεχωριστά τα εξεταζόμενα φαινόμενα. Είναι όμως πιο παραστατικό και ίσως πιο εύκολο για τη μελέτη

1. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, ΑΠΘ, 2006. Επιβλέπων καθηγητής: Μύρων Μυρίδης.

Εικόνα 1.

Η «ανάμιξη» των τριών χρωμάτων και οι αναλογίες ανάμιξης στην χρωματική κλίμακα CMY (cyan-magenta-yellow)



λής ή βαθμού γενίκευσης. Το κόστος της χαρτογραφικής παραγωγής είναι υψηλότερο και η σύγκριση των μεταβλητών δυσκολότερη όταν αυξάνεται ο αριθμός των συγκρινόμενων χαρτών.

Αναφορικά με το δεύτερο τρόπο, η απεικόνιση-«υπέρθωση» των μεταβλητών (στον ίδιο χάρτη) επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας διαφορετικά σύμβολα ή τεχνικές, όπως για παράδειγμα ημιδιαφανή σύμβολα, ειδικότερα όταν τα προς χαρτογράφηση φαινόμενα αυξάνουν. Όταν έχουμε μόνο δύο μεταβλητές υπάρχουν αρκετοί τρόποι απεικόνισης. Οι κουκκίδες, τα επιφανειακά και αναλογικά σύμβολα ή τα επιφανειακά σύμβολα και οι ισαριθμικές καμπύλες είναι μερικοί από τους τρόπους αυτούς.

Αρκετά σύνθετη προσπάθεια είναι αυτή της ταυτόχρονης χαρτογραφικής απόδοσης τριών ή περισσότερων επιφανειακών φαινομένων-μεταβλητών ή ενός φαινομένου τριών μεταβλητών, όπως π.χ. η χαρτογραφική απόδοση του ποσοστού απασχόλησης του οικονομικά ενεργού πληθυσμού στους τρεις τομείς παραγωγικής δραστηριότητας. Σε αυτή τη περίπτωση το φαινόμενο χωρίζεται σε τρεις ίσες τάξεις και σε κάθε τάξη αντιστοιχεί ένα από τα τρία χρώματα (cyan, magenta, yellow). Η συμμετοχή κάθε μεταβλητής στο σύνολο του φαινομένου απεικονίζεται αναμιγνύοντας ανάλογα τα τρία χρώματα που προαναφέρθηκαν έτσι ώστε να προκύψει ένα νέο χρώμα, η δε ποσότητα βασικών χρωμάτων που χρησιμοποιείται θα είναι ανάλογη με τις τιμές των αντίστοιχων μεταβλητών (Εικ. 1).

Ωστόσο, όταν υπάρχει μεγάλη διαφορά στα ακρότατα των τιμών των τριών μεταβλητών, ή ακόμα και όταν αυτές δεν έχουν τη συμπληρωματική διάσταση που αναφέρθηκε ή

και ανάλυση των φαινομένων που εξετάζονται να περιέχονται σε ένα χάρτη όλα τα δεδομένα που τα προσδιορίζουν. Ιδιαίτερη ωστόσο προσοχή χρειάζεται σ' αυτή την πολυπαραμετρική χαρτογράφηση, δηλαδή την ταυτόχρονη απεικόνιση πολλών μεταβλητών, επειδή η χαρτογραφική διαύγεια-αναγνωσιμότητα μειώνεται με την αύξηση του αριθμού των μεταβλητών, και γι' αυτό οι οπτικές μεταβλητές που θα επιλεγούν τελικά για το συμβολισμό των δεδομένων πρέπει να εξασφαλίζουν στον αναγνώστη τόσο την ευκρίνεια της ανάγνωσης των χαρτών όσο και τη δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων που αφορούν στην αλληλοσυσχέτισή τους.

