



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΓΡΑΦΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ
ΑΡΧΕΣ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΒΥΡΩΝΑΣ ΝΑΚΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2006

Περιεχόμενα

1. Ο σκοπός της χαρτογραφικής έκφρασης και της ανάγνωσης του χάρτη	1
<i>1.1 Η χρήση του χάρτη και η χαρτογραφική πληροφορία</i>	1
<i>1.2 Πληροφορία και οπτική γλώσσα</i>	1
<i>1.3 Οπτική αντίληψη και ανάγνωση χάρτη</i>	2
<i>1.4 Τύποι χαρτών</i>	3
2. Χαρτογραφικά δεδομένα	4
<i>2.1 Πηγές πληροφοριών</i>	4
<i>2.2 Γεωγραφικά φαινόμενα</i>	6
<i>2.3 Ταξινόμηση γεωγραφικών φαινομένων</i>	6
<i>2.4 Κατηγορίες γεωγραφικών φαινομένων</i>	7
<i>2.5 Συνέχεια και ομαλότητα των γεωγραφικών φαινομένων</i>	8
<i>2.6 Σύστημα ιεράρχησης γεωγραφικών φαινομένων</i>	9
3. Γραφική απεικόνιση	11
<i>3.1 Η χαρτογραφική γλώσσα ως μέσο μετάδοσης πληροφορίας</i>	11
<i>3.2 Καθορισμός θέσης</i>	12
<i>3.3 Τα βασικά στοιχεία της χαρτογραφικής γλώσσας</i>	13
<i>3.4 Τα σύμβολα</i>	14
<i>3.5 Οπτικές μεταβλητές</i>	15
<i>3.6 Το χρώμα και ο χάρτης</i>	21
<i>3.7 Συστήματα για εικόνες ηλεκτρονικού υπολογιστή</i>	21
<i>3.8 Χρώματα στους χάρτες</i>	24

4. Κανόνες χαρτογραφικής γλώσσας	26
4.1 Απεικόνιση ποιοτικά διαφοροποιημένων δεδομένων	26
4.2 Απεικόνιση σχέσεων τάξης μεγέθους	27
4.3 Απεικόνιση ποσοτικών σχέσεων	28
4.4 Μέθοδοι συμβολισμού και οπτικές μεταβλητές	29
4.5 Αποτελεσματικότητα των οπτικών μεταβλητών	31
4.6 Όρια μεταβολής οπτικών μεταβλητών	32
4.7 Συνδυασμοί οπτικών μεταβλητών	32
4.8 Όρια οπτικής αντίληψης	33
4.8.1 Όριο αντίληψης	33
4.8.2 Όριο διαχωρισμού	34
4.8.3 Όριο διαφοροποίησης	34
5. Βιβλιογραφία	35

Γραφισμός και χαρτογραφία – αρχές οπτικοποίησης

1. Ο σκοπός της χαρτογραφικής έκφρασης και της ανάγνωσης του χάρτη

1.1 Η χρήση του χάρτη και η χαρτογραφική πληροφορία

Ο χάρτης είναι μια οπτική μέθοδος μετάδοσης πληροφορίας, και για το λόγο αυτό η κατασκευή και ερμηνεία του βασίζεται σε γραφικούς κανόνες. Η πληροφορία που μεταδίδει ένας χάρτης αφορά γεωγραφικά φαινόμενα που εντοπίζονται στο χώρο και αντικείμενό του είναι η γραφική απόδοση αυτών των φαινομένων και των συσχετισμών τους σε σχέση με το χώρο που αναφέρονται πάνω σε κάποια επιφάνεια, συνήθως επίπεδη. Άρα για να πετύχει στο σκοπό του ένας χάρτης, για να μεταδίδει σωστά τη χωρική πληροφορία, χρειάζεται μελέτη των χαρακτηριστικών του φαινομένου που απεικονίζεται κάθε φορά, εντοπισμός του στο χώρο και γνώση των μέσων και μεθόδων με τις οποίες θα γίνει η απόδοση, ώστε το τελικό προϊόν της χαρτογράφησης, να ερμηνεύεται σωστά από τον χρήστη.

1.2 Πληροφορία και οπτική γλώσσα

Για τη μετάδοση της πληροφορίας μέσω του χάρτη γίνεται χρήση της οπτικής γλώσσας, η οποία σε αντίθεση με το γραπτό και προφορικό λόγο, έχει διεθνή χαρακτήρα και κατανοείται πλήρως και στιγμιαία, όταν τηρούνται οι γραφικοί κανόνες από το συντάκτη του χάρτη και συγχρόνως κατέχονται από τον αναγνώστη-χρήστη.

Ο διεθνής χαρακτήρας της χαρτογραφικής γλώσσας οφείλεται στην υπακοή της στους νόμους της οπτικής αντίληψης που είναι διεθνείς. Η χαρτογραφική εικόνα πρέπει να επιδέχεται μονοσήμαντη ερμηνεία. Για παράδειγμα, όλοι βλέπουν ένα μεγάλο κύκλο να είναι μεγαλύτερος από ένα μικρό κύκλο.

Ο χαρακτήρας της πληρότητας εξασφαλίζεται με τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης και την ομοιογενή (με ισοδύναμο βάρος) απόδοση όλων των στοιχείων των πληροφοριών που μεταδίδονται. Ο στιγμιαίος χαρακτήρας της χαρτογραφικής γλώσσας οφείλεται στην άμεση αντίληψη των μεταβλητών που προσδιορίζουν τα απεικονιζόμενα φαινόμενα.

Οι μεταβλητές αυτές είναι αφενός οι συντεταγμένες που προσδιορίζουν τη θέση των σημείων στο επίπεδο, και οι μεταβλητές που προσδιορίζουν τα οπτικά χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες αυτών των σημείων. Ένας χάρτης που έχει φτιαχτεί υπακούοντας στους διεθνείς κανόνες της οπτικής αντίληψης δίνει απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν στον εντοπισμό γεωγραφικών φαινομένων και σε σχέσεων μεταξύ τους σε τρία επίπεδα:

- Σε γενικό επίπεδο
Πώς κατανέμεται κάποιο φαινόμενο σε όλη τη περιοχή που εμφανίζεται στον χάρτη;
- Σε επίπεδο επιλογής
Σε ποια σημεία ή περιοχές του χάρτη παρουσιάζει κάποια συγκεκριμένη ιδιότητα το φαινόμενο;
- Σε τοπικό επίπεδο επιλογής
Σε συγκεκριμένη περιοχή τι υπάρχει;

Αν θεωρήσουμε ως γεωγραφικό φαινόμενο το ανάγλυφο μιας περιοχής οι ερωτήσεις που αντιστοιχούν στα πιο πάνω επίπεδα είναι:

1. Ποιά είναι η μορφολογία εδάφους μιας περιοχής;
2. Σε ποιά σημεία έχουμε κλίσεις εδάφους πάνω από 10%;
3. Σε συγκεκριμένη περιοχή, τί είδους κλίσεις εδάφους έχουμε;

1.3 Οπτική αντίληψη και ανάγνωση χάρτη

Κοιτώντας ένα χάρτη η μεταβιβαζόμενη πληροφορία γίνεται γρήγορα ή όχι αντιληπτή, ανάλογα με το αν έχουν χρησιμοποιηθεί σωστά οι κανόνες της οπτικής αντίληψης και με το βαθμό πολυπλοκότητάς του. Οι χάρτες που απεικονίζουν πολλές και διαφορετικές πληροφορίες έχουν ως αποτέλεσμα μια σύνθετη εικόνα που πρέπει να διαβαστεί για να δώσει οποιαδήποτε απάντηση σε γενικό επίπεδο. Ένας χάρτης όμως που παρουσιάζει την κατανομή ενός και μόνο φαινομένου μπορεί να μεταδώσει τη σχέση του φαινομένου με το χώρο που αυτό εμφανίζεται με μια ματιά. Άρα ο βαθμός πολυπλοκότητας του χάρτη χωρίζει τους χάρτες σε αυτούς που βλέπονται και σε αυτούς που διαβάζονται. Η τήρηση ή μη των

κανόνων της οπτικής αντίληψης έχει ως αποτέλεσμα κακούς για να βλέπονται ή δύσκολους για να διαβάζονται αντίστοιχα χάρτες.

1.4 Τύποι χαρτών

Πριν φτιαχτεί ένας χάρτης, σε όποια κατηγορία και αν ανήκει (για παράδειγμα: τοπογραφικός χάρτης – θεματικός χάρτης) είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί ο σκοπός που θα εξυπηρετεί και ο τρόπος που θα χρησιμοποιηθεί.

Πρέπει δηλαδή να απαντηθούν οι ερωτήσεις: Ποιος, πώς και γιατί, ώστε να προσδιοριστεί το περιεχόμενό του, όσον αφορά στο είδος και στην ποσότητα της πληροφορίας αλλά και στον τρόπο και στην ακρίβεια απόδοσής της. Με γνώμονα τα παραπάνω διακρίνονται τρεις τύποι χαρτών βάσει του περιεχομένου τους.

Χάρτες βάσης

Σε αυτό τον τύπο χαρτών ανήκουν οι τοπογραφικοί και υδρογραφικοί χάρτες που παρουσιάζουν όλα τα βασικά γεωγραφικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής και οι θεματικοί που παρουσιάζουν όλες τις πληροφορίες που αφορούν κάποιο φαινόμενο. Απεικονίζουν, δηλαδή, στην ίδια εικόνα όλα τα συστατικά που χαρακτηρίζουν το φαινόμενο και το συνδέουν με το χώρο που αυτό εμφανίζεται. Οι χάρτες αυτοί δεν δίνουν απάντηση σε ερωτήσεις που αφορούν τη γενική εικόνα των δεδομένων αλλά απαντούν σε ειδικής μορφής ερωτήσεις σε τοπικό επίπεδο. Είναι χάρτες για διάβασμα.

Χάρτες ανάλυσης

Είναι οι χάρτες που απεικονίζουν ένα και μόνο χαρακτηριστικό ενός φαινομένου αν το φαινόμενο είναι σύνθετο, ή ένα φαινόμενο αν αυτό είναι απλό. Αν απαιτείται απεικόνιση όλων των χαρακτηριστικών ενός φαινομένου αυτή θα γίνει με περισσότερους από έναν χάρτη από τους οποίους κάθε ένας θα αντιστοιχεί σε ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του φαινομένου. Οι χάρτες αυτοί παρατηρούνται (δηλαδή δεν διαβάζονται) γιατί δίνουν άμεση αντίληψη της κατανομής του αντικειμένου που απεικονίζουν στο χώρο όπου αυτό εμφανίζεται. Συγχρόνως, είναι και χάρτες εργαλεία για έρευνα.

Χάρτες σύνθεσης

Οι χάρτες σύνθεσης είναι οι χάρτες επικοινωνίας. Ένας χάρτης αυτής της κατηγορίας είναι παράγωγος ορισμένων χαρτών ανάλυσης, όπου απεικονίζονται ένα μέρος ή και όλα τα χαρακτηριστικά κάποιου φαινομένου ή και συνδυασμοί περισσότερων του ενός φαινομένου, εξαρτώντας την πολυπλοκότητά τους από το

σκοπό για τον οποίο γίνεται ο κάθε χάρτης ή από το χρήστη στον οποίο απευθύνεται ο χάρτης.

2. Χαρτογραφικά δεδομένα

2.1 Πηγές πληροφοριών

Πριν τη διαδικασία κατασκευής ενός χάρτη, όποιου είδους και αν είναι αυτός, ο χαρτογράφος έχοντας αντικειμενικό σκοπό να παρουσιάσει χωρικές πληροφορίες που ο χάρτης πρέπει να μεταδώσει, είναι υποχρεωμένος να ψάξει, να επιλέξει, να αναλύσει και να επεξεργαστεί τα δεδομένα ώστε να είναι σε θέση μετά να τα αναπαραστήσει γραφικά. Η φάση της συλλογής της πληροφορίας θα μπορούσε να χωριστεί σε δύο στάδια. Το πρώτο αφορά την τοποθέτηση της πληροφορίας στο χώρο που είναι και ο πρωταρχικός σκοπός της χαρτογράφησης και υλοποιείται με τον προσδιορισμό των θέσεων του φαινομένου που χαρτογραφείται στο γεωγραφικό χώρο. Το δεύτερο στάδιο είναι η γνώση και η παρατήρηση των απαραίτητων χαρακτηριστικών του φαινομένου ώστε να είναι σε θέση ο χαρτογράφος να αποδώσει τη μορφή της κατανομής του στο χώρο. Για τον προσδιορισμό της θέσης που ουσιαστικά είναι ο προσδιορισμός των γεωγραφικών συντεταγμένων βάσει των οποίων θα γίνει η μετατροπή τους στο σύστημα απεικόνισης του χάρτη οι πηγές που θα ανατρέξει ο χαρτογράφος και οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιήσει είναι γεωδαιτικές, τοπογραφικές ή φωτογραμμετρικές. Για τη συλλογή πληροφορίας σε μελέτες γεωγραφικών φαινομένων οι πηγές είναι πάρα πολλές, από την παρατήρηση με το μάτι και τις απογραφές στατιστικών υπηρεσιών μέχρι την τηλεπισκόπηση και την καταγραφή με τεχνητούς δορυφόρους.

Ας δούμε όμως ποιο είναι το αντικείμενο αυτών των πηγών που ανατρέχει ο χαρτογράφος στην αναζήτηση των χωρικών πληροφοριών. Η γεωδαισία μπορεί να διακριθεί στις περιοχές της ανώτερης γεωδαισίας και της τοπογραφίας, όπως συνηθίζεται να αναφέρονται διεθνώς. Η ανώτερη γεωδαισία ασχολείται σε παγκόσμια κλίμακα με τον προσδιορισμό του σχήματος και του μεγέθους της γης, συμπεριλαμβανομένου και του γήινου πεδίου βαρύτητας. Η φυσική γήινη επιφάνεια προσεγγίζεται με μια μαθηματική επιφάνεια αναφοράς, που συνήθως είναι το ελλειψοειδές ή η σφαίρα. Ακόμα, με τον προσδιορισμό των θέσεων (συντεταγμένων) ενός αρκετά μεγάλου αριθμού τριγωνομετρικών σημείων, αποτυπώνονται μεγάλες εκτάσεις της γήινης επιφάνειας (π.χ. σε κλίμακα κράτους), λαμβάνοντας βέβαια, υπόψη την καμπυλότητα της γης. Η τοπογραφία (τοπογραφικές και κτηματολογικές αποτυπώσεις) ασχολείται με τον

προσδιορισμό των λεπτομερειών σε περιορισμένες εκτάσεις, εκτάσεις της γήινης επιφάνειας οπότε θεωρείται, γενικά, ικανοποιητική η προσέγγιση της επιφάνειας αναφοράς με ένα επίπεδο.