Οι «παραδοσιακοί» τρόποι αντιμετώπισης της χαρτογραφικής απόδοσης δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ενός ή περισσότερων γεωγραφικών φαινομένων, διαχωρίζονται σε δύο γενικούς. Ο πρώτος αφορά στη χαρτογραφική συσχέτιση, η οποία στηρίζεται στη συνδυασμένη γραφική απόδοση των δεδομένων που αναφέρονται στα φαινόμενα, οπότε τα συμπεράσματα συσχέτισής τους προκύπτουν από την ερμηνεία ενός και/ή περισσότερων χαρτών. Ο δεύτερος και πιο συνηθισμένος τρόπος που προσεγγίζει την πολυπαραμετρική χαρτογράφηση ε-

νός ή περισσότερων φαινομένων είναι αυτός της «υπέρθωσης» των μεταβλητών (στον ίδιο χάρτη), χρησιμοποιώντας διαφορετικά σύμβολα ή τεχνικές.

Η πρώτη και σχετικά δημοφιλής παλιότερα μέθοδος συνίσταται στην παραγωγή σειράς χαρτών όπου σε κάθε χάρτη απεικονίζεται μία μόνο μεταβλητή της περιοχής μελέτης. Οποιαδήποτε σύγκριση ή αλληλεπίδραση των φαινομένων-μεταβλητών που μελετούνται συνάγεται με τη σύγκριση των σχετικών χαρτών. Η μέθοδος εφαρμόζεται χαρακτηριστικά εκεί που οι μεταβλητές που μελετούνται μετρούνται σε διαφορετικές μονάδες. Όπως είναι φανερό, είναι αμφισβητήσιμο στην πράξη εάν η οπτική σύγκριση των χαρτών είναι δυνατόν να παραγάγει την εξαγωγή συμπερασμάτων για την εξέταση, ταύτιση, αλληλεπίδραση ή όχι των μεταβλητών. Σχετική παλιότερη μελέτη, έπειτα από εκτενή σειρά δοκιμών, κατέληξε στον ισχυρισμό ότι η οπτική σύγκριση τέτοιου είδους χαρτών δύναται να παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα μόνο στην περίπτωση όπου ο βαθμός συσχέτισης των φαινομένων που χαρτογραφούνται είναι αρκετά υψηλός. Αυτό όμως είναι συνήθως επίπονο, ιδιαίτερα όταν οι συγκρινόμενοι χάρτες δεν είναι της ίδιας κλίμακας, προβο-

έχουν διαφορετικές μονάδες μέτρησης, τότε μια τέτοια μέθοδος ίσως και να μην ενδείκνυται. Στην περίπτωση που οι τιμές των τριών μεταβλητών δεν έχουν τη συμπληρωματική διάσταση και/ή έχουν διαφορετικές μονάδες μέτρησης, τότε είναι δυνατόν να ακολουθηθεί παρόμοια μέθοδος. Οι «τριάδες» των τιμών των μεταβλητών είναι δυνατόν να αποδοθούν γραφικά σε γράφημα τριών αξόνων (3D). Σε κάθε άξονα X, Y, Z αντιστοιχεί και μία μεταβλητή. Επιπλέον, αντιστοιχώντας ένα χρώμα σε κάθε μεταβλητή (cyan-magenta-yellow ή red-green-blue), τότε το τρισδιάστατο γράφημα μετατρέπεται στον γνωστό σε όλους μας κύβο των χρωμάτων. Σε κάθε μία από τις οκτώ κορυφές του αντιστοιχούνται τα χρώματα: red, green, blue, cyan, magenta, yellow, black, white. Οι ακμές του κύβου χωρίζονται σε ίσα διαστήματα π.χ. 6, και έτσι προκύπτουν 216 χρωματικές αποχρώσεις ($6^3=216$). Η κάθε «τριάδα» τιμών αντιστοιχεί σε έναν από τους 216 μικρότερους κύβους – σε ένα από τα 216 χρώματα (Εικ. 2). Η ίδια μέθοδος δύναται να εφαρμοστεί και με αντίστροφη χρωματική κλίμακα (Εικ. 3).