Η φωτογραμμετρία και η φωτοερμηνεία είναι η τέχνη, η επιστήμη και τεχνολογία απόκτησης αξιόπιστης πληροφορίας, που αφορά φυσικά αντικείμενα και το περιβάλλον μέσω διαδικασιών καταγραφής, ερμηνείας (φωτοερμηνεία) και μέτρησης (φωτογραμμετρία) φωτογραφικών εικόνων και δειγμάτων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από επίγειες ή εναέριες λήψεις.

Η τηλεπισκόπηση είναι η τεχνική της συλλογής πληροφορίας αντικειμένων ή γεωγραφικών φαινομένων μέσω καταγραφικής συσκευής που δεν βρίσκεται σε φυσική ή άμεση επαφή με το αντικείμενο ή το φαινόμενο που μελετάται. Οι συσκευές που ανιχνεύουν και καταγράφουν τις πληροφορίες είναι υπέρυθροι ανιχνευτές, ραντάρ, ραδιοφωνικοί δέκτες ευαίσθητοι στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ή συστήματα ευαίσθητα σε ηχητικά κύματα, που επιτρέπουν την παρατήρηση χωρίς άμεση επαφή με το αντικείμενο. Οι τεχνητοί δορυφόροι συμβάλλουν στη συλλογή πληροφοριών που είναι δύσκολο ή και αδύνατο να παρθούν με άλλα καθιερωμένα ως τώρα μέσα. Συγκεκριμένα στη χαρτογραφία δορυφόροι που είναι εφοδιασμένοι με ειδικά όργανα, έχουν τη δυνατότητα παροχής υπέρυθρων, αλλά και άλλου μήκους κύματος φωτογραφιών της γης οποιαδήποτε ώρα. Με φωτοερμηνευτικές μεθόδους, οι φωτογραφίες αυτές αποτελούν σημαντική πηγή συλλογής πληροφοριών για χαρτογραφήσεις περιοχών και σαν μοναδικό υπόβαθρο για χάρτες μικρής κλίμακας.

Σε άλλες περιπτώσεις, καινούργιοι χάρτες μπορούν να παραχθούν βασισμένοι σε ήδη υπάρχοντες, που είναι δημοσιευμένοι σε βιβλία ή περιοδικά ή αποτελούν σειρές χαρτών.

Οι πληροφορίες που αφορούν γεωγραφικά φαινόμενα είτε φυσικά είτε ανθρώπινων δραστηριοτήτων συλλέγονται από ειδικές δημόσιες υπηρεσίες που μελετούν και τα αντίστοιχα φαινόμενα. Στις παραπάνω πληροφορίες πρέπει να προστεθεί και η συνεχώς αυξανόμενη ποσότητα στατιστικών πληροφοριών, που υπάγεται σε συγκεκριμένο φορέα, και καταγράφεται για όλο και περισσότερα θέματα. Σε πολλές χώρες, ειδικές υπηρεσίες είναι επιφορτισμένες με την καταγραφή και αποθήκευση αυτών των πληροφοριών σε βάσεις δεδομένων, σε μέσα αποθήκευσης μαγνητικών ταινιών ή δίσκων. Αυτά τα δεδομένα στη συνέχεια παρέχονται στη διάθεση των χρηστών.

Στην Ελλάδα η βασική υπηρεσία διαχείρισης στατιστικών δεδομένων είναι η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας (ΕΣΥΕ) που εκδίδει κάθε χρόνο μία στατιστική επετηρίδα με διάφορα στοιχεία και κάθε δέκα χρόνια κάνει γενική απογραφή πληθυσμού και εκδίδει τα αποτελέσματα σε έντυπο και ψηφιακό υλικό.

Σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω περιπτώσεις ο χαρτογράφος πρέπει να είναι σε θέση να εκτιμήσει την ακρίβεια αυτών των δεδομένων όπως και τον αντιπροσωπευτικό τους χαρακτήρα.

2.2 Γεωγραφικά φαινόμενα

Η καταγραφή των γεωγραφικών δεδομένων γίνεται με σύνθετες αριθμητικές μεταβλητές και από πολύπλοκες ομάδες ιδιοτήτων των δεδομένων (αλφαριθμητικές μεταβλητές). Για να μπορεί κάποιος να αντιληφθεί ένα θέμα πρέπει να αρθεί η πιθανή σύγχυση και πολυπλοκότητα που κρύβεται πίσω από τα δεδομένα, με τη χαρτογραφική διαδικασία. Η χαρτογραφική επεξεργασία έχει ως σκοπό την αποτελεσματική (ευκρινή, αξιόπιστη και καταληπτή) απεικόνιση των φαινομένων-θεμάτων μέσω των μεταβλητών που επιλέχθηκαν να συλλεχθούν. Το σύνολο αυτό των υπολογισμών και στατιστικών εκτιμήσεων (πχ. μέσες τιμές, αναλογίες κλπ.), ενταγμένων σε σύνθετους χαρτογραφικούς χειρισμούς, που είναι η απλοποίηση και η ταξινόμηση, αποτελεί μέρος της χαρτογραφικής διεργασίας που ονομάζεται χαρτογραφική γενίκευση.

2.3 Ταξινόμηση γεωγραφικών φαινομένων

Κάθε φαινόμενο είτε συγκεκριμένο (δρόμος) είτε αφηρημένο (θρησκευτική πίστη) που αναφέρεται σε ορισμένη θέση αποτελεί γεωγραφικό φαινόμενο. Επειδή συνήθως οι γεωγραφικές μεταβλητές είναι πολύπλοκες ή συγκεχυμένες πρέπει να γίνει άμεσα κατανοητή η ουσιαστική φύση των γεωγραφικών δεδομένων με σκοπό την προετοιμασία χαρτών που να προσφέρουν τις απαιτούμενες πληροφορίες. Η προετοιμασία αυτή επιτυγχάνεται μέσα από τις διάφορες λειτουργίες. Πρώτα απαιτείται η συσχέτιση της θέσης μεταξύ των δεδομένων, δηλαδή η γεωγραφική τους κατάταξη. Η γεωγραφική κατάταξη είναι σύμφυτη ποιότητα όλων των χωρικών δεδομένων, θεωρείται δε δεδομένη αν και αρκετές φορές ο καθορισμός της θέσης δεν είναι πάντα εύκολος. Ίσης σημασίας είναι και η συστηματική προσέγγιση και περιγραφή των γεωγραφικών μεταβλητών και η κατάταξή τους σε κατηγορίες. Η κατάταξη γίνεται ανάλογα με τον χαρακτήρα των ποιοτικών και ποσοτικών διαφοροποιήσεων των δεδομένων.

2.4 Κατηγορίες γεωγραφικών φαινομένων

Κατ' αρχήν η ταξινόμηση των γεωγραφικών φαινομένων γίνεται σε πέντε κατηγορίες ανάλογα με τις διαστάσεις τους: σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά, ογκομετρικά ή τρισδιάστατα και δυναμικά ή πολυδιάστατα.

- *Σημειακά*

Το σημείο είναι μια αδιάστατη θέση. Η κατηγορία αυτή αφορά φαινόμενα που ανάγονται σε μια τοποθεσία ή σε κάποιο σημείο και μπορούν να επαναλαμβάνονται σε διακριτές θέσεις. Τέτοια φαινόμενα μπορούν να είναι βάθη θαλασσών, διασταυρώσεις δρόμων κλπ. Αν μιλάμε για μεγάλη αφαίρεση μια ολόκληρη πόλη, ή συνοπτικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής, η μέση ετήσια παραγωγή, που αποδίδεται στο κεντρικό σημείο της περιοχής. Το ουσιαστικό χαρακτηριστικό των σημειακών φαινομένων είναι η συμπύκνωση των χαρακτηριστικών του στη θέση του.

- *Γραμμικά*

Είναι τα φαινόμενα με μονοδιάστατο κυρίαρχο χαρακτηριστικό. Τέτοια φαινόμενα αν και μερικές φορές έχουν πλάτος, όπως οι δρόμοι, τα ποτάμια, κλπ., η σχετική αναλογία του μήκους τους ως προς το πλάτος τους μας επιτρέπει να τα αντιληφθούμε σαν γραμμές. Παραδείγματα γραμμικών φαινομένων είναι τα όρια ανάμεσα σε διαφορετικές διοικητικές περιοχές, η ακτογραμμή, η πορεία διακίνησης υλικών, ή γραμμές διαχωρισμού ιδεών (αφηρημένα).

- *Επιφανειακά*

Είναι τα διδιάστατα φαινόμενα, με κυρίαρχο χαρακτηριστικό την επιφανειακή κάλυψη της ιδιότητας που αντιπροσωπεύουν. Το περιεχόμενο αυτής της κατηγορίας όπως και των άλλων είναι αρκετά ευρύ. Τέτοια φαινόμενα είναι, η εθνικότητα, η γλώσσα, η θρησκεία κλπ.

- *Ογκομετρικά ή τρισδιάστατα*

Είναι τα φαινόμενα με τρισδιάστατη κατανομή. Μπορούν να είναι αφηρημένα (πχ. πληθυσμός πόλεως) ή περισσότερο απτά, όπως ο όγκος των κατακρημνίσεων σε μια περιοχή, ο όγκος παραγωγής σε κάρβουνο μιας περιοχής. Τα δεδομένα των φαινομένων αυτών προκύπτουν με διάφορους τρόπους, από απλές αθροίσεις, πολλές φορές αναφέρονται σε μια επιφάνεια αναφοράς, ή αποτελούν γεωγραφική πυκνότητα, δηλαδή αριθμό μονάδων ενός φαινομένου ανά μονάδα επιφάνειας.

- *Δυναμικά ή πολυδιάστατα*

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν φαινόμενα των οποίων η γεωγραφική κατανομή μεταβάλλεται διαχρονικά. Χαρακτηριστικά παραδείγματα φαινομένων αυτής της κατηγορίας είναι η ατμοσφαιρική πίεση, θερμοκρασία, η διαχρονική εξέλιξη του πληθυσμού κλπ.

Η κατάταξη ενός φαινομένου δεν είναι μονοσήμαντα ορισμένη σε μια από τις πέντε αυτές κατηγορίες αλλά εξαρτάται ανάλογα με τον τρόπο που αντιμετωπίζουμε το φαινόμενο. Για παράδειγμα, μια πόλη ως θέση μπορεί να ειδωθεί ως σημειακό φαινόμενο ή επιφανειακό με την έννοια της κατανομής στην έκτασή της του πληθυσμού που κατοικεί σε αυτήν. Δεδομένου του ότι ένας χάρτης είναι διδιάστατος, ανεξάρτητα από τη διάκριση των φαινομένων ως προς τις διαστάσεις τους υπάρχει το σημαντικό πρόβλημα της απεικόνισης των ογκομετρικών ή τρισδιάστατων και δυναμικών φαινομένων. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την ένταξη των κατηγοριών αυτών, ανάλογα με το χάρτη, στις τρεις προηγούμενες κατηγορίες σε συνδυασμό με τον τρόπο συμβολισμού των. Για παράδειγμα, ο πληθυσμός μπορεί να χαρτογραφηθεί ως να ενυπάρχει στην πόλη που αντιστοιχεί (επιφανειακό σύμβολο), ο όγκος του μεταφερόμενου κάρβουνου μέσω μιας σιδηροδρομικής γραμμής να χαρτογραφηθεί ως γραμμή (γραμμικό σύμβολο) κλπ.

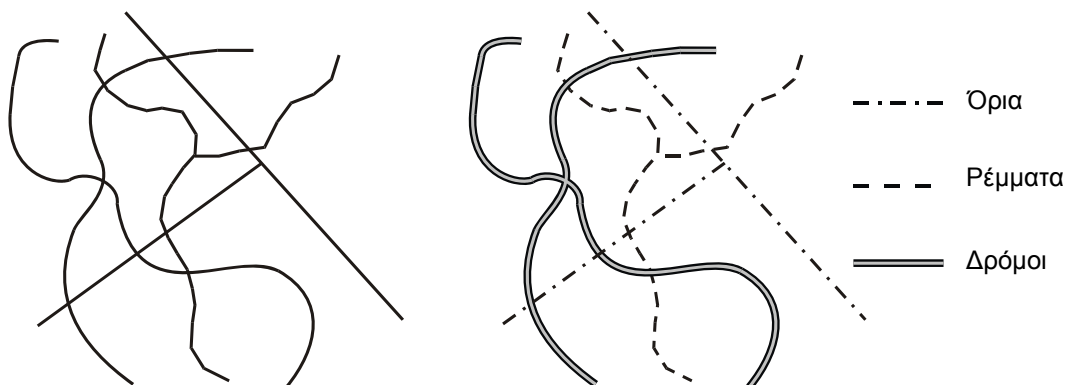
2.5 Συνέχεια και ομαλότητα των γεωγραφικών φαινομένων

Μερικά γεωγραφικά φαινόμενα είναι ασυνεχή ή διακριτά με την έννοια ότι συνθέτονται με την κατανομή ανεξάρτητων τμημάτων σε διακριτές θέσεις χωρίς να εμφανίζονται στις ενδιάμεσες θέσεις. Τέτοια διακριτά φαινόμενα είναι τα κτίρια, οι βιομηχανικές ζώνες, οι πόλεις, οι διαδρομές μετακινήσεων κλπ. Σε αντίθεση με αυτά, υπάρχουν φαινόμενα των οποίων η κατανομή είναι συνεχής. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία πάνω στη γήινη επιφάνεια. Είναι όμως αδύνατη η μέτρηση ενός συνεχούς φαινομένου σε όλες τις θέσεις της έκτασής του. Δηλαδή, τα δεδομένα είναι πάντα διακριτά και ασυνεχή, μπορούν όμως να μετασηματιστούν κατάλληλα ώστε να παρέχουν την εικόνα της συνέχειας με τη βοήθεια της χαρτογραφικής διαδικασίας. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι είναι διακριτοί ο πληθυσμός επομένως πρέπει να ταξινομηθεί ως ασυνεχές γεωγραφικό φαινόμενο. Όμως, ο αριθμός των ανθρώπων που ανάγονται σε ορισμένη επιφάνεια (η πυκνότητα πληθυσμού δηλαδή: κάτοικοι ανά km²) αυτομάτως μετατρέπεται σε συνεχές φαινόμενο, μια και όλες οι επιφάνειες θα έχουν κάποια τιμή (συμπεριλαμβανομένης και της τιμής μηδέν).

Οι γεωγραφικές κατανομές είναι επίσης εξομαλυσμένες ή μη εξομασλυμένες. Εξομασλυμένα φαινόμενα ονομάζονται αυτά για τα οποία η διαφοροποίηση από θέση σε θέση γίνεται σταδιακά και όχι απότομα (πχ. η ατμοσφαιρική πίεση). Μη εξομασλυμένα φαινόμενα ονομάζονται αυτά των οποίων η διαφοροποίηση είναι απότομη στα όρια μεταξύ δύο γειτονικών περιοχών που εμφανίζονται (πχ. χρήσεις γης). Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω τα επιφανειακά δεδομένα, συνήθως, είναι μη εξομασλυμένα ενώ τα ογκομετρικά εξομασλυμένα.