Τις περισσότερες φορές η εμφάνιση μεγάλης τιμής κάποιου φαινομένου σε αρκετά μικρή επιφάνεια είναι δυνατόν να «χαθεί» στις χωροπληθείς απεικονίσεις. Για την ταυτόχρονη απεικόνιση συνόλων ποσοτικών δεδομένων και για τη μείωση των συμβόλων στο χάρτη, ένας ακόμη παραστατικός τρόπος απόδοσης του ενός συνόλου επιτυγχάνεται με την «επιφανειακή μεγέθυνση» της μονάδας χωρικής αναφοράς ανάλογα με το μέγεθος του προς απεικόνιση φαινομένου, όπως για παράδειγμα τα χαρτογράμματα, τα οποία συνήθως συνδυάζουμε με χωροπληθείς απεικονίσεις. Επιπλέον, οι

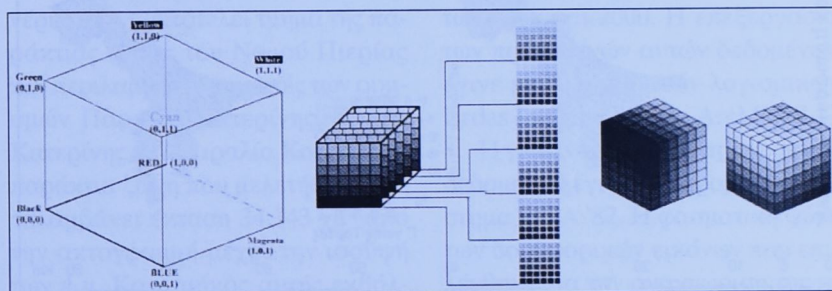
βαθμιωτές στατιστικές επιφάνειες, σε συνδυασμό με τις τεχνικές που προαναφέρθηκαν, είναι δυνατόν να αυξήσουν τον αριθμό των απεικονιζόμενων μεταβλητών.

Οι παρούσες τεχνικές εφαρμόζονται και σε άλλου είδους έρευνες-διατριβές στον Τομέα, όπως η διδακτορική διατριβή που εκπονήθηκε από τον Ν. Καρανικόλα με τίτλο *Η*

συμβολή της γεωγραφικής και χαρτογραφικής παραμετροποίησης στη μελέτη και τον προσδιορισμό αξιών σε περιαστικές ζώνες: η περίπτωση της Θεσσαλονίκης, για την απεικόνιση της πληθυσμιακής εξέλιξης της Περιαστικής Ζώνης της Θεσσαλονίκης και τη συσχέτισή της με οικονομικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά. Τα χαρτογράμματα του

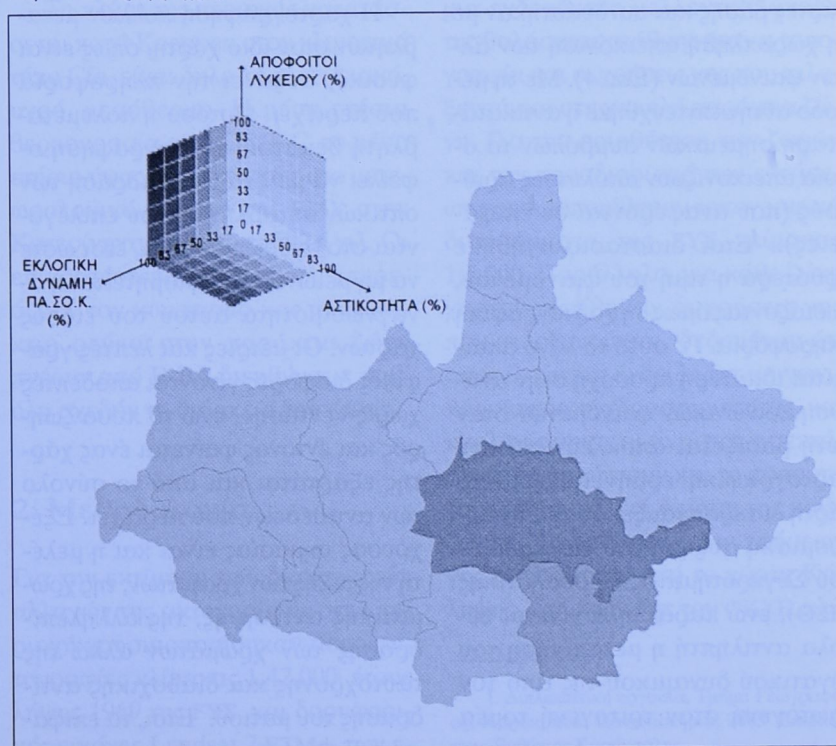
Εικόνα 2.