2.6 Σύστημα ιεράρχησης γεωγραφικών φαινομένων

Η ταξινόμηση των γεωγραφικών φαινομένων σε σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά και ογκομετρικά είναι αναγκαία για τον καθορισμό της γεωγραφικής τους κατανομής.



Σχήμα 1. Στην αριστερά εικόνα απεικονίζονται οι θέσεις διαφόρων φαινομένων ενώ στην δεξιά εικόνα απεικονίζονται οι θέσεις ύστερα από ποιοτική διαφοροποίηση με τη βοήθεια του συμβολισμού

Με την ταξινόμηση αυτή γίνεται η γεωγραφική διάκριση σε κατηγορίες ως προς τις διαστάσεις τους και καλύπτεται με αυτό τον τρόπο μια σημαντική λειτουργία για το χάρτη αλλά αυτό δεν ολοκληρώνει το θέμα, μια και υπάρχουν ουσιαστικές διαφοροποιήσεις ακόμα μέσα σε κάθε μια από τις πιο πάνω κατηγορίες χωρικών φαινομένων. Ένας χάρτης που απεικονίζει όλες τις θέσεις των ποταμών, δρόμων, ορίων και σιδηροδρόμων ως γραμμικά φαινόμενα αλλά αδυνατεί να απεικονίσει πιο είναι το καθένα από αυτά προφανώς είναι άχρηστος (Σχήμα 1). Για τη χαρτογραφία η πιο σημαντική μέθοδος περιγραφής και παρατήρησης των χαρακτηριστικών των γεωγραφικών φαινομένων είναι η

ταξινόμησή τους στις τρεις κλίμακες ενός συστήματος ιεράρχησης: την ονομαστική κλίμακα, την κλίμακα τάξης και την κλίμακα διαστήματος.

- *Ονομαστική κλίμακα*

Αναφέρεται στην απομόνωση των ουσιαστικών χαρακτηριστικών ενός συνόλου χωρικών φαινομένων, το κριτήριο της διαφοροποίησης στηρίζεται σε ποιοτικές συσχετίσεις αδιαφορώντας τελείως για τις ποσοτικές. Παραδείγματα φαινομένων που διαφοροποιούνται ως προς την ονομαστική κλίμακα για μεν τα σημειακά είναι: πόλη, πυροσβεστικός κρουνός, βόρειος μαγνητικός πόλος κλπ. Για τα γραμμικά: δρόμος, ποταμός κλπ. Για τα επιφανειακά: χρήσεις γης. Τέλος, για τα ογκομετρικά: ανάγλυφο, πληθυσμός, παραγωγή κλπ.

- *Κλίμακα τάξης*

Αναφέρεται σε ποσοτική διαφοροποίηση των γεωγραφικών φαινομένων στη βάση ποσοτικών μετρήσεων που ανάγονται σε τάξη μεγέθους και όχι σε απόλυτες τιμές. Στην κατηγορία αυτή μας ενδιαφέρει μόνο η τάξη μεγέθους καθώς οι μεταβλητές μεταβάλλονται από την μικρότερη στην μεγαλύτερη τιμή χωρίς να γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένη αριθμητική τιμή. Για παράδειγμα, η διάκριση ανάμεσα σε μεγάλα και μικρά λιμάνια ή ανάμεσα σε μικρές, μεσαίες και μεγάλες πόλεις. Θερμές και ψυχρές θερμοκρασίες κλπ. Σύμφωνα με την κατηγορία αυτή μπορεί ο χρήστης που θα αναγνώσει το χάρτη να συμπεράνει για ορισμένες από τις σημειακές, γραμμικές, επιφανειακές και ογκομετρικές χωρικές κατανομές συγκρίνοντάς τις με άλλες ότι είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες, περισσότερο ή λιγότερο σημαντικές, νεώτερες ή παλαιότερες κλπ. Αδυνατεί όμως ο χρήστης του χάρτη να συμπεράνει συγκεκριμένα μεγέθη ποσοτικής διαφοροποίησης.

- *Κλίμακα διαστήματος*

Η συγκεκριμένη κατηγορία προσθέτει την πληροφορία για το διάστημα μεταξύ των τάξεων μεγέθους στην περιγραφή των ποσοτήτων των γεωγραφικών φαινομένων. Για να χρησιμοποιήσουμε την κλίμακα διαστήματος πρέπει προηγουμένως να έχουμε ορίσει τη στοιχειώδη μονάδα με την οποία μπορούμε να εκφράσουμε τη διαφοροποίηση της ποσότητας ως πολλαπλάσιό της. Για παράδειγμα, διαφοροποιούμε τις θερμοκρασίες χρησιμοποιώντας ως μονάδα τους βαθμούς Κελσίου (°C). Τις πόλεις, χρησιμοποιώντας ως μονάδα τον άνθρωπο (μονάδα πληθυσμού). Τα υψόμετρα χρησιμοποιώντας ως μονάδα το μέτρο.

Αν και με την κλίμακα διαστήματος η διαφοροποίηση των σημειακών, γραμμικών, επιφανειακών και ογκομετρικών γεωγραφικών φαινομένων παρέχει όλο και μεγαλύτερη πληροφόρηση στο χρήστη σε σχέση με την ονομαστική κλίμακα και κλίμακα τάξης, ο χρήστης πρέπει να είναι προσεκτικός στα

συμπεράσματά του σε σχέση με τη φύση της στοιχειώδους μονάδας που έχει επιλεγεί. Για παράδειγμα, δεν είναι σωστό να αντιληφθεί κανείς ότι 40° C θερμοκρασία περιβάλλοντος σημαίνει δύο φορές θερμότερα από ότι 20° C.

Οι τρεις κλίμακες, ονομαστική, τάξης και διαστήματος (Πίνακας 1) προοδευτικά εμβαθύνουν στην περιγραφική τους λειτουργία. Κάθε πληροφορία διαχωρίζεται ποιοτικά (ονομαστική κλίμακα), στη συνέχεια προστίθεται η τάξη μεγέθους στην οποία διακυμαίνεται (κλίμακα τάξης) και τέλος, ορίζεται η συγκεκριμένη αριθμητική τιμή που αντιστοιχεί στο μέγεθός της (κλίμακα διαστήματος).

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση γεωγραφικών φαινομένων σύμφωνα με τις διαστάσεις τους και τις τρεις τάξεις ιεράρχησης (ονομαστική, κλίμακα τάξης και διαστήματος).

ΚΛΙΜΑΚΑ	ΣΗΜΕΙΑΚΑ	ΓΡΑΜΜΙΚΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ	ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΑ
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ	Λιμάνι	Ισοβαθής	Τύπος Πυθμένα Θαλάσσης	Αλατότητα Θαλάσσης
ΤΑΞΗΣ	Μικρό/ Μεγάλο Λιμάνι	Κύρια/ Δευτερεύουσα Ισοβαθής	Μικρή/ Μεγάλη Παραγωγή	Μικρή/ Μεγάλη Αλατότητα
ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ	Δείκτης Κίνησης Λιμένος	Ισοβαθής 50m/100m/...	Ικανότητα Παραγωγής	Τιμή Αλατότητας Θαλάσσης

3. Γραφική απεικόνιση

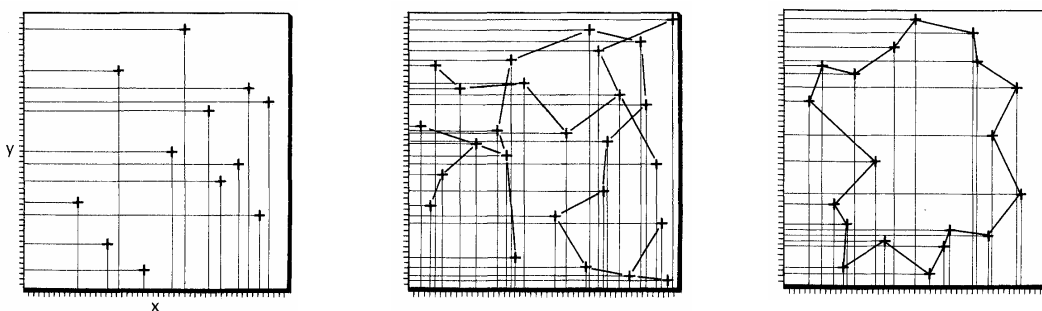
3.1 Η χαρτογραφική γλώσσα ως μέσο μετάδοσης πληροφορίας

Ο χαρτογράφος, έχοντας αντικειμενικό σκοπό να μεταδώσει χωρικές πληροφορίες μέσω ενός χάρτη με τρόπο που να ερμηνεύονται, να κατανοούνται και να απομνημονεύονται εύκολα, χρησιμοποιεί μια γλώσσα που είναι όπως ήδη αναφέρθηκε γραφική (οπτική) και διεθνής. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθούν αφενός τα γραφικά στοιχεία που αποτελούν τη βάση αυτής της γλώσσας, αφετέρου οι βασικοί κανόνες της οπτικής αντίληψης που πρέπει να τηρούνται για να πετύχει ο χάρτης το σκοπό του. Απαραίτητη προϋπόθεση στη δημιουργία της χαρτογραφικής γλώσσας είναι και η γνώση του καθιερωμένου ως τώρα τρόπου απόδοσης μια και η χαρτογραφία έχει θεσμοθετήσει συγκεκριμένους τρόπους απόδοσης που η αγνόησή τους θα δυσκόλευαν το χρήστη.

3.2 Καθορισμός θέσης

Προηγούμενα αναφέρθηκε ο τρόπος ανάλυσης των γεωμετρικών διαστάσεων των φαινομένων που αποτελούν αντικείμενο απεικόνισης. Το επόμενο βήμα πριν από την επιλογή του συστήματος της γραφικής απεικόνισης είναι ο καθορισμός της θέσης του φαινομένου στο επίπεδο του χάρτη. Αυτό αφορά όλα τα δεδομένα είτε είναι χαρακτηριστικά της γήινης επιφάνειας, είτε γεωγραφικά φαινόμενα που εκφράζονται με αριθμητικά δεδομένα. Ο καθορισμός της θέσης στηρίζεται στην αρχή της απεικόνισης του γεωγραφικού συστήματος αναφοράς στο επίπεδο. Κάθε σημείο μπορεί να θεωρηθεί ως τομή δύο αξόνων είτε γεωγραφικών είτε καρτεσιανών, και με αυτόν τον τρόπο μπορεί να γίνει η καταγραφή, κωδικοποίηση και αρχειοθέτησή του. Πάνω σε αυτήν την αρχή στηρίζεται και ο αυτοματισμός στην χαρτογραφία.

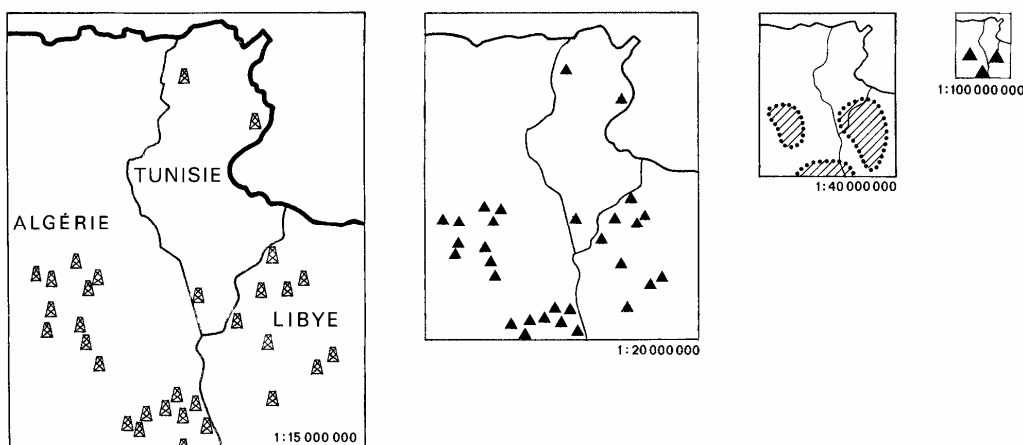
Με δεδομένη τη μορφή του χάρτη (επίπεδη) τα φαινόμενα που απεικονίζονται θα έχουν σημειακή, γραμμική ή επιφανειακή διάσταση (Σχήμα 2). Και στις τρεις περιπτώσεις η αντιμετώπιση γίνεται βάσει της αρχής του καθορισμού της θέσης σημείου. Οι θέσεις των σημειακών δεδομένων καθορίζονται από τις γεωγραφικές συντεταγμένες των σημείων στο χώρο και αντίστοιχα τη μετατροπή τους σε συντεταγμένες στο επίπεδο. Οι θέσεις των γραμμικών δεδομένων καθορίζονται από την ένωση τουλάχιστον δύο σημείων των δε επιφανειακών δεδομένων ο καθορισμός θέσης γίνεται με τη σύνδεση τουλάχιστον τριών σημείων που δεν βρίσκονται στην ίδια ευθεία. Το περίγραμμα προσδιορίζει το αληθινό όριο του φαινομένου στο χώρο.



Σχήμα 2. Καθορισμός θέσης

Η θέση ενός φαινομένου στο χώρο είναι ένα στοιχείο που δίνεται στο χαρτογράφο και δεν επιδέχεται αλλαγές. Στην απεικόνισή του όμως μπορεί να αλλάζουν οι γεωμετρικές του διαστάσεις, ανάλογα με την κλίμακα του χάρτη, με τη διαδικασία της γενίκευσης. Για παράδειγμα, ένα σύνολο σημειακών συμβόλων σε κάποιο χάρτη μεγάλης κλίμακας, μπορεί να γίνει ένα επιφανειακό σύμβολο σε μικρότερης κλίμακας χάρτη και τέλος ένα σημειακό σύμβολο σε έναν ακόμα

μικρότερης κλίμακας. Η γενίκευση στον καθορισμό της θέσης των δεδομένων είναι αναπόφευκτη για να εξασφαλιστεί η εύκολη και σαφής ανάγνωση ενός χάρτη (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Παράδειγμα γενίκευσης συμβόλων

3.3 Τα βασικά στοιχεία της χαρτογραφικής γλώσσας

Αναλύοντας τη χαρτογραφική γλώσσα βλέπουμε ότι αποτελείται από απλά γραφικά στοιχεία: σημεία, γραμμές, επιφάνειες, γράμματα, αριθμοί κλπ. Όλα αυτά τα γραφικά στοιχεία αποτελούν τη βάση της χαρτογραφικής γλώσσας, και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των συμβόλων. Τι είναι όμως σύμβολο; Ο συμβολισμός στη χαρτογραφία είναι ένα βασικό στοιχείο της γενίκευσης και θα αναλυθεί στην αντίστοιχη ενότητα. Εδώ για να γίνει κατανοητή η ανάλυση των γραφικών στοιχείων αξίζει να αναφερθεί ότι τα γραφικά στοιχεία που αποτελούν την χαρτογραφική γλώσσα από μόνα τους δεν σημαίνουν τίποτα, αλλά αποκτούν χαρτογραφική υπόσταση γίνονται σύμβολα με τον καθορισμό του φαινομένου ή της οντότητας που αντιπροσωπεύει το κάθε ένα από αυτά στη φάση της απεικόνισης. Θα μπορούσε να αναρωτηθεί κανείς αν είναι πραγματικά απαραίτητη μια εκτενής αναφορά και ανάλυση των γραφικών στοιχείων. Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι καταφατική και στηρίζεται σε δύο λόγους. Ο πρώτος είναι ότι ακριβώς σε αυτά τα γραφικά στοιχεία στηρίζεται η επικοινωνία του χαρτογράφου με τον χρήστη. Ένα μεγάλο βάρος της σωστής μετάδοσης πληροφορίας που είναι και ο σκοπός του χάρτη εξαρτάται από την καταλληλότητα των συμβόλων τα οποία απεικονίζουν τις πληροφορίες. Ένας δεύτερος λόγος είναι η απειρία των προς απεικόνιση πληροφοριών που κάνει αδύνατη την καθιέρωση συμβόλων με την έννοια του χαρτογραφικού λεξικού που

να καλύπτει τις ανάγκες οποιασδήποτε χαρτογράφησης. Αυτό το τελευταίο έχει ίσως επιτευχθεί, και μάλιστα σε διεθνές επίπεδο, σε ορισμένες σειρές χαρτών όπως οι τοπογραφικοί ή οι υδρογραφικοί ή οι αεροναυτικοί χάρτες. Δεν ισχύει όμως το ίδιο και για την απειρία των θεματικών χαρτών όπου έχουμε πληθώρα θεμάτων και αντίστοιχα δεδομένων και σκοπούς χαρτογράφησης. Το μεγαλύτερο μέρος του αντικειμένου της θεματικής χαρτογραφίας αφορά στην απεικόνιση ποσοτικών δεδομένων, αριθμούς δηλαδή που είτε έχουν προκύψει από απλές μετρήσεις ή είναι αποτέλεσμα στατιστικής επεξεργασίας. Υπάρχουν δύο σημεία κρίσιμα ως πηγές σφαλμάτων στο στάδιο του συμβολισμού αυτών των δεδομένων. Το ένα είναι η προσπάθεια συνειδητή ή όχι να προκύψουν συμπεράσματα που αφορούν τα δεδομένα, χωρίς να έχουν αυτά αποδειχθεί, μέσω της απεικόνισης. Έχει ειπωθεί ότι ένας από τους πιο πονηρούς τρόπους να παρερμηνευθούν στατιστικά δεδομένα είναι ο χάρτης. Το άλλο σημείο που θέλει προσοχή είναι η ακρίβεια των δεδομένων όπως τα διαβάζει ο αναγνώστης μέσω των συμβόλων στο χάρτη. Αυτή δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να υποτιμάται ή να υπερτιμάται για να επιτευχθεί καλλίτερος ή ωραιότερος χάρτης. Αντίθετα, συχνά θυσιάζεται η καλαισθησία για να δειχθεί η αβεβαιότητα των δεδομένων.

3.4 Τα σύμβολα

Το σύμβολο στη χαρτογραφία είναι λοιπόν μια εικόνα διαλεγμένη από το χαρτογράφο η οποία απεικονίζει κάποιο δεδομένο είτε αυτό είναι φαινόμενο είτε κάποια ιδέα. Τα σύμβολα επιλέγονται με σκοπό να δείξουν με σαφήνεια δύο πράγματα:

- Την ακριβή γεωγραφική θέση των αντικειμένων που απεικονίζουν.
- Τις σχέσεις (ποσοτικές ή ποιοτικές) που υπάρχουν μεταξύ αυτών των δεδομένων.

Τα σύμβολα που σχεδιάζονται σε ένα χάρτη διαφοροποιούνται βασικά μεταξύ τους, από τη θέση τους.

Ως προς τις γεωμετρικές τους διαστάσεις διαφοροποιούνται σε:

- *Σημειακά*

Σύμβολα που γίνονται από γραφικά στοιχεία των οποίων το περίγραμμα δεν ανταποκρίνεται ούτε συμπίπτει με το πραγματικό όριο του απεικονιζόμενου δεδομένου στο έδαφος.

- *Γραμμικά*

Σύμβολα που γίνονται από κάποιο άξονα που ενώνει δύο σημεία.

- *Επιφανειακά*

Σύμβολα που γίνονται από γραφικά στοιχεία τα οποία καταλαμβάνουν κάποια επιφάνεια το όριο της οποίας ανταποκρίνεται σε πραγματικό όριο στο έδαφος.

Πολλά γραμμικά και επιφανειακά σύμβολα προκύπτουν από την επανάληψη σημειακών συμβόλων κατά μήκος κάποιας γραμμής ή καλύπτοντας κάποια επιφάνεια αντίστοιχα. Το ίδιο ισχύει για τα γραμμικά σύμβολα τα οποία μπορούν να σχηματίσουν επιφάνεια πράγμα που δείχνει ότι η χρήση του συμβόλου είναι ανεξάρτητη από τις γεωμετρικές του διαστάσεις. Μια άλλη βασική παρατήρηση είναι ότι ο χαρακτηρισμός ενός συμβόλου ως προς τις γεωμετρικές του διαστάσεις είναι ανεξάρτητος της επιφάνειας που καταλαμβάνει. Δηλαδή, ένα σημειακό σύμβολο μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερο από κάποιο επιφανειακό. Όσο αφορά τώρα τη γενίκευση των συμβόλων. Ως γενικός κανόνας μπορεί να ειπωθεί ότι σε μεγεθύνσεις ή σμικρύνσεις χαρτών τα σύμβολα δεν αλλάζουν. Μερικές φορές όμως, είναι αναγκαία η αλλαγή τους σε μέγεθος ή και σε διάσταση, χωρίς να αλλάξει η ιδέα ή τα δεδομένα που απεικονίζουν, λόγω της μεγάλης αλλαγής της κλίμακας.

3.5 Οπτικές μεταβλητές

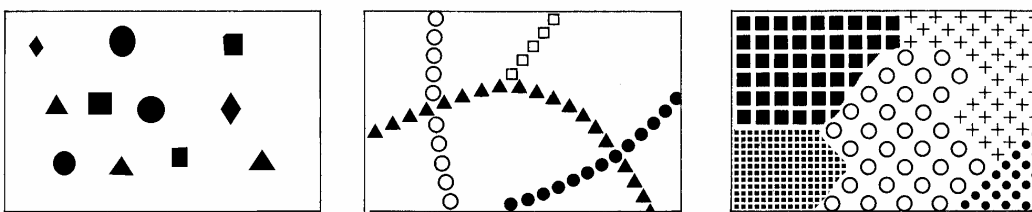
Ο πρωταρχικός σκοπός ενός χάρτη είναι η απεικόνιση των δεδομένων στη θέση που αυτά αναφέρονται στο χώρο. Ο επόμενος στόχος, εξίσου σημαντικός, είναι ο συμβολισμός των δεδομένων με τέτοιο τρόπο που να γίνονται αντιληπτά εύκολα και να ερμηνεύονται σωστά. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος στην απεικόνιση διαφορετικών δεδομένων χρειάζεται να γίνονται παραλλαγές στη μορφή των συμβόλων, προσαρμόζοντας τις γραφικές τους ιδιότητες ανάλογα με την έννοια των δεδομένων που απεικονίζουν.

Παραλλαγές στα σύμβολα μπορούν να γίνουν με αμέτρητους τρόπους. Αν όμως αναλυθούν οι διαφοροποιήσεις και οι συνδυασμοί των στοιχειωδών γραφικών χαρακτηριστικών που επιτυγχάνουν αυτές τις παραλλαγές των συμβόλων προκύπτει ότι αυτές είναι αλλαγές σχήματος, απόχρωσης, μεγέθους, έντασης, προσανατολισμού. Αυτά τα γραφικά στοιχεία που ονομάζονται οπτικές μεταβλητές στη χαρτογραφία, αποτελούν τη βάση κατασκευής των άπειρων συμβόλων που συναντάμε στους χάρτες. Θεωρείται απαραίτητη η ανάλυσή τους και ο τρόπος χρήσης τους γιατί μέσω αυτών εξασφαλίζεται η σωστή επικοινωνία χάρτη-χρήστη. Είναι πολλοί οι χαρτογράφοι που έχουν ασχοληθεί και ακόμα

ασχολούνται με τις ιδιότητες των οπτικών μεταβλητών κυρίως σε σχέση με την οπτική αντίληψη. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η οπτική αντίληψη είναι ένα αντικείμενο μελέτης της ψυχολογίας, της ψυχοφυσικής και της φυσιογνωσίας (από διαφορετική σκοπιά η κάθε μία). Τα πορίσματα μελετών αυτών των επιστημών που αφορούν την οπτική αντίληψη αποτελούν καθοριστικής σημασίας βοήθημα για τις αντίστοιχες χαρτογραφικές εφαρμογές ή έρευνες.

- *Σχήμα*

Το σχήμα ως οπτική μεταβλητή ορίζεται από το περίγραμμα του συμβόλου και με αλλαγές αυτού του περιγράμματος επιτυγχάνεται ποικιλία συμβόλων. Δεν πρέπει εδώ βέβαια να γίνεται σύγχυση με το περίγραμμα που προσδιορίζει την έκταση που καταλαμβάνει ένα φαινόμενο ή με τα σχήματα των γεωγραφικών περιοχών. Αυτά τα περιγράμματα απεικονίζουν εκτάσεις γεωγραφικές και δεν αλλάζουν.



Σχήμα 4. Το σχήμα ως οπτική μεταβλητή και η εφαρμογή του σε σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά σύμβολα

Με διαφοροποιήσεις στο σχήμα επιτυγχάνεται η απεικόνιση ποιοτικά διαφοροποιημένων δεδομένων σημειακών, γραμμικών, επιφανειακών (Σχήμα 4). Τα σχήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη χαρτογραφική γλώσσα είναι άπειρα. Συνήθως χρησιμοποιούνται απλά γεωμετρικά σχήματα κύκλοι, τρίγωνα, τετράγωνα κλπ. Στα γραμμικά φαινόμενα η ποιοτική διαφορά απεικονίζεται με διαφορετικού σχήματος γραμμές συνεχείς, διακεκομένες, εστιγμένες κλπ. Αντίστοιχα, οι ποιοτικές διαφορές μέσω επιφανειακών συμβόλων εκφράζονται με διαφορές σχημάτων σημειακών ή γραμμικών και επανάληψή τους σε κανονικά διαστήματα μέσα σε αυτές τις επιφάνειες. Το κάθε σχήμα παραμένει το ίδιο σε ολόκληρη την συγκεκριμένη περιοχή που χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη της ίδιας ποιότητας δεδομένου και αλλάζει από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με τις κατηγορίες των δεδομένων πάντα ποιοτικά διαφοροποιημένων.

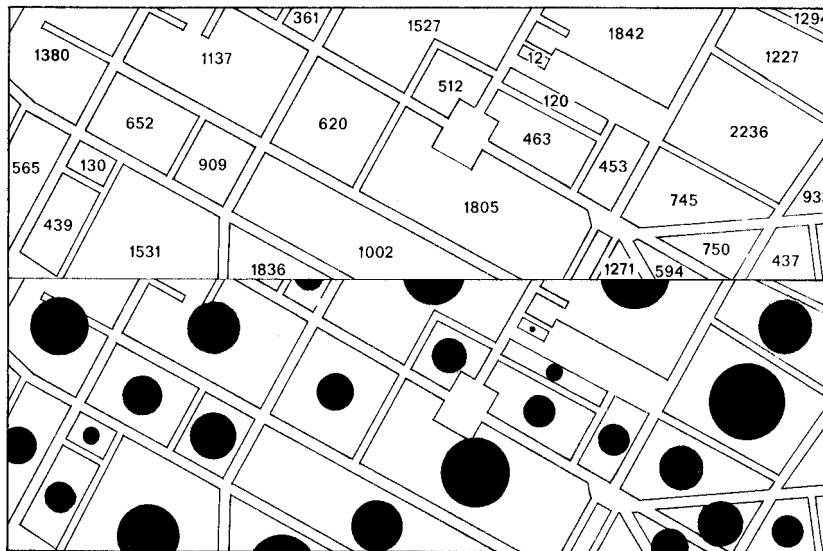
Συχνά το σχήμα των συμβόλων στην χαρτογραφία επιλέγεται με κριτήριο να θυμίζει το πραγματικό σχήμα της εικόνας της πληροφορίας που απεικονίζει π.χ. δεντράκια για δασικές εκτάσεις. Αυτές οι μορφές συμβόλων λέγονται εικονογραφικές. Βέβαια πολλά δεδομένα δεν είναι ορατά άρα δεν μπορούν να απεικονιστούν με αυτόν τον τρόπο.

- *Απόχρωση*

Η απόχρωση είναι σημαντικό και αρκετά πολύπλοκο φαινόμενο της οπτικής αντίληψης. Λόγω της σπουδαιότητας του στη χαρτογραφία η θεωρία του χρώματος στην οποία εντάσσεται και η απόχρωση ως συνιστώσα του, αναλύεται σε ειδικό κεφάλαιο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι συνήθως αντί για τον όρο απόχρωση χρησιμοποιείται ο όρος χρώμα. Δηλαδή, όταν γίνεται αναφορά στα κόκκινα, κίτρινα, μπλε ως διαφορετικά χρώματα, ουσιαστικά υπονοούνται διαφορετικές αποχρώσεις. Η απόχρωση χρησιμοποιείται σε όλες τις κατηγορίες των συμβόλων (σημειακά, γραμμικά και επιφανειακά) και με την διαφοροποίησή της επιτυγχάνεται η απεικόνιση ποιοτικών διαφορών.

- *Μέγεθος*

Η μεταβολή στο μέγεθος μπορεί να εκφραστεί με την έννοια του μήκους ή της επιφάνειας του συμβόλου, και σπάνιες φορές με την έννοια του όγκου. Έστω και αν το μάτι μπορεί να αντιληφθεί μόνο δύο διαστάσεις στο χάρτη (π.χ. εικόνες σφαιρών ή κύβων). Ως κανόνας οι διαφοροποιήσεις σε μέγεθος είναι αμέτρητες. Στην πραγματικότητα ο μόνος περιορισμός είναι η ικανότητα του ματιού να αντιληφθεί συγκεκριμένα κατώτερα όρια γραμμικών ή επιφανειακών διαφορών μεγέθους, όπως και η χωρητικότητα του χάρτη (Σχήμα 5).



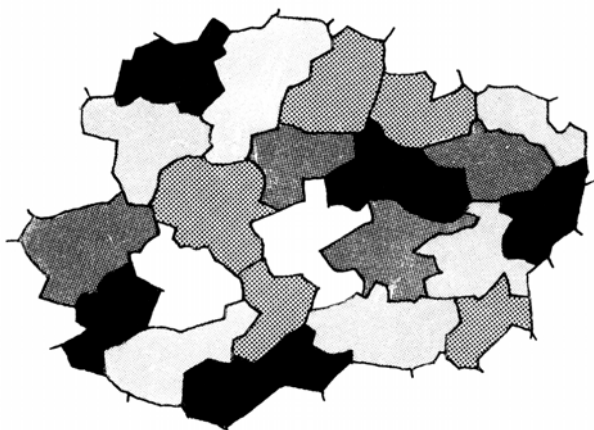
Σχήμα 5. Μεταβολή του μεγέθους σημειακού συμβόλου για απεικόνιση αριθμητικών

Διαφορές μεγεθών συναντώνται σε σημειακά και γραμμικά σύμβολα, για να απεικονίσουν ποσοτικές διαφορές είτε τάξης μεγέθους είτε αριθμητικές.