Τα χρώματα και οι όψεις του «κύβου των χρωμάτων»

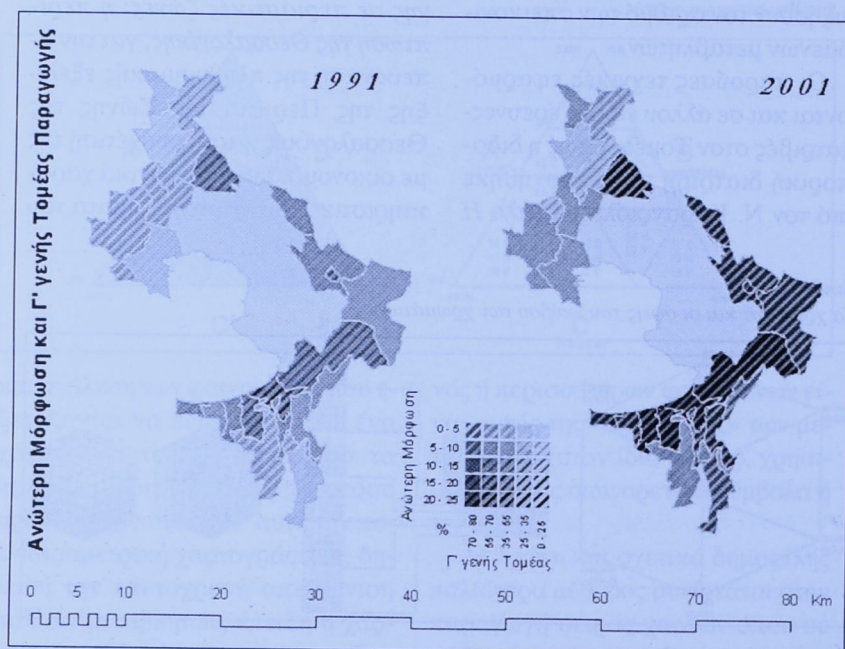


Εικόνα 3.

Χάρτης τριών μεταβλητών νομού, σύμφωνα με τη μέθοδο του «κύβου των χρωμάτων» στην «αντίστροφη» χρωματική κλίμακα RGB



Εικόνα 4.
Συνδυασμός χαρτογραφικών τεχνικών
και εφαρμογή τους στην περιοχή του ΠΣΘ



πληθυσμού στα διάφορα στάδια του επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν ως χάρτες βάσης και συνδυάστηκαν με τη χωροπληθή απεικόνιση των άλλων φαινομένων (Εικ. 4). Με τη μέθοδο αυτήν επιτεύχθηκε η αντικατάσταση σημειακών συμβόλων τα οποία απεικονίζουν απόλυτους αριθμούς (που αναφέρονται σε επιφάνειες). Έτσι διαστασιολογήθηκε ορθότερα η τιμή του φαινομένου, θυσιάζοντας όμως τη χαρτογραφική πληροφορία. Γι' αυτό το λόγο απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην ανάλυση κοινωνικών φαινομένων όταν αυτή βασίζεται αποκλειστικά στη χαρτογραφική ερμηνεία. Από το χάρτη διακρίνεται ξεκάθαρα η πληθυσμιακή αύξηση του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Θεσσαλονίκης (ΠΣΘ), ενώ παράλληλα γίνεται εύκολα αντιληπτή η μετακίνηση του εργατικού δυναμικού της από τον πρωτογενή στον τριτογενή τομέα

παραγωγής, ιδιαίτερα στο Ν και Α τμήμα της.