- *Ένταση*

Η μεταβολές της έντασης είναι οι διαφοροποιήσεις ως προς την ένταση του φωτός που γίνονται αντιληπτές από το μάτι σαν τόνοι του γκρι όταν αυτό μεταβάλλεται από άσπρο σε μαύρο. Μεταβολή της έντασης ισχύει για κάθε απόχρωση. Κάθε επιφάνεια που αντανακλά κάποιο ποσότητα φωτός έχει κάποιο τόνο, που μετριέται. Η ίδια επιφάνεια κάτω από διαφορετικές συνθήκες όρασης φαίνεται διαφορετική. Για αυτό όταν γίνεται αναφορά στην αίσθηση του τόνου είναι καλλίτερο να χρησιμοποιείται ο όρος ένταση που προσδιορίζει την κλίμακα του τόνου με βάση τον τρόπο που γίνεται αντιληπτός από το μάτι. Σε αυτή την κλίμακα της έντασης το φωτεινό αναφέρεται στις μεγάλες τιμές και το σκοτεινό στις μικρές τιμές.

Στην πράξη, ειδικότερα στο στάδιο της σχεδίασης των διαφορών της έντασης πάνω στο χάρτη χρησιμοποιείται διαφοροποίηση είτε μέσω διαφορετικών τόνων γκρι ή άλλων αποχρώσεων, είτε μέσω κάποιας γραμμοσκιάς η οποία αλλάζει διάστημα. Η τεχνική είναι η ίδια και στις δύο περιπτώσεις. Πρόσθεση ή αφαίρεση άσπρου ή χρώματος αν γίνεται χρήση απόχρωσης είτε πύκνωση ή αραιώση της διαγράμμισης αν πρόκειται για γραμμοσκιά.



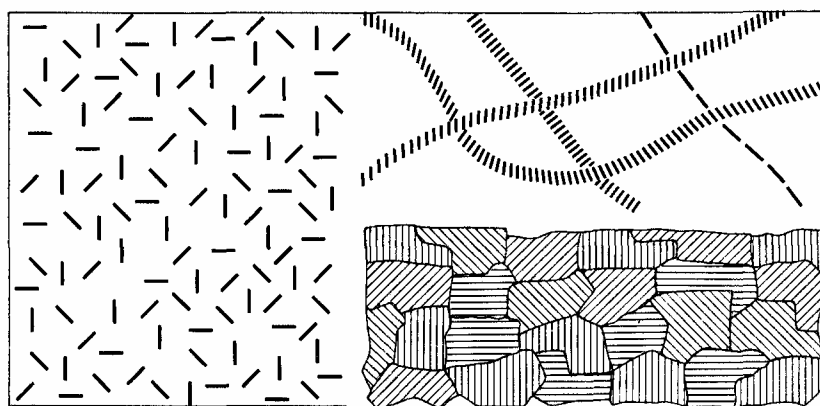
Σχήμα 6. Μεταβολές έντασης

Ορίζεται ως ένταση η σχέση μεταξύ της επιφάνειας που καλύπτεται από τα γραφικά στοιχεία (π.χ. γραμμές) και του άσπρου χώρου μεταξύ τους ή η σχέση κάποιας απόχρωσης και του άσπρου χρώματος που αναμιγνύεται με αυτήν. Αυτή η σχέση εκφράζεται σε ποσοστά: μια άσπρη επιφάνεια αντιστοιχεί στο 0%, μια επιφάνεια έχει ένταση 50% όταν υπάρχει ισοδυναμία μεταξύ άσπρου και μαύρου και τέλος, 100% όταν τα στοιχεία καλύπτουν όλη την επιφάνεια, στην τελευταία περίπτωση η επιφάνεια ονομάζεται κορεσμένη. Τα ίδια ισχύουν και για την απόχρωση που περιέχει αντίστοιχα ποσοστά άσπρου χρώματος. Η ένταση ως

οπτική μεταβλητή στη χαρτογραφία χρησιμοποιείται για συμβολισμό ποσοτικών δεδομένων είτε διαφοροποιημένων ως προς την κλίμακα τάξης είτε ως προς την κλίμακα διαστήματος (Σχήμα 6).

- *Προσανατολισμός*

Είναι δυνατόν να εκφραστούν διαφορές των ίδιων συμβόλων με αλλαγή του προσανατολισμού τους. Αυτή η μεταβλητή μπορεί μόνο να χρησιμοποιηθεί σε γραφικά στοιχεία ή σε γραμμικά σύμβολα, πράγμα που περιορίζει τις δυνατότητές της.

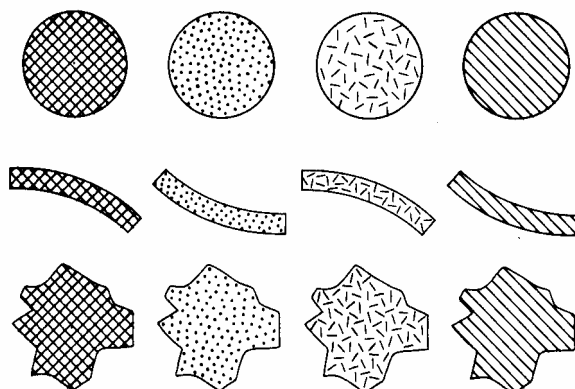


Σχήμα 7. Μεταβολές προσανατολισμού

Ο προσανατολισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια γραφική ή γεωμετρική μεταβλητή όταν κάθε προσανατολισμός αντιπροσωπεύει μια διαφορετική κατηγορία πληροφορίας (ποιοτικές διαφορές). Όμως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για να απεικονίσει ακριβείς γεωγραφικές διευθύνσεις, και είναι η μόνη οπτική μεταβλητή που μπορεί να πετύχει αποτελεσματική απεικόνιση όλων των δυναμικών φαινομένων: διευθύνσεων, κινήσεων, μεταναστεύσεων, έλξεων (Σχήμα 7).

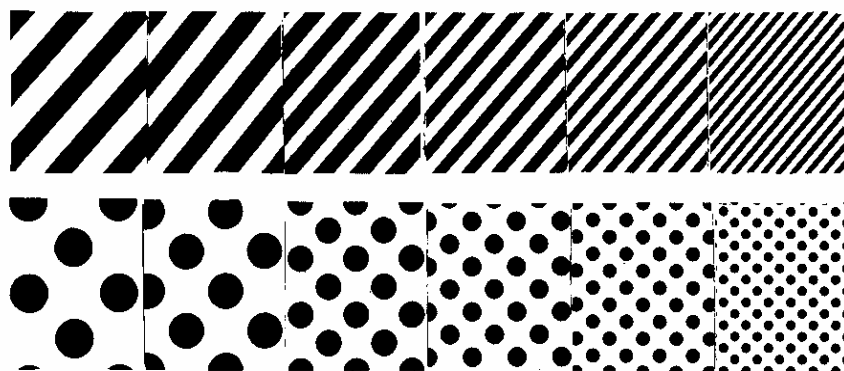
Στα προηγούμενα έγινε προσπάθεια συνοπτικής περιγραφής των οπτικών μεταβλητών βάσει των οποίων δημιουργούνται τα χαρτογραφικά σύμβολα. Ο γραπτός ή προφορικός τρόπος επικοινωνίας όμως είναι διαφορετικός από τη γραφική επικοινωνία και δύσκολα μπορούν να την αποδώσουν εννοιολογικά. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται και άλλες οπτικές μεταβλητές που στο κείμενο αυτό θεωρείται ότι περιέχονται ή συνδυάζονται από αυτές που αναπτύχθηκαν. Αυτές είναι το διάστημα, το μοτίβο, ο κόκκος και η τοποθεσία.

Το διάστημα ως οπτική μεταβλητή δημιουργείται από την αλλαγή της απόστασης μεταξύ των γραφικών στοιχείων (σημειακών ή γραμμικών) που αποτελούν ένα επιφανειακό σύνολο. Με αυτό τον τρόπο όμως αλλάζει το ποσοστό του άσπρου σε σχέση με την απόχρωση που έχουν τα γραφικά στοιχεία άρα εμπεριέχεται στην αλλαγή της έντασης.



Σχήμα 8. Μεταβολές μοτίβου σε σημειακά, γραμμικά και επιφανειακά σύμβολα

Το μοτίβο (Σχήμα 8) στηρίζεται στη χρήση σημειακών σχημάτων για τη δημιουργία με επανάληψή τους επιφανειακών συμβόλων. Άρα αλλαγές μοτίβου ουσιαστικά προκύπτουν από αλλαγές σχημάτων.



Σχήμα 9. Μεταβολές κόκκου

Ο κόκκος αναφέρεται στη αξιοποίηση φωτογραφικών μεθόδων μεγέθυνσης ή σμίκρυνσης επιφανειακών συμβόλων οπότε δεν προκύπτει διαφοροποίηση στο σχήμα ή στην ένταση μια και παραμένει η αναλογία άσπρου-μαύρου, αλλά αλλάζει το μέγεθος των σημειακών ή γραμμικών στοιχείων που

αποτελούν το σύμβολο και για αυτό δεν αναφέρεται εδώ ως ξεχωριστή οπτική μεταβλητή (Σχήμα 9).

Τέλος, η τοποθεσία αναφέρεται στην τοποθέτηση των τοπωνυμίων, των υπομνημάτων, των στοιχείων του πλαισίου που μπορούν να μετακινηθούν για να εξασφαλιστεί η οπτική ισορροπία.

3.6 Το χρώμα και ο χάρτης

Στην περιγραφή των οπτικών μεταβλητών αναφέρθηκε πόσο σημαντικό ρόλο παίζει στη χαρτογραφία η απόχρωση. Συγχρόνως είναι στον κάθε άνθρωπο γνωστό πόσο ωραίος είναι ένας έγχρωμος χάρτης και πόσο μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει σε σχέση με έναν ασπρόμαυρο. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι χρώμα σε ένα χάρτη σημαίνει ευχάριστη εικόνα, μεγαλύτερο οπτικό ενδιαφέρον, περισσότερη λεπτομέρεια, πιο πολλές σχεδιαστικές δυνατότητες για γραφική ιεράρχηση. Επίσης η σωστή χρήση του χρώματος λειτουργεί σαν κωδικοποίηση ομοιοτήτων και διαφορών και συμβάλλει στην ευκρίνεια του χάρτη.

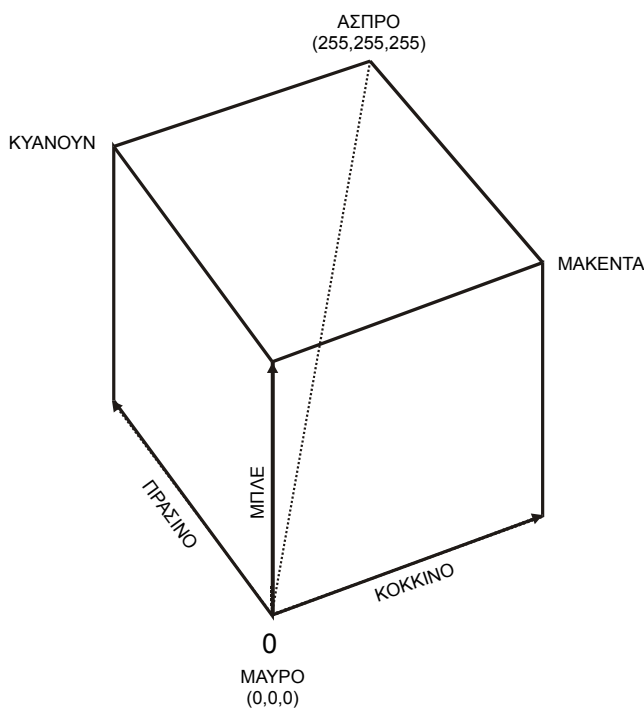
Υπάρχουν βέβαια και τα μειονεκτήματα στη χρήση του χρώματος με πιο βασικό το κόστος στο στάδιο της αναπαραγωγής του χάρτη μια και χρειάζεται ειδική μεταχείριση.

Επειδή τον χαρτογράφο τον απασχολεί η αντίληψη του χρώματος από το ανθρώπινο μάτι, θεωρείται απαραίτητη η γνώση των στοιχειωδών τουλάχιστον φυσικών του ιδιοτήτων, καθώς και των ψυχολογικών του επιδράσεων για να είναι επιτυχημένη η χρήση του στο συμβολισμό.

3.7 Συστήματα για εικόνες ηλεκτρονικού υπολογιστή

Η εξέλιξη και η ευρεία χρήση της έγχρωμης οθόνης στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές έκανε επιτακτική την ανάγκη ανάπτυξης συστημάτων τυποποίησης των χρωμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτές, για την παραγωγή έγχρωμων συμβόλων σημειακών, γραμμικών επιφανειακών χρωμάτων, άρα στηρίζονται όπως έχει ήδη αναφερθεί στα τρία πρωτεύοντα προσθετικά το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε και με κατάλληλο συνδυασμό επιτυγχάνονται οι άλλες αποχρώσεις, οι διαφορετικές εντάσεις και διαφορετικοί τόνοι (βαθμοί κόρου). Την ίδια στιγμή οι αυτόματοι σχεδιαστές χρησιμοποιούν είτε χρωματιστά μελάνια, είτε φωτοκεφαλές που λειτουργούν σε συνθήκες σκοτεινού θαλάμου και αποτυπώνουν μέσω φωτεινών ακτίνων το χρώμα σε φιλμ. Αυτό που χρειάζεται επομένως είναι η ύπαρξη ενός συστήματος που να συνδέει τα συστατικά του

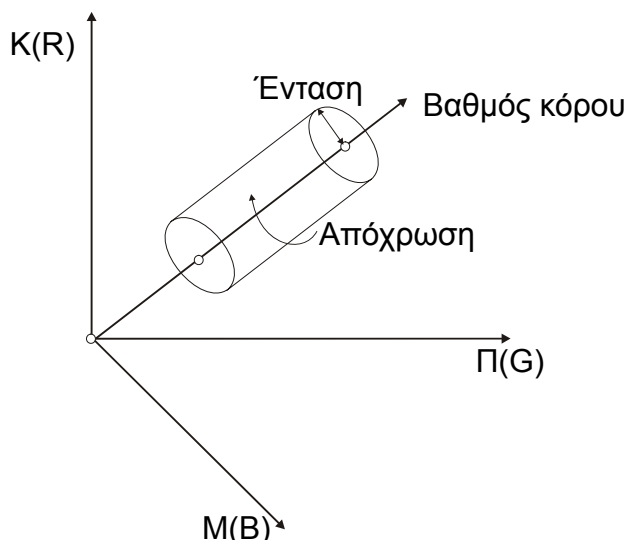
χρώματος όπως ορίζονται από το σύστημα Munsell με το χρώρο, που καλύπτεται από τα πρωτεύοντα προσθετικά και όλους τους συνδυασμούς τους. Το πιο διαδεδομένο σύστημα γι' αυτό τον προσδιορισμό είναι το μοντέλο RGB (Red-Green-Blue). Παραστατικά το μοντέλο αυτό περιγράφεται από ένα κύβο του οποίου οι τρεις πλευρές x,y,z είναι αντίστοιχα το κόκκινο, πράσινο, μπλε. Ο μέγιστος αριθμός των διαστημάτων των συντεταγμένων x,y,z είναι 255 το οποίο δίνει 255 συνδυασμούς των τριών πρωτευόντων χρωμάτων. Η αρχή $(0,0,0)$ των συντεταγμένων δίνει το μαύρο και η ακμή του κύβου $(255, 255, 255)$ δίνει τον πλήρη συνδυασμό των τριών πρωτευόντων δηλαδή το άσπρο (Σχήμα 10).



Σχήμα 10. Διάγραμμα μοντέλου RGB. Η διαγώνιος είναι ο τόπος όπου τα τρία πρωτεύοντα προσθετικά συνυπάρχουν σε ίσες ποσότητες και δίνουν αχρωματικές τιμές έντασης από μαύρο σε άσπρο

Για τη σύγκριση τώρα των τριών πρωτευόντων προσθετικών χρωμάτων με τα συστατικά των χρωμάτων έχει επινοηθεί ένα μοντέλο που στηρίζεται στην απλούστευση της ανάλυσης του χρώματος όπως αυτό προσδιορίζεται από το σύστημα CIE. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο οι αποχρώσεις απεικονίζονται στην περιφέρεια ενός μοναδιαίου κύκλου όπου το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 120° . Ο βαθμός κόρου απεικονίζεται κατά μήκος της ακτίνας του κύκλου, η δε ένταση σε ένα άξονα κάθετο στο κέντρο του

κύκλου. Σχηματίζεται λοιπόν ένας κύλινδρος που έχει βάση το χρωματικό επίπεδο (Σχήμα 11).



Σχήμα 11. Η σχέση μεταξύ του συστήματος RGB και των συστατικών του χρώματος

Αυτό το κυλινδρικό σύστημα συντεταγμένων δε τυποποιεί το χρώμα με ακρίβεια σύμφωνα με τις ιδιότητες της ανθρώπινης αντίληψης, είναι όμως κατάλληλο για τις οθόνες των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Και αυτό που χρειάζεται είναι συσχετισμός αυτού του μοντέλου με το RGB. Αυτό γίνεται (παραστατικά) με σύμπτωση του άξονα του κυλίνδρου με τη διαγώνιο του κύβου (του RGB μοντέλου) έτσι ώστε η κόκκινη απόχρωση να είναι στο ίδιο επίπεδο με τον άξονα του κόκκινου του κύβου, οπότε το ίδιο θα συμβαίνει και για το πράσινο και το μπλε. Η σύνδεση πλέον των δύο συστημάτων γίνεται με μετατροπή των κυλινδρικών συντεταγμένων σε ορθογώνιες, οπότε κάθε χρώμα προσδιορίζεται με R,G,B συντεταγμένες και με απόχρωση, ένταση, τόνο. Τα σύγχρονα συστήματα έχουν δυνατότητες παραγωγής χρωμάτων πολύ περισσότερες από αυτές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για τις ανάγκες απεικόνισης των δεδομένων ή αυτές που μπορεί να αντιληφθεί το ανθρώπινο μάτι. Τα μοντέλα που αναφέρθηκαν εδώ είναι ένας τρόπος τυποποίησης που προσδιορίζεται για κάθε συγκεκριμένο σύστημα επηρεαζόμενο από το λογισμικό που διατίθεται.

3.8 Χρώματα στους χάρτες

Βασική αρχή στην επιλογή των χρωμάτων στους χάρτες είναι να διευκολύνουν τη γρήγορη και σωστή επικοινωνία χαρτογράφου και χρήστη. Αμέσως μετά λαμβάνεται υπόψη η καλαισθητή εικόνα του χάρτη. Για το πρώτο, είναι απαραίτητο να βασιστούμε στη θεωρία της ανθρώπινης αντίληψης του χρώματος. Όμως, η αντίληψη του χρώματος από το ανθρώπινο μάτι δεν έχει συστηματοποιηθεί ακόμα με ακρίβεια αντίστοιχη της φυσικής ανάλυσης του φωτός. Η αντίληψη του χρώματος διέπεται από νόμους που αλλάζουν συχνά από πρόσωπο σε πρόσωπο. Τα λογικά συμπεράσματα που βγαίνουν από τα χαρακτηριστικά των φυσικών χρωμάτων δεν εφαρμόζονται πάντα στην αντίληψη τους. Φυσικά, οι νόμοι της φυσικής βάζουν τα θεμέλια πάνω στα οποία στηρίζεται η ανάλυση της αντίληψης του χρώματος, όμως παράγοντες όπως η φυσιολογία του ματιού και του εγκεφάλου και κυρίως η ψυχολογία του ανθρώπου συνθέτουν ένα επιστημονικό πρόβλημα. Αυτό σημαίνει ότι ο χαρτογράφος στηρίζεται σε μία θεωρία που βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη.

Υπάρχουν όμως και άλλοι παράμετροι όπως τα διαθέσιμα μέσα σχεδίασης και παραγωγής που δεσμεύουν την επιλογή και συχνά αντικρούουν τις βασικές αρχές που βάζει η υπάρχουσα θεωρία της αντίληψης. Αυτό σημαίνει ότι τα πράγματα δεν είναι τόσο ξεκάθαρα ώστε να υπάρχει ένα καθιερωμένο χρωματικό λεξικό, για τους χάρτες. Θα αναφερθούν λοιπόν εδώ οι πιο βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψη των χρωμάτων όπως αυτά χρησιμοποιούνται και διαβάζονται στους χάρτες. Το χρώμα ενός αντικειμένου ή ενός στοιχείου του χάρτη θα γίνει αντιληπτό από το μάτι, σύμφωνα με την ποσότητα και τη σύνθεση του φωτός που πέφτει και ανακλάται από αυτό. Αν η ακτίνα φωτός είναι πλήρης (αν δηλαδή αποτελείται από 3 βασικού μήκους κύματος χρώματα) δεν θα αλλοιώσει το αρχικό χρώμα του αντικειμένου. Αν όμως το φως δεν είναι πλήρες, το αρχικό φως θα διαφοροποιηθεί μετά την ανάκλαση. Για παράδειγμα, τα κίτρινα και κόκκινα στοιχεία του χάρτη θα φανούν γκρι σε μια πορτοκαλιά ηλεκτρική λάμπα. Επομένως, χρειάζεται προσοχή όταν ο χάρτης πρόκειται να διαβάζεται σε τεχνητό φως. Η ένταση επίσης του φωτός επηρεάζει την αντίληψη των χρωμάτων. Χρώματα με μεγάλο μήκος κύματος, από το κίτρινο ως το κόκκινο, φαίνονται λαμπρότερα κάτω από έντονο φως και απαλότερα κάτω από χαμηλό. Το αντίθετο ακριβώς συμβαίνει με τα μικρού μήκους κύματος χρώματα από το μπλε ως το βιολετί.

Συνειδητά ή όχι, η αίσθηση που έχει ο αναγνώστης κοιτάζοντας τα χρώματα ενός χάρτη ήταν πάντα οδηγός για τους χαρτογράφους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη στη χαρτογραφία των αντιπροσωπευτικών χρωμάτων, που είναι αυτά που θυμίζουν στον αναγνώστη τα χρώματα που έχουν στη φύση (πράσινο για καλλιέργειες ή δάση, μπλε για νερά, κίτρινο-πορτοκαλί για το

χρώμα). Επίσης η ψυχολογία του χρώματος κάνει διάκριση σε ζεστά (κόκκινο, κίτρινο) και κρύα (μπλε, βιολετί) ή φρέσκα (πράσινο). Τα ονομαζόμενα ζεστά χρώματα χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν αυτά τα στοιχεία του χάρτη που πρέπει να φαίνονται πιο σημαντικά ή ψηλότερα, ενώ τα κρύα για την απεικόνιση λιγότερο σημαντικών ή αδύνατων στοιχείων. Στην πραγματικότητα αυτές οι διαπιστώσεις βασίζονται στην αντίληψη των χρωμάτων όταν αυτά εξετάζονται μεμονωμένα. Όμως όταν συνυπάρχουν στο οπτικό επίπεδο του αναγνώστη, λόγω των διαφορών τους στα μήκη κύματος, τα χρώματα φθάνουν στο μάτι σε διαφορετικούς χρόνους. Έτσι, τα μεγάλου μήκους κύματος χρώματα, π.χ. κόκκινο, γίνονται γρηγορότερα αντιληπτά από τα μικρού κύματος (μπλε). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το κόκκινο να φαίνεται πιο κοντά από το μπλε. Το φόντο επηρεάζει σημαντικά την αντίληψη των χρωμάτων, αλλά και των μαύρων και των άσπρων συμβόλων που εμφανίζονται πάνω σε έγχρωμο φόντο. Το μπλε, για παράδειγμα, είναι πολύ φτωχό ως φόντο και έχει ως αποτέλεσμα να δυσκολεύει την αναγνώριση άλλων στοιχείων (βυθομέτρων, ακτογραμμών κλπ.) μια και χρησιμοποιείται καθιερωμένα πλέον για τις θάλασσες. Η αλλαγή της έντασής του χρησιμοποιείται ως λύση απέναντι σε αυτά τα προβλήματα. Το κίτρινο θεωρείται ως ιδεώδες έγχρωμο φόντο γιατί συνδυάζει υψηλή φωτεινότητα με μέτριο μήκος κύματος και προσελκύει το βλέμμα, ενώ συγχρόνως διακρίνονται πάνω σε αυτό χρώματα τα οποία αναμιγνύουν πολλά μήκη κύματος, όπως το καφέ, που είναι δύσκολο να γίνουν ευκρινή. Η καθιέρωση, για παράδειγμα, του καφέ στη σχεδίαση των υψομετρικών καμπύλων δημιουργεί προβλήματα ευκρινείας σε πολύπλοκους χάρτες. Στα επιφανειακά σύμβολα αλληλοεπηρεάζονται και οι αποχρώσεις και οι εντάσεις δύο χρωμάτων που βρίσκονται δίπλα-δίπλα. Έτσι, όταν μία απόχρωση περιστοιχίζεται από κάποιο χρώμα η συγκεκριμένη απόχρωση φαίνεται να πλησιάζει το συμπληρωματικό χρώμα του φόντου. Για παράδειγμα, ένα πράσινο σε κίτρινο φόντο μοιάζει να τείνει στο μπλε. Αυτό το φαινόμενο είναι πιο έντονο στην ένταση όπου ίδιας έντασης αποχρώσεις φαίνονται διαφορετικές στον ίδιο χάρτη επηρεαζόμενες από διαφορετικά φόντα. Το συγκεκριμένο φαινόμενο αποτελεί πρόβλημα στους χωροπληθείς χάρτες. Ένα άλλο χαρακτηριστικό φαινόμενο της αντίληψης των χρωμάτων είναι η μοναδικότητα ή μη των αποχρώσεων. Υπάρχουν αποχρώσεις που γίνονται αντιληπτές ως μοναδικές. Αυτές είναι η μπλε, πράσινη, κίτρινη, κόκκινη, καφέ, μαύρη, άσπρη. Όλες οι άλλες μοιάζουν να είναι ανάμιξη δύο άλλων αποχρώσεων όπως π.χ. η πορτοκαλί (κόκκινης και κίτρινης) η ροζ (κόκκινης και άσπρης) η μωβ (κόκκινης και μπλε). Το φαινόμενο αυτό της μοναδικότητας των αποχρώσεων είναι πολύ σημαντικό στη χαρτογραφία. Οι αποχρώσεις που μοιάζουν μοναδικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον ίδιο χάρτη για να απεικονίσουν ποιοτικά διαφορετικά δεδομένα. Αντίθετα, αυτές που μοιάζουν να προκύπτουν από ανάμιξη δύο άλλων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό

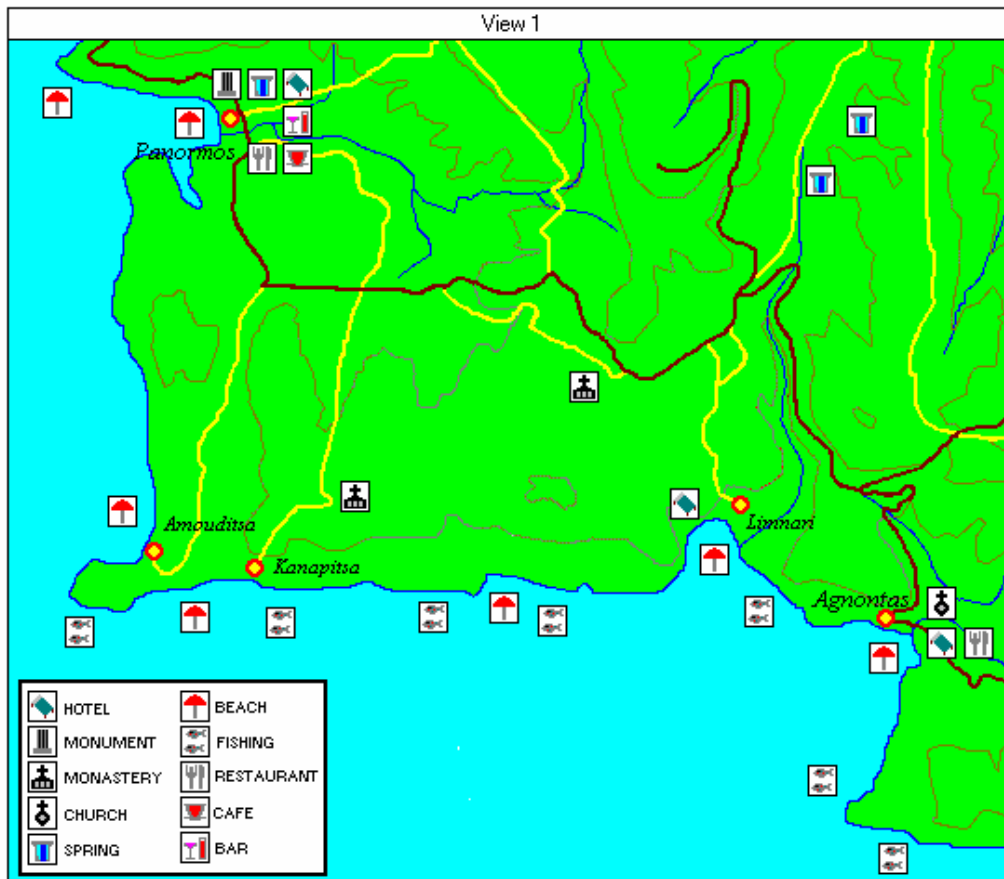
με τις άλλες δύο για να απεικονίσουν σύμπτωση φαινομένων. Για παράδειγμα, το κόκκινο μπορεί να συμβολίζει περιοχές που συμβαίνει καθολικά κάποιο φαινόμενο, άσπρο περιοχές που συμβαίνει κάποιο άλλο φαινόμενο και το ροζ τις περιοχές που συμβαίνουν και τα δύο φαινόμενα. Τέλος, υπάρχουν και τα ωραία χρώματα, τα ευχάριστα στο μάτι, και τα ενοχλητικά. Οι έρευνες που στηρίχτηκαν αυτές οι διαπιστώσεις είναι στατιστικές αναλύσεις ερωτηματολογίων και φυσικά αφορούν συγκεκριμένες εθνικές ομάδες. Για αυτό και η επιλογή χρωμάτων για χάρτες διαφέρει από χώρα σε χώρα και η διαφορά αυτή γίνεται γενικά σεβαστή για να είναι ο χάρτης ευκολότερα κατανοητός τοπικά.