Η χαρτογράφηση πολλών μεταβλητών στον ίδιο χάρτη, όπως είναι φυσικό, αυξάνει την πληροφορία που περιέχει. Ωστόσο η πολυμεταβλητή θεματική χαρτογράφηση οφείλει να μελετά την επίδραση των οπτικών μεταβλητών που επιλέγονται στο ανθρώπινο μάτι, έτσι ώστε να μη μειώνεται/αμφισβητείται η αναγνωσιμότητα αυτού του είδους χαρτών. Οι μέτριες και λεπτές γραφικές διαφορές γίνονται αποδεκτές χωρίς «ένταση», ενώ το πόσο ζωηρός και έντονος φαίνεται ένας χάρτης εξαρτάται και από το σύνολο των αντιθέσεων που περιέχει. Εξέχουσας σημασίας είναι και η μελέτη της μίξης των χρωμάτων, της χρωματικής αντίληψης, της αλληλεπίδρασης των χρωμάτων αλλά της ταυτόχρονης και διαδοχικής αντίδρασης του ματιού. Έτσι, τα επιφα-

νειακά σύμβολα σε συνδυασμό με τα χαρτογράμματα, τα τρισδιάστατα σύμβολα, τις ισοπληθείς κ.ά. πρέπει να «συνυπάρχουν» αρμονικά στο χάρτη. Το πλήθος και η ποικιλία των συμβόλων στον ίδιο χάρτη πρέπει να μελετηθούν ώστε να μη μειώνουν την αναγνωσιμότητά του και να μην παρουσιάζονται φαινόμενα απώλειας ή μη εντοπισμού της πληροφορίας που περιέχει.

Παράλληλα, ο χάρτης πρέπει να εξασφαλίζει στον αναγνώστη τόσο την ευκρίνεια της ανάγνωσης όσο και τη δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων που αφορούν στην αλληλοσυσχέτιση των μεταβλητών. Όμως η χαρτογραφική αναγνωσιμότητα και σαφήνεια μειώνεται με την αύξηση του αριθμού των μεταβλητών, πράγμα που πρέπει να ληφθεί εξ αρχής σοβαρά υπόψη ώστε να μην υπάρξει επικοινωνιακή αποτυχία, στην οποία τελικά μπορεί να καταλήξει η ταυτόχρονη χαρτογράφηση πολλών παραμέτρων στον ίδιο χάρτη, οδηγώντας στη χρήση αυτού του είδους των χαρτών μόνο από εξειδικευμένους χρήστες.

Επίσης, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην κατασκευή όσο το δυνατόν αναλυτικότερου υπομνήματος σε αυτού του είδους τους χάρτες, ενώ, ταυτόχρονα, η ανάγνωσή τους ίσως θα πρέπει να διευκολύνεται από την πινακοποιημένη ή διαγραμματική παρουσίαση του περιεχομένου των οπτικών μεταβλητών. Το γεγονός αυτό είναι πιθανόν να αυξήσει το επίπεδο της αναγνωσιμότητας του χάρτη και την επικοινωνία χάρτη-χρήστη, με απώτερο στόχο η πολυμεταβλητή θεματική χαρτογράφηση να συμβάλει και στην εξαγωγή του βαθμού συσχέτισης των γεωγραφικών φαινομένων και χαρακτηριστικών που χαρτογραφούνται.