4. Κανόνες χαρτογραφικής γλώσσας

Στις προηγούμενες ενότητες περιγράφηκαν οι οπτικές μεταβλητές που αποτελούν το μέσο έκφρασης του χαρτογράφου. Η πληροφορία που μεταδίδει ένας χάρτης είναι ένα σύνολο σχέσεων δεδομένων που γίνονται κατανοητές όταν παρουσιάζονται απλά και καθαρά. Η απεικόνιση αυτών των σχέσεων των δεδομένων γίνεται μέσω των οπτικών μεταβλητών, και κάθε οπτική μεταβλητή μπορεί να απεικονίσει μόνο ένα συγκεκριμένο επίπεδο σχέσης δεδομένων. Σε αυτή την ενότητα θα αναλυθούν οι δυνατότητες απεικόνισης των σχέσεων των δεδομένων μέσω των κατάλληλων οπτικών μεταβλητών.

4.1 Απεικόνιση ποιοτικά διαφοροποιημένων δεδομένων

Όλες οι οπτικές μεταβλητές εκφράζουν διαφορές μεταξύ δεδομένων, αλλά ορισμένες εκφράζουν μόνο ποιοτικές διαφορές χωρίς κανενός είδους ποσοτικό χαρακτήρα ή οποιαδήποτε ιεράρχηση. Πιο συγκεκριμένα, σημειακά σύμβολα που μεταβάλλονται μόνο σε σχήμα (Σχήμα 12), επιφανειακά που μεταβάλλεται το μοτίβο, ο προσανατολισμός η απόχρωση και γραμμικά που μεταβάλλεται το σχήμα της γραμμής απεικονίζουν φαινόμενα του ίδιου επιπέδου σπουδαιότητας, κανένα δε δεν ιεραρχείται σε σχέση με τα άλλα, ούτε μπορούν να μετρηθούν ή να καταταγούν σε τάξη μεγέθους. Το μόνο που εκφράζουν είναι ποιοτικές διαφορές δεδομένων. Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι στις περιπτώσεις απεικόνισεων ποιοτικών δεδομένων η χρήση των κατάλληλων οπτικών μεταβλητών πρέπει να γίνεται με τρόπο που να μην υπονοείται οποιαδήποτε ιεράρχηση των δεδομένων αυτών. Ως παράδειγμα, οι αποχρώσεις αν χρησιμοποιηθούν με τη φασματική τους σειρά αυτόματα δίνουν κάποια ιεράρχηση στα φαινόμενα που απεικονίζουν.



Σχήμα 12. Παράδειγμα απεικόνισης ποιοτικών δεδομένων σημειακής διάστασης

4.2 Απεικόνιση σχέσεων τάξης μεγέθους

Πολλά από τα αντικείμενα χαρτογράφησης έχουν τον ίδιο ποιοτικό χαρακτήρα, διαφοροποιούνται όμως ως προς κάποια τάξη μεγέθους, χωρίς αυτή η διαφοροποίηση να εκφράζεται με κάποια αριθμητική τιμή, αλλά σαν ασήμαντο-σημαντικό, ή μικρό-μεγάλο-μεγαλύτερο κ.ο.κ. Οι κατάλληλες οπτικές μεταβλητές για απεικόνιση τέτοιων δεδομένων είναι:

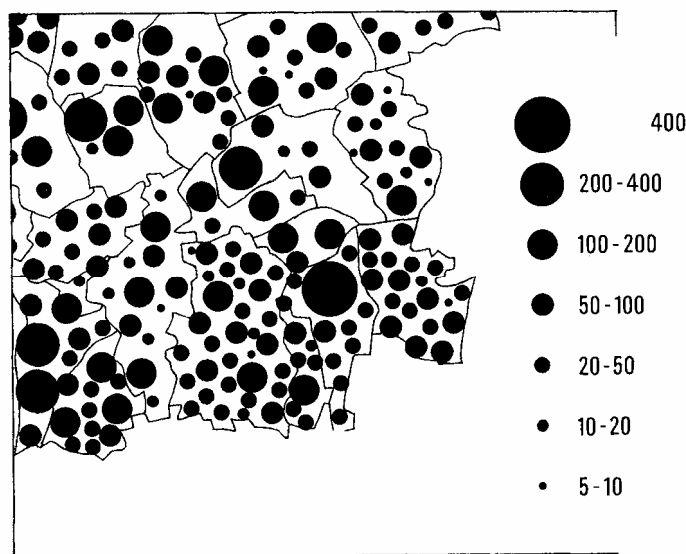
- Για φαινόμενα που απεικονίζονται με σημειακά σύμβολα, το μέγεθος (διατηρούμενου του σχήματος).
- Για φαινόμενα που απεικονίζονται με γραμμικά σύμβολα, η αλλαγή του πάχους της γραμμής.

- Για φαινόμενα που απεικονίζονται με επιφανειακά σύμβολα η ένταση είτε του γκρι είτε οποιασδήποτε απόχρωσης, όπως και το χρώμα όταν οι αποχρώσεις ακολουθούν τη σειρά του φάσματος (κίτρινο-πορτοκαλί-κόκκινο, ή κίτρινο-πράσινο-μπλε-βιολετί).

Οι υπόλοιπες οπτικές μεταβλητές δεν είναι κατάλληλες για απεικόνιση των σχέσεων τάξης μεγέθους.

4.3 Απεικόνιση ποσοτικών σχέσεων

Μεταβολές του μεγέθους του συμβόλου είναι η μόνη οπτική μεταβλητή απεικόνιση ποσοτικών σχέσεων, μια και είναι οι μόνες μεταβολές που μπορούν να μετρηθούν. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις απεικόνισης ποσοτικών σχέσεων. Η μία είναι η συνεχής μεταβολή, όπου το μέγεθος κάθε συμβόλου είναι ανάλογο της ποσότητας που απεικονίζει (Σχήμα 13). Σε αυτή τη περίπτωση υπάρχουν τόσα μεγέθη στο χάρτη, όσες είναι οι ποσότητες που πρέπει να απεικονιστούν.



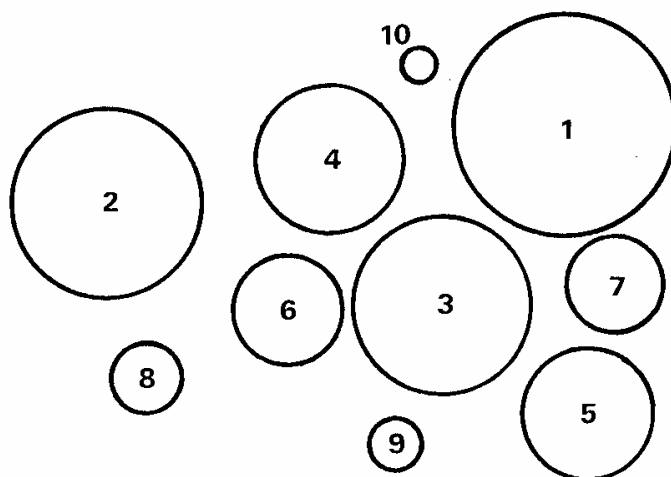
Σχήμα 13. Παράδειγμα μεταβολής μεγέθους για την απεικόνιση ποσοτικών σχέσεων

Η δεύτερη περίπτωση είναι η ασυνεχής μεταβολή, όταν οι προς απεικόνιση ποσότητες έχουν καταταχθεί σε ομάδες, και η κάθε μία ομάδα απεικονίζεται με ένα σύμβολο μεγέθους ανάλογου με την ομάδα. Το μέγεθος των

διαφόρων συμβόλων πρέπει να είναι σε κάθε περίπτωση ανάλογο προς μία ακριβή ποσότητα, που στην περίπτωση της ασυνεχούς μεταβολής συνήθως είναι η μέση τιμή της ομάδας. Οι άλλες οπτικές μεταβλητές δεν μπορούν να δείξουν ποσότητες ή σχέσεις μεταξύ ποσοτήτων.

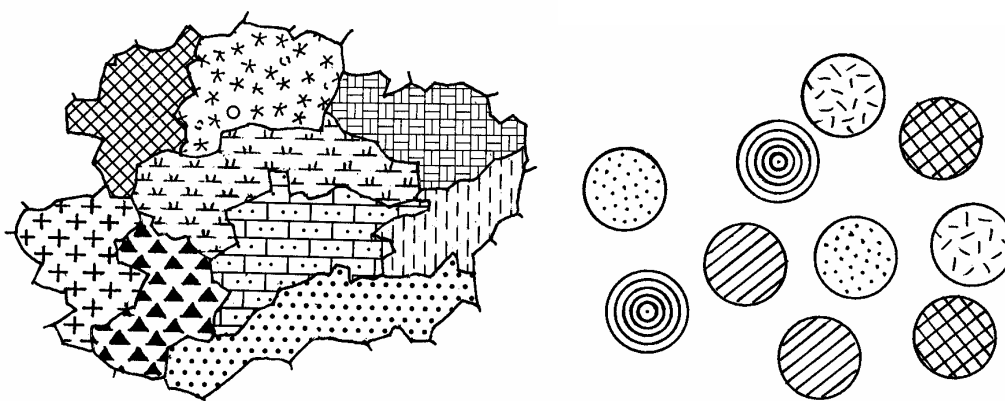
4.4 Μέθοδοι συμβολισμού και οπτικές μεταβλητές

Η θέση των πληροφοριών πάνω στο χάρτη ορίζεται από τη γεωγραφική τους τοποθεσία και από την κλίμακα του χάρτη. Τα διάφορα συστήματα απεικόνισης - σημειακά σύμβολα, γραμμικά σύμβολα, επιφανειακά σύμβολα- επιλέγονται σύμφωνα με τη φύση και με τη θέση των πληροφοριών που απεικονίζουν. Οι οπτικές μεταβλητές επιδρούν μόνο στα σύμβολα και η χρήση τους είναι συνδεδεμένη με τα συστήματα σημειακών, γραμμικών και επιφανειακών απεικονίσεων στα οποία εμφανίζονται τα σύμβολα. Μεταβολές μεγέθους μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε σημειακά (Σχήμα 14) ή γραμμικά σύμβολα που έχουν ένα γεωμετρικό σχήμα (μια και μόνο γεωμετρικού σχήματος σύμβολα μπορούν να μετρηθούν, όπως ακτίνα κύκλου, πλευρά τετραγώνου κλπ., ορίζοντας έτσι μια επιφάνεια που είναι ανάλογη με την τιμή που απεικονίζεται). Αυτά τα σύμβολα μπορούν να συνδεθούν με μια επιφάνεια (όπως οι κύκλοι που απεικονίζουν πληθυσμό σε μια περιοχή, σημεία ή γραμμές που σχηματίζουν ένα σχέδιο που μεταβάλλεται με σμίκρυνση ή μεγέθυνση).



Σχήμα 14. Μεταβολές μεγέθους

Όμως η επιφάνεια, ως επιφανειακό σύμβολο, δεν μπορεί να αλλάξει σε μέγεθος, μια και το μέγεθος του επιφανειακού συμβόλου καθορίζεται από τη γεωγραφική έκταση του φαινομένου που απεικονίζεται. Τα εικονογραφικά σημειακά σύμβολα μπορούν να μεταβληθούν σε μέγεθος, μόνο όταν είναι συνδεδεμένα με γεωμετρικά σύμβολα όπως π.χ. όταν βρίσκονται μέσα σε πλαίσιο γεωμετρικού σχήματος. Οι μεταβολές σχήματος είναι περιορισμένες σε σημειακά σύμβολα και σε λίγες περιπτώσεις σε γραμμικά (Σχήμα 15).

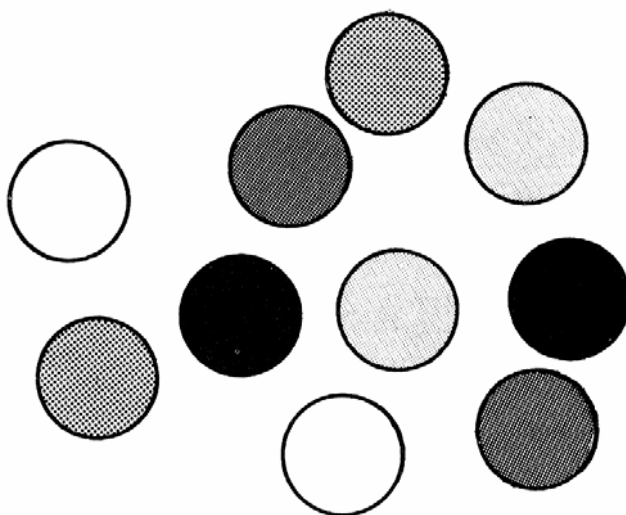


Σχήμα 15. Μεταβολές μοτίβου

Μεταβολές έντασης εφαρμόζονται και στα τρία συστήματα σημειακών, γραμμικών, επιφανειακών απεικονίσεων. Χρειάζεται προσοχή βέβαια τα σημειακά και γραμμικά σύμβολα που στηρίζονται σε μεταβολές έντασης να είναι αρκετά μεγάλα για να φαίνονται αυτές οι μεταβολές (Σχήμα 16). Τα ίδια ισχύουν και για το μοτίβο. Μεταβολές απόχρωσης είναι αποτελεσματικές και στις τρεις κατηγορίες συμβολισμού, όποια και αν είναι η επιφάνεια που καταλαμβάνουν. Ο βαθμός αποτελεσματικότητας των χρωμάτων εξαρτάται από το φόντο στο οποίο τοποθετείται το έγχρωμο σύμβολο. Τα φαινόμενα της στιγμιαίας αντίθεσης και της γειτνίασης των χρωμάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη χρήση αυτής της μεταβλητής. Όλες οι οπτικές μεταβλητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή συμβόλων ακόμα και το μέγεθος, ο προσανατολισμός και το σχήμα στις απεικονίσεις επιφάνειας. Έτσι, σημειακά σύμβολα που μεταβάλλονται σε σχήμα και μέγεθος (πλάτος), προσανατολισμό και σχήμα σχηματίζουν επιφανειακά σύμβολα (μοτίβα) όταν είναι κανονικά διατεταγμένα στην επιφάνεια.

Ως συμπέρασμα των όσων αναφέρθηκαν, προκύπτει ότι η χρήση των οπτικών μεταβλητών επηρεάζεται αφενός από τις σχέσεις (ποιοτική διαφορά, σχέση τάξης, ποσοτική διαφορά) που υπάρχουν μεταξύ των δεδομένων, αφετέρου

δε από το είδος των συμβόλων (σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά) που χρησιμοποιούνται για να απεικονιστούν αυτά τα δεδομένα.



Σχήμα 16. Μεταβολές έντασης

4.5 Αποτελεσματικότητα των οπτικών μεταβλητών

Η ανάγνωση του χάρτη και πριν απ' αυτό η κατανόηση της πληροφορίας του από τον αναγνώστη γίνεται πάντα σε διαφορετικά στάδια. Πρώτη φαίνεται η γεωγραφική κατανομή (το υπόβαθρο) και ακολουθούν οι κατηγορίες των συμβόλων που δημιουργούνται από τις οπτικές μεταβλητές. Αν ο χάρτης είναι τυπωμένος μαυρόασπρος, διαφορές μεγέθους και έντασης θα γίνουν αντιληπτές πριν από τα άλλα στοιχεία του χάρτη. Αν ο χάρτης είναι έγχρωμος, αυτό που συνήθως τραβά πρώτο την προσοχή είναι οι χρωματικές αντιθέσεις. Σε κάθε περίπτωση, ομάδες συμβόλων με το ίδιο μοτίβο δεν είναι τόσο εμφανείς όπως επίσης ακόμα λιγότερο εμφανείς είναι ομάδες συμβόλων με τον ίδιο προσανατολισμό. Τα πιο δύσκολα στο να γίνουν αντιληπτά είναι τα σύμβολα με το ίδιο σχήμα. Άρα οι οπτικές μεταβλητές έχουν διαφορετικά επίπεδα αποτελεσματικότητας ως προς την κατανόησή τους. Δυστυχώς δεν είναι δυνατή η ταξινόμηση αυτών των επιπέδων, μια και η αποτελεσματικότητα κάθε οπτικής μεταβλητής εξαρτάται επίσης από το μέγεθος ή την έκταση του συμβόλου και το φόντο ή τα γειτονικά σύμβολα. Είναι όμως αναγκαίο για τους χαρτογράφους να λαμβάνουν υπόψη τους τη σχετική αποτελεσματικότητα των οπτικών μεταβλητών, όταν η ιεραρχία ενδιαφέροντος ή σπουδαιότητας των δεδομένων

που πρέπει να εμφανιστούν στο χάρτη πρέπει να προβληθεί με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο.

4.6 Όρια μεταβολής οπτικών μεταβλητών

Υπάρχουν διαφορές ως προς τις δυνατότητες της κάθε μιας οπτικής μεταβλητής να παρουσιάσει ένα συγκεκριμένο αριθμό διαφορετικών δεδομένων ή ομάδων. Πρώτα από όλα, είναι δυνατό να εμφανίσουμε στον ίδιο χάρτη απεριόριστες μεταβολές μεγέθους (το μόνο όριο θα ήταν το αδιαχώρητο ή η μικρότερη διαφορά μεγέθους που μπορεί να γίνει αντιληπτή από το μάτι). Διαφορές έντασης είτε κάποιας απόχρωσης είτε γραμμοσκιάς ή άλλου μοτίβου μπορούν να γίνουν αντιληπτές επτά ή οκτώ το πολύ στον ίδιο χάρτη. Όσο αφορά τον προσανατολισμό, μόνο τέσσερις μεταβολές αναγνωρίζονται. Μεταβολές σχήματος μπορούν να είναι απεριόριστες εφόσον είναι εικονογραφικά, όταν όμως γίνονται από γεωμετρικά σχήματα πρέπει να χρησιμοποιούνται έξι ως επτά για να αναγνωρίζονται με ευκρίνεια.

4.7 Συνδυασμοί οπτικών μεταβλητών

Οι συνδυασμοί οπτικών μεταβλητών είναι αποτελεσματικοί στις περιπτώσεις θεματικών χαρτών, που πρέπει να απεικονιστούν περισσότερα από ένα σύνολα δεδομένων για να φανεί ο συσχετισμός τους. Το σύμβολο που προκύπτει από το συνδυασμό δύο οπτικών μεταβλητών απεικονίζει δύο σχέσεις μεταξύ των στοιχείων των δεδομένων. Οπτικές μεταβλητές που μπορούν να συνδυαστούν σε ένα σύμβολο είναι:

- Το χρώμα και η ένταση.
- Το μέγεθος και ο προσανατολισμός.
- Το μέγεθος και το σχήμα.
- Το μοτίβο και η ένταση.

Στις περιπτώσεις συνδυασμού οπτικών μεταβλητών αυτές που κυριαρχούν στην αντίληψη του αναγνώστη είναι το μέγεθος και η ένταση, που εκφράζουν τις ποσοτικές σχέσεις ή τις σχέσεις τάξης μεγέθους μεταξύ των δεδομένων. Αυτές οι σχέσεις που θα χάνονταν αν απεικονίζονταν με μία μόνο μεταβλητή, με τη χρήση δύο παρουσιάζονται με ευκρίνεια. Συμπερασματικά μπορεί κανείς να πει ότι μια χαρτογραφική εικόνα δημιουργείται από μία γραφική συμβολική κατασκευή που καθορίζεται από μία ακριβή γεωγραφική θέση, η οποία προσδιορίζει τη θέση του

αντικειμένου στο χώρο, και από τη μορφή των σχέσεων που ο χαρτογράφος θέλει να παρουσιάσει.

4.8 Όρια οπτικής αντίληψης





Οι γραφικές συνιστώσες ενός χάρτη, δηλαδή, τα γράμματα, οι γραμμές, οι αριθμοί, τα χρώματα, οι σκιές, τα σχήματα είναι ουσιαστικά τα μέσα μετάδοσης πληροφοριών. Αντικειμενικός σκοπός του χαρτογράφου είναι αυτά να διαβάζονται και να ερμηνεύονται εύκολα. Όσο αφορά την ανάγνωση του χάρτη, ο κατασκευαστής του πρέπει να είναι γνώστης των ικανοτήτων του ανθρώπινου ματιού και των ορίων της οπτικής αντίληψης, όπως αυτά προκύπτουν από την φυσιολογία του ματιού. Τα όρια αυτά έχουν θεσπιστεί για κανονικές συνθήκες ανάγνωσης, δηλαδή, σε κανονικό φως και από αναγνώστη κανονικής όρασης, άρα δεν ισχύουν για χάρτες ειδικού σκοπού, όπως αυτοί που διαβάζονται σε χρωματιστό φως, ή που τοιχοκολλούνται. Σε αυτές τις τελευταίες περιπτώσεις χρειάζεται ειδική προσαρμογή. Επίσης, αφού φτιαχτεί ο πρωτότυπος χάρτης πρέπει να εξασφαλιστεί η μη αλλοίωση της ποιότητας των γραφικών του στοιχείων στο στάδιο της αναπαραγωγής. Αυτές οι συνθήκες θα εξασφαλίσουν την εύκολη ανάγνωση και των πιο μικρών λεπτομερειών, τη διάκριση μεταξύ συγγενών λεπτομερειών και τις μικρότερες διαφορές μεταξύ συμβόλων.

4.8.1 Όριο αντίληψης

Αυτό είναι το μικρότερο μέγεθος ενός γραφικού στοιχείου που μπορεί να ειδωθεί με γυμνό μάτι, κάτω από κανονικές συνθήκες. Θεωρητικά, αυτό σημαίνει για ένα μεμονωμένο στοιχείο σε άσπρο χαρτί το στοιχείο να έχει διάμετρο 0.1mm αν είναι σημειακό και πάχος 0.06mm αν είναι γραμμικό.

Επειδή όμως στην πράξη τα γραφικά στοιχεία δεν είναι μεμονωμένα, αντίθετα υπάρχει πυκνή πληροφορία στη χαρτογραφική εικόνα και συγχρόνως το φόντο πολύ συχνά είναι έγχρωμο, σε μερικές δε περιπτώσεις γίνεται χρήση και της σμίκρυνσης ενός χάρτη, γι' αυτό έχουν πρακτικά θεσπιστεί τα εξής όρια (Σχήμα 17):

- Μικρότερη διάμετρος σημειακού συμβόλου: 0.2mm.
- Μικρότερο πάχος γραμμικού: 0.1mm.
- Μικρότερο μήκος πλευράς συμπαγούς τετραγώνου: 0.4mm.
- Μικρότερο μήκος πλευράς περιγεγραμμένου τετραγώνου: 0.6mm.

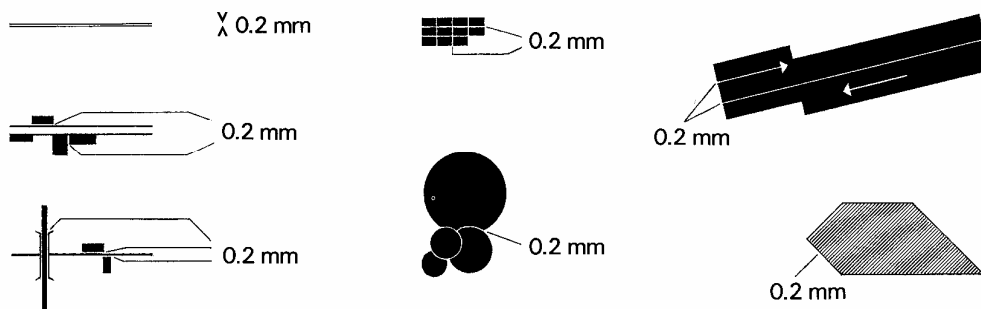
Σημείο		∅ 0.2 mm
Γραμμή		$\frac{V}{\Lambda}$ 0.1 mm (0.08 mm)
Συμπαγές τετράγωνο		$\frac{V}{\Lambda}$ 0.4 mm
Περίγραμμα τετραγώνου		$\frac{V}{\Lambda}$ 0.6 mm

Σχήμα 17. Όρια οπτικής αντίληψης

Όταν η απόσταση που θα διαβαστεί ο χάρτης είναι μεγαλύτερη από την κανονική τότε τα παραπάνω όρια αλλάζουν σε συνάρτηση αυτής της απόστασης και προσδιορίζονται έτσι ώστε να σχηματίζουν με το μάτι γωνία 2'.

4.8.2 Όριο διαχωρισμού

Αυτό το όριο είναι η μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο γραφικών στοιχείων που μπορούν να παρατηρηθούν από γυμνό μάτι κάτω από κανονικές συνθήκες. Στην πράξη η μικρότερη απόσταση διαχωρισμού δύο στοιχείων (παράλληλες γραμμές) είναι 0.2mm (Σχήμα 18). Κάτω από αυτό το όριο οι γραμμές θα ενώνονται.



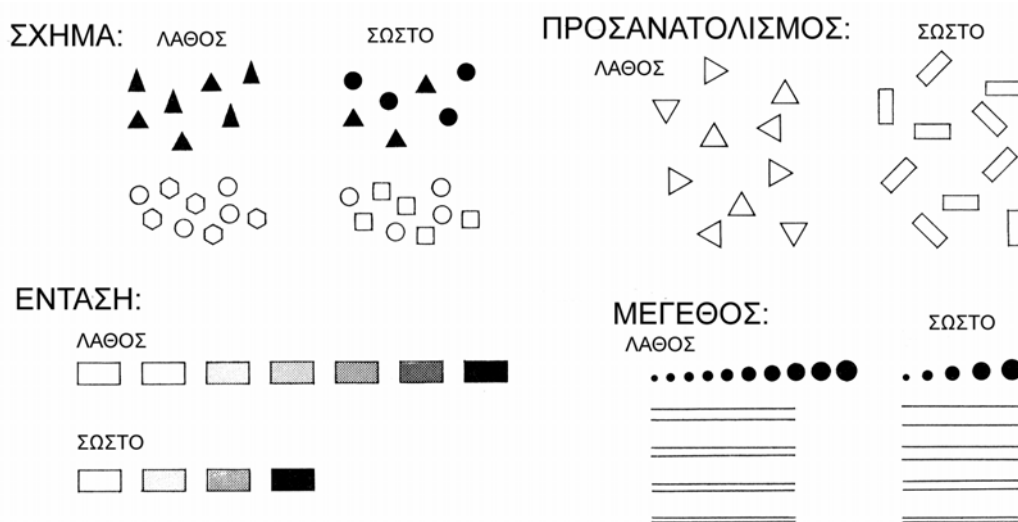
Σχήμα 18. Όρια διαχωρισμού

4.8.3 Όριο διαφοροποίησης

Το όριο διαφοροποίησης υπονοεί την μικρότερη διαφορά μεταξύ δύο γραφικών στοιχείων ή μεταξύ δύο συμβόλων περίπου του ίδιου μεγέθους, που μπορεί να

παρατηρηθεί με το γυμνό μάτι. Ο χαρτογράφος για να επιτύχει την ευκρίνεια αυτών των μικρότερων διαφορών πρέπει να αποφεύγει (Σχήμα 19):

- Σχήματα που μοιάζουν πολύ όπως τρίγωνα ισοσκελή-ισόπλευρα ή κύκλοι-εξάγωνα.
- Χρήση γραμμοσκιών που είναι πολύ όμοιες ειδικά στην περίπτωση πολύ μικρών επιφανειών.
- Ίδια σχήματα με πολύ μικρές διαφορές μεγέθους.



Σχήμα 19. Όρια διαφοροποίησης

Είναι σημαντικό να τηρούνται τα όρια της διαφοροποίησης στη χαρτογραφία, και ειδικά στη θεματική, όπως επίσης τα όρια της αντίληψης και του διαχωρισμού να λαμβάνονται υπόψη στο στάδιο της γενίκευσης στους τοπογραφικούς χάρτες.

5 Βιβλιογραφία

Bertin, J. *Graphics and Graphic Information Processing*. De Gruyter, Berlin, 1981, p. 273.

Cuenin, R. *Cartographie General*. Tome 1. Editions Eyrolles, Paris, 1972, p. 324.

Cuff, D. J. and M. T. Mattson. *Thematic maps. Their Design and Production*. Methuen, New York, 1982, p. 169.

-
- Dent, B. D. Cartography. *Thematic Map Design*. (2nd ed.). Wm. C. Brown Pub. Dubuque, 1990, p. 433.
- International Cartographic Association. *Basic Cartography for students and technicians*. Volume 1. BAS Printers Ltd. Hampshire, 1984, p. 206.
- Keates, J. S. *Cartographic Design and Production*. (2nd ed.). Longman Scientific & Technical, Essex, 1989, p. 261.
- Robinson, A. H., R. D. Sale, J. L. Morrison and P. C. Muehrcke. *Elements of Cartography*. (5th ed.). John Wiley and Sons Ltd. New York, 1984, p. 544.